กลุ่มย่อยที่ 3:

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (2)

การประยุกต์ใช้ IoT สำหรับเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ

Application of IoT for Automatic Cat Feeder

จิรภัทร ปุณยวัจน์พรกุล

สถาบันการศึกษาทางไกล สำนักงานส่งเสริมการศึกษา นอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย

E-mail: Jirapat.poon@gmail.com

ปณต เจริญวรรณ

โรงเรียนสารสาสน์วิเทศเชียงใหม่ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน

E-mail: pranot.char@gmail.com

ศุภาพิชญ์ เพียรการ

โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน

E-mail: supapich.phiankan99@gmail.com

กชกร มั่งมี

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

E-mail: kot_ch@rmutl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT สำหรับเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ 2) ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT ผลการศึกษาพบว่า เครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT เครื่องนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์ บอร์ด ESP-32 เซอร์โวมอเตอร์ โหลดเซลล์ โมดูล HX711 และแอปพลิเคชัน Blynk ผ่านระบบอินเตอร์เนต มีประสิทธิภาพในการให้ปริมาณอาหารอย่างเหมาะสมที่มุมปล่อย 35 องศากับแนวระดับ คือ ร้อยละ 95.55 หรือมีความแตกต่างจากค่าที่กำหนดไว้ประมาณร้อยละ 4.45 ซึ่งสามารถให้ปริมาณอาหาร คือ 41.78 ± 2.42 กรัม จากค่าที่กำหนดไว้คือ 40.00 กรัม เมื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานพบว่าผู้ใช้งานจำนวน 20 คน มีความพึงพอใจโดยรวมในระดับ มากที่สุด ด้วยคะแนนเฉลี่ย 4.69 ± 0.50 แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยี IoT สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับระบบให้อาหารแมวอัตโนมัติ ที่สามารถสั่งการและควบคุมการเปิด - ปิด ให้อาหารแมวตามเวลาที่ต้องการ แบบไร้สายด้วยแอพลิเคชันในมือถือได้ ซึ่งสามารถใช้งานได้จริง

คำสำคัญ: IoT เครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เทคโนโลยีควบคุมระยะไกล

ABSTRACT

This research aims to achieve the following objectives: 1) Apply IoT technology for an Automatic Cat Feeder. 2) Evaluate the performance of the IoT-enabled Automatic Cat Feeder. 3) Investigate user satisfaction

with the IoT-enabled Automatic Cat Feeder. The study results revealed that the Automatic Cat Feeder utilizing IoT technology, comprising components such as the ESP-32 board, servo motor, load cell, HX711 module, and Blynk application connected via the internet, effectively provided an appropriate amount of cat food at a releasing angle of 35 degrees from a level orientation, achieving a feeding accuracy of 95.55%, which deviates by approximately 4.45% or 41.78 ± 2.42 grams from the designated value of 40.00 grams. The study on user satisfaction, involving 20 participants, indicated that the device received the highest level of satisfaction with an average score of 4.69 ± 0.50. These findings demonstrate the practical application of IoT technology in an Automatic Cat Feeder system, enabling wireless control of feeding schedules through a mobile application. This technology can be genuinely utilized.

Keywords: IoT, Automatic Cat Feeder, Internet of thing, remote control IoT technology

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) หรือ IoT เริ่มพบเห็นการใช้งานและเข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันในหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านความสะดวกสบายในชีวิตประจำวัน IoT สามารถสั่งการจากแอปพลิเคชั่น ทำให้ช่วยควบคุมและจัดการอุปกรณ์ในบ้านผ่านสมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ได้ในระยะไกล ส่วนในด้านสุขภาพ IoT ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบและติดตามสุขภาพของตนเองได้ สามารถแจ้งเตือนหากผู้ใช้งานเริ่มมีอาการที่แย่ลงหรือต้องการความช่วยเหลือ และสามารถนำทางโดยนำข้อมูลจากแผนที่หลาย ๆ แหล่งแล้วคำนวนเพื่อระบุเส้นทางที่ปลอดภัยและรวดเร็ว และยังช่วยจัดการทรัพยากรหลาย ๆ ด้าน เช่น จัดการการใช้น้ำ ไฟฟ้า และจัดการขยะ เทคโนโลยี IoT จึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานและลดความเสียหาย อีกทั้งยังรายงานอัตโนมัติเมื่อมีบางอย่างผิดปกติ ตัวอย่างเช่น การชำรุดของท่อระบายน้ำ การแจ้งเตือนเหล่านี้ทำให้เรารับมือกับปัญหาได้อย่างรวดเร็ว โดยสรุป IoT มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความสะดวกสบายในชีวิตประจำวันของเรา โดยการเชื่อมต่อและใช้ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เราดำเนินชีวิตได้อย่างรวดเร็วและประหยัดเวลามากยิ่งขึ้น นอกจากนี้กลุ่มผู้รักสัตว์ยังมีความต้องการใช้เทคโนโลยี IoT ในการดูแลและให้อาหารสัตว์เลี้ยงเนื่องจากบางครั้งมีความจำเป็นที่ต้องออกนอกบ้านเป็นเวลาหลายวัน จึงต้องฝากให้บุคคลอื่นมาช่วยให้อาหาร หรือให้อาหารไว้จำนวนมากเกินที่สัตว์เลี้ยงบริโภคหมดภายในครั้งเดียว ทำให้อาหารไม่น่าบริโภคในครั้งถัดไป จึงเป็นที่มาในการพัฒนาเครื่องให้อาหารสัตว์เลี้ยงอัตโนมัติ ที่สั่งการและควบคุมทำงานตามเวลาที่ต้องการ ผ่านทางอินเทอร์เน็ตโดยแอปพลิเคชั่น

ดังนั้นคณะผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญตรงจุดนี้จึงมีความประสงค์ที่จะประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT สำหรับเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ โดยเขียนโปรแกรมด้วย Arduino IDE ในการเขียนคำสั่งและควบคุม เปิด/ปิดอุปกรณ์ให้อาหารแมว และใช้แอปพลิเคชั่น Blynk ที่เปรียบเสมือนกับรีโมท มาควบคุมผ่านทางอินเทอร์เน็ต และเพื่อความสะดวกรวดเร็วตามเวลาที่ต้องการ

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

(1) เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT สำหรับเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ

(2) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT

(3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1) IoT หมายถึง สิ่งของ หรือ อุปกรณ์ ในชีวิตประจำวัน เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้า ต่าง ๆ มีความสามารถในการประมวลผลและทำงานเป็นระบบ เชื่อมกันจนเป็นเครือข่ายโดยใช้อินเตอร์เน็ตเป็นตัวกลางในการเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน ทำให้สามารถควบคุม หรือสั่งการทำงานให้เปิด-ปิด การทำงานของอุปกรณ์ได้ด้วยเทคโนโลยีทางไกล เช่น คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน หรืออุปกรณ์พกพาอื่น ๆ โดยการทำงานของเทคโนโลยี IoT ประกอบด้วย การนำเข้าข้อมูลของอุปกรณ์จาก IoT (Data Ingestion) การส่งต่อข้อมูลหรือสื่อสารกับอุปกรณ์ชนิดอื่น (Data Transmission) การนำข้อมูลที่เก็บไว้ในฐานมาประมวลผล (Data Processing) การแสดงผลข้อมูลออกมาเป็นตัวอักษร หรือภาพ (Data Visualization) การนำข้อมูลกลับมาวิเคราะห์แล้วทำนายผลที่จะเกิดและสามารถตัดสินใจล่วงหน้าแทนมนุษย์ (Data Analysis and Prediction) (ปวันนพัสตร์ ศรีทรงเมือง และคณะ) ตัวอย่างอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในเทคโนโลยี IoT ได้แก่ ระบบอินเตอร์เน็ต และ cloud service นอกจากนี้สามารถนำบอร์ด Arduino และอุปกรณ์เชื่อมต่ออื่น ๆ เช่น มอเตอร์ โหลดเซลล์ เซนเซอร์วัดค่าต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ตามความต้องการของผู้ใช้งานได้ ดังการศึกษาของ วิสัชชนา สุทาธรรม (2560) วิจิตตรา คุ้มวงษ์และคณะ ฯ (2562) ปวันนพัสตร์ ศรีทรงเมืองและคณะ ฯ (2563) ที่ได้ใช้เทคโนโลยี IoT ในการควบคุม หรือสั่งการทำงานทางไกล เป็นต้น

ในงานวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT สำหรับเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัตินี้ คณะผู้วิจัยได้ใช้เทคโนโลยี IoT และการเขียนโปรแกรมเข้ามาร่วมด้วย โดยใช้ Arduino IDE ในการเขียนคำสั่งและควบคุมอุปกรณ์จำพวกฮาร์ดแวร์ ได้แก่ บอร์ด Arduino (ESP-32) เซอร์โวมอเตอร์ โมดูลขยายสัญญาณ HX711 และโหลดเซลล์ รวมทั้งใช้แอปพลิเคชั่น Blynk ที่เปรียบเสมือนรีโมทมาควบคุมการทำงานผ่านทางอินเทอร์เน็ต และเพื่อความสะดวกในการสั่งการ โดยรายละเอียดของอุปกรณ์ดังกล่าวแสดงดังหัวข้อต่อไปนี้

2) Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller) ตระกูล AVR ของ ATMEL หรือเป็นแพลตพอร์มสำหรับพัฒนาซอฟแวร์และฮาร์ดแวร์ ออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานง่าย ช่วยให้ผู้ใช้สามารถควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ หรือดัดแปลง พัฒนาตัวบอร์ดหรือโปรแกรมต่อได้ โดยที่ข้างใน Arduino มีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถติดต่อกับเซนเซอร์ มอเตอร์ หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ซึ่งมีชุดเครื่องมือซอฟแวร์สำหรับเขียนและถูกอัพโหลดใส่โปรแกรมลงบอร์ด Arduino เพื่อสั่งการ หรือควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ดังกล่าวได้ เนื่องจาก ไมโครคอนโทรเลอร์ของตระกูล AVR นั้นมีความทันสมัย ในชิปในบางตัวสามารถเชื่อมต่อผ่าน USB ได้โดยตรง สามารถใช้กับคอมพิวเตอร์ได้เป็นอย่างดี (เดชฤทธิ์ มณีธรรมม 2560) ตัวอย่างบอร์ด Arduino เช่น ชิป ESP-32

3) ESP-32 คือ ชิปบอร์ดหนึ่งของบอร์ด Arduino ที่มีความสามารถในการเชื่อมต่อและควบคุมอุปกรณ์ผ่านทาง Wifi หรือ Bluetooth เหมาะสมสำหรับงานที่ต้องใช้อินเตอร์เน็ตและการสื่อสารแบบไร้สาย มีความเร็วในการประมวลผลสูง อีกทั้งมีความจุในการเก็บข้อมูลที่มากพอสำหรับเก็บโค้ด (code) และข้อมูลต่าง ๆ อีกทั้งราคาไม่แพง สามารถประยุกต์ต่อยอดได้อย่างหลากหลาย พร้อมทั้งมีเซ็นเซอร์ในตัวได้แก่ เซ็นเซอร์อุณหภูมิ เซ็นเซอร์ สนามแม่เหล็ก และเซนเซอร์สัมผัส (วิจิตตรา คุ้มวงษ์ และสรวง รุ่งประกายพรรณ, 2562) ดังนั้นชิป ESP-32 จึงมีความเหมาะสมสำหรับผู้ที่ต้องการพัฒนางานด้าน IoT และต้องการพัฒนาโครงการต่าง ๆ ให้มีต้นทุนต่ำ

4) เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) คือ มอเตอร์ที่สามารถควบคุมการหมุนองศาได้อย่างแม่นยำ เหมาะสำใช้ในการควบคุมตำแหน่ง ความเร็ว แรงบิด ระยะทางการเคลื่อนที่ของตัวมอเตอร์ หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ คือ ตรวจจับการหมุนของมอเตอร์ แล้วปรับความเร็วให้ตรงกับองศาที่ต้องการ สามารถควบคุมตำแหน่งได้อย่างแม่นยำโดยการเขียนโปรแกรมใน Arduino IDE เป็นต้น (วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี, 2560)

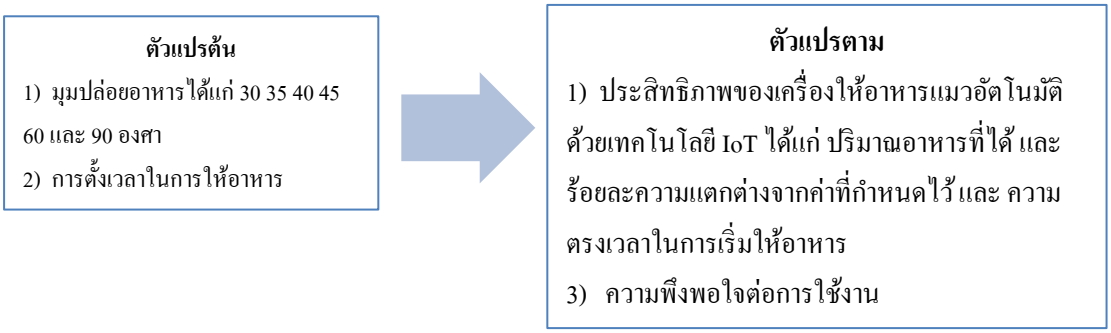
5) โหลดเซลล์ (Load Cell) คือ เซนเซอร์เครื่องชั่งน้ำหนัก โดยตรวจวัดแรงกด หรือแรงดันที่กระทำกับตัวโหลดเซลล์เองแล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า โดยปกติแล้วค่าแรงดันที่วัดโดยตรงที่ได้จากโหลดเซลล์มีค่าน้อยมาก จึงไม่สามารถป้อนไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง จึงจำเป็นต้องมีโมดูลทำการขยายสัญญาณ เช่น โมดูล HX711 เป็นต้น (วิสัชชนา สุทาธรรม, 2560)

6) HX711 Weight Sensor Amplifier Module Dual (โมดูล HX711) คือ โมดูลขยายสัญญาณจากเซนเซอร์ชั่งน้ำหนัก หรือโหลดเซลล์ให้บอร์ด Arduino NodeMCU Raspberry pi หรือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิดอื่น ๆ สามารถอ่านสัญญาณแรงกดได้ สัญญาณที่ได้เป็นแบบดิจิตอล 24 bit มีช่องสำหรับต่อกับโหลดเซลล์ได้โดยตรง ใช้ไฟเลี้ยง 2.6 – 5.5 โวลต์ (วิสัชชนา สุทาธรรม, 2560)

7) แอปพลิเคชัน Blynk คือ แอปพลิเคชันสำเร็จรูปที่ไม่มีค่าใช้จ่ายสำหรับงานทางเทคโนโลยี IoT ผ่านการเขียนโปรแกรมที่ง่ายไม่ต้องเขียนแอพลิเคชันเอง และใช้งานได้อย่างเรียลไทม์ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ กับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยเซิร์ฟเวอร์หลักสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ลูกข่ายอย่างง่ายดายและเชิงลึก แล้วนำมาแสดงผลบนแอพลิเคชันในสมาร์ทโฟนรองรับในระบบ IOS และ Android

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัย แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT สำหรับเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT และขั้นตอนการประเมินความความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพในการใช้งานเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในขั้นตอนการพัฒนาเทคโนโลยี IoT และอุปกรณ์การให้อาหารแมว ประกอบด้วย บอร์ด Arduino ESP-32 เซอร์โวมอเตอร์ โหลดเซลล์ โมดูล HX711 แอพพลิเคชัน Blink สมาร์ทโฟน ภาชนะบรรจุอาหาร จานรองรับอาหาร และตู้เก็บอุปกรณ์ให้อาหารแมว

2) เครื่องมือวิจัยในการเก็บข้อมูลความพึงพอใจ คือ แบบสอบถามความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพในการใช้งานเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT ประกอบด้วยประเด็นที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ 1) ความเร็วในการตอบสนองการสั่งงาน 2) ความสะดวกต่อการใช้งาน 3) ความแม่นยำในการให้อาหาร 4) ความมั่นคงแข็งแรง5) ตรงต่อความต้องการของผู้ใช้ 6) สามารถใช้งานได้จริง 7) หน้าแอพฯ น่าใช้งาน 8) การออกแบบเหมาะสมต่อการใช้งาน และ 9) รูปแบบหน้าจอ ขนาดตัวอักษรมีความเหมาะสม

4.2 การพัฒนาเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT

การพัฒนาระบบให้อาหารแมวอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT เป็นการเขียนโปรแกรมสั่งการ เซนเซอร์ควบคู่กับแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟน มีขั้นตอนการพัฒนาระบบดังนี้

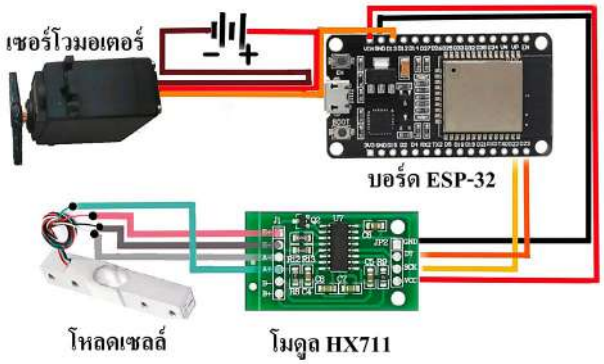
1) คณะผู้วิจัยได้เริ่มต้นด้วยการสมัครเข้าใช้งาน Blynk.cloud เพื่อที่จะได้สร้าง Template ของเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT จากนั้นสร้าง Datastreams เป็น V0 – V6 เพื่อใช้สำหรับการรับส่งข้อมูลระหว่างบอร์ด ESP-32 กับ Blynk ในการเขียนโค้ดโปรแกรมด้วย Arduino IDE นั้น จำเป็นต้องมี Blynk Template ID , Blynk Template Name และ Blynk Authentication Token เพื่อให้บอร์ด ESP-32 ได้ทำการเชื่อมต่อกับ Blynk และสามารถรับ - ส่งข้อมูลกันได้

2) ทำการสมัคร Line Notify เพื่อสร้างกลุ่มไว้แจ้งเตือนการทำงานของระบบให้อาหารแมวอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT โดยการเชื่อมต่อและรับส่งข้อมูลระหว่าง Line และ บอร์ด ESP-32 ใช้ Line Token ในการยืนยันตัวตน

3) เขียนโค้ดโปรแกรมด้วย Arduino IDE ซึ่งเราสามารถโหลดโมดูลสำหรับการควบคุมเซนเซอร์ต่าง ๆ จากผู้พัฒนาเซนเซอร์มาใช้งานได้เลย

4) คณะผู้วิจัยได้ออกแบบวงจรของระบบให้อาหารแมวอัตโนมัติด้วย IoT ซึ่งประกอบไปด้วย บอร์ด ESP-32 เซอร์โวมอเตอร์ โหลดเซลล์ และ โมดูล HX711 ดังภาพที่ 2

5) เมื่อออกแบบระบบวงจรเสร็จแล้ว ได้มีการนำอุปกรณ์ดังที่ออกแบบไปติดตั้งกับภาชนะบรรจุและจานรองรับอาหาร โดยภาชนะบรรจุอาหารทำมาจากขวดน้ำเปล่าขนาด 1.5 ลิตร ตัดปากขวดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.00 เซนติเมตรออก เพื่อติดกับฝาอะลูมิเนียม ที่ควบคุมการปิด-เปิดด้วยเซอร์โวมอเตอร์ ส่วนจานรองรับอาหารได้นำมาวางบนโหลดเซลล์ที่ยึดแน่นกับแผ่นไม้ 2 แผ่น เพื่อความแข็งแรงและมั่นคง ก่อนนำไปใช้งานเพื่อชั่งปริมาณอาหารได้มีการสอบเทียบกับมวลมาตรฐานคือ น้ำเปล่าบรรจุในขวดขนาด 1.5 ลิตร รวมเป็น 1,562 กรัม (น้ำหนักของน้ำบรรจุรวมกับขวดพลาสติกแล้ว) หลังจากนั้นทำการทดสอบและปรับปรุงระบบรันโปรแกรมด้วยการกดปุ่ม ON บนแอพพลิเคชัน Blynk IoT เพื่อสั่งให้มอเตอร์เริ่มทำงาน ทำให้อาหารในภาชนะบรรจุไหลลงมาบนจานรองรับ แล้วแสดงค่าปริมาณอาหาร หากปริมาณอาหารยังไม่ถึงค่าที่ตั้งไว้ มอเตอร์จะทำการเปิดให้อาหารไหลลงมาจนครบตามค่าที่ตั้งไว้ เมื่อปรับปรุงระบบเสร็จแล้ว คณะผู้วิจัยได้นำอุปกรณ์เหล่านี้ไปประกอบกับตู้เก็บอุปกรณ์ให้อาหารแมวเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการเก็บข้อมูล



ภาพที่ 2 การออกแบบวงจรของระบบให้อาหารแมวอัตโนมัติ

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ตั้งค่ามุมของเซอร์โวมอเตอร์ปล่อยอาหาร ได้แก่ 30 องศา ใน Arduino

2. ตั้งค่าปริมาณอาหาร 40 กรัม และระยะเวลาในการให้อาหาร 3 วินาที ของแอพพลิเคชัน Blynk

3. กดปุ่ม ON บนแอพพลิเคชัน Blynk IoT รอจนมอเตอร์หยุดทำงานและมีข้อมูลแสดงค่าปริมาณอาหารบนแอพพลิเคชัน Blynk

4. บันทึกค่าปริมาณอาหารที่ได้

5. ทำการทดลองซ้ำที่มุมเดิมจำนวน 20 ครั้ง แล้ววิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละความแตกต่างจากค่าที่กำหนดไว้

6. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 1) ถึงข้อ 5) โดยปรับค่ามุมของเซอร์โวมอเตอร์ปล่อยอาหาร เป็น 35 40 45 60 และ 90 องศา

2) การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความพึงพอใจต่อการใช้งาน โดยผู้ใช้งานทั่วไป ซึ่งเป็นผู้ที่มีกำลังเลี้ยงแมว หรือมีประสบการณ์ในการเลี้ยงแมว ได้ทดลองใช้เครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ และประเมินผลความพึงพอใจต่อการใช้งานออนไลน์โดยผ่าน Google Form

5. ผลการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT สำหรับเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ ตามขั้นตอนการดำเนินงาน โดยคณะผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัย ได้แก่ ผลการพัฒนาพัฒนาเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบและหลักการทำงานของอุปกรณ์ การศึกษาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ และการศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้งานของผู้ใช้งาน ดังรายละเอียดดังนี้

5.1 ผลการพัฒนาเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ

ผลการพัฒนาเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ที่สำเร็จแล้วมีขนาด 30 ซม. x 30 ซม. x 80 ซม. ควบคุมและสั่งการด้วยแอพลิเคชัน Blynk ในมือถือ แสดงดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 เครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติและระบบควบคุมผ่านสมาร์โฟน

เครื่องให้อาหารแมวนี้ประกอบด้วยการทำงานของส่วนประกอบหลัก ดังรายละเอียดดังนี้

5.1.1 ระบบฮาร์ดแวร์และซอร์ฟแวร์ เป็นส่วนประกอบหลักที่ทำหน้าที่สั่งการ ควบคุม และตรวจสอบการทำงาน ของการให้อาหารแมว ซึ่งออกแบบการทำงานโดยผู้พัฒนาระบบ ประกอบด้วยอุปกรณ์สำคัญ ดังนี้ โหลดเซลล์ ทำหน้าที่รับแรงกดจากอาหารแมว เซนเซอร์วัดแรงกดทำหน้าที่อ่านค่าปริมาณแรงกด เซอร์โวมอเตอร์ ทำหน้าที่ควบคุมการเปิดปิดฝาภาชนะบรรจุอาหารแมว บอร์ด ESP-32 ทำหน้าที่เป็นส่วนประมวลผลกลางในการควบคุมและสั่งการอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามคำสั่งของโค้ดโปรแกรมที่ได้เขียนขึ้น เช่น ควบคุมมุมของใบพัดเซอร์โวมอเตอร์ว่าให้เปิดทำมุมเท่าใดกับแนวระดับ กำหนดปริมาณอาหารสูงสุด หรือควบคุมและสั่งการให้เซอร์โวมอเตอร์เปิดจนปริมาณอาหารครบตามที่ผู้ใช้งานกำหนด เป็นต้น ภาชนะบรรจุและจานรองรับอาหารแมว ระบบซอร์ฟแวร์ เป็นส่วนที่แสดงโค้ดควบคุมการเชื่อมต่อบอร์ด Arduino ESP-32 กับ แอปพลิเคชัน Blynk ภาพการเขียนโค้ดโปรแกรมด้วย Arduino IDE แสดงดังภาพที่ 4

5.1.2 เทคโนโลยีควบคุมระยะไกล หรือ ที่เรียกว่า แอพลิเคชัน **Blynk** เป็นระบบควบคุม สั่งการ และแสดงผลบนสมาร์โฟน (ภาพที่ 5) เมื่อระบบมีการทำงานจะมีการแจ้งเตือนการทำงานผ่าน Line Notify มายังสมาร์ทโฟน ทำให้ทราบว่าระบบทำงานถูกต้องหรือไม่ โดยแอพลิเคชัน **Blynk** นี้ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้งานได้ควบคุมและสั่งการทำงานของระบบฮาร์ดแวร์ ส่วนนี้รองรับการตั้งค่าการทำงานแบบ Auto หรือ Manual หน้าจอหลักมีสัญลักษณ์แสดงผลที่ชัดเจนไม่ซับซ้อน เพื่อแสดงผลให้ผู้ใช้งานทราบข้อมูลการทำงานของเครื่องให้อาหารแมว ดังแสดงในภาพที่ 5 ซึ่งประกอบด้วย (1) food volume คือ ตัวเลขแสดงผลปริมาณอาหารบนจานภาชนะแบบเรียลไทม์ (2) ปริมาณอาหาร คือ แถบเลื่อนสำหรับปรับหรือกำหนดค่าปริมาณอาหารที่ต้องการมีหน่วยเป็น g (กรัม) (3) เวลาที่ให้อาหาร คือ แถบเลื่อนสำหรับกำหนดระยะเวลาในการให้อาหาร มีหน่วยเป็น s (วินาที) และ (4) ON/OFF คือ ปุ่มสำหรับเปิด-ปิดฝาภาชนะบรรจุอาหารแมวที่ติดอยู่กับมอเตอร์

ภาพที่ 4 การเขียนโค้ดโปรแกรมด้วย Arduino IDE

ภาพที่ 5 หน้าจอแสดงผลในสมาร์ทโฟน

5.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT พิจารณาได้จากความแม่นและความเที่ยงของปริมาณอาหารที่ได้โดยเปรียบเทียบจากปริมาณอาหารที่กำหนดไว้ คือ 40 กรัม โดยการทดสอบปริมาณอาหารจากมุมในการปล่อยอาหาร คือ 30 35 40 45 60 90 องศา และปริมาณอาหารในถังเก็บอาหารเริ่มต้นคือ 350 กรัม ทำการทดสอบจำนวน 20 ครั้ง ได้ข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณอาหาร และค่าร้อยละความแตกต่างจากปริมาณอาหารที่กำหนดไว้ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT

มุมปล่อยอาหาร (องศา)	**จำนวนครั้งที่ทดสอบ**	**ปริมาณอาหารเฉลี่ยที่ได้** (กรัม)	**ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน**	**ร้อยละความแตกต่างจากค่าที่กำหนดไว้**
30	20	43.35	10.25	8.38
35	20	41.78	2.42	4.45
40	20	46.11	4.33	15.26
45	20	48.56	6.48	21.40
60	20	65.38	7.55	63.45
90	20	73.69	4.10	84.23

จากตารางที่ 1 พบผลการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติที่มุมปล่อยขนาดกว้าง ซึ่งมีการให้อาหารเกินกว่าที่กำหนด คือมุมปล่อย 60 และ 90 องศา ให้ปริมาณอาหารปริมาณมาก คือ 65.38 ± 7.55 กรัม และ 73.69 ± 4.10 กรัม โดยมีร้อยละความแตกต่างจากค่าที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 63.45 และ 84.23 ตามลำดับ เมื่อปรับมุมปล่อยให้แคบลงพบว่าปริมาณอาหารที่ได้ลดลงใกล้เคียงกับค่าที่ตั้งไว้ โดยมุมปล่อยที่มีขนาด 30 และ 35 องศา จะให้ปริมาณอาหารใกล้เคียงกับค่าที่ตั้งไว้คือ 43.35 ± 10.25 กรัม และ 41.78 ± 2.42 กรัมโดยมีร้อยละความแตกต่างจากค่าที่กำหนดไว้อยู่ที่ ร้อยละ 8.38 และ 4.45 หรือมีประสิทธิภาพเท่ากับ ร้อยละ 91.63 และ 95.55 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่าที่มุมปล่อย 30 องศาเครื่องจะมีการติดหลายครั้งทำให้ระยะเวลา

ในการให้อาหารตามปริมาณที่ตั้งไว้นานประมาณ 1 นาที และการให้อาหารไม่สม่ำเสมอทั้งปริมาณมากและน้อยเกินไปจึงทำให้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 10.25 ดังนั้นการศึกษานี้ได้มุมปล่อยที่เหมาะสมต่อการใช้งานคือ 35 องศา ซึ่งให้ปริมาณอาหารและใช้เวลาในการให้อาหารอย่างเหมาะสมกับค่าที่ต้องการ

นอกจากนี้เมื่อทดสอบตั้งเวลาในการให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ได้แก่ 8.00 น. กับ 16.00 น. พบว่าระบบมีความแม่นยำในการให้อาหาร ณ เวลาดังกล่าว กล่าวคือ เมื่อถึงเวลาที่ตั้งค่าไว้ ระบบก็เริ่มทำงานทันที แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นระยะเวลาในการให้อาหารนานไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับการปล่อยอาหารแต่ละครั้งมีการติดขัดของอาหารมากน้อยเพียงใด โดยช่วงเวลาหรือความนานในการให้อาหารแต่ละครั้งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 6.95 ± 5.09 วินาที

5.3 ผลความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพในการใช้งานของผู้ใช้งานเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ

จากการประเมินความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพในการใช้งานเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ จากผู้ใช้งานทั่วไปที่กำลังเลี้ยงแมว หรือมีประสบการณ์ในการเลี้ยงแมว ได้ทดลองใช้เครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ จำนวน 20 ท่าน ได้ผลการประเมินดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพในการใช้งานของผู้ใช้งานเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ

ประเด็น	ผลการประเมิน		แปลผล
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
1. ความเร็วในการตอบสนองการสั่งงาน	4.80	0.41	มากที่สุด
2. ความสะดวกต่อการใช้งาน	4.85	0.37	มากที่สุด
3. ความแม่นยำในการให้อาหาร	4.60	0.82	มากที่สุด
4. ความมั่นคง แข็งแรง	4.30	0.66	มาก
5. ตรงต่อความต้องการของผู้ใช้	4.85	0.37	มากที่สุด
6. สามารถใช้งานได้จริง	4.85	0.37	มากที่สุด
7. หน้าแอพฯ น่าใช้งาน	4.65	0.59	มากที่สุด
8. การออกแบบเหมาะสมต่อการใช้งาน	4.70	0.47	มากที่สุด
9. รูปแบบหน้าจอ ขนาดตัวอักษรมีความเหมาะสม	4.65	0.49	มากที่สุด
รวม	4.69	0.50	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 แสดงผลความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพในการใช้งานของผู้ใช้งานเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT พบว่ากลุ่มผู้ใช้งานมีความพึงพอใจโดยรวมในระดับ มากที่สุด ด้วยคะแนนเฉลี่ย 4.69 ± 0.50 โดยประเด็นประเมินที่ได้รับคะแนนความพึงพอใจมากที่สุด คือ ความสะดวกต่อการใช้งาน ตรงต่อความต้องการของผู้ใช้ และสามารถใช้งานได้จริง ด้วยคะแนนเฉลี่ย 4.85 ± 0.37 และประเด็นประเมินที่ได้รับคะแนนความพึงพอใจน้อยที่สุด คือ ความมั่นคง แข็งแรง ด้วยคะแนนเฉลี่ย 4.30 ± 0.66 ทั้งนี้ผู้ใช้งานให้ข้อเสนอแนะในประเด็นความแข็งแรงว่าควรใช้แผ่นไม้ในการสร้างตัวเครื่อง หรือวัสดุที่มีความแข็งแรงคงทนอื่น ๆ แผงวงจรควรจัดเก็บให้มิดชิดเพื่อป้องกันความเสียหาย ควรพัฒนาเพื่อรองรับแมวมากกว่า 1 ตัว เป็นต้น

6. สรุปผลการวิจัย

จากการประยุกต์ใช้ IoT สำหรับเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ พบว่า เทคโนโลยี IoT ที่ใช้ซึ่งประกอบด้วย บอร์ด ESP-32 เซอร์โวมอเตอร์ โหลดเซลล์ โมดูล HX711 และแอปพลิเคชัน Blynk ผ่านระบบอินเตอร์เนต สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับระบบให้อาหารแมวอัตโนมัติ ที่สามารถสั่งการและควบคุมการเปิด - ปิด ให้อาหารแมวตามเวลาที่ต้องการ แบบไร้สายด้วยแอพลิเคชันในมือถือได้ ซึ่งสามารถใช้งานได้จริง เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัตินี้ พบว่าที่มุมปล่อยอาหารที่ 35 องศากับแนวระดับ สามารถให้ปริมาณอาหารอย่างเหมาะสม คือ 41.78 ± 2.42 กรัม จากค่าที่กำหนดไว้คือ 40.00 กรัม โดยร้อยละความแตกต่างจากค่าที่กำหนดไว้ประมาณร้อยละ 4.45 หรือมีประสิทธิภาพในการให้ปริมาณอาหาร ร้อยละ 95.55 เมื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานพบว่า ผู้ใช้งานจำนวน 20 คน มีความพึงพอใจโดยรวมในระดับ มากที่สุด ด้วยคะแนนเฉลี่ย 4.69 ± 0.50

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

(1) ควรนำอุปกรณ์ติดตั้งกับฝาผนังเพื่อความแข็งแรง

(2) ก่อนการใช้งานควรปรับปรุงวัสดุที่ใช้ทำตัวเครื่องให้แข็งแรง เช่น แผ่นไม้

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

(1) ควรนำไปหาประสิทธิภาพของเทคโนโลยี IoT จากผู้เชี่ยวชาญทางด้าน IoT

(2) ปรับการให้อาหารสำหรับปลา ที่มีลักษณะการให้อาหารแบบกระจายออกไป

8. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้กำลังใจและทุนสนับสนุน รวมทั้งคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ และ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่กรุณาให้คำปรึกษางานในการวิจัยครั้งนี้

9. เอกสารอ้างอิง

เดชฤทธิ์ มณีธรรม. (2560). *คัมภีร์การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino.* กรุงเทพมหานครฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

ปวันนพัสตร์ ศรีทรงเมือง ชาญณรงค์ ศรีทรงเมือง ชุติกานต์ หอมทรัพย์ และศุภกาญจน์ คงสมแสวง. (2563). *การพัฒนารูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง* (รายงานผลการวิจัย). พระนครศรีอยุธยา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

วิจิตตรา คุ้มวงษ์ และสรวง รุ่งประกายพรรณ. 2562. การพัฒนาชุดอุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับติดตามอุณหภูมิและความชื้นของการเก็บรักษายา. *Thai Bull Pharm Sci,* 17(2), 101-118.

วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี. (2560). *Arduino กับเซอร์โวมอเตอร์* [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 23 สิงหาคม 2563, จาก: http://ctc.chontech.ac.th/files/2011181212205766_22102920203936.pdf

วิสัชชนา สุทาธรรม. (2560). *ระบบให้อาหารสัตว์เลี้ยงอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน.* ภาคนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครือข่าย และความมั่นคงปลอดภัยสารสนเทศ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

การแพร่กระจายและความไวต่อยาปฏิชีวนะของแบคทีเรียแกรมลบ ในแหล่งน้ำ จังหวัดปทุมธานี

Dissemination and Anibiotic Susceptibility of Gram-Negative Bacteria in Water Resources, Pathum Thani Province

แสงรัศมี มีประวัติ

สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

E-mail: sangrasami.meep@dome.tu.ac.th

สุกัลยา อุทัยดา

สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

E-mail: sugunya9@tu.ac.th

บทคัดย่อ

แบคทีเรียแกรมลบดื้อยาปฏิชีวนะเป็นปัญหาของระบบสาธารณะสุขทั่วโลก แหล่งน้ำมีความสามารถในการเป็นแหล่งกักเก็บและแพร่กระจายแบคทีเรียในสิ่งแวดล้อมได้ ปัจจุบันรายงานความชุกของแบคทีเรียแกรมลบในแหล่งน้ำยังคงมีจำกัด งานนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการแพร่กระจายของแบคทีเรียแกรมลบและแบคทีเรียดื้อยาปฏิชีวนะในแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี ในช่วงพฤศจิกายน 2564 ถึง กุมภาพันธ์ 2565 และทดสอบความไวต่อยากลุ่มเบต้า-แลคแตม 6 ชนิด พบว่า *Klebsiella pneumoniae* (27.08 เปอร์เซ็นต์) เป็นสายพันธุ์เด่นที่พบได้บ่อยในงานนี้ รองลงมา คือ *Enterobacter cloacae* (14.58 เปอร์เซ็นต์) และ *Escherichia coli* (12.50 เปอร์เซ็นต์) ผลการทดสอบความไว พบอัตราการดื้อต่อ AMP สูงที่สุด (66.67 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา AMC (31.25 เปอร์เซ็นต์), CXM (8.33 เปอร์เซ็นต์), CTX (6.35 เปอร์เซ็นต์) และ CRO (6.35 เปอร์เซ็นต์) ในงานนี้พบอัตราการดื้อต่อ AMP และ AMC สูงที่สุดในบริเวณอาคารอเนกประสงค์และหอพักนักศึกษา ขณะที่แหล่งน้ำบริเวณสนามและอาคารกีฬา พบอัตราการดื้อต่อ CTX CRO และ CXM สูงกว่าแหล่งอื่น ๆ *Citrobacter koseri* และ *Enterobacter* spp. เป็นสายพันธุ์เด่นที่มีการดื้อต่อยาหลายชนิด ทั้งนี้ความชุกของแบคทีเรียแกรมลบและแนวโน้มการดื้อยาที่พบในงานนี้ สะท้อนถึงข้อกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยของแหล่งน้ำ โดยเฉพาะบริเวณสนามและอาคารกีฬาที่พบอัตราการดื้อยาหลายชนิด ดังนั้นควรมีการเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง ผลที่ได้ยังช่วยให้ผู้อ่านตระหนักถึงความชุกของแบคทีเรียที่มีความสำคัญทางคลินิกในแหล่งน้ำ และสะท้อนถึงการใช้ยาปฏิชีวนะอย่างไม่เหมาะสม อีกทั้งยังเป็นข้อมูลช่วยส่งเสริมการจัดการน้ำเพื่อความยั่งยืนได้ในอนาคต

คำสำคัญ: แบคทีเรียแกรมลบ เบต้า-แลคแตม แบคทีเรียดื้อยา แหล่งน้ำ

ABSTRACT

Gram-negative bacteria resistant to antibiotics have become a problem for public health systems around the world. Water resources have the ability to act as reservoirs and spread bacteria in the environment. Currently, reports on the prevalence of Gram-negative bacteria in water resources are still limited. The aim of this work was to dissemination of Gram-negative bacteria and antibiotic-resistant bacteria in water resources within Thammasat university, in Pathum Thani province from November 2021 to February 2022. In addition, susceptibility to six beta-lactam antibiotics was also performed. *Klebsiella pneumoniae* (27.08%) was found to be the most predominant species in this work, followed by *Enterobacter cloacae* (14.58%) and *Escherichia coli* (12.50%). Regarding susceptibility, the results showed the highest resistance rate to AMP (66.67%), followed by AMC (31.25%), CXM (8.33%), CTX (6.35%), and CRO (6.35%). In this study, the highest resistance rates to AMP and AMC were observed in the water resources near the multi-purpose buildings and dormitories. Meanwhile, water resources near the stadium and sports buildings showed higher resistance rates to CTX, CRO, and CXM compared to other sources. *Citrobacter koseri* and *Enterobacter* spp. were the most predominant strains that showing multidrug resistance in this study. The results have helped readers become aware of the incidence of clinically important bacteria in the study area. They also highlight the presence of multidrug resistance rates in stadium and sports buildings, underscoring the need for continuous monitoring. Furthermore, the prevalence of bacteria found at each location reflects the inappropriate use of antibiotics and sewage contamination in the environment.

Keywords: Gram-negative bacteria, Beta-lactam**,** Antibiotic resistance bacteria, Water Resource

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

สิ่งแวดล้อมเป็นแหล่งที่สามารถแพร่กระจายแบคทีเรียดื้อยาที่มีความสำคัญทางคลินิกหลายชนิด โดยเฉพาะแบคทีเรียแกรมลบซึ่งเป็นที่เฝ้าระวังในระดับสากล เช่น *Enterobacterales* ที่ผลิตเบต้าแลคตาเมสที่มีขอบเขตการออกฤทธิ์แบบกว้าง (ESBL-producing *Enterobacterale*; E-ESBL) และดื้อต่อคาร์บาพิเนม (carbapenem-resistant *Enterobacterales*; CRE) ตามรายงานการเฝ้าระวังขององค์การอนามัยโลก ระบุว่าแบคทีเรียเหล่านี้ดื้อต่อยาปฏิชีวนะระดับวิกฤตในทั่วโลก และส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ในลำไส้มนุษย์ รายงานจากโรงพยาบาล 41 แห่ง ในประเทศไทย ระบุว่าเซฟาโลสปอรินส์ รุ่นที่ 3 และคาร์บาพิเนม เป็นยากลุ่มเบต้า-แลคแตมที่มีการใช้มากที่สุดในสถานพยาบาล (Anugulruengkitt *et al*., 2023) อีกทั้งรายงานเมื่อเร็ว ๆ นี้ พบอัตราผู้ป่วยที่ติดเชื้อ E-ESBL และ CRE สูงขึ้นทั่วโลก ในช่วง ค.ศ. 2019 ถึง 2020 (CDC, 2022) สำหรับประเทศไทย การพบความชุกของแบคทีเรียแกรมลบในแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อมทั่วไป เป็นปัญหาที่ควรติดตามอย่างใกล้ชิด และยังสะท้อนถึงอุบัติการณ์แพร่กระจายของแบคทีเรียในสิ่งแวดล้อม ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้อาจมีการถ่ายโอนความสามารถในการดื้อยากลับมาสู่แบคทีเรียที่ก่อโรคทางคลินิกในมนุษย์ได้ ปัจจุบันรายงานอุบัติการณ์ของแบคทีเรียดื้อยามุ่งเน้นไปที่รายงานจากตัวอย่างทางคลินิก (Muengtaweepongsa *et al*., 2020) เป็นส่วนใหญ่ ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา การศึกษาการแพร่กระจายของแบคทีเรียในแหล่งน้ำภายในจังหวัดปทุมธานี ยังคงมีจำกัด งานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาการแพร่กระจายของแบคทีเรียแกรมลบและแบคทีเรียดื้อยาในแหล่งน้ำภายใน

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ในจังหวัดปทุมธานี เพื่อเป็นข้อมูลช่วยในการเฝ้าระวังอุบัติการณ์ความชุกของแบคทีเรียแกรมลบและแนวโน้มการดื้อยาปฏิชีวนะภายในพื้นที่ที่ศึกษาได้ อีกทั้งสามารถใช้เป็นข้อมูลในการจัดการและติดตามการแพร่กระจายของแบคทีเรียสายพันธุ์ที่มีความสำคัญในสถานพยาบาลได้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการแพร่กระจายของแบคทีเรียแกรมลบ และแบคทีเรียดื้อยาปฏิชีวนะในแหล่งน้ำ ภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

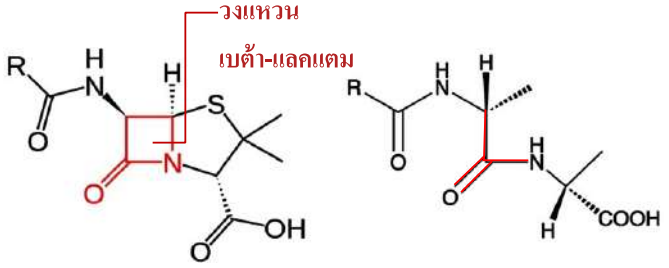
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 สถานการณ์ของแบคทีเรียแกรมลบ

แบคทีเรียแกรมลบที่พบในสิ่งแวดล้อมและมีความสำคัญทางคลินิกส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม *Enterobacterales* เช่น *Escherichia* spp., *Klebsiella* spp., และ *Enterobacter* spp. ซึ่งเกี่ยวข้องกับการติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ ทางเดินหายใจ ลำไส้ และกระแสเลือด (Gorrie *et al*., 2022) และยังมีรายงานว่า เป็นกลุ่มแบคทีเรียดื้อยาในระดับวิกฤตตามที่องค์การอนามัยโลกเฝ้าระวัง สถานการณ์การแพร่กระจายของแบคทีเรียแกรมลบในประเทศไทย ตัวอย่างเช่น *E. coli* และ *K. pneumoniae* พบได้บ่อยในสิ่งแวดล้อมทั่วไป เช่น น้ำเสียจากโรงพยาบาล และตัวอย่างของเหลวจากตลาดสด (Thamlikitkul *et al*., 2019) รวมถึงแหล่งน้ำเสียจากชุมชนและคลอง อีกทั้งแบคทีเรียเหล่านี้ยังเป็นสาเหตุของการติดเชื้อที่เกี่ยวข้องกับชุมชนหลายชนิด

3.2 ยาปฏิชีวนะเบต้า-แลคแตม

เบต้า-แลคแตม คือยาที่นำมาใช้รักษาอาการติดเชื้อจากแบคทีเรียทั้งแกรมบวกและแกรมลบ ตัวอย่างเช่น เพนิซิลลิน เซฟาโลสปอริน คาร์บาพีเนม และโมโนแบคแตม โครงสร้างทั่วไปประกอบด้วย วงแหวนเบต้า-แลคแตม ซึ่งเป็นโครงสร้างหลักในการออกฤทธิ์ เนื่องจากโครงสร้างของวงแหวนนี้มีความคล้ายกับโครงสร้างของกรดอะมิโนอะลานีน 2 โมเลกุลที่เชื่อมต่อกัน (D-Ala-D-Ala) ในลำดับเปปไทด์ภายในโครงสร้างผนังเซลล์ของแบคทีเรีย (**ภาพที่ 1**) ทำให้มีฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์ผนังเซลล์ในแบคทีเรีย (Tan *et al*., 2015) อุบัติการณ์การติดเชื้อแบคทีเรียดื้อยากลุ่มเบต้า-แลคแตม ที่รายงานโดยองค์การอามัยโลก ระบุว่าพบอัตราการติดเชื้อ E-ESBL และ CRE ของผู้ป่วยเพิ่มขึ้น 10 และ 35 เปอร์เซ็นต์ ทั่วโลก ในช่วงปี ค.ศ. 2019 ถึง 2020 (CDC, 2022)



เพนิซิลลิน **เอซิล ดี อะลานีน- ดีอะลานีน**

ภาพที่ 1 แสดงลักษณะโครงสร้างกรดอะมิโนอะลานีนที่เชื่อมต่อกันภายในโครงสร้างผนังเซลล์ คล้ายกับโครงสร้างของยากลุ่มเบต้า-แลคแตม (Zeng *et al*., 2013)

3.3 กลไกการดื้อยาเบต้า-แลคแตมในแบคทีเรียแกรมลบ

กลไกการดื้อต่อเบต้า-แลคแตมในแบคทีเรียแกรมลบพบได้หลายรูปแบบ แต่ที่พบบ่อยที่สุด คือ การผลิตเอนไซม์เบต้าแลคตาเมส ออกมาย่อยสลายยาปฏิชีวนะ เอนไซม์นี้พบครั้งแรกเมื่อ ค.ศ. 1940 มีการทำงานโดยเข้าไปไฮโดรไลซ์โครงสร้างของหมู่คาร์บอกซิล (–CO–NH) ภายในวงแหวนเบต้า-แลคแตม ทำให้ยาสูญเสียกิจกรรม การออกฤทธิ์ไป ยีนที่เข้ารหัสสำหรับการแสดงออก พบได้บน โครโมโซม พลาสมิด และองค์ประกอบทางพันธุกรรมที่เคลื่อนที่ได้ และสามารถถ่ายโอนไปยังสายพันธุ์อื่นได้

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การเก็บตัวอย่างแบคทีเรีย

4.1.1 สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จำนวน 15 จุด ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2564 ถึง กุมภาพันธ์ 2565 โดยแบ่งกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างออกเป็น 5 กลุ่มหลัก ๆ ได้แก่ แหล่งน้ำบริเวณอาคารเรียน บริเวณโรงอาหาร บริเวณสนามและอาคารกีฬา บริเวณหอพักนักศึกษา และบริเวณอาคารอเนกประสงค์อื่น ๆ เก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึกประมาณ 30 เซนติเมตรจากผิวน้ำ โดยขวดแก้วปราศจากเชื้อปริมาตร 500 มิลลิลิตร โดยเก็บตัวอย่างน้ำ ปริมาณไม่น้อยกว่า 100 มิลลิลิตรแต่ไม่เต็มขวด

4.1.2 นำตัวอย่างน้ำไปเพาะเลี้ยงในอาหารเหลว Luria-Bertani (LB) ในอัตราส่วน 5 ต่อ 45 มิลลิลิตรของอาหาร ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เขย่าที่ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ย้ายไปเพาะเลี้ยงในอาหารแข็ง MacConkey (MC) เพื่อแยกชนิด ทำการคัดเลือกโคโลนีแบคทีเรียที่มีลักษณะสีชมพู และขาวหรือไม่มีสี ที่เจริญบนอาหาร MC จากความสามารถในการหมัก และไม่หมักน้ำตาลแลคโตสของแบคทีเรียแกรมลบ ย้ายโคโลนีที่มีลักษณะแตกต่างกันไปเพาะเลี้ยงในอาหารแข็ง LB เพื่อแยกสายพันธุ์บริสุทธิ์ สำหรับนำมาทำการศึกษาในงานนี้

4.2 การจำแนกชนิดของแบคทีเรีย

4.2.1 ทำการย้อมสีแกรม และดำเนินการทดสอบปฏิกริยาชีวเคมีในหลอดทดลอง ได้แก่ การหมักกลูโคสและแลคโตส การสังเคราะห์อินโดล การทดสอบ Methyl red test (MR) การทดสอบ Voges-Proskauer (VP) การทดสอบการสร้างไฮโดรเจนซัลไฟ การรีดิวซ์ไนเตรต การสังเคราะห์ยูรีเอส และการใช้ซิเตรต ในแบคทีเรียที่คัดแยกได้

4.2.2 เตรียมดีเอ็นเอต้นแบบ จากการสกัดจีโนมิกส์ดีเอ็น ด้วย GF-1 Bacterial DNA Extraction Kit (Vivantis, Malaysia) ออกแบบไพรเมอร์ สำหรับตรวจหายีน 16S rRNA ครอบคลุมความยาวของยีน 1,500 คู่เบส โดยโปรแกรมไพรเมอร์ บลาสต์ (primer blast) จากการเปรียบเทียบลำดับยีน 16S rRNA ของจีโนมแบคทีเรียแกรมลบอ้างอิงที่เผยแพร่อยู่ในฐานข้อมูลสากล GenBank ที่รวมไว้โดยซอฟต์แวร์ Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA X)

4.2.3 ตรวจหายีน 16S rRNA ด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส โดยใช้ไพร์เมอร์ 16s rRNA-f (TGTGTG GGCACTCGAAGA) และ 16s rRNA-r (CAGACAATCTGTGTGGGCAC) โดยใช้สภาวะดังนี้: ขั้นตอนการทำให้ดีเอ็นเอเสียสภาพธรรมชาติ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ขั้นตอนทำให้ดีเอ็นเอเสียสภาพธรรมชาติ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 วินาที ขั้นตอนการจับของไพรเมอร์กับดีเอ็นต้นแบบ 66.9 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ขั้นตอนสังเคราะห์สายดีเอ็นเอ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที และขั้นตอนสังเคราะห์สายดีเอ็นเอสมบูรณ์ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ตรวจสอบขนาดและคุณภาพของยีนเป้าหมาย ด้วย 1.2

เปอร์เซ็นต์ อะกาโรส เจลอิเล็กโทรโฟริซิส (ปริมาตรต่อปริมาตร) และส่องภายใต้แสงยูวี ทำบริสุทธิ์ผลผลิตพีซีอาร์ โดย GF-1 PCR Clean-up Kit (Vivantis, Malaysia) โดยใช้วิธีการตามคำแนะนำจากผู้ผลิต นำส่งไปวิเคราะห์ลำดับโดยวิธี Sanger method โดยใช้ไพรเมอร์สากล 27F และ 1492R ผลที่ได้ถูกนำไปเปรียบเทียบกับลำดับอ้างอิงในฐานข้อมูล GenBank

4.3 การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะ

ทดสอบความไวต่อยากลุ่มเบต้า-แลคแตม 6 ชนิด ได้แก่ แอมพิซิลิน (AMP) อะม็อกซี่ซิลิน-คาวูลานิก (AMC) เซฟตาซิดิม (CAZ) เซโฟเทกซิม (CTX) เซฟไตรอะโซน (CRO) และ เซฟูรอกซิม (CXM) โดยเทคนิค Kirby-Bauer Disk Diffusion ตามวิธีการมาตรฐาน (CLSI, 2020)

5. ผลการวิจัย

แบคทีเรียแกรมลบที่แยกได้จากแหล่งน้ำทั้งหมด 48 ไอโซเลต พบความชุกของ *K. pneumoniae* ในอัตราสูงที่สุด 27.08 เปอร์เซ็นต์ (13/48) รองลงมา คือ *E. cloacae* พบที่ 14.58 เปอร์เซ็นต์ (7/48) และ *E. coli* พบในอัตรา 12.50 เปอร์เซ็นต์ (6/48) เมื่อแบ่งกลุ่มตามบริเวณของแหล่งน้ำ ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ไอโซเลตที่แยกได้จากแหล่งน้ำประเภทต่าง ๆ

แบคทีเรีย	เปอร์เซ็นต์ (จำนวนไอโซเลตของสายพันธุ์ที่พบ/จำนวนไอโซเลตทั้งหมดที่แยกได้ในแต่ละแหล่ง)				
	อาคารเรียน	โรงอาหาร	สนามและอาคารกีฬา	หอพักนักศึกษา	อาคารอเนกประสงค์
Klebsiella pneumoniae	23.08 (3/13)	55.56 (5/9)	22.22 (2/9)	16.67 (1/6)	18.18 (2/11)
Klebsiella quasipneumoniae	15.38 (2/13)	11.11 (1/9)	11.11 (1/9)	0.00 (0/6)	0.00 (0/11)
Klebsiella aerogenes	7.69 (1/13)	0.00 (0/9)	0.00 (0/9)	0.00 (0/6)	0.00 (0/11)
Klebsiella oxytoca	7.69 (1/13)	0.00 (0/9)	0.00 (0/9)	0.00 (0/6)	0.00 (0/11)
Klebsiella variicola	0.00 (0/13)	0.00 (0/9)	0.00 (0/9)	16.67 (1/6)	0.00 (0/11)
Enterobacter cloacae	7.69 (1/13)	0.00 (0/9)	33.33 (3/9)	16.67 (1/6)	18.18 (2/11)
Enterobacter mori	0.00 (0/13)	0.00 (0/9)	0.00 (0/9)	33.33 (2/6)	0.00 (0/11)
Enterobacter quasiroggenkampii	0.00 (0/13)	0.00 (0/9)	22.22 (2/9)	0.00 (0/6)	0.00 (0/11)
Enterobacter bugandensis	0.00 (0/13)	0.00 (0/9)	0.00 (0/9)	0.00 (0/6)	9.09 (1/11)
Enterobacter sichuanensis	0.00 (0/13)	11.11 (1/9)	0.00 (0/9)	0.00 (0/6)	0.00 (0/11)
Enterobacter asburiae	0.00 (0/13)	0.00 (0/9)	0.00 (0/9)	16.67 (1/6)	0.00 (0/11)
Escherichia coli	23.08 (3/13)	0.00 (0/9)	11.11 (1/9)	0.00 (0/6)	18.18 (2/11)
Escherichia fergusonii	7.69 (1/13)	0.00 (0/9)	0.00 (0/9)	0.00 (0/6)	0.00 (0/11)
Shigella dysenteriae	0.00 (0/13)	0.00 (0/9)	0.00 (0/9)	0.00 (0/6)	9.09 (1/11)
Citrobacter koseri	0.00 (0/13)	0.00 (0/9)	0.00 (0/9)	0.00 (0/6)	9.09 (1/11)
Pseudocitrobacter faecalis	0.00 (0/13)	11.11 (1/9)	0.00 (0/9)	0.00 (0/6)	0.00 (0/11)
Proteus mirabilis	0.00 (0/13)	11.11 (1/9)	0.00 (0/9)	0.00 (0/6)	0.00 (0/11)
Serratia marcescens	0.00 (0/13)	0.00 (0/9)	0.00 (0/9)	0.00 (0/6)	9.09 (1/11)
Pantoea agglomerans	7.69 (1/13)	0.00 (0/9)	0.00 (0/9)	0.00 (0/9)	9.09 (1/11)

แหล่งน้ำบริเวณอาคารเรียน พบการแพร่กระจายของ *K. pneumoniae* มากที่สุด 23.08 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ยังพบ *E. coli* ในอัตราความชุก 23.08 เปอร์เซ็นต์ เช่นกัน ดังแสดงในตารางที่ 1 สำหรับแหล่งน้ำบริเวณโรงอาหาร พบความชุกของ *K. pneumoniae* สูงที่สุด 55.56 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบ *K .quasipneumoniae*, *E. chengduensis*, *E. sichuanensis*, และ *P. mirabilis* ในอัตราเท่ากันที่ 11.11 เปอร์เซ็นต์ ด้วยเช่นกัน สำหรับบริเวณสนามและอาคารกีฬา พบ *E. cloacae* แพร่หลายมากที่สุด 33.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ *K. pneumoniae* และ

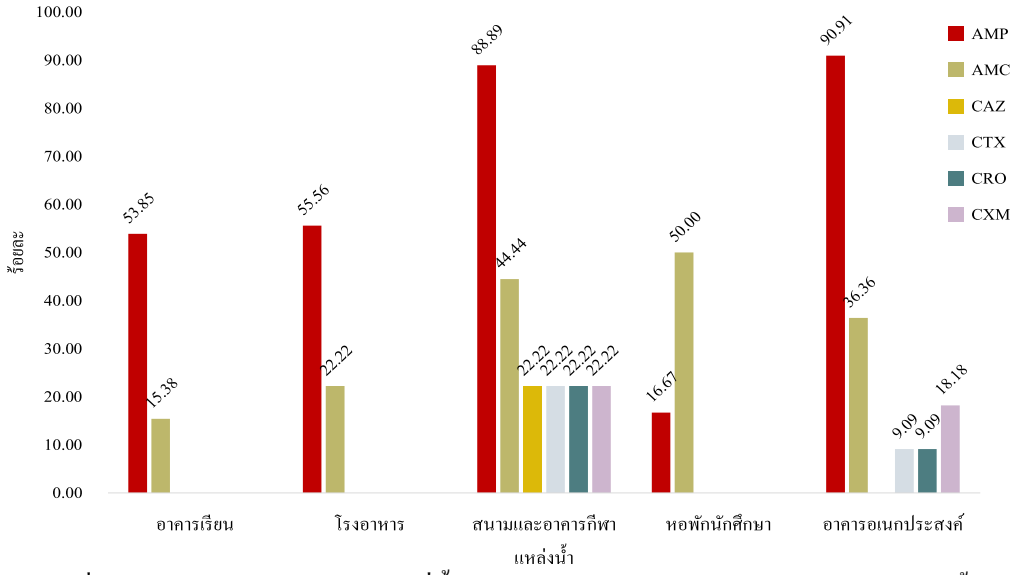
E. quasiroggenkampii ซึ่งพบในอัตราเดียวกัน 22.22 เปอร์เซ็นต์ กรณีแหล่งน้ำบริเวณหอพักนักศึกษา พบความชุกของ *E. mori* สูงที่สุด 33.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ *K. pneumoniae*, *K. variicola*, *E. cloacae* และ *E. asburiae* ซึ่งพบในอัตราเท่ากัน 16.67 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่บริเวณอาคารอเนกประสงค์ พบความชุกของ *K. pneumoniae* ในอัตรา 18.18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเท่ากับที่พบความชุกของ *E. cloacae* และ *E. coli* เป็นต้น

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบความไวต่อยากลุ่มเบต้า-แลคแตม

ยาปฏิชีวนะ	เปอร์เซ็นต์ (ไอโซเลตของแบคทีเรียที่ตอบสนองต่อยาแต่ละระดับ/แบคทีเรียทั้งหมดที่แยกได้ในการศึกษา)		
	ไวต่อยา	ดื้อยาปานกลาง	ดื้อยา
AMP	27.08 (13/48)	6.25 (3/48)	66.67 (32/48)
AMC	62.50 (30/48)	6.25 (3/48)	31.25 (15/48)
CAZ	91.67 (44/48)	4.17 (2/48)	4.17 (2/48)
CTX	93.75 (45/48)	0.00 (0/48)	6.25 (3/48)
CRO	91.67 (44/48)	2.08 (1/48)	6.25 (3/48)
CXM	47.92 (23/48)	43.75 (21/48)	8.33 (4/48)

AMP: แอมพิซิลิน; AMC: อะมอกซีซิลิ-กรดควาลูลานิก; CAZ: เซฟตาซิดิม; CTX: เซโฟเทกซิม; CRO: เซฟไตรอะโซน; CXM: เซฟูรอกซิม

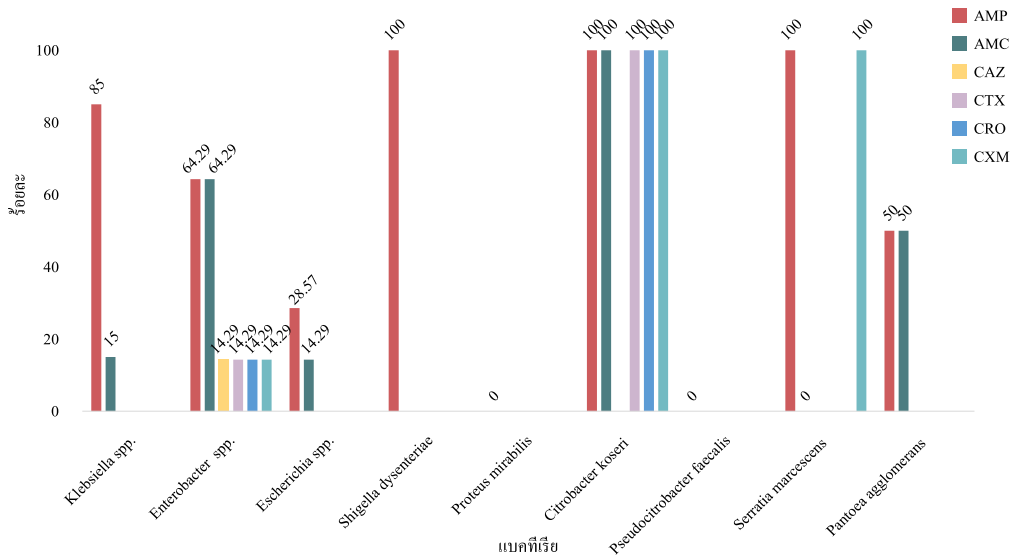
ผลความไวต่อยาของแบคทีเรียแกรมลบที่แยกได้จากแหล่งน้ำ แสดงใน**ตารางที่ 2** พบว่าแบคทีเรียแกรมลบที่คัดแยกได้ในงานนี้ดื้อต่อ AMP สูงที่สุด 66.67 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา 31.25 เปอร์เซ็นต์ ดื้อต่อ AMC



ภาพที่ 2 แสดงเปอร์เซ็นต์ของแบคทีเรียที่ดื้อยาปฏิชีวนะ กลุ่มเบต้า-แลคแตม จำแนกตามแหล่งน้ำ

เมื่อพิจารณาที่แหล่งน้ำแต่ละแห่ง พบอัตราการดื้อต่อ AMP ของแบคทีเรียที่แยกได้จากแหล่งน้ำบริเวณอาคารอเนกประสงค์ บริเวณอาคารและสนามกีฬา อาคารเรียน โรงอาหาร และหอพักนักศึกษา 90.91, 88.89, 55.85, 55.56 และ 16.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับ AMC พบอัตราการดื้อต่อยาชนิดนี้ 50.00, 44.44, 36.36, 22.22 และ 15.38 เปอร์เซ็นต์ ในแหล่งน้ำบริเวณหอพักนักศึกษา บริเวณสนามและอาคารกีฬา บริเวณอาคารอเนกประสงค์ บริเวณโรงอาหาร และบริเวณอาคารเรียน ตามลำดับ ขณะที่กลุ่มเซฟาโลสปอรินส์ พบอัตราการดื้อ

ต่อ CAZ 22.22 เปอร์เซ็นต์ ในแหล่งน้ำบริเวณสนามและอาคารกีฬาเพียงจุดเดียว อีกทั้งยังพบอัตราการดื้อต่อ CTX CRO CXM ในอัตรา 22.22 เปอร์เซ็นต์ เท่ากันทั้งสามชนิดในบริเวณนี้ ซึ่งสูงกว่าที่พบบริเวณอาคารอเนกประสงค์ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์ของไอโซเลตแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาปฏิชีวนะ จำแนกตามสายพันธุ์

S. dysenteriae, *C. koseri* และ *S. marcescens* แสดงการดื้อต่อ AMP สูง 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา 85 เปอร์เซ็นต์ พบในสายพันธุ์ของ *Klebsiella* spp. และ 64.29 เปอร์เซ็นต์ พบใน *Enterobacter* spp. ดังแสดงใน**ภาพที่ 3** สำหรับอัตราการดื้อต่อ AMC พบใน *C. koseri* (100 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา 64.29 เปอร์เซ็นต์ พบใน *Enterobacter* spp. และ 50 เปอร์เซ็นต์ พบใน *P. agglomerants* กรณีกลุ่มเซฟาโลสปอรินส์ พบว่า *C. koseri* แสดงการดื้อต่อ CTX, CRO และ CXM ในอัตรา 100 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน รองลงมา พบใน *Enterobacter* spp. (14.29 เปอร์เซ็นต์) อีกทั้งยังพบอัตราการดื้อต่อ CAZ (14.29 เปอร์เซ็นต์) ในสายพันธุ์เดียวกันนี้ด้วย ขณะที่ *S. marcescens* ก็แสดงอัตราการดื้อต่อ CXM ในอัตรา 100 เปอร์เซ็นต์ เช่นกัน ในงานนี้ *P. faecalis* และ *P. mirabilis* ที่แยกได้จากแหล่งน้ำไม่พบการดื้อต่อยากลุ่มเบต้า-แลคแตมที่ใช้ในการศึกษา

5. อภิปรายผล

K. pneumoniae พบในอัตราสูงที่สุดในงานนี้ (27.08 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีการแพร่กระจายสูงในแหล่งน้ำบริเวณโรงอาหาร 55.56 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา 23.08 เปอร์เซ็นต์ บริเวณอาคารเรียน และ 18.18 เปอร์เซ็นต์ บริเวณอาคารอเนกประสงค์ สปีชีย์นี้เกี่ยวข้องกับการติดเชื้อหลายชนิด การพบความชุกสูงในแหล่งน้ำหลายแห่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Gorrie *et al.* (2022) ระบุว่าพบการแพร่กระจายของ *K. pneumoniae* สูงในสภาพแวดล้อมของโรงพยาบาล เช่น อ่างล้างมือ และท่อระบายน้ำ เป็นต้น เช่นเดียวกับการศึกษาเมื่อเร็ว ๆ นี้ ของ Muengtaweepongsa *et al.* (2020) รายงานการพบความชุก 56 เปอร์เซ็นต์ ในผู้ป่วยภาวะหัวใจหยุดเต้นในโรงพยาบาลธรรมศาสตร์ ในช่วงเดือนตุลาคม 2559 ถึงกันยายน 2561 ขณะที่ *E. cloacae* พบความชุกเป็นอันดับ

สอง (14.58 เปอร์เซ็นต์) ในงานนี้ โดยพบอัตราค่อนข้างสูง 33.33 เปอร์เซ็นต์ ในแหล่งน้ำบริเวณสนามและอาคารกีฬา รองลงมา 18.18 เปอร์เซ็นต์ พบในบริเวณอาคารอเนกประสงค์ และ 16.67 เปอร์เซ็นต์ พบในบริเวณหอพักนักศึกษา สายพันธุ์นี้ก่อโรคแบบฉวยโอกาส และมีรายงานการดื้อยาปฏิชีวนะพบได้บ่อยในผู้ป่วยที่ภูมิคุ้มกันบกพร่องและผู้ป่วยวิกฤต (Ganbold *et al*., 2023)

สำหรับ *E. coli* พบความชุกสูงเป็นอันดับสาม (12.50 เปอร์เซ็นต์) โดยแพร่กระจายในอัตราสูง 23.08 เปอร์เซ็นต์ ในแหล่งน้ำบริเวณอาคารเรียน รองลงมา 18.18 เปอร์เซ็นต์ ในบริเวณอาคารอเนกประสงค์ การมีอยู่ของ *E. coli* มีผลกระทบต่อระบบนิเวศและคุณภาพของแหล่งน้ำ เนื่องจากการพบ *E. coli* บ่งชี้ถึงการปนเปื้อนของสิ่งปฏิกูลอย่างไม่เหมาะสม ซึ่งความชุกสูงที่พบในแหล่งน้ำบริเวณข้างต้นสอดคล้องกับรายงานของ Thamlikitkul *et al*. (2019) ที่ระบุว่า *E. coli* พบได้บ่อยในแหล่งน้ำและโรงบำบัด อีกทั้งยังพบ *E. coli* ที่ดื้อต่อยาหลายชนิดในอัตราสูงในแม่น้ำ ภาคเหนือ ของประเทศไทย อีกด้วย (Chotinantakul *et al*., 2022) นอกจากนี้ยังพบรายงานการแพร่กระจายในสิ่งแวดล้อมด้านปศุสัตว์ในหลายจังหวัด (Hinthong *et al*., 2017) สำหรับแหล่งน้ำบริเวณหอพักนักศึกษา พบ *E. mori* สูง 33.33 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์นี้จัดอยู่ในกลุ่ม *E. cloacae* complex ที่มีความสำคัญทางคลินิก และมีรายงานว่าทำให้ผลผลิตทางการเกษตรเน่าเสีย (Ahmad *et al*., 2021) แม้จะมีรายงานว่าสายพันธุ์นี้ก่อโรคในพืชเป็นส่วนใหญ่ แต่สามารถรับยีนดื้อยาซึ่งนำไปสู่การต้านทานยาปฏิชีวนะได้ ดังนั้นจึงสามารถติดตามสถานการณ์การดื้อยาของแบคทีเรียในสิ่งแวดล้อมจากสายพันธุ์เหล่านี้ได้

การพบ *K. pneumoniae* แพร่กระจายในแหล่งน้ำบริเวณโรงอาหาร อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงในการติดเชื้อที่อาจเกิดจากการสัมผัสข้ามถิ่น (cross-contamination) ในบริเวณที่ใช้เตรียมอาหารได้ ความชุกบริเวณนี้อาจเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของมนุษย์ เช่น มีการจัดการกับน้ำเสียโดยการทิ้งลงแหล่งน้ำบริเวณใกล้เคียงโดยตรง รวมถึงฝนที่ตกลงมาชะล้างสิ่งปฏิกูลที่เป็นแหล่งที่อยู่ของแบคทีเรียลงสู่แหล่งน้ำ ขณะที่ความชุกในบริเวณอาคารเรียนและอาคารอเนกประสงค์ อาจบ่งบอกถึงสุขอนามัยในพื้นที่ที่มีการเรียนการสอนในแง่ความเสี่ยงจากการสัมผัสกับน้ำที่ปนเปื้อนที่นำไปสู่การติดเชื้อได้ ทั้งนี้ความชุกที่พบแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการแพร่กระจายของแบคทีเรียก่อโรคในแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นสิ่งที่น่ากังวลเนื่องจากมีรายงานระบุว่า *K. pneumoniae* ที่แยกได้จากสิ่งแวดล้อมมีความหลากหลายของยีนดื้อยาสูงและส่วนใหญ่พบในพลาสมิด ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ควรเฝ้าระวัง (Wyres *et al*., 2018) ขณะที่ *E. cloacae* พบแพร่กระจายในบริเวณที่มีกิจกรรมของมนุษย์ค่อนข้างสูงเช่นกัน เนื่องจากการแข่งขันกีฬา การจัดสอบ ล้วนถูกจัดขึ้นในบริเวณนี้ รวมถึงหอพักซึ่งเป็นส่วนที่อยู่อาศัยของนักศึกษา ซึ่งมีความเสี่ยงต่อสุขภาพในบุคคลที่มีภูมิคุ้มกันอ่อนแอ ที่มีโอกาสสัมผัสกับน้ำที่ปนเปื้อนได้ การค้นพบนี้ยังทำให้เกิดความกังวลเกี่ยวกับสถานการณ์แบคทีเรียดื้อยา จากการที่มีรายงานระบุว่า *E. cloacae* เป็นสายพันธุ์ที่สามารถรับชิ้นส่วนพันธุกรรมที่เคลื่อนที่ได้ในอัตราสูง และสามารถนำไปสู่การดื้อยาหลายชนิดได้ (Regli *et al*.,2019) สำหรับ *E. coli* พบสูงในบริเวณที่มีกิจกรรมของมนุษย์มากเช่นกัน ซึ่งจำเป็นต้องมีการเฝ้าระวัง เนื่องจาก *E. coli* มีบทบาทในการเป็นฮอตสปอต (hotspot) ในการถ่ายโอนยีนดื้อยาไปยังจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม และสามารถย้อนกลับมายังแบคทีเรียที่ก่อโรคในมนุษย์ได้

ในงานนี้พบอัตราการดื้อต่อ AMP สูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งพบอัตราสูงในแหล่งน้ำบริเวณใกล้กับอาคารอเนกประสงค์ 90.91 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา บริเวณสนามและอาคารกีฬา 88.89 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับการพบอัตราการดื้อ AMP สูง 86.4 เปอร์เซ็นต์ ใน *Enterobacterales* ที่แยกได้จากผู้ป่วยของโรงพยาบาล ในจังหวัดพิษณุโลก (Assawatheptawee *et al*., 2022) แต่แตกต่างจาก งานของ Pongpitak *et al*. (2014) ที่พบอัตราการดื้อต่อ AMP ต่ำเพียง 2.74 เปอร์เซ็นต์ ใน *K. pneumoniae* ที่แยกได้จากน้ำทิ้ง ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ใน

งานนี้อัตราการดื้อยาชนิดนี้พบสูงในแบคทีเรียที่มีความสำคัญทางคลินิก ได้แก่ *S. dysenteriae, C. koseri* และ *S. marcescens* (100 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา พบในสายพันธุ์ที่เป็นสาเหตุในการติดเชื้ออันดับต้น ๆ ในโรงพยาบาล อย่าง *Klebsiella* spp. (85 เปอร์เซ็นต์) และ *Enterobacter* spp. (64.29 เปอร์เซ็นต์) สำหรับ AMC พบอัตราดื้อยาในแหล่งน้ำบริเวณหอพักนักศึกษา (50 เปอร์เซ็นต์) บริเวณสนามและอาคารกีฬา (44.44 เปอร์เซ็นต์) และบริเวณอาคารเนกประสงค์ (36.36 เปอร์เซ็นต์) สิ่งนี้อาจสะท้อนถึงการใช้ยาปฏิชีวนะในพื้นที่ จากรายงาน Thammatacharee *et al*. (2017) ระบุว่าอะม็อกซี่ซิลินเป็นยาที่ถูกจ่ายให้ผู้ป่วยสูงในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล อีกทั้งยากลุ่มนี้ยังถูกใช้ผสมกับอาหารสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำอีกด้วย อัตราการดื้อยาชนิดนี้พบสูงใน *C. koseri* (100 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา *Enterobacter* spp. (64.29 เปอร์เซ็นต์) และ *P. agglomerants* (50 เปอร์เซ็นต์) จะเห็นได้ว่าพบอัตราการดื้อยา AMC ในแบคทีเรียก่อโรคในพืชด้วยเช่นกัน จึงควรมีการติดตามอย่างใกล้ชิด เนื่องจากอัตราการดื้อยาที่พบในสายพันธุ์ในสิ่งแวดล้อม สะท้อนถึงแนวโน้มของการถ่ายโอนยีนที่นำไปสู่การดื้อยาปฏิชีวนะที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมได้

สำหรับอัตราการดื้อยากลุ่มเซฟาโลสปอรินส์พบในแหล่งน้ำเพียง 2 บริเวณ คือ แหล่งน้ำบริเวณสนามและอาคารกีฬา และอาคารเนกประสงค์ พบอัตราการดื้อต่อ CTX CRO และ CXM เท่ากัน (22.22 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งสูงกว่า ที่พบในบริเวณอาคารเนกประสงค์ ที่พบอัตราการดื้อต่อ CXM (18.18 เปอร์เซ็นต์), CTX และ CRO ในอัตราเท่ากันที่ (9.09 เปอร์เซ็นต์) ในงานนี้พบอัตราการดื้อต่อ CXM 8.33 เปอร์เซ็นต์ สูงที่สุดในบรรดากลุ่มนี้ ซึ่งพบใน *C. koseri* และ *S. marcescens* (100 เปอร์เซ็นต์) แนวโน้มที่พบสอดคล้องกับรายงานของ Thammatacharee *et al*. (2017) ที่ระบุว่ามีการจ่ายยา CXM อัตราสูงในโรงพยาบาลหลายแห่งของประเทศไทย อีกทั้งรูปแบบของยาที่เป็นแบบรับประทาน จึงมีโอกาสที่ยาจะถูกใช้อย่างแพร่หลายในพื้นที่ได้ แต่ต่ำกว่าที่พบจากการศึกษาในต่างประเทศ ของ Zorgani *et al*. (2015) ที่พบอัตราการดื้อต่อ CXM สูง 95 เปอร์เซ็นต์ ในหออภิบาลผู้ป่วยวิกฤตอุบัติเหตุ ขณะที่อัตราการดื้อต่อ CTX และ CRO พบใน *C. koseri* (100 เปอร์เซ็นต์) และ *Enterobacter* spp. (14.29 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งอัตราการดื้อต่อ CTX ในงานนี้ค่อนข้างต่ำ แต่เป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาก่อนหน้าของ Suksantilirs *et al*. (2010) ที่พบความไวต่อ CTX สูง 67-86 เปอร์เซ็นต์ ในแบคทีเรียแกรมลบที่แยกได้จากหออภิบาลทารก และต่ำกว่าที่พบในการศึกษาจากต่างประเทศของ Walia *et al*. (2016) ที่พบอัตราการดื้อต่อ CTX (25-40 เปอร์เซ็นต์) ในแบคทีเรียที่แยกจากน้ำทิ้งโรงพยาบาลและแม่น้ำ สำหรับอัตราการดื้อต่อ CRO ในงานนี้ยังคงต่ำกว่าแนวโน้มที่พบในสิ่งแวดล้อมในงานของ Nguyet *et al*. (2022) ที่พบอัตราดื้อต่อ CRO สูง 64.9 เปอร์เซ็นต์ ใน *E. coli* ที่แยกจากฟาร์มสุกร ในประเทศไทย ช่วงปี 2561-2562 อีกทั้งผลที่ได้ยังแตกต่างจากแนวโน้มที่พบอัตราการใช้ยา CRO ที่ 25 เปอร์เซ็นต์ ในผู้ป่วยของโรงพยาบาลธรรมศาสตร์ในช่วงตุลาคม 2559 ถึงกันยายน 2561 (Muengtaweepongsa *et al*., 2020)

6. สรุปผล

ในงานนี้พบความชุก *K. pneumoniae*, *E. cloacae* และ *E. coli* เป็นสายพันธุ์เด่นที่พบในแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โดยเฉพาะบริเวณโรงอาหาร สนามและอาคารกีฬา และอาคารเรียน โดยอัตราดื้อต่อ AMP (66.67 เปอร์เซ็นต์) และ AMC (31.25 เปอร์เซ็นต์) พบสูงที่สุดในงานนี้ โดยเฉพาะในแหล่งน้ำบริเวณอาคารอเนกประสงค์และหอพักนักศึกษา รองลงมา คือ CTX และ CRO พบเท่ากัน (6.35 เปอร์เซ็นต์) และพบสูงในบริเวณสนามและอาคารกีฬา สายพันธุ์เด่นที่ดื้อต่อยาหลายชนิด ได้แก่ *C. koseri* และ *Enterobacter* spp. ทั้งนี้ความชุกของแบคทีเรียแกรมลบและแนวโน้มการดื้อยาที่พบในงานนี้ สะท้อนถึงข้อกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยของ

แหล่งน้ำ ดังนั้นควรมีการเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง ผลที่ได้ยังช่วยให้ผู้อ่านตระหนักถึงความชุกของแบคทีเรียที่มีความสำคัญทางคลินิกในแหล่งน้ำ และสะท้อนถึงการใช้ยาปฏิชีวนะอย่างไม่เหมาะสม อีกทั้งยังเป็นข้อมูลช่วยส่งเสริมการจัดการน้ำเพื่อความยั่งยืนได้ในอนาคต

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเบื้องต้น มีข้อจำกัดของประชากรแบคทีเรียเฉพาะในแหล่งน้ำในพื้นที่ศึกษาเท่านั้น ผลที่ได้จากงานนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลในการเฝ้าระวัง ติดตาม แนวโน้มการดื้อยาของแบคทีเรียแกรมลบในสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ที่ศึกษาได้ อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการน้ำเพื่อความยั่งยืน

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

อาจตรวจสอบการมีอยู่ของยีนดื้อยากลุ่มเบต้า-แลคแตมในแบคทีเรียแกรมลบที่คัดแยกได้ เพื่อศึกษาแนวโน้มการแพร่กระจายของยีนดื้อยาที่พบในแหล่งน้ำ และอาจทำการศึกษาต่อยอดการแพร่กระจายของแบคทีเรียในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนบัณฑิตเรียนดีตามสัญญาเลขที่ ทบ. 12/2563 เพื่อศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และทุนพัฒนาศักยภาพผลงานวิจัย (Fast Tract) ตามสัญญาเลขที่ TUF74/2564 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

9. เอกสารอ้างอิง

Ahmad, T., Ullah, S., Moosa, A., & Liu, Y. *et al*. (2020). First Report of Pre-Harvest Soft Rot of Peach Fruit (Prunus persica) Caused by Enterobacter mori in China. *Plant Disease*. 105(1).

Anugulruengkitt, S., Charoenpong, L., Kulthanmanusorn, A. *et al*. (2023). Point prevalence survey of antibiotic use among hospitalized patients across 41 hospitals in Thailand. *JAC-antimicrobial resistance*, 5(1), dlac140.

Assawatheptawee, K. *et al*. (2022). Risk Factors for Community-Acquired Urinary Tract Infections Caused by Multidrug-Resistant Enterobacterales in Thailand. *Antibiotics* (Basel, Switzerland), 11(8), 1039

Centers for Disease Control and Prevention. (2022). COVID-19 U.S. IMPACT ON ANTIMICROBIAL RESISTANCE: 2022 SPECIAL REPORT. [online]. Retrieved from https://www.cdc.gov/drugresistance/pdf/covid19-impact-report-508.pdf

Chotinantakul, K., Chusri, K., & Okada, S. (2022). Detection and characterization of ESBL-producing Escherichia coli and additional co-existence with mcr genes from river water in northern Thailand. *PeerJ*, 10, e14408.

CLSI. (2022). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. 30th ed. CLSI supplement M100. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne

Ganbold, M., Seo, J. *et al* (2023). Species identification, antibiotic resistance, and virulence in Enterobacter cloacae complex clinical isolates from South Korea. *Frontiers in microbiology*, 14(1), 1122691.

Gorrie, C. L., MirČeta, M., Wick, R. R. *et al*. (2022). Genomic dissection of Klebsiella pneumoniae infections in hospital patients reveals insights into an opportunistic pathogen. *Nature communications*, 13(1), 3017.

Hinthong, W. *et al*. (2017). Detection and drug resistance profile of Escherichia coli from subclinical mastitis cows and water supply in dairy farms in Saraburi Province, Thailand. *PeerJ*, 5, e3431.

Muengtaweepongsa, S., & Puengcharoen, S. (2020). Infections in out-of-hospital and in-hospital post-cardiac arrest patients: comment. *Internal and emergency medicine*, 15(7), 1349–1350.

Nguyet, L.T.Y. *et al*. (2022). Antibiotic resistant Escherichia coli from diarrheic piglets from pig farms in Thailand that harbor colistin-resistant mcr genes. *Scientific Reports*. 12(1), 9083.

Pongpitak, P. *et al*. (2014). Detection of Antimicrobial Resistant Escherichia coli and Klebsiella pneumoniae Contamination in Wastewater in Bangkok and Metropolitan Areas. Journal of Health Science, 20(3), 345-352

Regli, A.D. *et al*. (2019). Enterobacter spp.: Update on Taxonomy, Clinical Aspects, and Emerging Antimicrobial Resistance. *Clinical microbiology reviews*, 32(4), e00002-19.

Suksantilirs, S., Bunjoungmanee, P., & Tangsathapornpong, A. (2010). Bactermia in pediatric patients in Thammasat University Hospital. *Thammasat Medical Journal*. 10(2). 144-152

Tan, S. Y., & Tatsumura, Y. (2015). Alexander Fleming (1881-1955): Discoverer of penicillin. *Singapore medical journal*, 56(7), 366–367

Thamlikitkul, V., Tangkoskul, T. & Seenama, C. (2019). Fecal Carriage Rate of Extended-Spectrum Beta-Lactamase-Producing Enterobacteriaceae as a Proxy Composite Indicator of Antimicrobial Resistance in a Community in Thailand. *Open forum infectious diseases*, 6(10), ofz425.

Thammatacharee, N. *et al*. (2017). Antibacterials Prescribed to Universal Health Coverage Beneficiaries in Outpatient Departments, Thailand. *Journal of Health Systems Research*. 11(4), 471-480

Walia, S. *et al*. (2016). Quantitation of antibiotic resistance genes pollution in hospital waste water effluent and Urban Clinton River Water, Michigan, USA. *Current Medicine Research and Practice*. 6(4). 149-151.

Wyres, K. L., & Holt, K. E. (2018). Klebsiella pneumoniae as a key trafficker of drug resistance genes from environmental to clinically important bacteria. *Current opinion in microbiology*, 45, 131–139.

Zeng, X., Lin, J. (2013). Beta-lactamase induction and cell wall metabolism in Gram-negative bacteria. *Frontiers in Microbiology*. 4(128):128

Zorgani, A., Abofayed, A., Glia, A. *et al*. (2015). Prevalence of Device-associated Nosocomial Infections Caused By Gram-negative Bacteria in a Trauma Intensive Care Unit in Libya. *Oman medical journal*, 30(4), 270–275.

เปรียบเทียบระยะเวลาการมองแสงสีฟ้าจากคอมพิวเตอร์พกพาก่อนเข้านอนต่อระดับความง่วงนอน และเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อการมองเห็นในนักศึกษามหาวิทยาลัย

Comparing Different Durations of Blue Right Exposure from Tablet Before Bedtime on Sleepiness and Visual Reaction Time in College Students

นางสาวธิษณามดี สีแล

วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล

E-mail: Tisanamadeee@gmail.com

รศ.ดร.อมรพันธ์ อัจจิมาพร*

วิทยาลัยวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล

E-mail: amornpan.ajj@mahidol.ac.th *Corresponding author

ดร.อัมพิกา นันท์บัญชา

วิทยาลัยวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล

E-mail: ampika.nan@mahidol.ac.th

รศ.ดร.วรสิทธิ์ ศิริพรพาณิชย์

สถาบันชีววิทยาศาสตร์โมเลกุล มหาวิทยาลัยมหิดล

Email: vorasith.sir@mahidol.ac.th

ผศ.ดร.สุจิรา มุกดา

สถาบันชีววิทยาศาสตร์โมเลกุล มหาวิทยาลัยมหิดล

Email: sujira.muk@mahidol.edu

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการมองแสงสีฟ้าจากคอมพิวเตอร์พกพาก่อนเข้านอนต่อระดับความง่วงนอน และเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อการมองเห็นของนักศึกษามหาวิทยาลัย เพศชาย จำนวน 12 คน อายุระหว่าง 18-24 ปี โดยถูกสุ่มให้ทดสอบ 3 เหตุการณ์แบบไขว้ ได้แก่ 1) การไม่ได้รับแสงสีฟ้าก่อนนอน 2) การได้รับแสงสีฟ้าเป็นเวลา 90 นาที และ 3) การได้รับแสงสีฟ้าเป็นเวลา 180 นาที ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับแสงสีฟ้าโดยดูหนังผ่านแท็บเล็ตตามเวลาที่กำหนดก่อนเข้านอน โดยระดับความง่วงนอน จะถูกสอบถามที่เวลา 20.00 น., 21.30 น. และ 23.00 น. ส่วนการทดสอบเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อการมองเห็นจะทำการทดสอบในวันรุ่งขึ้นเวลา 07.00 น. ผลการศึกษาพบว่า การได้รับแสงสีฟ้าจากแท็บเล็ตเป็นเวลา 90 นาที และ 180 นาที ส่งผลต่อระดับความง่วงนอนที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงเวลาไม่มีความแตกต่างกัน และไม่พบว่าการได้รับแสงสีฟ้าจากแท็บเล็ตเป็นเวลา 90 นาที และ 180 นาทีจะส่งผลต่อเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองในตอนเช้า

คำสำคัญ: แท็บเล็ท / แสงสีฟ้า / ปฏิกิริยาการตอบสนอง/ ความง่วงนอน

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare different durations of blue light exposure from tablets before bedtime on sleepiness levels and visual reaction time in 12 male university students ages between 18 to 24 years old who were randomly assigned to either one of three conditions: 1) control without blue light exposure, and 2) a 90 min- and 3) a 180 min- blue light exposure before bedtime by watching a movie on a tablet**.** Sleepiness scores were assessed at 8.00 p.m., 9.30 p.m., and 11.00 p.m. The next day, subjects were woken at 7:00 a.m. for a visual reaction time test. The experimental results showed that the level of sleepiness had similarly increased significantly for all conditions (p-value <0.05). There was no significant difference in visual reaction time between either exposure for 90 min or 180 min the next day.

Keywords: Tablet / Blue light / Reaction time/ Sleepiness

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ในปัจจุบันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ มีความสำคัญต่อการใช้ชีวิตประจำวันในสังคมสมัยใหม่เป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล สมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต ล้วนมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยมีงานวิจัยก่อนหน้าได้รายงานถึงผลกระทบของการใช้โทรศัพท์มือถือเป็นเวลานาน จะมีผลเสียต่อคุณภาพการนอนหลับ การนอนหลับเป็นส่วนสำคัญต่อการทำงานของระบบต่างๆของร่างกาย และการทำกิจวัตรประจำวันของมนุษย์ เวลาของการนอนหลับที่เหมาะสมมีผลดีต่อกระบวนการฟื้นฟูร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน การควบคุมอารมณ์ และการทำงานของหน่วยความจำ ในทางตรงกันข้ามการอดนอนอาจก่อให้เกิดผลด้านลบต่อการควบคุมอารมณ์ การเคลื่อนไหว และการรับรู้ในมนุษย์ได้ (Pilcher and Huffcutt,1996. Ong, Kim และคณะ, 2017. Tettamanti, Auvinen และคณะ, 2020)

มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการได้รับแสงจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในเวลากลางคืน ต่อการเปลี่ยนแปลงนาฬิกาชีวิต โดยทำให้เวลาการนอนหลับลดลง และความตื่นตัวลดลง ตัวอย่างเช่น ในปีคศ. 2018 มีการทดสอบ 2 เหตุการณ์ ได้แก่ 1. อ่านหนังสือจากสื่อสิ่งพิมพ์ และ 2. อ่านหนังสือผ่านการใช้แท็บเล็ตในตอนกลางคืนต่อกันเป็นเวลา 5 คืน พบว่าการใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือในตอนกลางคืนทำให้เวลาการเข้านอนล่าช้าไปจากเวลาปกติ รวมทั้ง ลดระดับความง่วงนอน และลดความตื่นตัวในเช้าวันรุ่งขึ้นอีกด้วย (Chinoy, Duffy และคณะ, 2018) นอกจากนี้การศึกษาในปีคศ. 2017 พบว่าผู้เข้าร่วมวิจัยที่ได้รับแสงสีฟ้าจะใช้เวลาตอบสนองต่อการได้ยิน (Auditory reaction time) ที่นานกว่า และความตื่นตัวที่ต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับผู้เข้าร่วมวิจัยที่ได้รับแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Rahman, Hilaire และคณะ, 2017) ดังนั้นจึงสรุปได้ถึง ผลเสียของแสงสีฟ้าจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่อการลดคุณภาพการนอนหลับ และความตื่นตัวในเช้าวันรุ่งขึ้น

มีการศึกษาก่อนหน้าที่กล่าวถึงผลกระทบของการรับแสงสีฟ้าในระยะเวลาต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น ปีคศ. 2019 Knufinke และคณะ ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการรับแสงสีฟ้าเป็นเวลา 180 นาที และการไม่รับแสงสีฟ้าก่อนนอนในนักกีฬาสมัครเล่น 25 คน และพบว่าการไม่ได้รับแสงฟ้าก่อนนอนช่วยทำให้คุณภาพการนอนหลับดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ รวมทั้งมีความตื่นตัวที่เพิ่มขึ้นในเช้าวันต่อมา (Knufinke, Fittkau-Koch และคณะ, 2019) และในการศึกษาเกี่ยวกับแสงสีฟ้าของ Höhn และคณะ ในปีคศ.2021 มีเปรียบเทียบการอ่านหนังสือ 90 นาทีบนสมาร์ทโฟน 1. ที่มีตัวกรองแสงสีฟ้า 2.ไม่มีตัวกรองแสงสีฟ้า 3. อ่านบนสื่อสิ่งพิมพ์ ในเวลาก่อนนอน พบว่าสมาร์ทโฟน

ที่ไม่มีตัวกรองแสงสีฟ้าสามารถลดฮอร์โมนเมลาโทนินได้ และลดความตื่นตัวอีกด้วย (Höhn, Schmid และคณะ, 2021)

ในปัจจุบันการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ก่อนเข้านอนถือเป็นส่วนสำคัญของการใช้ชีวิตของกลุ่มวัยเรียนอย่างเลี่ยงไม่ได้ โดยในประเทศไทยได้มีผลสำรวจของ We are social แสดงถึงเวลาการใช้งานโซเชี่ยลมีเดียและดูโทรทัศน์ต่อวันอยู่ที่ประมาณ 3 ชั่วโมงและเวลาการอ่านหนังสือบนอินเตอร์เน็ต เล่นวิดิโอเกมส์อยู่ที่ประมาน 1 ชั่วโมง 30 นาทีต่อวัน (KEMP, S. 2021) อย่างไรก็ตามยังไม่พบการวิจัยที่ศึกษาเปรียบเทียบผลของระยะเวลาที่ในการได้รับแสงสีฟ้าก่อนนอนที่แตกต่างกันมาก่อน งานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายที่จะเปรียบเทียบผลกระทบของการได้รับแสงสีฟ้าจากการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ก่อนเข้านอน เป็นเวลา 90 นาที และ 180 นาที ต่อระดับความง่วงนอน และปฏิกิริยาการตอบสนองในรุ่งเช้าของนักศึกษามหาวิทยาลัย

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการมองแสงสีฟ้าจากคอมพิวเตอร์พกพาเป็นเวลา 90 นาทีและ 180 นาทีก่อนเข้านอนต่อระดับความง่วงนอน และเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อการมองเห็นของนักศึกษามหาวิทยาลัยเพศชาย

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

<u>แสงสีฟ้าและนาฬิกาชีวิต (Blue Light and Biological Clock)</u>

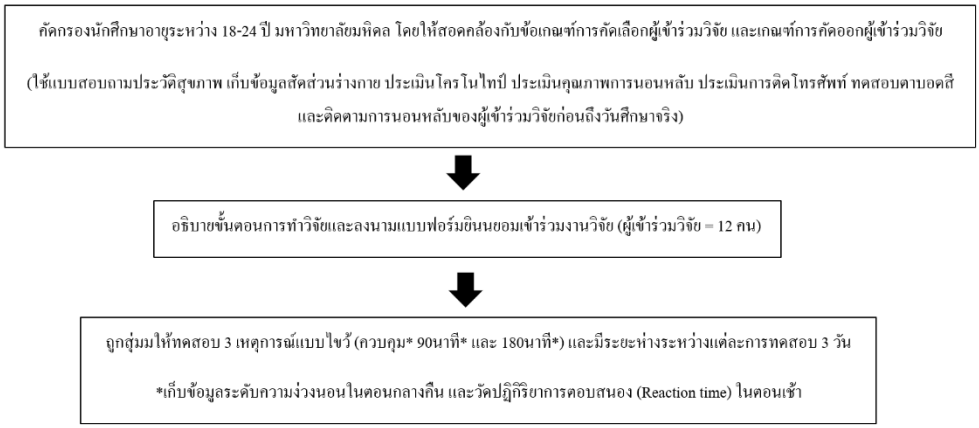
เป็นแสงที่สามารถมองเห็นได้มีความยาวคลื่นและระดับพลังงานที่หลากหลาย ประกอบไปด้วย แสงอัลตราไวโอเลต (100–400 นาโนเมตร) แสงที่มองเห็นได้ (400–750 นาโนเมตร) และรังสีอินฟราเรด (750–10,000 นาโนเมตร) แสงสีน้ำเงินเป็นส่วนประกอบสเปกตรัมแสงที่มองเห็นได้ซึ่งมีพลังงานที่มีความยาวคลื่น 459–485 นาโนเมตร จะมีผลกระทบต่อต่อระบบทางเดิน Retinohypothalamic (RHT) ในดวงตาซึ่งเกี่ยวข้องในจังหวะ Circadian ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Algvere, Marshall และคณะ, 2006. Holzman ,2010) สมาร์ทโฟนหรือจอแสดงผลต่างๆมีแสงสีฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้นที่มีความยาว 450-470 นาโนเมตร ซึ่งถือเป็นแสงที่ดวงตามนุษย์รับได้และทำให้มีการลดลงของเมลาโทนินของมนุษย์ในตอนกลางคืน (Heo, Kim และคณะ, 2017) นอกจากนั้นการควบคุมวงจรการนอนหลับและตื่นในชีวิตประจำวันจะมีปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น แสงจากสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิ ความเครียด การผลิตเมลาโทนินโดยต่อมไพเนียล ฮอร์โมนต่างๆ และสุขภาพ ล้วนส่งผลต่อการทำกิจกรรมและการพักผ่อนของมนุษย์ (Dagan, 2002) ซึ่งถูกสั่งการจากสมองส่วนไฮโปทาลามัส ที่มีนิวเคลียสซูปราเคียสมาติก (Suprachiasmatic; SCN) ทำหน้าที่เป็นนาฬิกานาฬิกาชีวภาพหลัก ควบคุมกิจกรรมทางสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ทำงานโดยการถูกกระตุ้นจากแสงและความมืดที่ดวงตารับรู้ ดวงตาของมนุษย์มีเมลาโนซินที่ดูดซับแสงได้ดีในช่วงความยาวคลื่นสั้นได้ประมาณ 480 นาโนเมตร (Hannibal, Hindersson และคณะ, 2004, Tähkämö, Partonen และคณะ, 2019)

<u>แสงและการนอนหลับ</u>

การหลั่งของฮอร์โมนเมลาโทนินตามธรรมชาติสามารถถูกกระตุ้นและถูกยับยั้งได้ด้วยกระบวนการที่เรียกว่า Phase-shifted ซึ่งเกิดขึ้นจากการได้รับแสงสว่างในตอนกลางคืน เนื่องจากระบบนาฬิกาชีวภาพของมนุษย์สามารถรับรู้ถึงแสงได้ด้วยการตอบสนองที่ไม่สร้างภาพ ที่ได้รับผลจากสเปกตรัมและความยาวของแสงตลอดจน

ความสว่างของแสง อายุ ยีน และโครโนไทป์ ซึ่งปัจจัยทั้งหมดส่งผลต่อการกระตุ้นแสงที่ทำให้เกิดการตอบสนองโดยไม่สร้างภาพ (Lewy, Wehr และคณะ, 1980. Tähkämö, Partonen และคณะ, 2019) เนื่องจากฮอร์โมนเมลาโทนินซึ่งกระตุ้นการนอนหลับในตอนกลางคืนสอดคล้องกับความง่วงนอน ซึ่งผลของการสัมผัสแสงสามารถยับยั้งการหลั่งเมลาโทนินได้ จากข้อมูล Green, Cohen-Zion และคณะ, 2017 ที่ทำการศึกษาในผู้เข้าร่วม 19 คนที่ได้รับแสง 4 สภาวะโดยมีเงื่อนไขการรับแสงเป็นเวลา 2 ชั่วโมง สรุปว่าแสงสีฟ้ารบกวนการนอนหลับอย่างมีนัยสำคัญและเห็นได้ชัดว่าการมีเปลี่ยนแปลงการนอนหลับและทำให้เกิดความง่วงนอนในตอนกลางวันเพิ่มขึ้นอย่างและลดการหลั่งเมลาโทนินในตอนกลางคืนอีกด้วยอีกด้วย

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



3.3 สมมติฐานการวิจัย

การได้รับแสงสีฟ้าก่อนนอนเป็นเวลา 180 นาทีทำให้ระดับความง่วงนอน ปฏิกิริยาการตอบสนองลดลงมากที่สุดเมื่อเทียบกับการไม่ได้รับแสงสีฟ้าก่อน หรือการได้รับแสงสีฟ้าเป็นเวลา 90 นาที

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

ศึกษาเปรียบเทียบ 3 เงื่อนไข ได้แก่ 1) การไม่ได้รับแสงสีฟ้าก่อนนอน 2) การได้รับแสงสีฟ้าเป็นเวลา 90 นาที และ 3) การได้รับแสงสีฟ้าเป็นเวลา 180 นาที โดยมีการเว้นระยะพักระหว่างเงื่อนไข 3 วันโดยใช้เป็นรูปแบบการศึกษาแบบสุ่มและไขว้กลุ่ม (Randomized cross-over trials)

4.2 ประชากรและตัวอย่าง

<u>เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย</u>

- นักศึกษาเพศชาย อายุระหว่าง 18-24 ปี
- ค่าดัชนีมวลกายระหว่าง 18.5 ถึง 22.9 กิโลกรัม/เมตร^2
- มีนิสัยการนอน-ตื่นปกติ โดยประเมินจากบันทึกการนอนหลับ
- คะแนนคุณภาพการนอนหลับ (PSQI) $\leq$ 5 จากการตอบแบบสอบถาม
- ไม่มีการทำงานเป็นกะในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา
- ไม่มีการเดินทางข้ามเขตเวลาในช่วง 4 สัปดาห์ที่ผ่านมา

- ไม่มีตาบอดสี โดยใช้การทดสอบตาบอดสีของ Ishihara (สั้นตาสั้นหรือยาวสามารถเข้าร่วมการวิจัยได้แต่ต้องมีการใส่แว่นแก้ไขสายตา)
- ถนัดขวา

<u>เกณฑ์การคัดออกผู้เข้าร่วมวิจัย</u>

- มีปัญหาสุขภาพที่ร้ายแรง และมีประวัติเกี่ยวกับโรคทางระบบประสาทและจิตเวช
- มีประวัติการใช้ยาที่ผลต่อระบบประสาท เช่น clonazepam, diazepam เป็นต้น
- บริโภคคาเฟอีน เช่น ชา กาแฟ เครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของคาแฟอีน มากกว่า 3 ถ้วยต่อวัน (150 มิลลิลิตร ต่อถ้วย)
- มีโครโนไทป์ Morningness type (MT)หรือ Eveningness type (ET)
- ใช้แว่นกรองแสงสีฟ้าในชีวิตประจำวัน

4.3 เครื่องมือวิจัย

- แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป (Information Questionnaire)
- แบบสอบถามเพื่อประเมินโครโนไทป์ (Morningness - Eveningness questionnaire)
- บันทึกการนอนหลับ (Sleep diary)
- ประเมินคุณภาพการนอนหลับ (Pittsburgh Sleep Quality Index: PSQI)
- แบบทดสอบตาบอดสี (Ishihara's Test)
- แบบสอบถามวัดระดับความง่วงนอน (Karolinska Sleepiness Scale: KSS)
- แท็บเล็ต (iPad Air, 3rd generation, Apple Inc)
- คอมพิวเตอร์ทดสอบปฏิกิริยาตอบสนอง (Reaction time)
- สมาร์ทวอทช์ (Xiaomi Mi Band 5)

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นคัดกรองผู้เข้าร่วมวิจัย (ใช้เวลาประมาณ 30 นาที)

คัดกรองผู้เข้าร่วมวิจัยโดยใช้แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป เก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกาย ประเมินโครโนไทป์ ประเมินคุณภาพการนอนหลับ ประเมินการติดโทรศัพท์ผ่านแบบสอบถาม และผู้วิจัยติดตามการนอนหลับของผู้เข้าร่วมวิจัยจากบันทึกการนอนหลับก่อนการการถึงวันศึกษาจริง 1 สัปดาห์ โดยผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนถูกขอให้เข้านอนก่อน 23.00 น. และนอนอย่างน้อย 7-8 ชั่วโมงต่อวัน เมื่อครบ 1 สัปดาห์ผู้เข้าร่วมวิจัยขอให้แบบสอบถามคุณภาพการนอนหลับของพิตต์สเบิร์กฉบับภาษาไทย (PSQI) และแบบประเมินความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านการนอนฉบับภาษาไทย (T-MEQ) หากผ่านเกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยตามเกณฑ์คัดเข้า ผู้วิจัยจะนัดเพื่อมาเก็บข้อมูลต่อไป

ขั้นเก็บข้อมูล ผู้เข้าร่วมวิจัยถูกนัดหมายให้มายังสถานที่ทำวิจัย ทั้งสิ้น 3 ครั้ง มีรายละเอียดดังนี้

ครั้งที่ 1, 2, 3

- ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องมาถึงสถานที่ทำวิจัยในเวลา 19:30 น.ในทุกการทดสอบ และขอให้ไม่เล่นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกประเภท สวมนาฬิกามาร์ทวอทช์ที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ให้เพื่อบันทึกระยะเวลาการนอน
- ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับการสุ่มเพื่อเข้าร่วมทดสอบ 3 เหตุการณ์แบบไขว้ โดยการได้รับแสงสีฟ้าจะให้ผู้เข้าร่วมวิจัย นั่งดูหนังผ่านแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ก่อนเข้านอน

- การเริ่มให้ดูหนังผ่านแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ ในเหตุการณ์ 1) เหตุการณ์การไม่ได้รับแสงสีฟ้า 2) เหตุการณ์การได้รับแสงสีฟ้าเป็นเวลา 90 นาที เริ่มให้ดูที่เวลา 21:30 น. และ 3) เหตุการณ์การได้รับแสงสีฟ้าเป็นเวลา 180 นาที เริ่มให้ดูที่เวลา 20:00 น. และ การประเมินความง่วงนอนถูกวัด 3 จุดเนื่องจากเป็นเวลาที่เริ่มดูหนังเรื่องที่ 1 เวลาเริ่มดูหนังเรื่องที่ 2 และเวลาก่อนเข้านอนโดยใช้แบบทดสอบ KSS ถูกทำการประเมินที่เวลา 20.00 น. 21.30 น. และ 23.00 น.

- หลังจากได้รับแสงสีฟ้าไฟห้องในห้องจะปิดสนิท และผู้เข้าร่วมวิจัยขอให้เข้านอนที่เวลา 23:00 น. และถูกปลุกให้ตื่นที่เวลา 07:00 น. โดยนาฬิกาปลุกดิจิตัลที่ไม่มีแสงและเสียงรบกวนในเวลากลางคืน

-หลังจากถูกปลุกให้ตื่นที่เวลา 07:00 น. ถูกวัดค่าเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองผ่านทางสายตาโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ในการทดสอบทั้ง 3 เหตุการณ์ เว้นระยะในแต่ละเหตุการณ์ 3 วัน ผู้เข้าร่วมวิจัยได้ทานอาหารเย็นช่วงเวลา 18.00 น. ที่เหมือนกันจากผู้วิจัย และถูกขอให้ไม่การออกกำลังกายหนักก่อนมาเข้าร่วมวิจัยในวันนั้น ตลอดการเก็บข้อมูลจะมีผู้ช่วยผู้วิจัย 1 คน อยู่ด้วยตั้งแต่เริ่มกระบวนการเก็บข้อมูลการวิจัยจนกระทั่งเสร็จสิ้นตลอดทั้ง 3 ครั้งที่ผู้เข้าร่วมวิจัยถูกขอให้มาทำการเก็บข้อมูล

ห้องที่ใช้ทำการศึกษาขณะได้รับแสงสีฟ้า

เป็นห้องที่มีความสว่าง 150 ลักซ์ ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร และตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 22 องศาเซลเซียส (Green, Cohen-Zion และคณะ, 2017) ผู้วิจัยจัดเตรียมแท็บเล็ต iPad Air รุ่นที่ 3 ให้ผู้เข้าร่วมในระหว่างการได้รับแสงสีฟ้า และแท็บเล็ตถูกตั้งค่าความสว่างของหน้าจอในระดับสูงสุดและปิดโหมดกลางคืน นำแท็บเล็ตวางไว้ด้านหน้าของผู้เข้าร่วมวิจัยห่างจากผู้เข้าร่วมวิจัยประมาณ 30-40 เซนติเมตร นอกจากนี้ ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนจะได้ชมภาพยนตร์ในเรื่องเดียวกันโดยผู้วิจัยเตรียมให้

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลด้วย Shapiro-wilk test ตรวจสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ One-way ANOVA ตรวจสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มและเวลาด้วย Repeated measure ANOVA กรณีที่ข้อมูลกระจายตัวแบบไม่ปกติใช้สถิติ Friedman test และ Kruskal-Wallis test เปรียบเทียบคู่ความแตกต่างโดยสถิติ Post-hoc analysis กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p<0.05$

5. ผลการวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ 21 ± 1 ปี ส่วนสูง 174.8 ± 7.3 เซนติเมตร น้ำหนัก 65.2±6.1 กิโลกรัม ค่าดัชนีมวลกาย 21.3 ± 1.1 กิโลกรัม/เมตร^2 และคะแนนการใช้โทรศัพท์ 93±17 คะแนน ชั่วโมงการนอน คะแนนคุณภาพการนอน และโครโนไทป์ ของผู้เข้าร่วมวิจัย ไม่มีความแตกต่างกันในทั้ง 3 เงื่อนไข

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาการนอนหลังจากได้รับแสงสีฟ้าในทั้ง 3 เงื่อนไข บันทึกโดยสมาร์ทวอทช์ (Xiaomi Mi Band 5) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทั้ง 3 เงื่อนไข

	เงื่อนไข		
	ควบคุม	**ได้รับแสงสีฟ้า 90 นาที**	**ได้รับแสงสีฟ้า 180 นาที**
เวลาการนอน	7.45±0.24	7.57±0.36	7.38±0.11

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความง่วงนอนสอบถามที่เวลา 20.00 น. 21.30 น. และ 23.00 น. ในช่วงเวลากลางคืนในทั้ง 1)ไม่ได้รับแสงสีฟ้า 2)ได้รับแสงสีฟ้า 1.5 ชั่วโมง (90 นาที) และ 3)ได้รับแสงสีฟ้า 3 ชั่วโมง (180 นาที)

เวลา	**เงื่อนไข**		
	ควบคุม	**ได้รับแสงสีฟ้า 90 นาที**	**ได้รับแสงสีฟ้า 180 นาที**
20.00	4±0	4±0	4±0
21.30	5±0	5±0	5±0
23.00	7±0*	7±0*	7±0*

จากตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความง่วงนอนสอบถามที่เวลา 20.00 น. 21.30 น. และ 23.00 น. ในช่วงเวลากลางคืนในทั้ง 3 เงื่อนไข โดยสอบถามผ่านแบบประเมินความง่วงนอน Karolinska sleepiness scale พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ p-value น้อยกว่า 0.05 ในทั้ง 3 เวลา ของทั้ง 3 เงื่อนไข แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่าง 3 เงื่อนไข

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองที่ทำการวัดตอน 07.00 น. หลังจากตื่นนอนในทั้ง 3 เงื่อนไข (จำนวนผู้เข้าร่วมวิจัยเท่ากับ 12 คน)

ตัวแปร	**เงื่อนไข**		
	ควบคุม	**ได้รับแสงสีฟ้า 90 นาที**	**ได้รับแสงสีฟ้า 180 นาที**
เวลาเฉลี่ยของการตอบกลับที่ถูกต้อง (วินาที)	431.0±4.2	431.0±4.2	434.0±4.9
ร้อยละของการตอบกลับที่ถูกต้อง (%)	97.9±0.5	98.7±0.5	99.2 ±0.5
ร้อยละของการตอบกลับที่ไม่ถูกต้อง (%)	2.1±0.5	1.1±0.5	0.021±0.4

จากตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อการมองเห็น (Visual reaction time) ที่ทำการวัดตอน 07.00 น.หลังจากตื่นนอนในทั้ง 3 เงื่อนไข ได้แก่ 1)ไม่ได้รับแสงสีฟ้า 2)

ได้รับแสงสีฟ้า 90 นาที และ 3)ได้รับแสงสีฟ้า 180 นาที ผลการทดลองพบว่าเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองในทั้ง 3 ตัวแปร ได้แก่ เวลาเฉลี่ยของการตอบกลับที่ถูกต้อง ร้อยละ (%) ของการตอบกลับที่ถูกต้อง และร้อยละ (%) ของการตอบกลับที่ไม่ถูกต้อง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ p-value น้อยกว่า 0.05 ในทุกเงื่อนไข

6. อภิปรายผล

ผลการศึกษาพบว่า การได้รับแสงสีฟ้าจากแท็บเล็ตเป็นเวลา 90 นาที หรือ 180 นาที ส่งผลต่อระดับความง่วงนอนที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงเวลาไม่แตกต่างกัน และไม่พบว่าการได้รับแสงสีฟ้าจากแท็บเล็ตเป็นเวลา 90 นาที หรือ 180 นาทีจะส่งผลต่อเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองในตอนเช้า

จากผลของระดับความง่วงนอนสอบถามที่เวลา 20.00 น. 21.30 น. และ 23.00 น. ในช่วงเวลากลางคืน โดยสอบถามผ่านแบบประเมินความง่วงนอน Karolinska sleepiness scale พบระดับความง่วงนอนที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันในทั้ง 3 เงื่อนไข ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าของ Rångtell และคณะในปีคศ. 2016 โดยศึกษาการใช้แท็บเล็ตที่ทำการตั้งค่าความสว่างหน้าจอไว้สูงสุด ในตอนกลางคืนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่าการใช้แท็บเล็ตที่ระยะเวลาดังกล่าวไม่ส่งผลต่อความง่วงนอนของผู้เข้าร่วมวิจัย ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นว่าการใช้แท็บเล็ตเป็นเวลา 120 นาที ไม่รบกวนความง่วงนอนตอนกลางคืนที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีแสงสีฟ้า นอกจากนี้ Ayaki และคณะ ในปีคศ. 2016 ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการสวมแว่นตาป้องกันแสงสีฟ้า และแว่นตาธรรมดา ขณะใช้อุปกรณ์ที่มีแสงสว่างในตัวเอง เป็นเวลา 120 นาทีก่อนนอน ผลการวิจัยพบว่า ไม่พบความแตกต่างของความรู้สึกง่วงของผู้เข้าร่วมวิจัย ระหว่างการส่วมแว่นตาป้องกันแสงสีฟ้าและสวมแว่นตาใส ในทางตรงข้าม van der Lely ในปีคศ. 2015ได้ศึกษาการสวมแว่นตาป้องกันแสงสีฟ้าเปรียบเทียบกับการสวมแว่นตาใส ขณะใช้จอ LED ในเวลากลางคืน เป็นเวลา 180 นาที ผลการวิจัยพบว่าการสวมแว่นตาป้องกันแสงสีฟ้าทำให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนอนหลับสบายกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการสวมแว่นตาใส อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษานี้จึงบ่งชี้ว่าการมองแสงสีฟ้าจากแท็บเล็ตเป็นเวลา 90 นาที และ 180 นาทีในเวลากลางคืนก่อนเข้านอน ไม่ส่งผลต่อกระทบความรู้สึกง่วงนอนของผู้เข้าร่วมวิจัย

สำหรับเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อการมองเห็นที่ทำการวัดตอน 07.00 น.หลังจากตื่นนอน ไม่พบความแตกต่างระหว่าง 3 เงื่อนไข ผลลัพธ์นี้คล้ายคลึงกับการศึกษาของ Heo, Kim และคณะในปีคศ. 2017 ศึกษาผลกระทบของการใช้สมาร์ทโฟนทั้งที่มีและไม่มีแสงสีฟ้าเป็นเวลา 150 นาทีในเวลากลางคืนในผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพดี จำนวน 22 คน และพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในค่าของการทดสอบปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อการมองเห็นในกลุ่มที่เล่นสมาร์ทโฟนที่มีแสงสีฟ้า และไม่มีแสงสีฟ้า ตรงกันข้ามกับการศึกษาของ Höhn, Schmid และคณะในปีคศ. 2021ที่ได้ศึกษาผลกระทบของการอ่านหนังสือเป็นเวลา 90 นาทีบนสมาร์ทโฟนที่ไม่มีตัวกรองแสงฟ้าก่อนเข้านอน และทดสอบปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อการได้ยิน (Auditory Reaction time ; ART) พบว่าปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อการได้ยิน มีค่าลดลงในเช้าวันรุ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษานี้จึงบ่งชี้ว่าการมองแสงสีฟ้าจากแท็บเล็ตเป็นเวลา 90 นาที และ 180 นาทีในเวลากลางคืนก่อนเข้านอน ไม่ส่งผลต่อกระทบเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อการมองเห็น หลังจากตื่นนอนของผู้เข้าร่วมวิจัย

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

จากผลที่ได้ในงานวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่า บุคคลทั่วไป รวมทั้งนักศึกษาที่ใช้แท็บเล็ตในการอ่านหนังสือหรือดูหนัง ก่อนนอนเป็นเวลา 180 นาที หรือ 3 ชั่วโมง ยังไม่ส่งผลต่อความง่วงนอนในตอนกลางคืน รวมทั้งประสิทธิภาพของปฏิกิริยาการตอบสนองต่อการมองเห็นในช่วงเช้า อย่างไรก็ตามการใช้เวลาในการจ้องหน้าจอแท็บเล็ตที่นานกว่า 3 ชั่วโมงขึ้นไปจะส่งผลหรือไม่นั้น ควรต้องศึกษาต่อไป

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

เพื่อความเข้าใจในผลกระทบเกี่ยวกับการรับแสงสีฟ้าก่อนเข้านอนอาจต้องทำการศึกษาในประชากรที่มีจำนวนมากขึ้นและหลากหลาย เช่น เพศ ช่วงอายุ หรือในกลุ่มนักกีฬา และอาจวัดในการได้รับแสงสีฟ้ามากกว่า 1 วันขึ้นไป ซึ่งอาจจะทำให้สามารถเห็นผลการศึกษาที่ชัดเจนเกี่ยวกับการได้รับแสงสีฟ้า ตลอดจนศึกษาในตัวแปรอื่นๆเช่น ความตื่นตัว (alertness) ในตอนเช้าหรือตอนบ่ายทำให้มีผลที่หลากหลาย เป็นประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้มากยิ่งขึ้น

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอบพระคุณคณาจารย์ บุคลากร และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล และงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัยบางส่วนจากบัณฑิตวิทยาลัย และสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

9. เอกสารอ้างอิง

Algvere, P. V., J. Marshall and S. Seregard (2006). "Age-related maculopathy and the impact of blue light hazard." Acta Ophthalmologica Scandinavica 84(1): 4-15.

Ayaki, M., A. Hattori, Y. Maruyama, M. Nakano, M. Yoshimura, M. Kitazawa, K. Negishi and K. Tsubota (2016). "Protective effect of blue-light shield eyewear for adults against light pollution from self-luminous devices used at night." Chronobiology International 33(1): 134-139.

Chinoy, E. D., J. F. Duffy and C. A. Czeisler (2018). "Unrestricted evening use of light-emitting tablet computers delays self-selected bedtime and disrupts circadian timing and alertness." Physiological reports 6(10): e13692.

Dagan, Y. (2002). "Circadian rhythm sleep disorders (CRSD)." Sleep medicine reviews 6(1): 45-55.

Green, A., M. Cohen-Zion, A. Haim and Y. Dagan (2017). "Evening light exposure to computer screens disrupts human sleep, biological rhythms, and attention abilities." Chronobiology international 34(7): 855-865.

Hannibal, J., P. Hindersson, J. Østergaard, B. Georg, S. Heegaard, P. J. Larsen and J. Fahrenkrug (2004). "Melanopsin is expressed in PACAP-containing retinal ganglion cells of the human retinohypothalamic tract." Investigative ophthalmology & visual science 45(11): 4202-4209.

Heo, J.-Y., K. Kim, M. Fava, D. Mischoulon, G. I. Papakostas, M.-J. Kim, D. J. Kim, K.-A. J. Chang, Y. Oh and B.-H. Yu (2017). "Effects of smartphone use with and without blue light at night in healthy adults: A randomized, double-blind, cross-over, placebo-controlled comparison." Journal of psychiatric research 87: 61-70.

Höhn, C., S. R. Schmid, C. P. Plamberger, K. Bothe, M. Angerer, G. Gruber, B. Pletzer and K. Hoedlmoser (2021). "Preliminary Results: The Impact of Smartphone Use and Short-Wavelength Light during the Evening on Circadian Rhythm, Sleep and Alertness." Clocks & Sleep 3(1): 66-86.

Holzman, D. C. (2010). What's in a color? The unique human health effects of blue light, National Institute of Environmental Health Sciences.

Knufinke, M., L. Fittkau-Koch, E. I. Møst, M. A. Kompier and A. Nieuwenhuys (2019). "Restricting short-wavelength light in the evening to improve sleep in recreational athletes–A pilot study." European journal of sport science 19(6): 728-735.

Lewy, A. J., T. A. Wehr, F. K. Goodwin, D. A. Newsome and S. Markey (1980). "Light suppresses melatonin secretion in humans." Science 210(4475): 1267-1269.

Ong, A. D., S. Kim, S. Young and A. Steptoe (2017). "Positive affect and sleep: A systematic review." Sleep medicine reviews 35: 21-32.

Pilcher, J. J. and A. I. Huffcutt (1996). "Effects of sleep deprivation on performance: a meta-analysis." Sleep 19(4): 318-326.

Rahman, S. A., M. A. S. Hilaire and S. W. Lockley (2017). "The effects of spectral tuning of evening ambient light on melatonin suppression, alertness and sleep." Physiology & behavior 177: 221-229.

Rångtell, F. H., E. Ekstrand, L. Rapp, A. Lagermalm, L. Liethof, M. O. Búcaro, D. Lingfors, J.-E. Broman, H. B. Schiöth and C. Benedict (2016). "Two hours of evening reading on a self-luminous tablet vs. reading a physical book does not alter sleep after daytime bright light exposure." Sleep medicine 23: 111-118.

Tähkämö, L., T. Partonen and A.-K. Pesonen (2019). "Systematic review of light exposure impact on human circadian rhythm." Chronobiology international 36(2): 151-170.

Tettamanti, G., A. Auvinen, T. Åkerstedt, K. Kojo, A. Ahlbom, S. Heinävaara, P. Elliott, J. Schüz, I. Deltour, H. Kromhout, M. B. Toledano, A. H. Poulsen, C. Johansen, R. Vermeulen, M. Feychting and L. Hillert (2020). "Long-term effect of mobile phone use on sleep quality: Results from the cohort study of mobile phone use and health (COSMOS)." Environment International 140: 105687.

Van der Lely, S., S. Frey, C. Garbazza, A. Wirz-Justice, O. G. Jenni, R. Steiner, S. Wolf, C. Cajochen, V. Bromundt and C. Schmidt (2015). "Blue blocker glasses as a countermeasure for alerting effects of evening light-emitting diode screen exposure in male teenagers." Journal of Adolescent Health 56(1): 113-119.

KEMP, S. (2021). THAILAND. DataReportal – Global Digital Insights. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 19 สิงหาคม 2021, จาก: URL. https://datareportal.com/reports/digital-2021-thailand

การศึกษาหาระยะเวลาการคงอยู่ลายนิ้วมือแฝงบนพลาสติกโดยใช้วิธีซุปเปอร์กลู

A study of latent fingerprint remaining period on plastic surface by Superglue

ปิยนุช สวัสดี[1], รศ.(พิเศษ) พลตำรวจโท ดร.ณรงค์ กุลนิเทศ[2]

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

s64562805005@ssru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาระยะเวลาการคงอยู่ของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติกด้วยการใช้วิธีซุปเปอร์กลู เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบลายนิ้วมือแฝงบนพลาสติกประเภทต่างๆ ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันโดยศึกษาจากพลาสติกตามท้องตลาดจำนวน 5 ชนิด มาทำการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่ช่วงระยะเวลาต่างๆ กัน 5 ช่วงเวลา คือ 1วัน 3 วัน 7 วัน 10วัน และ 14วัน โดยนับจำนวนจุดที่ปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงบนพลาสติก พบผลการศึกษาพบว่า วิธีซุปเปอร์กลู สามารถตรวจหาลายนิ้วมือแฝงได้บนพลาสติกทุกประเภทแต่ปรากฏลายนิ้วมือแฝงไม่ครบทุกช่วงเวลาเมื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบการปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝงของที่จัดเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องและที่โล่งแจ้ง ด้วยวิธีIndependent t-test พบว่าที่ระดับนัยสำคัญ0.05 การตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงบนพลาสติก ทั้ง 2 สถานที่มีการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: ลายนิ้วมือแฝง / พลาสติก / ซุปเปอร์กลู

ABSTRACT

The aims of this research is to study latent fingerprint remaining period on plastic using superglue dusting method to reveals determined the latent fingerprints and compared the qualities of them on 5 types of plastic surfaces including Polyethylene Terephthalate (PET), High Density Polyethylene (HDPE), Polystyrene Polypropylene (PP), white Malamine formaldehyde and colour Malamine formaldehyde in different environments. The plastic bottles were selected from on market and then were investigated to find latent fingerprints in 5 different periods: 1 day, 3 days, 7 days, 10 days, 14 days. The numbers of latent fingerprints appearing were recorded. The result show that superglue method was detected the latent fingerprints on all kinds of plastic surface but not in all periods. After compared the duration of the latent fingerprint, which stored in room temperature in open environment by using Independent T-Test, it was found that, at a significance level of 0.05, both latent fingerprints appeared identical

Keywords: latent fingerprints / plastic / Superglue

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ปัจจุบันวัตถุพยานทางนิติวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการยุติธรรม มุ่งเน้นเพื่อพิสูจน์การกระทำผิดของผู้ต้องสงสัย และพิสูจน์ความบริสุทธิ์ของผู้ถูกกล่าวหา ซึ่งการตรวจพิสูจน์หลักฐานมีบทบาทและมีความสำคัญมากยิ่งขึ้นในกระบวนการสืบสวนสอบสวนทางนิติวิทยาศาสตร์ เนื่องจาก เราสามารถเชื่อมโยงไปถึงผู้กระทำความผิด สถานที่เกิดเหตุ ผู้ถูกกระทำ รวมถึงผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในคดีต่างๆ พยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์นั้นมีหลายชนิด ซึ่งพยานหลักฐานรอยลายนิ้วมือแฝง เป็นหนึ่งในพยานหลักฐานที่นำมาใช้ในกระบวนการพิจารณาคดีความในชั้นศาลได้ เนื่องจากลายนิ้วมือนั้นไม่เปลี่ยนแปลงตั้งแต่เกิดจนกระทั่งเสียชีวิต ไม่ซ้ำกันแม้จะเป็นฝาแฝด และถึงแม้ผิวหนังชั้นนอกจะถูกทำลายหรือลอกออกไป ผิวหนังจะมีกระบวนการงอกขึ้นมาใหม่เหมือนเดิม โดยธรรมชาติแล้วส่วนประกอบของรอยลายนิ้วมือนั้น มีทั้งน้ำ ไขมัน กรดอะมิโน และอื่นๆ โดยส่วนประกอบที่เป็นไขมัน จะเป็นสิ่งที่เรานำมาหารอยลายนิ้วมือได้ อีกทั้งการตรวจพิสูจน์เพื่อยืนยันตัวบุคคลด้วยลายนิ้วมือแฝงนั้น ยังเป็นวิธีการที่ไม่สิ้นเปลืองงบประมาณอีกด้วย ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้มีการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเทคนิคในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิววัตถุพยานแบบต่างๆอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจพิสูจน์ให้มีความทันสมัย และรวดเร็ว

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

(1) เพื่อศึกษาหาระยะเวลาการคงอยู่ของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนวัสดุพลาสติก ด้วยการใช้วิธีซุปเปอร์กลู

(2) เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบการปรากฏลายนิ้วมือแฝงบนพลาสติกประเภท PET, PP , HDPE, ภาชนะเมลามีนสีขาว และภาชนะเมลามีนมีสีสัน ในอุณหภูมิห้อง 23-28 องศาเซลเซียส และที่โล่งแจ้งจังหวัดกรุงเทพมหานคร เวลา 12.00 นาฬิกา อุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

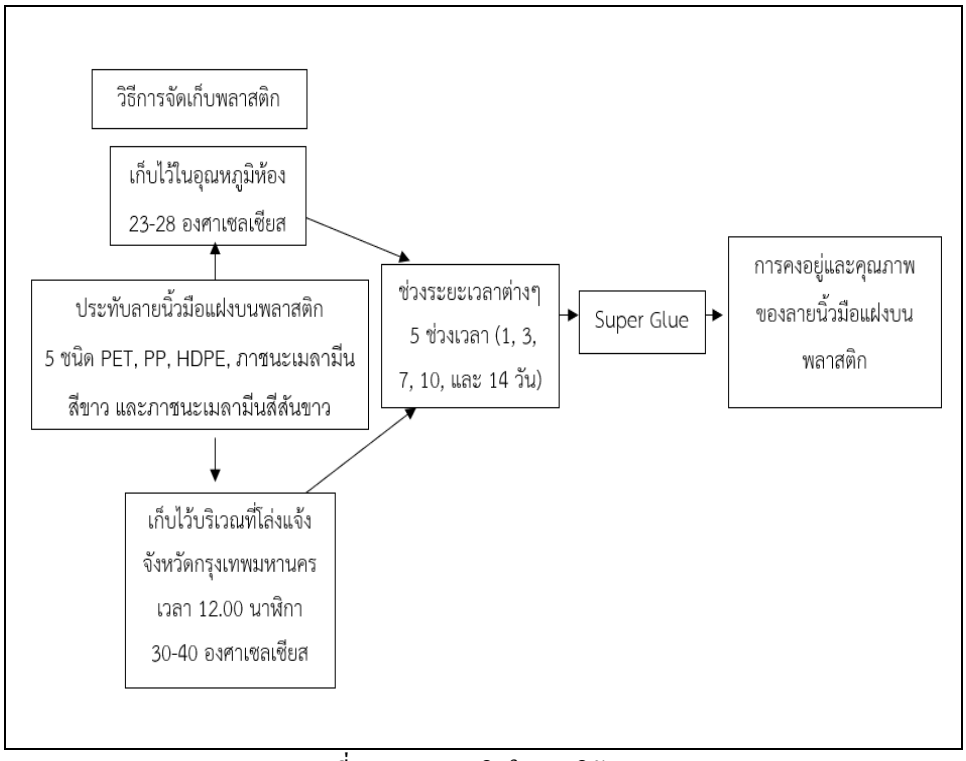
สวลี ลิมป์ รัชตวิชัย (2540) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการหาระยะเวลานานที่สุดที่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงด้วยผงฝุ่น โดยศึกษาจากการนำกระจกและแผ่นอลูมิเนียมที่ทำการประทับลายนิ้วมือมาตรวจหาลายนิ้วมือแฝงโดยวิธีการปัดฝุ่นที่ระยะเวลาต่างๆกัน และในสภาวะที่ควบคุมกับไม่ควบคุมอุณหภูมิผลการทดลองพบว่าลายนิ้วมือแฝงมีอายุการเก็บเป็นเวลานาน ปรากฏว่าไม่สามารถตรวจเก็บได้ด้วยผงฝุ่น อาจเนื่องมาจากปัจจัยทางอุณหภูมิสภาพแวดล้อมและเวลาที่ผ่านไป

นันทิกาญน์ บำรุงกิจ (2551) ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการตรวจหารอยลายนิ้วมือบนกระสุนปืนด้วยวิธีการปัดผงฝุ่น วิธีซุปเปอร์กลู วิธีเพอร์มาบลู และวิธีกันบลูอิง โดยศึกษาทั้งก่อนยิงปืนและหลังยิงปืนจากกระสุนปืนขนาด .38, .45, 9 มม. และ 7.62 ที)ช่วงเวลา 3 นาที 1, 12, 24, 48 ชั่วโมงตามลำดับ พบว่า ก่อนการยิงปืนปลอกกระสุนปืนทัง 4 ชนิดปรากฏรอยลายนิ้วมือแฝงในกระสุนทุกขนาด ทุกช่วงเวลา และทุกวิธีการที่ทำการตรวจ หลังการยิงปืน พบว่าวิธีเพอร์มาบลูและวิธีกันบลูอิง มีการปรากฏขึ้นของรอยลายนิวมือแฝงคิดเป็น ร้อยละ 66.67 และร้อยละ60.00

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงนำแนวคิดการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุที่ต่างกัน ที่ช่วงระยะเวลาต่างกันและสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน มาทำการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงกล่าวคือ จากผลการทดลองพลาสติกทุกชนิดจะ

สามารถเก็บลายนิ้วมือแฝงได้แต่ระยะเวลาในการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงยิ่งระยะเวลานานผลของการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงก็จะลดลงตามไปด้วย หากเก็บลายนิ้วมือไว้นานลายนิ้วมือแฝงก็จะไม่สามารถเก็บได้ โดยจะพบว่าระยะเวลาที่สามารถเก็บลายนิ้วมือแฝงได้นานที่สุด โดยวิธีซุปเปอร์กลู คือ 14 วัน

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.3 สมมติฐานการวิจัย

- ระยะเวลาที่ต่างกันจะมีการปรากฏรอยลายนิ้วมือแฝงแตกต่างกัน
- ประเภทของพลาสติกที่ต่างกันจะมีการปรากฏรอยลายนิ้วมือแฝงแตกต่างกัน
- สภาพแวดล้อมเก็บพลาสติกที่ต่างกันจะมีการปรากฏรอยลายนิ้วมือแฝงแตกต่างกัน

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาหาระยะเวลาการเกิดลายนิ้วมือแฝงบนพลาสติก ในสภาวะแวดล้อมแตกต่างกัน โดยทำการหาระยะเวลา 5 ช่วงเวลาที่จะปรากฏลายนิ้วมือแฝง โดยใช้วิธี Super Glue

4.2 ตัวอย่าง

การศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ใช้วิธีการเลือกสุ่มตัวอย่างพลาสติกในการทดลองครั้งนี้ พลาสติกประเภท PET (Polyethylene terephthalate), PP (Polypropylene), HDPE (High Density Polyethylene), ประเภทภาชนะเมลามีนสีขาว และ ภาชนะเมลามีนมีสีสัน

4.3 เครื่องมือวิจัย

ตู้อบ Super Glue, Cyanoacrylate, ผงฝุ่นดำ (Black Powder), แปรงปัดขนกระรอก, กล้องถ่ายภาพ, เทปใส, กระดาษสีขาว, กรรไกร, ถุงมือ และแว่นขยาย

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. นำพลาสติกที่ใช้ในการทดลองทั้ง 5 ประเภท ประเภทละ 10 ชิ้น ทั้งหมด 50 ชิ้น ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาด ตั้งทิ้งไว้ให้แห้ง

2. ให้อาสาสมัครที่ไม่ผ่านการล้างมือนานอย่างน้อย 1 ชั่วโมง นำนิ้วหัวแม่มือสัมผัสบริเวณใบหน้าในส่วนที่มีไขมันติดอยู่ เช่น หน้าผาก จมูก แล้วประทับรอยลายนิ้วมือลงบนตัวอย่างที่เตรียมไว้โดยใช้แรงกดประมาณ 1,500 กรัม ใช้เวลาในการกด 3 - 5 วินาที จากนั้นดึงมือขึ้นในแนวดิ่งเพื่อป้องกันไม่ให้นิ้วมือมีการบิดหรือเคลื่อนที่ซึ่งอาจทำให้ลายนิ้วมือแฝงที่ได้มีความคลาดเคลื่อนไป โดยนำพลาสติกที่ประทับลายนิ้วมือแฝงเรียบร้อยแล้วเก็บใส่ตะกร้า นำไปวางไว้ในที่อุณหภูมิห้อง หมายถึง อุณหภูมิปกติของสถานที่ทำการทดลอง 23-28 องศาเซลเซียส และวางไว้บริเวณที่โล่งแจ้ง หมายถึง สถานที่ที่มีแสงแดดส่องถึงจังหวัดกรุงเทพมหานครเวลา 12.00 นาฬิกา 30-40 องศาเซลเซียส

3. ทำการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝง 5 ครั้ง ตามระยะเวลาดังนี้

ตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงครั้งที่1 เก็บที่อุณหภูมิห้องและที่โล่งแจ้ง เมื่อเวลาผ่านไป 1 วัน

ตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงครั้งที่2 เก็บที่อุณหภูมิห้องและที่โล่งแจ้ง เมื่อเวลาผ่านไป 3 วัน

ตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงครั้งที่3 เก็บที่อุณหภูมิห้องและที่โล่งแจ้ง เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน

ตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงครั้งที่4 เก็บที่อุณหภูมิห้องและที่โล่งแจ้ง เมื่อเวลาผ่านไป 10 วัน

ตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงครั้งที่5 เก็บที่อุณหภูมิห้องและที่โล่งแจ้ง เมื่อเวลาผ่านไป 14 วัน

วิธีทำการทดลอง

1. นำพลาสติกตัวอย่างที่ประทับรอยลายนิ้วมือแล้ว ทั้งหมด 50 ชิ้นโดยใช้วิธีซุปเปอร์กลูนำพลาสติกตัวอย่างที่เตรียมไว้เข้าตู้อบ Super Glue โดยใส่ Cyanoacrylate ลงไปในตู้ด้วย และอบเป็นระยะเวลา 45 นาที

2. นำพลาสติกตัวอย่างทั้งหมด 50 ชิ้น ออกจาก ตู้อบ Super Glue ซึ่งจะมีสีขาวบนพลาสติกตัวอย่าง จากนั้นมาทำให้สามารถมองเห็นชัดขึ้น โดยการใช้วิธีปัดฝุ่นโดยใช้ผงฝุ่นสีดำ โดยจุ่มแปรงขนกระรอกลงบนผงฝุ่นเล็กน้อย ปัดแปรงเบาๆลงบนพลาสติกตัวอย่าง ผงฝุ่นที่ติดปลายแปรงจะติดลายนิ้วมือ เมื่อเห็นลายนิ้วมือแล้วใช้แปรงที่ไม่มีผงฝุ่นปัดเบาๆเอาฝุ่นส่วนที่เกินออก

3. จัดเก็บลายนิ้วมือบนพลาสติกตัวอย่างโดยใช้เทปใสติดลงบนพลาสติกที่เห็นรอยลายนิ้วมือแฝงค่อยๆ ลอกเทปใสที่ติดลายนิ้วมือแฝงขึ้นมาติดบนกระดาษสีขาวที่เตรียมไว้

4. บันทึกข้อมูลโดยการถ่ายภาพ ด้วยกล้องถ่ายภาพ Nikon

5. ส่งรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้ให้ผู้ชำนาญด้านการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงของสำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ตรวจสอบและให้คะแนน

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์การตรวจหาระยะเวลาการคงอยู่ของรอยลายนิ้วมือแฝงบนพลาสติก ว่าช่วงระยะเวลาใดรอยลายนิ้วมือแฝงยังคงอยู่บนพลาสติกเป็นค่าร้อยละ (Percentage)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาเปรียบเทียบการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยวิธีที่ต่างกัน ใช้สถิติเชิงอนุมาน คือ Independent t-test โดยมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ สมมติฐานที่กำหนดไว้ ดังนี้ H0 = วิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงบนพลาสติกที่ต่างกันมีการปรากฏของรอยลายนิ้วมือแฝงไม่แตกต่างกัน และ H1 = วิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงบนพลาสติกที่ต่างกันมีการปรากฏของรอยลายนิ้วมือแฝงแตกต่างกัน

5. ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์การศึกษาการตรวจเก็บลายนิ้วมือบนพลาสติกทั้งหมด 5 ชนิด โดยมีระยะการเก็บลายนิ้วมือแฝงทั้งหมด 5 ช่วงเวลาและมีสถานที่จัดเก็บพลาสติกที่ใช้ทดลอง 2 สถานที่ คือ อุณหภูมิห้อง และที่โล่งแจ้งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโดยเก็บรวบรวมพลาสติกตัวอย่างจากร้านสะดวกซื้อในกรุงเทพมหานคร จำนวน 5 ชนิด โดยเก็บลายนิ้วมือแฝงจากอาสาสมัครเพศชาย อายุ 32 ปี น้ำหนักประมาณ 70 กิโลกรัม สูงประมาณ 178 เซนติเมตร 1 คน โดยทำการตรวจวิเคราะห์หาลายนิ้วมือแฝง โดยใช้วิธีซุปเปอร์กลู

ตารางที่ 1 ผลการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงบนพลาสติกชนิดต่างๆ โดยเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง

	จำนวนที่ปรากฏรอยลายนิ้วมือ					
เวลา	ประเภทที่ 1 PET	ประเภทที่ 2 PP	ประเภทที่ 3 HDPE	ประเภทที่ 4 ภาชนะเมลามีนสีขาว	ประเภทที่ 5 ภาชนะเมลามีนสีสัน	ค่าเฉลี่ย
1วัน	10	10	10	10	10	10
3วัน	10	10	10	7	7	8.8
7วัน	6	10	9	4	7	7.2
10วัน	6	4	4	1	4	3.8
14วัน	0	0	0	0	3	0.6
ค่าเฉลี่ย	6.4	6.8	6.6	4.4	6.2	6.08

จากตาราง 1 เมื่อนำข้อมูลการให้คะแนนลายนิ้วมือแต่ละประเภทมาคิดค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบระหว่างประเภทของพลาสติกและระยะเวลาที่ทำการทดลอง ในการจัดเก็บพลาสติกไว้ในอุณหภูมิห้อง โดยวิธีซุปเปอร์กลู

พบว่าในพลาสติกประเภทที่ 1 คือ PET พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.4 พลาสติกประเภทที่ 2 คือ PP พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.8 พลาสติกประเภทที่ 3 คือ HDPE พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.6 พลาสติกประเภทที่ 4 คือ ภาชนะเมลามีนสีขาว พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.4 พลาสติกประเภทที่ 5 คือ ภาชนะเมลามีนสีสัน พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.2

จากระยะเวลาที่ทำการทดลอง 5 ช่วงเวลา คือ 1วัน 3วัน 7วัน 10วัน และ 14วัน ที่อุณหภูมิห้อง

ระยะเวลา 1 วัน พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10

ระยะเวลา 3 วัน พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.8

ระยะเวลา 7 วัน พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.2

ระยะเวลา 10 วัน พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.8

ระยะเวลา 14 วัน พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.6

ตารางที่ 2 ผลการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงบนพลาสติกชนิดต่างๆ โดยเก็บไว้ในที่โล่งแจ้ง

	จำนวนที่ปรากฏรอยลายนิ้วมือ					
เวลา	ประเภทที่ 1 PET	ประเภทที่ 2 PP	ประเภทที่ 3 HDPE	ประเภทที่ 4 ภาชนะเมลามีนสีขาว	ประเภทที่ 5 ภาชนะเมลามีนสีสัน	ค่าเฉลี่ย
1 วัน	10	10	10	10	10	10
3 วัน	10	10	10	3	5	7.6
7 วัน	2	10	7	2	4	5
10 วัน	1	7	1	1	3	2.6
14 วัน	0	1	0	0	2	0.6
ค่าเฉลี่ย	4.6	7.6	5.6	3.2	4.8	5.16

จากตาราง 2 เมื่อนำข้อมูลการให้คะแนนลายนิ้วมือแต่ละประเภทมาคิดค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบระหว่างประเภทของพลาสติกและระยะเวลาที่ทำการทดลอง ในการจัดเก็บพลาสติกไว้ในที่โล่งแจ้ง โดยวิธีซุปเปอร์กลู

พบว่าในพลาสติกประเภทที่ 1 คือ PET พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 พลาสติกประเภทที่ 2 คือ PP พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.6 พลาสติกประเภทที่ 3 คือ HDPE พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.6 พลาสติกประเภทที่ 4 คือ ภาชนะเมลามีนสีขาว พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.2 พลาสติกประเภทที่ 5 คือ ภาชนะเมลามีนสีสัน พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.8

จากระยะเวลาที่ทำการทดลอง 5 ช่วงเวลา คือ 1วัน 3วัน 7วัน 10วัน และ 14วัน ที่โล่งแจ้ง

ระยะเวลา 1 วัน พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10

ระยะเวลา 3 วัน พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.6

ระยะเวลา 7 วัน พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5

ระยะเวลา 10 วัน พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.6

ระยะเวลา 14 วัน พบว่ามีรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.6

การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการตรวจเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

จากการทดลองพบว่า การเก็บพลาสติกไว้ในอุณหภูมิห้องจะได้ผลดีกว่าเก็บไว้ในที่โล่งแจ้ง โดยเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องผลการปรากฏรอยลายนิ้วมือคิดเป็นร้อยละ 60.8 ส่วนเก็บไว้ในโล่งแจ้งผลการปรากฏรอยลายนิ้วมือคิดเป็นร้อยละ 51.6

ผลการเก็บลายนิ้วมือ

จากการศึกษาพบว่าวิธีการเก็บรักษาพลาสติกโดยเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องจะสามารถตรวจหาลายนิ้วมือแฝงและความสมบูรณ์ของลายเส้นได้ดีกว่าเก็บไว้ในที่โล่งแจ้งเล็กน้อยโดยมีระยะการเก็บ 5ช่วงเวลา 1 วัน 3วัน 7 วัน 10วัน และ 14วัน

ผลการเปรียบเทียบการปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝงของพลาสติกที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง และที่โล่งแจ้งบนพลาสติกโดยการวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Independent t-test

ตารางที่ 3

วิธีการตรวจ	N	Mean	Std. Deviation	t	Sig.
อุณหภูมิห้อง	5	6.08	0.97	1.093	.377
โล่งแจ้ง	5	5.16	1.61		

จากตาราง 3 พบว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 การตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงบนพลาสติกทั้ง 2 สถานที่มีการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ไม่แตกต่างกัน

6. อภิปรายผล

จากผลการทดลองจะพบว่าลายเส้นต่าง ๆ ของรอยลายนิ้วมือที่เกิดขึ้นบนพลาสติก แต่ละช่วงเวลาของแต่ละบุคคลนั้นแตกต่างกันเนื่องจาก

1) สภาพทางสรีรวิทยาผิวหนังของแต่ละคนที่ประทับรอยลายนิ้วมือบนพลาสติกพบว่า ลายนิ้วมือแฝงบางคนจะปรากฏชัดเจน บางคนไม่ชัดเจน อาจเนื่องมาจากการหลั่งของเหงื่อ ความชื้น และไขมัน มีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล ปัจจัยที่มีผลต่อการหลั่งของเหงื่อ และสารจากต่อมไขมัน ได้แก่ อุณหภูมิ อารมณ์และความชื้น ซึ่งในแต่ละวันอาจมีความแตกต่างกันได้

2) การประทับรอยลายนิ้วมือที่มีความชื้น และไขมันบนลายนิ้วมือมากทำให้รอยลายนิ้วมือบนพลาสติกมีความแตกต่างกันของเส้นนูนและเส้นร่องน้อย ทำให้การเกิดรอยลายนิ้วมือไม่ชัดเจน

3) เส้นลายนิ้วมือที่มีขนาดเล็กของบุคคล เมื่อทำการประทับรอยลายนิ้วมือ บนพลาสติก แล้วนำมาหาวิธีการตรวจหารอยลายนิ้วมือ ผลที่ได้อาจเกิดความไม่ชัดเจนของรอยลายนิ้วมือได้

จากผลการทดลองพลาสติกทุกชนิดจะสามารถเก็บลายนิ้วมือแฝงได้แต่ระยะเวลาในการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงยิ่งระยะเวลานานผลของการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงก็จะลดลงตามไปด้วย หากเก็บลายนิ้วมือไว้นานลายนิ้วมือแฝงก็จะไม่สามารถเก็บได้ โดยจะพบว่าระยะเวลาที่สามารถเก็บลายนิ้วมือแฝงได้นานที่สุด โดยวิธีซุปเปอร์กลู คือ 14 วัน ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้เนื่องจากหากเวลานาน ลายนิ้วมือแฝงก็จะถูกสภาพแวดล้อมทำลายไปจึงไม่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้ และในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน จะส่งผลต่อการปรากฏของลายนิ้วมือบนพลาสติกที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากอุณหภูมิของสถานที่ที่จัดเก็บมีความใกล้เคียงกัน

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

(1) ในการเก็บลายนิ้วมือแฝงนั้นควรมีความระมัดระวังเป็นอย่างมากควรมีสมาธิ และสวมถุงมือก่อนทำการตรวจเก็บลายนิ้วมือเนื่องจากอาจทำให้ลายนิ้วมือแฝงเพิ่มขึ้นได้หรือรอยลายนิ้วมือไปทับซ้อนกันได้

(2) ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้ศึกษาลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนพลาสติก 5 ประเภท เท่านั้น โดยไม่ได้คำนึงถึงพลาสติกประเภทอื่นๆที่มีอีกหลายประเภท

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

(1) จากการวิจัยในครั้งนี้ได้ใช้วิธีหาลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธีซุปเปอร์กลูจึงควรมีการทดลองโดยใช้วิธีหาลายนิ้วมือแฝงแบบอื่นเพิ่มเติม

(2) พลาสติกมีหลายชนิด แต่ละชนิดจะให้ผลการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงที่แตกต่างกันจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในพลาสติกชนิดอื่น ๆ

8. กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากผู้มีพระคุณทั้งหลายรวมไปถึงกองพิสูจน์หลักฐานกลาง สำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ ที่อนุเคราะห์ให้ใช้ห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์ภายในห้องปฏิบัติการ ผู้วิจัยมีความรู้สึกซาบซึ้งและเห็นคุณค่าของความสำเร็จเป็นอย่างยิ่ง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ.(พิเศษ) พลตำรวจโท ดร.ณรงค์ กุลนิเทศ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้งานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยในครั้งนี้เกิดประโยชน์แก่วงการทางด้านนิติวิทยาศาสตร์มากที่สุดเท่าที่จะมากได้เพื่อการค้นคว้า การดำเนินการต่องานวิจัยของผู้วิจัยคนอื่นๆต่อไป

9. เอกสารอ้างอิง

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2565). พลาสติก Retrieved from http://th.wikipedia.org/wiki/พลาสติก

ศิริรัตน์ เที่ยงเธียรธรรม. (2556). การปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุที่จมอยู่ในน้ำธรรมชาติ โดยใช้ Small Particle Reagent และผงฝุ่นดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร,

สมาคมพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ประเทศไทย (2020). **รู้รอบเรื่องพลาสติก ตอนที่ 1 ประวัติความเป็นมาของพลาสติก** จาก https://adeq.or.th/knowlage-about-plastic-01/

สำนักงานกิจการยุติธรรม กระทรวงยุติธรรม. (2552) รายงานข้อมูลสถิติอาชญากรรมภาคประชาชนทั่วประเทศ พ.ศ.2550. กรุงเทพฯ

John W. Bond. (2008). Visualization of latent fingerprint corrosion of metallic surface. Journal Forensic Science, 53, 812-822. (2008).

Wiesner, S. et al. “Chemical Development of Latent Fingerprints: 1,2-Indanedione Has Come of Age.” Forensic Science International 46 (2001): 1082-1084 [online], Accessd 4 January 2009. Available from http://www.sciencedirect.com

ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things (IOT) ในเขตจังหวัด ชลบุรี

The Study the factors affecting the choice of buying a house type Smart Home Internet of Things (IoT) System in the province of Chonburi

นนทวัชร์ ดำรงบุญ
นักศึกษามหาบัณฑิต หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการนวัตกรรมดิจิทัลและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
E-mail: nontawat.drb@gmail.com
อาจารย์ ดร.ชนะกัญจน์ ศรีรัตนบัลล์
อาจารย์ที่ปรึกษา คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
E-mail: chanas26@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things (IOT) ในเขตจังหวัด ชลบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี 2) ศึกษาแนวทางในการนำไปพัฒนาโครงการบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานภาพ อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน และภูมิลำเนา และ จำแนกตามปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด (7P's) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ ราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย การส่งเสริมการตลาด บุคคล กระบวนการ และกายภาพการนำเสนอ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา คือ ประชากรที่มีการวางแผนจะซื้อบ้าน Smart Home ระบบ Internet of Things ในจังหวัด ชลบุรี จำนวน 418 คน ได้มาโดยการคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรของทาโร่ ยามาเน่ (Taro Yamane, 1973) เครื่องมือที่ใช้ คือแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติวิเคราะห์ คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีการ Least-Significant Different (LSD) การวิเคราะห์ถดถอย (Multiple Linear Regression Analysis) การวิเคราะห์ Chi-Square และการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient) ผลการวิจัย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากเป็นเพศหญิง มีอายุ 31-39 ปี มีการศึกษาระดับปริญญาตรี มีสถานภาพโสด ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว/เจ้าของกิจการ มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 20,000-35,000 บาท และมีผู้มิลำเนาในภาคกลาง การเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things (IOT) ในเขตจังหวัด ชลบุรี มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านบุคคล มีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านกระบวนการ ด้านกายภาพการนำเสนอ ด้านราคา ด้านการส่งเสริมการตลาด และด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ตามลำดับ การทดสอบสมมติฐานพบว่า 1) ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ อายุ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน มีการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี แตกต่างกัน นอกนั้นไม่แตกต่าง 2) ปัจจัยด้าน

ประชากรศาสตร์ เพศ อายุ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน มีความสัมพันธ์กับการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี นอกนั้นไม่มีความสัมพันธ์ 3) ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด (7P's) 6 ด้าน ส่งผลต่อการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี ส่วนปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด (7P's) ด้านกระบวนการไม่ส่งผล 4) ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด (7P's) 7 ด้าน มีความสัมพันธ์กับการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี มีความสัมพันธ์กันทั้งหมด

คำสำคัญ: ปัจจัย/ การเลือกซื้อ/ บ้านสมาร์ทโฮม/ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

ABSTRACT

The study of the factors influencing customer purchase of Internet of Things (IOT) in Smart Homes, Chon Buri, Thailand. The purposes of this study are: 1) To explore the factors that influence the customer's purchasing decisions of Internet of Things (IOT) in Smart Homes, in Chon Buri province. 2)To study the process of innovating Internet of Things (IOT) into Smart Homes housing estates development, in Chon Buri province. Segmentation based on demographics such as gender, age, education, average monthly income and address. Segmentation by marketing mix (7P's) such as products, price, place, promotion, people, process and physical evidence The sample size for this study is 418 participants, who planned to purchase a Smart Homes system using Internet of Things (IOT), in Chon Buri. The sample size is calculated by using the Taro Yamane method. The tools used in this study are: survey, statistical analysis (by Mean and Standard Deviation), T-Test, One-way ANOVA, Pair Comparison (by Least-Significant Difference), Multiple Linear Regression Analysis, Chi-Square Test and Pearson's Product-Moment Correlation Coefficient. The research found that the survey participants are mostly female, the age between 31 to 39, in bachelor's degree, with an average monthly income at 20,000 - 35,000 THB. Based on the survey, the highest factor that influences customer purchase is People. Then, Product and Process, respectively. From the hypothesis test found that: 1) Based on demographics factors: age and average monthly income have a different purchase decision. The other factors are not. 2)Based on demographics factors: gender, age and average monthly income are related to the purchase decision. The other factors are not. 3)Based on marketing mix factors: Process doesn't affect the purchase decision. The other factors affect. 4) Based on marketing mix factors, all factors are related to the purchase decision.

Keywords: Smart Homes/ Internet of Things (IOT)/ Factors influencing

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

บ้านหรือที่อยู่อาศัยเป็นปัจจัย 4 ของการดำรงชีวิต การเลือกที่อยู่อาศัยก็เป็นปัจจัยหลัก ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบบ้าน ลักษณะบ้าน ขอบเขตรอบบ้าน ความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่นำไปสู่คุณภาพชีวิตที่ดี ปัจจุบันโครงการบ้านต่างๆได้เริ่มนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการขายบ้าน จึงทำให้เกิดเรียกบ้านประเภท Smart Home ขึ้นมา อีกหนึ่งนวัตกรรมการอยู่อาศัยของคนยุคดิจิทัล ซึ่งได้รับการกล่าวถึงมาสักพักแล้ว และตอนนี้ Smart

Home ไม่เพียงเป็นกระแสเทคโนโลยีในอนาคตอย่างที่เคยได้รับการกล่าวถึงมา แต่กำลังจะกลายเป็นเรื่องใกล้ตัวที่เกิดขึ้นจริงกับเราทุกคน เพราะ โฆษณาโครงการบ้านจัดสรร ในยุคปัจจุบันหลายโครงการต่างๆนำประเด็น Smart Home มาชูเป็นจุดขายไม่น้อย

นอกจากเทรนด์การเข้าถึงเทคโนโลยีของผู้บริโภคจะเป็นโอกาสให้ตลาด Smart home ในไทยยังมีโอกาสเติบโตได้อีกมากแล้ว ตลาด Smart home ยังได้รับปัจจัยหนุนจากการแข่งขันพัฒนา Smart home จากผู้ประกอบการพัฒนาที่อยู่อาศัย ในปี 2021 สัดส่วนการครอบครองอุปกรณ์ Smart Home ของคนไทยอยู่ที่ 4.8% ของจำนวนประชากร ซึ่งยังเป็นสัดส่วนที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของทั้งโลก โดยมูลค่าตลาดอุปกรณ์ Smart Home ของไทยอยู่ที่ราว 3,630 ล้านบาท

จากสัดส่วนการครอบครองอุปกรณ์ Smart Home ของคนไทยเมื่อเทียบกับจำนวนประชากร ยังอยู่ในระดับต่ำ เป็นโอกาสให้ตลาดสมาร์ตโฮมในไทยยังมีโอกาสขยายตัวได้อีกมากในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ระบบอัจฉริยะต่าง ๆ ภายในที่อยู่อาศัย เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบรักษาความปลอดภัย ระบบพลังงาน ที่ผู้อยู่อาศัยสามารถสั่งการด้วยเสียงเอง โดยราคาอุปกรณ์สมาร์ตโฮมและอุปกรณ์ควบคุมระบบต่าง ๆ มีแนวโน้มที่ราคาจะลดต่ำลง จะหนุนให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงเทคโนโลยี Smart Home ดังกล่าวได้ง่ายมากขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีที่คาดว่าจะมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ ต่อภาคอสังหาริมทรัพย์ภายในระยะ 5 ปีข้างหน้า ได้แก่ Big data analytics, AI, Business process automation และ IoTs ตามลำดับ

เทคโนโลยีบ้าน Smart Home มีแนวโน้มเติบโตได้อย่างต่อเนื่อง และคาดว่าจะสามารถก้าวต่อไปได้อย่างยั่งยืนในอนาคต งานวิจัยนี้ จึงได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงทางเศรษฐกิจ ประกอบกับภาครัฐได้ออกมาตรการต่างๆ เพื่อพัฒนาและกระตุ้นเศรษฐกิจในพื้นที่ เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก ส่งผลให้พื้นที่นี้ยังกลายเป็นอีกหนึ่งเขตเศรษฐกิจพิเศษที่น่าจับตา รวมถึงชาวต่างชาติจำนวนมากที่สนใจซื้ออสังหาริมทรัพย์ ตามมาตรการพิเศษที่เปิดโอกาสให้นักลงทุนต่างชาติสามารถถือครองอสังหาริมทรัพย์

ปัญหาของบ้าน Smart Home (นายอดิเทพ อนันท์พรหมมา, 2561) เรื่องความปลอดภัยของระบบ ว่าระบบมีความปลอดภัยมากน้อยแค่ไหน ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลบ้านหรือข้อมูลส่วนตัวของเรา ผู้บริโภคต้องเชื่อมั่นว่าระบบมีความปลอดภัยจริง ปัญหาหลักๆคือ ระบบบ้าน Smart Home ไม่มีความปลอดภัย อาจจะมีการแจ้งข้อมูลที่ผิดคาดหรือมีการสั่งเปิด-ปิดระบบเองโดยที่เราไม่ได้เป็นคนสั่งควบคุม และราคาของบ้าน Smart Home ก็เป็นอีกนึงส่วนสำคัญ เพราะปัจจุบันระบบค่อนข้างมีราคาแพงหากมีการรื้อติดตั้งระบบในบ้านภายหลัง การที่วางระบบโครงสร้างก่อนการสร้างบ้านจะเป็นสิ่งที่ดีกว่า

การศึกษาวิจัยของปัญหานี้คือ เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด (7P's) ว่าปัยจัยใด ส่งผลต่อการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขต จังหวัดชลบุรี ผลที่ได้จากการวิจัย ว่าปัจจัยของผู้บริโภคมีอะไรบ้าง จะเป็นประโยชน์ต่อการวางกลยุทธ์ของผู้ประกอบการ และนำไปสู่แนวทางการพัฒนาโครงการบ้านประเภท Smart Home ในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

(1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี

(2) เพื่อศึกษาแนวทางในการนำไปพัฒนาโครงการบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและความหมายของบ้าน Smart Home

Smart Home หมายถึง บ้านอัจฉริยะระบบของบ้านที่เชื่อมต่อเข้ากับเหล่าอุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้า รวมไปถึงระบบต่าง ๆ ภายในบ้านผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตซึ่งทำให้ผู้อยู่อาศัยสามารถควบคุมอุปกรณ์และระบบเหล่านั้นได้ทั้งจากภายในและภายนอกบ้านได้อย่างสะดวกสบาย

แนวคิดและความหมายของระบบ Internet of Things

Internet of Things จะคล้ายคลึงกับการทำงานของระบบธุรกิจอัจฉริยะ (Business Intelligence System) ซึ่งผลักดันให้ระบบธุรกิจอัจฉริยะมีศักยภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากผู้ใช้งานอุปกรณ์หรือวัตถุในกลุ่ม Internet of Things จะสามารถเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ของตนเองได้ในระยะเวลาอันสั้น ผ่านเบราว์เซอร์หรือแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ตลอดเวลา การที่สิ่งของเครื่องใช้เหล่านั้นถูกนำมาเพิ่มกลไกความฉลาดหรือสมองเข้าไปส่วนหนึ่งของการทำงาน ผนวกความสามารถในการสื่อสารข้อมูลไปยังอุปกรณ์หรือเครื่องมืออื่นๆได้ พร้อมกับรวบรวมจัดเก็บและประมาลผลอย่างเป็นระบบได้ เป็นเหตุให้อุปกรณ์เหล่านี้กลายเป็นเครื่องมืออัจฉริยะที่มักจะได้ยินคำว่า Intelligence หรือคำว่า Smart นำหน้าอุปกรณ์เหล่านั้น เช่น Smart TV, Smart Home เป็นต้น

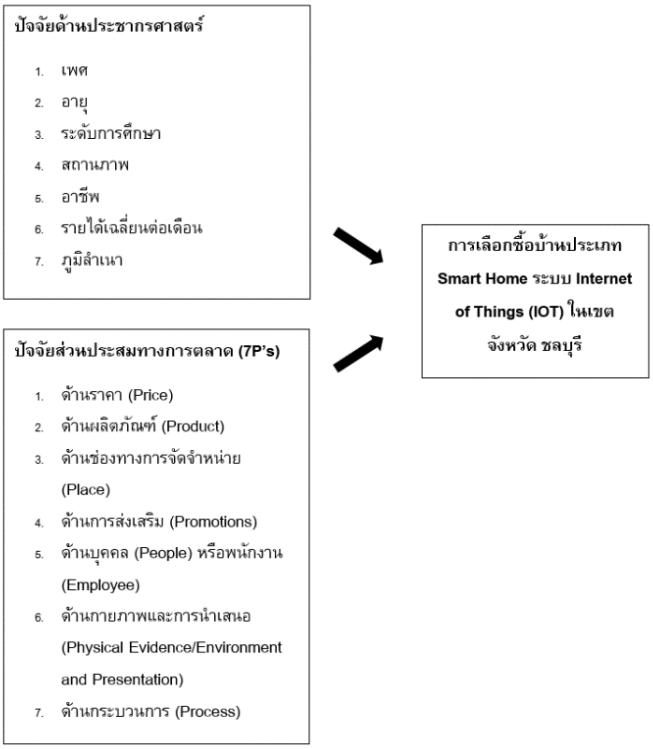
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับส่วนประสมทางการตลาด 7P's (Marketing Mix)

ส่วนประสมการตลาด (Marketing Mix) คือ องค์ประกอบที่สำคัญในการดำเนินงานการตลาด เป็นปัจจัยที่กิจการสามารถควบคุมได้ การวางแผนการตลาดโดยทั่วไปมักจะนิยมใช้ส่วนประสมทางการตลาดแบบเดิมคือ 4P's ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ (Product) ราคา (Price) สถานที่และ ช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) และการส่งเสริมการตลาด (Promotion) แต่ปัจจุบันนั้น 4P's ยังคงไม่ตอบสนองกับลูกค้ามากนักเท่าไร เนื่องจากธุรกิจแต่ละประเภท จะมีความแตกต่างกันไป จึงต้องมีการเพิ่ม 3Ps ได้แก่ บุคลากร (People) สิ่งอำนวยทางกายภาพ (Physical Facilities) และกระบวนการ (Process)

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการตัดสินใจซื้อ

(ฑิฆัมพร ออรุ่งวิไล, 2561) ได้กล่าวไว้ว่า การตัดสินใจซื้อ คือ กระบวนการในการเลือกที่จะกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งจากทางเลือกต่าง ๆ ที่มีอยู่ที่ได้ผ่านการพิจารณาหรือ ประเมินอย่างดีภายใต้ข้อมูลและข้อจำกัดของสถานการณ์การตัดสินใจนั้นแล้วว่าเป็นทางให้บรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมาย ซึ่งผู้บริโภคมักจะต้องตัดสินใจเลือกในทางเลือกต่าง ๆ ของสินค้าและบริการอยู่เสมอ

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.3 สมมติฐานการวิจัย

(1) ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ที่แตกต่างกันมีการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี แตกต่างกัน

(2) ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์มีความสัมพันธ์กับการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี

(3) ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด (7P's) ส่งผลต่อการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี

(4) ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด (7P's) มีความสัมพันธ์กับการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้วิธีการวิจัยแบบเชิงปริมาณ (Quantitative research) ในรูปแบบการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) ซึ่งจะมีการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

4.2 ประชากรเป้าหมาย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้บริโภคที่มีช่วงอายุ 20 – 59 ที่มีการวางแผนจะซื้อบ้าน Smart Home ระบบ Internet of Things ในจังหวัด ชลบุรี ภายใน 5 ปีนี้ (2566 – 2571) ช่วงอายุ 20 – 59 ปี ซึ่งไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอน

4.3 กลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างของวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้บริโภคที่มีการวางแผนจะซื้อบ้าน Smart Home ระบบ Internet of Things ในจังหวัด ชลบุรี ซึ่งไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอน ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากสูตรของยามาเน่ (Yamane, 1973) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ไม่เกิน 0.05 จากการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 384.16 ราย ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่แม่นยำและป้องกันค่าความผิดพลาดต่างๆ จากการตรวจสอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงทำการเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างอีก 16 ราย รวมเป็น 400 ราย

4.4 เครื่องมือวิจัย

แบบสอบถามชนิดปลายปิด และแบบสอบถามปลายเปิด แบบสอบถามแบ่งออกเป็น **4** ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามที่มีคำถามเกี่ยวกับลักษณะประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ การศึกษา สถานภาพ รายได้ และภูมิลำเนา โดยจะมีลักษณะเป็นแบบสอบถามปลายปิด (Close-Ended Question)

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด (7P's) ประกอบด้วยปัจจัย 7 ด้าน คือ ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ (Product) ปัจจัยด้านราคา (Price) ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ (Place) ปัจจัยด้านบุคคล (People) ปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence) ปัจจัยด้านกระบวนการ (Process)

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามการตัดสินใจซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things (IOT) ในเขตจังหวัด ชลบุรี

ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะและเหตุผลอื่น ๆ เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาต่อไป เป็นคำถามปลายเปิด (Open Ended Question)

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล นำส่งแบบสอบถามให้อาจารย์ ที่ปรึกษาขออนุมัติแบบสอบถาม และตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อนำไปปรับปรุงคำถามให้มีความสมบูรณ์ เหมาะสมตามคำแนะนำที่ได้รับ พร้อมทั้งนำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขสมบูรณ์แล้วไปใช้สำหรับเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา โดยผู้วิจัยทำการแจกแบบสอบถามผ่านทางสื่อออนไลน์และออฟไลน์ด้วยตนเอง และเก็บรวบรวมแบบสอบถามได้จำนวน 418 ชุด ภายในเดือน มีนาคม 2566 และนำแบบสอบถามที่ได้ไปประมวลผลวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

(1) การวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ใช้อธิบายข้อมูลประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยค่าร้อยละ (Percentage) และค่าความถี่ (Frequency) เพื่ออธิบายข้อมูลทั่วไปของประชากรศาสตร์ และใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่ออธิบายปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัดชลบุรี

(2) การวิเคราะห์สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) ศึกษาข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS ในการทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) โดยใช้สถิติ Independent Sample T-test และสถิติความแปรปรวนทางเดียว (One – Way ANOVA) หากพบความแตกต่างจะนำไปเปรียบเทียบเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ LSD อธิบายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อบ้านประเภท

Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี จำแนกตามปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ ผู้วิจัยจะใช้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างมาใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (Multiple Linear Regression Analysis) เพื่อที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประสมทางการตลาด (7P's) กับการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี และใช้การทดสอบ Chi-Square เพื่อศึกษาปัจจัยด้านประชากรศาสตร์มีความสัมพันธ์กับการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี และใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient) ใช้ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดกับการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี

5. ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 64.1 ช่วงอายุที่ซื้อบ้านระหว่าง 31-39 ปี คิดเป็นร้อยละ 44.0 มีการศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 72.5 และสถานภาพโสด คิดเป็นร้อยละ 60.5 ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว/เจ้าของกิจการ คิดเป็นร้อยละ 42.8 มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 20,000-35,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 31.8 และมีผู้มิลำเนาในภาคกลาง คิดเป็นร้อยละ 51.0 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด (7P) โดยรวม

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น	ลำดับที่
ผลิตภัณฑ์	4.38	0.27	มากที่สุด	2
ราคา	4.36	0.49	มากที่สุด	5
ช่องทางการจัดจำหน่าย	4.00	0.55	มาก	7
การส่งเสริมการตลาด	4.29	0.44	มากที่สุด	6
บุคคล	4.44	0.33	มากที่สุด	1
กายภาพและการนำเสนอ	4.37	0.54	มากที่สุด	4
กระบวนการ	4.38	0.52	มากที่สุด	3
รวม	4.32	0.34	มากที่สุด	

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด (7P) พบว่าปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด (7P) โดยรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด 6 ด้าน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ดังนี้ ด้านบุคคล รองลงมาคือ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านกระบวนการ ด้านกายภาพและการนำเสนอ ด้านราคา และ ด้านการส่งเสริมการตลาด และอยู่ในระดับมาก 1 ด้าน คือ ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ตามลำดับ

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 1 พบว่า ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ที่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ประกอบด้วย 2 สมมติฐาน นอกนั้นไม่แตกต่าง ดังนี้ ช่วงอายุที่ซื้อบ้าน และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน ที่แตกต่างกันมีการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 2 พบว่า ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ที่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ประกอบด้วย 3 สมมติฐาน นอกนั้นไม่มีความสัมพันธ์ ดังนี้ เพศ ช่วงอายุที่ซื้อบ้าน และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน มีความสัมพันธ์กับการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

	Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.124	0.245		4.592	0.000
	ผลิตภัณฑ์	-0.578	0.072	-0.351	-8.069	0.000*
	ราคา	-0.123	0.037	-0.133	-3.329	0.001*
	ช่องทางการจัดจำหน่าย	0.350	0.046	0.428	7.662	0.000*
	การส่งเสริมการตลาด	-0.314	0.066	-0.310	-4.764	0.000*
	บุคคล	1.115	0.053	0.833	20.921	0.000*
	กายภาพและการนำเสนอ	0.401	0.091	0.481	4.425	0.000*
	กระบวนการ	-0.163	0.090	-0.190	-1.814	0.070

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 3 จากตารางที่ 2 พบว่า ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด (7P’s) ที่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ประกอบด้วย 6 สมมติฐาน นอกนั้นไม่ส่งผล ดังนี้ ด้านผลิตภัณฑ์ ราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย การส่งเสริมการตลาด บุคคล และด้านกายภาพการนำเสนอ ส่งผลต่อการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 4 พบว่า ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด (7P’s) ที่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ทุกสมมติฐาน ประกอบด้วย 7 สมมติฐาน ดังนี้ ด้านผลิตภัณฑ์ ราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย การส่งเสริมการตลาด บุคคล ด้านกายภาพการนำเสนอ และกระบวนการมีความสัมพันธ์กับการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี

6. อภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์ส่วนประสมทางการตลาด (7P's) ของการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things (IOT) ในเขตจังหวัดชลบุรี พบว่าส่วนใหญ่ลักษณะทางประชากรศาสตร์มีความสัมพันธ์กับส่วนประสมทางการตลาด (7P's) ทุกด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะทางประชากรศาสตร์ ด้านเพศ ด้านอายุที่ซื้อบ้าน ด้านอาชีพ และด้านรายได้เฉลี่ยต่อเดือน มีความสัมพันธ์กับส่วนประสมทางการตลาด (7P's) ทุกด้าน จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าปัจจัยทางประชากรเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการกำหนดความชอบและทางเลือกของผู้บริโภคเมื่อพิจารณาซื้อบ้านอัจฉริยะพร้อมระบบ IoT ในจังหวัดชลบุรี

จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี ผลการวิจัยปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด (7P) สามารถสรุปได้ว่าในภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ใน

ระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านบุคคล มีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด ได้แก่ ชื่อเสียงและความน่าเชื่อถือของผู้พัฒนาหรือผู้สร้างบ้านระบบ Smart Home (IoT) (เช่น Sansiri, Land&House, SC Assest) มีความสำคัญเพียงใดต่อการเลือกซื้อ รองลงมาคือ ด้านผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การออกแบบและความสวยงามของบ้านระบบ Smart Home (IoT) มีความสำคัญเพียงใดต่อการเลือกซื้อบ้าน ด้านกระบวนการ กระบวนการอัปเดตสำหรับระบบ Smart Home (IoT) มีความสำคัญเพียงใดต่อการเลือกซื้อบ้านด้านกายภาพและการนำเสนอ ได้แก่ บรรยากาศโดยรวมของบ้าน Smart Home ระบบ (IoT) (เช่น แสงสว่าง การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น) มีความสำคัญเพียงใดต่อการเลือกซื้อบ้าน และ การสาธิตหรือการนำเสนอบ้านระบบ Smart Home (IoT) มีความสำคัญเพียงใดต่อการเลือกซื้อบ้าน ด้านราคา ได้แก่ ค่าใช้จ่ายส่วนกลางของหมู่บ้านมีความสำคัญเพียงใดต่อการเลือกซื้อบ้าน ด้านการส่งเสริมการตลาด ได้แก่ ข้อเสนอส่วนลดและของแถมต่างๆ สำหรับบ้านระบบ Smart Home (IoT) มีความสำคัญเพียงใดต่อการเลือกซื้อบ้าน ตามลำดับ

แนวทางในการนำไปพัฒนาโครงการบ้านประเภท Smart Home ระบบ Internet of Things ในเขตจังหวัด ชลบุรี ด้านผลิตภัณฑ์พบว่าคุณสมบัติสมาร์ทโฮมและความสามารถ IoT อาจดึงดูดแตกต่างกันไปตามกลุ่มประชากรต่างๆ บุคคลที่มีอายุน้อยอาจสนใจเทคโนโลยีขั้นสูงมากกว่า ในขณะที่บุคคลที่มีอายุมากกว่าอาจให้ความสำคัญกับการเข้าถึงและความสะดวกสบายเป็นลำดับแรก แนวทางในการพัฒนาโครงการสร้างบ้าน การสร้างบ้านหลายๆแบบ เช่น บ้านที่ใส่เทคโนโลยีขั้นสูงไว้เพื่อดึงดูดบุคคลที่มีอายุน้อย และบ้านที่ใช้เทคโนโลยีที่มีการเข้าถึงง่ายสะดวกสบาย เพื่อตอบโจทย์บุคคลที่มีอายุมาก เป็นต้น

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

(1) กลยุทธ์ของผู้ประกอบการเทคโนโลยีบ้านอัจฉริยะควรจะมีการพัฒนาระบบต่าง ๆ เช่น ระบบการบำรุงรักษาแบบคาดคะเน ซึ่งการติดตั้งระบบดังกล่าวนี้ช่วยให้ปัญหาการซ่อมบำรุงลดลง ระบบการสั่งงานด้วยเสียงต้องสามารถสื่อสารด้วยสำเนียง หรือวิธีการพูดที่หลากหลาย (Standardized Communication) เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ริโภคมากขึ้น โดยเฉพาะการใช้งานที่สอดคล้องกับวิถีการดำเนินชีวิต (Lifestyle) เพื่อสร้างการรับรู้ที่มีประสิทธิภาพ

(2) การอัพเดตอย่างสม่ำเสมอและการสนับสนุนที่มีประสิทธิภาพสำหรับระบบ Smart Home (IoT) เป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากสิ่งนี้มีอิทธิพลอย่างมากต่อการตัดสินใจซื้อบ้านของผู้มีโอกาสเป็นลูกค้า

(3) ผู้พัฒนาบ้านอัจฉริยะควรจะมีการติดตั้งระบบการคาดการณ์แนวโน้มพฤติกรรมเป็นการประยุกต์ใช้ Artificial Intelligence (AI) เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจพฤติกรรมของผู้อยู่อาศัยภายในบ้าน การเปิดเครื่องปรับอากาศในพื้นที่ที่คาดว่าจะถูกใช้งาน และในราคาที่จับต้องได้ รวมถึงการพัฒนาให้ระบบของอุปกรณ์ Smart Home หลาย ๆ ชิ้นที่มาจากผู้ผลิตต่างแบรนด์สามารถเชื่อมต่อ และทำงานร่วมกันได้

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

(1) เนื่องจากเป็นวิจัยเชิงปริมาณ ขาดความลึกของข้อมูล การศึกษาในอนาคตจึงแนะนำเป็นวิจัยเชิงผสมผสานให้ข้อมูลเชิงลึกมากขึ้น เพื่อให้ได้ผลวิจัยครบเครื่องต่อไป

(2) การวิจัยสามารถดำเนินการในภูมิภาคต่างๆ เพื่อสำรวจว่าปัจจัยเฉพาะ ด้านพื้นที่อาจมีอิทธิพลต่อส่วนประสมทางการตลาดและความชอบของผู้บริโภคสำหรับบ้านอัจฉริยะได้อย่างไร

(3) การศึกษาในอนาคตสามารถสำรวจความแตกต่างในด้านความชอบและปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดสำหรับบ้านแบบดั้งเดิมกับบ้านอัจฉริยะ โดยให้ข้อมูลเชิงลึกที่ครอบคลุมมากขึ้นในตลาดที่อยู่อาศัย

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ชนะกัญจน์ ศรีรัตนบัลล์ และอาจารย์ ดร.รัชชดา วงศ์เกษม อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่กรุณาให้คำแนะนำในการทำวิจัยฉบับนี้ และได้สละเวลาในการแก้ไขข้องบกพร้องต่างๆ ตลอดทั้งให้ความเมตตาแก่ผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา จนทำให้วิจัยฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี

9. เอกสารอ้างอิง

ฑิฆัมพร ออรุ่งวิไล. (2561). **กระบวนการตัดสินใจท่องเที่ยวเมืองรองของนักท่องเที่ยวในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร.** การค้นคว้าอิสระ. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ชลพลกฤต รัตน์นราทร. (2562). **ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยในการท่องเที่ยวเมืองรอง** การค้นคว้าอิสระ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อดิเทพ อนันท์พรหมมา. (2561). **ปัจจัยที่ส่งผลต่อความตั้งใจในการยอมรับสมาร์ทโฮม กรณีศึกษากรุงเทพมหานครและปริมณฑล.** การค้นคว้าอิสระ. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ปพิชญา สอนสงวนวงษ์. (2563). **ปัจจัยการตลาดเกี่ยวกับเทคโนโลยีบ้านอัจฉริยะของผู้บริโภคในธุรกิจอสังหาริมทรัพย์เขตภาคตะวันออกของประเทศไทย.** การค้นคว้าอิสระ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Aung, Y. N., & Tantidham, T. (2019). Ethereum-based emergency service for smart home system: Smart contract implementation. In 2019 21st International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT) (pp. 147-152). IEEE.

Bugeja, J., Jacobsson, A., & Davidsson, P. (2020). Is your home becoming a spy? A data-centered analysis and classification of smart connected home systems. In Proceedings of the 10th International Conference on the Internet of Things (pp. 1-8).

Nikou, S. (2019). Factors driving the adoption of smart home technology: An empirical assessment. Telematics and Informatics, 45, 101283.

Rock, L. Y., Tajudeen, F. P., & Chung, Y. W. (2022). Usage and impact of the internet-of-things-based smart home technology: a quality-of-life perspective. Universal Access in the Information Society, 1-20.

Singh, A. K., Agrawal, S., Agarwal, S., & Goyal, D. (2020). Low-Cost and energy-efficient smart home security and automation. Computational Network Application Tools for Performance Management, 95-108.

Soumyalatha, S. G. H. (2016, May). Study of IoT: understanding IoT architecture, applications, issues andchallenges. In 1st International Conference on Innovations in Computing & Net-working (ICICN16), CSE, RRCE. International Journal of Advanced Networking & Applications (Vol. 478).

Yang, H., Lee, W., & Lee, H. (2018). IoT smart home adoption: the importance of proper level automation. Journal of Sensors, 2018.

ความรู้และความเข้าใจของอาสาสมัครกู้ภัยพิษณุโลกที่มีต่อหลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์

Knowledge and understanding of Phitsanulok Rescue Volunteers towards forensic science and medicine evidences

ณัฐพล ระแบบเลิศ

กองกฎหมายและคดี ตำรวจภูธรภาค 6 สำนักงานตำรวจแห่งชาติ

โครงการนิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

E-mail: natthapol.ranger@gmail.com

มูฮำหมัด นิยมเดชา

โครงการนิติวิทยาศาสตร์และภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

E-mail: Niyomdecha_m@su.ac.th,

บทคัดย่อ

พยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างมากในกระบวนการยุติธรรมเพื่อยืนยันความบริสุทธิ์หาตัวผู้กระทำความผิดและผู้เกี่ยวข้องในคดีเป็นที่ยอมรับระดับสากล การเข้าไปในที่เกิดเหตุของอาสาสมัครกู้ภัยที่ขาดความรู้ด้านนิวิทยาศาสตร์ส่งผลเสียต่อเหยื่ออาชญากรรม วัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความรู้และความเข้าใจของอาสาสมัครกู้ภัยเกี่ยวกับพยานหลักฐานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์ตามข้อมูลภูมิหลังโดยการใช้วิธีวิจัยเชิงปริมาณที่ใช้สถิติเชิงสังคมศาสตร์ ใช้แบบสอบถามเชิงสำรวจในการเก็บข้อมูลจากอาสาสมัครกู้ภัยพิษณุโลก ใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูล ความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบเอฟ และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ซึ่งทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการศึกษาแสดงอาสาสมัครกู้ภัยส่วนใหญ่มีระดับความรู้และความเข้าใจต่อหลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชระดับปานกลาง โดยมีความรู้ความเข้าใจเรียงจากมากไปน้อย 3 ลำดับ ดังนี้ มากที่สุดคือการเข้าสถานที่อาสาสมัครสวมอุปกรณ์ป้องกันครบถ้วน รองลงมาคือ เมื่อได้รับการแจ้งเหตุอาสาสมัครออกไปยังที่เกิดเหตุในเวลา 30-60 นาที และเมื่อพบวัตถุพยานในที่เกิดเหตุได้ถ่ายภาพทั้งระยะไกล กลางและใกล้ ข้อมูลภูมิหลังบุคคลได้แก่ ระดับการศึกษา อาชีพก่อนเป็นอาสาสมัคร อบรมหลักสูตร และมูลเหตุจูงใจที่แตกต่างกันมีความสัมพันธ์กับความรู้และความเข้าใจต่อหลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ข้อเสนอแนะ มูลเหตุจูงใจเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่มีบทบาทต่อความรู้และความเข้าใจต่อหลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์ ดังนั้นควรนำมูลเหตุจูงใจเป็นตัวบ่งชี้ในการคัดกรองอาสาสมัครกู้ภัยมูลนิธิและใช้สอบสวนผู้กระทำความผิดในคดีอาญาต่อไป

คำสำคัญ: อาสาสมัครกู้ภัย, หลักฐานนิติวิทยาศาสตร์, สถานที่เกิดเหตุ

ABSTRACT

Forensic evidence is very important in the justice process to confirm innocence and find perpetrators and those involved in the case. It is internationally accepted. Entering the crime scene of a volunteer rescuer who lacks scientific knowledge has a negative effect on crime victims. The objective was to compare the knowledge and understanding of rescue volunteers regarding forensic and forensic evidence based on background information using quantitative research methods using social science statistics. A survey questionnaire was used to collect data from Phitsanulok rescue volunteers. Statistics were used to analyze data: frequency, percentage, mean, standard deviation, F-test, and one-way analysis of variance. which tests for statistical significance at the 0.05 level. The results of the study indicate that most rescue volunteers have a moderate level of knowledge and understanding of forensic science and medicine evidences. There are 3 orders of knowledge and understanding from highest to lowest as follows: the highest is entering a place; volunteers wear complete protective equipment, followed by when an incident is reported; volunteers went out to the scene in 30-60 minutes, and when witness objects were found at the crime scene, volunteers took pictures from far, medium and close distances. Personal factors include education level, occupation before volunteering} training course, and different motives have a significantly different relationship with knowledge and understanding of forensic and forensic evidence. It is suggested that motive is a new knowledge that plays a role in knowledge and understanding of evidence in forensic science and medicine evidence. Therefore, the motive should be used as an indicator for screening foundation rescue volunteers and for further investigation of offenders in criminal cases.

Keywords: Rescue volunteers, Forensic science evidence, Crime scene

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

นิติวิทยาศาสตร์เป็นการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ มาใช้ในกระบวนการยุติธรรมใช้ในการเก็บวัตถุพยานและพิสูจน์หลักฐาน ช่วยในการค้นหาความจริงหรือพิสูจน์ข้อเท็จจริงเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ในการสืบสวนสอบสวนโดยการบังคับใช้กฎหมายและดำเนินคดีทางกฎหมายช่วยในกระบวนการยุติธรรม การนำความรู้ด้านนิติวิทยาศาสตร์เข้ามาประยุกต์ใช้ในกระบวนการสืบสวนสอบสวนคดีอาญาเพื่อพิสูจน์หาข้อเท็จจริงจากพยานหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จะสามารถเชื่อมโยงผู้กระทำความผิดที่แท้จริงมาลงโทษและช่วยผู้บริสุทธิ์ให้พ้นจากข้อกล่าวหาได้

อาสาสมัครกู้ภัยพิษณุโลก มูลนิธิประสาทบุญสถาน มีภารกิจสนับสนุนการทำงานของเจ้าหน้าที่ตำรวจโดยเฉพาะกรณีมีผู้ได้รับบาดเจ็บและ/หรือผู้เสียชีวิต ด้วยปณิธานที่เสียสละความสุขส่วนตัวและมุ่งมั่นจะช่วยเหลือผู้ได้รับบาดเจ็บอาการสาหัสให้พ้นขีดอันตราย บ่อยครั้งเจ้าหน้าที่อาสาสมัครจะรีบเข้าไปยังสถานที่เกิดเหตุก่อนเจ้าหน้าที่ตำรวจและ/หรือแพทย์เวรและทีมกู้ชีพจากโรงพยาบาล เพื่อเข้าไปช่วยเหลือผู้ได้รับบาดเจ็บสาหัส อาทิ เช่น ผู้ประสบเหตุที่ติดในซากรถที่เกิดอุบัติเหตุหรือซากอาคารที่เกิดเพลิงไหม้ต้องใช้อุปกรณ์ตัดถ่างการเข้าไปยังสถานที่เกิดเหตุรวมทั้งการใช้อุปกรณ์ตัดถ่าง บางครั้งอาจจะทำให้พยานวัตถุที่สำคัญสูญหาย เช่น รอยลายนิ้วมือ รอยลายนิ้วเท้า รวมทั้งมีการเคลื่อนย้ายผู้ได้รับบาดเจ็บสาหัสออกจากตำแหน่งที่เกิดเหตุ การเข้าไปช่วยเหลือผู้ได้รับบาดเจ็บสาหัสจากอาวุธมีคมหรืออาวุธปืน การสัมผัสอาวุธในที่เกิดเหตุโดยปราศจากการสวมถุง

มือ ถุงเท้า อาจทำให้รอยลายนิ้วมือของเจ้าหน้าที่กู้ภัยปนเปื้อนไปกับลายมือของผู้ก่อเหตุเป็นเหตุให้ไม่พบลายนิ้วมือของผู้ก่อเหตุ การเข้าไปแกะเชือกที่มัดคอผู้ที่กำลังจะเสียชีวิตจากการขาดอากาศหายใจอาจทำลายหลักฐานที่จะพิสูจน์ต่อไปว่า นี่คืออัตวินิบาตกรรม (ฆ่าตัวตาย) หรือถูกฆาตกรรม การเข้าไปยังสถานที่เกิดเหตุโดยเร่งรีบอาจจะทำลายพยานวัตถุบางส่วนและการเคลื่อนย้ายผู้ประสพเหตุออกจากจุดเกิดเหตุของทีมอาสาสมัครกู้ภัย ดังนั้นเจ้าหน้าที่หน่วยกู้ภัยจะเข้ามายุ่งเกี่ยวกับวัตถุพยานในสถานที่เกิดเหตุอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ บ่อยครั้งจะมีการโต้เถียงและมีความเข้าใจผิด ระหว่างทีมอาสาสมัครกู้ภัยพิษณุโลกผู้ซึ่งมุ่งช่วยชีวิตผู้ได้รับบาดเจ็บสาหัสกับเจ้าหน้าที่ตำรวจพิสูจน์หลักฐานผู้ซึ่งมุ่งเก็บรวบรวมหลักฐานสำคัญทางนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์ในสถานที่เกิดเหตุให้ได้มากที่สุด ดังนั้นการปฏิบัติการของอาสาสมัครกู้ภัยจะเป็นกุญแจสำคัญอย่างยิ่งในการสืบสวนสอบสวนคดีที่เกิดขึ้นเพื่ออำนวยความยุติธรรม (Anonymous, 2023)

รายงานภารกิจของอาสาสมัครกู้ภัยพิษณุโลกร่วมกับพนักงานสอบสวนระหว่าง 1 มิถุนายน ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2565 ดังนี้ เก็บศพผู้เสียชีวิตจากโรคโควิด-19 (53 คดี) ตายจากอาวุธมีคม (4 คดี) ตายจากอาวุธไม่มีคม (1 คดี) ตายจากอาวุธปืน (14 คดี, ตาย 12 คน บาดเจ็บ 2 คน) บาดเจ็บจากการขนส่ง (150 คดี ผู้บาดเจ็บ 99 คน เสียชีวิต 45 คน ไม่ได้รับบาดเจ็บ 15 คน) ตายจากการจมน้ำ (33 คดี, 33 ศพ) ตายจากการขาดอากาศหายใจ (5 คดี 5 ศพ) การบาดเจ็บและการตายจากสาเหตุอื่น ๆ เช่นไฟไหม้ ไฟดูด ดินสไลด์ สัตว์กัด ต้นไม้ล้มทับ (15 คดี) แม้ว่าอาสาสมัครกู้ภัยจะเข้าร่วมในกระบวนการเก็บวัตถุพยานในสถานที่เกิดเหตุ หากผู้ที่เข้ามาช่วยเหลือผู้ได้รับบาดเจ็บไม่มีความรู้ที่ดีพอหรือไม่มีความพร้อมในการปฏิบัติงาน ผลเสียจะตกอยู่กับผู้ได้รับบาดเจ็บ กรณีมีผู้เสียชีวิตในสถานที่เกิดเหตุ อาสาสมัครที่เข้าไปในสถานที่เกิดเหตุจำเป็นต้องมีความรู้และความเข้าใจในการป้องกันและรักษาพยานหลักฐานและสถานที่เกิดเหตุ

จุดมุ่งหมายของผู้วิจัยเพื่อศึกษาความรู้และความเข้าใจของอาสาสมัครกู้ภัยพิษณุโลกที่มีต่อหลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์ ข้อมูลจากการวิจัยจะนำไปปรับปรุงและพัฒนาการปฏิบัติงานของอาสาสมัครมูลนิธิให้มีศักยภาพและเกิดประสิทธิผลมากขึ้นจะเป็นผลดีกับการดำเนินงานตามกระบวนการยุติธรรม

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความรู้และความเข้าใจของอาสาสมัครกู้ภัยเกี่ยวกับพยานหลักฐานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์ตามข้อมูลภูมิหลัง

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการแลกเปลี่ยนของโลการ์ด (Locard's Exchange Principle) พัฒนาจากแนวคิดของ Edmond Locard (1877-1966) มีใจความว่า " ทุก ๆ การสัมผัสมักทิ้งร่องรอยไว้เสมอ " ไม่ว่าจะเป็นการสัมผัสที่เกิดขึ้นระหว่างบุคคลกับบุคคล บุคคลกับวัตถุ หรือวัตถุกับวัตถุ จะมีร่องรอยแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน ร่องรอยที่ปรากฏเป็นพยานหลักฐานสำคัญในคดีอาญา (Roncacè & Nicosia, 2016)

พยานหลักฐาน ตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา มาตรา 226 หมายถึง พยานวัตถุ พยานเอกสาร หรือพยานบุคคล ตลอดจนหลักฐานต่าง ๆ ซึ่งอาจใช้เป็นเครื่องพิสูจน์การกระทำผิดได้ (จรัญ ภักดีธนากุล, 2551) พยานหลักฐานนำไปใช้เป็นหลักฐานในศาลและยอมรับได้ ต้องปฏิบัติตามกฎพื้นฐาน 4 ประการ ดังนี้ กฎ

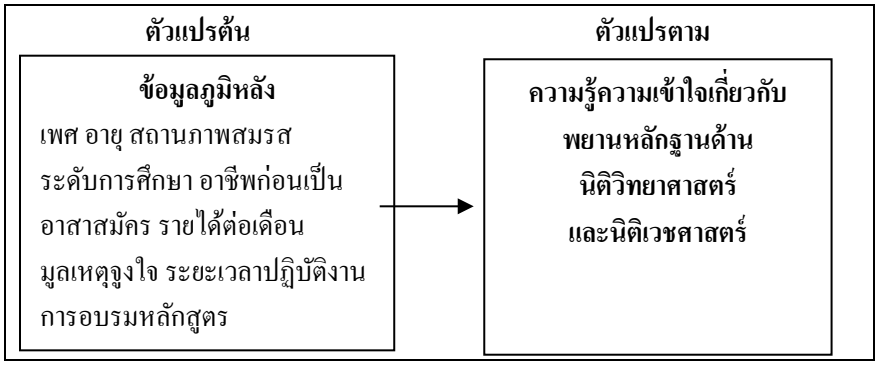
ข้อที่ 1 ป้องกันรักษาสถานที่เกิดเหตุ กฎข้อที่ 2 เก็บพยานหลักฐานอย่างถูกต้องตามกฎหมาย กฎข้อที่ 3 กระทำการค้นหาพยานหลักฐานอย่างเหมาะสม และ กฎข้อที่ 4 มีลูกโซ่การครอบครองพยานหลักฐานตลอด (Hobson, 1992)

ทฤษฎีบทบาท-การได้รับ (Role-Taking) พัฒนาจากแนวคิดของ George Herbert Mead (1863-1931) ซึ่งจำแนกความเป็นตัวตน (Self) ออกเป็น 2 ด้าน คือ 1) ด้านสถาบันมิติประกอบด้วยสถาบันหรือองค์การที่คิดและกำหนดบทบาทของสถาบันไว้ โดยชี้แจงให้บุคลากรในสถาบันได้ทราบอย่างชัดเจนเพื่อจะได้ดำเนินการตามการคาดหวังที่สถาบันกำหนดไว้และ 2) ด้านบุคลามิติประกอบด้วยตัวบุคคลที่ปฏิบัติงานอยู่ในสถาบันนั้น ซึ่งบุคคลที่ปฏิบัติงานอยู่ก็มีบุคลิกภาพที่เป็นตัวเองที่ไม่เหมือนกัน (Blumer, 1966)

สฤษดิ์ สืบพงษ์ศิริ (2546) เป็นบุคคลแรกที่ศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลมีความสัมพันธ์กับกฎพื้นฐานแห่งพยานหลักฐาน ศึกษาเฉพาะกฎข้อที่ 1 ป้องกันรักษาสถานที่เกิดเหตุ และกฎข้อที่ 2 เก็บพยาน หลักฐานอย่างถูกต้องตามกฎหมายจากการตอบแบบสอบถามของเจ้าหน้าที่บรรเทาสาธารณภัย มูลนิธิป่อเต็กตึ๊ง ผลการศึกษาแสดงว่า สถานภาพสมรส ระยะเวลาปฏิบัติงานที่แตกต่างกันจะมีความรู้และความคิดเห็นต่อการป้องกันรักษาวัตถุพยานในสถานที่เกิดเหตุแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เจ้าหน้าที่บรรเทาสาธารณภัยที่เข้าร่วมอบรมประชุมสัมมนาเกี่ยวกับงานด้านนิติเวชหรือด้านการป้องกันรักษาวัตถุพยานในสถานที่เกิดเหตุมีความรู้มากกว่าเจ้าหน้าที่บรรเทาสาธารณภัยที่ไม่ได้เข้าร่วมอบรมประชุมสัมมนา นอกจากนี้ สมจิตร แสงชาติ (2558) พบว่า เพศ อาชีพ และรายได้ต่อเดือนที่แตกต่างกันของอาสาสมัครป้องกันฝ่ายพลเรือน (อปพร.) องค์การบริหารส่วนตำบลศรีฐาน อำเภอป่าติ้ว จังหวัดยโสธร มีส่วนร่วมในงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทำนองเดียวกัน จิดาภา ทองทวี (2561) พบว่า เจ้าหน้าที่กู้ภัยมูลนิธิพิทักษ์กาญจน์ที่มี อายุ อาชีพ รายได้ต่อเดือน ที่แตกต่างกันมีความสัมพันธ์กับความเข้าใจและความคิดเห็นต่อการป้องกันและรักษาวัตถุพยานในสถานที่เกิดเหตุแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กล่าวคือ อายุที่มากกว่า ขวัญใจ ยิ่งเจริญและคณะ (2563) พบว่า เจ้าหน้าที่ตำรวจของกองบัญชาการตำรวจสอบสวนกลาง 9 กองบังคับการเพศชายและเพศหญิงมีระดับความรู้ด้านนิติวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง แสดงว่า เพศที่แตกต่างกันมีความเข้าใจและการใช้นิติวิทยาศาสตร์ในการสอบสวนคดีอาชญากรรมไม่แตกต่างกัน ส่วนเจ้าหน้าที่ตำรวจอายุระหว่าง 41 ถึงอายุมากกว่า 50 ปี มีความรู้ด้านนิติวิทยาศาสตร์ระดับมาก ส่วนอายุระหว่าง 25 - 40 ปี มีระดับความรู้ด้านนิติวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง แสดงว่าอายุที่แตกต่างกันมีความเข้าใจและการใช้นิติวิทยาศาสตร์ในการสอบสวนคดีอาชญากรรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สืบเนื่องจากรายงานข่าวของไทยรัฐออนไลน์ ณ วันที่ 13 มิถุนายน 2566 กล่าวถึง ผู้ขับขี่รถตู้ติดโลโก้หน่วยกู้ภัยขนลำเลียงยาเสพติด และใช้อาวุธปืนยิงใส่เจ้าหน้าที่ตำรวจจุดตรวจในเขตพื้นที่ จังหวัดสระบุรี และจังหวัดพระนครศรีอยุธยา (ไทยรัฐออนไลน์, 2566) แสดงว่า อาสาสมัครมูลนิธิได้เปลี่ยนแปลงบทบาทจากการช่วยเหลือสังคมเป็นการมีส่วนร่วมกระทำความผิด ทฤษฎีกระบวนการทางสังคม (Social Process Theories) เป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายถึงแนวทางที่บุคคลกลายเป็นอาชญากร ชี้ให้เห็นถึงข้อมูลภูมิหลังที่ได้รับผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ในสังคม โดยแต่ละบุคคลก็จะมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันไป ทฤษฎีนี้ยังเกี่ยวข้องกับการกระทำที่เชื่อมโยงระหว่างการมีปฏิสัมพันธ์ของบุคคลต่อผู้อื่น เช่น มูลเหตุจูงใจส่วนบุคคล แนวความคิด ทัศนคติ พฤติกรรม และบุคลิกลักษณะ เป็นต้น (Barrow, 1993) ยังไม่มีรายงาน ความสัมพันธ์ระหว่าง มูลเหตุจูงใจกับความรู้ ความเข้าใจต่อพยานหลักฐานดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้มูลเหตุจูงใจ เป็นข้อคำถามในกรอบแนวคิดการวิจัยครั้งนี้

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.3 สมมติฐานการวิจัย

ข้อมูลภูมิหลังของอาสาสมัครกู้ภัยพิษณุโลกที่แตกต่างกันมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพยานหลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์แตกต่างกัน

4. วิธีดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศิลปากร หมายเลขใบรับรอง COE 66.0323-016 วันที่รับรอง 23 มีนาคม พ.ศ. 2566

4.1 แบบแผนการวิจัย

รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปริมาณที่ใช้สถิติทางสังคมศาสตร์ โดยการใช้แบบสอบถามเชิงสำรวจ (Survey questionnaire)

4.2 ประชากรและตัวอย่าง

อาสาสมัครหน่วยกู้ภัยพิษณุโลก มูลนิธิประสาทบุญสถาน เป็นพนักงานประจำและมีบัตรประจำตัว (ยังไม่หมดอายุ) จำนวน 112 คน จากทั้งหมด 155 คน คำนวณหาขนาดของตัวอย่างโดยใช้สถิติทดสอบ F ในการวิเคราะห์ ANOVA ต้องการเปรียบเทียบระดับการศึกษา k=4 ระดับกำหนดนัยสำคัญ 0.05 กำลังการทดสอบ (Power) 0.85 และขนาดผลกระทบ (effect size) เท่ากับ 0.34

4.3 เครื่องมือวิจัย

แบบสอบถาม มีวิธีการได้มาดังนี้ 1) ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำมาสร้างแบบสอบถาม 2) กำหนดขอบเขตเนื้อหาของคำถาม แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล จำนวน 9 ข้อ ส่วนที่ 2 ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับสถานที่เกิดเหตุและพยานหลักฐานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ มีคำตอบให้เลือก 2 คำตอบ ใช่หรือไม่ใช่ ให้เลือกเพียงคำตอบเดียว เกณฑ์การให้คะแนน ตอบใช่ให้ 1 คะแนน ตอบไม่ใช่ให้ 0 คะแนน

4.4 การตรวจสอบเครื่องมือ

การตรวจสอบคุณภาพ (quality) และความเที่ยงตรง (validity) ของแบบสอบถามมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) นำแบบสอบถามเรียนอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและขอคำแนะนำเพื่อปรับแก้ไขให้ถูกต้อง

(2) นำแบบสอบถามที่แก้ไขแล้ว นำเรียนผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ท่าน (1) สารวัตรฝ่ายอำนวยการ 1 กองบังคับการอำนวยการ ตำรวจภูธร 6 และ (2) ประธานอาสาสมัครหน่วยกู้ภัยพิษณุโลก ตรวจสอบและขอคำแนะนำ

(3) นำแบบสอบถามที่ปรับแก้ไขจากผู้ทรงคุณวุฒิ นำเรียนอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องชัดเจน ก่อนนำไปใช้ทดสอบต่อไป

(4) ตรวจสอบความตรงของ เครื่องมือวิจัย ด้วยวิธีหาอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นจาก SPSS โดยคำนวณค่า Cronbach's Alpha ได้เท่ากับ 0.913 ซึ่งมากกว่าค่า 0.7 แสดงว่าแบบสอบถามมีความเที่ยงตรง

4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ผู้วิจัยทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ไปยังประธานมูลนิธิประสาทบุญสถาน ขอนัดเวลาผู้ตอบแบบสอบถามเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์และตอบข้อซักถามของอาสาสมัคร ผู้วิจัยแจกแบบสอบถามผ่านหัวหน้าหน่วยกู้ภัยพิษณุโลกเพื่อแจกจ่ายให้กับผู้ตอบแบบสอบถาม และเป็นตัวแทนเก็บรวบรวมหลังตอบแบบสอบถามแล้ว เมื่อได้ข้อมูลแล้ว ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามที่ได้รับคืนมาทุกฉบับ

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ที่ใช้สถิติทางสังคมศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Science: SPSS) เวอร์ชั่น 25 มี 2 ขั้นตอน ดังนี้

(1) การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปแจกแจงค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

(2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรส่วนบุคคลกับความรู้และความเข้าใจของอาสาสมัครเกี่ยวกับพยานหลักฐานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) กำหนดค่าสถิติเอฟ (F-test) และค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($\alpha = 0.05$)

5. ผลการวิจัย

ส่วนที่ 1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม

(1) การวิเคราะห์ปัจจัยส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง แสดง ส่วนใหญ่เป็น เพศชาย (ร้อยละ 56.25) อายุ 20 - 29 ปี (ร้อยละ 39.29) สถานภาพโสด (ร้อยละ 58.04) ระดับการศึกษาสูงสุดคือมัธยมศึกษาตอนต้น/ปวช. (ร้อยละ 42.86) รายได้ต่อเดือนสูงสุด 5,000-10,000 บาท (ร้อยละ 43.75) อาชีพก่อนเป็นอาสาสมัครฯ คือ รับจ้างทั่วไป (ร้อยละ 48.21) มูลเหตุจูงใจสมัครเป็นอาสาสมัครฯ คือ สมัครใจและมีใจรัก (ร้อยละ 34.55) ระยะเวลาปฏิบัติงานเป็นอาสาสมัครฯ 1-5 ปี (ร้อยละ 64.29) อบรมหลักสูตรปฐมพยาบาลเบื้องต้น (ร้อยละ 48.68) ข้อสังเกตไม่มีผู้ใดผ่านการฝึกอบรมหลักสูตรด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์

(2) การวิเคราะห์ระดับความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับสถานที่เกิดเหตุและพยานหลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์ของอาสาสมัครฯ อยู่ในระดับมากไปน้อย 3 ลำดับ ดังนี้ มากที่สุด คือ การเข้า

สถานที่เกิดเหตุ อาสาสมัครฯ สวมอุปกรณ์ป้องกัน เช่น ถุงมือ หมวกคลุมหัว ถุงครอบเท้า และผ้าปิดปาก ครบถ้วน (ร้อยละ 97.32) รองลงมาคือ เมื่อได้รับการแจ้งเหตุ อาสาสมัครฯออกเดินทางไปตรวจสถานที่เกิดเหตุภายในเวลา 30-60 นาที (ร้อยละ 93.75) และเมื่อพบวัตถุพยานในสถานที่เกิดเหตุท่านได้ถ่ายภาพทั้งในระยะไกล ระยะกลาง และระยะใกล้ (ร้อยละ 85.71) (**ตารางที่ 1**.)โดยภาพรวม ผู้ตอบแบบสอบถามมีคะแนนความรู้และความเข้าใจเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 11.86 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 5.66 โดยมีคะแนนระดับความรู้และความเข้าใจต่ำสุดเท่ากับ 6.2 และมีคะแนนระดับความรู้และความเข้าใจสูงสุด เท่ากับ 17.52 คะแนน ผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับความรู้และความเข้าใจปานกลาง (7-17 คะแนน)) ร้อยละ 50.89 รองลงมา ระดับความรู้และความเข้าใจน้อย (3-6 คะแนน) ร้อยละ 25.89 และระดับความรู้และความเข้าใจมาก (18-20 คะแนน) ร้อยละ 23.21 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละจากข้อมูลความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับสถานที่เกิดเหตุและพยานหลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์

ข้อที่	ข้อความคำถาม	ตอบถูก		ตอบผิด	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1.	ท่านมีอุปกรณ์เครื่องมือในการตรวจสถานที่เกิดเหตุแต่ละครั้งอย่างครบถ้วน เช่น ชุดกั้นสถานที่เกิดเหตุ ชุดเก็บวัตถุพยาน ชุดถ่ายภาพเครื่องมือการสื่อสาร และเครื่องมือตรวจค้น	62	53.36	50	44.64
2.	ท่านมีทีมตรวจสถานที่เกิดเหตุ ประกอบด้วย หัวหน้าทีม เจ้าหน้าที่ถ่ายภาพ เจ้าหน้าที่ทำแผนผัง และเจ้าหน้าที่เก็บวัตถุพยาน	62	53.36	50	44.64
3.	เมื่อได้รับการแจ้งเหตุ ท่านออกเดินทางไปตรวจสถานที่เกิดเหตุภายในเวลา 30-60 นาที	105	**93.75**	7	6.25
4.	เมื่อท่านเข้าสถานที่เกิดเหตุ ท่านสวมอุปกรณ์ป้องกัน เช่น ถุงมือ หมวกคลุมหัว ถุงครอบเท้า และผ้าปิดปาก ครบถ้วน	109	**97.32**	3	2.68
5.	เมื่ออยู่ในสถานที่เกิดเหตุ ท่านได้ละเว้นพฤติกรรมที่เป็นการเพิ่มหรือทำลายวัตถุพยาน เช่น สูบบุหรี่ เคี้ยวหมากฝรั่ง รับประทานอาหาร พูดคุยโทรศัพท์ ใช้มือเปล่าบิดลูกบิดประตู เปิดน้ำในตู้เย็นดื่ม ใช้ห้องน้ำห้องส้วม เปิด-ปิดสวิทช์ไฟ/พัดลม	89	79.46	23	20.54
6.	ท่านใช้วิธีการบันทึกแบบอื่นประกอบการจดบันทึก เช่น การบันทึกเสียง การถ่ายวิดีโอ	92	82.14	20	17.86
7.	เมื่อพบวัตถุพยานในสถานที่เกิดเหตุท่านได้ถ่ายภาพทั้งในระยะไกล ระยะกลาง และระยะใกล้ (ระยะไกลเป็นการถ่ายภาพมุมกว้างให้เห็นสภาพทั่วไป ระยะกลางเป็นการถ่ายภาพให้เห็นความสัมพันธ์ของวัตถุพยานกับสถานที่เกิดเหตุ และระยะใกล้เป็นการถ่ายภาพให้เห็นรายละเอียดของวัตถุพยาน	96	**85.71**	16	14.29
8.	ท่านทำแผนที่/แผนผังสถานที่เกิดเหตุ โดยให้ทิศเหนือชี้ไปทางหัวกระดาษเสมอ	42	37.50	70	62.50
9.	ท่านนำข้อมูลพยานบุคคลและการสำรวจเบื้องต้นมาใช้ในการกำหนดขอบเขตพื้นที่สำหรับค้นหาวัตถุพยาน	62	55.36	50	44.64

10.	ท่านได้สอบถามรายละเอียดของสถานที่เกิดเหตุจากผู้แจ้ง ผู้เสียหาย และนำข้อมูลมาตระเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือเก็บวัตถุพยานอย่างครบถ้วนก่อนไปสถานที่เกิดเหตุ	65	58.04	47	41.96
11.	ท่านมีการจัดทำบัญชีหลักฐานซึ่งประกอบด้วย ลำดับรายการ ลักษณะรูปพรรณสัณฐาน ตำแหน่งที่พบ รูปภาพ วิธีการบรรจุหีบห่อ	64	57.14	48	42.86
12.	ก่อนทำการตรวจเก็บวัตถุพยานทุกชิ้น ท่านพิจารณาถึงประโยชน์ของวัตถุพยาน ตำแหน่งของวัตถุพยานที่ใช้ตรวจพิสูจน์ แล้วจึงเลือกวิธีการเก็บที่ไม่กระทบกับตำแหน่งที่ใช้ในการตรวจพิสูจน์วัตถุพยานนั้น	53	47.32	59	52.68
13.	เมื่อท่านพบวัตถุพยานที่อาจสูญหายหรือเสื่อมสภาพได้ง่าย เช่น เส้นผม/ขน รอยยางรถยนต์เปียกน้ำ เป็นต้น ท่านได้ดำเนินการตรวจเก็บหรือป้องกันวัตถุพยานไม่ให้สูญหาย/เสื่อมสภาพเป็นอันดับแรกก่อนที่จะดำเนินการในขั้นตอนอื่น	60	53.57	52	46.43
14.	ท่านได้รับการฝึกอบรมให้สามารถเก็บวัตถุพยานประเภทจากร่างกาย เช่น เลือด อสุจิ ประเภทสิ่งของ เช่น เสื้อผ้า เชือกแขวนคอ อาวุธ และประเภทรอยประทับ เช่น รอยล้อรถ รอยรองเท้าได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชา	45	40.18	67	59.82
15.	ท่านได้ทำเครื่องหมายสัญลักษณ์บนวัตถุพยาน เช่น ทำตำหนิไว้ที่จานท้ายปลอกกระสุนปืน ให้เห็นชัดเจน	52	46.43	60	53.57
16.	ท่านมีหน้าที่ในการเก็บหลักฐานทางชีววิทยา เช่น การตรวจหาและ เก็บตัวอย่าง เลือด ปัสสาวะ อุจจาระ เส้นผม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตรวจและบันทึกบาดแผลเมื่อตรวจพบ	45	40.18	67	59.82
17.	ท่านมีส่วนร่วมตรวจพิสูจน์รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ที่มองไม่เห็นชัดด้วยตาเปล่าบนวัตถุจำพวก เศษกระจก แผ่นโลหะ หรือวัตถุอื่นใดที่คล้ายคลึง	51	45.54	61	54.46
18.	การถ่ายภาพร่างผู้เสียชีวิต ท่านจะถ่ายภาพใบหน้าศพหน้าตรง เห็นหูสองข้าง สภาพศพทั้งตัว ถ่ายหลายๆ มุมเพื่อให้เห็นว่าศพอยู่ที่ไหน มีลักษณะอย่างไร มีร่องรอยการต่อสู้ หรือรื้อค้นสิ่งของ ถ่ายภาพวัตถุพยาน เช่น อาวุธ	60	53.57	52	46.43
19.	ท่านเลือกบรรจุหีบห่อวัตถุพยานแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้องเหมาะสม	60	53.57	52	46.43
20.	ท่านคำนึงถึงการป้องกันการเปลี่ยนแปลงของวัตถุพยานขณะที่ทำการเก็บจนกระทั่งส่งตรวจพิสูจน์ที่ห้องปฏิบัติการ (การเปลี่ยนแปลงของวัตถุ หมายถึง การปนเปื้อน การแตกหัก การสูญหาย การขีดข่วน/โค้งงอ หรือระเหยเป็นไอ)	54	48.21	58	51.79

ส่วนที่ 2. การทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐาน ปัจจัยส่วนบุคคลของอาสาสมัครกู้ภัยพิษณุโลกที่แตกต่างกันมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพยานหลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์แตกต่างกัน ผลการศึกษา แสดง ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ ระดับการศึกษาสูงสุด อาชีพก่อนเป็นอาสาสมัคร มูลเหตุจูงใจ และ การอบรมหลักสูตร มีความสัมพันธ์กับความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับพยานหลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (α น้อยกว่า 0.05) ในขณะที่เพศ อายุ สถานภาพสมรส รายได้ ระยะเวลาปฏิบัติงาน มีความสัมพันธ์กับความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับพยานหลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์ไม่แตกต่างกัน (**ตารางที่ 2**.)

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับพยานหลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์กับปัจจัยส่วนบุคคล

ข้อที่	ปัจจัยส่วนบุคคล	n	$\bar{x}$	SD.	F-test	P-value	การแปลผล
1.	**เพศ**						
	ชาย	63	11.59	5.988			
	หญิง	49	12.20	5.236			
	รวมทั้งหมด	112	11.86	5.655	0.326	0.569	ไม่เปนไปตามสมมติฐาน
2.	**อายุ**						
	20 - 29 ปี	44	11.14	5.877			
	30 - 39 ปี	42	12.02	6.127			
	40 - 49 ปี	23	12.87	4.566			
	50 ปีขึ้นไป	3	12.33	3.055			
	รวมทั้งหมด	112	11.86	5.655	0.496	0.686	ไม่เปนไปตามสมมติฐาน
3.	**สถานภาพสมรส**						
	โสด	65	12.34	5.663			
	สมรส	40	10.70	5.676			
	หย่า	4	14.00	4.546			
	แยกกันอยู่	3	14.00	6.245			
	รวมทั้งหมด	112	11.86	5.655	1.052	0.373	ไม่เปนไปตามสมมติฐาน
4.	**ระดับการศึกษาสูงสุด**						
	มัธยมศึกษาตอนต้น/ปวช.	48	12.92	4.730			
	มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวส.	43	9.73	5.708			
	ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า	11	9.73	5.312			
	ปริญญาตรีขึ้นไป	10	18.30	3.831			
	รวมทั้งหมด	112	11.86	5.655	9.082	**0.000**	เปนไปตามสมมติฐาน

5.	**รายได้เฉลี่ยต่อเดือน**						
	ไม่มีรายได้	20	12.95	3.678			
	ต่ำกว่า 5,000 บาท	9	13.33	5.124			
	5,000 – 10,000 บาท	49	10.71	6.055			
	สูงกว่า 10,000 บาท	34	12.47	6.036			
	รวมทั้งหมด	112	11.86	5.655	1.263	0.291	ไม่เปนไปตามสมมติฐาน
6.	**อาชีพก่อนเป็นอาสาสมัครกู้ภัย**						
	ไม่ได้ประกอบอาชีพ	8	12.63	4.340			
	เกษตรกรรม	7	5.86	2.854			
	รับจ้างทั่วไป	54	11.04	5.713			
	ธุรกิจส่วนตัว	30	13.30	5.596			
	หน่วยงานภาครัฐ	9	14.78	5.495			
	หน่วยงานภาคเอกชน	4	14.50	3.109			
	รวมทั้งหมด	112	11.86	5.655	3.158	**0.011***	เปนไปตามสมมติฐาน
7.	**มูลเหตุจูงใจสมัคร**						
	มูลเหตุจูงใจ 1 ข้อ	40	14.13	4.730			
	มูลเหตุจูงใจ 2 ข้อ	15	14.53	4.627			
	มูลเหตุจูงใจ 3 ข้อ	16	10.00	3.578			
	มูลเหตุจูงใจ 4 ข้อ	25	10.88	6.960			
	มูลเหตุจูงใจ 5 ข้อ	14	7.21	4.458			
	มูลเหตุจูงใจ 6 ข้อ	2	6.00	1.414			
	รวมทั้งหมด	112	11.86	5.655	5.801	**0.000***	เปนไปตามสมมติฐาน
8.	**ระยะเวลาปฏิบัติงาน**						
	1 - 5 ปี	72	11.56	5.612			
	6 - 10 ปี	31	12.97	5.547			
	11 - 15 ปี	7	9.43	6.925			
	15 ปี ขึ้นไป	2	14.00	2.828			
	รวมทั้งหมด	112	11.86	5.655	0.993	0.399	ไม่เปนไปตามสมมติฐาน
9.	**อบรมหลักสูตร (ตอบมากกว่า 1 หัวข้อ)**						
	อบรม 1 หลักสูตร	62	12.06	5.420			
	อบรม 2 หลักสูตร	17	10.71	5.775			
	อบรม 3 หลักสูตร	18	13.50	5.874			
	อบรม 4 หลักสูตร	3	13.00	2.646			
	อบรม 5 หลักสูตร	4	16.50	6.351			
	อื่น ๆ (ไม่ได้อบรม)	8	6.25	3.536			
	รวมทั้งหมด	112	11.86	5.655	2.810	**0.020***	เปนไปตามสมมติฐาน

*มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

เมื่อนำส่วนเหลือไปทดสอบตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า ความคลาดเคลื่อนสุ่มมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ความแปรปรวนคงที่ และความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ

6. อภิปรายผล

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพยานหลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์กับปัจจัยส่วนบุคคลของอาสาสมัครกู้ภัยพิษณุโลก พบว่า (1) อาสาสมัครฯที่มีระดับการศึกษาสูงมีการเรียนรู้และการปฏิบัติงานดีกว่าอาสาสมัครฯที่มีระดับการศึกษาน้อย ในทำนองเดียวกัน (2) อาสาสมัครฯที่มีอาชีพดั้งเดิมเกี่ยวข้องกับพยานหลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์ มีการเรียนรู้และการปฏิบัติงานดีกว่าอาสาสมัครที่มีอาชีพดั้งเดิมที่ไม่เกี่ยวข้องกับพยานหลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ (จิดาภา ทองทวี, 2561) (3) อาสาสมัครที่ผ่านการอบรมหลักสูตรมีการเรียนรู้และการปฏิบัติงานดีกว่าอาสาสมัครที่ไม่ผ่านการอบรมหลักสูตร ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ (สฤษดิ์ สืบพงษ์ศิริ, 2546; สุวิมล สดุดี และคณะ, 2561) (4) มูลเหตุจูงใจเป็นตัวบ่งชี้ใหม่และสำคัญอย่างยิ่งในการส่งเสริมความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับพยานหลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์ ในทางตรงกันข้าม เพศ อายุ และรายได้ที่แตกต่างกันของอาสาสมัครกู้ภัยมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพยานหลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์ไม่แตกต่างกันสอดคล้องกับรายงานของจิดาภา ทองทวี. (2561) แสดงว่า เพศ อายุ และรายได้ที่แตกต่างกันของอาสาสมัครกู้ภัยมูลนิธิพิทักษ์กาญจน์มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพยานหลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

(1) ควรใช้ มูลเหตุจูงใจ เป็นตัวบ่งชี้ในการคัดกรองอาสาสมัครกู้ภัยมูลนิธิและใช้สอบสวนผู้กระทำความผิดในคดีอาญา

(2) ข้อมูลที่ได้รับในวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงและเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานในด้านนิติวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยตำรวจและผู้ที่เกี่ยวข้องเก็บรวบรวมและรักษาพยานหลักฐานที่มีผลต่อรูปคดีให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคต่อการปฏิบัติงานด้านนิติวิทยาศาสตร์และนิติเวชศาสตร์ของอาสาสมัครกู้ภัยและพนักงานสอบสวนสังกัดตำรวจภูธร ภาค 6

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ พันตำรวจโทพงษ์พิพัฒน์ ภักดีณรงค์ สังกัดสารวัตรฝ่ายอำนวยการ 1 กองบังคับการอำนวยการ ตำรวจภูธรภาค 6 ให้คำแนะนำด้านกฎหมาย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประหยัด แสนงาม ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ ด้านวิเคราะห์เชิงสถิติ นางมนสินีย์ วัฒนกุลชัย ประธานมูลนิธิประสาทบุญสถาน นายวิทยา ม่วงสุข หัวหน้าอาสาสมัครและเจ้าหน้าที่อาสาสมัครกู้ภัยพิษณุโลกเข้าร่วมตอบแบบสอบถามเป็นอย่างยิ่ง

9. เอกสารอ้างอิง

ข่าวไทยรัฐออนไลน์. (2566). *รวบกู้ภัยขนยาบ้า [ออนไลน์].* ค้นเมื่อ 13 มิถุนายน 2566, จาก: https://www.thairath.co.th/news/local/2417017.

ขวัญใจ ยิ่งเจริญ, ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี และศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง. (2563). ความเข้าใจและการใช้นิติวิทยาศาสตร์ในการสอบสวนคดีอาชญากรรมเฉพาะทางของพนักงานสอบสวน. วารสารสังคมศาสตร์, 9 (1), 1-8.

จรัญ ภักดีธนากุล. (2551). *กฎหมายลักษณะพยานหลักฐาน.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : จิรรัชการพิมพ์

จิดาภา ทองทวี. (2561). *ความเข้าใจและความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่มูลนิธิพิทักษ์กาญจน์ต่อการป้องกันและรักษาวัตถุพยานในสถานที่เกิดเหตุ.* วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

สุวิมล สดุดี, และ มูฮำหมัด นิยมเดชา. (2561). ความเข้าใจของอาสาสมัครกู้ภัยสว่างประทีปศรีราชาจังหวัดชลบุรีเกี่ยวกับหลักฐานทางนิติเวชและนิติวิทยาศาสตร์. *วารสารวิชาการอาชญาวิทยาและนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ*, 4(2), 169-179.

สมจิตร แสงชาติ. (2558). *การมีส่วนร่วมของอาสาสมัครป้องกันฝ่ายพลเรือน (อปพร.) ในงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย : กรณีศึกษาองค์การบริหารส่วนตำบลศรีฐาน อำเภอป่าติ้ว จังหวัดยโสธร.* กรุงเทพฯ: วิทยาลัยป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย.

สฤษดิ์ สืบพงษ์ศิริ. (2546). *ความรู้ความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่บรรเทาสาธารณภัย มูลนิธิป่อเต็กตึ๊ง ต่อการป้องกันรักษาวัตถุพยานในสถานที่เกิดเหตุ.* วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต สาขาสังคมวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

Anonymous, (2023). Facebook Phitsanulok Rescue Prasat Boon Sathan Foundation (เฟซบุ๊ก หน่วยกู้ภัยพิษณุโลก มูลนิธิประสาทบุญสถาน). [Online]. Retrieved January 6, 2023 from https://www.facebook.com/PhitsanulokRescue.

Barrow, C.W. (1993). *Critical Theories of the State: Marxist, Neo-Marxist, Post-Marxist*. Madison: University of Wisconsin Press.

Blumer, H. (1966). Sociological implications of the thought of george herbert mead. *American Journal of Sociology*, 71(5), 535-544.

Hobson B. (1992) "*Fire investigation : a new concept".lllinois* : Charles C Thomas Publisher.

Roncacè, S. & Nicosia, U. (2016). "...*Every contact leaves a trace...", Locard 1920*. Rendiconti Online della Società Geologica Italiana, Supplement, 40(1), 1008.

Yamane, T. (1973). Statistics: An introductory analysis. 3rd ed. New York. Harper and Row Publications.

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

Development of Predict-Observe-Explain Learning Activity Package with a test kit for phosphate amount in water samples by using a smart phone to study of learning Progress for high school, Maerim District Learning Encouragement Center, Chiang Mai.

ชุติกานต์ จันทร์ยะ[1], จิราภรณ์ ปุณยวัจน์พรกุล[2], สราวุฒิ สมนาม[3]

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

E-mail: 63866901@g.cmru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบสำหรับการหาปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำโดยใช้สมาร์ทโฟน เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบสำหรับการหาปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำโดยใช้สมาร์ทโฟน 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำโดยการใช้สมาร์ทโฟน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 15 คน โดยใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟต ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้ การหาค่าร้อยละ การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความก้าวหน้าทางการเรียน

จากผลการวิจัยพบว่า ผลการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ POEร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.40/80.67 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 และผลการศึกษาความก้าวหน้าการเรียนรู้เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบจัดการเรียนรู้แบบ POEร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.62 และค่าคะแนนเฉลี่ยหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.43 ค่าคะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้าการเรียนรู้ <g> มีค่า 0.45 นอกจากนั้นความพึงพอใจของนักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีต่อแผนการเรียนรู้แบบ POEร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน มีค่าเฉลี่ยโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (= 86.84)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบ POE, ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, การวัดสี, ปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ, สมาร์ทโฟน

ABSTRACT

The purposes of this research were; 1) to develop and evaluate the effectiveness of a set of Predict-Observe-Explain (POE) learning activity package coupled with a test kit for the determination of phosphate amount in water samples using a smart phone, regarding natural resources and the environment according to the criteria 80/80. 2) To study the progress in learning achieved through POE learning activity package with a test kit for phosphate testing in water samples by using a smart phone. 3) To examine the satisfaction towards POE learning activity package with a test kit for phosphate testing in water samples by using a smart phone of involved 15 high school students from Maerim District Learning Encouragement Center, Chiang Mai, selected using the Cluster Random Sampling method. The research tools included a learning management plan, academic achievement test and assessment of satisfaction with the science learning process applying to a learning management model of POE learning activity package with a phosphate test kit to analyze data as follows: percentage, average, standard deviation and normalized gain.

The research results revealed that:1. the development of POE learning activity package with the test kit for phosphate quantifying in water samples using a smart phone was found to be effective for high school students. The efficiency scores (E_1/E_2) were 81.40/80.67, which exceeded the established criterion of 80/80. Then, the study also examined the progress in learning about natural resources and the environment for high school students before and after engaging in the POE activities combined with smartphone-based phosphate testing. Prior to the activities, the average score was 19.53 with a standard deviation of 3.62. Post-activity, the average score increased to 24.20 with a standard deviation of 2.43. The learning progress score was determined to be 0.45. In addition, the overall satisfaction level of high school students towards the Predict-Observe-Explain (POE) activities combined with smartphone-based phosphate testing was exceptionally high, with an average score of 86.84.

Keywords: Predict-Observe-Explain Learning, Natural resources and environment, Color measurement, phosphate amount in water samples, smart phone.

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญกับการดำรงชีวิตของคนและสิ่งมีชีวิตนอกเหนือจากการอุปโภคและบริโภคในชีวิตประจำวัน น้ำยังมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม เช่น การประมง การคมนาคม การชลประทาน อุตสาหกรรม ระบบสาธารณูปโภค ฯลฯ ซึ่งในปัจจุบันประชากรโลกมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้มีการอุปโภคบริโภคมากขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำรวมถึงเกิดการปล่อยของเสียลงสู่แม่น้ำทำให้เกิดมลพิษทางน้ำมากขึ้น โดยน้ำที่มาจากชุมชนมักจะพบการปนเปื้อนของสารประกอบฟอสฟอรัสในรูปฟอสเฟต (Phosphate; PO_4^{3-}) ซึ่งสามารถกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตของพืชน้ำหรือแพลงก์ตอนพืชอย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำมีลักษณะสีเขียวขุ่น มีก๊าซออกซิเจนน้อย ทำให้สัตว์น้ำขาดออกซิเจนได้ ซึ่งวิธีโมลิบดีนัมบลู (Molybdenum Blue) เป็นวิธีมาตรฐานที่นิยมใช้ในการหาปริมาณฟอสเฟต (กรดแอสคอร์บิก 0.056 M แอมโมเนียมโมลิบเดต 0.005 M และกรดไนตริก 0.20 M) โดยการใช้รีเอเจนต์ที่ทำให้เกิดสีของสารประกอบโมลิบเดตเกิดปฏิกิริยากับฟอสเฟตและได้ผลิตภัณฑ์ เป็นสารประกอบเชิงซ้อนซึ่งวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ประมาณ

600 - 700 nm ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าวิธีดังกล่าวจะให้ผลตรวจวิเคราะห์ที่แม่นยำสูง แต่เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์มีราคาแพงมาก และผู้ใช้จำเป็นต้องผ่านการอบรมเรียนรู้ก่อนใช้งาน อีกทั้งในขั้นตอนการวิเคราะห์ยังเกิดสารเหลือทิ้งปริมาณมาก ทำให้วิธีดังกล่าวอาจไม่เหมาะต่อการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนระดับโรงเรียนทั่วไป ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาชุดทดสอบ สำหรับการหาปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำโดยใช้สมาร์ทโฟนทดแทนการใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ สำหรับการวัดความเข้มสีจากปฏิกิริยาตามวิธีโมลิบดีนัมบลู ที่ผันแปรตามความเข้มข้นของฟอสเฟต โดยชุดทดสอบดังกล่าวจะสามารถลดการใช้ปริมาณสารเคมี ลดเวลา และลดค่าใช้จ่ายเมื่อเทียบกับการวิเคราะห์ด้วยวิธีมาตรฐาน โดยจะดำเนินการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์และความถูกต้องของผลวิเคราะห์ตามหลักสถิติ และด้วยสมาร์ทโฟนเป็นอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้กันทั่วไปในชีวิตประจำวัน การนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนในชั้นเรียนจะทำให้นักเรียนสามารถเข้าถึงและเข้าใจได้ง่ายขึ้น

การจัดการเรียนรู้แบบ POE เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้เสนอโดย White and Gunstone (1992) โดยเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการคิด ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบ POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนของการทำนาย เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องทำนายว่าการทดลองหรือสถานการณ์นั้นจะเกิดผลอย่างไร โดยใช้การสังเกต ทักษะ การตั้งสมมติฐาน และทักษะการพยากรณ์จากพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิม ขั้นตอนที่ 2 ขั้นของการสังเกต เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทดลอง พิสูจน์สังเกตหาคำตอบ เกี่ยวกับการทดลองกิจกรรม และสถานการณ์ปัญหานักเรียนต้องใช้ทักษะการทดลองการสังเกต การวัด และการพยากรณ์ ขั้นตอนที่ 3 ขั้นของการอธิบาย เป็นขั้นตอนที่เกิดการเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่นักเรียนได้ทำนายไว้กับผลการทดลอง นักเรียนใช้ทักษะการตีความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุปทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

งานวิจัยนี้สามารถต่อยอดโดยการนำชุดทดสอบ สำหรับการหาปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำโดยใช้สมาร์ทโฟน ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียน ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ มาตรฐานที่ 2.2 มีความรู้ความเข้าใจและทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องปัญหาที่เกิดจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม เนื่องจากในการอุปโภคและบริโภคน้ำในชีวิตประจำวันของนักเรียน สกร.อำเภอแม่ริมและแหล่งน้ำแต่ละแห่ง ที่นำมาใช้มีการปนเปื้อนของสารประกอบฟอสฟอรัสในรูปฟอสเฟต (Phosphate; PO_4^{3-}) แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงนำชุดทดสอบดังกล่าวมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน และอีกทั้งยังนำแอปพลิเคชันสำหรับการวัดค่าสี ซึ่งสามารถสร้างความน่าสนใจให้กับการเรียนการสอนได้ และยังสามารถประยุกต์กับการเรียนการสอนในวิธีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในการเรียนการสอนได้นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE มาใช้เป็นแนวทางในการสอน มีลักษณะสำคัญของการสอนตามทฤษฎีการสร้างสรรค์องค์ความรู้โดยใช้แนวทางการสอน ทำนาย สังเกต และอธิบาย เน้นที่การท้าทายของนักเรียนเพื่อให้เกิด "ความมีส่วนร่วม" ในกิจกรรมการเรียนเรียนรู้แบบ POE เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในการทดสอบสำหรับการหาปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำโดยใช้สมาร์ทโฟน โดยจุดเด่นที่สำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ POE ก็คือ สามารถช่วยให้ผู้สอนเข้าใจการคิดของนักเรียน สามารถตรวจสอบ (สำรวจ) ความคิดเริ่มแรกของนักเรียนว่า การทำนายผลการทดลองเกี่ยวกับการทดสอบหาปริมาณฟอสเฟตที่อยู่ในน้ำนั้นไปในทิศทางไหน และยังช่วยให้ผู้สอนสามารถติดตามดูการเปลี่ยนแปลงความคิดของนักเรียน ในขั้นสังเกต โดยขั้นตอนนี้นักเรียนเป็นผู้ลงมือทำการทดลองหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ทำนายไว้ ซึ่งจะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสเฟตและโดยมีการตรวจวัดความเข้มสีด้วยสมาร์ทโฟน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนจะ

สนับสนุนหรือส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนการคิด ซึ่งอาจจะเป็นหรือไม่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ก็ได้ และให้คุณค่าต่อการเสนอแนวคิดของนักเรียนเสมอ อันจะช่วยให้นักเรียนปรับตัวเข้ากับรูปแบบการเรียนการสอนนี้ได้เป็นอย่างดี

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

(1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบสำหรับการหาปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำโดยใช้สมาร์ทโฟน เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตามเกณฑ์ 80/80

(2) เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบสำหรับการหาปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำโดยใช้สมาร์ทโฟน

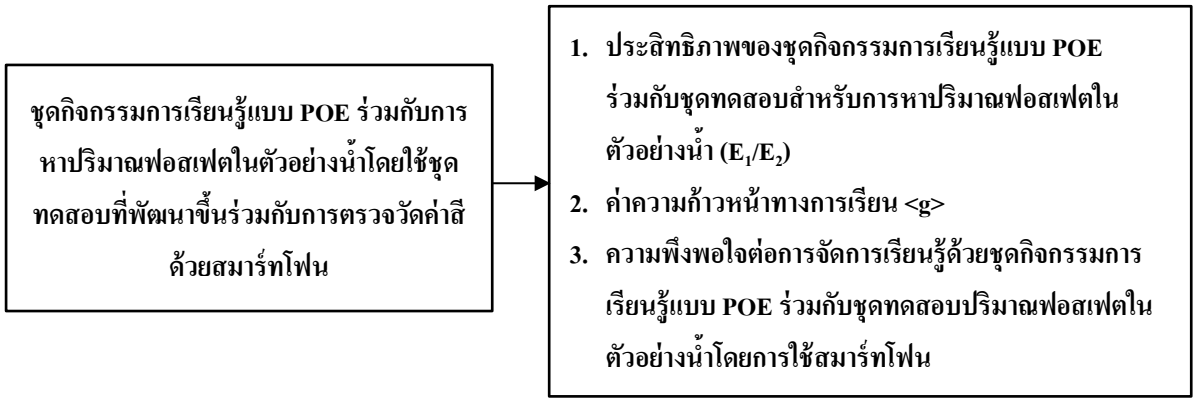
(3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำโดยการใช้สมาร์ทโฟน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สกร. อำเภอแม่ริม จ.เชียงใหม่

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้แบบ POE รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สกร.อำเภอแม่ริม เป็นวิธีการที่ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1 ขั้นตอนของการทำนาย เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องทำนายว่าการทดลองที่เกี่ยวกับการทดสอบหาปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำที่ตนเองเตรียมมาวิเคราะห์ว่าเกิดผลอย่างไร โดยใช้การสังเกต ทักษะ การตั้งสมมติฐาน และทักษะการพยากรณ์จากพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิม 2 ขั้นของการสังเกต เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทดลอง พิสูจน์สังเกตหาคำตอบ เกี่ยวกับการทดลองการทดสอบหาปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยนักเรียนต้องใช้ทักษะการทดลอง การสังเกต การวัด และการพยากรณ์ และ 3 ขั้นของการอธิบาย เป็นขั้นตอนที่เกิดการเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่นักเรียนได้ทำนายไว้กับผลการทดลองที่เกี่ยวกับการทดสอบหาปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยนักเรียนใช้ทักษะการตีความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุปทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.3 สมมติฐานการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบสำหรับการหาปริมาณฟอสเฟตใน ตัวอย่างน้ำ โดยใช้สมาร์ทโฟน เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยี มาปรับใช้ในการเรียนรู้แบบ POE ได้ทำนายการทดลอง สังเกตขณะที่นักเรียนทำการทดลอง และมีอธิบายเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่นักเรียนได้ทำนายไว้กับผลการทดลอง ในเรื่องปัญหาที่เกิดจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตามเกณฑ์ 80/80

2. หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับร่วมกับชุดทดสอบสำหรับการหาปริมาณฟอสเฟต ในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สกร.อำเภอแม่ริม จ.เชียงใหม่ เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม นักเรียนมีค่าความก้าวหน้าการเรียนรู้สูงขึ้นกว่าก่อนการจัดกิจกรรม

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำโดยการใช้สมาร์ทโฟน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สกร.อำเภอแม่ริม จ.เชียงใหม่ นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกข้อ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 1/2566 สกร.อำเภอแม่ริม, สกร.จังหวัดเชียงใหม่, สกร. มีจำนวนกลุ่มเรียน 3 กลุ่ม และจำนวน 48 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 1/2566 กลุ่มเรียนวันอาทิตย์ ณ สกร.อำเภอ **แม่ริม ต.ดอนแก้ว อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ จำนวน 15 คน โดยใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม**

4.2 เครื่องมือวิจัย

4.2.1 แผนรายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตใน ตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม จำนวน 4 แผน (สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 1/2566)

4.2.2 ชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน

4.2.3 แบบทดสอบการหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมระหว่างเรียน ซึ่งประกอบด้วยใบกิจกรรม จำนวน 4 ชุด เพื่อนามาวิเคราะห์หาค่าและเปรียบเทียบประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

4.2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนได้แก่ ข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.3.1 ทำการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ และสร้างชุดทดสอบ หาปริมาณฟอสเฟต ในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน เพื่อนำไปใช้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE

4.3.2 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่าง น้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน (ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา กศน.ฯ, ศึกษาหลักการที่เกี่ยวข้อง) อีกทั้งได้นำแผนฯ ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสม และนำแบบประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ โดยกำหนดค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.66 ขึ้นไป

4.3.3 ชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบถึงวัตถุประสงค์, ประโยชน์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล, การปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ และนำแบบทดสอบก่อนเรียนที่สร้างขึ้นมาทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 ข้อ

4.3.4 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน

4.3.5 หลังจากจัดการเรียนรู้ 4 แผนฯ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน 30 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจ 20 ข้อ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และค่าความก้าวหน้าการเรียนรู้ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียนและหลังเรียน)

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.4.1 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน โดยใช้ดัชนีประสิทธิผล

4.4.2 วิเคราะห์ระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สกร.อำเภอแม่ริม จ.เชียงใหม่

5. ผลการวิจัย

จากการวิจัยการพัฒนาแผนการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ปรากฏผลดังนี้

1. ผลการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.40/80.67 สูงกว่ากว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

2. ผลการศึกษาความก้าวหน้าการเรียนรู้เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบจัดการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ $\bar{\mathbf{X}}$ = 19.53, S.D. = 3.62 และค่าคะแนนเฉลี่ยหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ $\bar{\mathbf{X}}$ = 24.20, S.D. = 2.43 ค่าคะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้าการเรียนรู้ <g> มีค่า 0.45 แสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าการเรียนรู้ของผู้เรียนอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน ช่วยให้ผู้เรียนสร้างภาพจำในสมองเพิ่มเติมจากข้อความ ช่วยให้การนำประสบการณ์มาใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ภายใต้เวลาที่จำกัดได้รวดเร็วมากขึ้น

3. ความพึงพอใจของนักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีต่อแผนการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน มีค่าเฉลี่ยโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยโดยภาพรวม $\bar{\mathbf{X}}$ อยู่ที่ 86.40 เมื่อพิจารณา ได้ดังนี้ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ($\bar{\mathbf{X}}$ = 88.00) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{\mathbf{X}}$ = 86.93) ด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{\mathbf{X}}$ = 85.60) และด้านสื่อและอุปกรณ์ ($\bar{\mathbf{X}}$ = 85.07)

ตารางที่ 1 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน

รายการ	N	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	ประสิทธิภาพ
ประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1)	15	70	56.86	81.40	81.40/80.67
ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2)	15	30	81.40	80.67	

ตารางที่ 1 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน จำนวนนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมมีจำนวน 15 คน มีค่าประสิทธิ์ภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 81.40/80.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ได้กำหนดไว้ กล่าวคือ ประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) มีค่า 81.40 ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) มีค่า 80.67

ตารางที่ 2 แสดงผลการศึกษาความก้าวหน้าการเรียนรู้เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POEร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน

ก่อนจัดกิจกรรม		**หลังจัดกิจกรรม**		**ค่าความก้าวหน้า <g>**
ค่าเฉลี่ย	**ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน**	**ค่าเฉลี่ย**	**ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน**	
19.53	3.62	24.20	2.43	0.45

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาความก้าวหน้าการเรียนรู้เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POEร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน พบว่า $\bar{X}$ ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เท่ากับ 19.53, S.D. = 3.62 และ $\bar{X}$ หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เท่ากับ 24.20, S.D. = 2.43 และค่า <g> มีค่า 0.45

ตารางที่ 3 แสดงผลความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านที่ 1 ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้	4.40	0.68	มาก
ด้านที่ 2 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.35	0.65	มาก
ด้านที่ 3 ด้านสื่อและอุปกรณ์	4.25	0.76	มาก
ด้านที่ 4 ด้านการวัดและประเมินผล	4.28	0.67	มาก
รวม	4.32	0.69	มาก

ตารางที่ 3 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนนักเรีย ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน มีค่าเฉลี่ยโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มี $\bar{X}$ โดยภาพรวมอยู่ที่ 4.32 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านสามารถเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้ดังนี้ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ $\bar{X}$ = 4.40, ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ $\bar{X}$ = 4.35, ด้านการวัดและประเมินผล $\bar{X}$ = 4.28, ด้านสื่อและอุปกรณ์ $\bar{X}$ = 4.25

5. อภิปรายผล

จากการวิจัยการพัฒนาแผนการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

ด้านประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.40/80.67 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นนั้น เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่ออำนวยให้นักเรียนได้ฝึกคิด ลงมือปฏิบัติ และได้สร้างสถานการณ์หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้กระตุ้นการคิดและตั้งคำถาม โดยครูเป็นผู้คอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการตั้งคำถามและความคิดตลอดเวลา ทำให้การจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นนั้นเต็มเปี่ยมไปด้วยบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิราวรรณ รักคง (2564) ที่อธิบายถึงการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ผลการศึกษาความก้าวหน้าการเรียนรู้ เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POEร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ = 19.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) = 3.62 และค่าคะแนนเฉลี่ยหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{\mathbf{X}}$) = 24.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) = 2.43 ค่าคะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้าการเรียนรู้ <g> = 0.45 แสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าการเรียนรู้ของผู้เรียนอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน ช่วยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ไขปัญหา นำประสบการณ์มาใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ภายใต้เวลาที่จำกัดได้รวดเร็วมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤษณา ทิมสี (2562) ที่ได้ทำการศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้วิธีสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (CBL) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาสดงให้เห็นว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (CBL) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดทดสอบปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำ โดยการใช้สมาร์ทโฟน เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับมากขึ้นไปทุกข้อ เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังจะเห็นได้จากมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดง ความคิดเห็น ได้เรียนรู้การสร้างคำถามและฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์ผ่านการจัดการเรียนรู้ที่จัดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกิตติศักดิ์ ชาไมล์ (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าสถิต โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีหนึ่งในความมุ่งหมายของงานวิจัย คือ ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับผังมโนทัศน์ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย $\bar{\mathbf{X}}$ = 4.39 อยู่ในระดับมาก

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

(1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ เวลา สถานการณ์ สื่อ และการนำไปใช้ เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ง่ายต่อความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น ช่วยสนองต่อความต้องการของผู้เรียนอย่างเต็มที่และเอื้อต่อการเรียนรู้

(2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มระดมความคิด โดยจัดกลุ่มแบบคละผู้เรียนแบบ เก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการทำงานร่วมกันเป็นทีมโดยสมาชิกภายในกลุ่มมีความสามารถที่หลากหลายในระดับเก่ง ปานกลาง อ่อน จะช่วยให้นักเรียนได้มีทักษะกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและมีความโดดเด่นมากขึ้น

6.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาบูรณาการร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบอื่นมากขึ้น เพื่อสร้างนวัตกรมการเรียนรู้ที่หลากหลายตรงต่อความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนมากขึ้นและสามารารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับการจัดกิจกรรมรูปแบบอื่นด้วย

7. กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอดจนสำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอบพระคุณผู้อำนวยการศถานศึกษา คณะครู สกร.อำเภอแม่ริม, สกร.จังหวัดเชียงใหม่, สกร. ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำข้อคิดเห็น ตรวจสอบคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนการวิจัยในเรื่องสถานที่ที่เอื้ออำนวยต่อการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องในด้านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามที่มีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์นี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

เกียรติมณี บำรุงไร่. (2553). *การพัฒนาโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predicts–Observe–Explain.* วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เขมจิรา มะลิซ้อน. (2562). *การพัฒนาชุดการทดลองวัดค่าการส่องผ่านและการกระเจิงแสงอย่างง่ายโดยใช้สมาร์ตโฟน.* ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จิราภรณ์ ปุณยวัจน์พรกุล, ชาญวิทย์ คำเจริญ, ณัฏฐนันท์ เรียบเรียง และกมลพรรณ เมืองมา. *ผลการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์ พยานเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูฟิสิกส์โดยใช้บทปฏิบัติการออนไลน์ ร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์วิดีโออัตราเร็วสูง เรื่อง การชนและโมเมนตัม.* 1-12

จิราวรรณ รักคง, วิทัศน์ ฝึกเจริญผล และศักดิ์สิทธิ์ ใจผ่อง. (2564). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ความดันและแรงพยุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* วารสารศาสตร์การศึกษาและการพัฒนามนุษย์, 5(1), 40-51.

ชนิสรา ปัญญายิ่ง, มิกิ กัณณะ และสราวุฒิ สมนาม. (2560). การหาปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชใช้ประโยชน์ได้ในดินโดยใช้ระบบไฮโดรไดนามิกซีเครนเชียลอินเจคชันแบบประหยัด. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,* 25(1), 124-136

ณัฐวุฒิ เชิงชั้น. (2558). *การพัฒนาวิธีวิเคราะห์หาปริมาณอัลบูมินในปัสสาวะโดยใช้ชุดทดสอบภาคสนามร่วมกับการตรวจวัดด้วยแพพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ.* งานวิจัยงบประมาณสนับสนุน คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศูนย์การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยอำเภอแม่ริม. (2566). *หลักสูตรสถานศึกษา (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2566) ตามหลักสูตรการศึกษานอกระบบระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2554).* เชียงใหม่: ศูนย์การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยอำเภอแม่ริม.

Somnam S., Motomizu S., Grudpan K. & Jakmunee J. (2014). *Hydrodynamic sequential injection with stopped-flow procedure for consecutive determination of phosphate and silicate in wastewater.* Chiang Mai Journal of Science, 41(3), 606-617

Somnam S., Kanna M., & Jakmunee J. (2019). *Application of a smartphone to increase effectiveness in the determination of soil pH by using indicators*. (4), 733-740.

Somnam S., & Kanna M. (2020). *Flow-based titration with a colorimetric detection box using a smartphone for the determination of titratable acidity in coffee.* ScienceAsia, 46, 52-58.

การใช้วิธีการเรียนรู้ของเครื่องสำหรับการศึกษาปัจจัยของการเกิดโรคมะเร็งปอดในประเทศไทย

A Machine Learning Method for Identifying Factors of Lung Cancer in Thailand

ฐิติพงษ์ สุนทรายุทธ์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
E-mail: thitiphong.su@ku.th
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริญญา ธีระอนันต์ชัย
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
E-mail: sirinya.te@ku.th
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรรมกร แซ่ตั้ง
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
E-mail: thammakorn.s@ku.th
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พันโท ดร.พิชา สุวรรณหิตาทร
วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า
E-mail: picha.s@pcm.th
ดร. แพทย์หญิงณัทญา ตรีภูริเดช
วิทยาลัยแพทยศาสตร์ศรีสวางควัฒน ราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์
E-mail: natthaya.tri@cra.ac.th

บทคัดย่อ

โรคมะเร็งปอดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเสียชีวิตด้วยโรคมะเร็ง โดยเฉพาะในเพศชาย และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี จะพบว่าการตรวจพบว่าเป็นโรคมะเร็งปอดในระยะที่สามหรือระยะที่สี่ จะทำให้ยากต่อการรักษาและมีผลให้เกิดการเสียชีวิตในระยะเวลาอันสั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อหาปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์ที่ทำให้เกิดโรคมะเร็งปอดด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง เป็นการศึกษาจากเหตุไปหาผลแบบย้อนหลัง และปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์ที่ทำให้เกิดโรคมะเร็งปอด ได้แก่ เพศ อายุ ดัชนีมวลกาย (BMI) ประวัติโรคประจำตัว ประวัติครอบครัวเป็นมะเร็ง การสูบบุหรี่ และการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ โดยมีจำนวนทั้งหมด 787 รายที่มีการศึกษา พบว่า ร้อยละ 3.9 เกิดโรคมะเร็งปอด ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จากการนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคป่าสุ่มจากวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง พบว่า ค่าความถูกต้อง (Accuracy) เท่ากับ 79% และมีค่าพื้นที่ใต้ส่วนโค้ง (Area Under Curve: AUC) เท่ากับ 56% สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรคมะเร็งปอดโดยใช้ค่า Feature Importance ในการอธิบายความสัมพันธ์ พบว่า ค่าสูงสุด 5 อันดับแรก คือ ประวัติการดื่มแอลกอฮอล์ (21%), การสูบบุหรี่ (12%), ประวัติครอบครัวเป็นมะเร็ง (11%), ดัชนีมวลกาย (BMI) (10%), ประวัติโรคประจำตัว (10%) และอายุ (10%) ตามลำดับ

คำสำคัญ: มะเร็งปอด, เทคนิคป่าสุ่ม, การเรียนรู้ของเครื่อง

ABSTRACT

Lung cancer is the leading cause of cancer death in the Thailand especially in men. There is an increasing trend in the number of lung cancer annually due to late diagnosis and treatment and also others risk factors which led to die shortly. The study aimed to assess the factors associated with lung cancer by using machine learning approach. We used the retrospective cohort study and factors including sex, age, body mass index, history of underlying disease, history of cancer in family, behaviors of smoking and alcohol consumption. A total of 787 subjects were included, 3.9% had lung cancer. The majority of lung cancer were male. The results from random forest technique by machine learning approach show that the accuracy to predict lung cancer was 79% and the Area Under Curve (AUC) was 56%. The top five of feature importance score among factors associated with lung cancer were alcohol consumption (21%), smoking (12%), history of cancer in family (11%), BMI (10%), history of underlying disease (10%) and age (10%), respectively.

Keywords: Lung cancer, Random Forest, Machine learning

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

โรคมะเร็งปอดเป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่สำคัญระดับโลกเนื่องจากเป็นโรคมะเร็งที่พบได้บ่อยที่สุดในโลก จากสถิติขององค์การอนามัยโลกคาดการณ์ว่ามีจำนวนผู้ป่วยทั่วโลกที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคมะเร็งประมาณ 18 ล้านคน และเสียชีวิตจากโรคมะเร็งประมาณ 9.6 ล้านคน หรือกล่าวได้ว่า 1 ใน 6 รายของการเสียชีวิตเกิดจากโรคมะเร็ง และมีการคาดการณ์กันว่าจะมีผู้ป่วยด้วยโรคมะเร็งปอดรายใหม่เพิ่มขึ้นในทุกปีอย่างรวดเร็ว โดยพบว่า 85% ของผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดมีสาเหตุจากการสูบบุหรี่ โดยในปัจจุบันประเทศไทย จากข้อมูลล่าสุดของสถาบันมะเร็งแห่งชาติ (สถาบันมะเร็งแห่งชาติ, 2020) พบว่า โรคมะเร็งปอดพบมากเป็นอันดับสามในเพศชาย และเป็นอันดับสี่ในเพศหญิง และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นในทุกๆ ปี โดยพบว่าเพศชายพบโรคมะเร็งปอดในอายุที่น้อยกว่าเพศหญิง และเมื่อพบว่าเป็นโรคมะเร็งปอดแล้ว จะพบในระยะที่ 3 - 4 แล้ว ซึ่งทำให้ยากต่อการรักษา และทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตในเวลาอันสั้น

การตรวจพบโรคมะเร็งปอดได้ตั้งแต่ในระยะแรกๆ จะทำให้ผู้ป่วยนั้นมีโอกาสที่จะได้รับการรักษาตั้งแต่ในระยะแรก ซึ่งมีโอกาสรักษาให้หายขาดได้หรือมีการตอบสนองต่อการรักษาได้ดีกว่าการที่ตรวจพบโรคมะเร็งเมื่อมีอาการที่ลุกลามแล้ว ส่งผลให้มีคุณภาพชีวิตที่ดี และสามารถลดอัตราการเสียชีวิตจากโรคมะเร็งปอดและโรคมะเร็งที่สัมพันธ์กับการสูบบุหรี่ชนิดอื่นๆ ได้ในที่สุด เพราะเมื่อส่วนใหญ่ผู้ป่วยเข้ามารับการรักษาเมื่อมีการลุกลามและแพร่กระจายของโรคแล้ว ทำให้มีอัตราการเสียชีวิตร้อยละ 90 ในระยะเวลา 2 ปี และมีอัตราการรอดชีวิตใน 5 ปี ที่ร้อยละ 4-17 (Hirsch, 2017, Yin et al. 2021)

จากข้อมูลของโครงการบำเพ็ญพระกุศล ในศาสตราจารย์ ดร. สมเด็จพระเจ้าลูกเธอ เจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารีเนื่องในโอกาสวันคล้ายวันประสูติ 4 กรกฎาคม 2555 “โครงการตรวจคัดกรองมะเร็งปอดแบบบูรณาการ” โรงพยาบาลจุฬาภรณ์ ราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2555 ถึง พ.ศ.2565 ซึ่งมีการเก็บข้อมูลทางด้านพฤติกรรมการใช้ชีวิตในกลุ่มผู้สูบบุหรี่ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งปอดและมีการตรวจติดตามในทุกปี ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการหาปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการเกิดโรคมะเร็งปอด โดยใช้

การประยุกต์ด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) ซึ่งจะทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดโรคมะเร็งปอด และนำไปเป็นแนวทางในการวางแผนและป้องกันการเกิดโรคมะเร็งปอดได้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาถึงปัจจัยเสี่ยง และทำนายการเกิดโรคมะเร็งปอดด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เทคนิคแบบป่าสุ่ม (Random Forest) คือ เป็นการจำแนกข้อมูลแบบไม่มีการตัดแต่งกิ่ง หรือเรียกอีกอย่างว่าต้นไม้ถดถอย ถูกสร้างจากการนำ Train data ไปสุ่มตัวอย่างและคุณลักษณะบางอย่างของข้อมูล แล้วนำมาสร้างเป็น Decision tree โดยจะมีกลุ่มตัวอย่างบางส่วนที่จะไม่ถูกเลือก เราจะเรียกข้อมูลนี้ว่า Out-of-Bag ซึ่งจะถูกนำมาใช้ในการทดสอบต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) (Breiman, 2001)

ทำการวัดประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลโดยหาค่าความถูกต้อง (Accuracy), ค่าความแม่นยำ (Precision), ค่าความระลึก (Recall), ค่า F-measure และค่าพื้นที่ใต้ส่วนโค้ง (Area Under Curve: AUC) มีวิธีคำนวณ ดังต่อไปนี้ (MOHAMMED J. ZAKI, 2014)

ค่าความถูกต้อง (Accuracy)

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{TP} + \text{TN}}{\text{TP} + \text{TN} + \text{FP} + \text{FN}}$$

ค่าความแม่นยำ (Precision)

$$\text{Precision} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FP}}$$

ค่าความระลึก (Recall)

$$\text{Recall} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FN}}$$

ค่า F-measure

$$\text{F} - \text{measure} = \frac{2 \times (\text{Precision} \times \text{Recall})}{\text{Precision} \times \text{Recall}}$$

ค่าพื้นที่ใต้ส่วนโค้ง (Area Under Curve: AUC)

$$\text{AUC} = \frac{\text{TP}}{\text{FP}}$$

โดยที่ค่า TP หรือ True Positive คือ จำนวนของข้อมูลที่ทำนายว่าเป็นจริง แล้วเป็นจริง

TN หรือ True Negative คือ จำนวนของข้อมูลที่ทำนายว่าไม่เป็นจริง แล้วไม่เป็นจริง

FP หรือ False Positive คือ จำนวนของข้อมูลที่ทำนายว่าเป็นจริง แล้วไม่เป็นจริง

FN หรือ False Negative คือ จำนวนของข้อมูลที่ทำนายว่าไม่เป็นจริง แล้วเป็นจริง

ค่าความสำคัญของคุณสมบัติ (Feature Importance) คือ ค่าที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ว่าปัจจัย (feature) ใดมีความสำคัญในการพยากรณ์ตัวแปรตามที่สนใจในการสร้างตัวแบบ (Model) ได้มากน้อยตามลำดับเมื่อทำการเทียบกับปัจจัย (feature) อื่นๆ

ขั้นตอนการคำนวณค่าความสำคัญของคุณสมบัติ (Feature Importance)

1) ทำการฝึกการเรียนรู้ของตัวแบบกับข้อมูลปกติ และทำการคำนวณค่า loss ได้แก่ ค่า Mean Squared Error (MSE), Mean Absolute Error (MAE) และ Entropy มาเก็บไว้เป็นค่าอ้างอิง (Reference)
2) ทำการสลับข้อมูลระหว่างแถวของปัจจัยที่ทำการคิดค่า Importance และนำข้อมูลที่ทำการสลับนี้ไปทำนายด้วยตัวแบบที่ได้ทำการฝึกการเรียนรู้ไว้ในข้อ 1
3) คำนวณค่า loss ที่ได้จากข้อ 2 เพื่อเป็นการเปรียบเทียบว่าการทำลายปัจจัยนั้นๆ ทำให้ค่า loss มีค่ามากขึ้นเท่าไร และทำการบันทึกข้อมูลเก็บไว้
4) ทำการคำนวณกับในทุกๆ ปัจจัย โดยที่ปัจจัยไหนที่ทำให้ค่า loss นั้นมีมากขึ้น หมายความว่ายิ่งมีความสำคัญ โดยนำมาอธิบายในรูปแบบค่าความสำคัญ

Yin et al. (2021) ทำการศึกษาถึงปัจจัยเสี่ยงของการเกิดมะเร็งปอดในประวัติของครอบครัวที่เป็นมะเร็งปอดในผู้หญิงชาวจีน ในประเทศสิงคโปร์ พบว่า การมีประวัติครอบครัวเป็นมะเร็งปอดนั้น จะเพิ่มความเสี่ยงที่สูงขึ้นในการเป็นมะเร็งปอด โดยเฉพาะในรายที่ไม่สูบบุหรี่

Nanda (2020) ได้ทำการศึกษาในผู้ป่วยโรคมะเร็งปอด ชนิด Non -Small Cell lung cancer (NSCLC) จำนวน 509 ราย มีการจำแนกอัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วยมะเร็งปอด ชนิด NSCLC โดยปรับปรุงอัลกอริทึม Random Forest เปรียบเทียบกับอัลกอรึทึมต่างๆ คือ Decision tree, Naïve Bays และ Support Machine Vector (SVM) โดยมีปัจจัย คือ ระยะเวลาการรักษา, ระยะของโรค, ปริมาณเนื้องอกทั้งหมด, เพศ และอายุ ผลการศึกษาพบว่า Random Forest เป็นแบบจำลองที่มีค่าความแม่นยำสูงสุดถึง 98% ซึ่งเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการทำนายอัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วยมะเร็งปอด ชนิด NSCLC

Ahmed et al. (2013) การตรวจหาความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งปอดในระยะเริ่มต้น โดยการใช้การทาเหมืองข้อมูล ซึ่งเป็นการพัฒนาระบบที่ใช้ในการทดสอบความเสี่ยงที่จะมีโอกาสในการเกิดโรคมะเร็งปอด โดยทาการศึกษาในผู้ป่วย 400 ราย แบ่งเป็นผู้ป่วยมะเร็งปอด 200 ราย และคนปกติ 200 ราย อายุ 20-80 ปี ศึกษาปัจจัยเสี่ยง 20 ปัจจัย ประมวลผล และจัดกลุ่มโดยใช้อัลกอริทึม K-means clustering และ Decision tree เพื่อระบุถึงข้อมูลทั้งที่มีความสัมพันธ์ และไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน พบว่า ในการพัฒนาระบบในการทานายการเกิดโรคมะเร็งปอด จะมีประโยชน์ในการช่วยคัดกรองความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งปอด ซึ่งได้รูปแบบอัลกอริทึมของ Decision tree ในการทำนายการเกิดโรคมะเร็งปอด

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

การศึกษาจากเหตุไปหาผลแบบย้อนหลัง (Retrospective Cohort Study)

4.2 ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้เข้าร่วมโครงการบำเพ็ญพระกุศล ในศาสตราจารย์ ดร. สมเด็จพระเจ้าลูกเธอ เจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี เนื่องในโอกาสวันคล้ายวันประสูติ 4 กรกฎาคม 2555 “โครงการตรวจคัดกรองมะเร็งปอดแบบบูรณาการ” โรงพยาบาลจุฬาภรณ์ ราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 และทำการตรวจติดตามจนถึงปี พ.ศ. 2565

กลุ่มตัวอย่าง คือ

เกณฑ์การคัดเลือก (Inclusion criteria) คือ ผู้ที่เข้าร่วมโครงการบำเพ็ญพระกุศลฯ ตรวจคัดกรองมะเร็งปอดแบบบูรณาการทั้งหมด ที่มีประวัติการสูบบุหรี่และกำลังสูบบุหรี่

เกณฑ์การคัดแยก (Exclusion criteria) คือ

1. ขอถอนตัวออกจากโครงการฯ
2. ตอบแบบสอบถามไม่ครบถ้วน
3. ไม่มาติดตามนัดมากกว่า 2 ครั้งติดต่อกัน

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูล จากฐานข้อมูลของโครงการฯ และดำเนินการจัดการข้อมูลต่างๆ ให้มีความสมบูรณ์ โดยตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ

1. อายุ
2. เพศ
3. ดัชนีมวลกาย (BMI)
4. ประวัติโรคประจำตัว เช่น โรคเบาหวาน, โรคไขมันในเลือดสูง,โรคความดันโลหิตสูง, โรคหัวใจขาดเลือด, โรคหลอดเลือดสมอง
5. ประวัติครอบครัวเป็นมะเร็ง
6. การสูบบุหรี่
7. การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์
8. การได้รับวัคซีน เช่น วัคซีนป้องกันวัณโรค, วัคซีนป้องกันโรคปอดอักเสบ
9. ประวัติการเป็นโรคทางเดินหายใจ เช่น ปอดอักเสบ, หอบหืด, วัณโรคปอด, ถุงลมโป่งพอง, หอบหืด, หลอดลมอักเสบ, หนองที่เยื่อหุ้มปอด
10. การสัมผัสกับควัน เช่น ควันธูป, ท่อไอเสียรถยนต์, ควันบุหรี่จากบุคคลอื่น

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ จำนวน (N) ร้อยละ (Percentage) กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปกติ ใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) ส่วนกรณีข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติ ใช้ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile Range: IQR)

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยใช้สถิติ Chi-squared test หรือ Fisher's exact test ตามข้อตกลงเบื้องต้นของข้อมูล กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

3. วิเคราะห์หาปัจจัยเสี่ยง และทำนายการเกิดโรคมะเร็งปอด ใช้วิธีการเรียนรู้ของเครื่อง โดยใช้ Random Forest Algorithm ทำการวัดประสิทธิภาพด้วยค่าความถูกต้อง (Accuracy), ค่าความแม่นยำ (Precision), ค่าความระลึก (Recall), ค่า F-measure และค่าพื้นที่ใต้ส่วนโค้ง (Area Under Curve: AUC)

5. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ในการทำการศึกษานี้ จะพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมโครงการฯ มีจำนวนทั้งหมด 787 ราย โดยลักษณะของข้อมูลทั่วไปของผู้ที่เข้าร่วมโครงการฯ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

Characteristics	Total n (%)	Lung Cancer n (%)		p-value
		Yes	No	
จำนวนทั้งหมด	787 (100.0)	31 (3.9)	756 (96.1)	
อายุ (ปี) (Median (IQR))	58 (62-54)	60 (66-56)	58 (62-54)	0.272
น้อยกว่า 60 ปี	456 (57.9)	15 (48.4)	441 (58.3)	
ตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป	331 (42.1)	16 (51.6)	315 (41.7)	
เพศ				0.713
ชาย	739 (93.0)	29 (93.6)	710 (93.9)	
หญิง	48 (6.1)	2 (6.5)	46 (6.1)	
ดัชนีมวลกาย (BMI) (kg/m^2) (Median (IQR))	24 (26-22)	23 (26-21)	24 (26-22)	0.312
น้อยกว่า 24	387 (49.2)	18 (58.1)	369 (48.8)	
ตั้งแต่ 24 ขึ้นไป	400 (50.8)	13 (41.9)	387 (51.2)	
ประวัติการดื่มแอลกอฮอล์				0.699
ไม่ดื่มเลย	157 (20.0)	4 (12.9)	153 (20.2)	
ดื่มนานๆ ครั้ง (น้อยกว่า 1 ครั้ง/เดือน)	76 (9.7)	2 (6.5)	74 (9.8)	
เคยดื่ม (หยุดมานาน)	177 (22.5)	7 (22.6)	170 (22.5)	
ยังดื่มเป็นประจำ	377 (47.9)	18 (58.1)	359 (47.5)	
ประวัติโรคประจำตัว[1]				0.716
มี	406 (51.6)	15 (48.4)	391 (51.7)	
ไม่มี	381 (48.4)	16 (51.6)	365 (48.3)	
ประวัติโรคทางเดินหายใจ[1]				0.170
มี	132 (16.8)	8 (25.8)	124 (16.4)	
ไม่มี	655 (83.2)	23 (74.2)	632 (83.6)	
ประวัติครอบครัวเป็นมะเร็ง				0.857
มี	343 (43.6)	14 (45.2)	329 (43.5)	
ไม่มี	444 (56.4)	17 (54.8)	427 (56.5)	
การสัมผัสกับควัน[1]				0.721
มี	729 (92.6)	30 (96.8)	699 (92.5)	
ไม่มี	58 (7.4)	1 (3.2)	57 (7.5)	
การสูบบุหรี่				0.605
เคยสูบ แต่ปัจจุบันเลิกแล้ว	246 (31.3)	11 (35.5)	235 (31.1)	
ปัจจุบันสูบอยู่	541 (68.7)	20 (64.5)	521 (68.9)	
ประวัติการได้รับวัคซีน[1]				0.917
เคย	388 (49.3)	15 (48.4)	373 (49.3)	
ไม่เคย	399 (50.7)	16 (51.6)	383 (50.6)	

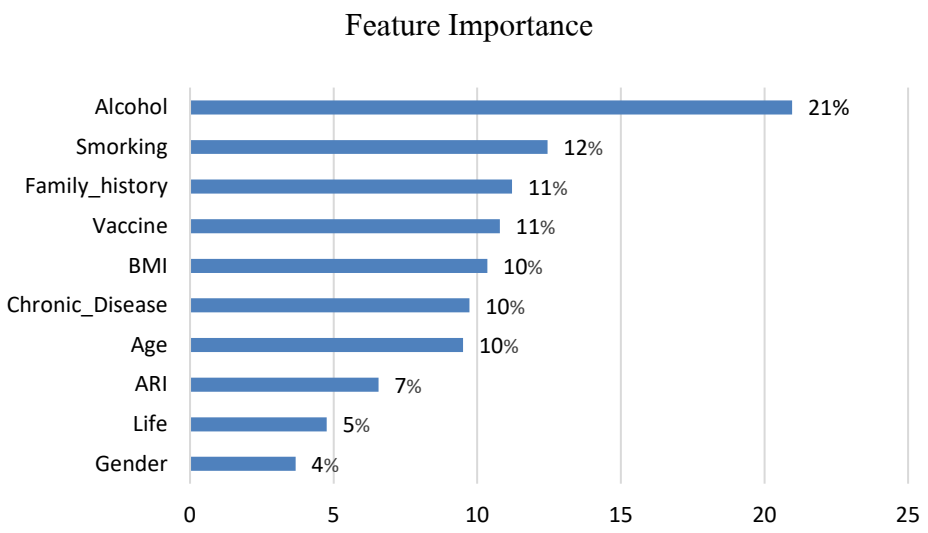
[1] ประวัติโรคประจำตัว: โรคเบาหวาน, โรคไขมันในเลือดสูง, โรคความดันโลหิตสูง, โรคหัวใจขาดเลือด, โรคหลอดเลือดสมอง
ประวัติโรคทางเดินหายใจ: ปอดอักเสบ, หอบหืด, วัณโรคปอด, ถุงลมโป่งพอง, หอบหืด, หลอดลมอักเสบ, หนองที่เยื่อหุ้มปอด
การสัมผัสกับควัน: ควันธูป, ท่อไอเสียรถยนต์, ควันบุหรี่จากบุคคลอื่น
ประวัติการได้รับวัคซีน: วัคซีนป้องกันวัณโรค, วัคซีนป้องกันโรคปอดอักเสบ

จากตารางที่ 1 พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีการติดตามและได้รับการตรวจ ร้อยละ 3.9 เกิดโรคมะเร็งปอด มีสัดส่วนของเพศชายพบเป็นมะเร็งมากกว่าเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 93.6 และ 6.5 ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อายุตั้งแต่ 60 ปี ร้อยละ 51.6 และอายุน้อยกว่า 60 ปี ร้อยละ 48.4 ในขณะที่สัดส่วนของดัชนีมวลกาย (BMI) น้อยกว่า 24 ร้อยละ 58.1 นอกจากนี้ประวัติการดื่มแอลกอฮอล์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ดื่มเป็นประจำ ร้อยละ 58.1 มีโอกาสเกิดโรคมะเร็งปอดมากที่สุด รวมถึงคนที่มีการสัมผัสควัน คิดเป็นร้อยละ 96.8 และกลุ่มตัวอย่างที่ปัจจุบันยังมีการสูบอยู่ คิดเป็นร้อยละ 64.5 มีโอกาสเกิดโรคมะเร็งปอด จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับการเกิดโรงมะเร็งปอด พบว่า ปัจจัยต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์นั้นไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value > 0.05) ซึ่งอาจเกิดจากกลุ่มของคนที่เป็นโรคมะเร็งยังมีจำนวนที่น้อย เมื่อเทียบกับจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ทำให้ไม่สามารถหาถึงความสัมพันธ์กับปัจจัยต่างๆ ได้ ในการใช้เทคนิคแบบป่าสุ่มเป็นการลดข้อจำกัดของข้อกำหนดทางสถิติในการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในกรณีที่เกิดผลลัพธ์น้อย

ตารางที่ 2 Random forest model

Model	Accuracy	Recall	Precision	F-measure	AUC
Random forest	0.79	0.57	0.51	0.48	0.56

จากการนำปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาศึกษาด้วยเทคนิคป่าสุ่มจากวิธีการเรียนรู้ของเครื่องในตารางที่ 2 พบว่า ค่าพื้นที่ใต้ส่วนโค้ง (Area Under Curve: AUC) เท่ากับ 56% และค่าความถูกต้อง (Accuracy) เท่ากับ 79% นอกจากนี้ในการอธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรคมะเร็งปอดด้วยค่า Feature Importance พบว่า ร้อยละของปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรคมะเร็งปอดที่มีค่าสูงสุด 5 อันดับแรก คือ ประวัติการดื่มแอลกอฮอล์ (21%), การสูบบุหรี่ (12%), ประวัติครอบครัวเป็นมะเร็ง (11%), ประวัติการได้รับวัคซีน (11%), ดัชนีมวลกาย (BMI) (10%), ประวัติโรคประจำตัว (10%) และอายุ (10%) ตามลำดับ จากรูปที่ 1 Feature Importance



รูปที่ 1 Feature Importance (%)

6. สรุปผลการศึกษา

ในการศึกษาปัจจัยด้านพฤติกรรมของผู้สูบบุหรี่ที่มีระยะเวลาติดตาม 5 ปี สรุปได้ว่าการใช้วิธีการเรียนรู้ของเครื่องด้วยเทคนิคป่าสุ่ม สามารถทำนายความถูกต้องในการเกิดโรคมะเร็ง ได้ร้อยละ 79% และพบว่าปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการเกิดโรคมะเร็งปอดอันดับแรก คือ ผู้ที่มีประวัติการดื่มแอลกอฮอล์ รองลงมา คือ การสูบบุหรี่ และครอบครัวมีประวัติการเป็นโรคมะเร็ง ตามลำดับ

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ สามารถนำปัจจัยที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งปอด มาช่วยในการคัดกรองโรคมะเร็งปอดในเบื้องต้นได้ด้วยเทคนิคป่าสุ่ม จากวิธีการเรียรู้ของเครื่อง เพื่อลดข้อจำกัดของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาที่มีขนาดตัวอย่างน้อย และสามารถนำผลการศึกษาไปใช้อาจต้องพิจารณาร่วมกับการศึกษาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องหรือใกล้เคียงกัน

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาเพิ่มขนาดตัวอย่างของผู้เข้าร่วมโครงการและเพิ่มปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ เช่น ด้านสุขภาพ และประวัติการออกกำลังกาย เป็นต้น ที่น่าจะมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคมะเร็งปอด และใช้เทคนิคหรือวิธีการอื่น ๆ ของวิธีการเรียนรู้ของเครื่องมาศึกษาเพิ่มเติม เพื่อลดข้อจำกัดที่เกิดขึ้นทางด้านข้อสมมติทางสถิติ

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการและสำเร็จลุล่วงไปได้ดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์สนับสนุนจากโครงการบำเพ็ญพระกุศลฯ ตรวจคัดกรองมะเร็งปอดแบบบูรณาการ โรงพยาบาลจุฬาภรณ์ ราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์ และหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ข้อมูลชีวการแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. เอกสารอ้างอิง

สถาบันมะเร็งแห่งชาติ. (2020). ทะเบียนมะเร็งระดับโรงพยาบาล พ.ศ. 2563. กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. https://www.nci.go.th/e_book/hosbased_2563/index.html

Ahmed, K., Emran, A. A., Jesmin, T., Mukti, R. F., Rahman, M. Z., & Ahmed, F. (2013). Early detection of lung cancer risk using data mining. *Asian Pac J Cancer Prev*, *14*(1), 595-598.

Breiman, L. (2001). RANDOM FORESTS.

Hirsch, F. R., Scagliotti, G. V., Mulshine, J. L., Kwon, R., Curran, W. J., Jr, Wu, Y. L., & Paz-Ares, L. (2017). Lung cancer: Current therapies and new targeted treatments. Lancet (London, England), 389(10066), 299–311.

MOHAMMED J. ZAKI, W. M. J. (2014). DATA MINING AND ANALYSIS Fundamental Concepts and Algorithms. Cambridge University Press. New York. USA.

Nanda, N. D. P. (2020). Prediction of Survival Rate from Non-Small Cell Lung Cancer using Improved Random Forest. 2020 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT), Coimbatore, India, IEEE. 93-97.

Yin, X., Chan, C. P. Y., Seow, A., Yau, W. P., & Seow, W. J. (2021). Association between family history and lung cancer risk among Chinese women in Singapore. Sci Rep, 11(1), 21862.

การจำแนกเจตนาของผู้ใช้: การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการจำแนกเจตนาสำหรับระบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม

Decoding User Intents: An Initial Study on Intent Classification for Programming Learning System

Sirinda Palahan

School of Science and Technology, University of the Thai Chamber of Commerce

E-mail: sirinda_pal@utcc.ac.th

บทคัดย่อ

การเรียนการเขียนโปรแกรมเป็นครั้งแรกมักเป็นความท้าทายสำหรับผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนขาดกระบวนการคิดตามตรรกะและทักษะในการแก้ปัญหาอย่างระบบ คอร์สการเขียนโปรแกรมแบบดั้งเดิมและแบบออนไลน์มักขาดการตอบสนองและการให้คำแนะนำจากผู้สอน นอกจากนี้ ผู้ช่วยสอนมักมีจำกัด เนื่องจากข้อจำกัดทางทรัพยากรด้านเวลาและค่าใช้จ่าย บทความนี้ให้ภาพรวมของโครงการวิจัยที่กำลังดำเนินอยู่ เกี่ยวกับระบบการเรียนการเขียนโปรแกรมภาษาไพทอน ซึ่งออกแบบเพื่อจัดการปัญหาเหล่านี้ โดยในบทความนี้ ได้นำเสนอความคืบหน้าของระบบ ในส่วนของการจำแนกเจตนาผู้ใช้ ผลการทดลองพบว่า DistilBERT ให้ผลการทำงานที่ดีที่สุดในการจำแนกเจตนาอย่างแม่นยำ ด้วยคะแนน F1 ที่ 0.9352 ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าวิธีการสอนโดยใช้แชทบอทนี้ มีศักยภาพที่ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการเรียนการเขียนโปรแกรมของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์การเรียนรู้ดีขึ้นด้วยการได้รับคำแนะนำที่เหมาะสมและเป็นรายบุคคล

ABSTRACT

Learning programming for the first time often presents challenges for students due to the lack of logical thinking processes and systematic problem-solving skills. Traditional and online programming courses often fall short of providing sufficient interaction and feedback from instructors, and teaching assistants are limited by resource constraints. This paper provides an overview of the current work in progress on our Programming Learning System, designed to address these issues. Preliminary results on intent classification are presented. The results showed that the DistilBERT model achieved the highest classification accuracy with an F1 of 0.9352. This shows that this innovative approach can offer students the flexibility to learn programming at their own pace and location, enhancing the learning experience by providing consistent and personalized feedback.

Keywords: intent classification, chatbot, deep learning, natural language processing

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

การสอนผู้เรียนในการเริ่มต้นการเขียนโปรแกรมเป็นครั้งแรกมักใช้เวลานาน เนื่องจากพวกเขาขาดกระบวนการคิดแบบตรรกะและทักษะในการแก้ปัญหาอย่างระบบ นอกจากนี้ พวกเขาอาจไม่เข้าใจการทำงานภายใต้ของอัลกอริทึม (Figueiredo & García-Peñalvo, 2018; Tan, Ting, & Ling, 2009) วิธีหนึ่งที่จะช่วยผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดของพวกเขาคือการให้ฝึกการเขียนโปรแกรมเป็นแบบปฏิบัติ (Foote, 2014; Hill, 2016; Malik & Coldwell-Neilson, 2017; Shargabi, Aljunid, Annamalai, Shuhidan, & Zin, 2015) ปัญหาเริ่มต้นที่พบโดยนักเขียนโปรแกรมมือใหม่โดยทั่วไปคือข้อผิดพลาดทางไวยากรณ์และความไม่สามารถแก้ไขปัญหา (Hobert, 2019) และกระบวนการเรียนรู้และฝึกฝนควรได้รับการนำทางและสนับสนุนโดยการดูแลจากอาจารย์เพื่อช่วยในการกำหนดกลยุทธ์การเขียนโปรแกรมและรู้เทคนิคการแก้ไขข้อผิดพลาดในโปรแกรมได้ (Ibrahim & Al-Shara, 2007; Orey, 2010) แต่เนื่องจากมีข้อจำกัดเกี่ยวกับทรัพยากร อัตราส่วนของผู้เรียนต่ออาจารย์ในการสอนมักสูง สามารถถึง 50:1 (Ladkrabang, 2022) แม้ว่าจะมีการนำเข้าผู้ช่วยสอนเพื่อให้คำแนะนำ แต่พวกเขามีเวลาในการให้ความช่วยเสริมมักจำกัดเพียงสองสามชั่วโมงต่อสัปดาห์

จากปัญหาที่ระบุตามปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้น ได้นำไปสู่การเพิ่มขึ้นมาของหลักสูตรการเขียนโปรแกรมออนไลน์ แม้ว่าการศึกษาออนไลน์สามารถรองรับจำนวนผู้เรียนที่มากขึ้น การขาดการมีส่วนร่วมและคำติชมจากอาจารย์ในระหว่างการฝึกปฏิบัติยังคงเป็นความท้าทายที่ยากที่จะแทนที่ และยังคงเป็นความท้าทายพื้นฐานของหลักสูตรออนไลน์ นอกจากนี้ หลักสูตรการเขียนโปรแกรมออนไลน์ที่มีอยู่เช่น Coursera ยังใช้การรีวิวระหว่างผู้เรียนในการประเมินโปรแกรม ซึ่งเกี่ยวข้องกับการให้ผู้เรียนประเมินงานระหว่างกันและกันตามเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

ดังนั้น จุดเน้นหลักของโครงการวิจัยนี้คือการพัฒนาระบบการเรียนการเขียนโปรแกรมภาษาไพทอน ซึ่งสื่อสารกับผู้เรียนที่เริ่มต้นการเขียนโปรแกรมผ่านทางอินเตอร์เฟซแชทบอท โดยมีเป้าหมายที่นอกจากให้เนื้อหาการเรียนที่เกี่ยวข้องแล้ว ยังสามารถให้แบบฝึกหัดการเขียนโปรแกรม รวมทั้งตรวจซอสโค้ดและให้คำแนะนำที่ง่ายต่อการเข้าใจ สำหรับการแก้ไขข้อผิดพลาดในซ้อสโค้ด เพื่อช่วยผู้เรียนปรับปรุงทักษะการแก้ไขข้อผิดพลาดอย่างมีประสิทธิภาพ โดยบทความนี้ นำเสนอความคืบหน้าของโครงการ ในส่วนของการพัฒนาโมเดลการจำแนกเจตนาผู้ใช้ เพื่อช่วยให้ระบบสามารถตอบโต้ได้ตรงตามเจตนาของผู้เรียนมากที่สุด อันจะนำไปสู่การช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคน สามารถเรียนรู้การเขียนโปรแกรมตามความสะดวกของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาโมเดลการจำแนกเจตนาผู้ใช้ สำหรับระบบการเรียนการเขียนโปรแกรมภาษาไพทอน

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Daud, Teo และ Zain (Daud, Teo, & Zain, 2020) พัฒนาแชทบอทเพื่อช่วยเสริมการเรียนการสอนในการเขียนโปรแกรมภาษาจาวา แชทบอทใช้เทคนิคแบบ Rule-based และ Artificial Markup Language (AIML) เพื่อเลือกการตอบสนองที่เหมาะสมจากฐานความรู้ อย่างไรก็ตาม แชทบอทจะตอบคำถามเฉพาะเนื้อหาการเรียนการสอนพื้นฐาน และไม่ทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนหรือประเมินโค้ด

Hobert (Hobert, 2019) สร้าง 'Coding Tutor' แชทบอทที่ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยนักเขียนโปรแกรมมือใหม่เรียนรู้ Python ในสภาพแวดล้อมที่มีระบบ แชทบอทสามารถประเมิน Python ซอสโค้ด และแนะนำ

ผู้เรียนผ่านการฝึกงานโปรแกรมมิ่งด้วยภาษาธรรมชาติ ผลการทดลองพบว่า 'Coding Tutor' เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์เมื่อไม่มีผู้ช่วยสอน

Ismail และ Ade-Ibijola Ibijola (Ismail & Ade-Ibijola, 2019) พัฒนา Lecturer's Apprentice แชทบอทที่ใช้ IBM Watson API เพื่อทำความเข้าใจและตอบสนองต่อคำถามทางวิชาการและส่วนตัวที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาของผู้เรียน แชทบอทได้รับการประเมินโดยนักศึกษาที่เรียนเกี่ยวกับระบบสารสนเทศ ผลการทดสอบพบว่า ผู้ใช้จำนวน 97% พบว่ามีประโยชน์

Winkler และคณะ (Winkler, Hobert, Salovaara, Söllner, & Leimeister, 2020) พัฒนา Sara, the Lecturer แชทบอทที่มีการโต้ตอบกับผู้เรียนในขณะที่พวกเขาดูวิดีโอการสอนออนไลน์เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมพื้นฐาน แชทบอทอนุญาตให้ผู้เรียนถามคำถามและประเมินความเข้าใจของพวกเขา ผู้เรียนที่ใช้ Sara, the Lecturer ด้วยการสื่อสารด้วยเสียง ได้คะแนนสูงสุดในการรักษาและส่งผ่านข้อมูล

เมื่อผู้วิจัยพิจารณาความก้าวหน้าของงานวิจัยด้านนี้ พบว่าส่วนใหญ่ของการศึกษาการพัฒนาแชทบอทเน้นที่การโต้ตอบด้วยภาษาธรรมชาติกับผู้เรียน แม้ในการศึกษาการเขียนโปรแกรม อย่างไรก็ตาม แชทบอทเหล่านี้ไม่ตรวจสอบซอสโค้ด หรือให้คำแนะนำที่ถูกต้องกับผู้เรียน ดังนั้น โครงการวิจัยนี้มีเป้าหมายที่นอกจากให้เนื้อหาบทเรียนที่เกี่ยวข้องแล้ว ยังสามารถให้แบบฝึกหัดการเขียนโปรแกรม รวมทั้งตรวจซอสโค้ดและให้คำแนะนำที่ง่ายต่อการเข้าใจ สำหรับการแก้ไขข้อผิดพลาดในซ้อสโค้ด (ถ้ามี) เพื่อช่วยผู้เรียนปรับปรุงทักษะการแก้ไขข้อผิดพลาดในซ้อสโค้ดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการวิจัยแบบผสมผสานเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพและประโยชน์ของระบบ โดยในขั้นตอนแรก เป็นการพัฒนาโมเดลสำหรับการจำแนกเจตนา เพื่อให้ระบบสามารถตอบสนองต่อเจตนาของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม ในขั้นตอนถัดมา เป็นการพัฒนาในส่วนของการประเมินความถูกต้องของซอสโค้ดที่ส่งโดยผู้เรียน และให้คำแนะนำที่เหมาะสม เมื่อระบบพัฒนาเรียบร้อย ผู้วิจัยจะดำเนินการทดสอบระบบกับกลุ่มเป้าหมาย เพื่อทำความเข้าใจประสบการณ์และความรู้สึกของผู้เรียนต่อกระบวนการเรียนรู้ผ่านระบบ โดยใช้แบบสำรวจเพื่อสอบถามเกี่ยวกับความง่ายต่อการใช้งาน คุณภาพของคำแนะนำที่ได้รับ และประสบการณ์การเรียนรู้โดยรวม การรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพเหล่านี้ ผู้วิจัยหวังที่จะนำเสนอมุมมองที่ครบถ้วนต่อศักยภาพของระบบ ในการเป็นเครื่องมือที่ส่งเสริมการศึกษาการเขียนโปรแกรมต่อไป

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ต้องการศึกษาคือ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ที่ลงเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น โดยผู้วิจัยจะใช้ประชากรทั้งหมดในโครงการ

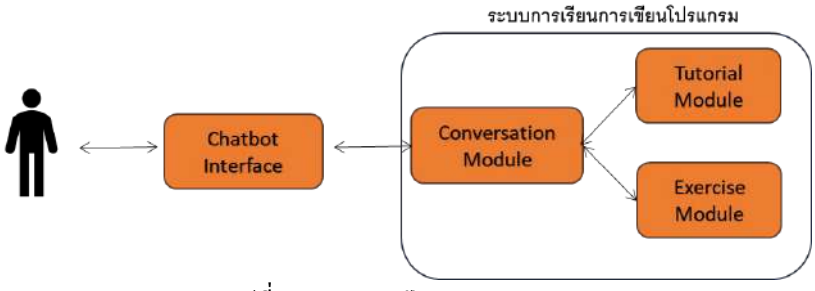
4.3 เครื่องมือวิจัย

ผู้วิจัยจะทำการพัฒนาแชทบอทสอนการเขียนโปรแกรมภาษาไพทอน โดยใช้ภาษาไพทอนและใช้แบบสอบถามในการวัดประสิทธิภาพของระบบ

4.4 วิธีวิจัย

ผู้วิจัยเริ่มต้นด้วยการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ (ดังแสดงในรูปที่ 1) ซึ่งประกอบด้วยสองส่วนหลัก คือ ส่วนอินเทอร์เฟซของแชทบอทที่เชื่อมต่อผู้เรียนกับระบบ และส่วนของระบบการเรียนรู้การเขียนไพทอน ซึ่ง

ทำหน้าที่เป็นระบบหลัก ส่วนของแชทบอทที่ทำหน้าที่เป็นอินเทอร์เฟซที่สื่อสารกับผู้ใช้งาน ในโครงการนี้ ใช้แอปพลิเคชัน LINE ในการสนทนาเนื่องจากเป็นแอปส่งข้อความที่ใช้กันมากที่สุดในประเทศไทย (Corporation, 2020) เพื่อให้ระบบสามารถเข้าถึงได้ง่ายสำหรับผู้เรียน



รูปที่ 1 แสดงสถาปัตยกรรมระบบ

ส่วนของระบบการเรียนรู้การเขียนไพทอน ประกอบด้วยสามโมดูลหลัก คือ โมดูลการสนทนา, โมดูลบทเรียน และโมดูลแบบฝึกหัด โดย 1) โมดูลการสนทนาทำหน้าที่ในการสนทนากับผู้เรียนเป็นภาษาอังกฤษและส่งวิดีโอบทเรียนหรือแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้อง ตามความต้องการของผู้เรียน 2) โมดูลบทเรียนเก็บและแนะนำวิดีโอบทเรียน 3) โมดูลแบบฝึกหัดจัดการการส่งและการประเมินคำตอบของแบบฝึกหัดที่ผู้เรียน พร้อมให้ทั้งคำติชมและข้อเสนอแนะ

ในหัวข้อย่อยถัดไป จะกล่าวถึงรายละเอียดเฉพาะโมดูลการสนทนา ซึ่งเป็นโมดูลที่ดำเนินการเสร็จแล้ว โมดูลนี้ประกอบด้วยโมเดลการจำแนกเจตนา และโมเดลการเรียนรู้เชิงลึกสำหรับการประมวลผลภาษาธรรมชาติ

4.4.1 โมดูลการสนทนา

โมดูลการสนทนาเป็นส่วนสำคัญของระบบ ซึ่งออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการโต้ตอบกับผู้เรียน โมดูลนี้รับผิดชอบในการจำแนกว่าผู้เรียนต้องการดูวิดีโอบรรยาย, ดูแบบฝึกหัดการเขียนโปรแกรม หรือส่งซอสโค้ดหลังทำแบบฝึกหัด เพื่อตอบสนองได้อย่างเหมาะสม โมดูลนี้ได้มีการใช้โมเดลการจำแนกเจตนา (Intent Classifiers) โดยโมเดลนี้รับผิดชอบในการระบุเจตนาของผู้ใช้ หัวข้อย่อยต่อไปนี้จะให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพัฒนาโมเดลการจำแนกเจตนา

1) การจำแนกเจตนา (Intent classification)

ในการออกแบบโมเดลการจำแนกเจตนา ผู้วิจัยได้ระบุสี่หมวดหมู่เจตนาหลักของผู้เรียนได้แก่ 1) การสนทนาทั่วไป 2) การขอวิดีโอสอน 3) การขอแบบฝึกหัด และ 4) การส่งแบบฝึกหัด เพื่อตอบสนองความต้องการการเรียนรู้ที่เฉพาะเจาะจงของผู้เรียน ผู้วิจัยได้ระบุ 6 หัวข้อสอนหลักภายในวิดีโอสอนและแบบฝึกหัด ซึ่งหัวข้อเหล่านี้คือ 1) การสร้างและใช้ตัวแปร 2) ประเภทข้อมูล 3) การดำเนินการทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4) ตัวดำเนินการเปรียบเทียบ 5) การกำหนดและเรียกใช้ฟังก์ชัน, และ 6) ค่าที่ฟังก์ชันส่งคืน

ตามหมวดหมู่และหัวข้อสอนที่กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัยได้กำหนด intents ทั้งหมด 16 อันสำหรับแชทบอทของผู้วิจัย ได้แก่ 1 intent สำหรับ 'การสนทนาทั่วไป', 1 intent สำหรับ 'การส่งแบบฝึกหัด', 6 intents สำหรับ 'การขอวิดีโอแนะนำ' (หนึ่งอันสำหรับแต่ละหัวข้อสอน), 6 intents สำหรับ 'การขอฝึกหัด' (หนึ่งอันสำหรับแต่ละหัวข้อสอน), 1 intent สำหรับหัวข้อที่ไม่มีในระบบ ภายใต้ 'การขอวิดีโอแนะนำ' และ 1 intent สำหรับหัวข้อที่ไม่มีในระบบ ภายใต้ 'การขอฝึกหัด'

ผู้วิจัยได้ทดลองทำการสร้างโมเดลจำแนกประเภทสองแบบ คือ โมเดลจำแนกประเภทแบบชั้นเดียว (Flat classifiers) และโมเดลจำแนกประเภทแบบลำดับชั้น (Hierarchical classifiers) ในโมเดลจำแนก

ประเภทแบบลำดับชั้น ระดับแรกของการแยกประเภทจะจัดหมวดหมู่คำถามของผู้เรียนเข้าไปในหนึ่งในสี่ intents หลักที่กล่าวถึงข้างต้น หาก intent นั้นคือ 'การขอวิดีโอแนะนำ' หรือ 'การขอฝึกหัด' ตัวแยกประเภทจะจัดหมวดหมู่คำถามเพิ่มเติมเข้าไปในหนึ่งในหัวข้อทั้งหกหรือหมวด 'หัวข้อที่ไม่มีในระบบ' ซึ่งมีผลรวมทั้งหมดเป็น sub-intents เจ็ดอัน ในทางกลับกัน โมเดลจำแนกประเภทแบบชั้นเดียว จะจัดหมวดหมู่คำถามของผู้เรียนโดยตรงเข้าไปในหนึ่งใน intents ทั้งสิบหกที่เป็นไป การออกแบบนี้ช่วยให้ผู้วิจัยสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกลยุทธ์การแยกประเภทแบบชั้นเดียวและแบบลำดับชั้นในการจัดการคำถามของผู้เรียน

การเปรียบเทียบระหว่างกลยุทธ์การแยกประเภทแบบชั้นเดียวและแบบลำดับชั้นในการจัดการคำถามของผู้เรียนนี้เป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากโมเดลมีกลไกที่แตกต่างกันในการจำแนกเจตนา การจำแนกแบบชั้นเดียว จะพิจารณาคลาสทั้งหมดเป็นเท่าเทียมกันโดยไม่มีโครงสร้างลำดับชั้น ซึ่งจะมีประสิทธิภาพเมื่อต้องจัดการกับจำนวนคลาสที่น้อย ในทางกลับกัน การจำแนกแบบมีลำดับชั้นจะใช้ประโยชน์จากโครงสร้างของคลาสเอง ซึ่งเป็นสิ่งที่มีประโยชน์เมื่อต้องจัดการกับจำนวนคลาสที่เยอะขึ้น ด้วยการรู้จักและใช้ประโยชน์จากความสัมพันธ์ระหว่างคลาส การจำแนกแบบมีลำดับชั้นมีโอกาสเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกเจตนา ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยได้เลือกโมเดลการจำแนกเจตนาหลายๆ แบบ โดยเน้นโมเดลที่เป็นที่ยอมรับด้านประสิทธิภาพการคำนวณและเหมาะสมกับข้อมูลข้อความดังนี้

1) Support Vector Machines (SVM) (Cortes & Vapnik, 1995): SVM มีประสิทธิภาพในข้อมูลที่มีมิติสูง เช่น ข้อมูลข้อความ และมีความหลากหลายเนื่องจากฟังก์ชัน Kernel ที่แตกต่างกัน ที่สามารถระบุได้สำหรับฟังก์ชันการตัดสินใจ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะทดลองใช้ทั้งแบบ SVM แบบชั้นเดียว ที่ดูแลทุกหมวดหมู่ในระดับเดียวกัน และ SVM แบบเชิงลำดับ ซึ่งพิจารณาโครงสร้างที่ซ่อนอยู่ของหมวดหมู่

2) XGBoost: XGBoost (Chen et al., 2015) เป็นไลบรารีที่ทำงานโดยอาศัยการเพิ่มค่าเกรเดียนต์แบบแจกแจงที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูง มีความยืดหยุ่น และปรับเปลี่ยนได้ XGBoost มีการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีการเรียนรู้ของเครื่องภายใต้กรอบการเพิ่มค่าเกรเดียนต์ ซึ่งทำให้มันมีประสิทธิภาพอย่างพิเศษสำหรับข้อมูลที่มีโครงสร้างหรือแบบตาราง เหมือนกับ SVM ผู้วิจัยจะทดสอบ XGBoost แบบชั้นเดียว และแบบ XGBoost แบบเชิงลำดับ

3) DistilBERT: เป็นโมเดลรุ่นที่เล็กกว่า และเร็วกว่าของ BERT โดย DistilBERT (Sanh, Debut, Chaumond, & Wolf, 2019) เป็นโมเดล แบบ transformer ที่รักษาความแม่นยำในระดับสูง มันสามารถเข้าใจบริบทของคำในประโยคได้อย่างดี ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับการจำแนกเจตนา ด้วยการออกแบบของมัน ผู้วิจัยจะใช้ DistilBERT ในแบบจำแนกแบบชั้นเดียว ที่ดูแลทุกหมวดหมู่ในระดับเดียวกัน

4) FastText: FastText (Joulin et al., 2016) เป็นไลบรารีสำหรับการเรียนรู้การแทนที่คำและการจำแนกประโยคอย่างมีประสิทธิภาพ มันจัดการแต่ละคำเป็นที่ประกอบด้วย n-grams ของตัวอักษร ทำให้สามารถสร้าง embedding words ที่ดีขึ้นสำหรับคำที่แปลกหรือนอกคำศัพท์ ด้วยประสิทธิภาพและประสิทธิผลของมันกับข้อมูลข้อความ FastText จะถูกใช้ในแบบจำแนกแบบชั้นเดียว ที่ดูแลทุกหมวดหมู่ในระดับเดียวกัน

สำหรับโมเดล SVM และ XGBoost ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบวิธีการสกัดฟีเจอร์สามแบบ คือ TF-IDF, Word2Vec, และ GloVe ซึ่งแต่ละวิธี มีข้อได้เปรียบเฉพาะตัวดังนี้

1) TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency) (Chowdhury, 2010) วิธีนี้ให้ค่าที่สะท้อนถึงความสำคัญของคำในเอกสารที่อยู่ในคอลเลกชันหรือคลังข้อมูล โดยการพิจารณาความถี่ของเอกสารทั้งหมดของแต่ละคำ TF-IDF สามารถช่วยลดผลกระทบของคำที่ปรากฏบ่อยซึ่งมีความหมายน้อย

2) Word2Vec (Mikolov, Chen, Corrado, & Dean, 2013) เป็นกลุ่มของโมเดลที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการสร้าง Word embeddings ซึ่งเป็นการแทนค่าเวกเตอร์ของคำ โมเดลเหล่านี้เป็น Neural networks แบบสองชั้น ได้รับการฝึกอบรมเพื่อสร้างสรรค์บริบททางภาษาของคำ Word2Vec พิจารณาบริบทของคำ การจับความหมายและความสัมพันธ์ระหว่างคำ ซึ่งเป็นประโยชน์ สำหรับการเข้าใจเจตนาของผู้ใช้

3) GloVe (Global Vectors for Word Representation) (Pennington, Socher, & Manning, 2014) เป็นอัลกอริทึมการเรียนรู้แบบไม่มีการตรวจและควบคุมสำหรับการรับเวกเตอร์ของคำ โดย GloVe สร้างเมทริกซ์การเกิดเหตุการณ์ร่วมกันของคำหรือบริบทของคำ โดยใช้สถิติทั้งหมดของข้อความในคลังข้อมูล ซึ่งสามารถนำไปสู่การจับความหมายทางภาษาของคำได้มากขึ้น

สำหรับ DistilBERT และ FastText การสกัดฟีเจอร์จะถูกจัดการโดยโมเดลเอง ซึ่งสามารถทำให้กระบวนการง่ายขึ้นและเพิ่มประสิทธิภาพโดยใช้เทคนิคขั้นสูงของโมเดลเหล่านี้

4.1.2 โมเดลการเรียนรู้เชิงลึกสำหรับการประมวลผลภาษาธรรมชาติ

โมเดลการเรียนรู้เชิงลึกได้ประสบความสำเร็จอย่างมาก ในฟิลด์ของการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLP) และผู้วิจัยได้เลือกใช้ในโมดูลการสนทนาของผู้วิจัยสำหรับจัดการการสนทนาทั่วไป โดยเมื่อโมเดลจำแนกเจตนาตัดสินว่าเจตนาของผู้ใช้เป็นการสนทนาทั่วไป ผู้วิจัยใช้โมเดลการสนทนาที่อิงตามการเรียนรู้เชิงลึก โมเดลที่ผู้วิจัยเลือกสำหรับงานนี้คือ Generative Pretrained Transformer (GPT) โมเดล GPT ได้รับการพิสูจน์ว่ามีประสิทธิภาพมากในการสร้างข้อความที่คล้ายกับมนุษย์ ทำให้เป็นทางเลือกที่ยอดเยี่ยมสำหรับการสนทนาที่เป็นธรรมชาติและน่าสนใจกับผู้เรียน โมเดลเหล่านี้ได้รับการฝึกฝนล่วงหน้าบนฐานข้อมูลข้อความขนาดใหญ่ และจากนั้นถูกปรับให้เหมาะสมสำหรับงานเฉพาะ เช่น แชทบอทของผู้วิจัย

5. ผลการวิจัย

ส่วนนี้นำเสนอผลการทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับโมเดลจำแนกเจตนา โดยในขั้นแรกผู้วิจัยจะสำรวจประสิทธิภาพของโมเดลจำแนกเจตนาแบบต่างๆ จากนั้นจะอภิปรายเกี่ยวกับประสิทธิภาพของโมเดลจำแนกเจตนา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำไปทำงานร่วมกับโมดูลอื่นในระบบหลักต่อไป

ผลการทดลองของผู้วิจัยมาจากชุดข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นเฉพาะ เพื่อการฝึกอบรมโมเดลจำแนกเจตนา ชุดข้อมูลนี้ประกอบด้วยคำถาม 800 คำถาม มีการกระจายที่เท่ากัน 50 คำถามต่อ intent ตัวอย่างของคำถามและเจตนา แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างคำถามและเจตนา

คำถาม	Intent
How can I stay motivated while learning to code?	general_conversation
Can you show me a video on Python variables?	video_variable
Can you find a video on how to work with return values in Python functions?	video_return_values
Please provide a beginner's exercise on Python data types.	exercise_data_types
I'd like to practice basic arithmetic in Python.	exercise_ arith_operation
Is there a video explaining the difference between global and local variables in Python?	video_none
I'd like an exercise about calculating the power of a number in Python.	exercise_none
I've finished the exercise and I'm ready to submit.	ask_submission

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดลองสำหรับโมเดลต่าง ๆ เมตริกส์การประเมินประสิทธิภาพของแต่ละโมเดล ได้แก่ ค่า F1, เวลาในการฝึก (เป็นวินาที), และเวลาในการทำนาย (Inference time) ต่อคำสั่ง (เป็นวินาที) สำหรับโมเดลแบบตามลำดับชั้น, SVM ที่ใช้ GloVe ได้ F1 สูงสุดเท่ากับ 0.8555 ซึ่งบ่งบอกถึงประสิทธิภาพที่ดีในการจำแนกเจตนาอย่างแม่นยำ อย่างไรก็ตาม เวลาฝึกสอนนั้นยาวกว่าเมื่อเทียบกับ SVM ที่ใช้ TF-IDF สำหรับ XGBoost ที่ใช้ TF-IDF ก็มีประสิทธิภาพดีด้วย F1 เท่ากับ 0.8256 และมีเวลาในการทำนายที่สั้นที่สุด

ตาราง 2 ผลการทดลอง

	Model	**Feature**	**F1**	**Training time(s)**	**Inference time per query (s)**
Hierarchical models	SVM	TF-IDF	0.8226	0.8458	0.000374
		Word2vec	0.8088	186.4992	0.000177
		GloVe	0.8555	20.6707	0.000145
	XGBoost	TF-IDF	0.8256	5.0856	0.003103
		Word2vec	0.8024	255.6904	0.002860
		GloVe	0.7447	28.6598	0.002773
Flat models	SVM	TF-IDF	0.8982	0.4240	0.000063
		Word2vec	0.8950	128.5509	0.000108
		GloVe	0.8956	10.9251	0.000063
	XGBoost	TF-IDF	0.8894	5.0309	0.000040
		w2v	0.7999	165.0413	0.000027
		GloVe	0.7601	25.5012	0.000026
Transfer learning	DistrilBERT		0.9352	89.7461	0.001402
	FastText		0.8315	1.0505	0.000016

สำหรับโมเดลแบบชั้นเดียว พบว่า SVM ที่ใช้ TF-IDF, Word2vec (w2v), และ GloVe ได้ F1s ที่ใกล้กันประมาณ 0.895 โดยการใช้ TF-IDF มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการใช้เทคนิคอื่น ๆ โมเดล XGBoost ที่ใช้ TF-IDF ก็มีประสิทธิภาพดีด้วย F1 เท่ากับ 0.8894 โดยเฉพาะโมเดลแบบชั้นเดียว จะมีเวลาในการทำนาย ที่เร็วกว่าโมเดลแบบตามลำดับชั้น

สำหรับ โมเดลที่ใช้ Transfer learning พบว่า DistilBERT ได้ F1 สูงสุดของทุกรูปแบบที่ 0.9352 ซึ่งบ่งบอกถึงประสิทธิภาพที่ยอดเยี่ยมในการจำแนกเจตนา อย่างไรก็ตาม มันมีเวลาฝึกและเวลาในการทำนายที่ยาวกว่าเมื่อเทียบกับ FastText ซึ่งได้ F1 เท่ากับ 0.8315 และมีเวลาในการทำนายที่เร็วที่สุดจากทุกโมเดล

ในโมเดลทั้งหมดที่ได้รับการทดสอบ DistilBERT เป็นโมเดลที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดด้วยคะแนน F1 ที่ 0.9352 ซึ่งบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการจำแนกเจตนาที่ดี ถึงแม้ว่าเวลาในการฝึกสอนและการทำนายจะยาวขึ้น ความแม่นยำที่สูงของ DistilBERT ก็สอดคล้องกับหลักเกณฑ์หลักของผู้วิจัยในการให้คำตอบที่แม่นยำ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของความเร็วในการทำงาน ดังนั้น งานในอนาคตจะเน้นที่จะปรับปรุงความเร็วของ DistilBERT โดยไม่ลดความแม่นยำ ซึ่งอาจจะทำผ่านเทคนิค เช่นการลดขนาดของโมเดลหรือการตัดแต่งโมเดล

6. บทสรุปและงานในอนาคต

บทความนี้ได้นำเสนอการพัฒนาระบบการเรียนการเขียนโปรแกรมภาษาไพทอน ที่ถูกออกแบบมาเพื่อจัดการกับความท้าทายที่ผู้เรียนที่เป็นโปรแกรมเมอร์มือใหม่ต้องเผชิญหน้า ระบบที่ผู้วิจัยกำลังดำเนินการพัฒนาอยู่ในขณะนี้ มีเป้าหมายเพื่อให้ประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีการโต้ตอบและส่วนบุคคลกับผู้เรียนที่เรียนโปรแกรมมิ่งเป็นครั้งแรก ระบบประกอบด้วยส่วนต่อประสานผู้ใช้แชทบอทที่โต้ตอบกับผู้เรียนเป็นภาษาอังกฤษ มีวิดีโอสอน แบบฝึกหัด และคำติชมที่ตรงตามความต้องการในการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล

ผลการทดลองการจำแนกเจตนาโดยใช้โมเดลการจำแนกเจตนา พบว่า DistilBERT ให้ผลการทำงานที่แม่ยำที่สุดในการจำแนกเจตนา ด้วยคะแนน F1 ที่ 0.9352 อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของเวลาตอบสนองเพื่อประสบการณ์การใช้งานที่ราบรื่น โดยงานวิจัยในอนาคตจะสำรวจเทคนิคในการปรับปรุงในแง่นี้โดยไม่กระทบต่อความแม่นยำมากเกินไป

ในอนาคต ผู้วิจัยจะเริ่มดำเนินการพัฒนาโมดูลแบบฝึกหัด ซึ่งจะทำการประเมินและให้คำติชมต่อซอสโค้ดที่ผู้เรียนส่งมา เมื่อโมดูลแบบฝึกหัดเสร็จสิ้น มันจะถูกนำมาผสานกับโมดูลการสนทนา และขั้นตอนสุดท้ายของโครงการนี้คือการประเมินระบบโดยผู้เรียน เพื่อช่วยให้ผู้วิจัยนำผลการประเมินมาปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพระบบได้ดียิ่งขึ้นต่อไป

7. เอกสารอ้างอิง

Brown, T., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J. D., Dhariwal, P., . . . Askell, A. (2020). Language models are few-shot learners. Advances in neural information processing systems, 33, 1877-1901.

Chen, T., He, T., Benesty, M., Khotilovich, V., Tang, Y., Cho, H., . . . Zhou, T. (2015). Xgboost: extreme gradient boosting. R package version 0.4-2, 1(4), 1-4.

Chowdhury, G. G. (2010). Introduction to modern information retrieval: Facet publishing.

Corporation, N. (2020). 2020 NAVER Annual Report. Retrieved from Online: https://www.navercorp.com/en/investment/annualReport

Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. Machine learning, 20, 273-297.

Daud, S. H. M., Teo, N. H. I., & Zain, N. H. M. (2020). Ejava chatbot for learning programming language: Apost-pandemic alternative virtual tutor. International Journal, 8(7), 3290-3298.

Figueiredo, J., & García-Peñalvo, F. J. (2018). Building skills in introductory programming. Paper presented at the Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality.

Foote, S. (2014). Learning to Program: Learn Code Absol Begin MED _1: Addison-Wesley Professional.

Hill, G. J. (2016). Review of a problems-first approach to first year undergraduate programming. Paper presented at the Software Engineering Education Going Agile: 11th China–Europe International Symposium on Software Engineering Education (CEISEE 2015).

Hobert, S. (2019). Say hello to 'coding tutor'! design and evaluation of a chatbot-based learning system supporting students to learn to program.

Ibrahim, M., & Al-Shara, O. (2007). Impact of interactive learning on knowledge retention. Paper presented at the Human Interface and the Management of Information. Interacting in Information Environments: Symposium on Human Interface 2007, Held as Part of HCI International 2007, Beijing, China, July 22-27, 2007, Proceedings, Part II.

Ismail, M., & Ade-Ibijola, A. (2019). Lecturer's apprentice: A chatbot for assisting novice programmers. Paper presented at the 2019 international multidisciplinary information technology and engineering conference (IMITEC).

Joulin, A., Grave, E., Bojanowski, P., Douze, M., Jégou, H., & Mikolov, T. (2016). Fasttext. zip: Compressing text classification models. arXiv preprint arXiv:1612.03651.

Ladkrabang, K. M. s. I. o. T. (2022). Ratios of Teaching Faculty to Students in Each Practical Session. Retrieved from https://office.kmitl.ac.th/oaq/wp-content/uploads/2021/01/เรื่อง-อัตราส่วนของอาจารย์ผู้สอนต่อนักศึกษาของรายวิชาปฏิบัติแต่ละคาบ.pdf

Lan, Z., Chen, M., Goodman, S., Gimpel, K., Sharma, P., & Soricut, R. (2019). Albert: A lite bert for self-supervised learning of language representations. arXiv preprint arXiv:1909.11942.

Malik, S. I., & Coldwell-Neilson, J. (2017). A model for teaching an introductory programming course using ADRI. Education and Information Technologies, 22, 1089-1120.

Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., & Dean, J. (2013). Efficient estimation of word representations in vector space. arXiv preprint arXiv:1301.3781.

Orey, M. (2010). Emerging perspectives on learning, teaching and technology: CreateSpace North Charleston.

Pennington, J., Socher, R., & Manning, C. D. (2014). Glove: Global vectors for word representation. Paper presented at the Proceedings of the 2014 conference on empirical methods in natural language processing (EMNLP).

Sanh, V., Debut, L., Chaumond, J., & Wolf, T. (2019). DistilBERT, a distilled version of BERT: smaller, faster, cheaper and lighter. arXiv preprint arXiv:1910.01108.

Shargabi, A., Aljunid, S. A., Annamalai, M., Shuhidan, S. M., & Zin, A. M. (2015). Tasks that can improve novices' program comprehension. Paper presented at the 2015 IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services (IC3e).

Tan, P.-H., Ting, C.-Y., & Ling, S.-W. (2009). Learning difficulties in programming courses: undergraduates' perspective and perception. Paper presented at the 2009 International Conference on Computer Technology and Development.

Winkler, R., Hobert, S., Salovaara, A., Söllner, M., & Leimeister, J. M. (2020). Sara, the lecturer: Improving learning in online education with a scaffolding-based conversational agent. Paper presented at the Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems.

การพัฒนาระบบแจ้งซ่อมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ออนไลน์ (กรณีศึกษา : บริษัท ชิโคนี่อีเลคทรอนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด)

Helpdesk system for the management of maintenance of Chicony Electronics (Thailand) Co., Ltd.

ธวัชชัย มีมุข
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
E-mail: thawatchai.20121998@gmail.com
น้ำฝน วงษ์มี
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
E-mail: namfonwongmee73@gmail.com
นรุตม์ บุตรพลอย
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
E-mail:narut@kpru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาระบบแจ้งซ่อมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ออนไลน์ สำหรับใช้ในบริษัท ชิโคนี่อีเลคทรอนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ ในการรับแจ้งซ่อมคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วงของหน่วยงาน โดยสามารถบันทึกข้อมูลการซ่อม,แจ้งเตือนผ่าน Line Notify, ข้อมูลประวัติการแจ้งซ่อม, และรายงานผลสรุปจากระบบได้ การดำเนินการวิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานผู้ปฏิบัติงานใน บริษัท ชิโคนี่อีเลคทรอนิคส์ (ประเทศไทย) จำนวน 23 คน แบ่งออกเป็น พนักงานจำนวน 20 คน และ ช่างจำนวน 3 คน โดยให้ทดลองใช้ระบบที่สร้างขึ้น เสร็จแล้วให้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้ระบบฯ ผลการดำเนินวิจัยพบว่า ระบบแจ้งซ่อมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในการแจ้งข้อมูลแบบเรียลไทม์มากที่สุด ($\bar{x}$=4.55, S.D.= 0.51) เนื่องจากการแจ้งซ่อมรูปแบบเดิมเป็นการแจ้งซ่อมโดยการจดบันทึกจึงไม่สามารถรู้ได้ว่าสถานะการซ่อมดำเนินการซ่อมถึงขั้นตอนไหนแล้วและรูปแบบการใช้งานได้ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด ($\bar{x}$=4.30, S.D.= 0.57) อาจเนื่องมาจากพนักงานยังไม่คุ้นชินกับการใช้ระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ในส่วนของช่าง พบว่า ระบบแจ้งซ่อมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจรูปแบบการใช้งานมากที่สุด ($\bar{x}$=5.00, S.D.= 0.00) เนื่องจากช่างมีความรู้ในด้านการใช้งานระบบเบื้องต้นอยู่แล้วจึงเป็นเรื่องง่ายต่อการดำเนินการซ่อมซึ่งช่วยประหยัดเวลาได้มากยิ่งขึ้น และรูปแบบการเก็บข้อมูลได้ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด($\bar{x}$=3.33, S.D.= 0.57) เนื่องจากข้อมูลบางข้อมูลยังไม่มีการเก็บบันทึกเช่นรายละเอียดการดำเนินการซ่อมว่าทำการซ่อมอะไรไปบ้าง จากผลการทดลองใช้ การประเมิน และการปรับปรุง พบว่า ระบบที่ได้มีความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในโปรแกรม และความเข้าใจง่ายทำให้ระบบสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่ได้ตั้งไว้

คำสำคัญ: ระบบแจ้งซ่อมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ออนไลน์ , การแจ้งเตือนผ่าน Line Notify

ABSTRACT

This research has aim the objective to develop an online computer repair notification system for use in Chicony Electronics (Thailand) Co., Ltd. and to study the satisfaction of users of the system. in order to receive repairs for computers and peripherals of the agency which can record repair information, repair notification history, and report summary from the system. the research was conducted using a sample group of 23 employees in Chicony Electronics (Thailand), divided into 20 employees and 3 technicians, to try out the system that was created. climb when finished, answer the questionnaire on satisfaction with using the system. the results of the research found that an online computer equipment repair notification system developed users were most satisfied with real-time information notification ($\bar{x}$=4.55, S.D.= 0.51). what stage of repair has been carried out and the form of use has the least satisfaction level ($\bar{x}$=4.30, S.D.= 0.57), probably because the employees are not familiar with using the system through a web application. as for technicians, it was found that an online computer equipment repair reporting system was developed. users are satisfied with the usage pattern the most ($\bar{x}$=5.00, S.D.= 0.00). save even more time and the data collection model had the least satisfaction level ($\bar{x}$=3.33, S.D.= 0.57). this is because some information has not yet been recorded, such as details of repair operations and what repairs were performed. from the results of trials, evaluations and improvements, it was found that the system has the accuracy of the results obtained from the processing in the program. and easy to understand this allows the system to be used efficiently as set.

Keywords: Helpdesk Online Application, Notification via Line Notify

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

บริษัท ชิโคนี่อีเลคทรอนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด มีอุปกรณ์ทางด้านไอทีจำนวนมาก ในการดำเนินงานมีการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ เมื่อมีการใช้งานอุปกรณ์มา ระยะหนึ่งอุปกรณ์เหล่านั้นอาจเกิดการชำรุดหรือเสียหายได้ ทำให้การแจ้งซ่อมเป็นปัจจัยสำคัญที่ทางบริษัทจำเป็นต้องดูแลรักษาอุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ ภายในตึก โดยรูปแบบการแจ้งซ่อมปัจจุบันนี้เป็นการจดบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร บนเอกสารเป็นฟอร์มแจ้งซ่อมอุปกรณ์ ทำให้การย้อนดูประวัติการแจ้งซ่อมในแต่ละครั้ง มีการเกิดปัญหาอะไร และทำการซ่อมอะไรบ้าง แจ้งวันที่เท่าไหร่ สถานที่และการแจ้งซ่อมไม่มีการแจ้งสถานการณ์ดำเนินงาน ทำให้ไม่ทราบว่าการซ่อมดำเนินการถึงขั้นตอนไหน หรือมีการดำเนินการเสร็จสิ้นแล้วหรือยังไม่เสร็จสิ้น งานวิจัยของ ประทีป เทพยศ (2564)ใช้เว็บแอปพลิเคชันพัฒนาระบบแจ้งซ่อมบำรุงครุภัณฑ์ออนไลน์ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถ บันทึกข้อมูลการซ่อม, ประวัติการแจ้งซ่อม, และรายงานผลสรุปจากระบบได้ งานวิจัยของ เกวรี จาดแหยม (2563) มีการพัฒนาระบบบริหารจัดการการแจ้งซ่อมให้กับมหาวิทยาลัยสยาม เพื่อแก้ปัญหาของระบบงานปัจจุบันที่เป็นการแจ้งปัญหาอุปกรณ์เสียผ่านทางโทรศัพท์ ทำให้ไม่ทราบเวลาที่แน่นอนที่จะได้รับบริการ ไม่รู้สถานะในการแก้ปัญหา และไม่รู้ว่าช่างคนใดเป็นผู้มาดำเนินการ ไม่มีการเก็บสถิติการให้บริการของหน่วยงานที่ให้บริการ โดยพัฒนาเป็นเว็บแอปพลิเคชันและจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล แบ่งกลุ่มผู้ใช้ออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ บุคลากรที่เป็นผู้แจ้ง หัวหน้าฝ่ายให้บริการ ช่างผู้ให้บริการ และผู้ดูแลระบบ บุคลากรสามารถแจ้งปัญหาผ่านหน้าเว็บไปยังหน่วยงานผู้ให้บริการ หัวหน้าฝ่ายให้บริการสามารถ

แจกจ่ายงานที่แจ้งมาให้แก่ช่างผู้ให้บริการได้ ช่างผู้ให้บริการสามารถดูงานที่ได้รับมอบหมายและทำการบันทึกการซ่อมได้ ทำให้ผู้แจ้งสามารถติดตามรายการแจ้งปัญหาที่แจ้งได้แบบทันทีทันใด และหน่วยงานที่ให้บริการสามารถดูสถิติในการให้บริการได้ ระบบพัฒนาด้วยภาษา HTML, CSS, JavaScript และ PHP บริหารจัดการฐานข้อมูลด้วย MySQL ผลที่ได้จากการทดสอบฟังก์ชันการทำงานโดยผู้พัฒนาและผู้ใช้ พบว่าสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้

จากปัญหาที่กล่าวมาและจากการศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาผู้วิจัยจึงได้คิดพัฒนาระบบแจ้งซ่อมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ออนไลน์เพื่อการบริหารจัดการการแจ้งซ่อมของ บริษัท ชิโคนี่อีเลคทรอนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันมีการเก็บข้อมูลด้วยเทคโนโลยีฐานข้อมูลและผู้ใช้งานสามารถแจ้งซ่อมได้ผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์อีกทั้งยังสามารถแจ้งเตือนผ่านไลน์ทำให้พนักงานสามารถแจ้งซ่อมได้สะดวกสบาย สามารถรายงานผลได้แบบเรียลไทม์และช่างสามารถดำเนินการซ่อมได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำง่ายต่อการบริการและช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วย

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาระบบแจ้งซ่อมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ออนไลน์ บริษัท ชิโคนี่อีเลคทรอนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด

2.2 เพื่อนำระบบแจ้งซ่อมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ออนไลน์ ไปใช้และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

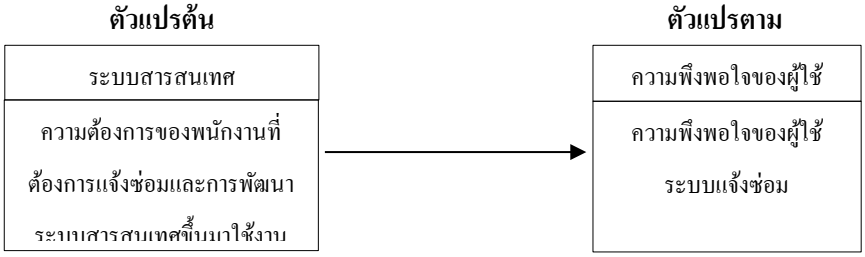
ระบบฐานข้อมูล (Database System) หมายถึง การรวมตัวกันของฐานข้อมูลตั้งแต่ 2 ฐานข้อมูล เป็นต้นไปที่มีความสัมพันธ์กัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล และทำให้การบำรุงรักษาตัวโปรแกรมง่ายมากขึ้น โดยผ่านระบบการจัดการฐานข้อมูล หรือเรียกย่อว่า DBMS ยุพิน ไทยรัตนานนท์ (2540 : 202) ได้กล่าวไว้ว่า ระบบฐานข้อมูล คือระบบการจัดเก็บข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อบำรุงรักษาข้อสนเทศ (Maintain Information) และสามารถนำข้อสนเทศเหล่านั้นมาใช้ได้ทุกเมื่อที่ต้องการ

ระบบสารสนเทศ (Information System) หมายถึง องค์ประกอบต่างๆที่มีความเกี่ยวข้องและทำงานประสานกันในการเก็บรวบรวม บันทึก ประมวลผล จัดเก็บและแจกจ่ายสารสนเทศ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจและหน้าที่ทางการบริหาร ซึ่งได้แก่ การวางแผน การจัดองค์กร การประสานงาน การควบคุมและการสื่อสารภายในองค์กร สุภาพร พิศาลบุตร,นารีรัตน์ หวังสุนทราพร (2544 : 27) กล่าวไว้ว่า สารสนเทศ เป็นข้อมูลที่รวบรวมไว้แล้วได้รับการเรียบเรียงทำการวิเคราะห์ ประมวลผลหรือผสมผสานข้อเท็จจริงต่างๆเข้าด้วยกันอันเป็นกระบวนการในการเพิ่มคุณค่าให้กับข้อมูลนั้นๆเพื่อทำให้ข้อมูลนั้นมีความหมายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

web responsive หมายถึง แนวทางการพัฒนาเว็บไซต์โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบ ไปจนถึงการเขียนโปรแกรม โดยให้ความสำคัญกับแสดงผลที่เหมาะสมกับหน้าจอตามแต่ละอุปกรณ์ ทั้งคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะและมือถือ มุ่งเน้นให้ผู้ใช้งาน ง่ายต่อการปฏิสัมพันธ์ ง่ายต่อการอ่าน ง่ายต่อการมองเห็น Ethan Marcotte(2010) กล่าวไว้ว่าเทคโนโลยีมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว อุปกรณ์ที่ผู้ชมจะเข้าถึงเว็บไซต์ต่างๆก็ยิ่งมีความหลากหลายมากขึ้น จึงเป็นโจทย์ที่ท้าทายสำหรับนักออกแบบและพัฒนาเว็บ ว่าจะสร้างเว็บไซต์ที่ตรงกับความต้องการและ พฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้ได้อย่างไร ซึ่งวิธีที่จะแก้ไขปัญหานี้ได้ คือการออกแบบเว็บไซต์ให้มีความยืดหยุ่น สามารถ

แสดงผลได้ดีในอุปกรณ์ต่างๆได้ งานวิจัยของ สมสุข นาคะพัฒนกุล(2561) ใช้เว็บแอปพลิเคชันพัฒนาระบบบริหารงานแจ้งซ่อมบำรุงออนไลน์ ผลการพัฒนาระบบสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้บริการซึ่งพบว่าระบบฯ สามารถแจ้งซ่อมบำรุงผ่านเว็บแอปพลิเคชันทั้งในรูปแบบ Desktop PC หรือ Mobile Device ทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็ว ใช้งานง่าย อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบสถานะงานซ่อม สถานะการอนุมัติในแต่ละกระบวนได้โดยทันทีสามารถแสดงค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการซ่อมในแต่ละครั้ง ผู้อนุมัติสามารถตัดสินใจซ่อมหรือไม่ซ่อมได้ในทันที

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ภาพที่ 1 เป็นกรอบความคิดงานวิจัยประกอบด้วยตัวแปรต้นและตัวแปลตามโดยที่ตัวแปลต้นคือ ความต้องการของพนักงานที่ต้องการแจ้งซ่อมและการพัฒนาระบบฯและตัวแปลตามคือ ความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 จากกรอบความคิดงานวิจัยการพัฒนาระบบมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ขั้นตอนการวางแผน(Planning Phase)ซึ่งผู้วิจัยได้สัมภาษณ์และให้หัวหน้าแผนก ช่างซ่อมบำรุง และพนักงานบริษัทที่เกี่ยวข้องทำแบบสอบถามจากปัญหาเดิมโดยเรียงข้อมูลจากแหล่งที่ได้มาเพื่อสรุปข้อมูลการทำงานการปฏิบัติงานว่ามีการเกิดปัญหาระหว่างการทำงานอย่างไรและมีความล่าช้าจากอะไรบ้างปัญหาที่พบและความต้องการของระบบ จากนั้นได้วางแผนการวิจัยและกำหนดระยะเวลาสำหรับแต่ละขั้นตอน

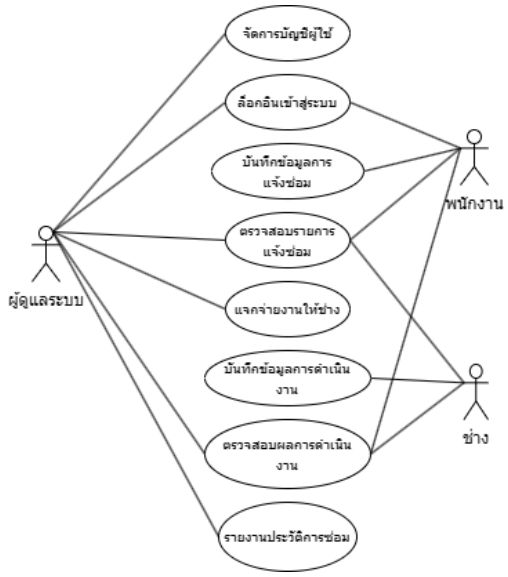
4.1.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis Phase) ผู้วิจัยได้ศึกษาความต้องการใช้งานระบบจากหัวหน้าแผนก ช่างซ่อมบำรุง และพนักงานบริษัท โดยรวบรวมรายละเอียดทั้งหมดที่ต้องการ จากนั้นได้วิเคราะห์ระบบเพื่อออกแบบแผนภาพ Use-case เพื่อจำลองการทำงานของระบบ รวมทั้งแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (Entity-Relationship Diagram: ER diagram) เพื่อจำลองความเกี่ยวข้องของข้อมูลทั้งหมดที่จำเป็นในการพัฒนาระบบบริหารจัดการซ่อมของบริษัท

4.1.3 ขั้นตอนการออกแบบ (Design Phase) ผู้วิจัยได้ออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานตามหลักการทำงานที่ได้ออกแบบไว้ โดยพิจารณาร่วมกับผู้ใช้งานระบบ

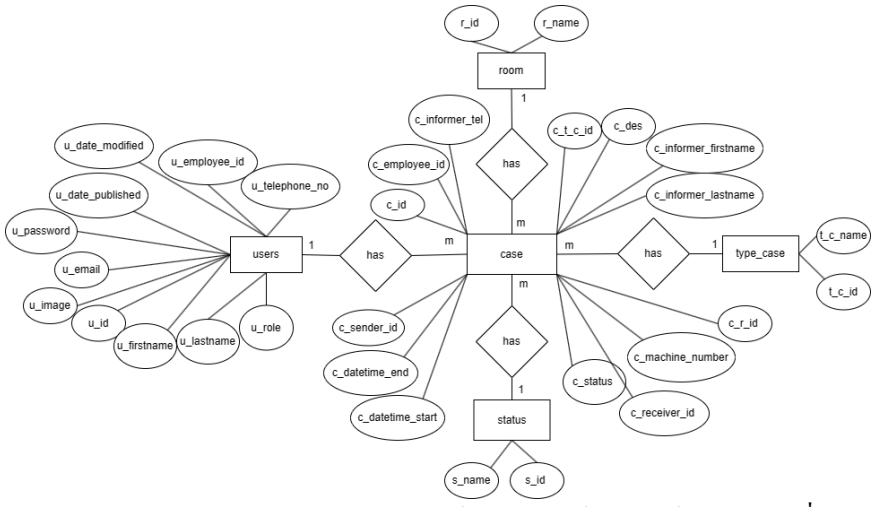
4.1.4 ขั้นตอนการพัฒนา (Implementation Phase) ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบบริหารจัดการการแจ้งซ่อมตามที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนที่ 3

จากขั้นตอนการวิจัยทั้ง 4 ขั้นตอนสามารถนำมาเขียนการวิเคราะห์ข้อมูลและการออกแบบฐานข้อมูลได้ดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพที่ 2 Use Case Diagram ของระบบแจ้งซ่อมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ออนไลน์ บริษัท ชิโคนี่อีเลคทรอนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด)



ภาพที่ 3 แสดง ER-Diagram ของระบบแจ้งซ่อมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ออนไลน์ บริษัท ชิโคนี่อีเลคทรอนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด)

เมื่อออกแบบและพัฒนาระบบแล้วผู้วิจัยได้นำระบบที่พัฒนาขึ้นมาให้บุคลากรในบริษัททดลองใช้ จากนั้นเก็บผลการประเมินความพึงพอใจ

4.2 ประชากรและตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือ ช่าง และพนักงานในบริษัท ชิโคนี่อีเลคทรอนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด

4.3 เครื่องมือวิจัย

4.3.1 แบบสอบถามจากปัญหาเดิม โดยเรียงข้อมูลจากแหล่งที่ได้มา เพื่อสรุปข้อมูลการทำงานการปฏิบัติงาน ว่ามีการเกิดปัญหาระหว่างการทำงานอย่างไร และมีความล่าช้าจากอะไรบ้าง

4.3.2 ซอฟต์แวร์ 1.โปรแกรม Virtual Studio Code 2. โปรแกรม XAMPP 3. ภาษา PHP 4. framework codeigniter 5. โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล ได้แก่ php MyAdmin

4.3.3 แบบประเมินความพึงพอใจ

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบต่อการพัฒนาระบบแจ้งซ่อมออนไลน์ โดย ให้พนักงาน และ ช่าง ทดลองใช้งานระบบ และทำแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้โดยรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวนรวม 23 คน

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์คุณภาพของแบบประเมิน

$$\mathrm{IOC} = \frac{\sum R}{\mathrm{N}}$$

IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruency)

$\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) การวิเคราะห์หาคุณภาพของระบบแจ้งซ่อมฯ ที่พัฒนาขึ้นโดยผู้ใช้งานระบบ

$$\bar{\mathrm{X}} = \frac{\sum X}{N}$$

$\bar{\mathrm{X}}$ คือ คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนข้อมูล

3) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard Deviation)

$$S.D = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

S.D คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum x^2$ คือ ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกาลังสอง

$(\sum x)^2$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N คือ จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

5. ผลการวิจัย

ในหัวข้อนี้จะแสดงผลการออกแบบและพัฒนาระบบ ผลการประเมินประสิทธิภาพ และผลความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ผลการออกแบบและพัฒนาระบบ

ระบบแจ้งซ่อมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ออนไลน์ กรณีศึกษาบริษัท ชิโคนี่อีเลคทรอนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด) ที่พัฒนาขึ้นเป็นระบบงานแบบเว็บแอปพลิเคชัน สามารถนำไปติดตั้งบนเครื่องแม่ข่าย (server) เพื่อใช้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกให้พนักงานและเจ้าหน้าที่ MIS สามารถส่งต่อข้อมูลระหว่างกันได้แบบเรียลไทม์ ผลการออกแบบและพัฒนาระบบดังรูปที่

(ก)

(ข)

(ค)

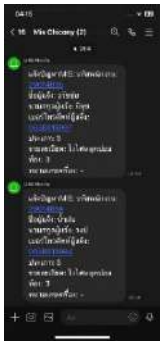
(ง)

ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างหน้าเว็บเพจการทำงานของพนักงานโดย ภาพที่ 4 (ก) เป็นหน้าจอเข้าสู่ระบบ โดยผู้ใช้ทั้ง 3 กลุ่มจะเห็นหน้าจอเดียวกันซึ่งพนักงานจะต้องกรอกรหัสพนักงาน และ Password สำหรับการเข้าสู่ระบบ ภาพที่ 4 (ข) หน้า กรอกข้อมูลรายละเอียดการแจ้งซ่อม ภาพที่ 4 (ค) หน้าดูรายละเอียดการแจ้งซ่อมแบบรวม ภาพที่ 4 (ง) หน้าดูรายละเอียดการแจ้งซ่อมและสถานะการซ่อม

(ก)

(ข)

ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างหน้าเว็บเพจการทำงานของช่างโดย ภาพที่ 5 (ก) เป็นหน้าจอแสดงข้อมูลการแจ้งซ่อม ภาพที่ 5 (ข) หน้ายืนยันการดำเนินการซ่อมภาพที่ 3



(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

(จ)

(ฉ)

ภาพที่ 6 ตัวอย่างหน้าเว็บเพจการทำงานของช่างซ่อมบำรุง(ต่อ)

ภาพที่ 6 (ก) เป็นหน้าจอแสดง Line notify เมื่อพนักงานทำการแจ้งซ่อม ภาพที่ 6 (ข) หน้า Dashboard จำนวนการแจ้งซ่อมแยกตามห้องและประเภท ภาพที่ 6 (ค) หน้ารายละเอียดและเพิ่มข้อมูลประเภทปัญหาเพิ่มข้อมูลห้องแต่ละแผนกและเพิ่มข้อมูล ภาพที่ 6 (ง) หน้ารายละเอียดการแจ้งซ่อมสามารถ report เป็น PDF จำแนกตามช่วงเวลา ตามประเภทปัญหา และแต่ละแผนกได้ ภาพที่ 4 (จ) หน้ารายละเอียดการแจ้งซ่อมสามารถโยนงานให้กับช่างแต่ละคนได้ ภาพที่ 4 (ฉ) หน้า Report ข้อมูลรายละเอียดการแจ้งซ่อม จำแนกตามช่วงเวลาตามประเภทปัญหา และแต่ละแผนก

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลประเมินผลความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมของพนักงาน

ข้อที่	ข้อคำถาม	$\bar{x}$	$S.D$	แปลผล
1	ระบบแจ้งซ่อมมีรูปแบบการใช้งานอย่างง่าย	4.30	0.57	ระดับมาก
2	ระบบแจ้งซ่อมมีความสถียรในดำเนินการ	4.45	0.68	ระดับมาก
3	ระบบแจ้งซ่อมมีการออกแบบหน้าตาระบบที่เหมาะสม	4.40	0.59	ระดับมาก
4	ระบบแจ้งซ่อมมีการเก็บข้อมูลที่ครบถ้วน	4.45	0.60	ระดับมาก
5	ระบบแจ้งซ่อมมีความรวดเร็วในการแสดงผลข้อมูล	4.45	0.68	ระดับมาก
6	ระบบแจ้งซ่อมมีการแจ้งข้อมูลแบบเรียลไทม์	4.55	0.51	ระดับมากที่สุด
7	ระบบแจ้งซ่อมสามารถช่วยลดเวลาการแจ้งซ่อมลงได้	4.45	0.68	ระดับมาก
8	ระบบแจ้งซ่อมมีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.40	0.68	ระดับมาก
9	ระบบแจ้งซ่อมสามารถดูข้อมูลย้อนหลังได้	4.35	0.67	ระดับมาก
10	ความพึงพอใจในการให้บริการโดยรวมของระบบแจ้งซ่อม	4.45	0.60	ระดับมาก
รวม		4.42	0.17	ระดับมาก

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลประเมินผลความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมของช่าง

ข้อที่	ข้อคำถาม	$\bar{x}$	$S.D$	แปลผล
1	ระบบแจ้งซ่อมมีรูปแบบการใช้งานอย่างง่าย	5.00	0.00	ระดับมากที่สุด
2	ระบบแจ้งซ่อมมีความสถียรในดำเนินการ	4.33	0.57	ระดับมาก
3	ระบบแจ้งซ่อมมีการออกแบบหน้าตาระบบที่เหมาะสม	4.00	1.00	ระดับมาก
4	ระบบแจ้งซ่อมมีการเก็บข้อมูลที่ครบถ้วน	3.33	0.57	ระดับปานกลาง
5	ระบบแจ้งซ่อมมีความรวดเร็วในการแสดงผลข้อมูล	4.00	0.00	ระดับมาก
6	ระบบแจ้งซ่อมมีการแจ้งข้อมูลแบบเรียลไทม์	4.67	0.57	ระดับมากที่สุด

ข้อที่	ข้อคำถาม	$\bar{x}$	$S.D$	แปลผล
7	ระบบแจ้งซ่อมสามารถช่วยลดเวลาการแจ้งซ่อมลงได้	4.67	0.57	ระดับมากที่สุด
8	ระบบแจ้งซ่อมมีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.33	0.57	ระดับมาก
9	ระบบแจ้งซ่อมสามารถดูข้อมูลย้อนหลังได้	4.00	1.00	ระดับมาก
10	ความพึงพอใจในการให้บริการโดยรวมของระบบแจ้งซ่อม	4.33	0.57	ระดับมาก
รวม		4.36	0.15	ระดับมาก

6. อภิปรายผล

การทำงานด้วยเว็บแอปพลิเคชันได้นำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อใช้ในการบริหารจัดการการแจ้งซ่อมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ของบริษัท ชิโคนี่อีเลคทรอนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งจากการประเมินความพึงพอใจระบบในส่วนพนักงานพบว่า ระบบแจ้งซ่อมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในการแจ้งข้อมูลแบบเรียลไทม์มากที่สุด ($\bar{x}$=4.55, S.D.= 0.51) เนื่องจากการแจ้งซ่อมรูปแบบเดิมเป็นการแจ้งซ่อมโดยการจดบันทึกจึงไม่สามารถรู้ได้ว่าสถานะการซ่อมดำเนินการซ่อมถึงขั้นตอนไหนแล้วและรูปแบบการใช้งานได้ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด ($\bar{x}$=4.30, S.D.= 0.57) อาจเนื่องมาจากพนักงานยังไม่คุ้นชินกับการใช้ระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ในส่วนของช่าง พบว่า ระบบแจ้งซ่อมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจรูปแบบการใช้งานมากที่สุด ($\bar{x}$=5.00, S.D.= 0.00) เนื่องจากช่างมีความรู้ในด้านการใช้งานระบบเบื้องต้นอยู่แล้วจึงเป็นเรื่องง่ายต่อการดำเนินการซ่อมซึ่งช่วยประหยัดเวลาได้มากยิ่งขึ้น และรูปแบบการเก็บข้อมูลได้ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด($\bar{x}$=3.33, S.D.= 0.57) เนื่องจากข้อมูลบางข้อมูลยังไม่มีการเก็บบันทึกเช่นรายละเอียดการดำเนินการซ่อมว่าทำการซ่อมอะไรไปบ้าง ซึ่งมีความสอดคล้องกับการศึกษางานวิจัยของ เกวรี จาดแหยม (2563) ที่โครงงานนี้เป็นการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการการแจ้งซ่อม มหาวิทยาลัยสยามผ่านระบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับบุคลากรที่ต้องการแจ้งซ่อมและติดตามสถานะการซ่อมเป็นการใช้งานผ่านระบบเว็บแอปพลิเคชันและการจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลที่มีความปลอดภัย ทั้งยังสามารถ สืบค้น เรียกดูประวัติการซ่อมบำรุง เพื่อใช้อ้างและประกอบพิจารณาในการสั่งซื้ออุปกรณ์ใหม่ทดแทนอุปกรณ์ที่ ชำรุดบ่อยครั้ง และจากผลการทดลองใช้ การประเมิน และการปรับปรุง พบว่า ระบบที่ได้มีความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในโปรแกรม และความเข้าใจง่าย ทำให้ระบบสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่ได้ตั้งไว้

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

(1)ระบบได้วางบทบาทให้มีประเภทผู้ใช้งาน 3 ระดับคือผู้ดูแลระบบ(Admin)ที่สามารถเข้าถึงและจัดการข้อมูลหรือรายงานได้ทุกระดับ ต่อมาคือช่างซ่อมบำรุงที่สามารถรับรายการซ่อม และบันทึกผลการทำงานได้เฉพาะงานซ่อมที่ตนเองรับผิดชอบ สุดท้ายคือผู้แจ้งซ่อมที่แจ้งซ่อมเข้ามาและติดตามสถานะการซ่อมได้ผ่านระบบออนไลน์

(2)ช่างผู้รับซ่อมจะต้องมีการ Log In เพื่อเข้าใช้งาน เนื่องจากระบบจัดเก็บภาระงานมารายงานผลสรุปการซ่อม และควรอัพเดทสถานะการซ่อมให้เป็นปัจจุบัน

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

(1)ส่วนของฟังก์ชันเพิ่มเติมควรมีการแนบรูปภาพ หรือภาพถ่ายในการแจ้งซ่อมเข้ามาในระบบได้

(2)ในด้านความต้องการของผู้บริหารควรเพิ่มการบันทึกค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในงานซ่อมแต่ละครั้ง เพื่อประเมินต้นทุน ความคุ้มค่าในการซ่อม หรือเพื่อพิจารณาจำหน่ายอุปกรณ์ออกไป

8. กิตติกรรมประกาศ

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการการแจ้งซ่อม ให้แก่ บริษัท ชิโคนี่อีเลคทรอนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด สามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ของผู้วิจัยได้โดยความอนุเคราะห์ด้านการให้ข้อมูล ด้านการทดสอบการทำงานของระบบ และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงระบบ จากหัวหน้าแผนกMIS ช่างซ่อมบำรุง และพนักงานในบริษัท ชิโคนี่อีเลคทรอนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

9. เอกสารอ้างอิง

เกวรี จาดแหยม. (2563). ระบบบริหารจัดการการแจ้งซ่อมให้กับมหาวิทยาลัยสยาม ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม.

ยุพิน ไทยรัตนานนท์ .(2540). การประมวลผลแฟ้มข้อมูล. (พิมพ์ครั้งที่5). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ประทีป เทพยศ และอภิรมย์ อังสุรัตน์. (2564). การพัฒนาและประเมินระบบแจ้งซ่อมบำรุงครุภัณฑ์ออนไลน์ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. วารสารการพัฒนางานประจำสู่งานวิจัย, 8(2), 1-12

สุภาพร พิศาลบุตร และนารีรัตน์ หวังสุนทราพร. (2544) .ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารทรัพยากรมนุษย์ . กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดวี.เจ.พริ้นติ้ง.

สมสุข นาคะพัฒนกุล และปพิชญา นิเทศ. (2561). ระบบบริหารงานแจ้งซ่อมบำรุงออนไลน์. วารสารวิชาการที่ประชุมสภาข้าราชการ พนักงาน และลูกจ้าง มหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย, 7(1). 36–46.

Ethan Marcotte. (2010). Responsive Web Design .[ออนไลน์] ค้นพบเมื่อ 20 พฤษภาคม 2566. จาก: Responsive Web Design – A List Apart

การประยุกต์เทคโนโลยีสะอาดในการจัดการสิ่งแวดล้อม กรณีศึกษา บริษัท เวสท์โคสท์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

Application of Clean Technology for Environmental Management: Case Study of West Coast Engineering Company

ธันยาภัทร์ พัฒนชัยปรีชา

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

E-mail: thanyaphat19@gmail.com

มัลลิกา ปัญญาคะโป

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

E-mail: mpanyakapo@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำหลักการเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในการจัดการประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญของบริษัท เวสท์โคสท์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่ให้บริการด้านวิศวกรรม จากการประเมินพบว่าประเด็นที่มีนัยสำคัญ ได้แก่ ของเสียวัสดุซับน้ำมัน ซึ่งเป็นของเสียที่มีการส่งกำจัดมากที่สุดในปี พ.ศ. 2564 ปริมาณ 39.09 ตันต่อปี เมื่อวิเคราะห์สาเหตุของประเด็นปัญหานี้พบว่าเกิดจาก 1) เครื่องจักรมีน้ำมันหกรั่วไหลออกมานองบนพื้น 2) มีการใช้งานถุงมือผ้าและเศษผ้าปริมาณมาก โดยไม่มีการควบคุมปริมาณการใช้งาน และ 3) ไม่มีการคัดแยกของเสียมีการทิ้งของเสียปะปนกัน เมื่อทราบสาเหตุจึงได้สร้างและคัดเลือกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด โดยประเมินคะแนนเพื่อจัดลำดับข้อเสนอแนะที่เหมาะสมที่สุด พบว่าข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดที่ได้คะแนนรวมลำดับที่ 1 คือ การตรวจสอบการคัดแยกขยะแต่ละแผนก ลำดับที่ 2 คะแนนรวมเท่ากัน 2 ข้อเสนอ ได้แก่ 1) ควบคุมการปริมาณการใช้ถุงมือผ้าและเศษผ้า และ 2) รณรงค์และจัดฝึกอบรมการคัดแยกของเสียโรงงาน ดังนั้นทางโรงงานได้นำข้อเสนอไปดำเนินการเนื่องจากเป็นข้อเสนอที่สามารถทำได้ทันทีและไม่มีค่าใช้จ่าย หลังจากดำเนินการพบว่าในปี พ.ศ. 2565 สามารถลดการใช้ถุงมือผ้าเมื่อเทียบกับยอดขายลดลงจากปี พ.ศ. 2564 ร้อยละ 9.74 และ ลดการใช้เศษผ้าเมื่อเทียบกับยอดขายลดลงจากปี พ.ศ. 2564 ร้อยละ 12.29 ปริมาณการใช้ทรัพยากรที่ลดลงสอดคล้องกับปริมาณของเสียวัสดุดูดซับน้ำมันที่ส่งกำจัดจำนวน 16.64 ตัน ซึ่งลดลงจากปี พ.ศ. 2564 ร้อยละ 57.42 ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียด้วย

คำสำคัญ: เทคโนโลยีสะอาด ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม การรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ของเสียวัสดุซับน้ำมัน

ABSTRACT

The objective of this research is to apply cleaner technology principles to address the significant environmental aspect of West Coast Engineering Co., Ltd., a company that provides engineering services. According to this assessment, the highest significant aspect was the oil absorbent waste, which was highest disposal quantity of 39.09 tons in the year 2021. The analysis revealed the causes of this problem, which included: 1) Machinery leaks causing oil spill on the floor, 2) Large amount of cloth gloves and rags used without proper control. and 3) Absence of waste separation resulted mixed waste disposal. From these findings, the cleaner technology proposals were created and selected, assessing scores to prioritize the most appropriate recommendations. The results showed that the highest score was regular inspection of waste separation in each department. The second ranks score were 1) to control the consumption of cloth gloves and rags and 2) to conduct and to train the campaigns of waste separation in factories. Therefore, the factory implemented these proposals as they could immediately implemented and required no associated costs. After implementation, it was found that in the year 2022, cloth glove usage could be reduced by 9.74% compared to the sales volume, which was declined from the year 2021. The usage of rags decreased by 12.29% compared to the sales volume. This reduction in resource consumption corresponded with 57.42% reduction in oil absorbent waste sent for disposal, from 16.64 tons in 2021 which led to cost saving in waste management.

Keywords: Cleaner technology **,** Environmental aspect **,** Environmental sustainability , Oil absorbent waste

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

การขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วทั้งที่ผ่านมาและในปัจจุบัน ส่งผลให้เกิดมลภาวะด้านสิ่งแวดล้อมมากมาย เช่น ของเสียจากภาคอุตสาหกรรม มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากข้อมูลในรายงานสรุปสถานการณ์มลพิษประเทศไทย พบว่า กากของเสียอุตสาหกรรม ปี 2564 มีปริมาณกากของเสียอุตสาหกรรมรวมที่มีการแจ้งการขนส่งในระบบ และนำเข้าสู่ระบบการจัดการกากของเสียอุตสาหกรรมของกรมโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมด 18.57 ล้านตัน โดยมีปริมาณเพิ่มขึ้น จากปีพ.ศ. 2563 ร้อยละ 3 ซึ่งเป็นกากของเสียอุตสาหกรรม ที่ไม่เป็นอันตราย 17.07 ล้านตัน และกากของเสียอุตสาหกรรมอันตราย 1.50 ล้านตัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2565)

บริษัท เวสท์โคสท์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด เป็นบริษัทที่ให้บริการด้านวิศวกรรมแบบครบวงจร ซึ่งในช่วง 3 ปีที่ผ่านมามีฐานลูกค้าเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้มีปริมาณของเสียอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น โดยของเสียอุตสาหกรรมที่ส่งกำจัดในปี พ.ศ. 2654 ประมาณ 97 ตัน/ปี นอกจากนี้ยังพบปัญหาการจัดการของเสียอุตสาหกรรมที่ไม่ถูกวิธีจึงเป็นหนึ่งในประเด็นที่ทำให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมจากการพัฒนาอุตสาหกรรม

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการนำเทคโนโลยีสะอาดเข้ามาประยุกต์ใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญของบริษัท เพื่อลดปัญหาจากแหล่งกำเนิด เพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากร ลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดหรือกำจัดของเสีย รวมถึงช่วยลดมลพิษที่เป็นความเสี่ยงและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับมนุษย์และสภาพแวดล้อมอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

(1) เพื่อระบุและประเมินระดับนัยสำคัญของประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมของโรงงาน

(2) เพื่อสร้างและวิเคราะห์ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดในการจัดการประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ

(3) เพื่อนำข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดไปปฏิบัติ และประเมินผล

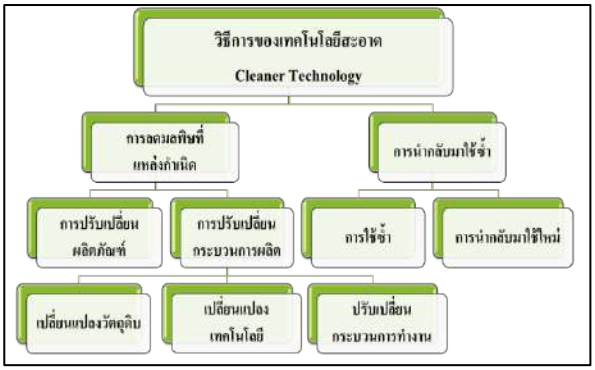
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (The Environment Management System ; EMS)

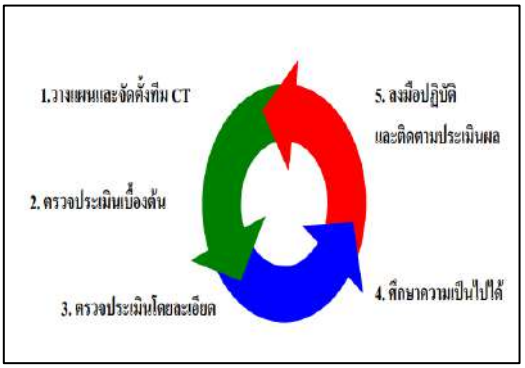
ระบบ ISO 14001 คือ มาตรฐานระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environment management System) วัตถุประสงค์เพื่อให้องค์กรมีความตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการสิ่งแวดล้อม ควบคู่กับการพัฒนาธุรกิจ โดยมุ่งเน้นในการป้องกันมลพิษและรักษาสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก (กรมควบคุมมลพิษ, 2563)

3.2 หลักการเทคโนโลยีสะอาด (Cleaner technology)

เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner technology) หมายถึง การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือผลิตภัณฑ์ เพื่อให้การใช้ วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการเกิดของเสียน้อยที่สุด ซึ่งเน้นการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด วิธีการของการนำเทคโนโลยีสะอาดเข้ามาดำเนินการ (จักรพันธ์ ฉัตรารักษ์, 2560) แสดงดังแผนภาพที่ 1 และขั้นตอนการทำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555) แสดงดังแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 1 วิธีการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด
ที่มา : จักรพันธ์ ฉัตรารักษ์ (2560)



แผนภาพที่ 2 ขั้นตอนการทำเทคโนโลยีสะอาด
ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2555)

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

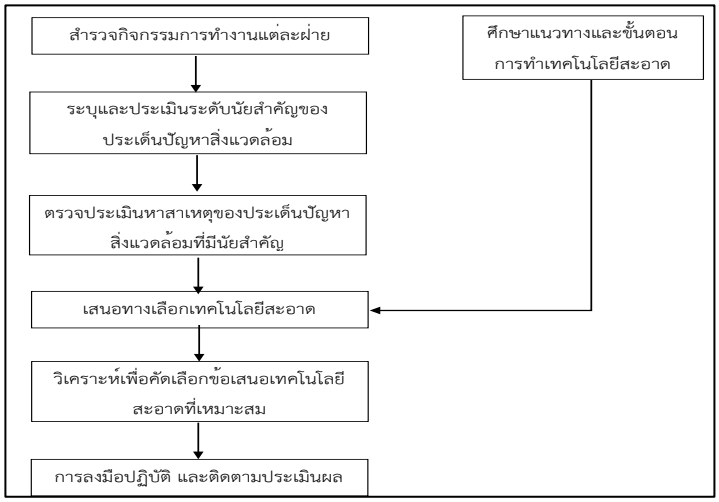
มณีรัตน์ นกยุงทอง (2562) นำหลักเทคโนโลยีสะอาดมาประยุกต์ใช้ในการลดของเสียกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป พบว่า เกิดน้ำเสียร้อยละ 99.65 จึงได้มีการเปลี่ยนกระบวนการทำงาน หลังจากปรับปรุงพนักงานมีความตระหนักเรื่องการใช้น้ำมากขึ้นร้อยละ 80 ของพนักงานทั้งหมด และปรับเปลี่ยนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) หลังปรับปรุง สามารถลดการใช้น้ำได้ร้อยละ 41.46 ลดระยะเวลาในการปฏิบัติงานได้ร้อยละ 28.57 ลดปริมาณการใช้น้ำยาล้างภาชนะได้ร้อยละ 69.57 และลดค่าใช้จ่ายสำหรับจ่ายให้ผู้รับเหมาได้ร้อยละ 100 ยอดรวมทุกรายการที่ประหยัดได้เท่ากับ 11,868 บาทต่อรอบการเปิดล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

ชีระวิทย์ รัตนพันธ์ และ วีระวัฒน์ อุ่นเสน่หา (2562) ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตน้ำตาลด้วยเทคโนโลยีสะอาด จึงสร้างข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด ที่จะนำไปสู่การปฏิบัติได้ ดังต่อไปนี้ (1) ปรับปรุงการทำงานของพนักงานให้มีประสิทธิภาพและมาตรฐาน, (2) ปรับปรุงการปฏิบัติงานเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการปฏิบัติงานสูญเสียต้นทุน ทรัพยากร และเวลา, (3) ปรับปรุงวิธีการบำรุงรักษาเครื่องจักรและรอบเวลาในการบำรุงรักษา, (4) การจัดการเชื้อเพลิงคงคลังที่มีปริมาณมาก, (5) การแก้ไขความเปียกชื้นของเชื้อเพลิง (กากอ้อย) ที่ไม่มีคุณภาพ, (6) ปรับปรุงการจัดเก็บเถ้าจากการเผาไหม้ฟุ้งกระจาย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ภาพรวมของงานวิจัย

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เพื่อหาแนวทางในการลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ โดยการนำหลักการเทคโนโลยีสะอาดมาประยุกต์ใช้ ซึ่งภาพรวมงานวิจัยแสดงดังแผนภาพที่ 3



แผนภาพที่ 3 ภาพรวมขั้นตอนการวิจัย

4.2 การสำรวจกิจกรรมการทำงาน

ระบุขั้นตอนของกระบวนการแต่ละขั้นตอน พิจารณาจากปัจจัยเข้า (Input) และปัจจัยออก (Output) ใช้หลักการการวิเคราะห์โดยใช้ผังกระบวนการ (Process Flow Analysis เพื่อจะได้ทราบประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในกระบวนการนั้นๆ

4.3 ระบุและประเมินระดับนัยสำคัญของประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม

รวบรวมข้อมูลที่ในการระบุประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการดำเนินกิจกรรม โดยให้พิจารณาให้ครอบคลุมทั้งด้านการใช้ทรัพยากร พลังงาน และการปลดปล่อยของเสียในรูปแบบต่างๆ ทุกขั้นตอนตลอดวงจรวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์หรือบริการ ในสภาวการณ์ปกติ ผิดปกติ และ ฉุกเฉิน นำประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ระบุไว้มาพิจารณาให้คะแนนโอกาสที่จะเกิด และคะแนนความรุนแรงที่จะเกิดขึ้น ตามเกณฑ์การประเมิน นำผลรวมของคะแนนของโอกาสที่จะเกิด และผลรวมของคะแนนความรุนแรงที่จะเกิดขึ้นมาคูณกัน เมื่อได้ผลลัพธ์คะแนน นำมาจัดระดับนัยความสำคัญของประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยกำหนดระดับคะแนนเป็น 3 ระดับ ดังนี้ 1) ระดับคะแนนสูง (คะแนน 150 - 216) 2) ระดับคะแนนปานกลาง(คะแนน 83 – 149) และ 3) ระดับ

คะแนนต่ำ (คะแนน 15 – 82) ซึ่งระดับคะแนนปานกลาง และสูงจะถือว่าเป็นประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ (Significant Aspect)

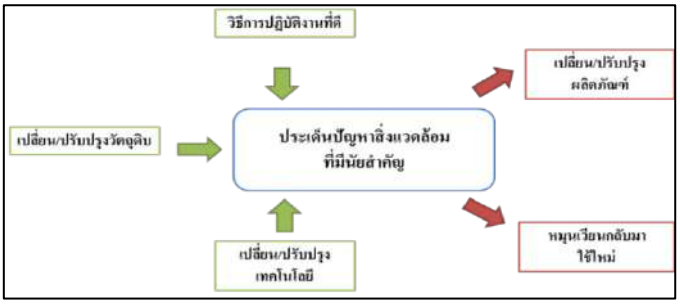
4.4 ตรวจประเมินหาสาเหตุของประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีระดับนัยสำคัญ

นำประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ มาพิจารณาหาสาเหตุ โดยพิจารณาจาก 5 แหล่งสำคัญที่ ดังนี้

1) วัตถุดิบ เช่น ใช้วัตถุดิบคุณภาพต่ำ ขาดการตรวจสอบคุณภาพ ใช้ทรัพยากรสิ้นเปลือง เป็นต้น
2) เทคโนโลยี เช่น ใช้เทคโนโลยีล้าสมัยไม่เหมาะสม ขาดการบำรุงรักษาเครื่องจักร เป็นต้น
3) วิธีปฏิบัติการ เช่น พนักงานขาดการฝึกอบรม ขั้นตอนการปฏิบัติเดิมไม่เหมาะสม เป็นต้น
4) ของเสีย เช่น การจัดการของเสียไม่เหมาะสม ไม่มีการคัดแยกที่แหล่งกำเนิด เป็นต้น
5) ผลิตภัณฑ์ เช่น การออกแบบผลิตภัณฑ์ไม่เหมาะสม บรรจุภัณฑ์ไม่ดี เป็นต้น

4.5 การสร้างข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด

การสร้างข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด ต้องทำการระดมสมองร่วมกันกับผู้ที่เกี่ยวข้อง ทำโดยพิจารณาจากหลัก 5 ประการตามแหล่งการวิเคราะห์สาเหตุ (จักรพันธ์ ฉัตรารักษ์, 2560) แสดงดังแผนภาพที่ 4



แผนภาพที่ 4 การสร้างข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด
ที่มา: จักรพันธ์ ฉัตรารักษ์ (2560)

4.6 การศึกษาความเป็นไปได้ และการเลือกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด

เมื่อได้ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดแล้ว นำแต่ละข้อเสนอมาวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความเหมาะสมในการดำเนินการ โดยทำการประเมินทั้งหมด 4 ด้าน ดังนี้

1) การประเมินด้านเทคนิค โดยพิจารณาตามเกณฑ์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินความเป็นได้ทางด้านเทคนิค

ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1	เทคโนโลยียังไม่มีหรืออยู่ในระหว่างการพัฒนา ยังไม่มีหลักฐานของการนำไปปฏิบัติจริงที่ประสบผลสำเร็จ
2	เทคโนโลยีได้ถูกพัฒนาและมีการนำไปใช้ แต่ยังต้องการระดับความรู้และความสามารถรวมถึงทรัพยากรในการใช้เทคโนโลยีสูงมีการนำไปใช้แต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลาย
3	เทคโนโลยีที่มีการพัฒนาและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ง่ายต่อการใช้งาน ไม่ต้องใช้ทรัพยากรและบุคลากรในการดำเนินงานสูง

ที่มา: จักรพันธ์ ฉัตรารักษ์ (2560)

2) การประเมินด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุนตามเกณฑ์ประเมินในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินความเป็นได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์

ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1	ระยะเวลาคืนทุนมากกว่า 2 ปี
2	ระยะเวลาคืนทุนภายใน 2 ปี
3	ไม่ต้องใช้เงินลงทุน

ที่มา: จักรพันธ์ ฉัตรารักษ์ (2560)

3) การประเมินด้านสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาจากปริมาณ ผลกระทบ และ การแพร่กระจาย ตามเกณฑ์ดังตารางที่ 3 และนำผลคูณทั้ง 3 หัวข้อการพิจารณามาจัดลำดับความสำคัญทางด้านสิ่งแวดล้อมตารางที่ 4

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินความเป็นได้ทางด้านสิ่งแวดล้อม

เกณฑ์การพิจารณา	**1 คะแนน**	**2 คะแนน**	**3 คะแนน**
ปริมาณ (Quantity: Q)	- ไม่มี หรือมีศักยภาพที่จะเกิดเล็กน้อย - มีการใช้วัตถุดิบเล็กน้อย	- มีศักยภาพที่จะเกิดปานกลาง - มีการใช้วัตถุดิบปานกลาง	- มีศักยภาพที่จะเกิดสูง - มีการใช้วัตถุดิบสูง
ผลกระทบ (Effect: E)	พิจารณาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นว่าเกี่ยวข้อง / มีผลใน 3 ประเด็น คือ 1. มีข้อกำหนดกฎหมาย 2. มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน 3. มีผลกระทบต่อสุขภาพและความปลอดภัย		
	ไม่มี หรือ มีผลกระทบต่ำ ส่งผลกระทบเกี่ยวข้อง 1 ใน 3 ประเด็นข้างต้น	มีผลกระทบปานกลาง ส่งผลกระทบเกี่ยวข้อง 2 ใน 3 ประเด็นข้างต้น	มีผลกระทบสูง ส่งผลกระทบเกี่ยวข้องทั้ง 3 ประเด็นข้างต้น
กาแพร่กระจาย (Dispersion: D)	ผลกระทบที่เกิดขึ้นอยู่ในรูปของแข็ง	ผลกระทบที่เกิดขึ้นอยู่ในรูปของเหลว	ผลกระทบที่เกิดขึ้นอยู่ในรูปของก๊าซ

ที่มา : รัฐพล อ้นแฉ่ง (2564)

ตารางที่ 4 เกณฑ์คะแนนความสำคัญทางสิ่งแวดล้อม

ช่วงคะแนน (1-3)	**1 คะแนน**	**2 คะแนน**	**3 คะแนน**
ความหมาย	ไม่มี หรือ มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ	มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมปานกลาง	มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูง
ผลคูณ (QxExD)*	0 – 5	6 – 10	มากกว่า 10

ที่มา : รัฐพล อ้นแฉ่ง (2564)

4) การประเมินการนำไปปฏิบัติ โดยคำนึงถึงความพร้อมขององค์กร พิจารณาจากความยากง่ายในการดำเนินการ ตามเกณฑ์ประเมินในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินความเป็นได้ทางการนำไปปฏิบัติ

ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1	ต้องซื้ออุปกรณ์หรือเครื่องมือใหม่ และ/หรือมีการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานต่างไปจากเดิม
2	ต้องซื้ออุปกรณ์เพิ่มเติมบ้าง และ/หรือการปฏิบัติไม่ต่างจากเดิมมากนัก
3	สามารถลงมือปฏิบัติได้ทันที

ที่มา: จักรพันธ์ ฉัตรารักษ์ (2560)

เมื่อทำการประเมินคะแนนตามเกณฑ์การพิจารณาครบทั้ง 4 ด้าน นำผลคะแนนแต่ละด้านมารวมกัน โดยคะแนนสูงสุด เท่ากับ 12 คะแนน และคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 3 คะแนน จากนั้นจัดลำดับเพื่อคัดเลือกข้อเสนอแนะเทคโนโลยีสะอาดที่เหมาะสม นำไปปฏิบัติต่อไป

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการสำรวจกิจกรรมการทำงาน

จากการสำรวจกิจกรรมในพื้นที่บริษัท เวสท์โคสท์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด พบในบริเวณพื้นที่ มีการดำเนินกิจกรรม 2 หน่วยงาน คือ หน่วยธุรกิจปรับปรุงและผลิตเครื่องจักร และ หน่วยธุรกิจบริการผลิตโครงสร้างเหล็ก

5.2 ผลการระบุและประเมินระดับนัยสำคัญของประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม

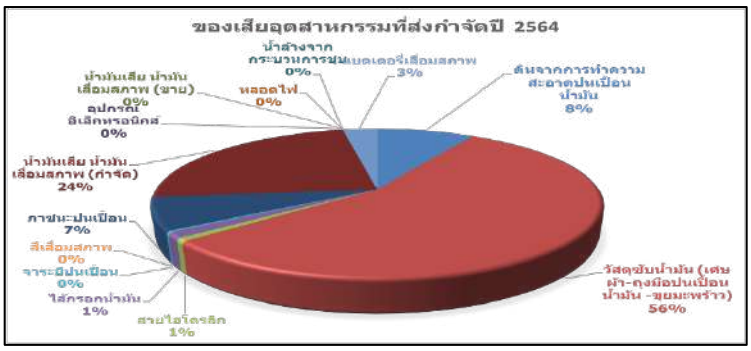
จากการระบุและประเมินประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมของทั้ง 2 หน่วยงาน พบประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมทั้งหมด 1,347 รายการ โดยแบ่งเป็นระดับต่ำ 1,342 รายการ และ ระดับปานกลาง 5 รายการ โดยประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญในระดับปานกลางมีรายละเอียด ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญระดับปานกลาง

กิจกรรม/พื้นที่	**ลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อม**	**ผลกระทบสิ่งแวดล้อม**	**สภาวการณ์**		
			ปกติ	**ผิดปกติ**	**ฉุกเฉิน**
กิจกรรมการซ่อมบำรุง	น้ำมัน Hydraulic หกลงบนพื้นปูน	สูญเสียทรัพยากร		✓	
พื้นที่เตาอบ HT	แก๊ส LPG รั่วไหล	ความเสี่ยงภัยด้านสิ่งแวดล้อม			✓
พื้นที่เตาอบ HT	น้ำหรือสารเคมีจากการดับเพลิงรั่วไหลลงร่องระบายน้ำ	ความเสี่ยงภัยด้านสิ่งแวดล้อม			✓
พื้นที่อาคาร Work Shop	น้ำมันรั่วไหลจากเครื่องจักร	สูญเสียทรัพยากร		✓	
พื้นที่อาคาร Work Shop	ของเสียปนเปื้อนน้ำมัน	เกิดขยะต้องกำจัด	✓		

5.3 ตรวจประเมินหาสาเหตุของประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีระดับนัยสำคัญ

นำประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญระดับนัยสำคัญมาพิจารณาหาสาเหตุ ซึ่งทั้ง 2 ประเด็น ทำให้เกิดของเสียวัสดุซับน้ำมัน ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของเสียอันตรายที่ส่งกำจัด แสดงดังแผนภาพที่ 5



แผนภาพที่ 5 ปริมาณของเสียที่ส่งกำจัดของบริษัท เวสท์โคสท์เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

ของเสียที่มีปริมาณส่งกำจัดมากที่สุด คือ วัสดุซับน้ำมัน ซึ่งจะประกอบไปด้วย เศษผ้า ถุงมือผ้าปนเปื้อนน้ำมัน และขุยมะพร้าวที่ใช้ดูดซับน้ำมันหกรั่วไหล ซึ่งถือเป็นของเสียที่มีนัยสำคัญ จึงนำมาพิจารณาหาสาเหตุการเกิดของเสีย โดยจะพิจารณาจาก 5 แหล่งสำคัญที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการตรวจประเมินหาสาเหตุการเกิดของเสีย

ของเสียที่มีนัยสำคัญ	ปริมาณ	สาเหตุของการเกิดของเสีย
วัสดุซับน้ำมัน (เศษผ้า/ถุงมือผ้าปนเปื้อนน้ำมัน และขุยมะพร้าว	39.08 ตัน	<u>ด้านเทคโนโลยี</u> พบว่าเครื่องจักรที่ใช้หน้างานมีน้ำมันหกรั่วไหลออกมานองบนพื้น
		<u>ด้านวิธีปฏิบัติ</u> พบว่ามีการใช้งานเศษผ้า และถุงมือผ้าปริมาณมาก ไม่ได้มีการควบคุมปริมาณการใช้งาน (เศษผ้า ใช้ 9,065 กิโลกรัม/ปี และ ถุงมือผ้าใช้ 58,152 คู่)
		<u>ด้านของเสีย</u> พบว่าไม่มีการคัดแยกของเสีย พนักงานมีการทิ้งของเสียปะปนกัน

5.4 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ และการเลือกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด

เมื่อได้ทางเลือกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดที่พิจารณาครอบคลุมปัจจัยในแต่ละด้านแล้ว นำมาประเมินความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ โดยรายละเอียดการประเมินความเป็นไปได้ทั้ง 4 ด้านของข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การประเมินความเป็นไปได้ของข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด

ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด	เกณฑ์การประเมิน				คะแนนรวม	**ลำดับ**
	ด้านเทคนิค	ด้านเศรษฐศาสตร์	ด้านสิ่งแวดล้อม	ด้านการนำไปปฏิบัติ		
1.เปลี่ยนเครื่องจักรใหม่	2	1	3	1	7	**4**
2.นำหลักการ Total Productive Maintenance เข้ามาปรับใช้ในโรงงาน	3	2	3	1	9	**3**
3.จัดทำแผนซ่อมบำรุงเครื่องจักร (Preventive Maintenance , PM)	2	2	3	2	9	**3**
4.ควบคุมการปริมาณการใช้เศษผ้า ถุงมือผ้า	3	3	1	3	10	**2**
5.รณรงค์ และจัดฝึกอบรมการคัดแยกของเสียโรงงาน	3	2	2	3	10	**2**
6.มีการตรวจสอบการคัดแยกขยะแต่ละแผนก	3	3	2	3	11	**1**

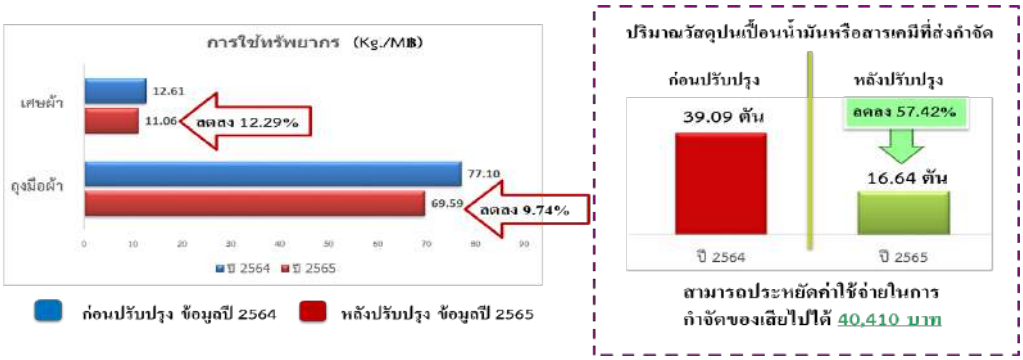
หมายเหตุ : คะแนนสูงสุด = 12 คะแนน, คะแนนต่ำสุด = 3

ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดที่ได้คะแนนรวมลำดับที่ 1 คอ การตรวจสอบการคัดแยกขยะแต่ละแผนก ลำดับที่ 2 คะแนนรวมเท่ากัน 2 ข้อเสนอ คือ 1) ควบคุมการปริมาณการใช้เศษผ้า และถุงมือผ้า และ 2) รณรงค์ และจัดฝึกอบรมการคัดแยกของเสียโรงงาน ซึ่งทางโรงงานได้นำข้อเสนอในลำดับที่ 1 และ ลำดับที่ 2 ไปดำเนินการปฏิบัติต่อไป เนื่องจากเป็นข้อเสนอที่สามารถทำได้ทันที และไม่มีค่าใช้จ่าย

5.4 การนำข้อเสนอเทคโนโลยีไปปฏิบัติ

หลังจากโรงงานนำข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดไปปฏิบัติอย่างจริงจัง พบว่า ปริมาณการใช้ทรัพยากรถุงมือผ้าเมื่อเทียบกับยอดขาย ในปี พ.ศ. 2565 ลดลงจาก ปีพ.ศ. 2564 ร้อยละ 9.74 และการใช้เศษผ้าเมื่อเทียบกับยอดขาย ลดลงจาก ปีพ.ศ. 2564 ร้อยละ 12.29 และสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 180,766 บาท

จากปริมาณการใช้ทรัพยากรที่ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของเสียวัสดุดูดซับน้ำมันและสารเคมีที่ส่งกำจัดในปี พ.ศ. 2565 จำนวน 16.64 ตัน ลดลงจากปี 2564 ร้อยละ 57.42 และลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสีย 40,410 บาท แสดงดังแผนภาพที่ 6



แผนภาพที่ 6 ผลการนำข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดไปปฏิบัติ

6. อภิปรายผล

จากการสำรวจกิจกรรม ระบุและประเมินระดับนัยสำคัญของประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมของบริษัท เวสท์โคสท์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด พบว่าประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญระดับปานกลาง มีทั้งหมด 5 ประเด็น และเลือกนำมาพิจารณาหาสาเหตุ 2 ประเด็น เนื่องจากเป็นประเด็นที่เกิดขึ้นในปัจจุบันจากการสำรวจพื้นที่ อาคาร Work Shop ซึ่งทั้ง 2 ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมดังกล่าวทำให้เกิดของเสียวัสดุซับน้ำมัน ซึ่งของเสียดังกล่าวเป็นของเสียอุตสาหกรรมที่มีการส่งกำจัดในปี พ.ศ. 2564 มากที่สุดปริมาณ 39.09 ตันต่อปี

เมื่อวิเคราะห์สาเหตุของเกิดการปัญหา พบว่าเกิดจาก 1) เครื่องจักรที่ใช้มีน้ำมันหกรั่วไหลบนพื้น 2) มีการใช้งานเศษผ้า และถุงมือผ้าปริมาณมาก โดยไม่ได้มีการควบคุม และ 3) พนักงานไม่คัดแยกของเสีย ทิ้งของเสียปะปนกัน เมื่อทราบสาเหตุ จึงระดมความคิดจากผู้เกี่ยวข้องทั้งหมดในการสร้างข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด พิจารณาครอบคลุมปัจจัยในแต่ละด้าน และนำมาประเมินให้คะแนนจัดลำดับข้อเสนอแนะที่เหมาะสมที่สุด 4 ด้าน คือ 1) ด้านเทคนิค 2) ด้านเศรษฐศาสตร์ 3) ด้านสิ่งแวดล้อม และ 4) การนำไปปฏิบัติ พบว่าข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดที่ได้คะแนนรวมลำดับที่ 1 คือ การตรวจสอบการคัดแยกขยะ ลำดับที่ 2 คะแนนรวมเท่ากัน 2 ข้อเสนอ คือ 1) ควบคุมการปริมาณการใช้เศษผ้า และถุงมือผ้า และ 2) รณรงค์ และจัดฝึกอบรมการคัดแยกของเสียโรงงาน ซึ่งทางบริษัทฯ ได้นำข้อเสนอในลำดับที่ 1 และ ลำดับที่ 2 ไปดำเนินการปฏิบัติเนื่องจากเป็นข้อเสนอที่สามารถทำได้ทันที และไม่มีค่าใช้จ่าย

หลังจากดำเนินการ พบว่าในปี พ.ศ. 2565 สามารถลดการใช้ถุงมือผ้าเมื่อเทียบกับยอดขาย ลดลงจากปี พ.ศ. 2564 ร้อยละ 9.74 และการใช้เศษผ้าเมื่อเทียบกับยอดขาย ลดลงจากปี พ.ศ. 2564 ร้อยละ 12.29 จากปริมาณการใช้ทรัพยากรที่ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของเสียวัสดุดูดซับน้ำมันที่ส่งกำจัดในปี พ.ศ. 2565 จำนวน 16.64 ตัน ลดลงจากปี พ.ศ. 2564 ร้อยละ 57.42 และยังช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียไปได้อีกด้วย

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

(1) งานวิจัยนี้ได้นำหลักการเทคโนโลยีสะอาดมาประยุกต์ใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อมของบริษัทเวสท์โคสท์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อบริษัทหากมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

(1) ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรนำเครื่องมือการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบอื่นที่เหมาะสมมาปรับใช้ในการลดปัญหามลพิษเพิ่มเติม เช่น การประเมิน Life Cycle Assessment (LCA) เป็นต้น

8. กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. มัลลิกา ปัญญาคะโป ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำ ในการดำเนินงานวิจัยตลอดจนการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัย และขอขอบพระคุณท่านผู้บริหารและบุคลากรบริษัทเวสโคสท์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ทุกท่าน ที่ช่วยเหลือในเรื่องข้อมูลประกอบการศึกษา การเก็บผลการศึกษา และงานเอกสารต่าง ๆ

9. เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2565). รายงานสถานการณ์มลพิษประเทศไทยปี 2564. บริษัท เอพี คอนเน็กซ์ จำกัด. https://www.pcd.go.th/wp-content/uploads/2022/08/pcdnew-2022-08-26_08-13-23_314008.pdf

กรมควบคุมมลพิษ. (2563, 10 พฤศจิกายน). ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม Environmental Management System. https://www.pcd.go.th/iso/ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม-iso-14001-2015.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2555). เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด Cleaner Technology-CT สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม. http://php.diw.go.th/ctu/publications.php.

จักรพันธ์ ฉัตรารักษ์. (2559). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการจัดการของเสียของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ชีระวิทย์ รัตนพันธ์, และวีระวัฒน์ อุ่นเสน่หา. (2562). การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตน้ำตาลด้วยเทคโนโลยีสะอาด. วารสารแก่นเกษตร 47 (ฉบับพิเศษ 1) มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 19(1),59-66

มณีรัตน์ นกยุงทอง. (2562). เทคโนโลยีสะอาดสำหรับการลดของเสียในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร.

รัฐพล อ้นแฉ่ง. (2564). การจัดทำเทคโนโลยีสะอาดและกรณีศึกษา [เอกสารที่ไม่ได้ตีพิมพ์]. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

การพัฒนาถ่านกัมมันต์จากต้นไมยราบยักษ์เพื่อชะลอการสุกของผลมะม่วง

The development of *Mimosa pigra* activated carbon to inhibit ethylene from mango

ปิญชาน์ ธรรมวิวรณ์กุล[1] ธนภรณ์ อยู่คง[1] ปภังกร ปาลี[1] ธนภัทร ลักษณ์ธนากุล[1] ชนกนันท์ แสงรัตน์วัชรา[1]

จินต์จุฑา พรมมาลา[1] ปราณต์ มานพกาวี[1] จักรพงษ์ บุญตันจีน[2]

[1]นักเรียน ชมรมศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่น

[2]อาจารย์ ดร., ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่น

Corresponding author, E-mail: thanaporncysmx@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ในการนำมาใช้ชะลอการสุกของมะม่วงในสภาพเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องโดยการนำต้นไมยราบยักษ์มาแปรรูปเป็นถ่านกัมมันต์และทำการทดสอบคุณสมบัติของถ่านกัมมันต์ โดยสังเกตจากการสูญเสียน้ำหนักและสีของเปลือกมะม่วงโดยพบว่าถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ปริมาณ 10 กรัม สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้ใกล้เคียงกับถ่านกัมมันต์ที่ขายในท้องตลาดโดยถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์มีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 2.57± 0.62 และถ่านกัมมันต์ที่ขายตามท้องตลาดมีค่าการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ2.64 ± 0.62 และเมื่อทำการทดสอบสีของเปลือกมะม่วงให้ผลการทดสอบสีของเปลือกใกล้เคียงกับผลมะม่วงที่ห่อด้วยถ่านกัมมันต์คือมีสีเหลืองเข้มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งต่างกับผลมะม่วงเปล่าที่ไม่ได้ทำการห่อด้วยถ่านกัมมันต์ที่มีสีเหลืองเข้มขึ้นมากที่สุด

คำสำคัญ : มะม่วง , ไมยราบยักษ์ , ถ่านกัมมันต์

ABSTRACT

The objective of this research is to study the efficiency of charcoal derived from the mimosa *(Mimosa pigra)* in retarding the ripening of mangoes during storage. The study involves converting a mimosa into charcoal and testing the properties of this charcoal, which causes chemical damage. The research findings indicate that mangoes wrapped with this charcoal experienced a weight loss percentage of approximately 2.69 ± 0.33 and 2.54 ± 0.80, respectively. This suggests that mangoes wrapped with the mimosa charcoal had minimal weight loss compared to unwrapped mangoes. Additionally, the color of the mango peel after storage was observed to be a slightly darker yellow color which closely resembled mangoes wrapped with the charcoal. However, mangoes that were not wrapped with charcoal exhibited the darkest yellow color.

Keyword: Mango , *Mimosa pigra* , Activate Carbon charcoal

ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ประเทศไทยเป็นประเทศที่อุดมสมบูรณ์ในเรื่องผลไม้ โดยมีการปลูกเพื่อส่งออกไปยังต่างประเทศหลายประเทศมากมาย ผลไม้ที่นิยมส่งออกมากที่สุด และร้อยละการสูญเสียระหว่างขนส่งน้อยกว่าผลไม้ชนิดอื่น คือ มะม่วง เป็นผลไม้ที่ประเทศไทยมีการเพาะปลูกกันอย่างแพร่หลายเนื่องจากเป็นผลไม้ที่เหมาะกับสภาพอากาศของประเทศไทย แต่เนื่องจากมะม่วง เกิดการเน่าเสียได้ง่าย จากสาเหตุที่มะม่วงผลิตเอทิลีนโดยมี 2 ระบบ ระบบแรกเป็นการสร้างเอทิลีนในระดับต่ำซึ่งพบในเนื้อเยื่อพืชทุกชนิดทำให้เนื้อเยื่อพืชมีอัตราการหายใจสูง กระตุ้นทำให้เกิดการสุกทำอายุการเก็บรักษาสั้นลง (ปริญญา ไกรวุฒินันท์ และคณะ, 2563) และระบบที่สอง เป็นการสร้างเอทิลีนที่ตอบสนองกับเอทิลีนในผลไม้ประเภท climacteric ทำให้ ผลไม้สุกเร็ว (ศักยะ สมบัติไพรวัน, 2555) ปัจจุบันมีสารเคมีและวัสดุที่สามารถกำจัดก๊าซเอทิลีนได้หลายชนิดโดยมีการจำหน่ายทางการค้าแล้วคือ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$) ซึ่งจะถูกใส่ซองขนาดเล็ก และนำวางไว้ ในบรรจุภัณฑ์ของผลิตผลทางการเกษตรที่ต้องการยืดอายุการเก็บรักษา แต่เนื่องจาก $KMnO_4$ เป็นพิษและออกซิไดส์ได้ง่าย จึงถูกจำกัดในการใช้งาน นอกจากนี้ยังมีวัสดุอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจ คือถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon : AC) เนื่องจากมีรูที่พรุนและ พื้นที่ผิวภายในจำนวนมากกว่า 400 ตารางเมตร/กรัม ทำให้อนุภาคของสารและโมเลกุลของก๊าซเอทิลีนสามารถเกิดปฏิกิริยา หรือถูกกักเก็บไว้อยู่ภายในรูพรุนได้ โดยการดูดซับสารเอทีลีนจากถ่านกัมมันต์ (ศักยะ สมบัติไพรวัน, 2555) จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการผลิตถ่านกัมมันต์จากไม้ไมยราบยักษ์ เพื่อใช้ในการดูดซับเอทิลีน

ไมยราบยักษ์เป็นวัชพืชที่ทำลายความหลากหลายทางชีวภาพโดยการเข้าไปแทนที่พื้นที่ชุ่มน้ำและรุกล้ำพื้นที่ปศุสัตว์และพื้นที่ของชนพื้นเมืองอีกทั้งยังบดบังทัศนียภาพของแหล่งท่องเที่ยวต่างๆและเป็นวัชพืชที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วแต่กำจัดได้ยากจึงแย่งที่อยู่และอาหารของพืชพื้นเมือง ทำให้พืชพื้นเมืองมีจำนวนลดน้อยลงเกษตรส่วนใหญ่จะใช้วิธีการกำจัดไมยราบยักษ์โดนการเผาทิ้ง หรือพ่นยากำจัด ซึ่งส่งผลให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมผู้วิจัยจึงคิดที่จะนำต้นไมยราบยักษ์ที่เป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมมาพัฒนามาเป็นถ่านกัมมันต์แทนถ่านกัมมันต์ที่ขายในท้องตลาดเพราะเนื่องจากถ่านกัมมันต์ที่วางขายตามท้องตลาดมีราคาค่อนข้างแพงที่จะซื้อนำมาใช้ในการเก็บรักษามะม่วงดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำไมยราบยักษ์มาพัฒนาเป็นถ่านกัมมันต์เพื่อใช้เป็นวัสดุในการยืดอายุและการเก็บรักษาผลมะม่วง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ในการนำมาใช้ชะลอการสุกของมะม่วงในสภาพเก็บรักษา

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กาญจนา พิศาภาค (2556) ได้ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาสังเคราะห์โดยใช้ถ่านกัมมันต์จากต้นไมยราบ ยักษ์ด้วยวิธีการทดลองแบบทีละเท (Batch Experiment) และมีเกณฑ์โดยการดูดซับธาตุเหล็กคลอไรด์และเอทิลีน เป็นต้น พบว่าประสิทธิภาพในการดูดซับเหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และอี.โคไล จาก

น้ำประปาชุมชนที่มีการเติมเหล็ก คลอไรค์ ความกระด้างทั้งหมดและ อี.โคไล ซึ่งประสิทธิภาพในการดูดซับลดลงกว่าน้ำประปาที่สังเคราะห์ขึ้น

จริงแท้ ศิริพานิช (2553) ได้ศึกษาเกี่ยวกับสีของผลไม้ที่สุดแล้วจะมีองค์ประกอบของผนังเซลล์ สารประกอบพวกเพกตินเปลี่ยนไป ทำให้เนื้อสัมผัสของผลมะม่วงสุกมีความอ่อนตัวและเนื้อนิ่มลง คลอโรฟิลล์เสื่อมสลายทำให้สีเขียวจางลง

ปริญญา ไกรวุฒินันท์ (2563) ได้ศึกษาว่ากล้วยหอมทองผลิตเอทิลีน โดยมี 2 ระบบ ระบบแรก เป็นการสร้างเอ ทิลีนในระดับต่ำ ซึ่งพบในเนื้อเยื่อพืชทุกชนิด ทำให้เนื้อเยื่อพืชมีอัตราการหายใจสูง กระตุ้นทำให้เกิดการสุกทำอายุการเก็บรักษาสั้นลง

ยุวรัตน์ เงินเย็น (2553) ได้ศึกษาว่ารูพรุนจำนวนมากส่งผลให้มีพื้นที่ผิวภายในเพิ่มขึ้น จึงเป็นวัสดุพิเศษที่มีความสามารถในการดูดซับสูงและถูกนำไปประยุกต์ใช้เป็นสารดูดซับในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ

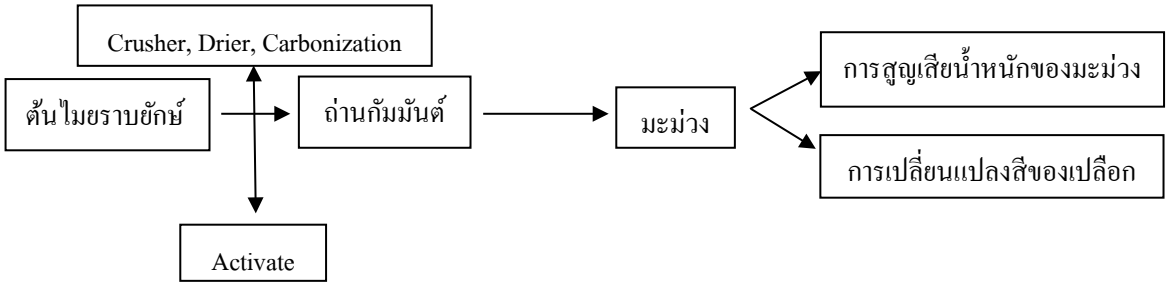
ศักยะ สมบัติไพรวัน (2555) ได้ศึกษาถ่านกัมมันต์มีรูที่พรุนและ พื้นที่ผิวภายในจำนวนมากกว่า 400 ตารางเมตร/กรัม ทำให้อนุภาคของสารและโมเลกุลของก๊าซเอทิลีนถูกกักเก็บไว้อยู่ภายในรูพรุนได้ โดยการดูดซับสารเอทีลีนโดยถ่านกัมมันต์

สุคนทิพย์ เถาว์ (2561) ได้ศึกษาข้อมูลที่มีความสำคัญในการเข้าใจถึงลักษณะและคุณสมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ผ่านกระบวนการกระตุ้นเคมีและถ่านที่ไม่ผ่านกระบวนการกระตุ้นในแต่ละชนิด

Siriporn Chamesanit (2017) ได้ศึกษาถ่านกัมมันต์ในการทำกล่องบรรจุภัณฑ์อาหารซึ่งผลการวิจัยพบว่าถ่านกัมมันต์สามารถดูดซับสารต่างๆได้ โดยถ่านกัมมันต์มีศักยภาพสูงในการนำมาใช้ในการบรรจุภัณฑ์อาหารเพื่อรักษาคุณภาพของอาหารและควบคุมความปลอดภัยของอาหาร

Stanley P. Burg & Ellen A. Burg (1962) ได้ศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของเอทธิลีนในกระบวนการสุกผลไม้ โดยผลการวิจัยคือเอทิลีนที่กระตุ้นการเกิดกระบวนการ climacteric ในทั้งมะม่วงและผลไม้ชนิดอื่นๆ

2. กรอบแนวคิดในการวิจัยวาดรูป



3. สมมติฐาน

ถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์สามารถช่วยชะลอการสุกของผลมะม่วงได้

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาอิทธิพลของปริมาณถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ ในการชะลอการสุกของมะม่วง

การผลิตถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ ผู้วิจัยได้พัฒนา และดัดแปลงมาจาก (กาญจนา พิศาภาค, 2556)

1. นำต้นไมยราบยักษ์มาล้างด้วยน้ำกลั่นจากนั้นนำไม้ไมยราบยักษ์มาอบให้แห้งโดยอุณหภูมิ 80 – 100 องศาเซลเซียส

2. นำต้นไมยราบยักษ์ที่อบแล้วไปตัดให้มีขนาด 2 – 3 เซนติเมตร

3. ทำหลุมสำหรับเผาต้นไมยราบยักษ์ แล้วจุดไฟเมื่อไฟเริ่มติดนำไมยราบยักษ์ใส่ลงในหลุมจนเต็มหลุม หลังจาก นั้นนำแกลบมาปิด ตั้งเผาไว้ประมาณ 5 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ 1 คืน

4. นำถ่านที่ได้จากข้อ 3 นำมาใส่ในภาชนะดินเผาแล้วกระตุ้นด้วย NaCl จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 1 ชั่วโมง

5. เมื่อครบ 1 ชั่วโมงนำถ่านที่ได้ไปแช่น้ำไว้ 1 คืน แล้วจึงนำไปอบแห้งเพื่อไล่ความชื้น

6. นำใส่กล่องบรรจุภัณฑ์

การเตรียมมะม่วงสำหรับการทดสอบ

1. เตรียมมะม่วงจำนวน 12 ลูก โดยซื้อมะม่วงสุกน้ำดอกไม้ (*Mangifera indica Linn.*) อายุ 96 วัน มีลักษณะ ผิวเรียบ สีเขียวอ่อน เนื้อนิ่ม มีกลิ่น รสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย มาจาก จากสวน มะม่วงใน ต. สหกรณ์ อ. แม่ออน จ. เชียงใหม่ ที่เดียวกันหมดเพื่อลดความแปรปรวนของการทดลอง

2. นำมะม่วงมาล้างทำความสะอาด ด้วย 200 ppm sodium hypochloride เพื่อลดการเกิดเชื้อโรค และแบคทีเรียเป็นเวลา 5 นาที

3. เมื่อครบ 5 นาทีทำการเป่าให้แห้ง

ขั้นตอนการทดลอง

แบ่งการทดลองออกเป็น 4 treatment

- Treatment A เป็นกลุ่มควบคุม มะม่วง 10 ลูก
- Treatment B ถ่านกัมมันต์ขายตามท้องตลาด เป็นกลุ่มควบคุม มะม่วง 10 ลูก
- Treatment C ถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ 5 กรัม โดยบรรจุในถุงชา + มะม่วง 10 ลูก โดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง
- Treatment D ถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ 10 กรัม โดยบรรจุในถุงชา + มะม่วง 10 ลูก โดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

การวิเคราะห์ผล

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบการสูญเสียน้ำหนัก

1. ชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของผลมะม่วง

2. นำมะม่วงบรรจุลงในกล่องที่มีถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ในปริมาณ (10 กรัม) เปรียบเทียบกับผล. มะม่วงเปล่าที่ไม่มีถ่านกัมมันต์ และมะม่วงที่มีถ่านกัมมันต์ที่ขายตามท้องตลาด

3. ชั่งน้ำหนักทุกวันที่ 0, 3, 5 และ 7

4. คำนวณหาร้อยละของการสูญเสียจากสูตร

$$\text{ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนัก ณ วันที่ตรวจผล} \times 100\ \%}{\text{NP}}$$

โดยที่ NP คือ จำนวนผลมะม่วงทั้งหมดในบรรจุภัณฑ์ที่มีถ่านกัมมันต์ (ผล)

5. บันทึกผลการทดลอง

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

1. ทำการทดสอบสีของเปลือกมะม่วงวันที่ 1 (ก่อนการเก็บรักษา) ด้วยเครื่อง Hunter LabscanColorimeter

2. นำมะม่วงบรรจุลงในกล่องที่มีถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ในปริมาณ (10 กรัม)เปรียบเทียบกับผล มะม่วงเปล่าที่ไม่มีถ่านกัมมันต์ และมะม่วงที่มีถ่านกัมมันต์ที่ขายตามท้องตลาด

3. ทำการทดสอบสีของเปลือกมะม่วงวันที่ 0, 3, 5 และ 7 ของการเก็บรักษาด้วยเครื่อง Hunter LabscanColorimeter

4. บันทึกผลการทดลอง

5. ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบการยืดอายุการเก็บรักษาผลมะม่วงของถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์และผลมะม่วงเปล่าที่ไม่มีถ่านกัมมันต์ ที่สภาวะการเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 3, 5 และ 7 วัน โดยทดสอบการสูญเสียน้ำหนัก ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงเพิ่มขึ้นทุกวันระหว่างการเก็บรักษาของทุกการทดลอง โดยมะม่วงที่มีถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ จำนวน 10 กรัม มีร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับร้อยละ2.54 ± 0.80 ในช่วงวันที่ 7 ของการเก็บรักษา ซึ่งพบว่ามีร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักที่น้อยกว่ามะม่วงที่มีถ่านกัมมันต์ที่อยู่ตามท้องตลาด และมะม่วงที่ไม่มีถ่านกัมมันต์เป็นตัวดูดซับ

ตารางที่ 1 ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน

ปริมาณถ่านกัมมันต์ จากไมยราบยักษ์ (กรัม)	**ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)**			
0	0	3	5	7
5	0	0.60 ± 1.96	1.42± 0.37	2.69± 0.33
10	0	0.42 ± 0.09	1.49 ± 0.19	2.57± 0.62
ถ่านกัมมันต์ท้องตลาด	0	0.31± 0.00	1.54± 0.00	2.54 ± 0.80
	0	0.35 ± 0 22	1.41 ± 0.17	2.64 ± 062

ผลการทดสอบการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

จากการทดสอบการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกมะม่วงที่มีปริมาณถ่านกัมมันต์เป็นตัวดูดซับในปริมาณ 5 กรัม และ 10 กรัม ผลมะม่วงเปล่าที่ไม่มีตัวดูดซับจากถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ และผลมะม่วงเปล่าที่มีตัวดูดซับจากถ่านกัมมันต์ที่ขายตามท้องตลาดเป็นเวลา 7 วันพบว่าค่าสีเปลือกมะม่วงมีค่า L* คือค่าความสว่างมีแนวโน้มลดลง ซึ่งจะเห็นได้ว่าในช่วงแรกของการเก็บรักษาทั้ง 4 กลุ่มตัวอย่างสภาวะมีค่าความสว่างใกล้เคียงกัน ค่า a* หรือค่าสีแดง พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นไปในทิศทางใกล้เคียงกันทุกกลุ่มการทดสอบ ค่า b* หรือค่าสีเหลือง พบว่าช่วงต้นของการเก็บรักษาค่าสีเหลืองมีแนวโน้มใกล้เคียงกันทุกสภาวะการทดสอบ

ตารางที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกมะม่วง

ปริมาณถ่านกัมมันต์ (กรัม)	ระยะเก็บรักษา (วัน)		การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก	
		L*	a*	b*
0	0	80.27 ± 0.00	1.43 ± 0.02	33.00 ± 0.00
	3	79.14 ± 0.05	1.73 ± 0.00	32.58 ± 0.02
	5	78.13 ± 0.04	2.33 ± 0.03	31.12 ± 0.03
	7	77.37 ± 0.00	3.57 ± 0.13	30.26 ± 0.03
5	0	80.29 ± 0.02	1.43 ± 0.00	32.49 ± 0.07
	3	79.53 ± 0.02	1.52 ± 0.06	32.75 ± 0.04
	5	78.77 ± 0.03	2.52 ± 0.05	31.97 ± 0.00
	7	78.04 ± 0.05	2.77 ± 0.11	31.46 ± 0.03
10	0	80.45 ± 0.05	1.39 ± 0.07	33.16 ± 0.00
	3	79.36 ± 0.05	1.56 ± 0.06	32.73 ± 0.06
	5	78.42 ± 0.01	2.68 ± 0.06	31.86 ± 0.06
	7	77.80 ± 0.20	2.85 ± 0.00	31.65 ± 0.04
ถ่านกัมมันต์ท้องตลาด 10 (กลุ่มควบคุม)	0	80.24 ± 0.02	1.43 ± 0.01	32.50 ± 0.04
	3	80.01 ± 0.02	1.64 ± 0.01	31.75 ± 0.02
	5	77.88 ± 0.03	2.53 ± 0.03	31.75 ± 0.01
	7	78.15 ± 0.02	2.71 ± 0.11	31.47 ± 0.03

ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

ภาพที่ 1 แสดงสีของเปลือกมะม่วงที่บรรจุด้วยถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ปริมาณ 0 กรัม
ภาพที่ 2 แสดงสีของเปลือกมะม่วงที่บรรจุด้วยถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ปริมาณ 5 กรัม
ภาพที่ 3 แสดงสีของเปลือกมะม่วงที่บรรจุด้วยถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ปริมาณ 10 กรัม

สรุปผลการวิจัย

จากศึกษาประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ในการนำมาใช้ชะลอการสุกของมะม่วงสุกน้ำดอกไม้ในสภาพเก็บรักษา พบว่าถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ปริมาณ 10 กรัม สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้ใกล้เคียงกับถ่านกัมมันต์ที่ขายในท้องตลาด โดยถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์มีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 2.57± 0.62 และถ่านกัมมันต์ที่ขายตามท้องตลาดมีค่าการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ2.64 ± 0.62 และเมื่อทำการ

ทดสอบสีของเปลือกมะม่วงให้ผลการทดสอบสีของเปลือกมะม่วงใกล้เคียงกับผลมะม่วงที่ห่อด้วยถ่านกัมมันต์ คือมีสีเหลืองเข้มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งต่างกับผลมะม่วงเปล่าที่ไม่ได้ทำการห่อด้วยถ่านกัมมันต์ที่มีสีเหลืองเข้มขึ้นมากที่สุด

ซึ่งถือว่ามีการสูญเสียที่น้ำหนักของมะม่วงที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับผลมะม่วงเปล่าที่ไม่ได้ทาการห่อด้วยถ่านกัมมันต์ เมื่อทำการทดสอบสีของเปลือกมะม่วงหลังการเก็บรักษา พบว่ามะม่วงที่ห่อด้วยกระดาษเยื่อไมยราบยักษ์

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบผ่านถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์สามารถยับยั้งการสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนสีของมะม่วงได้เนื่องจากถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ในปริมาณ 10 กรัม เป็นปริมาณที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสในการดูดซับสารเอทิลีนได้มากกว่าปริมาณอื่น เพราะไมยราพยักษ์ได้ผ่านกระบวนการก่อกัมมันต์(Activation) ทำให้เกิดโครงสร้างที่มีรูพรุนจำนวนมาก ส่งผลให้มีพื้นที่ผิวภายในเพิ่มขึ้น จึงเป็นวัสดุพิเศษที่มีความสามารถในการดูดซับสูงและถูกนำไปประยุกต์ใช้เป็นสารดูดซับในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ อย่างหลากหลายเช่นอุตสาหกรรมน้ำตาล อาหารและเครื่องดื่ม ตลอดจนอุตสาหกรรมชุบเคลือบโลหะสิ่งทอ การกำจัดสารพิษต่างๆอื่นๆอีกมาก ทั้งนี้พื้นผิวของถ่านกัมมันต์มีอะตอมของคาร์บอนที่มีอิเล็กตรอนไม่ครบแปด เป็นเหตุให้อะตอมของคาร์บอนบนพื้นที่ผิวเป็นอะตอมที่ว่องไว จึงสามารถดูดซับทางเคมี กับธาตุอื่นๆเช่นออกซิเจนไนโตรเจน ไฮโดรเจน (ยุวรัตย์ เงินเย็น 2550) และได้สอดคล้องกับ(Siriporn Chaemsaniti,2017)ได้ใช้ถ่านกัมมันต์ในการทำกล่องบรรจุภัณฑ์อาหารซึ่งผลการวิจัยพบว่าถ่านกัมมันต์สามารถดูดซับสารต่างๆได้ เช่น O_2 H_2O Ethylene หรือกลิ่น ที่มีลักษณะเฉพาะเนื่องจากความสามารถนี้ ถ่านกัมมันต์มีศักยภาพสูงในการนำมาใช้ในการบรรจุภัณฑ์อาหารเพื่อรักษาคุณภาพของอาหารและควบคุมความปลอดภัยของอาหาร หากไม่ได้ใช้ถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ที่นำมาดูดซับสารเอทิลีนจะทำให้มะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงในเวลาใกล้เคียงกันเลย ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น องค์ประกอบของผนังเซลล์ สารประกอบพวกเพกตินเปลี่ยนไป ทำให้เนื้อสัมผัสของผลมะม่วงสุกมีความอ่อนตัวและเนื้อนิ่มลง คลอโรฟิลล์เสื่อมสลายทำให้สีเขียวจางลง (จริงแท้ ศิริพานิช ,2542) ดังนั้นหากเราใช้ไมยราบยักษ์ที่ถูก Activation ให้เป็นถ่านกัมมันต์จึงทำให้มีคุณสมบัติในการดูดสารเอทิลีน ทำให้สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนสีของมะม่วงและได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ (ปริญญา ไกรวุฒินันท์ ,2563) และคณะ ที่ได้ศึกษาการพัฒนากระดาษดูดซับเอทิลีนจากถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่และซังข้าวโพด สำหรับการชะลอการ สุกของกล้วยหอมทอง (*Musax paradisiacal*) พบว่ากระดาษผสมถ่านกัมมันต์สามารถยืด อายุการเก็บรักษาและการเปลี่ยนสีของกล้วยหอมทองได้ โดยกระดาษผสมถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่และซัง ข้าวโพด (ร้อยละ 30 และ 40 (น้ำหนัก/น้ำหนัก)) สามารถยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมทองได้ ยาวนานกว่าชุดควบคุมโดยสามารถเก็บได้ถึง 12 วัน โดยสภาพเปลือกกล้วยยังมีสีเหลือง ขณะที่กล้วยใน ชุดควบคุมสามารถเก็บรักษาได้เพียง 6 วัน โดยมีคุณภาพที่ไม่ดีและมีสีดำและได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ(Stanley P. Burg & Ellen A. Burg, 1962) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของเอทธิลีนในกระบวนการสุกผลไม้ โดยผลการวิจัยคือเอทิลีนที่กระตุ้นการเกิดกระบวนการ climacteric ในทั้งมะม่วงและกล้วย บทสรุปที่คล้ายกันได้ถูกทำขึ้นสำหรับผลไม้บางชนิดอื่นๆด้วย

ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ในการวิจัยอื่นๆต่อไป

1. เปลี่ยนวัตถุดิบของถ่านกัมมันต์จากต้นไมยราบยักษ์เป็นวัชพืชที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศเช่น ผักตบชวา จอก แหน เป็นต้น เปลี่ยนชนิดของผลไม้เป็นชนิดอื่น เช่น กล้วย แอปเปิ้ล มะละกอเป็นต้น

2. นำถ่านกัมมันต์จากต้นไมยราพยักษ์ไปทดลองกับผลไม้ชนิดอื่นเช่นมะละกอฝรั่งแอปเปิ้ล

3. พัฒนาถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ที่สามารถลดการ สูญเสียน้ำหนักเป็นถ่านกัมมันต์จากไมยราบยักษ์ที่ห่อผลของผลไม้เพื่อช่วยลดการสุกของผลไม้ในระหว่างการขนส่ง

7.2 ข้อเสนอในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาส่วนต่างๆของต้นไมยราบยักษ์ในการพัฒนาเป็นถ่านกัมมันในการดูดซับเอทิลีน

2 ควรศึกษาลำต้นพืชที่เป็นวัชพืช ในการ พัฒนา เป็นถ่านกัมมันต์ ต่อการดูดซับเอทิลีน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณหน่วยงานทุกส่วนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา พิศาภาค. (2556). *การปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาสังเคราะห์โดยใช้ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากต้นไมยราบยักษ์*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

จริงแท้ ศิริพานิช. (2542). สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. (3). กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 396 น.

ปริญญา ไกรวุฒินันท์, ศุภกิจ ยินดี และอชิรญา ศิริภาพ. (2563). การพัฒนากระดาษดูดซับเอทิลีนจากถ่านกัมมันต์ (ไม้ไผ่และซังข้าวโพด) สาหรับการชะลอการ สุกของกล้วยหอมทอง (Musax paradisiacal). *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์,* 1(1), 41 – 48.

ยุวรัตน์ เงินเย็น. (2553). *การเตรียมและการดูดซับของถ่านกัมมันต์จากไม้*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตบางแสน.

ศักยะ สมบัติไพรวัน.(2555). *การศึกษาการชะลอการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้ด้วยถ่านกัมมันต์*.วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สุคนทิพย์ เถาว์โมลา. (2561). *การเตรียม การวิคราะห์ และการประยุกต์ใชถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจากภาคตะวันออกของประเทศไทยเพื่อเป็นตัวดูดซับโลหะหนัก จากสารละลายน้ำ*. คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา.

Siriporn Chaesani. (2017). *Activated Carbon for Food Packaging*. Division of Food Science and Technology, School of Agricultural Technology, Walailak University.

Stanley P. Burg & Ellen A. Burg. (1962). *Role of Ethylene in Fruit Ripening*. Department of Physiology, University of Miami School of Medicine.

การประมาณปริมาณความต้องการมันสำปะหลังในการผลิตอาหารสัตว์ในประเทศไทย

The Estimation of Demand for Cassava in Animal Feed Production in Thailand

ศรพิเชฐ ลางคุลเกษตริน

ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: sornpichet.la@ku.th

ปรารถนา ปรารถนาดี

ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: parthana.p@ku.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อศึกษาภาพรวมของการผลิตอาหารสัตว์ และต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ ประเมินปริมาณความต้องการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละชนิด และวิเคราะห์ผลเพื่อส่งเสริมการใช้มันสำปะหลังในการผลิตอาหารสัตว์ในประเทศไทย ด้วยแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น ผลการศึกษาพบว่า ต้นทุนอาหารสัตว์ในช่วงปี 2565-2566 สูงกว่าในช่วงปี 2564-2565 ประมาณ 1.32 – 2.81 บาทต่อกิโลกรัม หรือสูงขึ้น 11% - 28% เนื่องจากปัจจัยหลายประการ เช่น ผลกระทบจากสงครามยูเครน-รัสเซีย และปรากฏการณ์เอลนีโญ ซึ่งส่งผลต่อการผลิตและการนำเข้าวัตถุดิบอาหารสัตว์ จากการประมาณปริมาณการใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์โดยสมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย พบว่า ปัจจุบัน อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ยังมีการใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบเพียงประมาณ 1.2 – 1.3 ล้านตันต่อปี หรือประมาณ 8-9% ของปริมาณอาหารสัตว์ที่ผลิตทั้งหมดเท่านั้น ขณะที่ผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเชิงเส้นชี้ให้เห็นว่า อุตสาหกรรมยังสามารถเพิ่มปริมาณการใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ถึง 13% ของปริมาณอาหารสัตว์ที่ผลิตทั้งหมด หรือมากกว่า 650,000 ตันต่อปี ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ได้เป็นอย่างมาก

คำสำคัญ: มันสำปะหลัง, ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, ข้าวสาลี, อาหารสัตว์, แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น

ABSTRACT

The main objectives of this study are to study the overview of animal feed production and its cost, to estimate demand of each raw material for feed production, and to analyze the results to promote the use of cassava product as a raw material for feed production in Thailand by using linear programming. The study results revealed that feed costs in 2022-2023 was higher than those in 2021-2022 by 1.32 – 2.81 baht per kilogram or 11% - 28%, approximately, due to many factors, such as the impact from the Russia-Ukraine War and the El Niño phenomenon, which affected production and imports of feed raw materials. From the estimation by the Thai Feed Mill Association, currently the feed industry used only 1.2 – 1.3 million tons of cassava or about 8% - 9% of total amount of feed production as feed raw materials per year, whereas the results from our linear programming

analysis showed that the industry can increase the amount of cassava used as feed raw materials up to 13% or more than 650,000 tons a year, which will greatly reduce the feed cost.

Keywords: Cassava, Maize, Wheat, Feed, Linear programming

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย (2566) ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับแนวโน้มการส่งออกปศุสัตว์ไทยว่า เนื่องจากการแพร่ระบาดของ COVID-19 โดยภาพรวมของโลกในปี 2565 มีสถานการณ์ที่เริ่มคลี่คลาย ส่งผลให้เศรษฐกิจและการค้าของโลกกลับมาฟื้นตัว เป็นปัจจัยบวกให้กับการส่งออกสินค้าปศุสัตว์ของไทยให้ขยายตัวไปด้วย และคาดการณ์ว่าปี 2566 การส่งออกสินค้าปศุสัตว์จะมีมูลค่าประมาณ 3 แสนล้านบาท แต่ทว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ซึ่งเป็นต้นทุนหลักของโรงงานผลิตอาหารสัตว์ยังคงมีราคาที่ทรงตัวในระดับสูง เนื่องจากสงครามรัสเซีย-ยูเครนที่ยังไม่มีท่าทีจะยุติในเร็ววัน รวมถึงภัยแล้งในประเทศ ส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อุปทานของอาหารสัตว์เป็นอย่างมาก ทำให้วัตถุดิบอาหารสัตว์มีราคาแพงและไม่เพียงพอต่อความต้องการ โดยเฉพาะกากถั่วเหลือง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวสาลี ซึ่งต้องมีการนำเข้ามาจากต่างประเทศ (ฐานเศรษฐกิจ, 2566) การพิจารณาใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่นที่ผลิตได้ในประเทศจึงมีความสำคัญเพื่อลดต้นทุนอาหารสัตว์ให้ต่ำลง มันสำปะหลังจึงเป็นวัตถุดิบทางเลือกในการผลิตอาหารสัตว์ที่น่าสนใจมากขึ้น โดยมันสำปะหลังนับเป็น 1 ใน 5 ของพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทยเช่นเดียวกับข้าว ยางพารา ปาล์ม และอ้อย มันสำปะหลังมีพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่ทางแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกมันสำปะหลังเป็นอันดับ 1 ของโลก สร้างรายได้ให้กับประเทศมากกว่า 8 หมื่นล้านบาทต่อปี ซึ่งคิดเป็นมูลค่าประมาณ 16% ของการส่งออกพืชเศรษฐกิจหลักทั้ง 5 ชนิดของไทย (ศิรินัดดา ปรีชา และคณะ, 2563) โดยแนวโน้มอุตสาหกรรมมันสำปะหลังในปี 2566-2568 มีแนวโน้มเติบโตดีตามการขยายตัวของความต้องการใช้ในอุตสาหกรรมทั้งจากภายในประเทศและภายนอกประเทศ พร้อมปัจจัยบวกจากความต้องการในการสต็อกสินค้าเพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหาร และพลังงานจากความขัดแย้งในยูเครน-รัสเซีย แต่ทั้งนี้ประเทศไทยยังต้องเผชิญปัญหาจากปริมาณผลผลิตที่ไม่แน่นอนจากสภาพภูมิอากาศ การระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง และปัญหาด้านการตลาดที่พึ่งพาประเทศจีนเป็นหลัก (ชัยวัช โชวเจริญสุข, 2566)

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อการประมาณปริมาณความต้องการใช้มันสำปะหลังในการผลิตอาหารสัตว์ในประเทศไทยโดยการใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น (Linear programing, LP) สำหรับการสร้างสูตรอาหารตามความต้องการโภชนะของสัตว์ (Nutrient requirements) ภายใต้ต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยนำมาประยุกต์ใช้เพื่อประมาณปริมาณความต้องการใช้มันสำปะหลังและวัตถุดิบอาหารสัตว์อื่น ๆ สำหรับอุตสาหกรรมปศุสัตว์ในภาพรวมของทั้งประเทศ ณ ปัจจุบัน ซึ่งวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์ได้รับผลกระทบจากวิกฤตสงครามรัสเซีย-ยูเครน และสถานการณ์อื่น ๆ ในตลาดโลกจนมีราคาสูงขึ้นมาก โดยในงานวิจัยนี้จะเน้นวิเคราะห์ความต้องการอาหารสัตว์สำหรับไก่และสุกรเป็นหลัก เนื่องจากเป็นปศุสัตว์หลักที่มีการเลี้ยงในประเทศไทย จากการคาดการณ์ของสมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย ความต้องการบริโภคอาหารสัตว์ในปี 2565 มีปริมาณรวม 19.08 ล้านตัน ซึ่งความต้องการบริโภคอาหารสัตว์ของไก่เนื้อ ไก่ไข่ และสุกร ครอบคลุมปริมาณความต้องการบริโภคอาหารสัตว์ทั้งหมด 82% ของทั้งประเทศ (สมชาย วราธนสิน, 2566) ผลจากการศึกษาวิจัยนี้จะนำไปใช้ในการส่งเสริมการใช้มันสำปะหลังในประเทศไทยในการลดต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ไทย สำหรับอุตสาหกรรมปศุสัตว์ไทยเพื่อให้สินค้าปศุสัตว์ไทยสามารถแข่งขันได้ในสภาวะตลาด ณ ปัจจุบันที่มีการแข่งขันสูงได้ต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาภาพรวมของการผลิตอาหารสัตว์ และต้นทุนอาหารสัตว์ ปริมาณความต้องการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละชนิด และประเมินปริมาณความต้องการใช้มันสำปะหลัง และวัตถุดิบอื่น ๆ ในการผลิตอาหารสัตว์ในประเทศไทยโดยเปรียบเทียบในช่วงปีพ.ศ. 2564-2565 และ ปีพ.ศ. 2565-2566 ด้วยโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) พร้อมเสนอแนะการส่งเสริมการใช้มันสำปะหลังในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร (2554) ได้ทำการศึกษาความต้องการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการใช้ประมาณความต้องการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ การศึกษานี้ใช้แบบจำลองเชิงเส้นในการคำนวณสัดส่วนความต้องการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ ไก่เนื้อ ไก่ไข่ และสุกรในแต่ละช่วงวัย ให้มีต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยอ้างอิงข้อมูลราคาในช่วงปี 2552 และ 2553 จากการศึกษาพบว่า ความต้องการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ในปี 2553 จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นในทิศทางเดียวกันกับอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรสัตว์ โดยเกษตรกรและผู้ประกอบการสามารถใช้แบบจำลองเชิงเส้นนี้ในการคำนวณปริมาณวัตถุดิบอาหารสัตว์ เพื่อประกอบเป็นข้อมูลสำหรับการตัดสินใจในการเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ และสามารถวางแผนด้านการผลิตและนำเข้าอาหารสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในอดีตที่ผ่านมา วัตถุดิบอาหารสัตว์ประสบปัญหาความผันผวนด้านราคาจากปัจจัยหลายประการ ทั้งจากภัยธรรมชาติ ภัยแล้ง อุทกภัย การระบาดของโรคพืชและศัตรูพืช รวมถึงนโยบายการค้า การนำเข้าและส่งออกระหว่างประเทศ รวมถึงภาวะสงคราม ประเทศต่างๆ ทั่วโลกจึงมีการหันมาใช้วัตถุดิบทดแทน โดยเฉพาะข้าวสาลีและกากเอทานอล (หรือกากดีดีจีเอส Dried distillers grains with solubles, DDGS) ซึ่งเป็นผลพลอยได้ที่เหลือจากกระบวนการผลิตเอทานอลด้วยข้าวโพด ในช่วงปี 2559 ประเทศไทยมีการนำเข้าข้าวสาลีสูงถึง 3.5 ล้านตัน รัฐบาลโดยกระทรวงพาณิชย์จึงได้เริ่มกำหนดสัดส่วนการนำเข้าข้าวสาลีต่อการรับซื้อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศ อัตราส่วน 1 ต่อ 3 ตั้งแต่ 8 พฤศจิกายน 2559 เป็นต้นมา ส่งผลให้การนำเข้าข้าวสาลีลดลงเหลือเพียง 1.3 – 1.8 ล้านตัน (กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์, 2566; ส่วนวิเคราะห์และติดตามการจัดเก็บภาษีอากร, 2566)

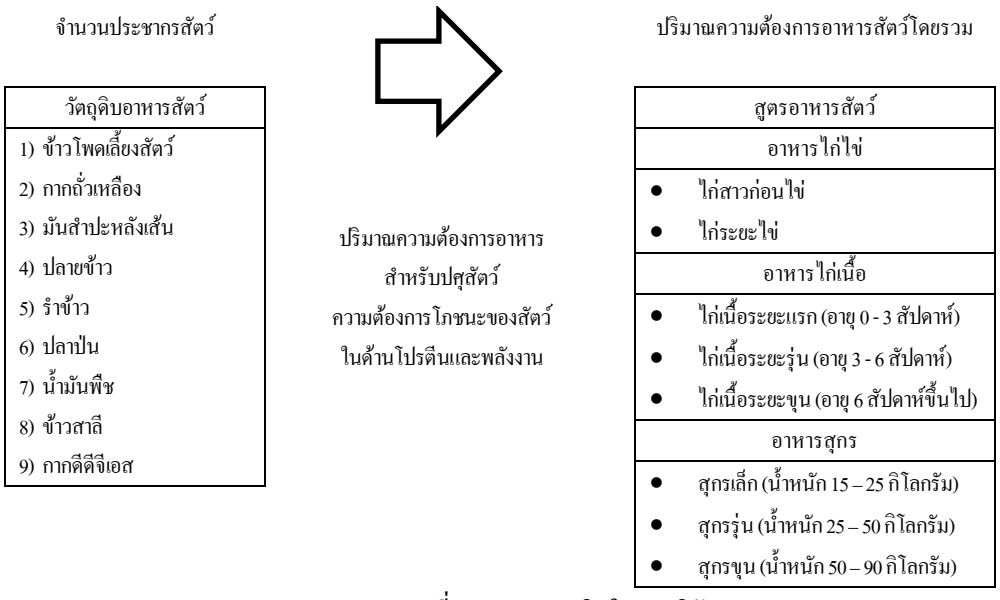
ปรารถนา ปรารถนาดี และคณะ (2559) ได้ดำเนินโครงการศึกษาการบริหารจัดการวัตถุดิบอาหารสัตว์ครบวงจร เพื่อยกระดับความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมปศุสัตว์ไทยอย่างยั่งยืน ซึ่งได้รับการสนับสนุนโดยกรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์ โดยศึกษาการจัดการวัตถุดิบอาหารสัตว์ให้สอดคล้องทั้งอุปสงค์และอุปทาน และพิจารณาศึกษาการผลิตอาหารสัตว์สำหรับไก่เนื้อ ไก่ไข่ และสุกร ซึ่งเป็นปศุสัตว์หลักของประเทศ และพิจารณาการผลิตอาหารสัตว์เพื่อตอบสนองความต้องการโภชนะด้านโปรตีนและพลังงานเป็นหลัก การศึกษาใช้แบบจำลองเชิงเส้นเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์และการใช้วัตถุดิบ โดยเฉพาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และวัตถุดิบทดแทนที่นำเข้าจากต่างประเทศ ได้แก่ ข้าวสาลี ภายใต้สถานการณ์เบื้องต้น (Base case) และสถานการณ์ต่าง ๆ อีก 9 รูปแบบ พบว่า ภายใต้สถานการณ์เบื้องต้น (Base case) ซึ่งปล่อยให้มีการใช้วัตถุดิบตามการแข่งขันด้านราคาของวัตถุดิบ พบว่า วัตถุดิบในประเทศ โดยเฉพาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นั้น มีความสามารถในการแข่งขันต่ำกว่าวัตถุดิบนำเข้า โดยปริมาณการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมเพียง 2.42 ล้านตัน ส่วนวัตถุดิบอื่นๆ ในประเทศ มีปริมาณการใช้รวม 3.2 ล้านตัน และมีการใช้วัตถุดิบนำเข้ารวม 6.5 ล้านตัน (กากถั่วเหลือง 3.0 ล้านตัน ข้าวสาลี 2.3 ล้านตัน และกากเอทานอลหรือ DDGS 1.2 ล้านตัน) นโยบายกำหนดสัดส่วน

การนำเข้าข้าวสาลีต่อการรับซื้อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศของภาครัฐ เพื่อรักษาเสถียรภาพราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อช่วยเหลือเกษตรกร ส่งผลกระทบให้ต้นทุนอาหารสัตว์ปรับตัวสูงขึ้นไม่เกิน 3.5% จาก Base case และพบว่ามีการใช้ผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้จากข้าวในสูตรอาหารสัตว์ลดลง โดยเฉพาะรำข้าว ลดลงถึง 66% จาก Base case) และปริมาณการนำเข้าข้าวสาลีลดลง 55% จาก Base case

ในปี 2565 ผลกระทบของสงครามรัสเซีย-ยูเครน ซึ่งเป็นประเทศเป็นผู้ผลิตและส่งออกข้าวสาลีรายใหญ่ของโลกส่งผลให้ประเทศไทยมีการนำเข้าข้าวสาลีได้น้อยลงอย่างมาก เหลือเพียง 3 แสนตัน และเริ่มฟื้นตัวในช่วงปี 2566 โดยในครึ่งปีแรกของปี 2566 มีการนำเข้ารวม 1.283 ล้านตัน โดยเกือบทั้งหมดนำเข้ามาจากออสเตรเลีย อย่างไรก็ตาม การนำเข้าข้าวสาลียังคงถูกจำกัดด้วยปริมาณข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ผลิตได้ในประเทศ ตามข้อกำหนดของรัฐบาล (กรมการค้าภายใน, 2566; ส่วนวิเคราะห์และติดตามการจัดเก็บภาษีอากร, 2566)

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ คณะวิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ เพื่อวิเคราะห์ความต้องการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์เพื่อผลิตอาหารสัตว์สำหรับไก่และสุกร ซึ่งเป็นเป็นปศุสัตว์หลักของประเทศไทย ภายใต้สถานการณ์ที่วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นำเข้าจากต่างประเทศขาดแคลนและมีราคาสูงขึ้นมาก จากผลกระทบของวิกฤตสงครามรัสเซีย-ยูเครน และสถานการณ์อื่น ๆ ในตลาดโลก โดยดัดแปลงแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นที่พัฒนาโดย ปรารถนา ปรารถนาดี และคณะ (2559) และพิจารณาการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ 9 ชนิดจากแหล่งผลิตทั้งภายในประเทศและที่นำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อนำมาใช้ผลิตอาหารสัตว์ 8 สูตร ดังในแผนภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยนี้ คณะวิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลวัตถุดิบ ราคาวัตถุดิบ ความต้องการโภชนะของสัตว์ในด้านโปรตีนและพลังงาน จำนวนประชากรสัตว์ ปริมาณความต้องการอาหารสัตว์สำหรับปศุสัตว์แต่ละประเภท ในแต่ละช่วงวัย เงื่อนไข และข้อจำกัดในการผสมสูตรอาหารสัตว์ โดยเน้นศึกษาวิเคราะห์ความต้องการบริโภคอาหารสัตว์ของไก่เนื้อ ไก่ไข่ และสุกร ซึ่งเป็นปศุสัตว์หลักของประเทศ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) โดยใช้ IBM ILOG CPLEX Optimization Program ร่วมกับ Python Programming เพื่อประเมินต้นทุนอาหารสัตว์และปริมาณความต้องการของวัตถุดิบในการทำสูตรอาหารในภาพรวมของทั้งประเทศ และเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน เพื่อนำไปสู่การส่งเสริมการใช้มันสำปะหลังในการผลิตอาหารสัตว์ในประเทศไทย เพื่อลดต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์สำหรับอุตสาหกรรมปศุสัตว์ไทย

แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น

ดัชนี (Index)

i = ประเภทของวัตถุดิบที่นำมาผลิตเป็นอาหารสัตว์ 9 ชนิด (i = 1, 2,..., 9)

j = สูตรอาหารสัตว์ (j = 1, 2,..., 8)

t = เดือน (t = 1, 2,..., 12)

ค่าคงที่ (Parameters)

$C_{i,t}$ = ราคาวัตถุดิบ i ในเดือน t (บาทต่อตัน)

H_i = ต้นทุนการถือครองวัตถุดิบคงคลัง i (บาทต่อตันต่อเดือน)

$S_{i,t}$ = ปริมาณวัตถุดิบ i ในเดือน t (ตัน)

$D_{j,t}$ = ปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ j ในเดือน t (ตัน)

$P_{i,j}$ = ปริมาณโปรตีนในวัตถุดิบ i สำหรับอาหารสัตว์ j (เปอร์เซ็นต์)

$E_{i,j}$ = ปริมาณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในวัตถุดิบ i สำหรับอาหารสัตว์ j (กิโลแคลอรีต่อตัน)

PR_j = ปริมาณโปรตีนที่ต้องการในอาหารสัตว์ j (เปอร์เซ็นต์)

ER_j = ปริมาณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่ต้องการในอาหารสัตว์ j (กิโลแคลอรีต่อตัน)

$min_{i,j}$ = ปริมาณขั้นต่ำสุดของวัตถุดิบ i ที่ต้องใช้ในอาหารสัตว์ j (เปอร์เซ็นต์)

$max_{i,j}$ = ปริมาณขั้นสูงสุดของวัตถุดิบ i ที่สามารถใช้ได้ในอาหารสัตว์ j (เปอร์เซ็นต์)

ตัวแปรการตัดสินใจ (Decision Variables)

$X_{i,t}$ = ปริมาณวัตถุดิบ i ที่ใช้ในเดือน t (ตัน)

$Y_{i,j,t}$ = ปริมาณวัตถุดิบ i ที่ใช้ผลิตอาหารสัตว์ j ในเดือน t (ตัน)

$I_{i,t}$ = ปริมาณวัตถุดิบ i ที่คงเหลือในสต็อกในเดือน t (ตัน)

Z = ต้นทุนทั้งหมดในการผลิตอาหารสัตว์ (บาท)

สมการเป้าหมาย (Objective Function)

สมการเป้าหมาย (1) คือ ต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุดในการผลิตและจัดเก็บอาหารสัตว์ทั้งหมดในระยะเวลาหนึ่งปี (บาท)

$$Min \qquad Z = \sum_{i \in M} \sum_{t \in T} C_{i,t} X_{i,t} + \sum_{i \in M} \sum_{t \in T} H_i I_{i,t} \qquad (1)$$

ข้อจำกัด (Constraints)

ข้อจำกัด (2) แสดงข้อจำกัดด้านอุปทาน โดยปริมาณวัตถุดิบที่ซื้อจะต้องไม่เกินปริมาณวัตถุดิบที่มีในแต่ละเดือน

$$X_{i,t} \leq S_{i,t} \qquad \forall i \in M, \forall t \in T \qquad (2)$$

ข้อจำกัด (3) แสดงข้อจำกัดด้านอุปสงค์หรือความต้องการอาหารสัตว์ ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ต้องตอบสนองความต้องการอาหารสัตว์ในแต่ละเดือน

$$\sum_{i \in M} Y_{i,j,t} \geq D_{j,t} \qquad \forall j \in N, \forall t \in T \qquad (3)$$

ข้อจำกัด (4) แสดงปริมาณวัตถุดิบคงคลังในการผลิตอาหารสัตว์ในแต่ละเดือน ซึ่งเท่ากับปริมาณวัตถุดิบที่ซื้อรวมกับปริมาณวัตถุดิบคงคลัง หักลบด้วยปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ผลิตอาหารทุกประเภท

$$I_{i,t} = X_{i,t} + I_{i,t-1} - \sum_{j \in N} Y_{i,j,t} \qquad \forall i \in M, \forall t \in T \qquad (4)$$

ข้อจำกัด (5) และ (6) กำหนดว่าอาหารสัตว์ที่ผลิตขึ้นในแต่ละเดือนจะต้องสามารถตอบสนองความต้องการโภชนะในด้านโปรตีนและพลังงานในอาหารสัตว์แต่ละสูตรที่ผลิตในแต่ละเดือนได้ ตามลำดับ

$$\sum_{i \in M}(P_{i,j}\, Y_{i,j,t}) \geq PR_j \sum_{i \in M} Y_{i,j,t} \qquad \forall j \in N, \forall t \in T \qquad (5)$$

$$\sum_{i \in M}(E_{i,j}\, Y_{i,j,t}) \geq ER_j \sum_{i \in M} Y_{i,j,t} \qquad \forall j \in N, \forall t \in T \qquad (6)$$

ข้อจำกัด (7) และ (8) แสดงถึงข้อจำกัดด้านปริมาณวัตถุดิบต่ำสุดและสูงสุดที่สามารถใช้ได้ในอาหารสัตว์แต่ละประเภท ตามลำดับ

$$Y_{i,j,t} \geq L_{i,j} \sum_{i \in M} Y_{i,j,t} \qquad \forall i \in M, \forall j \in N, \forall t \in T \qquad (7)$$

$$Y_{i,j,t} \leq H_{i,j} \sum_{i \in M} Y_{i,j,t} \qquad \forall i \in M, \forall j \in N, \forall t \in T \qquad (8)$$

ข้อจำกัด (9) กำหนดให้ปริมาณการนำเข้าข้าวสาลี เป็นไปตามสัดส่วนการนำเข้าข้าวสาลีต่อการรับซื้อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศ ที่กำหนดโดยรัฐบาล ในอัตราส่วน 1:3 เพื่อจำกัดการนำเข้าข้าวสาลี เพื่อรักษาเสถียรภาพของราคาข้าวโพดในประเทศ

$$\sum_{t \in T} X_{1,t} \geq 3 \sum_{t \in T} X_{8,t} \qquad (9)$$

ข้อจำกัด (10) แสดงถึงข้อจำกัดด้านขอบเขตของตัวแปรการตัดสินใจ โดยต้องมีค่าไม่เป็นลบ

$$X_{i,t}, Y_{i,j,t}, I_{i,t} \geq 0 \qquad \forall i \in M, \forall j \in N, \forall t \in T \qquad (10)$$

5. ผลการวิจัย

1. ต้นทุนในการผลิตอาหารสัตว์ จากการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ ทั้งหมด 8 สูตร ประกอบด้วย ไก่สาวก่อนไข่ ไก่ระยะไข่ ไก่เนื้อระยะแรก ไก่เนื้อระยะรุ่น ไก่เนื้อระยะขุน สุกรเล็ก สุกรรุ่น และสุกรขุน ด้วยแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น โดยใช้ข้อมูลความต้องการอาหารสัตว์ ราคาและปริมาณวัตถุดิบที่มีในช่วงเดือนมิถุนายน 2564 ถึงเดือนพฤษภาคม 2565 เปรียบเทียบกับในช่วงเดือนมิถุนายน 2565 ถึงเดือนพฤษภาคม 2566 พบว่า ในช่วงปี 2565-2566 การผลิตอาหารสัตว์มีต้นทุนเฉลี่ยต่อกิโลกรัมสูงขึ้นถึง 14.97% ดังตารางที่ 1

2. ต้นทุนอาหารสัตว์ต่อกิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนอาหารสัตว์ทั้ง 8 ชนิดต่อกิโลกรัม ระหว่างช่วงปี 2564-2565 และช่วงปี 2565-2566 พบว่า ราคาอาหารสัตว์ทั้ง 8 ชนิดมีต้นทุนสูงขึ้นในช่วงปี 2565-2566 โดยอาหารสัตว์ที่มีต้นทุนสูงที่สุดคือ อาหารสุกรรุ่น ในขณะที่อาหารไก่สาวก่อนไข่มีการเพิ่มขึ้นของต้นทุนมากที่สุดที่ 28% (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์โดยรวม เปรียบเทียบระหว่างช่วงปี 2564-2565 และช่วงปี 2565-2566

ช่วงเวลา	ต้นทุนรวม (ล้านบาท)	ปริมาณการผลิต (ล้านตัน)	ต้นทุนเฉลี่ย (บาท/ก.ก.)	การเปลี่ยนแปลง (%)
มิ.ย. 2564 - พ.ค. 2565	167,027.63	14.93	11.19	
มิ.ย. 2565 - พ.ค. 2566	184,671.26	14.36	12.86	+14.97%

ตารางที่ 2 ต้นทุนอาหารสัตว์เฉลี่ยต่อกิโลกรัม เปรียบเทียบระหว่างช่วงปี 2564-2565 และช่วงปี 2565-2566

ชนิดอาหารสัตว์	ต้นทุนเฉลี่ย ช่วงปี 2564-2565 (บาทต่อกิโลกรัม)	ต้นทุนเฉลี่ย ช่วงปี 2565-2566 (บาทต่อกิโลกรัม)	การเปลี่ยนแปลง (%)
ไก่สาวก่อนไข่	9.86	12.67	28.49%
ไก่ระยะไข่	11.01	12.60	14.46%
ไก่เนื้อระยะแรก	11.56	13.03	12.69%
ไก่เนื้อระยะรุ่น	11.49	13.02	13.30%
ไก่เนื้อระยะขุน	11.21	12.78	13.96%
สุกรเล็ก	12.32	13.64	10.71%
สุกรรุ่น	12.54	14.28	13.90%
สุกรขุน	12.38	14.07	13.65%

3. ปริมาณการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการใช้ปริมาณการใช้วัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ระหว่างช่วงเดือนมิถุนายน 2564 ถึงเดือนพฤษภาคม 2565 เปรียบเทียบกับในช่วงเดือนมิถุนายน 2565 ถึงเดือนพฤษภาคม 2566 พบว่า ในช่วงปี 2564-2565 มีปริมาณการใช้วัตถุดิบโดยรวมลดลงประมาณ 4% จากประมาณการประชากรสัตว์ที่ลดลง (สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย, 2566) แต่มีการใช้วัตถุดิบ 3 ประเภทเพิ่มขึ้นจากในช่วงปี 2564-2565 คือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รำข้าว และข้าวสาลี โดยเพิ่มขึ้น 15%, 2% และ 15% ตามลำดับ แสดงให้เห็นได้ว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตอาหารสัตว์ของไทย และสามารถทดแทนได้ด้วยรำข้าวและข้าวสาลี ปริมาณการใช้มันสำปะหลังเส้นในการผลิตอาหารสัตว์ค่อนข้างคงที่ อยู่ที่ประมาณ 13% ของปริมาณอาหารสัตว์ที่ผลิตทั้งหมด

ตารางที่ 3 ปริมาณและสัดส่วนการใช้วัตถุดิบ เปรียบเทียบระหว่างช่วงปี 2564-2565 และช่วงปี 2565-2566

ชนิดวัตถุดิบ	ปริมาณการใช้ ในปี 2564-2565 (พันตัน)	สัดส่วนการใช้ ในปี 2564-2565 (%)	ปริมาณการใช้ ในปี 2565-2566 (พันตัน)	สัดส่วนการใช้ ในปี 2565-2566 (%)	การเปลี่ยนแปลง (%)
ข้าวโพด	4,337	29.05%	4,984	34.71%	14.90%
ถั่วเหลือง	1,141	7.64%	975	6.79%	-14.54%
มันเส้น	1,954	13.09%	1,870	13.03%	-4.26%
ปลายข้าว	2,169	14.53%	1,355	9.43%	-37.54%
รำข้าว	2,296	15.38%	2,344	16.33%	2.09%
ปลาป่น	-	-	-	-	-
น้ำมันพืช	-	-	-	-	-
ข้าวสาลี	1,446	9.68%	1,661	11.57%	14.90%
DDGS	1,586	10.62%	1,168	8.13%	-26.34%
รวม	14,928	100%	14,357	100%	-3.83%

อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ที่สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทยประเมิน (สมชาย วราธนสิน, 2566) กับปริมาณการใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ที่วิเคราะห์ได้จากการศึกษานี้ พบว่า อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ยังมีการใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบเพียงประมาณ 8-9% เท่านั้น และยังสามารถเพิ่มปริมาณการใช้ได้อีกประมาณ 55% ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบปริมาณการใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ในช่วงปี 2564-2565 และช่วงปี 2565-2566

ปริมาณ	ปริมาณ การใช้วัตถุดิบ ปี 2564-2565 (พันตัน)	สัดส่วน การใช้วัตถุดิบ ปี 2564-2565 (%)	ปริมาณ การใช้วัตถุดิบ ปี 2565-2566 (พันตัน)	สัดส่วน การใช้วัตถุดิบ ปี 2565-2566 (%)
ปริมาณมันสำปะหลังเส้น				
- สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย	1,288	8.63%	1,207	8.41%
- แบบจำลอง	1,954	13.09%	1,870	13.03%
- ความแตกต่าง (%)	665,326	51.64%	673,135	55.01%
ปริมาณอาหารสัตว์ที่ต้องการ	14,928	-	14,357	-

6. อภิปรายผล

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าต้นทุนอาหารสัตว์ในช่วงปี 2565-2566 เพิ่มสูงขึ้น 1.32 – 2.81 บาทต่อกิโลกรัม (สูงขึ้น 11% - 28%) จากในช่วงปี 2564-2565 ซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุปัจจัย อาทิ ผลกระทบจากสงครามรัสเซีย-ยูเครนที่ทำให้การส่งออกวัตถุดิบผลิตอาหารสัตว์จำพวกธัญพืชต่าง ๆ ได้รับผลกระทบจากการประกาศไม่ต่ออายุข้อตกลงเปิดทะเลดำของรัสเซีย ส่งผลให้ราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วเหลือง และข้าวสาลีมีราคาสูงขึ้น ขณะที่ประเทศจีนซึ่งเป็นผู้ผลิตอาหารสัตว์รายใหญ่ของโลกกำลังฟื้นตัวจากสถานการณ์โควิด-19 กำลังรับซื้อธัญพืชทั่วโลกจำนวนมาก ประกอบกับการอ่อนค่าลงของเงินบาท ทำให้ต้นทุนในการนำเข้าวัตถุดิบอาหารสัตว์เพิ่มสูงขึ้น (ธนา วรพจน์วิสิทธิ์, 2565) นอกจากนี้ ปรากฏการณ์ El Nino ยังส่งผลต่อการผลิตวัตถุดิบทางการเกษตรอีกด้วย บริษัทหลักทรัพย์ อินโนเวสท์ เอกซ์ จำกัด (2566) กล่าวว่า ปรากฏการณ์ดังกล่าวอาจส่งผลให้ปริมาณการผลิตสินค้าเกษตรหดตัวลง โดยประเมินว่า พืชผลทางการเกษตรที่จะเสี่ยงต่อภาวะภัยแล้งสูงสุด ได้แก่ ธัญพืช โดยเฉพาะข้าวและข้าวโพด อักทั้งยังมีมุมมองในเชิงลบต่อกลุ่มอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารว่าสถานการณ์ภัยแล้งนี้จะส่งผลกระทบต่อการเลี้ยงสัตว์ที่มีวัตถุดิบจำกัด และอาจได้รับผลกระทบจากราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะข้าวโพด

เมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนการใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ พบว่าผู้ผลิตอาหารสัตว์ยังสามารถเพิ่มสัดส่วนการใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ได้อีกค่อนข้างมาก ณ ปัจจุบัน ผู้ผลิตอาหารสัตว์ใช้มันสำปะหลังเส้นในอาหารสุกรขุน ในสัดส่วนไม่เกิน 20% อาหารไก่เนื้อ ไม่เกิน 5% และไม่ใช้ในอาหารไก่ไข่ (สมชาย วราธนสิน, 2566) ขณะที่การศึกษานี้กำหนดสัดส่วนการใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ ตามข้อมูลในแบบสอบถามที่ทำการสำรวจจากผู้เข้าร่วมการประชุมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเชิงวิชาการ ในโครงการศึกษาการบริหารจัดการวัตถุดิบอาหารสัตว์ครบวงจร เพื่อยกระดับความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมปศุสัตว์ไทยอย่างยั่งยืน (ปรารถนา ปรารถนาดี และคณะ, 2559) ซึ่งกำหนด

สัดส่วนใช้มันสำปะหลังเส้นในอาหารสุกรรุ่นในสัดส่วนไม่เกิน 15% อาหารสุกรขุน ไม่เกิน 20% และไม่ใช้ในอาหารสุกรเล็ก อาหารไก่เนื้อระยะแรกไม่เกิน 5% อาหารไก่เนื้อระยะรุ่น ไม่เกิน 10% อาหารไก่เนื้อระยะขุน ไม่เกิน 15% อาหารไก่สาวก่อนไข่ ไม่เกิน 10% และอาหารไก่ระยะไข่ไม่เกิน 15% ซึ่งยังเป็นสัดส่วนที่ต่ำกว่าสัดส่วนการใช้มันสำปะหลังในสูตรอาหารสัตว์ที่กองอาหารสัตว์ (2552) แนะนำอยู่มาก การเพิ่มการใช้มันสำปะหลังในการผลิตอาหารสัตว์จะทำให้สามารถลดต้นทุนในการผลิตอาหารสัตว์ได้มาก เพราะมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทพลังงานที่ประเทศไทยสามารถผลิตได้มากเป็นอันดับ 3 ของโลก และเป็นผู้ส่งออกมันสำปะหลังอันดับ 1 ของโลก โดยมันเส้นซึ่งเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ถูกส่งออกไปยังประเทศจีนเกือบทั้งหมด ซึ่งหากมีการส่งเสริมให้เกิดการใช้มันสำปะหลังสำหรับการเลี้ยงสัตว์ในประเทศ จะทำให้ลดการพึ่งพาวัตถุดิบนำเข้า และลดการพึ่งพาตลาดจีนในการส่งออกมันเส้นลงได้ (ชัยวัช โชวเจริญสุข, 2566)

7. ข้อเสนอแนะ

(1) ภาครัฐและเอกชนควรส่งเสริมการนำมันสำปะหลังไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ให้มากขึ้น โดยให้ความรู้นำเสนอผลการวิจัยในการใช้เลี้ยงสัตว์จริง รวมถึงกรณีศึกษาที่ประสบความสำเร็จในการนำมันสำปะหลังไปใช้เป็นอาหารสัตว์ เพื่อเพิ่มสัดส่วนการใช้วัตถุดิบในประเทศ ลดการพึ่งพาวัตถุดิบนำเข้า และลดต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์

(2) ควรมีการส่งเสริมอบรมให้เกษตรกรและผู้ประกอบการรายย่อยใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นในการพัฒนาปรับสูตรอาหาร ตามราคาวัตถุดิบและปริมาณวัตถุดิบที่สามารถจัดหาได้ในแต่ละช่วง เพื่อควบคุมต้นทุนอาหารสัตว์ให้เหมาะสมตามสถานการณ์

(3) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ยังคงเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตอาหารสัตว์ ซึ่งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ผลิตในประเทศยังมีความสามารถในการแข่งขันต่ำกว่าวัตถุดิบนำเข้า อีกทั้งยังมีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ในอุตสาหกรรมปศุสัตว์ ภาครัฐควรมีการเฝ้าติดตามสถานการณ์การผลิต ราคา การนำเข้า และปรับเปลี่ยนนโยบายและมาตรการควบคุมต่างๆ ให้ยืดหยุ่นและสอดคล้องกับสถานการณ์ เพื่อช่วยเหลือทั้งเกษตรกรผู้ปลูกพืชและผู้ประกอบการปศุสัตว์รายย่อย รวมถึงพิจารณาถึงมาตรการช่วยเหลือเกษตรกรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตวัตถุดิบในประเทศให้สูงขึ้น เพื่อให้ตอบสนองกับความต้องการได้ โดยอาจใช้เทคโนโลยี เช่น การทำการเกษตรแม่นยำ การใช้ข้อมูลอย่างบูรณาการ เข้ามาช่วยในการทำงาน เพื่อให้เกษตรกรสามารถผลิตและจำหน่ายผลิตผลโดยมีรายได้ที่เหมาะสม อีกทั้งเป็นการทำให้ความมั่นคงทางอาหารในประเทศไทยเข้มแข็งมากขึ้น

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่ศึกษาต่อเนื่องจากโครงการ Cassava Industry in Thailand: Current Situation and Future Prospects ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก Feed the Future Innovation Lab for Food Security Policy Research, Capacity, and Influence (PRCI) โดยได้รับข้อมูลบางส่วนจากการศึกษาในโครงการดังกล่าว และขอขอบคุณ รศ.ดร. จิรชัย พุทธกุลสมศิริ และ Ms. Trang Thuy Nguyen จากสถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้ข้อเสอแนะในการวิจัยและการเขียน Python Programming

9. เอกสารอ้างอิง

กองอาหารสัตว์. (2552). คู่มือการผลิตและจัดการอาหารสัตว์เพื่อลดต้นทุนการผลิต. กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์. (2566) ข้อมูลรายสัปดาห์ที่ 1 สิงหาคม 2566 [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 15 กันยายน 2566, จาก: https://agri.dit.go.th/file/doc/1ee-FS-สป-1-ส.ค.66.pdf.

ชัยวัช โชวเจริญสุข. (2566). แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม 2566-2568: มันสำปะหลัง [ออนไลน์]. วิจัยกรุงศรี. ค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2566, จาก: https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/agriculture/cassava/io/cassava-2023-2025.

ฐานเศรษฐกิจ. (2566). โรงงานอาหารสัตว์ ผวาสงครามรัสเซียครั้งใหม่ ข้าวโพดพุ่ง 20 บาท/กก. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 22 มิถุนายน 2566, จาก: https://www.thansettakij.com/business/trade-agriculture/572103.

ธนา วรพจน์วิสิทธิ์. (2565). แนวโน้มวัตถุดิบปีหน้าพุ่งอีก…ดันราคาปศุสัตว์อยู่ในเกณฑ์สูง [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 18 มิถุนายน 2566, จาก: https://thainews.prd.go.th/th/news/detail/TCATG221219181225506

บริษัทหลักทรัพย์ อินโนเวสท์ เอกซ์ จำกัด. (2566). El Nino…ปัญหาใหญ่ที่ต้องเผชิญและเฝ้าระวังในปลายปีนี้ โดย INVX Research [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 10 กันยายน 2566 จาก: https://res.innovestxonline.com/stocks/extra/56388_20230626081356.pdf

ปรารถนา ปรารถนาดี, จิรชัย พุทธกุลสมศิริ, อภิชญา ลีลาวณิชกุล, สุนิดา อัศวสืบสกุล, ภัสสร ธรรมธาดาตระกูล และ สุกัญญา โทนทอง. (2559). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาการบริหารจัดการวัตถุดิบอาหารสัตว์ครบวงจร เพื่อยกระดับความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมปศุสัตว์ไทยอย่างยั่งยืน. นนทบุรี: กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์.

ศิรินัดดา ปรีชา, ภัทรภรณ์ หิรัญวงศ์, และ อภิชญา จึงตระกูล. (2563). ส่องฐานะทางการเงินของชาวไร่มันสำปะหลังบนเส้นทางที่ท้าทาย: มุมมองสู่ก้าวต่อไปของนโยบาย. กรุงเทพฯ: ฝ่ายนโยบายโครงสร้างเศรษฐกิจ ธนาคารแห่งประเทศไทย.

สมชาย วราธนสิน. (2566). อนาคตมันสำปะหลังไทยในตลาดโลก: อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ในประเทศ และต่างประเทศ. สมาคมโรงงานผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังไทย (TTPFA). [เอกสารประกอบการนำเสนอ] การประชุมสัมมนามันสำปะหลังโลกปี 2566 (World Tapioca Conference 2023), วันที่ 23-25 กุมภาพันธ์ 2566, กรมการค้าต่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์, นครราชสีมา.

ส่วนวิเคราะห์และติดตามการจัดเก็บภาษีอากร ศปข. กรมศุลกากร. (2566). สถานการณ์การนำเข้า เดือนมีนาคม 2566 [ออนไลน์].ค้นเมื่อ 22 กันยายน 2566, จาก: https://www.customs.go.th/cont_strc_download.php?lang=th&top_menu=menu_homepage&current_id=14232932414a505f4d464a4e464b4d

สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย. (2566). [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2566, จาก: https://www.thaifeedmill.com/.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. (2554) การศึกษาความต้องการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์. เอกสารวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร เลขที่ 110. กรุงเทพฯ: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

การพยากรณ์โรคหลอดเลือดสมองด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง

Stroke Prediction using Machine Learning Models

จินตนา สุพรรณโมก, ณัฏฐ์ โอธนาทรัพย์, และ พรพิมล บังคมคุณ

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการนวัตกรรมเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

E-mail: s6547310005@sau.ac.th

บทคัดย่อ

ในยุคปัจจุบันโรคหลอดเลือดสมองเป็นสาเหตุหนึ่งของการเสียชีวิตและพิการหากสามารถพยากรณ์โรคในระยะที่เร็วจะสามารถช่วยลดความเสี่ยงและเพิ่มโอกาสในการรักษาที่มีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่การใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ในการพยากรณ์ รายงานสถานการณ์โรคหลอดเลือดสมองว่าในปี พ.ศ. 2561 มีประชาชนที่ป่วยด้วยโรคหลอดเลือดสมองสูงถึง 17 ล้านคนส่งผลทำให้เกิดความพิการ 5 ล้านคน มีผู้เสียชีวิต 6.5 ล้านคน ซึ่งเป็นสาเหตุจากการเสียชีวิตด้วยโรคหลอดเลือดสมองเป็นอันดับ 2 ในผู้ที่มีอายุมากกว่า 60 ปีและเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับ 5 ในผู้ที่มีอายุระหว่าง 15-59 ปี (World Stroke Organization, 2017) นอกจากนี้ยังพบว่าโดยเฉลี่ยทุกๆ 6 วินาทีจะมีคนเสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดสมองอย่างน้อย 1 คนโดยในปี พ.ศ. 2563 จะมีผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า (World Health Organization, 2017) และเห็นได้ว่าผู้สูงอายุในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้จากการคาดประมาณประชากรของไทยพบว่าภายในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยจะกลายเป็นสังคมสูงอายุโดยสมบูรณ์และในปี พ.ศ. 2575 จะเข้าสู่สังคมสูงอายุอย่างเต็มที่ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม, 2560) การวิจัยใช้ชุดข้อมูลของกลุ่มประชากรตัวอย่างทั้งหมด 4,981 ตัวอย่างจาก Kaggle.com และเลือกเฉพาะผู้ป่วยที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไปซึ่งจะเหลือ 4,158 ตัวอย่าง

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า งานวิจัย 2 บทความ มีการใช้โมเดล Random Forest และ Artificial Neuron Network (ANN) โดยทำการศึกษาและเปรียบเทียบสำหรับการพยากรณ์โรคหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดสมอง ผลลัพธ์จากโมเดล Random Forest แสดงความแม่นยำถึง 94% ในการพยากรณ์โรคหลอดเลือดหัวใจ ในขณะที่โมเดล ANN มีความแม่นยำ 92% สำหรับโรคหลอดเลือดสมอง ผู้วิจัยได้สนใจและนำโมเดล Long Short-Term Memory (LSTM) มาศึกษาเพิ่มเติม ด้วยความคาดหวังในการลดความซับซ้อนและเพิ่มความแม่นยำในการทำนายโรคเหล่านี้ โดยผลการทดลองนี้ ได้ผลความแม่นยำสูงขึ้นอยู่ที่ 96% ซึ่งดีกว่างานของผู้วิจัยคนก่อน

คำสำคัญ: การเรียนรู้ของเครื่องเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการวิจัยและพัฒนาในด้านการแพทย์ ช่วยในการค้นหาแนวทางใหม่ๆในการรักษาโรค

ABSTRACT

In the modern era, stroke has emerged as a primary cause of death and disability. The ability to predict this ailment in its early stages can mitigate risks and enhance the efficacy of treatment. This study is centered around the application of Machine Learning (ML) techniques for stroke prediction. In 2018, a staggering 17 million individuals were afflicted by stroke, leading to 5 million disabilities and 6.5 million fatalities. It stands as the second predominant cause of death for those above 60 and ranks fifth for ages between 15 and 59 (World Stroke Organization, 2017). Every six seconds, a life is claimed by stroke, and the incidence rate is projected to double by 2020 (World Health Organization, 2017). Moreover, Thailand is on a trajectory towards an aging population. Predictions indicate a complete transition to an aged society by 2022 and an ultra-aged status by 2032 (National Statistical Office, Ministry of Digital Economy and Society, 2017).

Upon reviewing the literature, it was found that two research articles had utilized Random Forest and Artificial Neural Network (ANN) models. These models were studied and compared for their efficacy in predicting heart and stroke diseases. The results from the Random Forest model demonstrated an accuracy of 94% in predicting heart diseases. In contrast, the ANN model showed an accuracy of 92% for stroke prediction. Intrigued by these findings, the researcher was motivated to explore the Long Short-Term Memory (LSTM) model further. There was an expectation that the LSTM could reduce complexity and enhance prediction accuracy for these diseases. The experimental results from this study indicated an increased accuracy of 96%, outperforming the previous models used by other researchers.

Keywords: Machine learning emerges as an effective tool for medical research and development, aiding in the exploration of innovative approaches to disease treatment.

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ในยุคปัจจุบัน การศึกษาและวิจัยเรื่องโรคหลอดเลือดสมองได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นโรคที่มีอิทธิพลต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของประชากรทั่วโลก โรคนี้ไม่เพียงทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตแต่ยังสามารถนำไปสู่ความพิการ การลดการเสี่ยงและการตรวจจับโรคในระยะเร็วเป็นสิ่งสำคัญที่สามารถช่วยเพิ่มโอกาสในการรักษาและฟื้นฟูสุขภาพของผู้ป่วย การใช้เทคโนโลยีและวิธีการเรียนรู้ของเครื่องในการตรวจจับและพยากรณ์โรคหลอดเลือดสมองเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีศักยภาพ งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่การสร้างโมเดลที่มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์โรค โดยใช้ชุดข้อมูลจาก Kaggle.com ซึ่งเป็นชุดข้อมูลที่มีความหลากหลายและเป็นที่ยอมรับในวงการวิจัย ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เทคนิคทางสถิติและการเรียนรู้ของเครื่องในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล เพื่อสร้างโมเดลที่มีความแม่นยำและเที่ยงตรง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าโมเดลที่ถูกสร้างขึ้นมีความสามารถในการพยากรณ์โรคหลอดเลือดสมองอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการช่วยวินิจฉัยโรคได้ โมเดลที่พัฒนาขึ้นนี้อาจนำไปใช้เป็นแนวทางในการตรวจจับและวินิจฉัยโรคหลอดเลือดสมองได้อย่างรวดเร็ว ช่วยให้แพทย์และทีมวิจัยมีเวลาและข้อมูลที่เพียงพอในการวางแผนการรักษา การรักษาที่ถูกต้องและทันท่วงทีนั้นจะช่วยลดความเสี่ยงจากการพิการและการเสียชีวิต นอกจากนี้ยังสามารถช่วยลดภาระทางเศรษฐกิจและสังคมที่เกิดจากโรคนี้ การพัฒนาต่อยอดโมเดลและการวิจัยในอนาคตยังสามารถนำไปสู่ความรู้และเทคโนโลยีที่เพิ่มเติมในการ

ต่อสู้กับโรคหลอดเลือดสมอง การศึกษาและวิจัยที่รวดเร็วและต่อเนื่องจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยพัฒนาวิธีการรักษาและการวินิจฉัยโรคให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ผู้วิจัยมุ่งมั่นที่จะเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำในการทำนายความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดสมองด้วยการใช้โมเดล LSTM ซึ่งเป็นการปรับปรุงและพัฒนาจากโมเดล Random Forest และ Artificial Neural Network ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งก่อน โมเดล LSTM นั้นถูกออกแบบมาเพื่อจัดการกับข้อมูลชุดเวลา (time series data) ที่มีลักษณะคอมเพล็กซ์และแปรปรวน ซึ่งทำให้มันสามารถจัดการกับข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนกับเวลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลจาก kaggle.com เพื่อทดสอบและประเมินประสิทธิภาพของโมเดล การประยุกต์ใช้ Long Short-term Memory networks (LSTM) แปลงความจำของตัวเองไปในทางที่ ค่อนข้างแม่นยำถูกต้องด้วยการ specific learning mechanisms สำหรับทุกข้อมูลจะช่วยให้สามารถติดตามข้อมูลได้ในระยะเวลาที่นานกว่า(หัสพล ธัมมิกรัตน์, 2563) ในการพยากรณ์โรคหลอดเลือดสมองนี้ ได้เปิดโอกาสใหม่ในการวิเคราะห์และทำนายความเสี่ยงของโรคอย่างรวดเร็วและแม่นยำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ข้อมูลมีความซับซ้อนและมีปริมาณมาก ความสามารถในการสร้าง feature ภายในโมเดลแบบอัตโนมัติทำให้ LSTM สามารถหา pattern และ insight ที่ซ่อนเร้นในข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการทดสอบโมเดล LSTM แสดงให้เห็นว่า มีความแม่นยำสูงกว่าโมเดลที่เคยใช้ในงานวิจัยก่อนหน้า ทั้งในเรื่องของความแม่นยำ ความไว (sensitivity) และพื้นที่ภายใต้กราฟ ROC (AUC) ซึ่งทั้งหมดนี้สะท้อนถึงประสิทธิภาพและความเที่ยงตรงของโมเดลในการพยากรณ์โรคหลอดเลือดสมอง โดยการใช้ขบวนการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning : ML) ซึ่ง เป็นอัลกอริทึมอันหนึ่งที่สำคัญของระบบปัญญาประดิษฐ์ในการทำนายโอกาสการเกิดโรคหลอดเลือดสมองในผู้ป่วยที่มีปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดสมอง เพื่อช่วยในการวางแผนการรักษาและลดความเสี่ยงลง (สากล พัชรปัญญวัฒน์, 2564)

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อให้ได้การพยากรณ์มีค่าความแม่นยำมากกว่า 95%

2.2 เพื่อใช้ LSTM เป็นโมเดลในการพยากรณ์โรคหลอดเลือดสมอง

2.3 เพื่อให้ได้ค่า Recall, AUC, F1-score มากกว่าการพยากรณ์แบบ RF และ ANN

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. 1 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1.1. โรคหลอดเลือดสมอง (Cerebrovascular disease or stroke) เป็นภาวะรบกวนหน้าที่การทำงานของสมองซึ่งเป็นแบบบางส่วนหรือทั้งสมองที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและมีอาการคงอยู่มากกว่า 24 ชั่วโมงจนเป็นสาเหตุไปสู่การเป็นอัมพาตและเสียชีวิตได้โดยสาเหตุส่วนใหญ่มักเกิดจากความผิดปกติของหลอดเลือดที่มาเลี้ยงสมอง (บรรณฑวรรณ หิรัญเคราะห์, 2560)

3.1.2. การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning: ML) คือระบบที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเพื่อที่จะหาอัลกอริทึมของแบบจำลอง (Model) ที่เหมาะสมในการเชื่อมโยงข้อมูลและผลลัพธ์โดยการใส่ข้อมูลและผลลัพธ์ลงไปเพื่อสร้างแบบจำลอง ซึ่งจะใช้ข้อมูลที่แบ่งเป็น 2 ชุด คือชุดข้อมูลฝึก (Training Set) ใช้สำหรับการฝึกฝนแบบจำลอง ML เพื่อให้แบบจำลองสามารถเรียนรู้และปรับตัวเองตามข้อมูล และชุดข้อมูลทดสอบ (Test Set) จะถูกแยกออกมาจาก Training Set เพื่อให้สามารถใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ถูกฝึกแล้ว ซึ่งจะช่วยป้องกันปัญหาที่เรียกว่าการเกิดความลำเอียง ซึ่งเกิดจากการที่แบบจำลองได้เรียนรู้ข้อมูลทดสอบ

ก่อนหน้านี้การประเมินแบบจำลองด้วย Test Set จะช่วยให้เห็นภาพว่าแบบจำลองมีประสิทธิภาพแค่ไหนเมื่อนำไปใช้กับข้อมูลใหม่ที่ไม่เคยเห็นมาก่อนหากผลลัพธ์ที่ได้มีความแม่นยำต่ำ อาจเป็นสัญญาณของปัญหา Underfitting ที่แบบจำลองไม่สามารถจดจำลักษณะเฉพาะของข้อมูลได้หรือ Overfitting ที่แบบจำลองจับจดลักษณะเฉพาะจนเกินไปทำให้ไม่สามารถทำนายข้อมูลใหม่ได้ดี (กนกภัณฑ์ โชติชะวารานนท์, 2563)

โมเดลป่าสุ่ม หรือ Random Forest (RF) คือการทำงานร่วมกันของหลายๆต้นไม้ตัดสินใจโดยที่ป่าสุ่มจะรวมค่าความคลาดเคลื่อนของต้นไม้แต่ละต้นให้เป็นค่าเดียวส่งผลให้ป่าสุ่มมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเมื่อมีต้นไม้จำนวนมากในป่า ค่าความคลาดเคลื่อนโดยรวมจะลดลงความมั่นคงของโมเดลนี้ขึ้นอยู่กับความแข็งแกร่ง (Strength) ของแต่ละต้นไม้ และความสัมพันธ์ระหว่างต้นไม้ทั้งหมดในป่า ในการสร้างต้นไม้ วิธีการสุ่มในการเลือกคุณสมบัติหรือ feature จะถูกใช้เพื่อแบ่งโหนดทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนลดลงป่าสุ่มทำงานได้มีประสิทธิภาพเมื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ ด้วยการสร้างหลายๆต้นไม้และใช้ข้อมูลจากต้นไม้เหล่านั้นในการตัดสินใจป่าสุ่มจึงมีความแม่นยำสูง สามารถจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ได้ และเหมาะสมกับข้อมูลที่มีความซับซ้อนป่าสุ่มเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มโมเดลที่เรียกว่า Ensemble learning หลักการของมันคือการเทรนหลายๆโมเดลที่มีลักษณะเดียวกันบนชุดข้อมูลเดียวกัน แต่ทุกครั้งในการเทรน ข้อมูลที่ถูกเลือกในการเทรนจะแตกต่างกัน หลังจากนั้น การตัดสินใจของแต่ละโมเดลจะถูกนำมาโหวตเพื่อเลือกคลาสที่มีจำนวนโหวตมากที่สุด ตัวอย่างโครงสร้างการทำงานของโมเดลป่าสุม (รังสิมันต์ เกษแก้ว, 2565)

Support Vector Machine (SVM) เป็นอัลกอริทึมการเรียนรู้ภายใต้การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) ที่สามารถใช้ได้กับทั้งงานจำแนกประเภท (Classification) และงานการถดถอย (Regression) อัลกอริทึมนี้มีลักษณะการทำงานที่คล้ายกับ Logistic Regression (LR) โดยเฉพาะในงานจำแนกประเภท SVM ทำงานตามหลักการของการหาเส้นแบ่ง (Decision Boundary) ระหว่างกลุ่มข้อมูลออกเป็นสองกลุ่มอย่างชัดเจนเส้นแบ่งจะเป็นเส้นตรงในกรณีของข้อมูลที่สามารถแยกแยะได้ และจะพยายามหาเส้นตรงที่มีระยะห่างมากที่สุดระหว่างข้อมูลของสองกลุ่ม (มาร์จิน) เพื่อให้การแยกแยะมีความแม่นยำจุดข้อมูลที่อยู่ใกล้เส้นแบ่งที่สุดจะเรียกว่า Support Vectors จะใช้จุดข้อมูลเหล่านี้ในการหาเส้นแบ่งที่เหมาะสมที่สุด (สากล พัชรปัญญวัฒน์, 2564)

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neuron Network) เป็นโครงข่ายที่มีแนวคิดมาจากการเลียนแบบการทำงานในระบบประสาทของมนุษย์ โดยจะจำลองการทำงานเหมือนกลุ่มเซลล์ประสาทที่เชื่อมโยงกันสามารถทำให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ภาษามนุษย์ได้อย่างเข้าใจอ่านออก และจดจำการทำงานของ ANNs นั้นจะประกอบออกเป็น 3 ส่วน คือ Input Layer Hidden Layer และ Output Layer โดยชั้น Input Layer จะรับข้อมูลจากภายนอกมาที่ชั้น Hidden Layer โดยอยู่ระหว่าง Input Layer และ Output Layer ทำหน้าที่ประเมินชุดข้อมูลหรือแปลงสิ่งที่ Input Layer นำเข้ามา ให้สามารถนำออกไปใช้ใน Output Layer ได้ส่วนสุดท้ายคือ ชั้น Output Layer จะส่งออกข้อมูลที่แปลงออกมาเครือข่ายประสาทส่วนใหญ่มีการเชื่อมต่อกันทั้งหมดซึ่งหมายถึง Hidden Layer ทั้งหมดจะเชื่อมต่อกับเซลล์ประสาททุกตัวในชั้น Input Layer และ Output Layer เพื่อจับความสัมพันธ์เป็นลำดับ (วรินทรา แซ่โล, พาพิศ วงชัยสุวัฒน์ และ วรรณดี ไทยสยาม, 2023)

SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique) เป็นวิธีการที่ใช้เพื่อจัดการกับปัญหาชุดข้อมูลที่ไม่สมดุล โดยเฉพาะในชุดข้อมูลที่มีจำนวนข้อมูลในคลาสส่วนน้อยน้อยมากเมื่อเทียบกับคลาสส่วนมาก วิธีนี้จะเพิ่มข้อมูลในคลาสส่วนน้อยโดยการสร้างข้อมูลสังเคราะห์ การทำงานของ SMOTE ตามขั้นตอนคือ สำหรับแต่ละจุดข้อมูลในคลาสส่วนน้อย มันจะคำนวณระยะห่างระหว่างจุดข้อมูลนั้นและจุดข้อมูลใกล้เคียง k

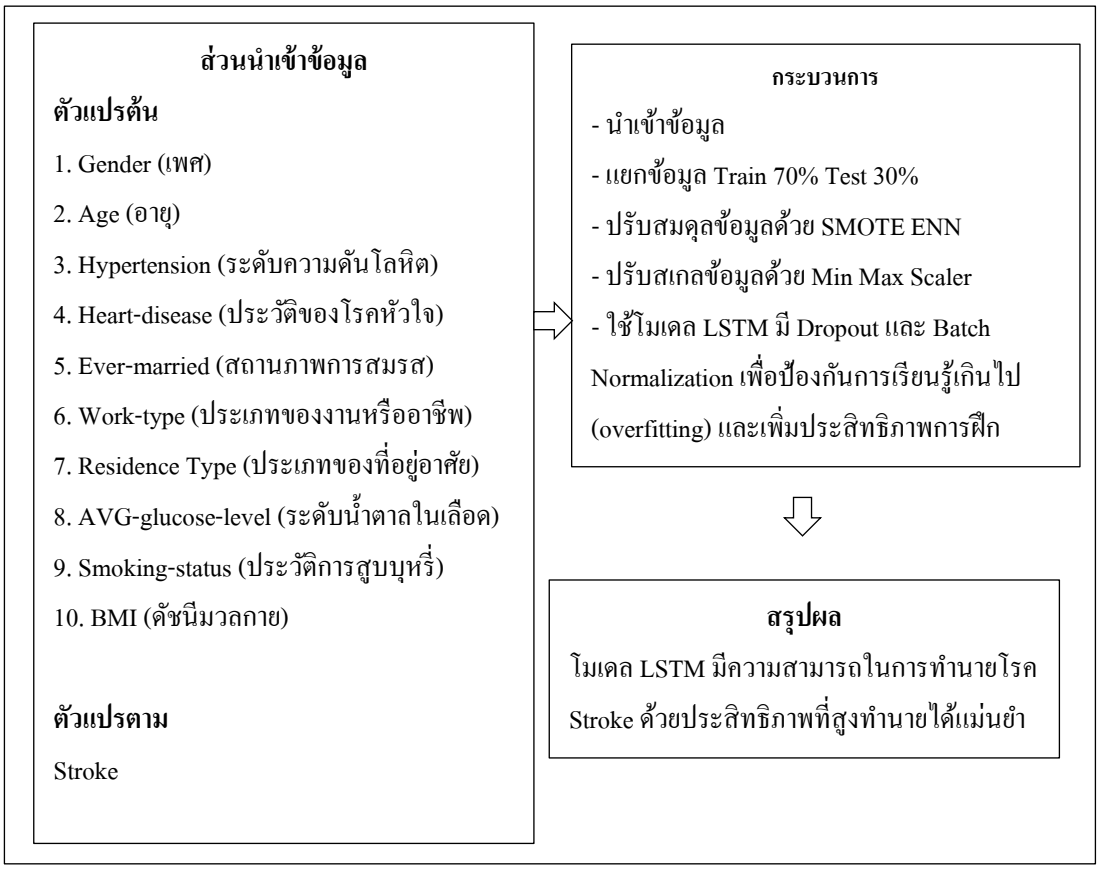
จุด (k-NN) หลังจากนั้น มันจะสุ่มเลือกจุดข้อมูลใกล้เคียงหนึ่งจุด และสร้างจุดข้อมูลสังเคราะห์ใหม่ที่อยู่ระหว่างจุดข้อมูลตั้งต้นและจุดข้อมูลใกล้เคียงที่ถูกเลือก ผลลัพธ์คือ เราจะได้ชุดข้อมูลที่มีจำนวนข้อมูลในคลาสส่วนน้อยมากขึ้น และมากกว่าเดิม ช่วยให้เกิดการสมดุลระหว่างคลาสในชุดข้อมูล และทำให้โมเดลที่ถูกฝึกสอนบนชุดข้อมูลนี้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

Edited Nearest Neighbor Rule (ENN) เป็นเทคนิคในการลบข้อมูลรบกวนออกจากชุดข้อมูล โดยวิธีนี้จะโฟกัสที่การลบข้อมูลที่อยู่ในคลาสส่วนมาก แต่เมื่อใช้ K-NN (โดยทั่วไป k = 3) ในการจำแนก ข้อมูลดังกล่าวกลับถูกจำแนกเป็นคลาสส่วนน้อย ENN ช่วยในการให้ข้อมูลในชุดข้อมูลมีความนุ่มนวลขึ้น โดยการลบข้อมูลรบกวนหรือข้อมูลที่ไม่สอดคล้องกับลักษณะของคลาสที่อยู่ในโดเมนข้อมูล ผลของวิธีนี้ไม่เพียงแต่ช่วยทำให้ชุดข้อมูลมีความสมดุลขึ้น แต่ยังช่วยลดขนาดของชุดข้อมูล ทำให้การจัดเก็บและการคำนวณมีความมีประสิทธิภาพขึ้น

K-Fold Cross Validation เป็นการประเมินประสิทธิภาพของโมเดลทางสถิติเป็นหนึ่งในขั้นตอนสำคัญในการพัฒนาและปรับปรุงโมเดล ML ใน K-Fold Cross Validation ข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็น k ส่วน (หรือ folds) โดยสุ่ม โมเดลจะถูกฝึกฝน k ครั้ง แต่ละครั้งใช้ k-1 folds สำหรับการฝึกและ fold ที่เหลือสำหรับการทดสอบผลลัพธ์จากทุกครั้งจะถูกบันทึกและใช้ในการประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของโมเดล K-Fold Cross Validationช่วยให้เราสามารถประเมินประสิทธิภาพของโมเดลในสถานการณ์การใช้งานจริงได้ดียิ่งขึ้นเนื่องจากมันช่วยลดVariance ที่เกิดจากการแบ่งข้อมูลฝึกฝนและข้อมูลทดสอบการเลือกค่า k ที่เหมาะสมทำให้การควบคุมการใช้ทรัพยากรและได้การประเมินประสิทธิภาพที่ดีที่สุด (กนกภัณฑ์ โชติชะวารานนท์, 2563)

LSTM Long Short-Term Memory เป็นโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการจัดการกับข้อมูลลำดับหรือข้อมูลชุดชั่วคราว (sequential data) โดยมีความสามารถในการจดจำและควบคุมข้อมูลในอดีต (long-term dependencies) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ LSTM เป็นประเภทหนึ่งของโครงข่ายประสาทเทียมแบบลำดับ (Recurrent Neural Network - RNN) ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อจัดการกับปัญหาที่เกี่ยวข้องกับลำดับข้อมูล เช่น การทำนายลำดับเวลา ภาษาธรรมชาติ (NLP) และอื่นๆ อีกมากมายข้อมูลที่มีลำดับ (sequence data) ถูกนำเข้าสู่ LSTM ในรูปแบบของลำดับของค่า (เช่น เวลาลำดับ 1.เวลาลำดับ 2.เวลาลำดับ 3.และเป็นต้น) แต่ LSTM นั้นจะเก็บข้อมูลจากลำดับก่อนหน้าและมีเครื่องมือในการคำนวณค่าใหม่ของเซลล์หลัก (cell state) และเซลล์ที่ซ่อน (hidden state)

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



3.3 สมมติฐานการวิจัย

3.3.1. โมเดล LSTM มีความสามารถในการทำนายโรค Stroke ที่ดีกว่า ANN (Artificial Neural Network)

3.3.2. โมเดล LSTM มีความสามารถในการทำนายโรค Stroke ที่ดีกว่า RF (Random Forest)

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

จากตารางที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. Data ประชากร กลุ่มตัวอย่างใช้ชุดข้อมูลจากเว็บไซต์ kaggle.com สามารถเข้าถึงข้อมูลตาม link (https://www.kaggle.com/datasets/nirmalgaud/brainstroke) ชื่อไฟล์ brain_stroke.csv (NIRMAL, GAUD) เป็นข้อมูลของผู้ป่วยทั้งหมด 4,981 ข้อมูลใช้ข้อมูลเฉพาะที่อายุ 18 ปีขึ้นไป เหลือจำนวนผู้ป่วย 4,158 ข้อมูลซึ่งมีจำนวนของผู้ป่วยที่เป็น Stroke จำนวน 246 ตัวอย่าง และ No Stroke 3,912 ตัวอย่าง

2. Data splitting การแยกข้อมูล จากข้อมูลต้นฉบับที่ได้จาก Kaggle.com โดยแบ่งข้อมูลที่เป็น Stroke และ No Stroke และได้ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น Train set 70%, Train set 30% ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการแบ่งข้อมูลออกเป็น Train set 70%, Test set 30%

ชุดข้อมูลจาก Kaggle.com	ข้อมูลทั้งหมด	No Stroke	Stroke
ข้อมูลตั้งต้น	4,981	4733	248
ข้อมูลที่มีอายุ < 18 ปี	823	821	2
ข้อมูลที่มีอายุ ≥ 18 ปี	4158	3912	246
Splitting (Train 70% Test 30%)	Train = 2,910, Test = 1,248	Train = 2,738, Test = 1,174	Train = 172, Test = 74

จากตารางที่ 2 แสดงถึงข้อมูลที่ไม่สมดุลของ Target คือจำนวนคนที่เป็น Stroke มีจำนวนน้อยกว่า No Stroke มากซึ่งเป็นข้อมูลไม่สมดุล (imbalanced data) เป็นปัญหาในการสร้างโมเดลการเรียนรู้ของเครื่องจะทำให้เกิดOverfitting โมเดลอาจจะโอเวอร์ฟิตต่อคลาสที่มีจำนวนมากและไม่สามารถทำนายคลาสที่น้อยได้ดี

3. Data Pre-processing การประมวลผลข้อมูลล่วงหน้าจากการวิเคราะห์ชุดข้อมูลไม่มีค่าใดๆที่หายไปจึงใช้ชุดข้อมูลทั้งหมดและใช้แค่ที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไปเท่านั้น

4.2 การจัดการกับชุดข้อมูลที่ไม่สมดุล

Imbalance dataset หมายถึงชุดข้อมูลที่มีการกระจายของคลาสไม่เท่ากันหรือไม่สมดุลหนึ่งคลาสมีจำนวนตัวอย่างมากกว่าคลาสอื่นๆมากซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาในการสร้างโมเดลจำแนกประเภทเนื่องจากโมเดลอาจจะมีแนวโน้มในการเรียนรู้คลาสที่มีจำนวนตัวอย่างมากๆและละเลยคลาสที่มีจำนวนตัวอย่างน้อยลงด้วยเนื่องจากในชุดข้อมูลมีจำนวนของ Stroke และ No Stroke แตกต่างกันมากเราจึงใช้เทคนิค SMOTE + ENN และทำ Standard Scaler การปรับมาตรฐานข้อมูลเป็นหนึ่งในเทคนิคในการทำ Preprocessing ข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลมีความสมดุล และเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึกสอนโมเดล มันทำงานโดยการปรับค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลให้เป็น 0 และ 1 ในการสังเคราะห์ข้อมูลนี้ข้อมูลทดสอบจะไม่ถูกแก้ไข ใช้เฉพาะชุดข้อมูลการฝึกอย่างเดียวเพื่อให้เราสามารถฝึกโมเดลในสภาวะที่มีความสมดุลและความหลากหลายของข้อมูลมากขึ้นดังตารางที่ 2

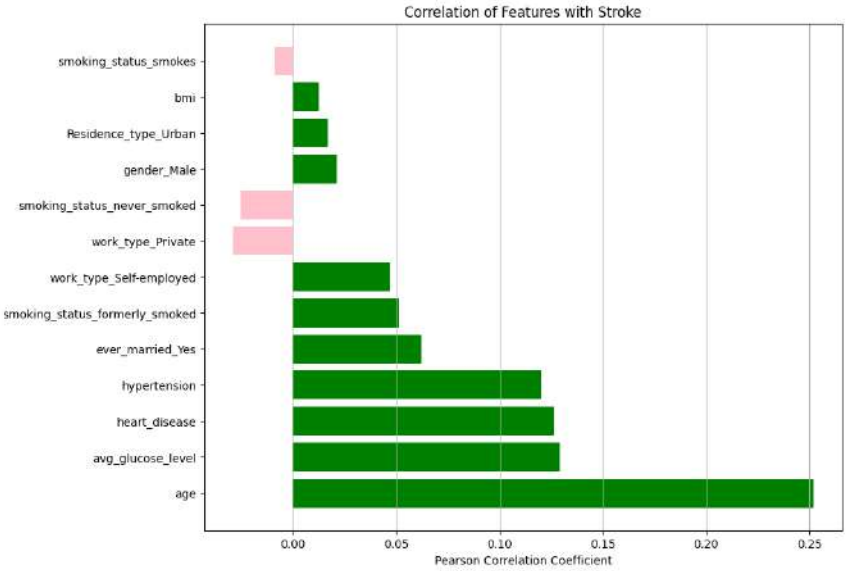
ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลก่อนและหลังการสังเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิค SMOTE + ENN

Data Split	**ข้อมูลก่อนการ SMOTE + ENN**		**ข้อมูลหลังการ SMOTE + ENN**	
	No Stroke	**Stroke**	**No Stroke**	**Stroke**
Train Set	2,751	159	2,751	2,512

จากตารางที่ 2 จะสังเกตได้ว่าในชุดข้อมูลทั้งชุดการฝึกและชุดการทดสอบจำนวนข้อมูลที่แสดงถึง Stroke มีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับข้อมูลที่แสดงถึง No Stroke นั่นคือข้อมูลไม่สมดุลหลังจากใช้เทคนิค SMOTE + ENN จำนวนข้อมูลของ Stroke และ No Stroke ในชุดฝึกนั้นมีความสมดุลมากขึ้น จำนวนข้อมูลในแต่ละคลาสเพิ่มขึ้นและมีการกระจายที่ดีขึ้น

4.3 การเลือกคุณลักษณะ (Feature Selection)

การเลือกคุณลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับ Target (Stroke) ค่าสหสัมพันธ์ Pearson ระหว่างแต่ละคุณลักษณะ(feature) และเป้าหมาย (stroke) ค่าสหสัมพันธ์ Pearson ใช้วัดความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างสองตัวแปรในการวิจัยนี้ใช้ค่าสหสัมพันธ์ที่มีค่าระหว่าง -1 และ 1 การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์สามารถช่วยให้เราเข้าใจว่าคุณลักษณะใดที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม



ภาพประกอบที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ Pearson Correlation Coefficient

จากภาพประกอบที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของคุณสมบัติต่างๆ กับโรคหลอดเลือดสมอง โดยใช้ค่า Pearson Correlation Coefficient

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล LSTM ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพของโมเดล LSTM ในการทำนายผลของผู้ป่วยที่เป็นโรคหลอดเลือดสมอง

Model	Accuracy	F1-score	Precision	Recall	ROC AUC
LSTM	96.28	0.97	0.96	0.98	0.99

5. ผลการวิจัย

ตารางที่ 4 ผลการวัดประสิทธิภาพของโมเดลโดยเปรียบเทียบทั้ง 3 โมเดล

Model	**Accuracy**	**Recall**	**AUC**	**Precision**	**F1-Score**
RF	94%	0.95	0.94	0.93	0.94
ANN	92.04%	0.93	0.97	0.90	0.91
LSTM	96.28%	0.98	0.99	0.96	0.97

6. อภิปรายผล

ผู้วิจัยมีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการเรียนรู้เชิงลึกที่แตกต่างกัน ได้แก่ Random Forest (RF), Artificial Neural Network (ANN), และ Long Short-Term Memory (LSTM) ในการจำแนกและทำนายโรค Stroke จากข้อมูลทางการแพทย์ของผู้ป่วย ผลการทดลองของแต่ละโมเดลสามารถสรุปได้ดังนี้

โมเดล Random Forest (RF) ความแม่นยำ 94% Recall 0.95 AUC 0.94 Precision 0.93 F1-Score 0.94

โมเดล Artificial Neural Network (ANN) ความแม่นยำ 92.04% Recall 0.93 AUC 0.97 Precision 0.90 F1-Score 0.91

โมเดล Long Short-Term Memory (LSTM) ความแม่นยำ 96.28% Recall 0.98 AUC 0.99 Precision 0.96 F1-Score 0.97

จากผลการประเมิน โมเดล LSTM สามารถทำนายผลลัพธ์ได้แม่นยำที่สุด ด้วยค่าความแม่นยำ 96.28% และค่า AUC 0.99 ซึ่งหมายความว่าโมเดลสามารถทำนายการเกิดโรคหลอดเลือดสมองได้ดีที่สุด เมื่อเทียบกับโมเดล RF และ ANN นอกจากนี้ LSTM ยังมีค่า Recall และ F1-Score ที่สูงกว่า แสดงให้เห็นว่าโมเดลนี้มีความสามารถในการจำแนกคลาสในทางการแพทย์ได้ดีที่สุด โดยเฉพาะในการระบุผู้ป่วยที่มีโรคหลอดเลือดสมอง

7. ข้อเสนอแนะ

งานของผู้วิจัยได้แสดงให้เห็นถึงความสามารถและประสิทธิภาพของโมเดล LSTM ในการจำแนกและทำนายโรค Stroke เมื่อเทียบกับโมเดล RF และ ANN อย่างไรก็ตาม ยังมีทางให้เพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำของโมเดลได้มากขึ้น ข้อเสนอแนะในการพัฒนางานวิจัยนี้ต่อไปมีดังนี้

การปรับแต่งพารามิเตอร์: การทดลองและปรับแต่งพารามิเตอร์ของโมเดล รวมถึงการเลือกค่า hyper parameters ที่เหมาะสมสามารถช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดล

การใช้ข้อมูลเพิ่มเติม: การเพิ่มข้อมูลฝึกอบรมสามารถช่วยในการเพิ่มความแม่นยำ การใช้เทคนิค Augmentation และการเพิ่มคุณลักษณะ (features) อาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดล

การประเมินประสิทธิภาพ: ในการประเมินประสิทธิภาพของโมเดล การใช้เทคนิค cross-validation หรือการประเมินประสิทธิภาพด้วยชุดข้อมูลที่หลากหลายสามารถช่วยให้ได้ผลการประเมินที่เป็นนัยสำคัญมากขึ้น

การใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกอื่นๆ: นอกจาก LSTM ยังมีเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกอื่นๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ เช่น GRU, Transformer หรือการใช้เทคนิค Ensemble เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

การวิเคราะห์ความสำคัญของคุณลักษณะ: การศึกษาและวิเคราะห์ความสำคัญของคุณลักษณะต่างๆ ในการทำนายโรค Stroke สามารถช่วยในการเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะและโรค Stroke และช่วยในการสร้างโมเดลที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น การประเมินผลอย่างละเอียด

การวิเคราะห์และประเมินผลของโมเดลอย่างละเอียด รวมถึงการนำเสนอผลในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น confusion matrix, ROC curve, precision-recall curve สามารถช่วยให้เห็นถึงความสามารถของโมเดลในด้านต่างๆ ได้ชัดเจนมากขึ้น

8. เอกสารอ้างอิง

กนกภัณฑ์ โชติชะวารานนท์. (2563). การพยากรณ์การเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจด้วยปัจจัยที่วัดได้จากภายนอก โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม.วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ. มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

คนึงนิจ เพชรรัตน์. ผลของโปรแกรมการพยาบาลแบบระบบสนับสนุนและให้ความรู้ต่อพฤติกรรมการดูแลตนเอง และ การควบคุมความดันโลหิตในผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง. จารย์คณะพยาบาลศาสตร์ วิทยาลัยเชียงราย. 2561.

มัสกานต์ เสน่หา. 2559. การทำนายอายุการใช้งานคงเหลือของเครื่องจักรด้วยเน็ตเวิร์กคอนโวลูชันเชิงลึกทีเพิ่มประสิทธิภาพ. วิทยานิพนธ์.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รัตนพร สายตรี ปุญญพัฒน์ ไชยเมล์ และสมเกียรติยศ วรเดช. (2562). ความสามารถในการประกอบ กิจวัตรประจำวันของผู้ป่วยโรคหลอดเลือด สมอง.วารสารวิชาการสาธารณสุขชุมชน

วิชิต ไชยสุวรรณ. (2564). ระบบวินิจฉัยใบหน้าผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองแบบอัตโนมัตด้วยหลักการเรียนรู้ของเครื่อง. สารนิพนธ์. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการข้อมูล. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

วิภาพร สิทธิสาตร์. วิถีชีวิต วิถีสุขภาพ และบทบาทของอาสาสมัครสาธารณสุข ในการควบคุมโรคไม่ติดต่อเรื้อรังตามบริบทของชาวสวนยางพารา. วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีพุทธชินราช. 2560.

สากล พัชรปัญญวัฒน์. (2564). การทำนายโรคหลอดเลือดสมองโดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง.วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการข้อมูล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

กลุ่มย่อยที่ 4:

วิทยาศาสตร์สุขภาพ

สมุนไพรที่ใช้บ่อยในการรักษาโรคเด็กในคัมภีร์ประถมจินดา

Common medicinal plants used for children in Khamphi Prathomchinda

ขวัญกาญจนา รัตนจรัสโรจน์[1*], สุกก์สลิล บูรณะทรัพย์ขจร[2], ประวิทย์ อัครเสรีนนท์[2,3], ณัชกร ล้ำเลิศกิจ[2]

[1]หลักสูตรการแพทย์แผนไทยประยุกต์มหาบัณฑิตและวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนไทยประยุกต์, [2]สถานการแพทย์แผนไทยประยุกต์, [3]ภาควิชาเภสัชวิทยา, คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล, มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพมหานคร 10700

E-mail: Kwankanjana.belle@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ตัวยาสมุนไพรที่ใช้บ่อยในการรักษาโรคเด็กจากคัมภีร์ประถมจินดา ในตำราการแพทย์ไทยเดิม (แพทยศาสตร์สงเคราะห์ ฉบับอนุรักษ์) เล่มที่ 1 โดยทบทวนและบันทึกรายการสมุนไพร จัดลำดับสมุนไพรตามความถี่ที่ถูกกล่าวถึง จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูล โดยจำแนกเครื่องยาตามหลักเภสัชวัตถุ จากความถี่ที่พบ 20 อันดับแรก พบว่าสมุนไพรที่มีการใช้มากที่สุด เรียงตามลำดับ ได้จาก 1. ขมิ้นอ้อย 2. น้ำประสานทอง 3. พิมเสน 4. กะเพรา 5. กระเทียม 6. งูเหลือม 7. ขิง 8. กานพลู 9. จันทน์ 10. ไพล 11. พริกไทย 12. ดีปลี 13. ยาดำ 14. เนระพูสี เบญกานี 15. กระวาน 16. ไคร้เครือ เทียนดำ 17. มะกรูด ว่านร่อนทอง 18. การบูร 19. ว่านกีบแรด สวาด ขิงแห้ง กฤษณา 20. สารส้ม และช้าง โดยจัดเป็นพืชวัตถุ จำนวน 22 สิ่ง ได้จากพืช 21 ชนิด สัตว์วัตถุ จำนวน 4 สิ่ง ได้จากสัตว์ 2 ชนิด และธาตุวัตถุ จำนวน 3 ชนิด ทั้งนี้ การที่สมุนไพรเหล่านี้มีความถี่ในการใช้มาก น่าจะมาจากสรรพคุณในการรักษาโรคที่มักเกิดกับเด็ก คือ ซาง และละอองซาง ในจำนวนนี้มีรายการที่อาจสับสนเกี่ยวกับชนิดและส่วนที่ใช้ ได้แก่ พิมเสนและขิงแห้ง นอกจากนี้ ยังมีสมุนไพรที่ไม่มีการใช้เป็นยาแล้วในปัจจุบัน คือ ไคร้เครือ กระดูกและงาช้าง ผลจากการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ประกอบการทำเวชปฏิบัติในการดูแลผู้ป่วยเด็กทางการแพทย์แผนไทย โดยเพิ่มความถูกต้องของการใช้ตัวยาสมุนไพร และเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการทำวิจัยยาสมุนไพรสำหรับเด็กต่อไป

คำสำคัญ: การแพทย์แผนไทย, คัมภีร์ประถมจินดา, แพทยศาสตร์สงเคราะห์, ยาสมุนไพร, เภสัชกรรมไทย

ABSTRACT

The purpose of this study was to collect and analyze herbal medicines frequently used in the treatment of disease in children from Khamphi Prathom Chinda in Tamra Kanphaet Thaidoem (Phaetthayasat Songkhro Chabab Anurak) Volume 1. By reviewing, documenting, and ranking based on frequency of citation. Then the datas were analyzed by categorizing according to the principles of pharmaceutical substances. Top 20 crude drugs were derived from 1. Khamin Oi 2. Sodium tetraborate 3. Borneo camphor (Phimsen) 4. Holy basil 5. garlic 6. Boa 7. ginger 8. clove 9. nutmeg 10. Phlai 11. Pepper corn 12. Java long pepper 13. aloe 14. Neraphusi and

Bengani 15. Camphor seed 16. Krai Kruea and black cumin 17. bergamot and Wan Ron Thong 18. camphor 19. Wan keep rad, Sawad, Khing Haeng, and Eaglewood 20. Alum and elephants, respectively. Twenty-two of them were plant-derived materials, which came from 21 plant species. Four were animal-derived materials from 2 animal species. Three were Dhatu Watthu (minerals), The reasons that these herbs had high frequency of citation are probably from their used in the treatment of common diseases in children,, namely Sarng and La-ong Sarng. Of these, there were plant materials that may be confused about the type and parts used, namely Phimsen and Khing Heang. In addition, some herbs are prohibited to use as medicine nowadays, namely Krai Kruea, bone and ivory from elephants. The result can be used in clinical practice for children in Thai traditional medicine, especially to enhance the correct uses of herbal materials. It is also basic information for herbal medicine research for children.

Keywords: Thai traditional medicine, Khamphi Prathomchinda, Phaetthayasat Songkhro, Herbal medicine, Thai traditional pharmacy

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

องค์ความรู้ทางการแพทย์แผนไทยจากอดีต ส่วนมากได้รับการส่งต่อในรูปแบบของอาจารย์สู่ลูกศิษย์ ดังนั้นการแพทย์แผนไทยจึงเกิดปัญหาเรื่ององค์ความรู้สูญหายอย่างต่อเนื่อง จากการที่ครูเสียชีวิตไปและขาดผู้สืบทอด ถึงแม้จะมีความรู้บางส่วนได้ถูกจารึกไว้ในคัมภีร์หรือตำรา แต่เนื่องจากการบันทึกในคัมภีร์โบราณนั้น มักระบุด้วยข้อความสั้น ๆ ไม่มีการอธิบาย หรือใช้การเขียนแบบโคลงกลอน ทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจ ทั้งนี้แพทย์แผนไทยจะใช้คัมภีร์เป็นคู่มือหรือแนวทางในการวินิจฉัยและรักษาโรค ซึ่งหากไม่เข้าใจเนื้อหาหรือเข้าใจไม่ถูกต้อง อาจจะส่งผลต่อการรักษาได้ ดังนั้นการทบทวน วิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ความรู้ในคัมภีร์ และนำเสนอการนำมาใช้ในปัจจุบัน จึงมีความจำเป็นในการพัฒนาเวชปฏิบัติ

คัมภีร์ประถมจินดา เป็นคัมภีร์ที่เชื่อกันว่าแต่งโดยพระอาจารย์ชีวกโกมารภัจจ์ กล่าวถึงโรคเกี่ยวกับแม่และเด็ก รวมถึงโรคเด็กและยารักษา ถึงแม้คัมภีร์นี้จะได้รับการยอมรับและยกย่องว่าเป็นคัมภีร์ที่เป็นหลักประธานแห่งคัมภีร์แพทย์ทั้งปวง (ธนิษฐา ทรรพนันทน์ และพระมหาสุขสันติ์ สุขวฑฺฒโน, 2563) และเป็นหนึ่งในคัมภีร์หลักที่แพทย์แผนไทยต้องศึกษาเป็นพื้นฐาน มีการจัดพิมพ์หลายฉบับ ได้แก่ คัมภีร์แพทยศาสตร์สงเคราะห์, คัมภีร์เวชศาสตร์วรรณา (พระยาประเสริฐศาสตร์ธำรง (หมอหนู), 2432), คัมภีร์แพทยศาสตร์สงเคราะห์ เล่ม 1 และเล่ม 2 (พระยาพิศณุประสาทเวช, 2466; 2475), ตำราแพทยศาสตร์สงเคราะห์ (ฉบับหลวง) (กระทรวงสาธารณสุข, 2497), แพทยศาสตร์สงเคราะห์ เล่ม 1, 2, 3 ฉบับโรงเรียนแพทย์แผนโบราณ วัดพระเชตุพนวิมลมังคลารามราชวรมหาวิหาร (จีร ตันติวีรกุล, 2537), ตำราการแพทย์ไทยเดิม (แพทยศาสตร์สงเคราะห์) ฉบับอนุรักษ์ (มูลนิธิฟื้นฟูส่งเสริมการแพทย์ไทยเดิม อายุรเวทวิทยาลัย, 2535) และแพทยศาสตร์สงเคราะห์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2542) แต่ยังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษายาสมุนไพรรักษาโรคเด็กที่ครอบคลุมทั้งคัมภีร์นี้มาก่อน

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ความรู้การใช้ยาสมุนไพรที่ใช้รักษาโรคเด็กจากคัมภีร์ประถมจินดา ในตำราการแพทย์ไทยเดิม (แพทยศาสตร์สงเคราะห์ ฉบับอนุรักษ์) เล่มที่ 1 เนื่องจากเป็นคัมภีร์ที่คณาจารย์โรงเรียนอายุรเวทธำรง ได้ดำเนินการทบทวนสาระสำคัญและคัดเลือกคัมภีร์ต่าง ๆ มาเรียบเรียง โดยสอบทานกับตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวง รัชกาลที่ 5 ซึ่งนอกจากจะรักษาถ้อยคำสำนวนและเนื้อความของเดิมไว้

มากที่สุดแล้ว ยังได้มีการจัดทำเชิงอรรถเพิ่มเติม เพื่ออธิบายคำหรือข้อความที่คาดว่าผู้อ่านในยุคนี้จะทำความเข้าใจได้ยาก โดยมีจุดมุ่งหมายว่าข้อมูลที่ได้ จะเป็นประโยชน์ต่อการทำเวชปฏิบัติทางการแพทย์แผนไทย และการทำวิจัยยาสมุนไพรสำหรับเด็ก เนื่องจากในปัจจุบันหลักฐานที่แสดงถึงการรักษาเด็กด้วยศาสตร์การแพทย์แผนไทยและสมุนไพรไทยยังมีอยู่อย่างจำกัด และตำรับยาที่ใช้ก็มีข้อห้ามและข้อควรระวังค่อนข้างมาก

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

(1) เพื่อทราบตัวยาสมุนไพรที่มีความสำคัญในการรักษาโรคเด็ก จากการนับจำนวนครั้งที่ถูกกล่าวถึงในคัมภีร์ประถมจินดา ในตำราการแพทย์ไทยเดิม (แพทยศาสตร์สงเคราะห์ ฉบับอนุรักษ์) เล่มที่ 1

(2) เพื่อจำแนกยาสมุนไพรที่มีความสำคัญในการรักษาโรคเด็ก ตามหลักเภสัชวัตถุ

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การแพทย์แผนไทย เป็นหนึ่งในองค์ความรู้ที่ถูกใช้เพื่อดูแลเยียวยาความเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นในทุกช่วงวัยมาเป็นระยะเวลายาวนาน ตั้งแต่วัยทารกแรกเกิดจนถึงวัยชรา ผ่านองค์ความรู้ที่ส่งต่อจากรุ่นสู่รุ่น ผ่านคัมภีร์ทางการแพทย์แผนไทย ที่กล่าวถึงโรคและอาการ รวมถึงวิธีการรักษาด้วยยาสมุนไพร

ตำราการแพทย์ไทยเดิม (แพทยศาสตร์สงเคราะห์ ฉบับอนุรักษ์) เล่มที่ 1 เป็นตำราการแพทย์แผนไทยที่เกิดจากการทบทวนคัมภีร์ทางการแพทย์แผนไทยต่าง ๆ ซึ่งผู้จัดทำได้อนุรักษ์ข้อความและคำศัพท์เดิมไว้ โดยมีการสอบทานเนื้อหาสำคัญกับตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวง รัชกาลที่ 5 มีการอธิบายขยายความเนื้อหาซึ่งเข้าใจยาก เช่น ข้อความที่สื่อความหมายไม่ชัดเจน ศัพท์เฉพาะ หรือเนื้อหาที่ใช้สำนวนภาษาแบบไทยโบราณ รวมทั้งปรับปรุงการจัดหน้าให้อ่านได้ง่ายขึ้น (วัชรินทร์พร พรหมพิทักษ์ และคณะ, 2563)

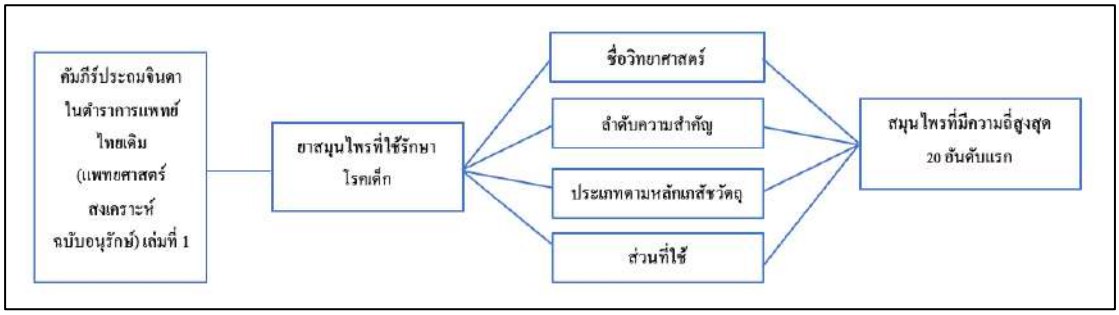
คัมภีร์ประถมจินดา หรือคัมภีร์ปฐมจินดา เป็นหนึ่งในคัมภีร์ที่ได้มีการบันทึกไว้ในตำราการแพทย์แผนไทยหลายฉบับ ซึ่งมีสาระสำคัญคือบันทึกเกี่ยวกับโรคที่เกิดขึ้นในวัยแรกเกิดถึงอายุ 12 ปี เช่น หละ ละออง ซาง และกล่าวถึงตำรับยาสำหรับใช้รักษาเอาไว้หลายตำรับ (มูลนิธิฟื้นฟูส่งเสริมการแพทย์ไทยเดิมฯ, 2563)

เด็ก ในทางการแพทย์แผนไทย หมายถึง เด็กที่คลอดจากครรภ์มารดา มีอายุตั้งแต่ 1 วัน ขึ้นไป ถึง 16 ปี อยู่ในพิกัดเสมหะเป็นที่ตั้งแห่งโทษ เด็กจึงมักเจ็บป่วยด้วยเสมหะ (มูลนิธิฟื้นฟูส่งเสริมการแพทย์ไทยเดิมฯ, 2563) ตัวอย่างโรคเด็กในคัมภีร์ประถมจินดา เช่น หละ ซึ่งมักเกิดกับทารกอายุไม่เกิน 3 เดือน ผู้ป่วยจะมีเม็ดพิษผุดขึ้นที่ปาก เม็ดชนิดนี้มีทั้งชนิดที่ไม่มียอดแหลม และชนิดที่มียอดแหลม โดยมีลักษณะต่าง ๆ กัน ละออง มักเกิดกับทารกแรกเกิดถึงอายุไม่เกิน 5 ปี 6 เดือน ผู้ป่วยจะมีฝ้าบาง ๆ ขึ้นในปาก ลำคอ กระพุ้งแก้ม หรือบนลิ้น ฝ้าบาง ๆ นี้จะมีสีต่าง ๆ กัน ทำให้มีชื่อเรียกแตกต่างกันไป โรคอีกชนิดหนึ่งซึ่งมักเกิดในเด็กเล็ก คือ ซาง ทำให้มีอาการตัวร้อน เชื่อมมึน ปากแห้ง อาเจียน กินอาหารไม่ได้ ท้องเดิน มีเม็ดขึ้นในปากในคอ ลิ้นเป็นฝ้า (กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2550)

หลักเภสัชวัตถุ จัดเป็นหลักวิชา 1 ใน 4 ด้านเภสัชกรรมไทย (รวมเรียกว่า หลักเภสัช 4) เภสัชวัตถุ หมายถึง สิ่งที่นำมาใช้ปรุงยา หรือประกอบเป็นยา มี 3 ประเภท คือ 1) พืชวัตถุ หมายถึง พืช ส่วนของพืช หรือสิ่งใดที่ได้จากพืช 2) สัตว์วัตถุ หมายถึง สัตว์หรือส่วนใดของอวัยวะสัตว์ และ 3) ธาตุวัตถุ หมายถึง แร่ธาตุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือที่ประกอบขึ้นจากแร่ธาตุต่าง ๆ (กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก,

2550) แพทย์แผนไทยจะต้องสามารถจำแนกเภสัชวัตถุได้จึงจะสามารถนำมาประกอบเป็นยารักษาโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบข่ายของงานวิจัยนี้ คือ การศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับตัวยาสมุนไพรที่ปรากฏในคัมภีร์ประถมจินดา ในตำราการแพทย์ไทยเดิม (แพทยศาสตร์สงเคราะห์ ฉบับอนุรักษ์) เล่มที่ 1 โดยมีขั้นตอน ดังนี้

4.1 บันทึกรายการยาสมุนไพรที่ใช้รักษาโรคเด็กและความถี่ จากคัมภีร์ประถมจินดา ในตำราการแพทย์ไทยเดิม (แพทยศาสตร์สงเคราะห์ ฉบับอนุรักษ์) เล่มที่ 1 หน้า 82 – 238 ลงใน MS Excel version 2013

4.2 ตรวจสอบความถูกต้องของชื่อเครื่องยา จากคัมภีร์เภสัชรัตนโกสินทร์ (วุฒิ วุฒิธรรมเวช, 2554) และตำราเภสัชกรรมไทย (มูลนิธิส่งเสริมการแพทย์แผนไทยเดิมฯ, 2559)

4.3 สืบค้นชื่อวิทยาศาสตร์ของยาสมุนไพรที่ใช้รักษาเด็ก โดยอ้างอิงจากตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย 2021 (Thai Herbal Pharmacopoeia, THP 2021) และตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย เล่มที่ 1, 2, 3 และ 4 (คณะกรรมการคุ้มครองและส่งเสริมภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย, 2552; 2558; 2560; 2563) และชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (เต็ม สมิตินันท์, 2544)

4.4 จัดลำดับความสำคัญของสมุนไพรตามความถี่ที่ถูกกล่าวถึงในคัมภีร์ฯ โดยสมุนไพรที่มีความถี่สูงสุด 20 อันดับแรก จัดว่าเป็นสมุนไพรที่มีความสำคัญ

4.5 จัดหมวดหมู่ของยาสมุนไพรตามหลักเภสัชวัตถุ โดยอ้างอิงจาก ตำราเภสัชกรรมไทย มูลนิธิฟื้นฟูส่งเสริมการแพทย์ไทยเดิมฯ

5. ผลการวิจัย

ยาสมุนไพรรักษาโรคเด็กที่ถูกกล่าวถึงมากที่สุด 20 อันดับแรก ในคัมภีร์ประถมจินดา ได้จากพืชหรือสัตว์จำนวน 25 สายพันธุ์ และเป็นธาตุวัตถุ 2 ชนิด แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ยาสมุนไพร 20 อันดับแรกที่ใช้ในการรักษาโรคเด็ก จากคัมภีร์ประถมจินดา และความถี่จำแนกตามส่วนที่ใช้/ประเภทของเภสัชวัตถุ

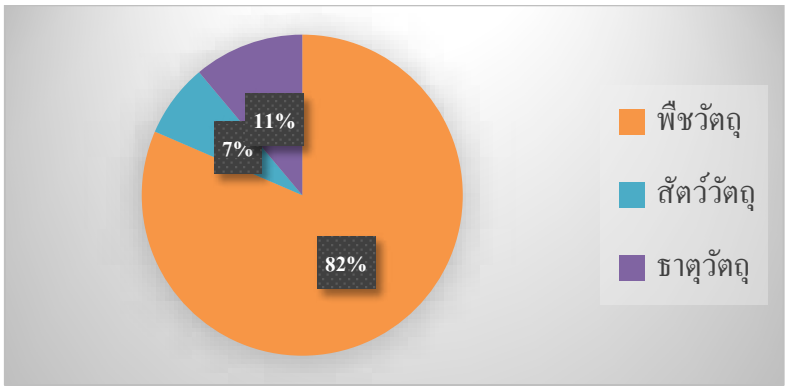
ลำดับ	ชื่อสมุนไพร	ชื่อวิทยาศาสตร์ (วงศ์)	จำนวนครั้งที่ถูกกล่าวถึง												
			พืชวัตถุ									สัตว์วัตถุ		ธาตุวัตถุ	รวม
			ใบ	เหง้า/หัว	ดอก	ผล	เมล็ด	ราก	ผิว	เนื้อไม้	ปูด	ดี	กระดูก		
1	ขมิ้นอ้อย	*Curcuma sp.* (Zingiberaceae)	1	120											121
2	น้ำประสานทอง	Sodium tetraborate												119	119
3	พิมเสน	*Dryobalanops Aromatica Gaertn.* (Dipterocarpace)								114[a]					114
4	กะเพรา	*Ocimum tenuiflorum* L. (Lamiaceae)	93												93
5	กระเทียม	*Allium sativum* L. (Amaryllidacea)		88											88
6	งูเหลือม	*Python reticulatus (Schneider)* (Pythonidae)										65[d]	14		79
7	ขิง	*Zingiber officinale* Rosc. (Zingiberaceae)		76[a]											76
8	กานพลู	*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry (Myrtaceae)			70[a]										70
9	จันทน์	*Myristica fragrans* Houtt. (Myristicaceae)			63	6									69
10	ไพล	*Zingiber montanum* (J.Köenig) Link ex A. Dietr. (Zingiberaceae)		68[b]											68
11	พริกไทย	*Piper nigrum*				65[a]									65

ลำดับ	ชื่อสมุนไพร	ชื่อวิทยาศาสตร์ (วงศ์)	จำนวนครั้งที่ถูกกล่าวถึง												
			พืชวัตถุ									สัตว์วัตถุ		ธาตุวัตถุ	รวม
			ใบ	เหง้า/หัว	ดอก	ผล	เมล็ด	ราก	ผิว	เนื้อไม้	ปูด	ดี	กระดูก		
		L. (Piperaceae)													
12	ดีปลี	*Piper retrofractum* Vahl (Piperaceae)				62[b]									62
13	ยาดำ	*Aloe vera (L.) Burm.f.* (Aloeaceae)	54												54
14	เนระพูสี	*Tacca chantrieri* André (Dioscoreaceae)	1	52[f]											53
	เบญกานี	*Quercus infectoria* G. Olivier (Fagaceae)									53[e]				53
15	กระวาน	*Amomum testaceum* Ridl (Zingiberaceae)			1	46[a]									47
16	ไคร้เครือ	*Aristolochia Pierrei Lec.* (Aristolochiaceae)						42[b]							42
	เทียนดำ	*Nigella sativa* L. (Ranunculaceae)					42[e]								42
17	มะกรูด	*Citrus hystrix* DC. (Rutaceae)	3		1	10	2	1	24[b]						41
	ว่านร่อนทอง	*Ludisia discolor* (Ker Gawl.) A.Rich (Orchidaceae)		41[f]											41
18	การบูร	*Cinnamomum camphora* (L.) J. Presl. (Lauraceae)								40[a]					40
19	ว่านกีบแรด	*Angiopteris evecta* (G. Forst.) Hoffm.		39[f]											39

ลำดับ	ชื่อสมุนไพร	ชื่อวิทยาศาสตร์ (วงศ์)	จำนวนครั้งที่ถูกกล่าวถึง												
			พืชวัตถุ									สัตว์วัตถุ		ธาตุวัตถุ	รวม
			ใบ	เหง้า/หัว	ดอก	ผล	เมล็ด	ราก	ผิว	เนื้อไม้	ปูด	ดี	กระดูก		
		(Marattiaceae)													
	สวาด	*Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb. (Caesalpiniaceae)	39												39
	ขิงแห้ง	*Zingiber ligulatum* Roxb. (Zingiberaceae)		39[c]											39
	กฤษณา	*Aquilaria crassna* Pierre ex Lecomte. (Thymelaeaceae)								39[c]					39*
20	สารส้ม	Aluminium Sulfate												37	37
	ช้าง	*Elephas Maximus* Linnaeus (Elephantidae)											37[d]		37
รวม			191	523	135	189	44	43	24	246	53	65	51	156	1,667

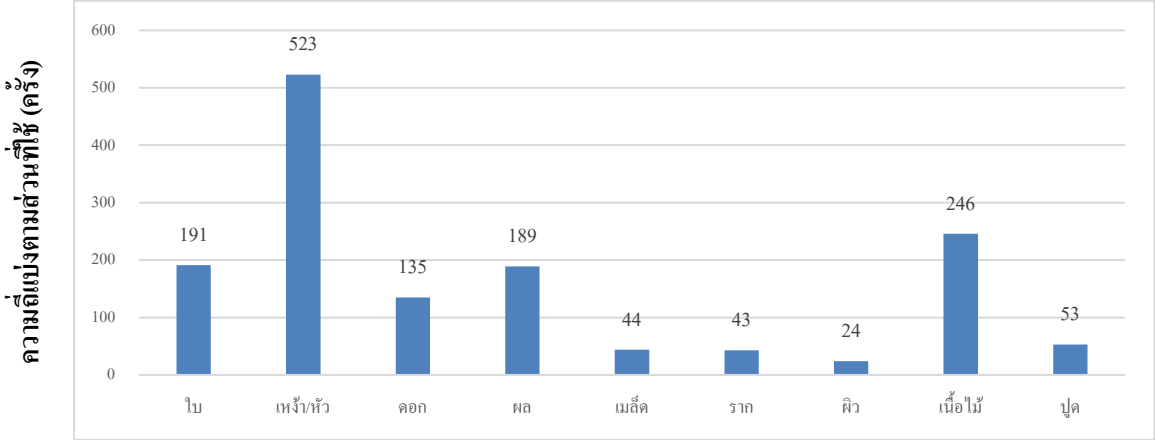
หมายเหตุ: ข้อมูลส่วนที่ใช้ได้อ้างอิงจากแหล่งอ้างอิงต่อไปนี้: [a]ตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย เล่ม 1, [b]ตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย เล่ม 2, [c]ตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย เล่ม 3, [d]คู่มือเภสัชกรรมแผนไทย เล่ม 3 เครื่องยาสัตววัตถุ, [e] คำอธิบายตำราพระโอสถพระนารายณ์, [f]ฐานข้อมูลเครื่องยาสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

เมื่อจัดกลุ่มยาตามหลักเภสัชวัตถุ พบว่ามีพืชวัตถุทั้งหมด 22 สิ่ง โดยมาจากพืชสมุนไพร 21 ชนิด สัตว์วัตถุ 4 สิ่งโดยมาจากสัตว์ 2 สายพันธุ์ และธาตุวัตถุ 3 สิ่ง ได้แก่ น้ำประสานทอง สารส้ม และการบูร (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ประเภทของเภสัชวัตถุของยาสมุนไพรรักษาโรคเด็ก จากคัมภีร์ประถมจินดา ในตำราการแพทย์ไทยเดิม (แพทยศาสตร์สงเคราะห์ ฉบับอนุรักษ์) เล่มที่ 1

สำหรับพืชวัตถุ พบว่าส่วนที่ใช้มีหลากหลาย โดยเหง้า/หัว มีการใช้มากที่สุด รองลงมาคือเนื้อไม้ ใบ และผล ตามลำดับ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ความถี่ของส่วนที่ใช้ของพืชวัตถุที่ถูกกล่าวถึงว่าใช้ในการรักษาโรคเด็ก 20 ลำดับแรกในคัมภีร์ประถมจินดา ในตำราการแพทย์ไทยเดิม (แพทยศาสตร์สงเคราะห์ ฉบับอนุรักษ์) เล่มที่ 1

6. อภิปรายผล

จากการรวบรวมและบันทึกความถี่ของยาสมุนไพรที่ใช้ในการรักษาโรคเด็กในคัมภีร์ประถมจินดา ในตำราการแพทย์ไทยเดิม (แพทยศาสตร์สงเคราะห์ ฉบับอนุรักษ์) เล่มที่ 1 พบว่าสมุนไพรที่มีความถี่ที่ถูกกล่าวถึงมากที่สุด 20 อันดับแรก จัดเป็นพืชวัตถุ จำนวน 22 สิ่ง ได้จากพืช 21 ชนิด (82%) สัตว์วัตถุ จำนวน 4 สิ่ง ได้จากสัตว์ 2 ชนิด (7%) และธาตุวัตถุ จำนวน 3 ชนิด (11%) โดยลำดับที่ 1 คือ ขมิ้นอ้อย ซึ่งน่าจะมาจากสรรพคุณในการแก้ครั่นเนื้อครั่นตัวและสมานลำไส้ (คณะกรรมการคุ้มครองและส่งเสริมภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย, 2560) เพราะโรคอย่างหนึ่งที่มักเกิดกับเด็ก คือ ซาง ซึ่งมีอาการตัวร้อน เชื่อมมึน ปากแห้ง อาเจียน กินอาหารไม่ได้ ท้องเดิน มีเม็ดขึ้นในปากในคอ ลิ้นเป็นฝ้า (กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2550)

สมุนไพรที่ใช้บ่อยลำดับที่ 2 คือ น้ำประสานทอง เนื่องจากมีสรรพคุณในการแก้ละอองซาง ลอกลิ้นเด็ก กัดเม็ดยอดในปากและกัดเม็ดฝี (มูลนิธิฟื้นฟูและส่งเสริมการแพทย์แผนไทยเดิมฯ, 2559) สอดคล้องกับลักษณะอาการของละออง ซึ่งมักเกิดกับทารกแรกเกิดถึงเด็กอายุไม่เกิน 5 ปี 6 เดือน คือมีฝ้าบาง ๆ เกิดขึ้นในช่องปาก ลำคอ กระพุ้งแก้ม หรือบนลิ้น คอ ลิ้นเป็นฝ้า (กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2550) และเด็กเล็กที่เจ็บป่วยด้วยโรคซาง ซึ่งมีลักษณะเกิดเป็นเม็ดขึ้นในปากในคอ ลิ้นเป็นฝ้า (เกษรินทร์ เจริญสุข และคณะ, 2563)

เนื่องจากคัมภีร์ประถมจินดา ไม่ได้ระบุส่วนที่ใช้ของพืชวัตถุทุกรายการ สำหรับเครื่องยาที่ไม่ได้ระบุส่วนที่ใช้ไว้ ผู้วิจัยได้ข้อมูลจากการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งอ้างอิง ดังที่ระบุด้านท้ายตารางที่ 1 กรณีที่พืชสามารถใช้เป็นตัวยาได้หลายส่วน จะพิจารณาจากข้อมูลอื่นประกอบ ได้แก่ ข้อบ่งใช้ของยา ตัวอย่างเช่น พิมเสน อาจหมายถึงพืชวัตถุ 2 ชนิด คือ ใบแห้งของต้น *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth. (Lamiaceae) หรือ ได้จากการกลั่นเนื้อไม้ของต้น *Dryobalanops aromatica* Gaertn. (Dipterocarpace) ซึ่งทั้ง 2 เครื่องยานี้มีรสยาที่ต่างกัน ใบพิมเสนมีรสหอมเย็น สรรพคุณดับพิษร้อน ถอนพิษไข้ แก้ไข้ แก้ลม บำรุงหัวใจ (คณะกรรมการคุ้มครองและส่งเสริมภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย, 2560) เกล็ดพิมเสน มีรสเผ็ดปร่าเย็น ช่วยกระจายลมทั้งปวง แก้อาการจุกเสียดแน่นเฟ้อ แก้ปวดท้อง (คณะกรรมการคุ้มครองและส่งเสริมภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย, 2552) ดังนั้นหาก

คัมภีร์ระบุว่า พิมเสนใบ จะหมายถึง *P.cablin* แต่หากในคัมภีร์ไม่ระบุ จะต้องดูวัตถุประสงค์ของการนำยาที่ปรุงขึ้นไปใช้ เช่น หากใช้ผสมในยาแก้ไข้ ก็น่าจะหมายถึงใบพิมเสน หรือดูจากวิธีการใช้ยา เช่น คัมภีร์ประถมจินดา หน้าที่ 124 บรรทัดที่ 7 – 9 ระบุถึงยาตำรับหนึ่งว่า “เมื่อจะกิน รำหัดพิมเสน แทรกน้ำผึ้งรวง กินแก้ลิ้นดูดนมมิได้” ตรงนี้ก็น่าจะหมายถึงพิมเสนเกล็ด เนื่องจากหากผสมไว้ในยาเลย อาจระเหิดหายไปได้ จึงให้ค่อยผสมเมื่อจะใช้ยา ตัวอย่างนี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการรู้จักเครื่องยาให้ถ่องแท้ มิเช่นนั้นก็อาจใช้ผิดชนิดได้ ซึ่งอาจทำให้การรักษาไม่ได้ผล หรืออาจเกิดอันตรายได้

อีกประเด็นที่น่าสนใจสำหรับยาสมุนไพรที่ใช้มาก คือกรณีของขิงแห้ง ซึ่งมีข้อมูลว่าเป็นพืชคนละชนิดกับขิง แต่ว่าในปัจจุบันส่วนใหญ่จะใช้ขิงแทน (ชยันต์ พิเชียรสุนทร และคณะ, 2560) ทั้งขิงและขิงแห้งมีการใช้บ่อยเป็นส่วนประกอบในยาเด็ก ซึ่งน่าจะมาจากสรรพคุณในการแก้ท้องอืดท้องเฟ้อ ซึ่งเป็นอาการที่พบบ่อยในเด็ก อย่างไรก็ดี ในบัญชียาหลักแห่งชาติ ไม่แนะนำให้ใช้ขิงเป็นยาเดี่ยวกับเด็กอายุต่ำกว่า 6 ขวบ (กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2564)

เภสัชวัตถุบางชนิดไม่มีการใช้แล้วในปัจจุบัน ได้แก่ ไคร้เครือ กรามและงาช้าง สำหรับไคร้เครือนั้นสาเหตุมาจากการมีส่วนประกอบเป็นสารกลุ่มอนุพันธ์ของ aristolochic acid ซึ่งพบว่าก่อมะเร็งและเป็นพิษต่อไต (คณะกรรมการคุ้มครองและส่งเสริมภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย, 2558) ส่วนสัตว์วัตถุที่ได้จากงาช้างนั้นเนื่องจากช้างไทยหรือช้างเอเชียเป็นสัตว์ที่ใกล้สูญพันธุ์ ซึ่งห้ามไม่ให้มีการใช้ประโยชน์จากอวัยวะและงาช้าง (สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา, 2535)

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่ายาสมุนไพรที่มีความสำคัญในการรักษาโรคเด็กในคัมภีร์ประถมจินดามีชนิดใดบ้าง ซึ่งบางสายพันธุ์สามารถให้เครื่องยาได้มากกว่า 1 ชนิด นอกจากนี้ยังช่วยลดความสับสนเกี่ยวกับเครื่องยาที่มีความไม่ชัดเจนเกี่ยวกับชนิดและส่วนที่ใช้ และบางชนิดไม่มีการใช้แล้วในปัจจุบัน

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

(1) เป็นข้อมูลสำหรับการวิจัยยาสมุนไพรสำหรับรักษาโรคเด็กในอนาคต

(2) เป็นข้อมูลสำหรับพัฒนาการทำเวชปฏิบัติของแพทย์แผนไทยและแพทย์แผนไทยประยุกต์ในการรักษาโรคเด็ก เพื่อเพิ่มความถูกต้องในการสั่งใช้ยาสมุนไพร โดยเฉพาะตัวยาที่มีชื่อเรียกเหมือนกัน

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

(1) ทำการวิจัยโดยการสังเกตของตัวยาสมุนไพรที่ใช้บ่อย 20 อันดับแรกในการรักษาโรคเด็ก เพื่อให้มีข้อมูลด้านความปลอดภัยและประสิทธิผล

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถานการแพทย์แผนไทยประยุกต์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่สนับสนุนงานวิจัย และกำลังใจที่ดีจากครอบครัวเสมอมา

9. เอกสารอ้างอิง

กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. (2564). *บัญชียาหลักแห่งชาติด้านสมุนไพร พ.ศ. 2564* [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 23 สิงหาคม 2566, จาก https://www.dtam.moph.go.th/E-Book/drug_national_2564/.

กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. (2550). พจนานุกรมศัพท์แพทย์และเภสัชกรรมไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. (2563). ตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย (Thai Herbal Pharmacopoeia 2021).

เกษรินทร์ เจริญสุข และคณะ. (2563). การศึกษาภูมิปัญญาหมอพื้นบ้านในการรักษาโรคหละ ละอองซางในเด็ก. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยการจัดการและเทคโนโลยีอีสเทิร์น, 17 (2), 185-193.

คณะกรรมการคุ้มครองและส่งเสริมภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย. (2552). ตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย เล่มที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

คณะกรรมการคุ้มครองและส่งเสริมภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย. (2558). ตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย เล่มที่ 2. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

คณะกรรมการคุ้มครองและส่งเสริมภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย. (2560). ตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย เล่มที่ 3. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณะกรรมการคุ้มครองและส่งเสริมภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย. (2563). ตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย เล่มที่ 4. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชยันต์ พิเชียรสุนทร และวิเชียร จีรวงส์. (2556). คู่มือเภสัชกรรมแผนไทย เล่ม 3 เครื่องยาสัตววัตถุ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

ชยันต์ พิเชียรสุนทร แม้นมาส ชวลิต และวิเชียร จีรวงส์. (2560). คำอธิบายตำราพระโอสถพระนารายณ์. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

เต็ม สมิตินันท์. (2544). ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2544. กรุงเทพฯ: กรมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้.

มูลนิธิฟื้นฟูส่งเสริมการแพทย์แผนไทยเดิมฯ. (2559). ตำราเภสัชกรรมไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อุษาการพิมพ์.

มูลนิธิฟื้นฟูส่งเสริมการแพทย์ไทยเดิมฯ และโรงเรียนอายุรเวทธำรง สถานการแพทย์แผนไทยประยุกต์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล. (2563). ตำราการแพทย์ไทยเดิม (แพทยศาสตร์สงเคราะห์ ฉบับอนุรักษ์) เล่มที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุภวนิชการพิมพ์.

วุฒิ วุฒิธรรมเวช. (2554). คัมภีร์เภสัชรัตนโกสินทร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ศิลป์สยามบรรจุภัณฑ์และการพิมพ์.

สุดารัตน์ หอมหวล, ระวิวรรณ แก้วอมตวงศ์, บัญชา ยิ่งงาม, และคณะ. (2553). *ฐานข้อมูลเครื่องยาสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี* [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 23 สิงหาคม 2566, จาก http://apps.phar.ubu.ac.th/thaicrudedrug/main.php.

สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (2535). *พระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535* [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 23 สิงหาคม 2566, จาก https://ratchakitcha.soc.go.th.

ผลเฉียบพลันของการฟังเพลงช้าที่ชอบต่อการตอบสนองของอัตราการเต้นหัวใจ ระดับความเหนื่อย และคลื่นไฟฟ้าสมองแอลฟา หลังการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ในนักศึกษามหาวิทยาลัยเพศชาย

The Acute Effects of Listening to Slow and Preferred Music on Heart Rate, Rating Perceived Exertion, and Alpha Brain Wave Responses After Aerobic Exercise in Male College Students

ศิวาภรณ์ ศรีเพ็ชร์
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail: skysiwa@gmail.com
รศ.ดร.นพ.วรสิทธิ์ ศิริพรพาณิชย์, รศ.ดร.สุจิรา มุกดา
สถาบันชีววิทยาศาสตร์โมเลกุล มหาวิทยาลัยมหิดล
Email: vorasith.sir@mahidol.ac.th, sujira.muk@mahidol.edu
รศ.ดร.อมรพันธ์ อัจจิมาพร*
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail: amornpan.ajj@mahidol.ac.th *Corresponding author

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลเฉียบพลันของการฟังเพลงจังหวะช้าๆที่รู้สึกชอบ (ความเร็วประมาณ 60 ถึง 70 จังหวะต่อนาที) ต่อการตอบสนองของอัตราการเต้นหัวใจ ระดับความเหนื่อย และคลื่นไฟฟ้าสมองแอลฟา หลังออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยานทดสอบ 30 นาทีแบบหนักสลับเบา (ที่ความหนัก 60 เปอร์เซ็นต์ของค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด 1 นาที สลับกับที่ความหนัก 90 เปอร์เซ็นต์ของค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด 1 นาที) ในนักศึกษามหาวิทยาลัยเพศชายที่มีสุขภาพดีจำนวน 15 คน โดยภายหลังการออกกำลังกายผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการฟื้นฟูร่างกายเป็นเวลา 15 นาที 3 รูปแบบ ดังนี้ 1) นั่งพักโดยไม่ฟังเพลง 2) นั่งพักและฟังเพลงที่ชอบ และ3) นั่งพักและฟังเพลงที่ไม่ชอบ รูปแบบการฟังเพลงใช้การสุ่มและมีการไขว้กลุ่ม โดยเว้นระยะพัก 5-7 วัน ตัวแปรจะถูกบันทึกค่าก่อน และหลังได้รับการฟังเพลงหลังออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ตัวแปรในการศึกษานี้ได้แก่ ค่าอัตราการเต้นหัวใจ (บันทึกต่อเนื่อง ทุกๆ 5 นาที) ค่าระดับความเหนื่อย และคลื่นไฟฟ้าสมองแอลฟา ผลการทดลองพบว่าอัตราการเต้นหัวใจมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในนาทีที่ 15 เมื่อเปรียบเทียบกับนาทีที่ 10 เมื่อได้รับการฟื้นฟูร่างกายหลังออกกำลังกายทันทีด้วยการฟังเพลงทั้งรูปแบบที่ชอบ และไม่ชอบ อย่างไรก็ตามในตัวแปรด้านระดับความเหนื่อย และคลื่นไฟฟ้าสมองแอลฟา ไม่พบความแตกต่างระหว่างการฟังเพลงทั้ง 3 รูปแบบหลังออกกำลังกาย กล่าวโดยสรุปคือ นักศึกษามหาวิทยาลัยเพศชายที่ได้รับการฟังเพลงหลังออกกำลังกายแบบแอโรบิก ด้วยการฟังเพลงช้า เป็นเวลา 15 นาที ส่งผลดีต่อการฟื้นฟูค่าอัตราการเต้นหัวใจ (Heart rate recovery) เมื่อเปรียบเทียบกับการนั่งพักโดยไม่ฟังเพลง อย่างไรก็ตามการฟังเพลงที่ชอบหลังออกกำลังกาย

ส่งผลต่อความเหนื่อย และตอบสนองของคลื่นไฟฟ้าสมองแอลฟาไม่แตกต่างกับการนั่งพักโดยไม่ฟังเพลงและการฟังเพลงที่ไม่รู้สึกชอบ

คำสำคัญ: การฟังเพลง/ คลื่นไฟฟ้าสมอง / อัตราการเต้นหัวใจ/ การฟื้นฟูร่างกาย / ออกกำลังกาย

ABSTRACT

This study aimed to determine the acute effects of slow and preferred music (tempo between 60 - 70 bpm) on heart rate (HR), rating perceived exertion (RPE), and alpha brain wave responses after a 30-minute (min) interval cycle exercise alternating 1 min at 60% VO_{2max} and 1 min at 90% VO_{2max} in fifteen healthy male college students. A randomized crossover design was used to undergo three separate conditions, including 1) sitting while listening to preferred music, 2) sitting while listening to nonpreferred music, and 3) sitting while not listening to music. The washout period was 5-7 days. All parameters, i.e., HR (measured every 5 min), RPE, and electroencephalographic (EEG) of alpha brain waves, were measured before and after the intervention. Results found that HR at a 15-minute intervention was significantly lower than a 10-minute intervention for both listening to music conditions. No significant difference was found for RPE and brain activity among the three states. In conclusion, listening to slow music following aerobic exercise could benefit HR recovery compared to no music in healthy male college students. However, there were no effects on RPE and alpha brain waves among the three conditions.

Keywords: Listening to Music / Brain Wave / Heart Rate / Recovery / Exercise

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ดนตรีกับการออกกำลังกายเพิ่มขึ้นอย่างกว้างขวาง ทั้งการศึกษาในช่วงก่อนออกกำลังกาย (Pre-exercise) ในช่วงระหว่างออกกำลังกาย (During exercise) และในช่วงก่อนการแข่งขัน (Pre-match) เพื่อปรับอารมณ์ความรู้สึกหรือทัศนคติ และพัฒนาสมรรถภาพขณะออกกำลังกายหลังจากฟังเพลง (Karageorghis และคณะ, 2012) โดยการศึกษาในช่วงระหว่างออกกำลังกาย มีวัตถุประสงค์เพื่อผลทางสมรรถภาพทางกาย และการออกกำลัง รวมทั้งอารมณ์ความรู้สึก (Karageorghis และคณะ, 2012) อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสนใจว่าการศึกษาเรื่องผลของการใช้ดนตรีต่อการฟื้นฟูร่างกายหลังจากออกกำลังกายให้กลับสู่ภาวะปกติ (Post-exercise recovery) หรือหลังแข่งขัน (Post-match) ยังมีไม่มากนัก เนื่องจากการออกกำลังกายอย่างหนักก่อให้เกิดความเครียดทั้งทางร่างกายและจิตใจ หากไม่ได้รับการฟื้นฟูที่ดี นอกจากจะทำให้ร่างกายไม่เกิดการพัฒนา อาจนำไปสู่การบาดเจ็บจากการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาได้ (Peakes และคณะ, 2017) นอกจากนี้มีงานศึกษาที่เกี่ยวกับอิทธิพลของดนตรีต่อการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองในมนุษย์ พบว่าคลื่นไฟฟ้าสมองมีการเปลี่ยนแปลงหลังจากการฟังดนตรี โดยในงานศึกษาของ Hurless และคณะ(2013) ได้ศึกษาผลของการฟังเพลงในแต่ละประเภทที่มีความชอบต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงคลื่นไฟฟ้าสมอง ในผู้ที่ไม่ใช่นักดนตรีจำนวน 10 คน พบว่าผู้ที่ได้ฟังเพลงในประเภทที่รู้สึกชอบ มีคลื่นแอลฟาเพิ่มขึ้น เนื่องจากการฟังเพลงประเภทที่ชอบทำให้ผู้ฟังเกิดความผ่อนคลาย (Hurless และคณะ, 2013)

มีปัจจัยหลายประการที่ส่งผลต่อการตอบสนองจากการฟังดนตรีที่แตกต่างกันทั้งทางจิตใจและร่างกาย เช่น เพลงที่ชอบของแต่ละบุคคลอาจส่งผลในเชิงบวก ในขณะที่เพลงที่ไม่ชอบอาจส่งผลต่อความไม่พอใจ จากงานศึกษาของBallmann และคณะ(2018) ได้ศึกษาผลของการฟังเพลงที่รู้สึกชอบและไม่ชอบในระหว่างออกกำลังกาย (During exercise) พบว่ากลุ่มที่ได้ฟังเพลงที่รู้สึกชอบสามารถเพิ่มระดับสมรรถภาพในการออกกำลังกายได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้ฟังเพลงที่รู้สึกชอบน้อยกว่า (Ballmann และคณะ, 2018) อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับการศึกษาผลของการฟังเพลงช้า และรู้สึกชอบ (Slow and preferred music) ต่อการฟื้นตัวของร่างกายและจิตใจ (Physiological and mental recovery) ภายหลังจากออกกำลังกาย (Post-exercise)

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลฉับพลันของการฟังเพลงช้าที่ชอบ (ความเร็วจังหวะประมาณ 60 ถึง 70 จังหวะต่อนาที) ต่อการตอบสนองของอัตราการเต้นหัวใจ ระดับความเหนื่อย และคลื่นไฟฟ้าสมองแอลฟา หลังการออกกำลังกายแบบแอโรบิก กับการฟังเพลงช้าที่ไม่ชอบ และการไม่ฟังเพลง ในนักศึกษามหาวิทยาลัยเพศชายที่มีสุขภาพดี

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คลื่นไฟฟ้าสมอง

การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองในมนุษย์ เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1924 โดยจิตแพทย์ชาวเยอรมันชื่อ Hans Berger คลื่นไฟฟ้าสมองจะแสดงถึงการทำงานของสมอง โดยดูจากการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าจากการทำงานของเซลล์ประสาทในการสื่อสารกัน เกิดเป็นสัญญาณไฟฟ้าขึ้น ซึ่งเครื่องตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalography) จะเป็นการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมองที่บริเวณหนังศีรษะ ดังนั้นคลื่นไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้จะเห็นเฉพาะคลื่นที่มีความแรงพอที่จะผ่านเยื่อหุ้มสมอง กะโหลกและหนังศีรษะ (Cheng และคณะ, 2011)

คลื่นไฟฟ้าสมองมี 4 ชนิด ได้แก่ 1) คลื่นเดลต้า (Delta wave) 2) คลื่นทีต้า (Theta wave) 3) คลื่นแอลฟา (Alpha wave) และ4) คลื่นเบต้า (Beta wave) สำหรับคลื่นแอลฟามีความถี่ 8 ถึง 13 รอบต่อวินาที สามารถตรวจพบได้เด่นชัดในผู้ที่หลับตา มีความผ่อนคลายในขณะตื่นอยู่ โดยทั่วไปแล้วหลังออกกำลังกายทันที จะเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยการเพิ่มขึ้นของคลื่นแอลฟา แสดงถึงการทำงานลดลงของเปลือกสมอง ซึ่งอาจแสดงถึงสภาวะของการล้า การผ่อนคลาย หรือการลดความวิตกกังวล ซึ่งคลื่นแอลฟาจะเพิ่มขึ้นสูงสุดประมาณ 6 นาทีหลังออกกำลังกาย และจะค่อยๆลดลงสู่ค่าใกล้เคียงปกติในระยะเวลาประมาณ 20-30 นาทีหลังจากออกกำลังกายเสร็จสิ้น (Crabbe และคณะ, 2004)

ผลของการฟังเพลงจังหวะช้าหลังออกกำลังกาย

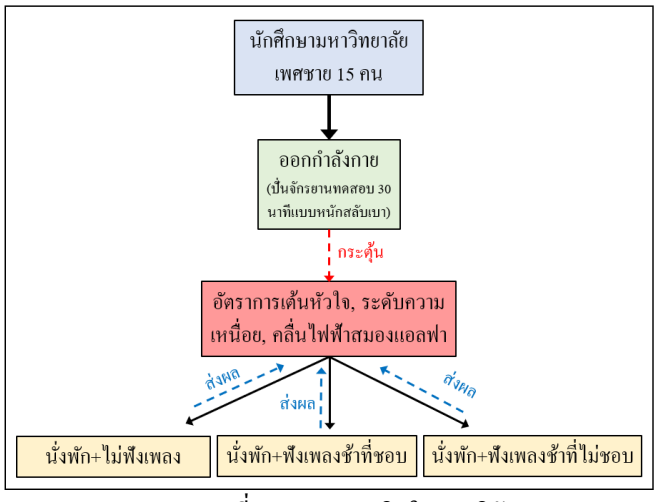
การศึกษาที่ผ่านมามีการศึกษาผลของการฟังเพลงที่มีจังหวะช้าหรือเพลงผ่อนคลาย ต่ออารมณ์ความรู้สึกและการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพร่างกายหลังการออกกำลังกาย พบว่าการฟังเพลงจังหวะช้าจะช่วยผ่อนคลายและสามารถเร่งการฟื้นฟูทั้งทางร่างกายและจิตใจได้ เช่น เร่งระยะเวลาการฟื้นฟูของอัตราการเต้นหัวใจ ลดความดันโลหิต และลดความรู้สึกตื่นตัว ในปี ค.ศ. 2008 Jing และคณะได้ศึกษาการฟังเพลงผ่อนคลาย เป็นระยะเวลา 15 นาที ในนักเรียนชายที่มีสุขภาพดีจำนวน 30 คน หลังจากออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยการปั่นจักรยานจนล้า พบว่ากลุ่มที่ฟังเพลงผ่อนคลาย มีค่าอัตราการเต้นหัวใจ ค่าระดับโปรตีนในปัสสาวะ และค่าระดับความเหนื่อย

(RPE: Rating of Perceived Exertion) ที่ต่ำกว่า และมีแนวโน้มที่ค่าระยะเวลาการทดสอบการตอบสนองต่อสิ่งเร้า (Reaction time) จะน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ฟังเพลง (Jing และคณะ, 2008) เช่นเดียวกันกับงานศึกษาของ Karageorghis ในปี ค.ศ. 2018 ซึ่งศึกษาผลทางจิตวิทยาและจิตสรีรวิทยาจากการใช้เพลงที่มีจังหวะที่ต่างกันในช่วงหลังจากออกกำลังกายอย่างหนัก พบว่ากลุ่มที่ฟังเพลงช้าสามารถเร่งการฟื้นฟูร่างกายให้กลับสู่ภาวะปกติทั้งทางร่างกายและจิตใจหลังจากออกกำลังกายได้ (Karageorghis และคณะ, 2018)

อิทธิพลของการฟังเพลงที่ชอบกับการออกกำลังกาย

จากงานวิจัยเกี่ยวกับดนตรีกับการออกกำลังกายที่ผ่านมา พบว่า ดนตรีส่งผลต่อทั้งสรีระและจิตใจ (Karageorghis และคณะ, 2012) นอกจากนี้ในบทความปริทัศน์ของ Ballman (2021) ได้กล่าวถึงหลายงานวิจัยที่แสดงถึงอิทธิพลต่อความชอบเพลงกับประสิทธิภาพการออกกำลังกาย โดยการฟังเพลงที่ชอบในขณะออกกำลังกายส่งผลต่อแรงจูงใจ ลดระดับความเหนื่อย เร่งการฟื้นตัว และการตอบสนองทางอารมณ์ ทำให้ส่งผลต่อสมรรถภาพ ตัวอย่างเช่นงานของ Jebabliและคณะ (2020) ศึกษาการฟังเพลงที่ชอบกับการไม่ฟังเพลงขณะออกกำลังกายโดยการวิ่งทดสอบ 6 นาที พบว่าเมื่อได้ฟังเพลงที่ชอบส่งผลให้ลดระดับแลคเตทในเลือด และเพิ่มความเร็วและระยะทางในขณะวิ่งได้มากกว่าการไม่ได้ฟังเพลง (Ballman, 2021, Jebabli และคณะ ,2020)

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.3 สมมติฐานการวิจัย

การฟังเพลงช้าที่รู้สึกชอบ (Slow and preferred music) อาจส่งผลต่อการฟื้นตัวของอัตราการเต้นหัวใจ ระดับความเหนื่อย และคลื่นไฟฟ้าสมองแอลฟาดีกว่าการฟังเพลงช้าที่ไม่รู้สึกชอบ (Slow and non-preferred music) และการไม่ฟังเพลง (No music)

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

ศึกษาและเปรียบเทียบผลฉับพลันของการฟังเพลงหลังออกกำลังกายแบบแอโรบิก 3 รูปแบบ เป็นเวลา 15 นาที ได้แก่ กลุ่มที่นั่งพักโดยไม่ฟังเพลง (Control) กลุ่มที่นั่งพักและฟังเพลงที่ชอบ (Preferred music) กลุ่มที่นั่งพักและฟังเพลงที่ไม่ชอบ (Nonpreferred music) โดยใช้เป็นรูปแบบการศึกษาแบบสุ่มและไขว้กลุ่ม

(Randomized cross-over trials) ที่มีการเว้นระยะพัก 5-7 วัน การทดสอบทุกครั้งจะเริ่มทำการทดลองเวลา 12.45 นาฬิกา ณ ห้องปฏิบัติการวิจัย วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา

4.2 ประชากรและตัวอย่าง

<u>เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย</u>

นักศึกษามหาวิทยาลัยเพศชายที่มีสุขภาพดี อายุระหว่าง 18-25 ปี ซึ่งออกกำลังกายหรือฝึกซ้อมอย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์ เฉลี่ยสัปดาห์ละ 2.5 - 5 ชั่วโมง, ค่าดัชนีมวลกาย อยู่ระหว่าง 18.5-23.0 กิโลกรัม/เมตร^2, ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด 41.9 – 51.3 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที, ไม่มีความผิดปกติทางการได้ยิน, ไม่เป็นนักดนตรี, เป็นผู้ที่เกิดและเติบโตในประเทศไทย มีความใกล้เคียงกันทางอายุ และสังคม, ถนัดมือขวา (ประเมินจากแบบสอบถามความถนัดมือ (Edinburgh Handedness Inventory Test))

<u>เกณฑ์การคัดออกผู้เข้าร่วมวิจัย</u>

มีความผิดปกติของระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ ระบบประสาทกล้ามเนื้อ หรือระบบการเผาผลาญ ที่อาจส่งผลเสียต่อความสามารถในการออกกำลังกายที่ความหนักระดับสูง, ใช้ยาในกลุ่มยารักษาอาการเศร้า (Anti-depressant) ยาเบต้าบล็อกเกอร์ (Beta blockers) ที่อาจส่งผลต่อการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง ใช้สารอะนาบอลิกสเตียรอยด์(Anabolic steroids) หรือใช้ยาต้านการอักเสบแบบไม่ใช่สเตียรอยด์เรื้อรัง (Chronic nonsteroidal anti-inflammatory), มีประวัติความผิดปกติของฮอร์โมน, มีประวัติความผิดปกติทางจิตใจ, สมาชิกพร่องประเมินจากแบบสอบถามข้อมูลทั่วไป และข้อมูลสุขภาพและการออกกำลังกาย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองนี้คำนวณโดยใช้โปรแกรม(G*Power 3.1.9.4) โดยแทนค่าจากการนำข้อมูลจากงานวิจัยใกล้เคียงก่อนหน้า ของ Karageorghis และคณะ (Karageorghis และคณะ, 2018) มาคำนวณ Effect size ได้ผู้เข้าร่วมจำนวน 12 คน และเพิ่มจำนวนสำหรับกรณีผู้เข้าร่วมถอนตัวอีก 3 คน (คิดเป็น 25%) รวมทั้งสิ้น 15 คน

4.3 เครื่องมือวิจัย

1. แบบสอบถาม

1.1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปและข้อมูลสุขภาพและการออกกำลังกายและหนังสือแสดงเจตนายินยอม

1.2 แบบสอบถามความถนัดมือ (Edinburgh Handedness Inventory Test)

1.3 แบบสอบถามสุขภาพทั่วไป (General Health Questionnaire (GHQ-28))

1.4 แบบสอบถามความเครียด (Suanprung Stress Test Questionnaire (SPST-20))

1.5 แบบสอบถามประเมินความเหนื่อย (Borg's ratings of perceived exertion (Borg's RPE) scale)

2. เครื่องคอมพิวเตอร์แบบแทบเล็ต (Apple iPad 7th generation, 128 GB) และหูฟัง (Apple Earpods)

3. จักรยานวัดงาน (Cyclus 2, Germany)

4. เครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจ (Polar Electro-series S810, Kempele, Finland)

5. มาตรวัดส่วนสูง

6. เครื่องวัดองค์ประกอบร่างกาย (Body Composition Monitor (Omron, Japan))

7. เครื่องตรวจบันทึกการติดตามและวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าสมองด้วยชุดติดตาม (eego™mylab ANT Neuro, USA)

8. เครื่องวัดอัตราการใช้ออกซิเจน Cortex METALYZER® 3B (Leipzig, Germany)

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องมาที่ห้องปฏิบัติการวิจัย เป็นจำนวน 4 ครั้ง ดังนี้

<u>ครั้งที่ 1 การเก็บข้อมูลลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัย</u>

ผู้วิจัยทำการชี้แจงผู้เข้าร่วมวิจัยให้ทราบถึงวัตถุประสงค์ และกระบวนการวิจัยทั้งหมด จากนั้นผู้เข้าร่วมฯทำการตอบแบบสอบถามข้อมูลทั่วไปและข้อมูลสุขภาพและการออกกำลังกาย ชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง คำนวณค่าดัชนีมวลกาย ตอบแบบสอบถามวัดความถนัดมือ ตอบแบบสอบถามสุขภาพทั่วไป(GHQ-28) และเลือกเพลงที่ชอบ โดยผู้เข้าร่วมวิจัยได้ฟังและเลือกเพลงจากอันดับศิลปินที่เป็นที่นิยมในช่วงปี ค.ศ. 2010 – 2019 ของชาร์ท Billboard (Billboard's Top Artist 2010s.) จำนวน 5 เพลง ซึ่งเป็นเพลงสากลเนื่องจากมีความแพร่หลายและเป็นที่นิยมในสถานที่ออกกำลังกาย โดยมีแนวเพลง(เพลงป๊อป) และจังหวะที่ใกล้เคียงกัน (ความเร็วเพลงไม่เกิน 110 จังหวะต่อนาที) อีกทั้งเป็นเพลงที่เคยติดอันดับ 1 ของชาร์ทประจำสัปดาห์คลื่นวิทยุ MET107 ในประเทศไทย เพื่อให้ผู้เข้าร่วมวิจัยคุ้นเคยกับเพลงดังกล่าว โดยทั้ง 5 เพลงจะถูกเปลี่ยนเป็นเพลงบรรเลงด้วยเปียโนโดยนักดนตรีมืออาชีพ เพื่อควบคุมเรื่องของลักษณะเสียงเครื่องดนตรีในแต่ละเพลงที่แตกต่างกัน ซึ่งจะส่งผลต่อการทำงานของสมองที่แตกต่างกันได้ ที่จังหวะความเร็วเพลง 60-70 ครั้งต่อนาที เนื่องจากมีอัตราความเร็วที่ใกล้เคียงกับอัตราการเต้นหัวใจขณะพัก เมื่อผู้เข้าร่วมฯได้ฟังเพลงทั้ง 5 เพลงแล้ว ให้เรียงลำดับเพลงที่ชอบมากที่สุด ไปหาเพลงที่ชอบน้อยที่สุด โดยเรียงจากความชอบ เพลงที่ชอบเป็นอันดับ1 จะใช้เป็นเพลงที่รู้สึกชอบ (Preferred music) และเพลงที่ชอบเป็นอันดับ5 จะเป็นเพลงที่รู้สึกไม่ชอบ (Non-preferred music) ของผู้นั้น เพื่อใช้ในการทดสอบการฟังเพลงหลังจากออกกำลังกาย

จากนั้นทดสอบการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max}) เพื่อนำไปคำนวณระดับความหนักในการออกกำลังกายที่ 60 และ 90 เปอร์เซ็นต์ของVO_{2max} โดยก่อนวันที่ทดสอบผู้เข้าร่วมฯต้องงดออกกำลังกายที่ระดับความหนักมากอย่างน้อย 24 ชั่วโมง นอนหลับ 6-8 ชั่วโมง งดเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ คาเฟอีน และรับประทานอาหารอย่างน้อย 2 ชั่วโมงก่อนทำการทดสอบ ในการทดสอบค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยวิธีแบบเพิ่มงานเป็นขั้นๆ (Graded exercise test) ด้วยจักรยานทดสอบ (Hough และคณะ, 2011) มีการติดสายวัดอัตราการเต้นหัวใจ และติดอุปกรณ์วัดปริมาณแก๊สผ่านการหายใจ ซึ่งประกอบด้วยหน้ากากครอบบริเวณจมูกและปากและมีสายเชื่อมโยงไปยังอุปกรณ์วัด โดยมีขั้นตอนคือ อบอุ่นร่างกายประมาณ 5 นาที จากนั้นออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยานทดสอบโดยเริ่มต้นที่ความหนัก 95 วัตต์ เป็นระยะเวลา 3 นาที และเพิ่มความหนัก 35 วัตต์ ทุก ๆ 3 นาที จนกว่าจะปั่นไม่ไหว หรือมีเงื่อนไขเหล่านี้มากกว่า 2 ข้อคือ 1) ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นน้อยกว่า 2 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที 2) อัตราการเต้นหัวใจเกิน 85 เปอร์เซ็นต์ของการเต้นหัวใจสูงสุด (คำนวณจากสูตร 220 – อายุ) 3) ค่าอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซขณะหายใจ (Respiratory exchange ratio (RER)) มากกว่า 1.2 หรือ 4) ค่าระดับความเหนื่อยตั้งแต่ 17 ขึ้นไป เมื่อสิ้นสุดการทดสอบจะทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อประมาณ 5 นาที

<u>ครั้งที่ 2, 3 และ 4 การเก็บข้อมูลการทดสอบการฟังเพลงหลังออกกำลังกาย</u>

แต่ละครั้งของการทดสอบจะถูกเว้นช่วงเวลา 5-7 วัน ในวันที่ทดสอบผู้เข้าร่วมฯต้องงดออกกำลังกายที่ระดับความหนักมากอย่างน้อย 24 ชั่วโมง งดเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนและแอลกอฮอล์อย่างน้อย 24 ชั่วโมง นอนหลับ 6-8 ชั่วโมง รับประทานอาหารก่อนมาทดสอบอย่างน้อย 2 ชั่วโมง งดการใช้ครีมนวดผมและเจลจัดแต่งทรงผม โดยการทดสอบแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงก่อนออกกำลังกาย ช่วงออกกำลังกาย และช่วงหลังออกกำลังกาย ดังนี้

- ช่วงก่อนออกกำลังกาย

เมื่อผู้เข้าร่วมฯมาถึงห้องทดสอบ และทำการตอบแบบสอบถามความเครียด (SPST-20) เพื่อประเมินระดับความเครียด โดยจะต้องมีความเครียดอยู่ในระดับน้อย-ปานกลาง และมีความพร้อมในการทดสอบ โดยผู้วิจัยทำการติดตั้งเครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจและอธิบายการตอบแบบสอบถามระดับความเหนื่อย จากนั้นผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งพัก 10 นาที แล้วทำการจดค่าอัตราการเต้นหัวใจ สอบถามระดับความเหนื่อย เพื่อวัดเป็นค่าพื้นฐาน และผู้วิจัยทำการติดอุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้าสมอง ตรวจวัดขณะปิดตา 5 นาที

- ช่วงออกกำลังกาย

ผู้เข้าร่วมฯเตรียมความพร้อมในการปั่นจักรยานทดสอบ จากนั้นผู้เข้าร่วมฯทำการอบอุ่นร่างกายโดยการปั่นโดยไม่ใส่น้ำหนักเป็นเวลา 3 นาที ด้วยความเร็วประมาณ 50 รอบ/นาที เมื่อสิ้นสุดการอบอุ่นร่างกาย ผู้เข้าร่วมฯต้องปั่นที่ความหนัก 60 เปอร์เซ็นต์ของค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด (60% VO_{2max})เป็นระยะเวลา 1 นาที สลับกับที่ความหนัก 90 เปอร์เซ็นต์ของค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด (90% VO_{2max}) 1 นาที ทั้งหมด 15 รอบ รวมเวลาทั้งสิ้น 30 นาที โดยผู้วิจัยบันทึกค่าอัตราการเต้นหัวใจและสอบถามระดับความเหนื่อยทุก ๆ 5 นาที เมื่อครบเวลา 30 นาที ผู้เข้าร่วมฯทำการคลายอุ่นร่างกาย (Cool-down) โดยการปั่นโดยไม่ใส่น้ำหนัก 3 นาที

- ช่วงหลังออกกำลังกาย

เมื่อเสร็จสิ้นการการคลายอุ่นร่างกาย (Cool-down) ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งพักในที่เงียบ และทำการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองแบบปิดตา 5 นาที จากนั้นสอบถามระดับความเหนื่อยก่อนที่ผู้เข้าร่วมฯจะได้นั่งพักพร้อมกับฟังเพลงตามรูปแบบการทดลองที่สุ่มได้ในสัปดาห์นั้น ๆ (นั่งพักโดยไม่ฟังเพลง/นั่งพักและฟังเพลงที่ชอบ/นั่งพักและฟังเพลงที่ไม่ชอบ) เป็นระยะเวลา 15 นาที เมื่อครบแล้วผู้วิจัยจะสอบถามระดับความเหนื่อยและทำการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองอีกครั้ง (ทำการบันทึกค่าอัตราการเต้นหัวใจทุก ๆ 5 นาทีตลอดช่วง)

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทดสอบ Normal distribution ของข้อมูลด้วย Shapiro-wilk test ตรวจสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ One-way ANOVA ตรวจสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มและเวลาด้วย Repeated measure ANOVA กรณีที่ข้อมูลกระจายตัวแบบไม่ปกติใช้สถิติ Friedman test และ Kruskal-Wallis test เปรียบเทียบคู่ความแตกต่างโดยสถิติ Post-hoc analysis กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ p-value <0.05

5. ผลการวิจัย

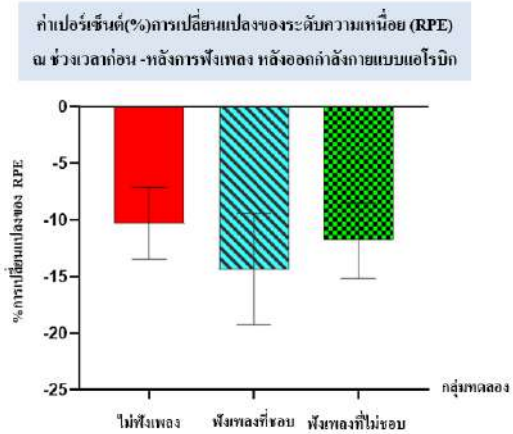
ผู้เข้าร่วมวิจัยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของอายุ 21±1 ปี ส่วนสูง 176±5 เซนติเมตร น้ำหนัก 68±7 กิโลกรัม ค่าดัชนีมวลกาย 22±2 กิโลกรัม/เมตร^2 และค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด 42±3 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที ค่าอัตราการเต้นหัวใจ ค่าระดับความเหนื่อย และค่าคลื่นไฟฟ้าสมองแอลฟา ในขณะพักก่อนการทดลองของผู้เข้าร่วมวิจัย ไม่มีความแตกต่างกันในทั้ง 3 เงื่อนไข

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ของอัตราการเต้นหัวใจขณะทำการฟื้นฟูร่างกายหลังออกกำลังกาย 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบที่1 เป็นกลุ่มที่นั่งพักโดยไม่ฟังเพลง แบบที่2 เป็นกลุ่มที่นั่งพักและฟังเพลงที่ชอบ และแบบที่3 เป็นกลุ่มที่นั่งพักและฟังเพลงที่ไม่ชอบ ผลการทดลอง พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจหลังออกกำลังกายก่อนเริ่มฟังเพลง (นาทีที่ 0) ในแต่ละรูปแบบไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้อัตราการเต้นหัวใจมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในนาทีที่ 15 เมื่อเปรียบเทียบกับนาทีที่ 10 ในกลุ่มที่นั่งพักฟังเพลงทั้งรูปแบบที่ชอบ (83.5±2.5) และไม่ชอบ (85.3±2.7) หลังการออกกำลังกาย

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ของอัตราการเต้นหัวใจขณะทำการฟังเพลงหลังออกกำลังกาย 3 รูปแบบ เป็นเวลา 15 นาที (จำนวน 15 คน)

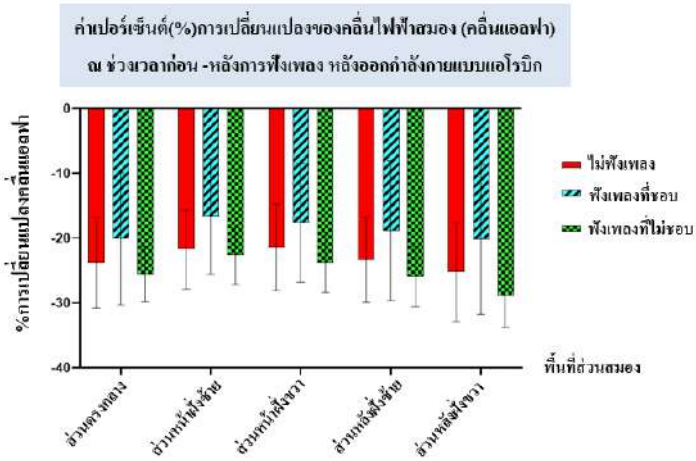
ตัวแปร	รูปแบบการฟังเพลงหลังออกกำลังกาย	ช่วงเวลาหลังออกกำลังกาย			
		นาทีที่ 0	นาทีที่ 5	นาทีที่ 10	นาทีที่ 15
อัตราการเต้นหัวใจ (ครั้งต่อนาที)	ไม่ฟังเพลง	94.6±2.0	89.1±2.1*	87.0±1.9	83.9±2.1
	ฟังเพลงที่ชอบ	90.7±2.8	87.9±2.9*	86.3±2.6	83.5±2.5*
	ฟังเพลงที่ไม่ชอบ	92.9±2.5	90.7±2.8*	88.8±2.7	85.3±2.7*

* บ่งชี้ถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับเวลาก่อนหน้า (นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05)



ภาพที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ของค่าเปอร์เซ็นต์ (%) การเปลี่ยนแปลงของระดับความเหนื่อย ก่อน-หลังทำการฟังเพลงหลังออกกำลังกาย ในรูปแบบไม่ฟังเพลง (แท่งไม่มีลาย) ฟังเพลงที่ชอบ (แท่งลายเส้นพาดเฉียง) และ ฟังเพลงที่ไม่ชอบ (แท่งลายตารางหมากรุก)

ผลการทดลองพบว่า ไม่พบความแตกต่างระหว่างการฟังเพลงหลังออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ในตัวแปรด้านระดับความเหนื่อย



ภาพที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ของค่าเปอร์เซ็นต์ (%) การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองแอลฟา ก่อน-หลังทำการฟังเพลงหลังออกกำลังกาย ในรูปแบบไม่ฟังเพลง (แท่งไม่มีลาย) ฟังเพลงที่ชอบ (แท่งลายเส้นพาดเฉียง) และ ฟังเพลงที่ไม่ชอบ (แท่งลายตารางหมากรุก)

ผลการทดลองพบว่า ไม่พบความแตกต่างระหว่างการฟังเพลงหลังออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบในตัวแปรด้านคลื่นไฟฟ้าสมองแอลฟา

6. อภิปรายผล

การศึกษานี้ พบว่าอัตราการเต้นหัวใจลดลงทุก 5 นาที ในการฟังเพลงหลังออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ และไม่มีความแตกต่างระหว่างรูปแบบ อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสนใจว่าในช่วง 5 นาทีสุดท้ายของการฟังเพลงหลังการออกกำลังกายแบบแอโรบิก (ทั้งที่ชอบและไม่ชอบ) ให้ค่าอัตราการเต้นหัวใจลดลงเร็วกว่าการนั่งพักโดยไม่ฟังเพลง สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Knight และคณะ(2001) พบว่าการให้นักศึกษาจำนวน 87 คน ฟังเพลงผ่อนคลายสามารถช่วยลดความเครียดที่ก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นหัวใจได้ เนื่องจากการฟังเพลงสามารถผ่อนคลายร่างกายลงได้ ด้วยการลดการทำงานของระบบประสาทซิมพาทีติก เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Ooishi และคณะ (2017) ที่ศึกษาวิจัยในกลุ่มตัวอย่าง 26 คน พบว่าการฟังเพลงจังหวะช้า ช่วยลดอัตราการเต้นหัวใจได้เมื่อเทียบกับการฟังเพลงที่มีจังหวะเร็ว ซึ่งจากผลของงานวิจัยนี้ พบเช่นเดียวกับงานวิจัยก่อนหน้าที่แสดงให้เห็นว่าการฟังเพลงจังหวะช้าสามารถช่วยลดอัตราการเต้นหัวใจหลังออกกำลังกายได้เร็วกว่าการไม่ฟังเพลง

ถึงแม้จะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าระดับความเหนื่อยเมื่อเปรียบเทียบการฟังเพลงหลังออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ แต่ค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของระดับความเหนื่อย (ไม่ฟังเพลง -1 ±3 % ฟังเพลงที่ชอบ -14 ±5% และฟังเพลงที่ไม่ชอบ -12 ±3%) พบว่าการฟังเพลงที่ชอบมีแนวโน้มที่ลดลงมากกว่ารูปแบบอื่นๆ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานของ Jing และคณะ(2008) รายงานว่าการฟังเพลงผ่อนคลายหลังออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยานจนล้า ช่วยลดระดับความเหนื่อยได้มากกว่าการไม่ได้ฟังเพลง

จากผลของงานวิจัยนี้ พบว่าหลังการฟังเพลงที่ชอบ เปอร์เซ็นต์(%) การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองแอลฟาในทุกๆส่วนสมอง มีแนวโน้มลดลงน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงก่อนทำการฟังเพลง ในขณะที่ค่าระดับความเหนื่อยมีแนวโน้มลดลงเช่นกัน แสดงให้เห็นว่าการฟังเพลงจังหวะช้าที่ชอบ อาจช่วยฟื้นฟูสภาพอารมณ์และจิตใจ (Mental recovery) ภายหลังจากออกกำลังกายแบบแอโรบิกได้

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยและแนวโน้มของผลที่ได้ในงานวิจัยนี้ แสดงให้เห็นถึงผลของการฟังเพลงที่มีจังหวะช้าต่อการตอบสนองของร่างกายหลังการออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยาน ซึ่งนักกีฬา ผู้ฝึกสอน ตลอดจนผู้ออกกำลังกายทั่วไป สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการฝึกซ้อมหรือการออกกำลังกายที่มีลักษณะความหนักสลับเบาได้ โดยการเปิดฟังเพลงช้าในช่วงของการหยุดพัก การได้ฟังเพลงที่ชอบช่วยทำให้เกิดการผ่อนคลายทั้งทางร่างกายและจิตใจได้รวดเร็วขึ้น เมื่อเทียบกับการนั่งพักโดยไม่ฟังเพลง

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

เสนอแนะให้ศึกษาในประชากรที่มีจำนวนมากขึ้นและหลากหลาย เช่น เพศ อายุ ระดับความแข็งแรงของร่างกาย เป็นต้น การใช้ประเภทเพลงช้าที่หลากหลาย เช่น เพลงคลาสสิค เพลงแจ๊ส เป็นต้น หรือการศึกษาในรูปแบบระยะยาว ตลอดจนศึกษาโดยใช้วิธีการออกกำลังกายที่เฉพาะเจาะจงต่อกีฬานั้นๆ

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอบพระคุณคณาจารย์และบุคลากร วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา และงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัยบางส่วนจากบัณฑิตวิทยาลัย และสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

9. เอกสารอ้างอิง

Christopher G. Ballmann, Marquis J. McCullum, Rebecca R. Roger, Mallory M. Marshall, and Tyler D. Williams. (2018). Effects of Preferred vs. Nonpreferred Music on Resistance Exercise Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 00 (00), 1-6.

Cheng S-Y, Hsu H-T. (2011). Mental fatigue measurement using EEG. *Risk management trends*: IntechOpen, 203-228.

Christopher G. Ballmann. (2021). The Influence of Music Preference on Exercise Responses and Performance: A Review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6 (33), 1-16.

Crabbe JB, Dishman RK. (2004). Brain electrocortical activity during and after exercise: a quantitative synthesis. *Psychophysiology*, 41(4), 563-574.

Hurless N, Mekic A, Pena S, Humphries E, Gentry H, Nichols D. (2013). Music genre preference and tempo alter alpha and beta waves in human non-musicians. *Impulse*, 22(4), 1-11.

Jing L, Xudong W. (2008). Evaluation on the effects of relaxing music on the recovery from aerobic exercise-induced fatigue. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(1), 102-106.

Jonathan M. Peake, Oliver Neubauer, Neil P. Walsh, and Richard J. Simpson. (2017). Recovery of the immune system after exercise. *Journal of Applied Physiology*, 122(5), 1077-1087.

John P. Hough, Elena Papacosta, Elizabeth Wraith, and Michael Gleeson. (2011). Plasma and salivary steroid hormone responses of men to high-intensity cycling and resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (1), 23-31.

Karageorghis CI, Priest D-L. (2012). Music in the exercise domain: a review and synthesis (Part I). *International review of sport and exercise psychology*, 5(1), 44-66.

Karageorghis CI, Bruce AC, Pottratz ST, Stevens RC, Bigliassi M, Hamer M. (2018). Psychological and Psychophysiological Effects of Recuperative Music Postexercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 50(4), 739-746.

Knight WE, Rickard NS. (2001). Relaxing music prevents stress-induced increases in subjective anxiety, systolic blood pressure, and heart rate in healthy males and females. *Journal of Music Therapy*, 38(4), 254-272.

Nidhal Jebabli, Urs Granacher, Mohamed Amin Selmi, Badriya Al-Haddabi, David G. Behm, Anis Chaouachi, and Radhouane Haj Sassi. (2020). Listening to Preferred Music Improved Running Performance without Changing the Pacing Pattern during a 6 Minute Run Test with Young Male Adults. *Sports*, 8 (31), 1-10.

Ooishi Y, Mukai H, Watanabe K, Kawato S, Kashino M. (2017). Increase in salivary oxytocin and decrease in salivary cortisol after listening to relaxing slow-tempo and exciting fast-tempo music. *PloS one*, 12(12), 1-16.

ผลของสารสกัดสมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมาน (*Phellinus linteus*) เป็นองค์ประกอบร่วมกับสารซิสพลาตินต่อการมีชีวิตรอดของเซลล์มะเร็งปากมดลูกชนิดที่ไม่พบการติดเชื้อ HPV

EFFECTS OF THE HERBAL EXTRACTS FROM *Phellinus linteus* AMENDED WITH CISPLATIN ON VIABILITY OF NON-HPV INFECTION CERVICAL CANCER CELL

นางสาวพิลาสลักษณ์ ปานสุข

นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตร์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาพันธุศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail: Pilasluk28@hotmail.com

รศ.ดร. ปฐมวดี ญาณทัศนีย์จิต

ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail: Pattamawadee.y@chula.ac.th

บทคัดย่อ

มะเร็งปากมดลูกเป็นมะเร็งที่พบโดยทั่วไปในผู้หญิง มีสาเหตุหลักมาจากการติดเชื้อ Human papillomavirus (HPV) แต่อย่างไรก็ตามยังเกิดจากสาเหตุอื่นร่วมด้วย มะเร็งชนิดนี้ได้รับการรักษาด้วยเคมีบำบัดโดยใช้สารซิสพลาติน ซึ่งเป็นยาที่มีประสิทธิผลในการรักษาโรคมะเร็ง อย่างไรก็ตามสารซิสพลาตินมีผลข้างเคียงหลายประการ เนื่องจากไม่เพียงแต่ทำลายเซลล์มะเร็ง แต่ยังทำลายเซลล์ปกติด้วย ในการรักษาทางการแพทย์แผนโบราณเห็ดกระถินพิมาน (*Phellinus linteus*) ซึ่งเป็นเห็ดชนิดหนึ่งที่มีความสามารถในการยับยั้งเซลล์มะเร็งและส่งเสริมการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกัน การศึกษานี้จึงได้ศึกษาแนวทางการใช้สารสกัดที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบร่วมกับสารซิสพลาติน เพื่อลดผลข้างเคียงของเคมีบำบัดของสารซิสพลาติน โดยได้ดำเนินการทดสอบการมีชีวิตรอดของเซลล์ในเซลล์มะเร็งปากมดลูกที่ไม่พบการติดเชื้อ HPV ชนิด C33a เมื่อได้รับสารสกัดสมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบร่วมกับสารซิสพลาติน โดยใช้วิธี MTT assay ผลจากการศึกษาพบว่าค่าการมีชีวิตรอดของเซลล์ C33a ที่ร้อยละ 50 (IC_{50}) ของสารสกัดที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบและสารซิสพลาตินมีค่า IC_{50} ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 379.08 mg/ml และเท่ากับ 3.12 mM ตามลำดับ เมื่อนำค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบที่ IC_{50} มาใช้ร่วมกับซิสพลาตินที่ลดค่าความเข้มข้นเหลือ 1, 0.5 และ 0.25 mM ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการใช้สารสกัดสมุนไพรร่วมกับสารซิสพลาตินในความเข้มข้น 0.5 และ 0.25 mM คงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งปากมดลูก C33a ได้เทียบเท่ากับการใช้สารซิสพลาตินที่ความเข้มข้น 3 mM ดังนั้นการใช้สารสกัดสมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบรวมกับซิสพลาตินอาจช่วยลดผลกระทบของการใช้เคมีบำบัดได้ ซึ่งควรมีการศึกษาถึงกลไกการออกฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรร่วมกับสารซิสพลาตินเมื่อใช้ร่วมกันที่มีต่อเซลล์มะเร็งปากมดลูกต่อไป

คำสำคัญ: เห็ดกระถินพิมาน, ซิสพลาติน, มะเร็งปากมดลูก, สารสกัดสมุนไพร

ABSTRACT

Cervical cancer, a cancer that is generally found in women, is caused by an infection of human papillomavirus (HPV). However, it can also be caused by other factors. Recently, this cancer has been treated by chemotherapy using cisplatin, an effective drug in cancer therapy. However, cisplatin has several side effects as it does not only eliminates cancer cells but also normal cells. In traditional medical treatment, *Phellinus linteus*, a kind of mushroom, can inhibit cancer cells and promote the immune response. This research aims to study a new alternative approach using extracts containing *P.linteus* amended cisplatin to reduce the side effects of chemotherapy. In order that, the cell viability assay of a non-HPV infection cervical cancer cell, namely C33a, treated with *P.linteus* extract amended cisplatin was performed by using MTT assay. The results revealed that the half-maximal inhibition (IC_{50}) of extracts containing *P.linteus* and cisplatine was determined at 379.08 μg/ml and 3.12 μM, respectively. To amend the extracts containing *P.linteus* with cisplatin, the cisplatin's concentration was reduced to 1, 0.5, and 0.25 μM. Additionally, the mixture of the extracts amended with cisplatin at 0.5 and 0.25 μM was able to inhibit the cell viability of C33a cell, effectively, align with 3 μM of cisplatin. Therefore, the *P.linteus* extracts amended cisplatin may reduce the side effects of chemotherapy. Furthermore, the inhibitory mechanism of *P.linteus* extracts amended with cisplatin on cervical cancer cells would be studied.

Keywords: *Phellinus linteus*, cisplatin, cervical cancer, herbal extracts

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

โรคมะเร็งเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักของการเสียชีวิตในประชากรไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันและยังคงมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้น โดยมะเร็งปากมดลูกก็เป็นหนึ่งในมะเร็งที่พบได้บ่อยในเพศหญิง โดยมีสาเหตุจากการติดเชื้อไวรัส Human papillomavirus หรือ HPV และปัจจัยร่วมที่สำคัญอื่น ๆ ได้แก่ การมีเพศสัมพันธ์ตั้งแต่อายุน้อย การสูบบุหรี่ การคลอดบุตรหลายครั้ง และการใช้ยาคุมกำเนิดเป็นระยะเวลานาน อย่างไรก็ตามการเสียชีวิตจากมะเร็งปากมดลูกมักพบในประเทศที่มีรายได้น้อย สำหรับประเทศไทยพบจำนวนผู้ป่วยมะเร็งปากมดลูกเป็นอันดับสองของมะเร็งในเพศหญิงรองจากมะเร็งเต้านม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พบว่ามีสถิติผู้เสียชีวิตจากโรคมะเร็งปากมดลูกในประเทศไทยประมาณ 4,500 รายต่อปี และพบผู้ป่วยรายใหม่ประมาณ 8,000 คนต่อปี (จิรประภา นาที, 2562: ออนไลน์)

ปัจจุบันวิธีการรักษาโรคมะเร็งปากมดลูกมักใช้การบำบัดด้วยยาเคมี โดยยาเคมีบำบัดที่ได้รับการยอมรับให้ใช้อย่างแพร่หลายในการรักษาโรคมะเร็งชนิดนี้คือ สารซิสพลาติน อย่างไรก็ตามยาเคมีบำบัดไม่ได้ทำลายเฉพาะเซลล์มะเร็งเท่านั้น แต่ยังส่งผลกระทบต่อเซลล์ปกติด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีแนวทางใหม่ในการปรับปรุงและลดผลกระทบที่ตามมาจากการใช้เคมีบำบัดรักษาโรคมะเร็ง

การรักษาโรคมะเร็งด้วยยาสมุนไพรเป็นอีกแนวทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ โดยเฉพาะสมุนไพรเห็ดกระถินพิมาน ที่การศึกษาก่อนหน้ารายงานว่าเป็นเห็ดที่นิยมใช้เป็นยาแผนโบราณในทวีปเอเชีย ในบรรดาสารประกอบสำคัญพบว่าสารพอลิแซกคาไรด์ (Polysaccharide) ในเห็ดกระถินพิมานมีผลต่อการตอบสนองของภูมิคุ้มกัน และการยับยั้งเซลล์มะเร็งได้ (Chen et al., 2019)

งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาการลดปริมาณการใช้สารซิสพลาติน โดยนำมาใช้ร่วมกับสารสกัดสมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบ และทำการตรวจสอบการมีชีวิตรอดของเซลล์มะเร็งปากมดลูก เพื่อมุ่งหวังว่าจะเป็นแนวทางในการลดผลข้างเคียงของการใช้เคมีบำบัดในการรักษามะเร็งปากมดลูกต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

(1). เพื่อศึกษาการมีชีวิตรอดของเซลล์มะเร็งปากมดลูกของสารสกัดสมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบร่วมกับสารซิสพลาติน

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องผลของสารสกัดสมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมาน *P.linteus* เป็นองค์ประกอบร่วมกับซิสพลาตินต่อการมีชีวิตของเซลล์มะเร็งปากมดลูก เป็นการศึกษาสารสกัดสมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบด้วยการใช้ร่วมกับซิสพลาตินซึ่งเป็นยาเคมีบำบัดโดยต้องการลดการใช้ซิสพลาติน เพื่อลดผลข้างเคียงของยาเคมีบาบัดที่ใช้ในการรักษามะเร็ง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 มะเร็งปากมดลูก

โรคมะเร็งเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับแรก ๆ ของประชากรไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และยังคงมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในทุกๆปีมะเร็งปากมดลูกเป็นหนึ่งในมะเร็งที่พบมากและเป็นสาเหตุการเสียชีวิตด้วยโรคมะเร็งอันดับสี่ในเพศหญิงโดยมีผู้ป่วยรายใหม่ประมาณ 604,000 ราย และเสียชีวิต 342,000 ราย ทั่วโลกในปี 2563 (Sung et al., 2020) โดยส่วนใหญ่มะเร็งปากมดลูกจะพบในประเทศที่มีรายได้น้อย และมาตรการคัดกรองไม่เพียงพอ

มะเร็งปากมดลูกเกิดจากความผิดปกติของเซลล์บริเวณปากมดลูก มะเร็งปากมดลูกส่วนใหญ่เกิดจากการติดเชื้อไวรัส Human Papillomavirus (HPV) แต่อย่างไรก็ตาม ยังคงมีปัจจัยร่วมที่สำคัญอื่น ๆ ได้แก่ การมีเพศสัมพันธ์ตั้งแต่อายุน้อย การมีภูมิคุ้มกันบกพร่อง การสูบบุหรี่ การคลอดบุตรหลายครั้ง และการใช้ยาคุมกำเนิดเป็นระยะเวลานาน มะเร็งปากมดลูกสามารถป้องกันได้จากมาตรการป้องกันเบื้องต้นด้วยการวัคซีน HPV และการตรวจคัดกรอง อย่างไรก็ตามมาตรการเหล่านี้ไม่ได้ถูกนำไปใช้อย่างเท่าเทียมกัน โดยเมื่อมีการพบโรคมะเร็งปากมดลูกก็มีทางเลือกในการรักษาหลายวิธี เช่น การผ่าตัด (surgery) การใช้รังสีรักษา (radiation) การใช้ยาเคมีบำบัด (chemotherapy) หรือการรักษาร่วม (Burmeister et al., 2022)

3.1.2 ซิสพลาติน

การใช้ยาเคมีบำบัดในการรักษามะเร็งเป็นการรักษาโดยการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง ซึ่งมักจะใช้ในกรณีที่ไม่สามารถรักษาด้วยการผ่าตัดและใช้รังสีรักษา เนื่องจากมีการแพร่กระจายของโรค หรืออาจมีการใช้ยาเคมีบำบัดร่วมกับรังสีรักษา ด้วยยาเคมีบำบัดจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการรักษาด้วยรังสีได้ (Burmeister et al., 2022)

ซิสพลาตินเป็นยาเคมีบำบัดที่มีความน่าสนใจ เนื่องการมีฤทธิ์ต้านมะเร็งหลายชนิด โดยถูกค้นพบว่ามีคุณสมบัติเป็นพิษต่อเซลล์ในทศวรรษปี 1960 และในช่วงปลายทศวรรษปี 1970 ในบรรดายาเคมีบำบัดหลายชนิดที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการรักษาโรคมะเร็ง ซิสพลาตินเป็นหนึ่งในยาที่น่าสนใจที่สุด เป็นสารประกอบแพลทินัมตัวแรกที่ได้รับการอนุมัติจาก FDA สำหรับการรักษาโรคมะเร็งในปี 1978 (Kelland, 2007) ซิสพลาตินได้รับการพิสูจน์ทางคลินิกแล้วว่าสามารถใช้ในการต้านมะเร็งต่างๆ แต่ความท้าทายที่สำคัญยังคงมีอยู่เกี่ยวกับการ

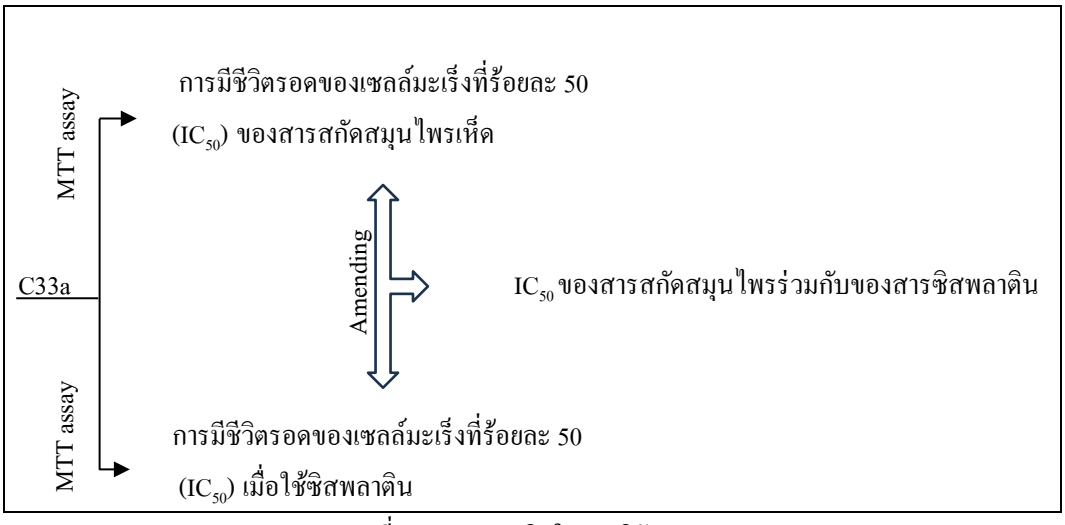
รักษา เนื่องจากการดื้อยาและผลข้างเคียงที่สำคัญ การรักษาด้วยซิสพลาตินร่วมกับยาชนิดอื่นๆ จึงถูกนำมาใช้เป็นกลยุทธ์การรักษาแบบใหม่สำหรับการรักษามะเร็งในมนุษย์

3.1.3 เห็ดกระถินพิมาน (*Phellinus linteus*)

"เห็ดกระถินพิมาน" มีลักษณะเป็นเห็ดสีน้ำตาลแห้ง มักขึ้นตามป่าละเมาะ หรือป่าเบญจพรรณที่แห้งแล้ง พบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และมักขึ้นตามต้นไม้ โดยพบมากที่สุดบนต้นกระถินพิมาน จึงเป็นที่มาของชื่อเห็ดกระถินพิมาน (ศูนย์สื่อสารองค์กร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2564: ออนไลน์) โดยได้มีการรายงานการวิจัยของเห็ดกระถินพิมานเป็นจำนวนมาก จากข้อมูลพบว่าเห็ดกระถินพิมานมีสารสำคัญหลายชนิด หนึ่งในสารนั้นคือสารกลุ่ม polysaccharide (Chen et al., 2019) จากการศึกษาวิจัยฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา พบว่าเห็ดกระถินพิมานมีฤทธิ์ในการต้านมะเร็ง โดยลดการเพิ่มจำนวน และกระตุ้นให้เกิดการตายของเซลล์มะเร็ง (Gao et al., 2017) อีกทั้งเห็ดกระถินพิมานยังมีการออกฤทธิ์ที่เกี่ยวข้องกับกลไกการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน ลดการอักเสบของต่อมลูกหมาก รวมถึงมีฤทธิ์ในการปกป้องตับ และระบบประสาท (Chen et al., 2019) นอกจากนี้พบว่ามีการศึกษา ความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งปากมดลูกด้วยสารสกัด เห็ดกระถินพิมานผสมกับสมุนไพรต่าง ๆ ซึ่งทำการทดสอบกับเซลล์มะเร็งปาก มดลูกทั้ง 3 ชนิดประกอบด้วยเซลล์ C33a, SiHa และ HeLa โดยใช้ MTT assay ในการประเมิน ระดับการรอดของเซลล์ภายหลังจากการทดสอบ และใช้ค่าความเข้มข้นที่ส่งผลให้จำนวนเซลล์ที่มีชีวิตมีค่าเท่ากับ 50% (IC_{50}) ในการบ่งบอกระดับการมีชีวิตรอดของเซลล์ พบว่ามีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งปากมดลูกทั้ง 3 ชนิด (ธนวิชญ์ แสงคีรีพัฒน์, 2564)

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการค้นคว้าแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง นำมาสู่การสร้างกรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.3 สมมติฐานการวิจัย

เมื่อใช้สารสกัดสมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบร่วมกับสารซิสพลาตินจะสามารถทำให้ลดความเข้มข้นของการใช้สารซิสพลาติน และยังคงประสิทธิภาพในการยับยั้งการรอดชีวิตของเซลล์มะเร็งปากมดลูกได้

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การสกัดสารตัวอย่างจากผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบ

การสกัดสารตัวอย่าง (สารในรูปแบบผง ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท เฮิร์บ ฟอร์ ยู จำกัด) ใช้วิธีการ Soxhlet Extraction (Chalertpet et al., 2023) โดยนำผงละเอียดของสารตัวอย่างมาอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน ที่ 60 ºC เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำผงที่อบแห้งแล้ว มาสกัดโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายด้วยอุณหภูมิสูง จากนั้นนำสารละลายที่สกัดได้มากรองด้วยฟิลเตอร์ขนาด 0.45 μm แล้วจึงนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 ºC เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

4.2 การเลี้ยงเซลล์

ในงานวิจัยครั้งนี้เลี้ยงเซลล์ C33a ซึ่งเป็นเซลล์มะเร็งปากมดลูกชนิดที่ไม่พบการติดเชื้อ HPV ตามวิธีการของ Chalertpet et al. (2023) โดยใช้อาหารเลี้ยงเซลล์ complete DMEM (cDMEM) ที่มีการผสมกันของ Dulbecoc's Modified Eagle, Medium Antibiotic และ Fatal Bovine Serum (10% FBS) จากนั้นนำไปเลี้ยงในตู้เลี้ยงเซลล์ที่ควบคุมอุณหภูมิ 37 ºC และมีความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ 5% และเมื่อเซลล์มีการเจริญเต็มที่ 80% จะทำการเปลี่ยนอาหารเลี้ยงเซลล์อีกครั้ง หรือนำเซลล์ไปใช้ในการทดสอบขั้นต่อไป

4.3 การทดสอบการมีชีวิตรอดของเซลล์มะเร็งปากมดลูกด้วยวิธี MTT

ทดสอบการมีชีวิตรอดของเซลล์มะเร็งปากมดลูก C33a ของสารสกัดสมุนไพรร่วมกับซิสพลาติน โดยเริ่มจากการนำเซลล์เลี้ยงไว้มานับเซลล์ด้วย Hemocytometer จากนั้นนำเซลล์มาเลี้ยงต่อใน 96 well-plate จำนวน 3,000 เซลล์ต่อหลุม เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเปลี่ยนอาหารเลี้ยงเซลล์ที่ผสมสารสกัดสมุนไพรในความเข้มข้น 220, 260, 300, 340, และ 380 μg/ml และสารซิสพลาตินที่ความเข้มข้น 1, 3, 5, และ 7 μM แล้วทำการเลี้ยงต่อไปอีก 48 ชั่วโมง จึงจะทำการตรวจสอบการรอดชีวิตของเซลล์ด้วยวิธี MTT assay โดยใช้ความเข้มข้นของสาร 3-(4,5-Dimethylthiazol-2-yl)-2,5-Diphenyltetrazolium Bromide (MTT) ที่ 5 μg/ml บ่มที่ 37 ºC เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 570 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate reader แล้วจึงนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าการมีชีวิตรอดของเซลล์ (% cell viability) เพื่อนำมาคำนวณหาค่าความเข้มข้นของสารสกัดสมุนไพรและสารซิสพลาตินที่ทำให้เซลล์มีการมีชีวิตรอดร้อยละ 50 (IC_{50}) เมื่อได้ค่าความเข้มข้นของสารสกัดสมุนไพรและสารซิสพลาตินที่ค่า IC_{50} แล้ว ทำการลดความเข้มข้นของสารซิสพลาตินที่ค่าความเข้มข้นน้อยกว่าค่า IC_{50} มา 3 ความเข้มข้นและนำมาใช้ร่วมกับสารสกัดสมุนไพรที่ค่าความเข้มข้น IC_{50} เพื่อที่จะหาปริมาณความเข้มข้นของการใช้ซิสพลาตินที่น้อยลง จากนั้นทำการตรวจสอบการมีชีวิตรอดของเซลล์ในอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีสารทั้งสองชนิดร่วมกันโดยที่มีส่วนผสมของสารซิสพลาตินที่ความเข้มข้นแตกต่างกันตามที่กล่าวข้างต้น

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี Paired sample T-test ในการระบุความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของแต่ละชุดการทดลองเป็นจำนวน 5 ซ้ำ โดยใช้โปรแกรม SPSS

5. ผลการวิจัย

การทดสอบการมีชีวิตรอดของเซลล์มะเร็งปากมดลูกเมื่อใช้สารสกัดสมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบและสารซิสพลาติน

ผลการทดสอบความมีชีวิตรอดของเซลล์มะเร็งปากมดลูก C33a หลังจากใช้สารสกัดสมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบพบว่าที่ความเข้มข้นเท่ากับ 220 - 380 μg/ml และใช้สารซิสพลาตินที่ความเข้มข้นเท่ากับ 3 – 11 mM แสดงค่าร้อยละ (%) การมีชีวิตรอดในตารางที่ 1 เมื่อนำค่า % การมีชีวิตรอดมาสร้าง scatter plot ทำให้ได้สมการเชิงเส้นตรง (ตารางที่ 2) สำหรับใช้คำนวณค่าการมีชีวิตรอดของเซลล์ IC_{50} ผลพบว่าสารสกัดสมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบมีค่าความเข้มข้น 379.08 mg/ml และสารซิสพลาตินมีความเข้มข้นเท่ากับ 3.12 mM

ตารางที่ 1 ร้อยละ (%) การมีชีวิตรอดของเซลล์มะเร็งปากมดลูก C33a

สารทดสอบ	ความเข้มข้นของสาร	การมีชีวิตรอด (%)
สารสกัดสมุนไพร (μg/ml)	220	94.21
	260	87.89
	300	76.48
	340	62.80
	380	46.89
สารซิสพลาติน (μM)	3	52.20
	5	40.36
	7	30.65
	9	24.39
	11	15.16

ตารางที่ 2 สมการเชิงเส้นตรงสำหรับใช้คำควณค่า Half Inhibition Concentration (IC 50%)

สารทดสอบ	สมการเชิงเส้นตรง	ค่า R-squared	ความเข้มข้นที่ IC_{50}
สารสกัดสมุนไพร	y = -0.2993x+163.46	0.9770	379.08 mg/ml
สารซิสพลาติน	y = -4.5022x+64.067	0.9893	3.12 mM

การทดสอบการมีชีวิตรอดของเซลล์มะเร็งปากมดลูกเมื่อใช้สารสกัดสมุนไพรร่วมกับสารซิสพลาติน

หลังจากทำการคำนวณค่า IC_{50} ของสารสกัดสมุนไพรและสารซิสพลาติน นำสารสกัดสมุนไพรที่ค่าความเข้มข้น IC_{50} เท่ากับ 380 mg/ml มาวางแผนการทดลองใช้ร่วมกับสารซิสพลาติน โดยลดความเข้มข้นของสารซิสพลาตินลงจากค่า IC_{50} ที่ 3 mM เหลือเพียง 3 ความเข้มข้น คือ 1, 0.5 และ 0.25 mM ตามลำดับ โดยวางแผนการทดลองดังนี้

(1). M1 =ซิสพลาตินความเข้มข้น 1 μM ร่วมกับสารสกัดสมันไพร 380 μg/ml

(2). M2 =ซิสพลาตินความเข้มข้น 0.5 μM ร่วมกับสารสกัดสมันไพร 380 μg/ml

(3). M3 =ซิสพลาตินความเข้มข้น 0.25 mM ร่วมกับสารสกัดสมันไพร 380 mg/ml

และใช้สารสกัดสมุนไพรและสารซิสพลาตินที่ค่าความเข้มข้นเท่ากับ IC_{50} เป็นชุดทดลองควบคุมบวก (Positive control) และใช้อาหารเลี้ยง cDMEM เป็นชุดทดลองควบคุมลบ (Negative control)

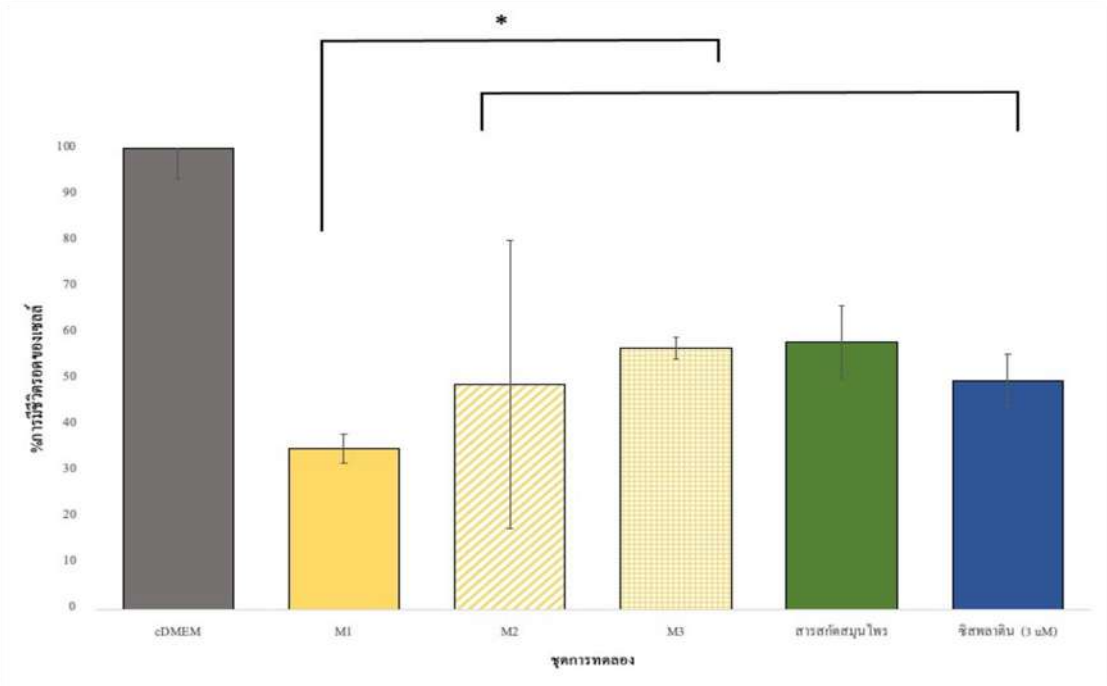
ผลการทดลองการใช้สารสกัดสมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบร่วมกับสารซิสพลาติน(ตารางที่ 2) พบว่า % การรอดชีวิตของเซลล์ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ สารสกัดสมุนไพรที่ความเข้มข้น 380 mg/ml มี

ค่าเท่ากับ 57.97% สารซิสพลาตินที่ความเข้มข้น 3 mM มีค่าเท่ากับ 49.77% ชุดการทดลอง M1 M2 และ M3 มีค่าเท่ากับ 34.99% 48.78% และ 56.65% ตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าชุดทดลอง M2 และ M3 มีค่า % การรอดชีวิตของเซลล์ใกล้เคียงกับค่าของสารสกัดสมุนไพรที่ความเข้มข้น 380 mg/ml และสารซิสพลาตินที่ความเข้มข้น 3 mM ซึ่งใช้เป็นชุดควบคุมบวก แสดงว่าการลดปริมาณสารซิสพลาตินเหลือ 0.5 และ 0.25 mM ในชุดการทดลอง M2 (*P* value = 0.660) และ M3 (*P* value = 0.648) ร่วมกับสารสกัดสมุนไพรยังคงให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งปากมดลูกชนิด C33a เทียบเท่ากับการใช้สารซิสพลาตินในความเข้มข้นสูง (3 μM) ซึ่งการใช้สารสกัดสมุนไพรและสารซิสพลาตินร่วมกันช่วยลดปริมาณการใช้สารซิสพลาตินคิดเป็น 6 – 12 เท่า จากความเข้มข้น 3 μM

ตารางที่ 3 ร้อยละ(%)การมีชีวิตรอดของเซลล์ C33a เมื่อใช้สารสกัดสมุนไพร
ร่วมกับสารซิสพลาติน

แผนการทดลอง	% การมีชีวิตรอดของเซลล์ C33a
cDMEM	100 ± 2.39
สารสกัดสมุนไพร (380 μg/ml)	57.97 ± 7.90
ซิสพลาติน (3 μM)	49.77 ± 5.76
M1	34.99 ± 6.44
M2	48.78 ± 3.18
M3	56.65 ± 31.24



ภาพที่ 2 เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตรอดของเซลล์มะเร็งปากมดลูก ชนิด C33a ในแต่ละชุดการทดลอง,
* คือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95%

6. อภิปรายผล

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการใช้สารสกัดสมุนไพรร่วมกับสารซิสพลาตินในความเข้มข้นที่ลดลง 0.5 และ 0. 25 mM ยังคงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งปากมดลูก C33a ได้ใกล้เคียงกับการใช้สารซิสพลาตินที่ความเข้มข้น 3 mM สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าได้ที่รายงานว่ามีการใช้สารซิสพลาตินร่วมกับ Tegafur-uracil ซึ่งเป็นสารต้านมะเร็งในช่องปาก พบว่าเมื่อใช้สารดังกล่าวร่วมกันแล้วทำให้มีประสิทธิภาพการรักษาที่ดี (Ichinose et al., 2000) เช่นเดียวกันการศึกษาของ Zhu et al. (2019) รายงานว่าการใช้สารสกัดจากเห็ดหลินจือ (*Ganoderma lucidum*) ร่วมกับสารซิสพลาตินสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอกในหนูทดลอง และยังช่วยเพิ่มค่าดัชนีม้ามและไทมัสอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามอาจมีผลกระทบทางพิษวิทยาเล็กน้อยต่อการทำงานของตับและไตในหนูทดลอง

ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดสมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบสามารถออกฤทธิ์ยับยั้งการมีชีวิตรอดของเซลล์มะเร็งปากมดลูกได้ และอาจให้ผลในการยับยั้งมะเร็งชนิดอื่น ๆ โดยการศึกษาของ Syukriya et al. (2023) รายงานว่าสารสกัดจาก *Similax corbularia* ร่วมกับสารสกัดจาก *Phellinus linteus* ให้ผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งเต้านม นอกจากนี้สารสกัด *Similax corbularia* ร่วมกับสารสกัด *Phellinus linteus* พบว่าสารสกัดมีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งเต้านมโดยมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์ การหยุดวัฏจักรเซลล์และเหนี่ยวนำให้เกิดการตายของเซลล์แบบอะพอพโทซิส (Chalertpet et al., 2023)

อย่างไรก็ตามยังมีการศึกษาไม่มากนักที่นำสารสกัดสมุนไพรมาใช้ร่วมกับสารเคมีบำบัด ผลการศึกษานี้จึงสนับสนุนแนวทางการใช้สารสกัดสมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบร่วมกับสารซิสพลาติน เพื่อช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมีบำบัดและอาจช่วยลดผลกระทบต่อสุขภาพของสารเคมีบำบัดได้

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

(1) ในการวิจัยนี้เรามุ่งหวังที่จะจัดให้มีการใช้สารสกัดสมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบร่วมกับซิสพลาตินในการลดผลข้างเคียงของซิสพลาติน โดยคาดหวังผลในการรักษามะเร็งในมนุษย์ อย่างไรก็ตามควรศึกษากลไกการออกฤทธิ์และผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

(1) ศึกษาการแสดงออกของยีนที่มีความเกี่ยวข้องกับมะเร็งปากมดลูก เมื่อได้รับสารสกัดสมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบ และสารสกัดสมุนไพรร่วมกับสารซิสพลาติน

(2) ศึกษากลไกการออกฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบ

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดย ศ.นพ.ดร.อภิวัฒน์ มุทิรางกูร และขอบคุณ อ.ดร.วิชาณี แบนคีรี ที่สนับสนุนสถานที่และอุปกรณ์สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ และขอขอบคุณ บริษัท เฮิร์บ ฟอร์ ยู จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้

9. เอกสารอ้างอิง

จิรประภา นาที, 2562. *มะเร็งปากมดลูก*. ค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2566, จาก: https://www.phukethospital.com/th/healthy-articles/cervical-cancer/

ศูนย์สื่อสารองค์กร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2564. *เห็ดกระถินพิมาน*. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 20สิงหาคม 2566, จาก: https://www.chula.ac.th/highlight/47119/

ธนวิชญ์ แสงคีรีพัฒน์, 2564. *ฤทธิ์ของสารสกัดเห็ดกระถินพิมานต่อการมีชีวิตรอดของเซลล์ของเซลล์และการแสดงออกของยีนของเซลล์มะเร็งปากมดลูก*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต], จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Burmeister, C.A., et al. 2022. Cervical cancer therapies: current challenges and future perspectives. *Tumour Virus Research* 13

Chalertpet K, Sangkheeteeput T, Somjit P, Bankeepee W, Yanatasaneejit P., et al. Effect of *Smilax* spp. And *Phellinus lintues* combination on cytotocicity and cell proliferation of breast cancer cells. *BMC Complementary Medicine and Therapies*. 2023: 117.

Chen, W., et al. A Review: The Bioactivities and Phamacological Applications of *Phellinus linteus. Molecules*. 2019; 24(10): 1888.

Gao, W., Wang, W., Sun, W., Wang, M., Zhang, N., & Yu, S. Antitumor and immunomodulating activities of six Phellinus igniarius polysaccharides of different origins. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 14(5), 4627-4632. doi:10.3892/etm.2017.5191

Ichinose Y, Yosimori K, Yoneda S, Kuba M, Kudoh S, Niitani H. UFT plus cisplatin combination chemotherapy in the treatment of patients with advanced nonsmall cell lung carcinoma: a multiinstitutional phase II trial. For the Japan UFT Lung Cancer Study Group. *Cancer*. 2000; 88:318–323.

Kelland L. The resurgence of platinum-based cancer chemotherapy. *Nat.Rev.Cancer*. 2007; 7:573–584.

Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *A Cancer Journal for Clinicians*. 2021:71:209–49. doi:10.3322/caac.21660.

Syukriya A, Bankeeree W, Prasongsuk S, Yanatatsaneejit P., et al.In vitro antioxidant and anticancer activities of *Similax corbularia* extract combined with *Phellinus linteus* extract against breast cancer cell lines. *National Institutes of Health.* 2023; 19(3): 63. doi:10.3892/br.2023.1645

Zhu J, Xu J, Jiang L, Huang J, Yan J, Chen Y, Yang Q, et al. Improved antitumor activity of cisplatin combined with Ganoderma lucidum polysaccharides in U14 cervical carcinoma-bearing mice. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 2019; 35: 189-249.

การประเมินความน่าเชื่อถือภายในและระหว่างผู้ประเมินของโปรแกรม Siriraj Lung Analysis สำหรับวิเคราะห์พยาธิสภาพที่เกิดขึ้นบนปอดเชิงปริมาณจากภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ปอดความละเอียดสูงของผู้ป่วยโรคเนื้อเยื่อปอดอักเสบ

INTRA- AND INTER-RATER RELIABILITY ASSESSMENT OF SIRIRAJ LUNG ANALYSIS SOFTWARE FOR PATHOLOGICAL LUNG EVALUATION FROM HIGH-RESOLUTION CHEST COMPUTED TOMOGRAPHY OF INTERSTITIAL LUNG DISEASE PATIENTS

อนัญญา ชมภูพันธุ์

ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

E-mail: ananya.chp@student.mahidol.ac.th

รศ. ดร. ไพรัช สายวิรุณพร

ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

E-mail: pairash.sai@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อประเมินผลความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมินของโปรแกรม Siriraj Lung Analysis (SiLA) ซึ่งเป็นโปรแกรมวิเคราะห์พยาธิสภาพและปริมาณของปอดจากภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ความละเอียดสูง (High-resolution computed tomography, HRCT) ในผู้ป่วยโรคเนื้อเยื่อปอดอักเสบ โดยใช้เวลาในการวิเคราะห์น้อยกว่า 2 ชั่วโมงต่อครั้ง ซึ่งเป็นประโยชน์ในการติดตามผลการรักษา วิธีวิเคราะห์พยาธิสภาพบนเนื้อเยื่อปอด เริ่มจากการแบ่งส่วนปอดออกจากทรวงอกจากภาพ HRCT โดยใช้โปรแกรม 3D Slicer และวิเคราะห์พยาธิสภาพที่เกิดขึ้นบนเนื้อเยื่อปอดในเชิงปริมาณโดยใช้โปรแกรม SiLA ด้วยวิธีการทาง Radiomic โดยจะวิเคราะห์เนื้อเยื่อปอดปริมาตร 15x15x15 voxels และสร้างฮีสโตแกรมเพื่อคัดแยกพยาธิสภาพที่เกิดขึ้น จากนั้นจะประเมินผลความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมิน โดยการประเมินผลความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมิน ผู้ประเมินจะวิเคราะห์ซ้ำ 2 ครั้ง และการประเมินผลความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน ผู้ประเมิน 2 คน จะวิเคราะห์คนละ 1 ครั้ง โดยใช้ภาพ HRCT ของผู้ป่วยโรคเนื้อเยื่อปอดอักเสบ (Interstitial lung disease, ILD) จำนวน 40 คนและยืนยันผลการวิเคราะห์โดยรังสีแพทย์ ผลการวิเคราะห์จะถูกนำมาทดสอบด้วยวิธีทางสถิติ ได้แก่ Bland-Almans plot และ intra-class coefficient (ICC) ผลความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมินของพยาธิสภาพชนิด ground glass, reticular opacity และเนื้อเยื่อปอดปกติมีค่าความสอดคล้องอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง (R^2 = 0.9881-1 และ 0.9901 - 0.9986, ICC = 0.994 - 0.999 และ 0.995 - 0.999) และโปรแกรม SiLA สามารถวัดปริมาณพยาธิสภาพ ground glass opacity, reticular opacity และเนื้อเยื่อปอดปกติที่เปลี่ยนแปลงมากกว่า 3.83%, 4.20%, และ 0.67% ตามลำดับสำหรับผู้วิเคราะห์คนเดียวกันและ 3.98%, 4,41%, และ 0.72%

ตามลำดับสำหรับผู้วิเคราะห์คนละคน ดังนั้นโปรแกรม SiLA สามารถนำไปใช้ในงานบริการทางคลินิกต่อผู้ป่วยที่มีโรคเนื้อเยื่อปอดอักเสบเพื่อประเมินปริมาตรสุทธิและร้อยละของพยาธิสภาพแต่ละชนิดบนเนื้อเยื่อปอด

คำสำคัญ: โรคเนื้อเยื่อปอดอักเสบ / การวิเคราะห์เชิงปริมาณ / การตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ความละเอียดสูง

ABSTRACT

The study aim to evaluate intra-observer and inter-observer variations of a Siriraj Lung Analysis (SiLA) program, which quantitatively identifies pulmonary pathology from high-resolution CT images. The process takes less than 2 hours. The quantitative analysis method begins with segmenting the pulmonary parenchyma and uses the radiomics method for quantifying pulmonary abnormality. The processes involve quantifying the 15x15x15 voxels region of the high-resolution CT image, creating a histogram, and comparing it to an exemplar histogram. For intra-observer variation, the raters perform intra- and inter-variation experiments on 40 cases, and an expert thoracic radiologist confirms the results. Bland-Almans plot and intra-class coefficient (ICC) were used to analyze the agreement and correlation. The intra and inter-observer variation of the ground glass opacities, reticular opacities, and normal lung have excellent correlations (R^2 = 0.9881-1 and 0.9901 - 0.9986, ICC = 0.994-0.999 and 0.995-0.999). The SiLA software can quantify the lung's abnormal changes, including ground glass opacities, reticular opacities, and normal lung, which more than 3.83%, 4.20%, and 0.67%, respectively, for the intra-observer variation and 3.98%, 4,41%, and 0.72%, respectively for the inter-observer variation. Therefore, the SiLA program can be used to quantify pulmonary abnormalities of ILD patients for identification pathology.

Key Words : Interstitial Lung Disease / Radiomics / Hrct

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

โรคเนื้อเยื่อปอดอักเสบ (Interstitial lung disease, ILD) คือโรคกลุ่มใหญ่ที่เกิดจากความผิดปกติของเนื้อเยื่อปอดจากการติดเชื้อจนเกิดการอักเสบ และเกิดพังผืด (Pruthi, 2017) ส่งผลกระทบต่อการหายใจและการได้รับออกซิเจนของร่างกาย ผู้ป่วยกลุ่มโรค ILDs จะมีอาการไม่จำเพาะคือ หายใจลำบาก เหนื่อยง่าย ไอแห้ง และออกซิเจนต่ำ ซึ่งเกิดจากประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนก๊าซของปอดลดน้อยลง ในระยะลุกลามอาจเกิดโรคแทรกซ้อนขึ้นได้ เช่น ความดันโลหิตในปอดสูง ภาวะหัวใจล้มเหลว และภาวะหายใจล้มเหลว อาการเหล่านี้หากไม่ได้รับการรักษาสามารถทรุดตัวลงได้อย่างรวดเร็วและอาจรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิต (Wongkarnjana, 2020) ถึงแม้ว่าผู้ป่วยจะมีอาการไม่จำเพาะแต่พยาธิสภาพที่เกิดขึ้นบนปอดผู้ป่วยกลุ่มโรค ILDs แตกต่างกัน ดังนี้ เนื้อเยื่อปอดอักเสบที่มีพยาธิสภาพชนิด ground-glass, reticular opacity, และ honeycombing appearance โดยพยาธิสภาพที่เกิดขึ้นบ่งบอกถึงความรุนแรง การลุกลามของโรค ILDs และมีวิธีการรักษาที่แตกต่างกัน (Aburto et al., 2018)

ในปัจจุบันการวินิจฉัยโรค ILD ทำโดยวิธี Pulmonary function test (PFTs) เป็นวิธีตรวจสมรรถภาพของปอดที่สามารถบ่งบอกถึงการทำงานที่ผิดปกติ เป็นการคัดกรองเบื้องต้นที่ใช้ในการประเมินโรคในระบบทางเดินหายใจ และใช้ภาพ HRCT ตรวจดูลักษณะของพยาธิสภาพที่เกิดขึ้น (Chetta et al., 2004) (Hoffman et al., 2022) โดยภาพ HRCT สามารถแสดงลักษณะเฉพาะและตำแหน่งของพยาธิสภาพที่เกิดขึ้นได้อย่างละเอียดและสามารถ

ตรวจพบโรคแทรกซ้อนที่มีโอกาสเกิดขึ้น (Pruthi, 2017) ส่งผลให้รังสีแพทย์สามารถวิเคราะห์ ระบุชนิดของพยาธิสภาพและจำแนกโรคได้อย่างแม่นยำรวมถึงสามารถเลือกวิธีการรักษาได้อย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตามการวินิจฉัยเพียงแค่เชิงคุณภาพทำให้การวิเคราะห์มีความคลาดเคลื่อนได้ง่ายและขาดข้อมูลเชิงปริมาณที่เป็นประโยชน์ในการบอกความรุนแรง การเลือกวิธีการรักษาและการติดตามการรักษาของผู้ป่วย ดังนั้นการวิเคราะห์เชิงปริมาณจากภาพ HRCT จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเนื่องจากปริมาณของพยาธิสภาพแต่ละชนิดในกลุ่มโรค ILD มีความสัมพันธ์กับการลุกลามและความรุนแรงของโรครวมถึงการเสียชีวิตของผู้ป่วย หากวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MIMIC (Olsen et al., 2019) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์แบบ manual จะใช้เวลานานถึง 8 ชั่วโมง ซึ่งเป็นภาระงานที่ไม่เหมาะสมสำหรับการให้บริการผู้ป่วย จึงมีการพัฒนาโปรแกรม SiLA โดยคณะวิจัยของสาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ซึ่งเป็นโปรแกรมวิเคราะห์พยาธิสภาพเชิงปริมาณของปอดจากภาพ HRCT ในโรค ILD โปรแกรม SiLA สามารถลดระยะเวลาและเพิ่มความแม่นยำในการวินิจฉัยโรคโดยการเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดกรอง หรือแยกแยะลักษณะเฉพาะของพยาธิสภาพรวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลของพยาธิสภาพในเชิงปริมาณซึ่งจะนำไปสู่การรักษาโรคเหล่านี้ได้อย่างเหมาะสมรวมถึงยังสามารถติดตามผลการรักษาได้อีกด้วย อย่างไรก็ตามยังไม่มีการประเมินผลความน่าเชื่อถือของโปรแกรมนี้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมินในการใช้โปรแกรม SiLA วิเคราะห์พยาธิสภาพเชิงปริมาณบนเนื้อเยื่อปอดของผู้ป่วยโรค ILD จากภาพ HRCT เพื่อนำไปให้บริการกับผู้ป่วยโรค ILD ที่โรงพยาบาลศิริราช

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อประเมินผลความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินและความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมินของโปรแกรม SiLA

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

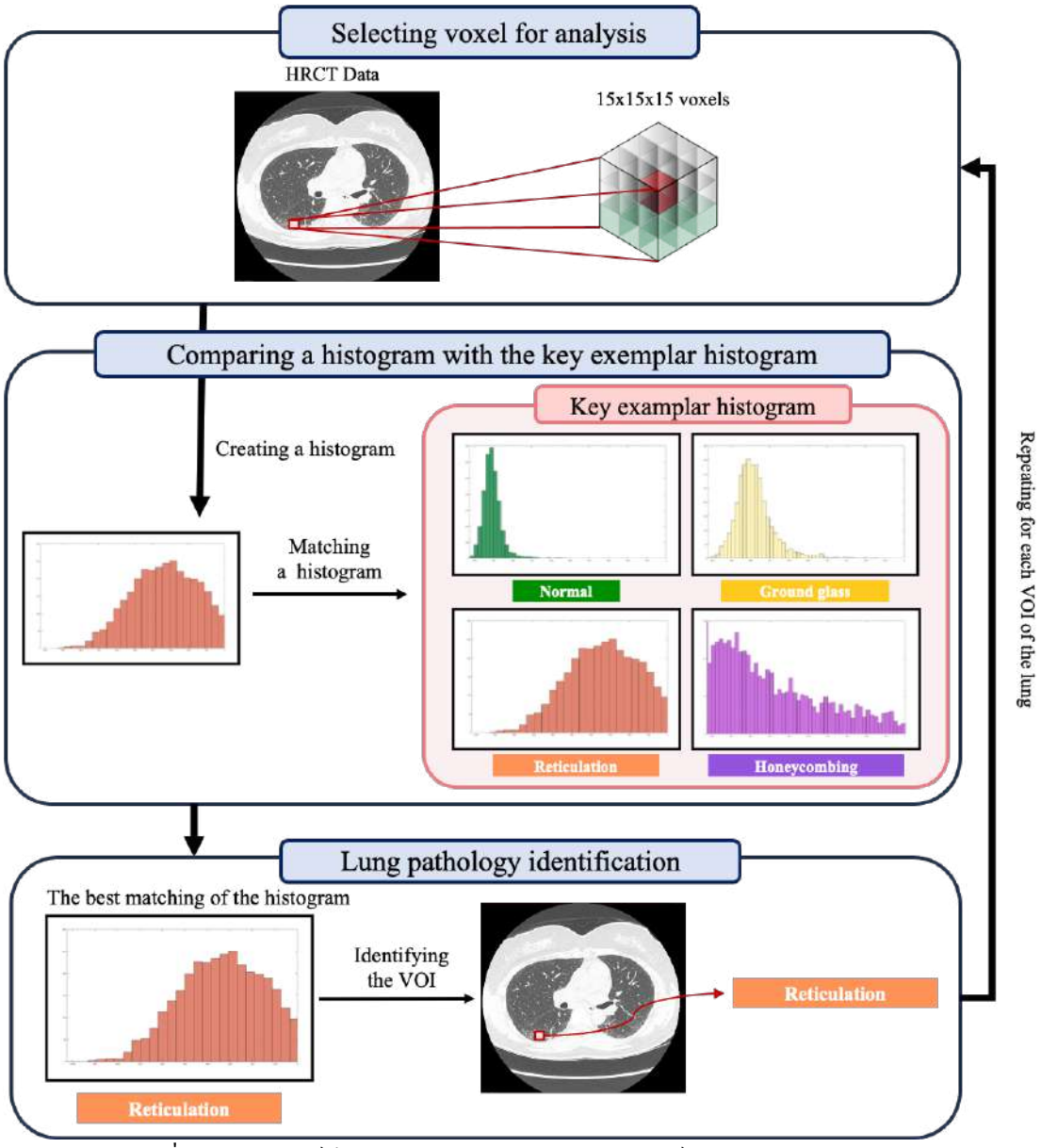
ในปัจจุบันมีการพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์เชิงปริมาณแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้วิธีการทาง Radiomic ในการแยกแยะลักษณะเฉพาะของพยาธิสภาพในกลุ่มโรค ILD รวมถึงสามารถวัดปริมาณของความผิดปกติที่เกิดขึ้นทำให้การวินิจฉัยมีความรวดเร็ว ถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น ประกอบไปด้วยวิธี Threshold based measure และ First-Order statistic

Threshold based measure คือ วิธีการแยกบริเวณที่เป็นพยาธิสภาพออกจากบริเวณอื่นๆด้วยค่า threshold ซึ่งจะนับจำนวน voxel ที่มีค่า Hounsfield unit (HU) มากกว่าหรือน้อยกว่าค่า threshold และคิดเป็นผลรวมของ voxel ที่นับได้ โดยจะแสดงผลเป็นปริมาตรสุทธิของพยาธิสภาพที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ไม่สามารถแยกความแตกต่างของโรคที่มีค่า HU เหมือนกันได้ โดยไม่สามารถแยกพยาธิสภาพชนิด reticular opacity ออกจาก ground-glass opacity ได้เนื่องจากพยาธิสภาพทั้ง 2 ชนิด มีค่า HU ต่ำ (Chen et al., 2020)

First-Order statistic คือ วิธีการประเมินการกระจายตัวของ gray level ของแต่ละ voxel โดยการสร้างฮีสโตแกรมในบริเวณเนื้อเยื่อปอดที่สนใจปริมาตร 15x15x15 voxels โดยใช้ gray level ของ pixel ตรงกลางร่วมกับ pixel ข้างเคียง วิเคราะห์ซ้ำจนครบปริมาตรปอดทั้งหมด โดยที่แกน x คือ gray level values และแกน y คือความถี่ในแต่ละ voxel จากนั้นคำนวณค่าทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย, ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ค่าความโด่ง และค่าความเบ้ โดยแต่ละพยาธิสภาพจะมีค่าทางสถิติและรูปแบบฮีสโตแกรมที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถบอกขอบเขตและปริมาณของความรุนแรงในการแพร่กระจายของพยาธิสภาพนั้นๆได้ โดยรูปแบบฮีสโตแกรมของเนื้อเยื่อปอด

ปกติจะแคบและสูง, ground glass opacity จะกว้างและต่ำกว่ารูปแบบเนื้อเยื่อปอดปกติ, reticular opacity จะเบ้ซ้าย และ honeycombing จะเบ้ขวา (ภาพที่ 1)

ในปี 2017 Patompong และคณะ (Ungprasert et al., 2017) ได้พัฒนาวิธีการวิเคราะห์พยาธิสภาพบนเนื้อเยื่อปอดเชิงปริมาณโดยการใช้โปรแกรม Computer-Aided Lung Informatics for Pathology Evaluation and Rating (CALIPER) จากภาพ HRCT ของผู้ป่วยโรค idiopathic inflammatory myopathies (IIM)-associated interstitial lung disease (ILD) ด้วยวิธีการทาง Radiomic และนำผลที่ได้ไปประเมินหาความสัมพันธ์กับวิธี PFTs ผลการทดลองพบว่าผลจากการวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยใช้โปรแกรม CALIPER มีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกับวิธี PFTs นอกจากนี้ ในปี 2020 Marlee และคณะ (Crews et al., 2020) ได้ศึกษาการวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยโปรแกรม CALIPER ในการวินิจฉัยลักษณะเฉพาะของพยาธิสภาพและการพยากรณ์โรคของผู้ป่วยโรค idiopathic pulmonary fibrosis (IPF), interstitial pneumonia with autoimmune features (IPAF), connective tissue disease (CTD) และ chronic hypersensitivity pneumonitis (cHP) ผลการทดลองพบว่าโปรแกรม CALIPER สามารถแยกแยะความแตกต่างโรคในกลุ่มโรค ILDs ได้และปริมาณพยาธิสภาพชนิด ground glass และ reticular opacity ที่เพิ่มขึ้นสามารถใช้ทำนายการเสียชีวิตได้ ในปี 2020 Chiara และคณะ (Romei et al., 2020) ได้ศึกษาการวิเคราะห์เชิงปริมาณในการประเมินการทำงานของปอดโดยวิเคราะห์จากความผิดปกติจากภาพ HRCT ของผู้ป่วยโรค IPF โดยใช้โปรแกรม CALIPER และดูความสัมพันธ์กับวิธี PFTs ผลการทดลองพบว่าผลจากการวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยโปรแกรม CALIPER และวิธี PFTs มีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน และการวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยโปรแกรม CALIPER บ่งบอกถึงการลุกลามของโรคที่มากขึ้นรวมถึงสามารถทำนายระยะเวลาการรอดชีวิตของผู้ป่วยได้อีกด้วย และ ในปี 2020 Alicia และคณะ (Chen et al., 2020) ได้ศึกษาเครื่องมือวิเคราะห์พยาธิสภาพเชิงปริมาณของโรค ILD จากภาพ HRCT พบว่าผลจากการวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์เชิงปริมาณมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์ของโรคและช่วยเลือกวิธีการรักษารวมถึงสามารถช่วยในการติดตามผลการรักษาได้อีกด้วย ทั้งนี้โปรแกรม CALIPER มีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ประมาณ 2,000 บาทต่อการวิเคราะห์ หรือ 900,000 บาทต่อปี (NICE, 2021) เนื่องจากปริมาณพยาธิสภาพแต่ละชนิด มีความสัมพันธ์กับการลุกลามและความรุนแรงของโรครวมถึงการเสียชีวิตของผู้ป่วย ส่งผลให้การวินิจฉัยกลุ่มโรค ILD ด้วยการวิเคราะห์พยาธิสภาพเชิงปริมาณจากภาพ HRCT มีความสำคัญอย่างยิ่งและจำเป็นต้องรับการตรวจวินิจฉัยอย่างต่อเนื่อง แต่ทว่าการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม CALIPER กลับมีค่าใช้จ่ายที่สูงซึ่งเป็นภาระต่อผู้ป่วย ด้วยเหตุนี้โปรแกรม SiLA จึงมีประโยชน์อย่างมาก ซึ่งจะสามารถช่วยลดระยะเวลา, เพิ่มความแม่นยำในการวินิจฉัยโรคและช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยได้อย่างมาก



ภาพที่ 1 การวิเคราะห์ด้วยวิธีการทาง Radiomic โดยวิเคราะห์ปริมาตร 15x15x15 voxels จนครบปริมาตรปอดทั้งหมด

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ประชากรและตัวอย่าง

4.2.1 เกณฑ์การคัดเลือกประชากรที่ศึกษา (Selection Criteria)

เกณฑ์รับเข้าศึกษา (Inclusion Criteria)

1. ผู้ป่วยโรค ILD
2. ภาพ HRCT-chest ของผู้ป่วยโรค ILD อยู่ในฐานข้อมูลของโรงพยาบาลศิริราช
3. ผู้ป่วยมีอายุตั้งแต่ 18 ปีบริบูรณ์ขึ้นไป

เกณฑ์คัดออกจากการศึกษา (Exclusion Criteria)

1. ภาพ HRCT-chest ของผู้ป่วยโรค ILD ที่มีสิ่งแปลกปลอม

2. ผู้ป่วยที่มีอายุน้อยกว่า 18 ปีบริบูรณ์

4.2.2 จำนวนประชากรที่ต้องการจะศึกษา (Sample Size)

การคำนวณตัวอย่างที่เหมาะสมในการประเมินผลความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมิน คือ การทดสอบสหสัมพันธ์ภายในชั้น (intra-class correlation, ICC) สูตรการคำนวณตัวอย่างของการทดสอบ ICC จากการศึกษาของ Walter และคณะ (Walter et al., 1998) (Koo & Li, 2016) แสดงดังสมการที่ 1 โดยที่ R_0 คือ acceptable reliability, R_1 คือ expected hypothesis, k คือ จำนวนผู้วิเคราะห์, Z_α คือ type I error, Z_β คือ ค่าวิกฤติของ type II error และ n คือ ขนาดตัวอย่าง โดยกำหนดให้ confidence interval เท่ากับ 95%, k เท่ากับ 2, R_0 เท่ากับ 0.5 และ R_1 เท่ากับ 0.7

$$n = 1 + \frac{2(Z_\alpha + Z_\beta)^2 k}{(\ell n C_0)^2 (k-1)} \quad (1)$$

โดยที่

$$C_0 = \frac{1+k\theta_0}{1+k\theta_1}, \theta_0 = \frac{R_0}{1-R_0}, \theta_1 = \frac{R_1}{1-R_1}$$

จากการคำนวณขนาดตัวอย่างข้างต้นพบว่าการประเมินผลความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมินใช้ขนาดตัวอย่างไม่น้อยกว่า 36 คน และเพิ่มขนาดตัวอย่างเพื่อป้องกันข้อมูลสูญหายและความครบถ้วนของข้อมูล คิดเป็น 10% จากขนาดตัวอย่างเท่ากับ 4 คน รวมเป็น 40 คน ดังนั้นในการศึกษานี้ใช้ขนาดตัวอย่าง 40 คน และการศึกษานี้ได้รับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนแล้วโดยมี COA no. คือ Si 059/2023 และ SIRB Protocol No. คือ 942/2565(IRB3)

4.2 ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษาจะแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ การแบ่งส่วนปอด, การวิเคราะห์พยาธิสภาพเชิงปริมาณบนเนื้อเยื่อปอดและการประเมินผลความน่าเชื่อถือระหว่างผู้สังเกตและความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินของโปรแกรม SiLA และการวิเคราะห์ทางสถิติ (ภาพที่ 2)

4.2.1 การแบ่งส่วนปอด

แบ่งส่วนเนื้อปอดออกจากทรวงอกและแยกหลอดลมและหลอดเลือดออกจากเนื้อปอดจากภาพ HRCT ในผู้ป่วย ILDs โดยใช้โปรแกรม 3D Slicer (5.0.2, http://www.slicer.org)

4.2.2. การวิเคราะห์พยาธิสภาพเชิงปริมาณพยาธิสภาพบนเนื้อเยื่อปอด

ส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อปอดจะถูกนำไปคำนวณค่าทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย, ค่ามัธยฐาน, ค่าความเบ้และค่าความโด่ง จากนั้นใช้โปรแกรม SiLA เพื่อคัดแยกเนื้อปอดปกติและพยาธิสภาพแต่ละชนิด โดยผลลัพธ์จะแสดงเป็นร้อยละของเนื้อเยื่อปอดและพยาธิสภาพแต่ละชนิด เนื้อเยื่อปอดปกติจะมีค่า Hounsfield unit (HU) อยู่ในช่วง -700 ถึง -600 ดังนั้นพยาธิสภาพ ground glass opacity สามารถแยกด้วยค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานเนื่องจากพยาธิสภาพชนิดนี้มีค่า Hounsfield unit สูงกว่าเนื้อเยื่อปอดปกติ reticular opacity สามารถแยกด้วยค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐาน โดยที่พยาธิสภาพชนิดนี้จะมีค่า HU สูงกว่า ground glass opacity และ honeycombing สามารถแยกด้วยค่าความเบ้ที่น้อยกว่าพยาธิสภาพชนิดอื่นเนื่องจากพยาธิสภาพชนิดนี้มีค่า HU ต่ำกว่าเนื้อเยื่อปอดปกติ

4.2.3 การประเมินผลความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมิน

ผู้ประเมินจะใช้โปรแกรม SiLA ในการคัดแยกเนื้อปอดปกติและพยาธิสภาพที่เกิดขึ้นบนเนื้อปอดจากภาพ HRCT ในผู้ป่วยโรค ILD 40 คนและยืนยันผลการวิเคราะห์โดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านรังสีทรวงอก โดยการประเมินผลความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินจะวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความแตกต่างจากการทำซ้ำ

ของผู้วิเคราะห์รายเดียวที่วิเคราะห์ซ้ำ 2 ครั้งกำหนดให้การวิเคราะห์ซ้ำจำเป็นต้องห่างกันอย่างน้อย 15 วัน และการประเมินผลความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมินจะวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความแตกต่างจากการวิเคราะห์ระหว่างผู้วิเคราะห์ 2 คน โดยผู้วิเคราะห์แต่ละคนจะไม่อยู่ในห้องทดสอบขณะผู้วิเคราะห์อีกคนอยู่ระหว่างการประเมิน

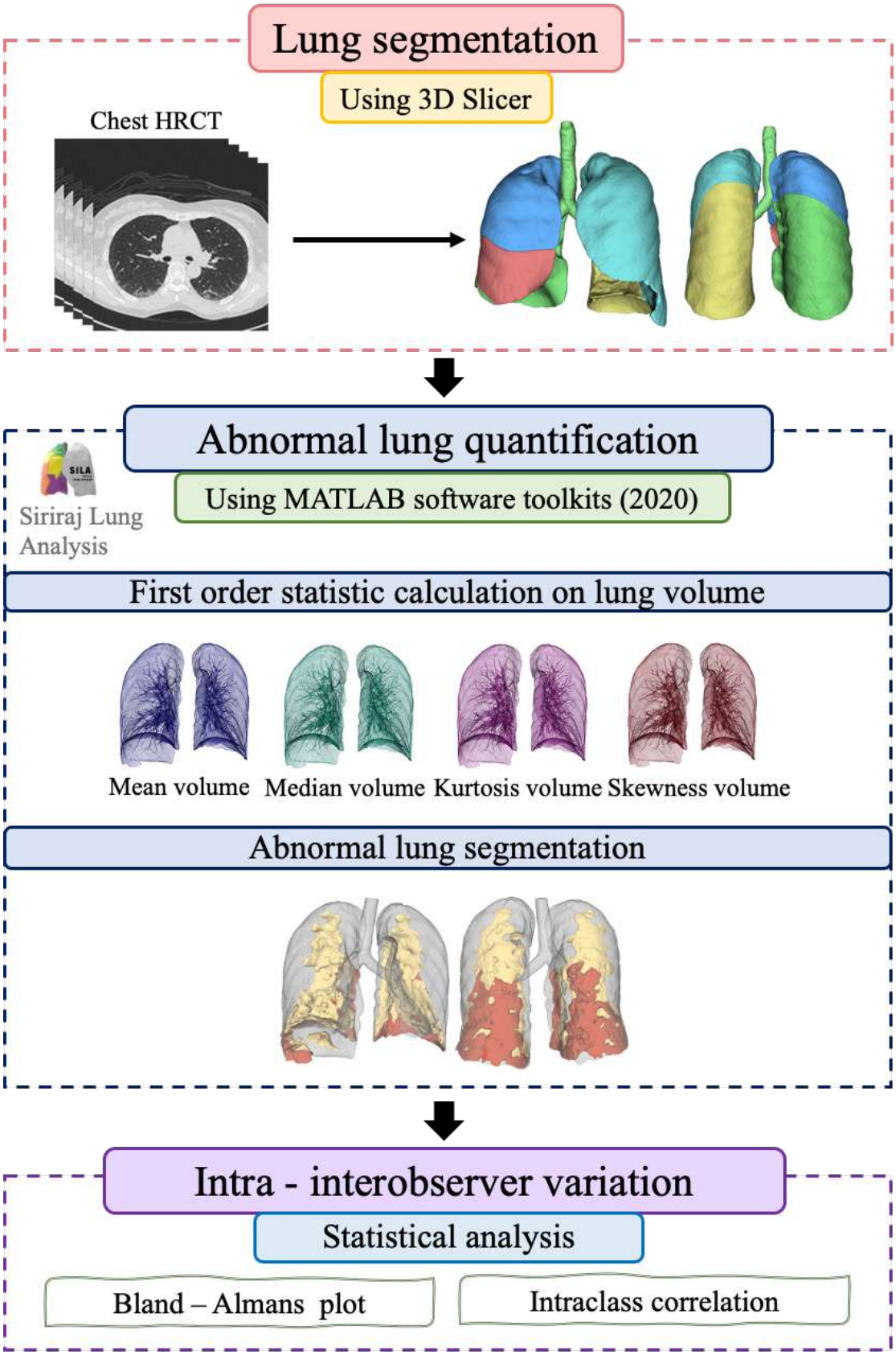
4.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เครื่องมือทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน ได้แก่ Coefficient of variation (CV) และ ICC โดยที่การศึกษาความน่าเชื่อถือของผู้ประเมินจะใช้ตัวแบบ Two-Way Mixed-Effects Model และสำหรับการศึกษาความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน จะใช้ตัวแบบ Two-Way Random-Effects Model ดังสมการที่ 2, 3 และ 4 โดยที่ SD คือ ส่วนเบี่ยนเบนมาตรฐาน, $\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย, MS_R คือ mean square for rows, MS_w คือ mean square for residual sources of variance, MS_E คือ mean square for error, และ MS_C mean square for columns, n คือ ขนาดตัวอย่าง และ k คือ จำนวนผู้วิเคราะห์ การคำนวณจะใช้โปรแกรม SPSS (IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.) กำหนด 95% confidence interval width (CIW) เท่ากับ 0.2, k เท่ากับ 2, α เท่ากับ 0.05 (Koo & Li, 2016)

$$\%CV = \frac{SD}{\overline{X}} x100 \tag{2}$$

$$ICC(3,1) = \frac{MS_R - MS_E}{MS_R + (k+1)MS_w} \tag{3}$$

$$ICC(2,1) = \frac{MS_R - MS_E}{MS_R + (k+1)MS_w + \frac{k}{n}(MS_C - MS_E)} \tag{4}$$



ภาพที่ 2 Flowchart การประเมินผลความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมิน ของการวิเคราะห์เชิงปริมาณพยาธิสภาพบนปอดด้วยโปรแกรม SiLA

5. ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของผู้ป่วย

ข้อมูลทั่วไป		จำนวนประชากรตัวอย่าง (คน) (n=40)
เพศ		
	ชาย	6
	หญิง	34
อายุ (ปี)		51± 2.78 (mean ± SD)
พยาธิสภาพบนเนื้อเยื่อปอด		
	Ground glass opacities	40
	Reticular opacities	40
	Honeycombing appearance	2

ผลการประเมินผลความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมินในการวิเคราะห์พยาธิสภาพชนิด ground glass opacity และ reticular opacity และเนื้อเยื่อปอดปกติแสดงดัง ตารางที่ 1 และ 2 ผลการประเมินผลความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินในการวิเคราะห์พยาธิสภาพชนิด ground glass opacity มีค่า CV, Bias และ ICC เท่ากับ 3.83%, - 0.48% และ 0.996 ตามลำดับ, reticular opacities มีค่า CV, Bias และ ICC เท่ากับ 4.20%, 0.16% และ 0.994 ตามลำดับและเนื้อเยื่อปอดปกติ มีค่า CV, Bias และ ICC เท่ากับ 0.69%, 0.08% และ 0.999 ตามลำดับ

ผลการประเมินความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมินในการวิเคราะห์พยาธิสภาพชนิด ground glass opacity มีค่า CV, Bias และ ICC เท่ากับ 3.98%, - 0.65% และ 0.995 ตามลำดับ, reticular opacity มีค่า CV, Bias และ ICC เท่ากับ 4.41%, -0.35% และ 0.995 ตามลำดับและเนื้อเยื่อปอดปกติมีค่า CV, Bias และ ICC เท่ากับ 0.72%, 0.19% และ 0.999 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ค่า Bias และ CV ของการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมินจากการวิเคราะห์พยาธิสภาพบนเนื้อเยื่อปอดเชิงปริมาณของผู้ป่วยโรค ILD

พยาธิสภาพบนเนื้อเยื่อปอด	ผลความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมิน		ผลความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน	
	Bias (95% CI) (%)	CV (%)	Bias (95% CI) (%)	CV (%)
Ground glass opacity	- 0.48	3.83	- 0.69	3.98
Reticular opacity	0.16	4.20	- 0.35	4.41
เนื้อเยื่อปอดปกติ	0.08	0.67	0.19	0.72
เนื้อเยื่อปอดทั้งหมด	-0.016	0.46	0.34	0.54

ตารางที่ 3 ค่า ICC ของการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมินจากการวิเคราะห์พยาธิสภาพบนเนื้อเยื่อปอดเชิงปริมาณของผู้ป่วยโรค ILD

พยาธิสภาพบนเนื้อเยื่อปอด	ผลความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมิน	ผลความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน
	ICC (3,1) (95% CI)	ICC (2,1) (95% CI)
Ground glass opacity	0.996	0.995
Reticular opacity	0.994	0.995
เนื้อเยื่อปอดปกติ	0.999	0.999
เนื้อเยื่อปอดทั้งหมด	0.999	0.999

งานวิจัยนี้รายงายผลการประเมินผลความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมินในการวิเคราะห์พยาธิสภาพชนิด ground glass opacity และ reticular opacity และเนื้อเยื่อปอดปกติเท่านั้น เนื่องจากจำนวนผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพ honeycombing มีไม่เพียงพอที่จะนำมาวิเคราะห์ในการศึกษานี้

6. อภิปรายผล

โปรแกรม SiLA สามารถวิเคราะห์พยาธิสภาพบนเนื้อเยื่อปอดเชิงปริมาณของผู้ป่วยโรค ILD จากภาพ HRCT โดยใช้วิธีการทาง Radiomic โดยสามารถวิเคราะห์และคัดแยกเนื้อเยื่อปอดปกติและลักษณะเฉพาะของพยาธิสภาพชนิด ground glass และ reticular opacity โดยใช้เวลาเพียง 2 ชั่วโมงต่อครั้ง จากการวิเคราะห์ด้วยค่า ICC ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีค่าความเที่ยงภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมินในการวิเคราะห์พยาธิสภาพชนิด ground glass opacity และ reticular opacity และเนื้อเยื่อปอดปกติอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งค่า ICC จากการวิเคราะห์พยาธิสภาพบนเนื้อเยื่อปอดภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมินโดยใช้โปรแกรม SiLA ของพยาธิสภาพ ground glass opacity และ reticular opacity มีค่ามากกว่าวิธีวิเคราะห์พยาธิสภาพบนเนื้อเยื่อปอดแบบกึ่งอัตโนมัติจากการศึกษาของ Mariaelena และคณะ (Occhipinti et al., 2019) ที่วิเคราะห์จากภาพ CT ของผู้ป่วยโรค Scleroderma-Associated Interstitial Lung Disease (SSc-ILD) ด้วยการสร้างภาพโดย specific computational algorithm เพื่อเพิ่มความคมชัดของภาพและประเมินพยาธิสภาพด้วยสายตา (ground glass opacity 0.996 vs 0.549, reticular opacity 0.994 vs 0.761) และมากกว่าวิธีวิเคราะห์พยาธิสภาพบนเนื้อเยื่อปอดแบบอัตโนมัติจากการศึกษาของ Alexandra และคณะ (Kazantzi et al., 2014) ที่วิเคราะห์จากภาพ CT ของผู้ป่วยโรค Collagen vascular disease (CVD) ด้วยการใช้ Computer-aided diagnosis 3D ILD extent โดยมีชุดข้อมูลผู้ป่วย ILD ตัวอย่าง 5 คน (ground glass opacity 0.996 vs 0.538, reticular opacity 0.994 vs 0.736)

ทั้งนี้ขั้นตอนที่อาจจะทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการวิเคราะห์พยาธิสภาพปอดเชิงปริมาณ คือ ขั้นตอนการแยกหลอดเลือดออกจากเนื้อปอดด้วยโปรแกรม 3D Slicer หากแยกหลอดเลือดออกจากเนื้อปอดไม่ดี โปรแกรม SiLA จะวิเคราะห์บริเวณหลอดเลือดเป็นพยาธิสภาพ reticular opacity ซึ่งจะทำให้การแปรผลมีความผิดพลาด

การศึกษานี้มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูงมากเนื่องจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SiLA เป็นการวิเคราะห์พยาธิสภาพบนเนื้อเยื่อปอดเชิงปริมาณแบบกึ่งอัตโนมัติที่กำหนดขอบเขตของพยาธิสภาพอย่างชัดเจน ผลการวิเคราะห์จะขึ้นอยู่กับผู้วิเคราะห์ที่มีความเชี่ยวชาญและมีเกณฑ์การวิเคราะห์ที่เหมือนกันอีกทั้งผลการวิเคราะห์จะถูกตรวจสอบความถูกต้องโดยรังสีแพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านทรวงอกทุกครั้ง ซึ่งโปรแกรม SiLA จะ

ช่วยลดระยะเวลาในการวิเคราะห์ได้มากถึง 4 เท่าหากเทียบกับการใช้โปรแกรม MIMIC (Olsen et al., 2019) ที่วิเคราะห์แบบ manual และเพิ่มความแม่นยำในการแยกแยะลักษณะเฉพาะของพยาธิสภาพรวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลของพยาธิสภาพในเชิงปริมาณเพื่อช่วยติดตามผลการรักษาของผู้ป่วยโรค ILD

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

สามารถนำโปรแกรมไปทดสอบใช้ในงานบริการทางคลินิกต่อผู้ป่วยที่มีโรค ILD เพื่อประเมินปริมาตรสุทธิและร้อยละของปริมาตรต่อปริมาตรปอดทั้งหมดของพยาธิสภาพบนเนื้อเยื่อปอด

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยนี้มีข้อมูลผู้ป่วย ILD ที่มีพยาธิสภาพ honeycombing ไม่เพียงพอ โดยพยาธิสภาพชนิดนี้สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยวิธี second order statistic

8. เอกสารอ้างอิง

Aburto, M., Herráez, I., Iturbe, D., & Jiménez-Romero, A. (2018). Diagnosis of Idiopathic Pulmonary Fibrosis: Differential Diagnosis. *Med Sci (Basel)*, *6*(3). https://doi.org/10.3390/medsci6030073

Chen, A., Karwoski, R. A., Gierada, D. S., Bartholmai, B. J., & Koo, C. W. (2020). Quantitative CT Analysis of Diffuse Lung Disease. *Radiographics*, *40*(1), 28-43. https://doi.org/10.1148/rg.2020190099

Chetta, A., Marangio, E., & Olivieri, D. (2004). Pulmonary Function Testing in Interstitial Lung Diseases. *Respiration*, *71*(3), 209-213. https://doi.org/10.1159/000077416

Crews, M. S., Bartholmai, B. J., Adegunsoye, A., Oldham, J. M., Montner, S. M., Karwoski, R. A., Husain, A. N., Vij, R., Noth, I., Strek, M. E., & Chung, J. H. (2020). Automated CT Analysis of Major Forms of Interstitial Lung Disease. *J Clin Med*, *9*(11). https://doi.org/10.3390/jcm9113776

Hoffman, T. W., van Es, H. W., Biesma, D. H., & Grutters, J. C. (2022). Potential Interstitial Lung Abnormalities on Chest X-rays prior to Symptoms of Idiopathic Pulmonary Fibrosis. *BMC Pulm Med*, *22*(1), 329. https://doi.org/10.1186/s12890-022-02122-8

Kazantzi, A., Costaridou, L., Skiadopoulos, S., Korfiatis, P., Karahaliou, A., Daoussis, D., Andonopoulos, A., & Kalogeropoulou, C. (2014). Automated 3D Interstitial Lung Disease Extent Quantification: Performance Evaluation and Correlation to PFTs. *J Digit Imaging*, *27*(3), 380-391. https://doi.org/10.1007/s10278-013-9670-z

Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med*, *15*(2), 155-163. https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012

NICE. (2021). Lung Texture Analysis for Measuring Interstitial Lung Diseases. 10 August 2012. https://www.nice.org.uk/guidance/mib272

Occhipinti, M., Bosello, S., Sisti, L. G., Cicchetti, G., de Waure, C., Pirronti, T., Ferraccioli, G., Gremese, E., & Larici, A. R. (2019). Quantitative and Semi-quantitative Computed Tomography Analysis of Interstitial Lung Disease Associated with Systemic Sclerosis: A Longitudinal Evaluation of Pulmonary Parenchyma and Vessels. *PloS one*, *14*.

Olsen, J. M. H., Bolnykh, V., Meloni, S., Ippoliti, E., Bircher, M. P., Carloni, P., & Rothlisberger, U. (2019). MiMiC: A Novel Framework for Multiscale Modeling in Computational Chemistry. *Journal of Chemical Theory and Computation*, *15*(6), 3810-3823. https://doi.org/10.1021/acs.jctc.9b00093

Pruthi, S. (2017). Interstitial Lung Disease. https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/interstitial-lung-disease/symptoms-causes/syc-20353108

Romei, C., Tavanti, L. M., Taliani, A., De Liperi, A., Karwoski, R., Celi, A., Palla, A., Bartholmai, B. J., & Falaschi, F. (2020). Automated Computed Tomography Analysis in The Assessment of Idiopathic Pulmonary Fibrosis Severity and Progression. *European Journal of Radiology*, *124*, 108852. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2020.108852

Ungprasert, P., Wilton, K., Ernste, F., Kalra, S., Crowson, C., Rajagopalan, S., & Bartholmai, B. (2017). Novel Assessment of Interstitial Lung Disease Using the "Computer-Aided Lung Informatics for Pathology Evaluation and Rating" (CALIPER) Software System in Idiopathic Inflammatory Myopathies. *Lung*, *195*, 1-8. https://doi.org/10.1007/s00408-017-0035-0

Walter, S. D., Eliasziw, M., & Donner, A. (1998). Sample Size and Optimal Designs for Reliability Studies. *Stat Med*, *17*(1), 101-110. https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0258(19980115)17:1<101::aid-sim727>3.0.co;2-e

Wongkarnjana, D. A. (2020). Interstitial Lung Disease (ILD) for Internist. In *Comprehensive Review in Internal Medicine*.

การตรวจสอบความถูกต้องของการแบ่งส่วนกระดูกอ่อนข้อเข่าด้วยโปรแกรม Siriraj Knee Cartilage Analysis (SiKA)

Validation of knee cartilage segmentation using Siriraj Knee Cartilage Analysis (SiKA) software

จิตติญาภา กู้ก้องเกียรติ

E-mail: Jidtiyapa@gmail.com

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาฟิสิกส์การแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2564

รศ.ดร.ไพรัช สายวิรุณพร

E-mail: pairash.sai@mahidol.ac.th

ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของการตรวจวิเคราะห์กระดูกอ่อนข้อเข่าแบบ semi-automatic segmentation โดยใช้เทคนิค radial intensity profiles ด้วยโปรแกรม Siriraj Knee Cartilage Analysis (SiKA) กระบวนการวิจัยในการศึกษานี้จะใช้การประเมินผลความน่าเชื่อถือภายใน (Intra-observer variation) และระหว่างผู้ประเมิน (Inter-observer variation) เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ของการวัดปริมาตรของกระดูกอ่อนข้อเข่าด้วยโปรแกรม SiKA ขั้นตอนของการศึกษาวิจัยจะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ การแบ่งส่วนกระดูกอ่อน (Cartilage Segmentation) และการวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical Analysis) โดยการแบ่งส่วนกระดูกอ่อนด้วยโปรแกรม SiKA จะทำการวิเคราะห์กระดูกอ่อนข้อเข่าทั้งหมด 3 ส่วน ได้แก่ Femoral, Tibial และ Patellar cartilage จากนั้น เก็บบันทึกผลการวิเคราะห์ปริมาตรของกระดูกอ่อนในหน่วยของลูกบาศก์มิลลิเมตร พร้อมทั้งเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ สำหรับ Intra-observer variation จะวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความแตกต่างจากการทำซ้ำของผู้วิเคราะห์รายเดียวที่วิเคราะห์ซ้ำ 2 ครั้งสำหรับ Inter-observer variation อาศัยการเปรียบเทียบระหว่างผู้วิเคราะห์ (Technician A - B) กำหนดให้ผู้วิเคราะห์รายที่ 2 (Technician B) วิเคราะห์ปริมาตรกระดูกอ่อนอีก 1 ครั้ง และเครื่องมือทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวัดปริมาตรกระดูกอ่อนข้อเข่า ได้แก่ Bland-Almans plot และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient, ICC) เพื่อประเมินความแปรปรวนระหว่างการวิเคราะห์ และสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) จะถูกนำมาใช้เพื่ออธิบายเปรียบเทียบเวลาในการวิเคราะห์ระหว่างวิธีทำด้วยมือ (manual) ผลการประเมินประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ของการวัดปริมาตรของกระดูกอ่อนข้อเข่าทั้ง 3 ส่วนด้วยโปรแกรม SiKA พบว่าค่าความน่าเชื่อถือของผู้ประเมินมีความสอดคล้องกันในระดับดีมาก สำหรับ Intra-observer variation มีค่าของ r และ ICC เท่ากับ 0.996 และ 0.998 (Femoral cartilage), 0.990 และ 0.0995 (Tibial cartilage) และ 0.999 และ 1.000 (Patellar cartilage) ในส่วนของ Inter-observer variation มีค่าของ r และ ICC เท่ากับ 0.973 และ 0.985 (Femoral cartilage), 0.947 และ

0.972 (Tibial cartilage) และ 0.993 และ 0.998 เวลาเฉลี่ยสำหรับ semi-automatic segmentation จะอยู่ที่ประมาณ 2 ชั่วโมง ซึ่งจะน้อยกว่า manual segmentation ที่ต้องใช้เวลาอย่าน้อย 8 ชั่วโมง

ในการศึกษานี้โปรแกรม SiKA สามารถลดข้อจำกัดของการศึกษาเดิม เป็น semi-automatic segmentation ที่สามารถทำการวิเคราะห์กระดูกอ่อนได้ทั้งหมด 3 ส่วน โดยที่ไม่มีการกำหนดระยะของกระดูกอ่อนในผู้ป่วยจริง สามารถวิเคราะห์กลุ่มรอยโรคประเภท Degenerative และสามารถนำข้อมูลมาใช้ในงานปฏิบัติจริง

คำสำคัญ: SiKA / การแบ่งส่วนกระดูกอ่อน / การตรวจวิเคราะห์กระดูกอ่อนข้อเข่า

ABSTRACT

This study aimed to validate knee cartilage segmentation using semi-automatic segmentation based on the radial intensity profiles technique with the Siriraj Knee Cartilage Analysis (SiKA) software. The study will use intra– andinter–variation to evaluate the efficiency of quantitative cartilage analysis by the SiKA program. The study was divided into cartilage segmentation and statistical analysis. Cartilage segmentation by the SiKA program will be analyzed. All three parts of knee cartilage, namely Femoral, Tibial, and Patellar cartilage, were then recorded in cubic millimeters of cartilage volume and analysis time. Intra-variation from a single user was analyzed twice. Inter-variation used the comparison between the users (Technician A - B), requiring the second user (Technician B) to analyze the cartilage volume and statistical tools used to analyze variance. Bland-Almans plot, Intraclass Correlation Coefficient (ICC), and descriptive statistics were used to describe analytical time comparisons between the manual and the SiKA program. Evaluating the three parts of knee cartilage volumetric analysis using the SiKA program showed excellent correlations between intra– and inter-variation. For intra-observer variation, r and ICC values were 0.996 and 0.998 (Femoral cartilage), 0.990 and 0.995 (Tibial cartilage), and 0.999 and 1.000 (Patellar cartilage). In the inter-observer variation, the r and ICC values were 0.973 and 0.985 (Femoral cartilage), 0.947 and 0.972 (Tibial cartilage) and 0.993 and 0.998. The average time for semi-automatic segmentation was approximately 2 hours, less than for manual segmentation. It took at least 8 hours. In this study, the SiKA program reduced the limitation of the previous study to a semi-automatic segmentation that can analyze all three parts of knee cartilage without determining the distance of normal cartilage. Evaluation of samples with degenerative lesions and being able to use them in clinical routine.

KEYWORDS: SiKA / CARTILAGE SEGMENTATION / SEMI–AUTOMATIC CARTILAGE SEGMENTATION

1. หลักการและเหตุผล

ข้อเข่าเป็นหนึ่งในข้อต่อที่ใหญ่ และซับซ้อนที่สุดของร่างกาย ส่วนประกอบของข้อเข่ามี 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนของกระดูกประกอบไปด้วยส่วนของกระดูก Femur, Tibia และPatella, ส่วนเอ็นข้อเข่าทำหน้าที่ช่วยพยุงการเคลื่อนไหวของข้อเข่า และกระดูกอ่อนเป็นส่วนสำคัญที่ทำหน้าที่สร้างแรงเสียดทานสำหรับการเคลื่อนไหว และลดการสึกหรอ พร้อมทั้งเพิ่มความทนทานในการใช้งาน กระดูกอ่อนเป็นส่วนประกอบของคอลลาเจนและ

proteoglycan ประสานกัน ทำหน้าที่ร่วมกับน้ำเลี้ยงข้อ ก่อให้เกิดคุณสมบัติเฉพาะที่สามารถต้านต่อ stress และ strain ต่าง ๆ สามารถรับน้ำหนักของข้อได้เป็นอย่างดี (Runge et al., 2007) ความผิดปกติของข้อเข่าสามารถเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุทั้งอาการบาดเจ็บ การอักเสบ หรือการเสื่อมสภาพ รอยโรคของกระดูกอ่อนเป็นความผิดปกติของข้อเข่าที่สำคัญ โดยทั่วไปกระดูกอ่อนข้อเข่าจะเกิดการสึกหรออย่างต่อเนื่องจากการใช้งานในชีวิตประจำวัน ในขณะเดียวกันร่างกายจะสามารถสร้าง และซ่อมแซมกระดูกอ่อนเพื่อทดแทนได้ในอัตราที่ใกล้เคียงกัน แต่ในผู้ป่วยบางรายโดยเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุ อาจจะมีอัตราการซ่อมแซมที่ลดลง ไม่เพียงพอต่อการสร้างเส้นใยคอลลาเจนเพื่อทดแทน (Peuna et al., 2018) ทำให้เกิดรอยโรคในกระดูกอ่อน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นรูปแบบของเกิดบาดแผล (เช่น กระดูกหัก บวม พื้นผิวไม่สม่ำเสมอ) และการเสื่อมของกระดูกอ่อน (การบางลงของกระดูกอ่อน) (Paunipagar & Rasalkar, 2014) โรคข้อเข่าเสื่อมเป็นโรคที่เกิดจากการเสื่อมสภาพของกระดูกอ่อน ซึ่งจะพบมากในผู้สูงอายุ โดยความผิดปกติของกระดูกอ่อนสามารถวิเคราะห์ด้วยการถ่ายภาพด้วยคลื่นสนามแม่เหล็ก (MRI) ภาพ MRI ให้ข้อมูลลักษณะรูปร่าง และขอบเขตของกระดูกอ่อนในรูปแบบข้อมูล 3 เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของกระดูกอ่อน หรือประเมินผลการรักษา และการแบ่งส่วนกระดูกอ่อนจึงมีบทบาทสำคัญ (Wang et al., 2012) ซึ่งการแบ่งส่วนกระดูกอ่อน หรือ Cartilage segmentation คือการคัดแยกเฉพาะส่วนของกระดูกอ่อนในภาพออกมา เพื่อวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญต่าง ๆ ทั้งเชิงคุณภาพ เช่น รอยโรคในรูปแบบภาพ 3 มิติ และเชิงปริมาณ เช่น ปริมาตร, พื้นที่ผิว และเส้นรอบวงของกระดูกอ่อน วิธีพื้นฐานสำหรับการแบ่งส่วนคือวิธีการแบ่งส่วนด้วยมือ (Manual segmentation) ซึ่งใช้เวลานาน และเป็นภาระงานที่หนักทำให้ไม่สามารถใช้ได้จริงในงานบริการทางคลินิก เครื่องมือที่สามารถใช้งานได้จริงจึงมีความสำคัญ

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพความถูกต้อง และความแม่นยำของการตรวจวิเคราะห์กระดูกอ่อนข้อเข่าด้วยโปรแกรม SiKA

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

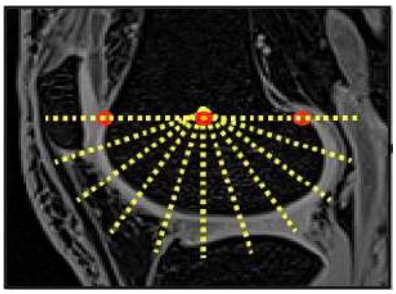
การเผยแพร่งานวิจัยการแบ่งส่วนกระดูกอ่อนมีจำนวนมาก ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 เทคนิค ได้แก่ manual, semi-automatic และ automatic segmentation

ในปี 2013 Chareancholvanich และคณะ (Chareancholvanich et al., 2014) ได้มีการทำการวิเคราะห์ผลของ hyaluronic acid ที่ฉีดเข้าภายในข้อของผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมซึ่งเข้ารับการรักษา high tibial osteotomy (HTO) โดยใช้การดูปริมาตรของกระดูกอ่อนในการติดตามผลการรักษาพบว่า hyaluronic acid ที่ฉีดเข้าไปหลังจากการผ่าตัด HTO จะไปปรับเปลี่ยนโครงสร้างของกระดูกอ่อนโดยการเพิ่มปริมาตรของกระดูกอ่อนในข้อทั้งหมด และลดการสูญเสียปริมาตรของกระดูกอ่อน ซึ่งประเมินผลการรักษาโดยใช้ MRI วัดปริมาตรของกระดูกอ่อน ภาพ MR จะถูกทำ manual segmentation ประมาณ 80 – 100 slices มี pixel size 0.286x0.286 ตารางมิลลิเมตร และมี slice thickness 1.41 มิลลิเมตร จากนั้นจะนำมา reconstruction ต่อมา virtual solid model จะถูกสร้างขึ้นจาก 3D voxel model ร่วมกับ triangular mesh และ capture ทั้งปริมาตรของกระดูกอ่อน และสัณฐานวิทยา พื้นที่ที่สนใจ (region of interest, ROI) วัดได้โดยใช้ MIMICS software (Materialise, Belgium) ซึ่งการทำ manual segmentation เป็นการวัดเฉพาะ slice ที่สนใจ และจะใช้เวลานานเป็นภาระงานที่หนัก ดังที่กล่าวไว้ในการศึกษาของ Liukkonen และคณะ (Liukkonen et al., 2017) ในปี 2017 ทำให้มีการศึกษา semi-automatic segmentation เพื่อลดระยะเวลา

และภาระงานลง นอกจากนี้ทำให้สามารถวิเคราะห์พื้นที่ของกระดูกอ่อนทั้งหมดได้ โดยพวกเขาได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนา radial intensity profiles based semi-automatic cartilage segmentation เพื่อที่จะสร้างโครงสร้าง 3 มิติของกระดูกอ่อนข้อเข่าสำหรับ biomechanical model โดยจะทำการถ่ายภาพข้อเข่าของผู้ที่มีสุขภาพเข่าที่ดี ปราศจากรอยโรค หรือข้อบ่งชี้ถึงข้อเข่าเสื่อม 6 คน ด้วย MR 3 เทสลา (3D Proton Density Turbo Spin-Echo (3D PD TSE), 3D Proton Density Fast Spin-Echo (3D PD FSE) และ 3D T2-weighted Gradient Echo (3D T2 GE) Sequences) ซึ่งทั้ง 3 Sequences จะเปรียบเทียบกันเองในแต่ละ Sequences ระหว่างการทำ manual และ semi-automatic cartilage segmentation ต่อมา MRI จะเปรียบเทียบค่าความหนา และปริมาตรของกระดูกอ่อนด้วยการทำ manual segmentation โดยใช้ Mimics v15.01 (Materialise, Leuven, Belgium) เทียบกับ semi-automatic segmentation ที่ดำเนินการโดย Matlab v7.14.0 (Mathworks Inc., Natick, MA, USA) จำนวน 2 ครั้ง

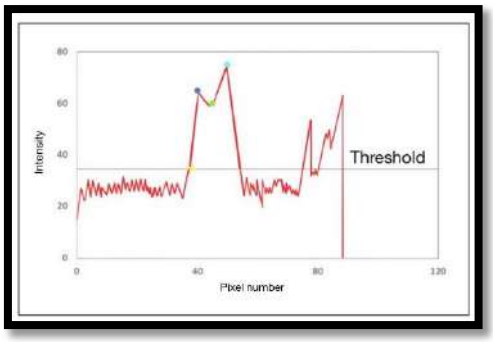
เพื่อที่จะทดสอบความสามารถในการทำซ้ำด้วยจุดประสงค์ของ radial intensity profiles based semi-automatic cartilage segmentation คือการหาพื้นผิวกระดูกอ่อน และพื้นผิวที่อยู่ระหว่างกระดูกอ่อน และกระดูกจาก radial intensity profiles ซึ่งจะมีขั้นตอนดังนี้

1. เริ่มต้นจากกำหนดจุด 3 จุด ซึ่งประกอบด้วย จุดกึ่งกลางของกระดูก (reference point (RP)) และจุดขอบของกระดูกอ่อน (edge point (EP)) ต่อมา intensity profiles จะถูกคำนวณระหว่างจุดสิ้นสุดของกระดูกอ่อน โดยแต่ละจุดจะห่างกัน 5 องศา (ดังแสดงในภาพที่ 1) ซึ่ง intensity peak แรกหลังจากกระดูกจะถูกกำหนดเป็นจุดกึ่งกลางของกระดูกอ่อน



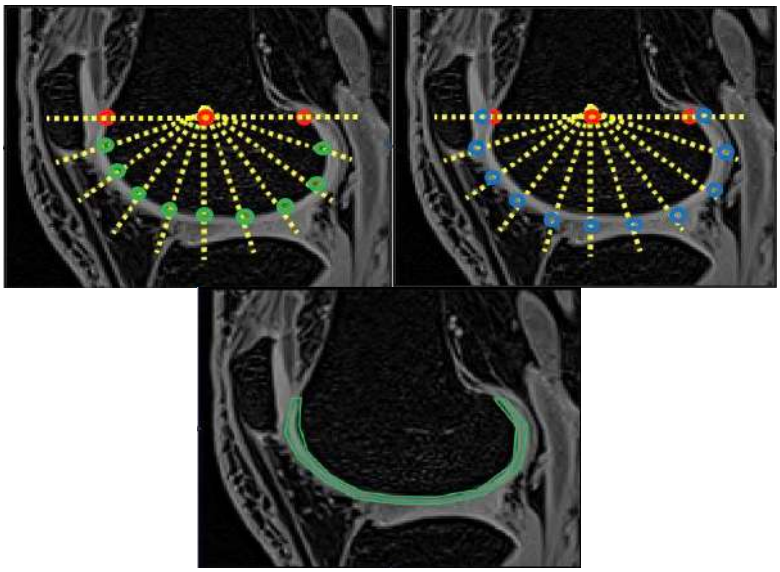
ภาพที่ 1 แสดงการกำหนดจุดกึ่งกลางของกระดูก (reference point (RP)) และจุดขอบของกระดูกอ่อน (edge point (EP))โดยจะแทนเป็นจุดสีแดง เส้น profile จะถูกคำนวณจากข้อมูลของภาพระหว่างจุด EP โดยใช้ RP เป็นจุดเริ่มต้นดังเส้นประสีเหลือง

2. พื้นผิวกระดูกอ่อน และพื้นผิวที่อยู่ระหว่างกระดูกอ่อน และกระดูกจะถูกคำนวณโดยใช้จุดกึ่งกลางของกระดูกอ่อน และรูปร่างของ intensity profiles (ดังแสดงในภาพที่ 2) ซึ่งจะมีการเริ่มต้นจาก peak intensity ที่เจอเป็น peak แรกจะถูกกำหนดเป็นจุดกึ่งกลางของกระดูกอ่อน femoral โดยจะแสดงด้วยจุดสีน้ำเงิน หลังจากนั้นเพื่อกำหนดด้านขอบของกระดูกอ่อนทั้งขอบในและขอบนอก intensity profiles ทั้งก่อนและหลัง peak จะถูกสังเกตโดยที่ขอบจะถูกกำหนดเมื่อค่า intensity มีค่าเท่ากับค่า threshold หรือในกรณีที่พบจุดต่ำสุดก่อนค่า threshold โดยจะตั้งค่า threshold ประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ของกระดูกอ่อน tibial และ 60 เปอร์เซ็นต์ของกระดูกอ่อน femoral ของ intensity สูงสุด หลังจากลบ intensity ของกระดูก โดยจุดกึ่งกลางของกระดูกอ่อน femoral และ tibial, พื้นผิวกระดูกอ่อน และพื้นผิวที่อยู่ระหว่างกระดูกอ่อน จะแสดงด้วยสีฟ้า สีเขียว สีน้ำเงิน สีเหลืองตามลำดับ



ภาพที่2 แสดงลักษณะของ intensity profiles ของเส้น profile profiles ของเส้น profile โดยกำหนดให้จุดกึ่งกลางของกระดูกอ่อน femoral และ tibial, พื้นผิวกระดูกอ่อน และพื้นผิวที่อยู่ระหว่างกระดูกอ่อน แสดงด้วยสีฟ้า สีเขียว สีน้ำเงิน สีเหลืองตามลำดับ

3. ขั้นตอนก่อนหน้านี้จะถูกทำซ้ำทำให้เกิดคู่ของจุดตามพื้นผิวกระดูกอ่อน และพื้นผิวที่อยู่ระหว่างกระดูกอ่อน และกระดูก จุดจะถูกรวมเข้าด้วยกันสร้างเป็น mask



A B C

ภาพที่ 3 แสดงการเกิดจุดตามพื้นผิวกระดูกอ่อน และพื้นผิวที่อยู่ระหว่างกระดูกอ่อน และกระดูก ซึ่งได้จาก intensity profiles ทั้งหมดดังภาพ A ที่แสดงจุดขอบในด้วยจุดสีเขียว และ ภาพ B แสดงจุดขอบนอกด้วยจุดสีน้ำเงิน จุดทั้งหมดที่ตรวจพบจะถูกเชื่อมเข้าด้วยกันเป็นการแบ่งส่วนกระดูกอ่อนแสดงให้เห็นตำแหน่งของกระดูกอ่อน femoral ดังภาพ C

ในบางครั้งอาจจะมีสิ่งรบกวนภาพ และ contrast ที่ไม่เพียงพอ ระหว่างกระดูกอ่อน และเนื้อเยื่ออื่น ๆ ทำให้ต้องใช้ manual segmentation เข้ามาช่วยในการย้ายจุดที่ไม่ถูกต้อง การศึกษาของพวกเขาพบว่า จำนวนเฉลี่ยของการแบ่งส่วนกระดูกอ่อน คือ 129 slices และ semi-automatic segmentation กับการสร้างโครงสร้าง 3 มิติของ

ข้อเข่า ใช้เวลาเฉลี่ยน้อยกว่า manual segmentation ประมาณ 4 ชั่วโมง นอกจากนี้ semi-automatic segmentation ยังแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการทำซ้ำได้อย่างดีเยี่ยม และความแตกต่างของ ความหนา, ปริมาตร, การรับแรงกด, stress และ strains ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ระหว่างสองวิธี ต่อมาในปี 2015 Pang และคณะ (Chareancholvanich et al., 2014) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ automatic segmentation แบ่งส่วนกระดูกอ่อนข้อเข่าจากภาพ MRI ด้วย Pattern Recognition ซึ่งจะนำภาพ sagittal MRI ข้อเข่าขวาของผู้ที่มีสุขภาพเข่าที่ดี 6 คน จากการถ่ายภาพด้วย SIEMNES scanner 1.5 เทสลา (T2-weighted Sequences) มาทำ manual segmentation โดยนักรังสีวิทยา และ automatic segmentation โดย Canny edge detector ซึ่งเป็น detector ที่มี sensitivity และ signal to noise ratio สูง จะตรวจจับขอบของผิวหนัง กระดูก และกระดูกอ่อน จากนั้นจะมีการปรับ threshold เพื่อปรับขอบให้เหมาะสมที่สุด ต่อมาโมเดล support vector machine (SVM) จะถูกนำมาใช้เพื่อระบุขอบให้สามารถแยกความแตกต่างของกระดูกอ่อนประเภทต่าง ๆ และสามารถกำหนดช่วงของกระดูกอ่อนได้พร้อมกันการแบ่งส่วนขั้นต้นจะเสร็จสมบูรณ์ด้วย Bayesian minimum error classification และท้ายที่สุดผลการแบ่งส่วนที่สมบูรณ์จะได้หลังจากผ่าน morphological processing จากการศึกษาของพวกเขาพบว่า automatic segmentation จะใช้เวลาเพียง 10 นาทีต่อผู้ป่วย 1 ราย (30-42 slice) ซึ่งขอบของกระดูกอ่อนจะเรียบ และสามารถแบ่งส่วนของกระดูกอ่อนที่ติดกันได้ นอกจากนี้ยังพบว่ามี agreement ที่ดีระหว่างผลลัพธ์ที่ได้จาก automatic segmentation และ manual segmentation

จากการศึกษาทั้งหมดพบว่าการใช้ manual segmentation ในการวิเคราะห์พื้นที่ของกระดูกอ่อนข้อเข่าสามารถนำมาวิเคราะห์ได้เฉพาะสไลด์ที่สนใจ และยังไม่พบงานวิจัยใดที่นำ manual segmentation มาวิเคราะห์พื้นที่ หรือปริมาตรของข้อเข่าทั้งหมด เนื่องจากเป็นภาระงานที่หนักต้องใช้เวลาอย่างมากดังเช่นการศึกษาก่อนหน้า (Liukkonen และคณะ พบว่าการทำ manual segmentation ใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมง) และมีอีกหลายการศึกษาที่นำ manual segmentation นำมาใช้อ้างอิงในงานวิจัยเท่านั้นไม่ได้นำมาใช้ในงานจริง จึงมีการศึกษาเกี่ยวกับ semi-automatic segmentation ขึ้นมา

เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ หรือปริมาตรของข้อเข่าทั้งหมด ซึ่งจะใช้เวลาน้อยกว่า manual segmentation แต่ก็ยังพบข้อจำกัดของแต่ละการศึกษา ซึ่งการศึกษาของ Liukkonen และคณะ มีข้อจำกัดในเรื่องของกลุ่มตัวอย่างเนื่องจากไม่ได้ศึกษาในกลุ่มของผู้ป่วยที่มีรอยโรคว่าสามารถนำวิธีที่ศึกษามาประเมินผลได้หรือไม่ และในงานจริงนั้น การนำมาใช้ประจำจะไม่ได้พบเฉพาะกลุ่มของผู้คนที่มีสุขภาพเข่าดีเท่านั้น และ automatic segmentation ที่ทำการศึกษาโดย Pang และคณะ จำกัดกลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้เป็นกลุ่มของผู้คนที่มีสุขภาพเข่าดีเพียงตัวอย่างเดียวที่ ซึ่งไม่มีการประเมินในตัวอย่างที่มีแผล และ ขอบของกระดูกอ่อนอาจจางลงเนื่องจากรอยโรคที่เกี่ยวข้องซึ่งยากต่อการวินิจฉัย

Cartilage segmentation ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการประเมินกระดูกอ่อนเชิงปริมาณ ไม่ว่าจะเป็น thickness, surface area หรือ volume เพื่อวินิจฉัยรอยโรค จากการศึกษางานวิจัยก่อนหน้าพบว่า Cartilage segmentation แบ่งออกเป็น manual, semi-automatic, automatic segmentation ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อดี และข้อเสียที่แตกต่างกัน ทั้งนี้การนำไปใช้จะขึ้นอยู่กับงานที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา โดยงานวิจัยก่อนหน้าที่ศึกษาไม่สามารถนำมาใช้ในโรงพยาบาลศิริราชได้ในทันที เพราะข้อจำกัดในเรื่องของกลุ่มตัวอย่าง และมีการกำหนดระยะของกระดูกอ่อนทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ในส่วนของกระดูกอ่อนที่มีความยาวเกินจากเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ไม่ได้กล่าวถึงผู้ป่วยกลุ่มรอยโรคประเภท degenerative และยังขาดการวิเคราะห์กระดูกอ่อนในส่วน patella ดังนั้นการพัฒนาวิธีใหม่ที่จึงเป็นสิ่งจำเป็น

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 ประชากรและตัวอย่าง

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจดูรอยโรค ติดตามผลการรักษาด้วยยาบนกระดูกอ่อนผิวข้อ และประเมินประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ของการวัดปริมาตรของกระดูกอ่อนข้อเข่าด้วยโปรแกรม SiKA ซึ่งได้ใช้ข้อมูลของผู้ป่วยจากงานวิจัยที่ได้รับการอนุมัติไว้แล้วใน 396/2565 (IRB2) ไม่ได้ทำการค้นหาใหม่ใด ๆ โดยข้อมูลผู้ป่วยที่นำมาใช้มีดังนี้ ผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมเพศชาย และเพศหญิง อายุระหว่าง 40-65 ปี ที่ได้รับการตรวจวินิจฉัยข้อเข่าด้วย MRI ในโรงพยาบาลศิริราช ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2563-เดือนธันวาคม 2564 ซึ่งสูตรการคำนวณขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม คือสูตรคำนวณการศึกษาความน่าเชื่อถือจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient, ICC) โดย Walter และคณะ(Walter et al., 1998) กำหนดให้ n เป็นขนาดของตัวอย่าง ค่าของ acceptable reliability (R_0) และ expected reliability (R_1) เป็น 0.50 และ 0.75 (Koo & Li, 2016) ตามลำดับ k แทนจำนวนผู้วิเคราะห์ เท่ากับ 2 ขณะที่ค่า Z_α และ Z_β เป็นค่าวิกฤตของ type I error และ type II error ตามลำดับ ค่าของ confidence interval เท่ากับ 0.95 มีวิธีการคำนวณขนาดตัวอย่างดังต่อไปนี้

$$\mathrm{n} = 1 + \frac{2(Z_\alpha + Z_\beta)^2 k}{(lnC_0)^2(k-1)}$$

ในขณะที่

$$C_0 = \frac{1+k\theta_0}{1+k\theta_1}\theta_0 = \frac{R_0}{1-R_0} \text{ และ } \theta_1 = \frac{R_1}{1-R_1}$$

จากการคำนวณพบว่าในการศึกษาครั้งนี้ใช้ขนาดตัวอย่างไม่น้อยกว่า 36 คน

4.2 ขั้นตอนการศึกษา และแบบแผนการวิจัย

กระบวนการวิจัยในการศึกษานี้จะใช้ Intra - และ inter - variation เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ของการวัดปริมาตรของกระดูกอ่อนข้อเข่าด้วยโปรแกรม SiKA โดยขั้นตอนของการศึกษาวิจัยจะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน

4.2.1 การแบ่งส่วนกระดูกอ่อน (Cartilage Segmentation)

แบ่งส่วนกระดูกอ่อนด้วยโปรแกรม SiKA ซึ่งจะทำการวิเคราะห์กระดูกอ่อนข้อเข่าทั้งหมด 3 ส่วน ได้แก่ Femoral, Tibial และPatellar cartilage จากนั้น เก็บบันทึกผลการวิเคราะห์ปริมาตรของกระดูกอ่อนในหน่วยของลูกบาศก์มิลลิเมตรพร้อมทั้งเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ สำหรับ Intra-variation จะวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความแตกต่างจากการทำซ้ำของผู้วิเคราะห์รายเดียวที่วิเคราะห์ซ้ำ 2 ครั้ง (Technician A, 1 - 2) กำหนดให้การวิเคราะห์ซ้ำจำเป็นต้องห่างกันอย่างน้อย 30 วัน สำหรับ Inter-variation อาศัยการเปรียบเทียบระหว่างผู้วิเคราะห์ (Technician A - B) กำหนดให้ผู้วิเคราะห์รายที่ 2 (Technician B) วิเคราะห์ปริมาตรกระดูกอ่อนอีก 1 ครั้ง โปรแกรม SiKA ถูกพัฒนาขึ้นจากโปรแกรม Matlab โดยคณะวิจัยของสาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล เพื่อหาพื้นผิวกระดูกอ่อนผิวข้อ และพื้นผิวที่อยู่ระหว่างกระดูกอ่อน และกระดูก ในเชิงปริมาณได้ โดยจะมีขั้นตอนดังนี้

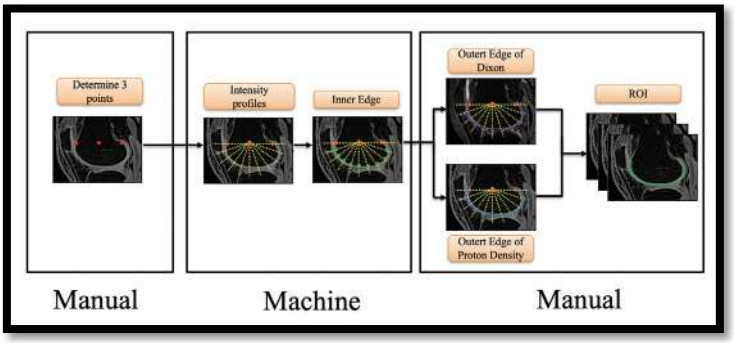
1. กำหนดจุด 2 จุด ซึ่งเป็นจุดขอบหรือจุดสิ้นสุดของกระดูกอ่อน (end point, EP) และหาจุดกึ่งกลางของทั้งสองจุดซึ่งจะถูกกำหนดให้เป็น reference point (RP) ในสไลด์แรกเริ่ม

2. intensity profiles คำนวณจากข้อมูลของภาพระหว่างจุด reference point ถึง end point แรก เพิ่มองศาการคำนวณจาก EP1 ไปสู่ EP2 หลังจากนั้น gradient จะถูกนำมาคำนวณจาก intensity profiles และจุดสูงสุดของ gradient จะกลายเป็นขอบด้านในเป็นอันดับแรก

3. จุดของขอบนอกจะถูกกำหนดโดยหาจุดต่ำสุดของ gradient การหาจุดขอบนอก สามารถเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปหาน้อยในกรณีที่จุดของขอบนอกไม่ครบคู่ โดยจะเริ่มต้นจาก ภาพ Water-only จาก 3D Dixon Sequences ต่อมาโปรแกรมจะทำการดึงจุดจาก 3D Turbo Spin-Echo Space Sequences มาใช้ หลังจาก นั้นค่อยทำการดึงจุดจากสไลด์ข้างเคียงมา และสุดท้ายจะทำการ interpolate เพื่อหาจากจุดข้างเคียง ในสไลด์เดียวกัน เนื่องจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมานั้นมีความละเอียดสูงทำให้ความคลาดเคลื่อนที่ เกิดขึ้นน้อย จึงสามารถทำวิธีต่าง ๆ ที่กล่าวมาก่อนหน้าได้เพื่อทำให้จุดของขอบนอกครบ

4. เกิดคู่ของจุดตามพื้นผิวกระดูกอ่อน และพื้นผิวที่อยู่ระหว่างกระดูกอ่อน และกระดูก จุดจะถูกรวมเข้าด้วยกัน และสร้างเป็น mask

5. ทำจนกระทั่งได้ข้อมูลครบทุกสไลด์



ภาพที่ 4 ไดอะแกรมแสดงกระบวนการทำงานของโปรแกรม SiKA

4.2.2 การวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical Analysis)

เครื่องมือทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวัดปริมาตรกระดูกอ่อนข้อเข่า ได้แก่ coefficient of variation (CV) ดังสมการที่ 1 และ Bland–Altman plot (difference plot) เพื่อประเมินความแปรปรวนระหว่างการวิเคราะห์ (ทั้ง Technician A, 1 - 2 และ Technician A -B) และสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) จะถูกนำมาใช้เพื่ออธิบายเปรียบเทียบเวลาในการวิเคราะห์ระหว่างวิธีทำด้วยมือ (manual) และโปรแกรม SiKA

$$CV = \frac{SD_{dif}}{mean_{dif}} \times 100$$

เมื่อ CV คือ coefficient of variation (%), SD_{dif} และ $mean_{dif}$ คือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของปริมาตรกระดูกอ่อน ตามลำดับ

โปรแกรม Siriraj Knee Cartilage Analysis (SiKA) เป็น semi-automatic segmentation จะมีข้อแตกต่างจากงานวิจัยก่อนหน้า โดยจะเป็นการนำข้อมูลที่ได้มาจากการภาพถ่าย MR 2 Sequences ได้แก่ 3D Dixon และ 3D Turbo Spin-Echo Space Sequences ใช้ร่วมกันในการทำ semi-automatic segmentation เพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วนมากยิ่งขึ้น เนื่องจากภาพ Water-only จาก 3D Dixon Sequences ในบางภาพอาจจะมองเห็นขอบของกระดูกอ่อนไม่ชัด ทำให้ต้องใช้ภาพของ 3D Turbo Spin-Echo Space Sequences ที่มีข้อมูลน้อยกว่าแต่บางกรณีที่สามารถมองเห็นขอบจะให้ขอบที่มีความคมชัดมากกว่าภาพ Water-only เพื่อที่จะสามารถทำการวิเคราะห์กระดูกอ่อนทั้ง tibia, femur และ patella โดยที่ไม่มีการกำหนดระยะของกระดูกอ่อนในผู้ป่วยจริง และนำข้อมูลมาใช้ในงานปฏิบัติจริงรวมถึงเน้นกลุ่มรอยโรคประเภท ทั้งนี้เนื่องจากยังไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของการแบ่งส่วนกระดูกอ่อนข้อเข่าด้วยโปรแกรม SiKA ทำให้เกิดงานวิจัยนี้ขึ้นมา

5. ผลการวิจัย

ผลการประเมินประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ของการวัดปริมาตรของกระดูกอ่อนข้อเข่าด้วยโปรแกรม SiKA สำหรับการประเมินผลความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมิน(Intra-observer variation) ของการวิเคราะห์กระดูกอ่อนข้อเข่าทั้งหมด 3 ส่วน มีค่าของ CV, Bias และ ICC เท่ากับ 0.11%, 0.89%และ 0.998 (Femoral cartilage), 0.31%, 0.98% และ 0.995 (Tibial cartilage) และ 0.02%, 0.70% และ 1.000 (Patellar cartilage) ดังแสดงในตารางที่ 1 และผลของเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์กระดูกอ่อนทั้งหมด 3 ส่วน มีค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.11 ± 0.29 ชั่วโมง การประเมินผลความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน (Inter-observer variation) ของการวิเคราะห์กระดูกอ่อนข้อเข่าทั้งหมด 3 ส่วน มีค่าของ CV, Bias และICC เท่ากับ 0.93%, 2.39% และ 0.985 (Femoral cartilage), -1.16%, 2.39% และ 0.972 (Tibial cartilage) และ -0.17%, 2.45% และ 0.998 (Patellar cartilage) ดังแสดงในตารางที่ 2 และผลของเวลาในการวิเคราะห์กระดูกอ่อนทั้งหมด 3 ส่วน มีค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.14 ± 0.22 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 ค่า CV และBias ของการประเมินผลความน่าเชื่อถือภายในและระหว่างผู้ประเมิน (Intra - inter – variation) ของการวิเคราะห์กระดูกอ่อนข้อเข่า

Cartilage	Intra-observer variation		Inter-observer variation	
	%Bias	%CV	%Bias	%CV
Femoral	0.11	0.89	-0.93	2.39
Tibial	0.31	0.98	-1.16	2.39
Patella	0.02	0.70	-0.17	2.45

ตารางที่ 2 ค่า ICC ของการประเมินผลความน่าเชื่อถือภายในและระหว่างผู้ประเมิน (Intra - inter – variation) ของการวิเคราะห์กระดูกอ่อนข้อเข่า

Cartilage	Intra-observer variation	Inter-observer variation
	ICC	ICC
Femoral	0.998	0.985
Tibial	0.995	0.972
Patella	1.000	0.998

6. อภิปรายผล

โปรแกรม Siriraj Knee Cartilage Analysis (SiKA) เป็น semi-automatic segmentation ที่สามารถทำการวิเคราะห์กระดูกอ่อนได้ทั้งหมด 3 ส่วน ได้แก่ Femoral, Tibial และPatella โดยที่ไม่มีการกำหนดระยะของกระดูกอ่อนในผู้ป่วยจริง สามารถวิเคราะห์กลุ่มรอยโรคประเภท Degenerative และสามารถนำข้อมูลมาใช้ในงานปฏิบัติจริง

การศึกษาเกี่ยวกับการแบ่งส่วนกระดูกอ่อนแบ่งเป็น manual, semi-automatic และ automatic segmentation Chareancholvanich และคณะ (Chareancholvanich et al., 2014)ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ manual segmentation เพื่อดูปริมาตรของกระดูกอ่อนในการติดตามผลการรักษาของ hyaluronic acid แต่ในการศึกษาของพวกเขาสามารถวิเคราะห์ได้เพียงบางสไลด์ที่สนใจเท่านั้น และพบว่าเป็นขั้นตอนที่ใช้ระยะเวลานานเมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรม SiKA ที่สามารถวิเคราะห์พื้นที่ของกระดูกอ่อนทั้งหมดได้ และใช้ระยะเวลาไม่นาน ต่อมา semi-automatic segmentation ซึ่ง Liukkonen และคณะ (Liukkonen et al., 2017)ได้มีการพัฒนาวิธี radial intensity profiles based semi-automatic cartilage segmentation ขึ้น แต่พวกเขาได้ทำการศึกษาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่มีสุขภาพเข่าดี ไม่ได้ศึกษาในกลุ่มของผู้ป่วยที่มีรอยโรคว่าสามารถนำวิธีที่ศึกษามาประเมินผลได้หรือไม่ สำหรับงานจริงนั้นการนำมาใช้ประจำจะไม่ได้พบเฉพาะกลุ่มของผู้คนที่มีสุขภาพเข่าดีเท่านั้นโปรแกรม SiKA ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นนั้นสามารถนำไปวิเคราะห์กลุ่มผู้ป่วยจริงที่มีรอยโรคได้ และการศึกษาของ Pang และคณะ (Pang et al., 2015) เกี่ยวกับการใช้ automatic segmentation แบ่งส่วนกระดูกอ่อนข้อเข่า ด้วย Pattern Recognition อย่างไรก็ตามวิธีของพวกเขาได้ทำการศึกษาเฉพาะกลุ่มของผู้คนที่มีสุขภาพเข่าดี เช่นเดียวกันกับ Liukkonen และคณะ นอกจากนี้ขอบของกระดูกอ่อนอาจจางลงเนื่องจากรอยโรคที่เกี่ยวข้องซึ่งยากต่อการวินิจฉัยและจากงานวิจัยก่อนหน้ามีการกำหนดค่า signal intensity threshold ไว้เพื่อบ่งบอกขอบเขตของกระดูกอ่อน ซึ่งมีข้อจำกัดเรื่อง

หลายประเด็นที่ต้องควบคุมเพื่อให้ signal intensity ของกระดูกอ่อนคงที่ เช่น เทคนิคการถ่ายภาพ, คุณภาพของภาพ และความละเอียดของภาพ เป็นต้น นอกจากนี้รอยโรคบางชนิดยังสามารถส่งผลกระทบต่อ signal intensity บริเวณนั้นได้อีกด้วย งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้เทคนิคการหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของ signal intensity แทน เพื่อลดปัญหาข้างต้นทำให้ algorithm ของเรามีความยืดหยุ่นต่อการประยุกต์ใช้มากกว่า

7.ข้อเสนอแนะ

โปรแกรม Siriraj Knee Cartilage Analysis (SiKA) สามารถนำไปใช้งานในโรงพยาบาลที่มีการตรวจข้อเข่าด้วยเครื่อง MRI และบริษัทเอกชนที่มีการให้บริการเกี่ยวกับการวิเคราะห์ภาพ อย่างไรก็ตามในบางครั้งโปรแกรม SiKA ยังคงมีข้อจำกัดเมื่อเจอรอยโรคที่ระบุยาก ทำให้เกิดการวัดขอบของกระดูกอ่อนที่คลาดเคลื่อน ดังนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญในอนาคตที่ต้องพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ปริมาตรกระดูกอ่อน

8.อ้างอิง

Chareancholvanich, K., Pornrattanamaneewong, C., & Narkbunnam, R. (2014). Increased cartilage volume after injection of hyaluronic acid in osteoarthritis knee patients who underwent high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, *22*(6), 1415-1423. https://doi.org/10.1007/s00167-013-2735-1

Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med*, *15*(2), 155-163. https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012

Liukkonen, M. K., Mononen, M. E., Tanska, P., Saarakkala, S., Nieminen, M. T., & Korhonen, R. K. (2017). Application of a semi-automatic cartilage segmentation method for biomechanical modeling of the knee joint. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*, *20*(13), 1453-1463. https://doi.org/10.1080/10255842.2017.1375477

Pang, J., Li, P., Qiu, M., Chen, W., & Qiao, L. (2015). Automatic Articular Cartilage Segmentation Based on Pattern Recognition from Knee MRI Images. *J Digit Imaging*, *28*(6), 695-703. https://doi.org/10.1007/s10278-015-9780-x

Paunipagar, B. K., & Rasalkar, D. (2014). Imaging of articular cartilage. *The Indian journal of radiology & imaging*, *24*(3), 237-248. https://doi.org/10.4103/0971-3026.137028

Peuna, A., Hekkala, J., Haapea, M., Podlipska, J., Guermazi, A., Saarakkala, S., Nieminen, M. T., & Lammentausta, E. (2018). Variable angle gray level co-occurrence matrix analysis of T2 relaxation time maps reveals degenerative changes of cartilage in knee osteoarthritis: Oulu knee osteoarthritis study. *J Magn Reson Imaging*, *47*(5), 1316-1327. https://doi.org/10.1002/jmri.25881

Runge, V. M., Nitz, W. R., Schneets, S. H., & Schoenberg, S. O. (2007). *Clinical 3T Magnetic Resonance*. Thieme Medical Publisher, Inc.

Walter, S. D., Eliasziw, M., & Donner, A. (1998). Sample size and optimal designs for reliability studies. *Stat Med*, *17*(1), 101-110. https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0258(19980115)17:1<101::aid-sim727>3.0.co;2-e

Wang, Y., Wluka, A. E., Jones, G., Ding, C., & Cicuttini, F. M. (2012). Use magnetic resonance imaging to assess articular cartilage. *Therapeutic advances in musculoskeletal disease*, *4*(2), 77-97. https://doi.org/10.1177/1759720X11431005

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในผู้สูงอายุ ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

Factors related to the severity of urinary incontinence in the elderly in Nang Lae Subdistrict, Mueang District, Chiang Rai Province.

สุกัญญา ธรรมวุฒิ[1]*, อนัญญา อยู่สวัสดิ์[2] ,สายฝน สุภาศรี[2],รวิพรรดิ พูลลาภ[2]

[1]นักศึกษาสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ [2]คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

E-mail: 631473047@crru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรุนแรงของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในผู้สูงอายุ และความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและความรุนแรงของภาวะการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่มีประวัติการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ จำนวน 370 คน โดยใช้เทคนิคการสุ่มอย่างง่าย ซึ่งเครื่องมือที่ถูกใช้ในการวิจัยนี้คือแบบสอบถามข้อมูลทั่วไปและแบบประเมินการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของไคสแควร์ และ Fisher Exact Test ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง(ร้อยละ 61.10) อยู่ในช่วงอายุ 70-79 ปี (ร้อยละ 44.30) มีอาการปัสสาวะเล็ดพร้อมกับการไอ จาม หัวเราะหรือออกแรง (ร้อยละ 88.40) และปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของภาวะการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ได้แก่ อายุ ($\times^2$= 70.659, p =0.000) ดัชนีมวลกาย ($\times^2$ =34.879,p 0.000) สถานภาพสมรส ($\times^2$ =31.117, p=0.000) การออกกำลังกาย ($\times^2$=47.579,p =0.000) ท้องผูก ($\times^2$=7.378,p=0.024) สถานที่ตั้งห้องน้ำ ($\times^2$=12.072,p=0.002) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ผลการศึกษาสามารถนำไปประกอบเป็นข้อมูลพื้นฐานในการให้ความรู้ และคำแนะนำลดปัจจัยที่ทำให้เกิดความรุนแรงของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในผู้สูงอายุเพื่อส่งเสริมให้มีพฤติกรรมสุขภาพที่เหมาะสมอย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ: ผู้สูงอายุ,ความรุนแรงของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่

ABSTRACT

This study was a descriptive study, aimed to study severity of urinary incontinence in the elderly and the relationship between personal factors and the severity of urinary incontinence among the elderly living in Nang Lae Subdistrict, Mueang District, Chiang Rai Province. The subjects were 370 people with a history of urinary incontinence using a simple random sampling technique. The instruments were used in this research were the general information questionnaire and the urinary incontinence assessment questionnaire. Data were analyzed using frequency, percentage, mean, chi-square correlation coefficient and Fisher Exact Test. The results showed that the subjects with urinary incontinence were females (61.10%), aged 70-79 years old (44.30%), and have

urinary incontinence with coughing symptoms, sneezing, laughing or exerting (88.40%). In addition, the personal factors that correlated with incontinence severity were age ($\times^2$= 70.659, p =0.000), body mass index ($\times^2$ =34.879, p=0.000), Marital status ($\times^2$=31.117, p=0.000), exercise ($\times^2$=47.579,p =0.000), constipation problem ($\times^2$=7.378,p=0.024), and bathroom location ($\times^2$=12.072,p=0.002) were statistically significant at 0.05. The results of the study can be used as basic information for providing knowledge. and recommendations for reducing factors that cause the severity of urinary incontinence in the elderly to promote continued appropriate health behavior.

Keywords: Elderly, Severity of urinary incontinence

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่เป็นปัญหาที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ ถือเป็นปัญหาสุขภาพที่มีความสำคัญอย่างหนึ่ง และพบมากขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น (สกานต์ บุนนาค.,2564) โดยในประเทศไทยมีการรายงานพบอุบัติการณ์ภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ ร้อยละ 22-24.9 ในปีพ.ศ.2563(พุทธิพร พิธานธนานุกูล,2563) ส่วนใหญ่มักพบในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย โดยเพศหญิงพบประมาณ 1 ใน 3 และเพศชาย พบประมาณ 1 ใน 4 ของประชากรผู้สูงอายุ ตั้งแต่ 50 ปีขึ้นไป และปัญหาภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่มักถูกละเลยจากการดูแล ทั้งจากตัวผู้สูงอายุเอง และบุคลากรผู้ให้บริการด้านสุขภาพ เนื่องจากผู้สูงอายุคิดว่าภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่เป็นสิ่งที่น่าอาย ผู้ป่วยสูงอายุร้อยละ 50.0-75.0 จะไม่บอกว่าตนเองมีอาการปัสสาวะเล็ดราดและหลีกเลี่ยงไม่พูดถึงอาการที่เกิดขึ้นเมื่อมาโรงพยาบาล ส่วนบางรายไม่สนใจกับภาวะดังกล่าว เพราะยอมรับว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงที่บ่งบอกถึงความเสื่อมของร่างกาย หรือบางรายคิดว่า ถึงรักษาไปก็คงไม่หายขาด หรือไม่สามารถช่วยให้อาการดีขึ้นได้ (ผ่องพรรณ อรุณแสง,2560) ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยด้านของสุขภาพกาย เช่น ปัสสาวะที่ราดออกมาจะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังเสี่ยงต่อการติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ เพิ่มอุบัติการณ์ในการหกล้ม เป็นต้น ในด้านของสุขภาพจิตพบว่าผู้สูงอายุที่มีภาวะดังกล่าวจะรู้สึกว่าตนเองไม่ปกติ มีภาวะ ซึมเศร้า กลัวผู้อื่นได้กลิ่นเหม็นปัสสาวะอายที่จะเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมและไม่กล้าเดินทางออกนอกบ้าน(ปนิฏฐา นาคช่วย,2559) นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อครอบครัวในด้านสัมพันธภาพมีการทำกิจกรรมกับบุคคลในครอบครัวลดลง และยังกระทบต่อเศรษฐกิจของครอบครัว(อัญชลีพร อมาตยกุล,2558) ซึ่งเกิดจากมีค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์ต่างๆ เพื่อจัดการกับอาการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ เช่น กางเกงในซึมซับ เป็นต้น(กัตติกา พิงคะสัน,2552)

ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ส่วนใหญ่ผู้สูงอายุชอบเข้าสังคมพบปะกับเพื่อนบ้าน ไม่ยอมบอกตนเองมีปัสสาวะเล็ด กลั้นปัสสาวะไม่อยู่ และไม่ยอมรับการรักษา เพราะรู้สึกอับอาย กลัวคนอื่นเอาไปนินทา ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยทั้งในด้านของสุขภาพกาย สุขภาพจิต อายที่จะเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมไม่ยอมเดินทางออกนอกบ้าน ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาภาวะการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในผู้สูงอายุ ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรุนแรงของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในผู้สูงอายุและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและความรุนแรงของภาวะการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในผู้สูงอายุโดยผลของการศึกษาครั้งนี้จะได้นำไปวางแผนการสร้างเสริมสุขภาพให้กับผู้สูงอายุ เช่น การดูแลตนเอง เพื่อลดความรุนแรงการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ ของผู้สูงอายุกลุ่มนี้ พร้อมทั้งการพัฒนารูปแบบการดูแลผู้สูงอายุกลุ่มปัญหาดังกล่าวต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความรุนแรงของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในผู้สูงอายุ ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

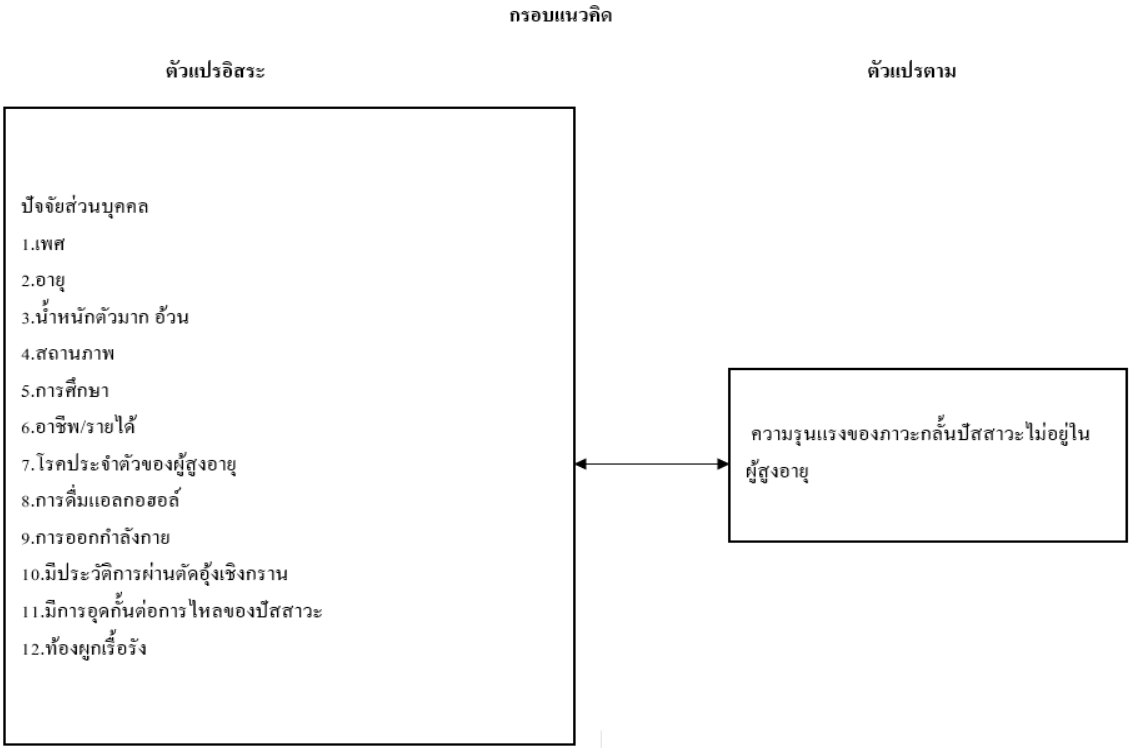
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและความรุนแรงของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในผู้สูงอายุตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความรุนแรงของภาวะการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในผู้สูงอายุ ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีเนื้อหาครอบคลุมในหัวข้อต่อไปนี้ คือ ความหมายของผู้สูงอายุ ความหมายภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ แนวคิดเกี่ยวกับผู้สูงอายุที่มีภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ ความชุกของปัญหากลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในผู้สูงอายุ ชนิดของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ สาเหตุของภาวะการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ ปัจจัยเสี่ยงของการเกิดปัญหากลั้นปัสสาวะไม่อยู่ ผลกระทบของปัญหาการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ต่อผู้สูงอายุ การดูแลรักษาปัญหาภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องคือ อรพรรณ ฟูมณีโชติ และคณะ (2560) เรื่องความชุกของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในผู้สูงอายุในชุมชนเทศบาลเมืองบ้านพรุ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่ามีชนิดภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่มากที่สุด คือปัสสาวะเล็ดเมื่อมีแรงดันในช่องท้อง จำนวน 13 ราย (ร้อยละ 57.0) เมื่อมีการเพิ่มแรงดันในช่องท้อง เช่น การไอ การจาม การหัวเราะ การยกของหนัก หรือการออกกำลังกายจึงทำให้มีปัสสาวะเล็ดออกมาโดยไม่ได้ตั้งใจสาเหตุของการเกิดภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่หลังมีการเพิ่มแรงดันในช่องท้องอาจเกิดได้จากการที่กล้ามเนื้ออุ้งเชิงกรานหย่อนตัว ซึ่งจะพบได้บ่อยในเพศหญิงอันเนื่องมาจาก การตั้งครรภ์ การคลอดบุตร หรือ วัยหมดประจำเดือน และ Chang และคณะ (2557) เรื่อง ปัจจัยเสี่ยงของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ของผู้หญิงอายุ 60 ปีขึ้นไปที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงในไต้หวัน พบว่าผู้หญิงในช่วงอายุ 80-90 ปี มีความชุกของการเกิดปัญหากลั้นปัสสาวะไม่อยู่สูง(ร้อยละ 55.00)ในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาที่อธิบายกลไกของอายุที่เพิ่มขึ้นกับปัญหากลั้นปัสสาวะไม่อยู่ได้อย่างชัดเจน แต่มีข้อสันนิษฐานว่าอาจจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลง ตามวัยของผู้สูงอายุ

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.3 สมมติฐานการวิจัย

ปัจจัยส่วนบุคคลมีความสัมพันธ์กับความรุนแรงภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในผู้สูงอายุ ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดชียงราย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ทั้งเพศชายและหญิงในตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย จำนวน 2092 คน

กลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไปที่มีภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ ทั้งเพศชายและหญิงในตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย จำนวน 2,092 คน คำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตร Yamane ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 336 คน แต่เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ของข้อมูลมากขึ้น ป้องกันการสูญหายและได้ข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ผู้วิจัยจึงเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 370 คน และใช้การสุ่มตัวอย่างโดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม โดยการแบ่งกลุ่มเป็นหมู่บ้านขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก แล้วจึงสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบง่าย โดยเลือกบ้านที่มีผู้สูงอายุอาศัยอยู่จากทะเบียนประชากรของเขตตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เกณฑ์ในการคัดเลือกหมู่บ้าน (แบ่งตามการปกครอง SML โครงการพัฒนาศักยภาพของหมู่บ้านและชุมชน)จำนวนผู้สูงอายุในหมู่บ้าน ขนาดเล็ก 74 – 130 คน จำนวนผู้สูงอายุในหมู่บ้าน ขนาดกลาง 131 – 186 คนจำนวนผู้สูงอายุใน

หมู่บ้าน ขนาดใหญ่ 187 คนขึ้นไป โดยกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าศึกษาดังนี้ (1) มีสติสัมปชัญญะสมบูรณ์ ไม่มีปัญหาในการพูดและการฟัง (2) สื่อสารภาษาไทยรู้เรื่อง สามารถตอบแบบสอบถามได้ (3) สมัครใจเข้าร่วมในการศึกษาและยินดีให้ข้อมูลตลอดเวลาที่ศึกษา

4.2 เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการดำเนินการ ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง สถานภาพ ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือน โรคประจำตัว การดื่มแอลกอฮอล์ การออกกำลังกาย ประวัติการผ่าตัดอุ้งเชิงกราน ปัญหาระบบทางเดินปัสสาวะ ปัญหาท้องผูก ที่ตั้งของห้องน้ำ ปัสสาวะออกหรือไม่ออก มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) จำนวน 15 ข้อ

ส่วนที่2 แบบประเมินการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ ที่พัฒนาโดยวารี กังใจ โดยมีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) จำนวน 5 ข้อใหญ่ มีจำนวน 22 ข้อย่อย ข้อที่1-2 มีลักษณะเป็นคำถามที่ตอบ ใช่ ไม่ใช่ และข้อ 3-5 มีลักษณะเป็นความรุนแรง 1 คะแนน หมายถึง เล็กน้อย 2 คะแนน หมายถึง ปานกลาง 3 คะแนน หมายถึง มากโดยดำเนินการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้านความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3ท่านได้ ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาเท่ากับ 1 และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มคนที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่น ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาที่ 0.925

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการจัดทำหนังสือเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการศึกษา และขออนุญาตเก็บข้อมูลแก่บุคคลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้นำชุมชน ประธานผู้สูงอายุในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เมื่อได้รับหนังสืออนุมัติแล้ว จึงดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเองโดยใช้แบบสอบถาม

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของไคสแควร์ (Chi-Square)

5. ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป พบว่ากลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิง จำนวน 266 คน (ร้อยละ 61.10) มีช่วงอายุ 70-79 ปี (ร้อยละ 44.30) มีดัชนีมวลกาย 18.50-22.90, 25.00-29.00 (ร้อยละ 28.90) มีสถานภาพสมรส (ร้อยละ 82.70) มีระดับการศึกษา ประถมศึกษา (ร้อยละ 52.40) มีรายได้ 700(ร้อยละ37.60) ความพอเพียง ไม่พอเพียง ไม่มีหนี้ (ร้อยละ 62.40) มีโรคประจำตัว (ร้อยละ 82.70) ไม่ดื่มแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 57.80) มีออกกำลังกาย (ร้อยละ 52.20) ไม่เคยผ่าตัดอุ้งเชิงกราน (ร้อยละ 99.20) ไม่มีปัญหาท้องผูก (ร้อยละ 99.46) มีห้องน้ำอยู่ในตัวบ้าน (จำนวน 99.20) และปัสสาวะออก (ร้อยละ 99.70)

ผลการศึกษาความรุนแรงของภาวะการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เริ่มมมีอาการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในช่วงไม่เกิน 6 เดือนจำนวน 224 คน (ร้อยละ 65.90) รองลงมาคือมากกว่า 6 เดือนแต่ไม่เกิน 12เดือน จำนวน 116 คน (ร้อยละ 31.40) และน้อยที่สุดคือ1-5 ปีจำนวน 3 คน (ร้อยละ 0.80) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่เริ่มอาการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในผู้สูงอายุ (n = 370)

ภาวะการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ระยะเวลาที่มีอาการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่		
ไม่เกิน 6 เดือน	224	65.90
มากกว่า 6 เดือนแต่ไม่เกิน 12 เดือน	116	31.40
1-5 ปี	3	0.80
5 ปีขึ้นไป	7	1.90

ผลการศึกษาภาวะการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่พบว่ามีปัสสาวะเล็ดพร้อมกับการไอจาม หัวเราะหรือออกแรง (ร้อยละ 88.40) ปัสสาวะเล็ดออกมาจำนวนน้อย (เป็นหยด,พุ่งออกมา) (ร้อยละ 83.80) ปัสสาวะเล็ดโดยควบคุมไม่ได้ (ร้อยละ 75.70) อาการปวดปัสสาวะต้องรีบเร่งเข้าห้องส้วมทันที (ร้อยละ 51.60) ไม่มีปัสสาวะราดก่อนถึงห้องน้ำ (ร้อยละ 78.60)ไม่มีปัสสาวะราดแบบควบคุมไม่ได้ (ร้อยละ 57.30) ไม่มีก่อนถ่ายปัสสาวะต้องรอนานกว่าจะออก (ร้อยละ 95.40) ไม่มีปัสสาวะไม่พุ่ง/ปัสสาวะหลายขยักหลายทีหรือต้องเบ่งหลายครั้งกว่าจะเสร็จ (ร้อยละ 97.30) ไม่มีปัสสาวะเสร็จแล้วมีหยดออกมาอีก (ร้อยละ 99.20) ไม่มีปัสสาวะเสร็จช้ากว่าปกติหรือใช้เวลานาน ร้อยละ 95.10 ไม่มีปัสสาวะไม่สุดรู้สึกเหลือค้างในกระเพาะปัสสาวะ (ร้อยละ90.80) ไม่มีปัสสาวะบ่อยแต่จำนวนน้อยหรือปัสสาวะเป็นหยดๆเวลาเปลี่ยนท่าทางหรือเปลี่ยนอิริยาบถ (ร้อยละ 71.60) ไม่มีข้อจำกัดของการเคลื่อนไหว (ร้อยละ 97.60) ไม่มีห้องส้วมหรือหาห้องส้วมไม่ได้ขณะปวดปัสสาวะ (ร้อยละ 85.90) ไม่ถูกจำกัดให้อยู่กับที่ (ร้อยละ 88.40) ไม่ได้รับยาที่มีผลต่อการควบคุมการขับถ่ายปัสสาวะ เช่น ยากล่อมประสาท ยานอนหลับ ยากดประสาทส่วนกลาง ยาขับปัสสาวะยาต้านโคลิเนอร์-จิก ยาต้านอัลฟา-อะดรีเนอร์จิก (ร้อยละ 98.70) ไม่ได้มีภาวะซึมเศร้า, สับสน, ความจำเสื่อม (ร้อยละ 82.70) ไม่มีความเจ็บปวดเกิดแก่ร่างกายส่วนใดส่วนหนึ่งจนไม่อยากเคลื่อนไหว (ร้อย 83.00)ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนร้อยละของอาการแสดงภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ (n = 370)

ภาวะการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่	มี		ไม่มี	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
อาการของการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ดังต่อไปนี้หรือไม่				
ปัสสาวะเล็ด				
ปัสสาวะเล็ดพร้อมกับการไอ จาม หัวเราะหรือออกแรง	327	88.40	43	11.60
ปัสสาวะเล็ดออกมาจำนวนน้อย (เป็นหยด, พุ่งออกมา)	310	83.80	60	16.20
ปัสสาวะเล็ดโดยควบคุมไม่ได้	280	75.70	90	24.30
ปัสสาวะราด/กลั้นปัสสาวะไม่ทัน				
เมื่อมีอาการปวดปัสสาวะต้องรีบเร่งเข้าห้องส้วมทันที	201	51.60	179	48.40
ปัสสาวะราดก่อนถึงห้องน้ำ	79	21.40	291	78.60
ปัสสาวะราดแบบควบคุมไม่ได้	158	42.70	212	57.30

กลั้นปัสสาวะไม่อยู่เพราะปัสสาวะล้น				
ก่อนถ่ายปัสสาวะต้องรอนานกว่าจะออก	17	4.60	353	95.40
ปัสสาวะไม่พุ่ง/ปัสสาวะหลายขยักหลายทีหรือต้องเบ่งหลายครั้งกว่าจะเสร็จ	10	2.70	360	97.30
ปัสสาวะเสร็จแล้วมีหยดออกมาอีก				
ปัสสาวะเสร็จช้ากว่าปกติหรือใช้เวลานาน	3	0.80	367	99.20
ปัสสาวะไม่สุดรู้สึกเหลือค้างในกระเพาะปัสสาวะ	18	4.90	352	95.10
ปัสสาวะบ่อยแต่จำนวนน้อยหรือปัสสาวะเป็นหยดๆเวลาเปลี่ยนท่าทางหรือเปลี่ยนอิริยาบถ	34	9.20	336	90.80
	105	28.44	265	71.60
ปัสสาวะรดเครื่องนุ่งห่มเพราะมีขีดจำกัดของร่างกาย				
มีข้อจำกัดของการเคลื่อนไหว	9	2.40	361	97.60
ไม่มีห้องส้วมหรือหาห้องส้วมไม่ได้ขณะปวดปัสสาวะ	52	14.10	318	85.90
ถูกจำกัดให้อยู่กับที่	43	11.60	327	88.40
ได้รับยาที่มีผลต่อการควบคุมการขับถ่ายปัสสาวะ เช่น ยากล่อมประสาท ยานอนหลับ ยากดประสาทส่วนกลาง ยาขับปัสสาวะยาต้านโคลิเนอร์-จิก ยาต้านอัลฟา-อะดรีเนอร์จิก	7	1.90	363	98.70
มีภาวะซึมเศร้า, สับสน, ความจำเสื่อม	64	17.30	306	82.70
มีความเจ็บปวดเกิดแก่ร่างกายส่วนใดส่วนหนึ่งจนไม่อยากเคลื่อนไหว	63	17.00	307	83.00

กลุ่มตัวอย่าง สามารถตอบได้มากกว่า1ข้อ

นอกจากนี้มีปริมาณปัสสาวะที่กลั้นไม่อยู่เล็กน้อย (ไม่กี่หยดหรือไม่เกินครึ่งช้อนโต๊ะ) จำนวน 268 คน (ร้อยละ 72.40) มีความบ่อยของการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่เล็กน้อย/เดือนละครั้ง หรือน้อยกว่านี้ จำนวน 259 คน (ร้อยละ 72.00)

ผลการศึกษามีความรุนแรงของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรุนแรงอยู่ในระดับรุนแรงน้อย จำนวน 276 คน (ร้อยละ 74.60) รุนแรงปานกลาง จำนวน 83 คน (ร้อยละ22.40) และรุนแรงมาก จำนวน 11 คน (ร้อยละ 3.00) ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนร้อยละของความรุนแรงของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ (n = 370)

ภาวะการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ความรุนแรงของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่อยู่ในระดับ		
รุนแรงน้อย	276	73.00
รุนแรงปานกลาง	83	22.40
รุนแรงมาก	11	3.00

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและความรุนแรงของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่พบว่า อายุ ($\times^2$= 70.659, p =0.000) ดัชนีมวลกาย ($\times^2$ =34.879,p 0.000) สถานภาพ ($\times^2$ =31.117, p=0.000) การออกกำลังกาย ($\times^2$=47.579,p =0.000) ปัญหาท้องผูก ($\times^2$=7.378,p=0.024) สถานที่ตั้งห้องน้ำ ($\times^2$=12.072,p=0.002) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และปัจจัยส่วนบุคคลและความรุนแรงของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ไม่มีความสัมพันธ์

กับ เพศ ระดับการศึกษา โรคประจำตัว การดื่มแอลกอฮอล์ การผ่าตัดอุ้งเชิงกราน และปัสสาวะออกอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและความรุนแรงของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ (n = 370)

ตัวแปรอิสระ	ภาวะการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่	
	x^2	P-value
อายุ	70.659	0.000*
ดัชนีมวลกาย	34.879	0.000*
สถานภาพ	31.117	0.000*
ความเพียงพอของรายได้	13.038	0.029*
การออกกำลังกาย	47.579	0.000*
สถานที่ตั้งห้องน้ำ	12.072	0.002*

*$P < 0.05$

6. อภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ความรุนแรงของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในผู้สูงอายุ ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงรายจากการวิเคราะห์ และสรุปผลการศึกษาสามารถนำมาอภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

จากผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 266 คน (ร้อยละ 61.10) และพบมากสุดช่วงอายุ 70-79 ปี จำนวน 164 คน (ร้อยละ 44.30) มีสถานภาพสมรส จำนวน 306 (ร้อยละ 82.70) มีระดับการศึกษชั้นประถมศึกษา จำนวน 194 คน (ร้อยละ 52.40) สอดคล้องกับงานวิจัยของสาวิตรี สิงหาด (2566) และคณะ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการผู้สูงอายุ ภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่และคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยสูงอายุ ในโรงพยาบาลตติยภูมิแห่งหนึ่ง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย พบว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 346 ราย พบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิง (ร้อยละ 58.70) รอง ลงมาเป็นเพศชาย (ร้อยละ 41.30) กลุ่มอายุที่พบมากที่สุด คือ อายุ 70-79 ปี (ร้อยละ 53.20) อายุเฉลี่ย 73.4 ปี มีสถานภาพสมรสคู่ (ร้อยละ 62.40) ระดับการศึกษาชั้นประถมศึกษาพบมากทีสุด (ร้อยละ 60.40) จากการศึกษาพบว่าเพศหญิงมีโอกาสเกิดปัญหากลั้นปัสสาวะไม่ได้ในผู้สูงอายุมากกว่าเพศชายอันเนื่องมาจากลักษณะทางกายภาพของผู้หญิงที่จะมีท่อปัสสาวะสั้นกว่าเพศชาย การที่กล้ามเนื้ออุ้งเชิงกรานหย่อนตัว ซึ่งจะพบได้บ่อยในเพศหญิงอันเนื่องมาจาก การตั้งครรภ์ การคลอดบุตร และการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนที่เกิดจากวัยหมดประจำเดือนทำให้เกิดปัสสาวะเล็ดหรือราดออกมาได้ง่าย(วิชัย เอกพลากร, 2559) แต่ในส่วนของอายุในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาที่อธิบายกลไกของอายุที่เพิ่มขึ้นกับปัญหากลั้นปัสสาวะไม่ได้ได้อย่างชัดเจน แต่มีข้อสันนิษฐานว่าอาจจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงตามวัยของผู้สูงอายุ ในหลายระบบร่วมกันทั้งในระบบทางเดินปัสสาวะ ระบบหลอดเลือด และระบบประสาทส่วนกลาง(Melville, et.al., 2005)

ผู้สูงอายุมีดัชนีมวลกาย 18.50-22.90 และ 25.00-29.00 จำนวน 107 คน (ร้อยละ 28.90) ถือมีจำนวนค่อนข้างมากสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chang และคณะ (2557) เรื่องปัจจัยเสี่ยงของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในสตรีอายุ 60 ปีขึ้นไปที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงในไต้หวัน พบว่าพบว่าการเพิ่มของดัชนีมวลกายมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความชุกของปัญหากลั้นปัสสาวะไม่ได้ในผู้สูงอายุ โดยที่ผู้หญิงที่มี BMI มากกว่า 24 kg/m2 มีความชุกของการเกิดปัญหากลั้นปัสสาวะไม่ได้สูงถึง (ร้อยละ 45.10) อันเนื่องมาจากดัชนีมวลกายที่เพิ่มมากขึ้นจะ

ส่งผลให้ความดันในช่องท้องสูง (intrapelvic pressure) ขึ้น ทำให้มีปัสสาวะเล็ดออกมาโดยไม่ได้ตั้งใจ (Chughtaiและคณะ.2019)

ผู้สูงอายุมีภาวะการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่มีปัสสาวะเล็ดพร้อมกับการไอจาม หัวเราะหรือออกแรง จำนวน 327 คน (ร้อยละ 88.40) ถือมีจำนวนค่อนข้างมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของอรพรรณ ฟูมณีโชติ และคณะ (2560) เรื่องความชุกของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในผู้สูงอายุในชุมชนเทศบาลเมืองบ้านพรุ อำเภอ หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบชนิดภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่มากที่สุด คือปัสสาวะเล็ดเมื่อมีแรงดันในช่องท้อง จำนวน 13 ราย (ร้อยละ 57.0) เมื่อมีการเพิ่มแรงดันในช่องท้อง เช่น การไอ การจาม การหัวเราะ การยกของหนัก หรือการออกกำลังกายจึงทำให้มีปัสสาวะเล็ดออกมาโดยไม่ได้ตั้งใจสาเหตุของการเกิดภาวะกลั้นปัสสาวะไม่ได้หลังมีการเพิ่มแรงดันในช่องท้องอาจเกิดได้จากการที่กล้ามเนื้ออุ้งเชิงกรานหย่อนตัว ซึ่งจะพบได้บ่อยในเพศหญิง อันเนื่องมาจาก การตั้งครรภ์ การคลอดบุตร หรือ วัยหมดประจำเดือน (สมทรง จิระวรานันท์ และคณะ.2562)

อายุ มีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของภาวการณ์กลั้นปัสสาวะไม่อยู่ อยู่ในระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับบทความวิจัยของ Chang และคณะ (2014) เรื่อง ปัจจัยเสี่ยงของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ของผู้หญิงอายุ 60 ปีขึ้นไปที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงในไต้หวัน พบว่าผู้หญิงในช่วงอายุ 80-90 ปี มีความชุกของการเกิดปัญหากลั้นปัสสาวะไม่ได้สูง(ร้อยละ 55.00)ในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาที่อธิบายกลไกของอายุที่เพิ่มขึ้นกับปัญหากลั้นปัสสาวะไม่ได้ได้อย่างชัดเจน แต่มีข้อสันนิษฐานว่าอาจจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลง ตามวัยของผู้สูงอายุ ในหลายระบบร่วมกันทั้งในระบบทางเดินปัสสาวะ ระบบหลอดเลือด และระบบประสาท ส่วนกลาง (Melville และคณะ 2005)

การออกกำลังกายมีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของภาวะการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ อยู่ในระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศศิโสม พงษ์เมธา และคณะ (2564) เรื่องผลของโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อลดความรุนแรงของการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในผู้สูงอายุเพศหญิงโรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลเมืองบ้านดุง อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี พบว่าหลังการเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกาย กลุ่มตัวอย่างมีน้ำหนักของปัสสาวะบนแผ่นรองซับปัสสาวะลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีการปฏิบัติตามตารางกิจกรรมของโปรแกรมเน้นในเรื่องการบริหารอุ้งเชิงกราน ทำให้มีการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออุ้งเชิงกรานและส่งผลให้ความรุนแรงของการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ลดน้อยลง

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

(1) ควรตระหนักในความรุนแรงของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่และส่งเสริมความรู้โดยการจัดอบรมให้มีความรู้ ทัศนคติที่ดี และมีการฝึกทักษะการดูแลปัญหาการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ โดยการฝึกบริหารกล้ามเนื้ออุ้งเชิงกราน รวมทั้งการให้ความช่วยเหลือเบื้องต้น หรือส่งต่อเพื่อการดูแลรักษาได้อย่างเหมาะสม

(2) เมื่อพบผู้สูงอายุที่มีภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในชุมชนควรเปิดโอกาสให้ผู้สูงอายุซักถามให้ความรู้ ตลอดจนอธิบายให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุหรือสมาชิกในครอบครัวรับทราบปัญหา เพื่อร่วมกันแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม โดยสร้างทัศนคติว่าการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่สามารถแก้ไขให้ดีขึ้น

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

(1) ควรทำการศึกษาในรูปแบบการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในกลุ่มที่เริ่มมีอาการ เพื่อให้ผู้สูงอายุมีพฤติกรรมที่เหมาะสมและแก้ปัญหาได้อย่างต่อเนื่องเป็นรูปธรรมนำไปสู่การมีชีวิตที่ดีในผู้สูงอายุ

(2) ควรมีการขยายขอบเขตของประชากรในการวิจัยครั้งต่อไป เพื่อศึกษาประชากรในกลุ่มที่กว้างขึ้นและสามารถเปรียบเทียบความสัมพันธ์และความแตกต่างได้

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำ ขอขอบคุณอาจารย์ เจ้าหน้าที่ของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน รวมถึงเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่เสียสละเวลาและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ทำให้งานวิจัยครั้งนี้ดำเนินไปได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

9. เอกสารอ้างอิง

Chang, M.K., Hsieh, H.C., Chiang, S.H., & Lee, S.T. (2014).Risk factors for urinary incontinenceamong women aged 60 or over with hypertension in Taiwan. Taiwan J Obstet Gynecol, 53(2),183-186.

Chughtai, B., Thomas, D., Russell, D., Bowles, K. & Prigerson, H.(2019). Prevalence of and Risk Factors for Urinary Incontinence in Home Hospice Patients. Eur Urol ,75(2), 268-271.

Melville, J.L., Katon, W., Delaney, K., & Newton, K. (2005). Urinary Incontinence in US Women: APopulation Based Study. Archives of Internal Medicine,165(5),537–542.

กัตติกา พิงคะสัน.Z2552).การพัฒนาแนวปฏิบัติทางคลินิกสำหรับการจัดการภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ของผู้สูงอายุ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์.วิทยานิพนธ์ปริญญาพยาบาลศาสตร์มหาบัณฑิตชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทิพย์วรรณ ยงศิริวิทย์.(2562).ระบบคลังข้อมูลด้านการแพทย์ Health Data Center (HDC) ระดับจังหวัด, ระดับเขตและระดับกระทรวง.สืบค้นเมื่อ3กรกฎาคม 2565. สืบค้นจาก https://hdcservice.moph.go.th/

ปนิฏฐา นาคช่วย. (2559). ภาวะกลั้นปัสสาวะไม่ได้ในผู้สูงอายุ.เวชสารแพทย์ทหารบก,69(1),39-44.

ผ่องพรรณ อรุณแสง. (2560).การพยาบาลปัญหาสำคัญของผู้สูงอายุ การนำใช้. พิมพ์ครั้งที่ 3. ขอนแก่น: คลังนานาวิทยา

พุทธิพร พิธานธนานุกูล.(2563). ภาวะกลั้นปัสสาวะไม่ได้ในผู้สูงอายุ.สาขาวิชาสาธารณสุขชุมชน คณะ ศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ.วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สรรพสิทธิประสงค์, 4(1), 19-31.

วารี กังใจ .(2564).แนวทางเวชปฏิบัติการดูแลผู้สูงอายุที่มีภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่.กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

วิชัย เอกพลากร.(2559). การสำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกายครั้งที่ 5 พ.ศ.2557. นนทบุรี: สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข.

ศศิโสม พงษ์เมธา.(2564). ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อลดความรุนแรงของการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ผู้สูงอายุเพศหญิงโรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลเมืองบ้านดุง อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี,3(3), 75-84.

สกานต์ บุนนาค.(2564).แนวทางเวชปฏิบัติการดูแลผู้สูงอายุที่มีภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่.กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

สาวิตรี สิงหาด,สุพดี กิตติวรเวช,จำลอง กิตติวรเวช,อธิพงศ์ สุริยา,สุเพียร โภคทิพย์.(2566). ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการผู้สูงอายุ ภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่และคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยสูงอายุในโรงพยาบาลตติยภูมิแห่งหนึ่ง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย.วารสารวิชาการสาธารณสุข,32(1),53-62.

สมทรง จิระวรานันท์, จุฬาลักษณ์ ใจแปง.(2562). ภาวะกลั้นปัสสาวะไม่ได้ในผู้สูงอายุ : บทบาทพยาบาล. วชิรสารการพยาบาลม 21(2),77-85.

อัญชลีพร อมาตยกุล.(2558). ปัสสาวะเล็ดราด. วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนพรัตน์วชิระ.

อรพรรณ ฟูมณีโชติ, พิชญา พรรคทองสุข.(2560). ความชุกของภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในผู้สูงอายุในชุมชนเทศบาลเมืองบ้านพรุ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา,35(2),133-138.

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับของผู้สูงอายุ ที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

Factors related to sleep quality sleep among elderly living in Nang Lae Subdistrict, Mueang District, Chiang Rai Province

ปาลิดา ไกลถิ่น[1], วรัญญา มณีรัตน์[2], รวิพรรดิ พูลลาภ[2], สายฝน สุภาศรี[2] , อนัญญา อยู่สวัสดิ์ [2]

[1]นักศึกษาสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ [2]คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

[*]E-mail: 631473042@crru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพการนอนหลับของผู้สูงอายุ และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับของผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 370 คน โดยใช้เทคนิคการสุ่มแบบหลายขั้นตอน(Multi-stage Sampling) เก็บข้อมูลในระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2565 - เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 เครื่องมือเป็นแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลและแบบประเมินคุณภาพการนอนหลับ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไคสแควร์ (Chi-square Test) ผลการศึกษาพบว่า พฤติกรรมการนอนหลับในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมาทั้ง 7 องค์ประกอบของผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีคุณภาพการนอนหลับในระดับดี และพบว่าปัจจัยที่ความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับ ได้แก่ ส่วนสูง สถานภาพ ระดับการศึกษา โรคประจำตัว ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ จำนวนการลุกเข้าห้องน้ำในตอนกลางคืน การนอนหลับในช่วงกลางวัน การดูโทรทัศน์ก่อนนอน ระดับความรู้สึกเครียดหรือวิตกกังวล สิ่งรบกวนจากการเล่นโทรศัพท์อุปกรณ์อิเล็กโทรนิคก่อนนอนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ผลการศึกษาสามารถนำไปประกอบเป็นข้อมูลพื้นฐานในการให้ความรู้ คำแนะนำโดยการลดปัจจัยรบกวนเพื่อส่งเสริมคุณภาพการนอนหลับที่ดี และพัฒนาเป็นโปรแกรมส่งเสริมคุณภาพการนอนหลับให้แก่ผู้สูงอายุต่อไป

คำสำคัญ: ผู้สูงอายุ, คุณภาพการนอนหลับ, ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการนอนหลับ

ABSTRACT

The purpose of this studied was to study the sleep quality of the elderly. and factors related to sleep quality of the elderly living in Nang Lae Subdistrict Municipality, Mueang District, Chiang Rai Province. A sample group of 370 people collected data between August 2022 - February 2023. Data were collected by questionnaire and the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI). Data were analyzed using frequency, percentage, mean, standard deviation and Chi-square Test. The studied found that Sleep behavior in the past 1 month, all 7 components of the sample, most of them had a good level of sleep quality. It was found that factors related to sleep quality were height, status, educational level, underlying disease, and smoking history. history of alcohol

use Number of nighttime bathroom visits daytime sleep watching television before bed level of feeling stressed or anxious Interference from playing on electronic devices before bed was significantly correlated at the 0.05 level. The results of the study can be used as basic information for providing knowledge. Recommendations by reducing disturbing factors to promote good sleep quality. and develop it into a program to promote sleep quality for the elderly

Keywords: elderly, sleep quality, factors related to sleep

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

การสูงวัยของประชากรเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นทั่วโลก โดยประเทศพัฒนาแล้วได้กลายเป็นสังคมสูงอายุอย่างสมบูรณ์เกือบทั้งหมด และประเทศที่กำลังพัฒนามีประชากรผู้อายุสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีอัตราเกิดที่ลดต่ำลงและผู้คนมีชีวิตยืนยาวขึ้น ในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยมีประชากรรวม 66.09 ล้านคน มีจำนวนผู้สูงอายุ 12.51 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 18.94 ของประชากรทั้งหมด (กรมกิจการผู้สูงอายุ, 2565) ทำให้ประเทศไทยเข้าสู่สังคมสูงอายุอย่างสมบูรณ์ ปี พ.ศ.2565 โดยจำนวนผู้สูงอายุจะอยู่ราวร้อยละ 20-30 และคาดการณ์ว่าประเทศไทยจะกลายเป็นสังคมสูงอายุระดับสุดยอดเช่นเดียวกับญี่ปุ่นที่มีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปร้อยละ 28 ในปี พ.ศ. 2574 (ศูนย์เรียนรู้สุขภาวะ, 2564) ซึ่งเมื่อเข้าสู่วัยสูงอายุย่อมมีการเปลี่ยนแปลงมากมาย และเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เสื่อมถอยลงไปทั้งทาง ร่างกาย อารมณ์ และสภาพจิตใจ โดยทุกการเปลี่ยนแปลงส่งผลให้ผู้สูงอายุใช้ชีวิตได้ไม่เหมือนเดิมหรือการทำกิจวัตรประจำวันที่ลดลง และอาจส่งผลกระทบกับผู้ดูแลและครอบครัวไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง (ภาณุวัฒก์ ว่องตระกูลเรือง, 2565)

การนอนหลับเป็นสิ่งที่จำเป็นในคนทุกเพศทุกวัย การนอนหลับที่เพียงพออย่างน้อย 7-9 ชั่วโมงต่อวันมีผลต่อการมีสุขภาพที่ดีโดยเป็นช่วงเวลาที่ร่างกายเกิดการพักผ่อนฟื้นฟูสภาพการทำงานของร่างกายให้ปกติและซ่อมแซมเซลล์ส่วนที่เสียหาย ในวัยผู้สูงอายุมักพบระยะเวลาในวงจรการนอนหลับที่แตกต่างไปจากช่วงวัยอื่น ๆ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงส่งผลต่อคุณการนอนหลับที่ไม่ดี และเกิดผลกระทบต่อผู้สูงอายุทั้งด้านร่างกาย จิตใจ สังคม และจิตวิญญาณ (สุรีรัตน์ ณ วิเชียร, 2564) ปัญหาการนอนหลับที่ไม่เพียงพอ จะส่งผลกระทบให้รู้สึกอ่อนเพลีย ประสิทธิภาพในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ลดลง ความจำลดลง คิดได้ช้าลง ส่งผลกระทบต่อการทำงานหรือการใช้ชีวิต นอกจากนี้ในด้านจิตใจ การนอนไม่หลับยังก่อให้เกิดความรู้สึกวิตกกังวลได้ หรือส่งผลต่อสุขภาพกาย เช่น โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง ภาวะวิตกกังวล ซึมเศร้า รวมถึงปัญหาการใช้สารเสพติด (Taylor, Lichstein & Durrence,2003) ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพนอนหลับของแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกัน เช่น ปัจจัยทางด้านร่างกาย ด้านจิตใจและอารมณ์และด้านสิ่งแวดล้อม งานวิจัยส่วนใหญ่ในปัจจุบัน พบว่า ความเครียด เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ส่งผลต่อพฤติกรรมและคุณภาพในการนอนหลับของบุคคลในทุกช่วงวัย (Van Reeth et al., 2000) ปัจจัยภายนอกและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ เสียง แสง อุณหภูมิ สัตว์ที่อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ผู้สูงอายุอยู่ ชุดเครื่องนอนและความเป็นส่วนตัวของบุคคลในการนอนหลับ มักเป็นปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพการนอนหลับ เช่น ความสว่างของแสงภายในห้องนอนที่มากเกินไปส่งผลต่อการหลั่งสารเมลาโทนิน ระดับความดังของเสียงจากสิ่งแวดล้อมภายนอกทำให้เกิดการรบกวนการเข้าสู่การนอนหลับรวมไปถึงอุณหภูมิของห้องนอนที่สูงหรือต่ำจนเกินไปทำให้เกิดความไม่สุขสบายของร่างกาย นอกจากนี้การย้ายห้องนอนใหม่ ทำให้เกิดความไม่คุ้นชินกับสิ่งแวดล้อมใหม่ การอาศัยอยู่ในบ้านที่มีเด็ก (ลัดดาวัลย์ พันธุ์พานิชย์,

2562) เกิดการนอนหลับยากส่งผลทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยกับผู้สูงอายุมากขึ้น มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุพลัดตกหกล้ม การได้รับบาดเจ็บและการเสียชีวิตจากการทำงานหรือการใช้ยวดยานพาหนะ ประสิทธิภาพการทำงานลดลง คุณภาพชีวิตลดลง และทำให้อัตราการตายเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาของสนธยา มณีรัตน์ สัมพันธ์ มณีรัตน์ พรรณภา เรืองกิจ และณัฏฐินี ชัวชมเกตุ (2563) ซึ่งทำการศึกษาคุณภาพการนอนหลับ ปัจจัยรบกวน วิธีการส่งเสริมคุณภาพการนอนหลับ และความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการนอนหลับและปัจจัยรบกวนของผู้สูงอายุในชุมชนแห่งหนึ่งของกรุงเทพมหานคร ในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม 4 ส่วน 1) แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล 2) แบบสำรวจวิธีการส่งเสริมคุณภาพการนอนหลับ 3) แบบประเมินปัจจัยรบกวนการนอนหลับ และ 4) แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับ (PSQI: Thai Version) ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยรบกวนการนอนหลับที่พบมากที่สุด ได้แก่ การตื่นเพื่อเข้าห้องน้ำ (ร้อยละ 76.7) การตื่นตอนดึกหรือเช้ามืดเกินไป (ร้อยละ 68.9) และการตื่นนอนหรือเข้านอนผิดเวลา (ร้อยละ 51.0)

ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เป็นชุมชนเมืองกึ่งชนบท ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม แต่ในปัจจุบันเริ่มมีกิจการร้านอาหาร โรงแรม รีสอร์ท เกิดขึ้นในพื้นที่จำนวนมาก ซึ่งอาจรบกวนวิถีชีวิตของคนในพื้นที่ ตลอดจนการดำเนินชีวิตของผู้สูงอายุ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เพื่อศึกษาคุณภาพการนอนหลับของผู้สูงอายุ และศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับของผู้สูงอายุ โดยผลของการศึกษาครั้งนี้จะได้นำไปวางแผนพัฒนาการส่งเสริมคุณภาพการนอนหลับผู้สูงอายุให้มีความเหมาะสมกับปัจจัยในด้านต่าง ๆ และเป็นแนวทางในการเฝ้าระวังการป้องกันและการบำบัดอาการเบื้องต้นที่เป็นผลกระทบจากคุณภาพการนอนหลับของผู้สูงอายุ พร้อมทั้งการพัฒนารูปแบบการดูแลผู้สูงอายุต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

(1) เพื่อศึกษาคุณภาพการนอนหลับของผู้สูงอายุ

(2) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับของผู้สูงอายุ

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้สูงอายุ หมายถึง

แผนผู้สูงอายุแห่งชาติ ฉบับที่ 2 (2545 - 2654) ให้ความหมายว่า ผู้สูงอายุ คือ ผู้มีอายุตั้งแต่ 60 ปีบริบูรณ์ขึ้นไป (ภาวิน ทองไชย, 2556)

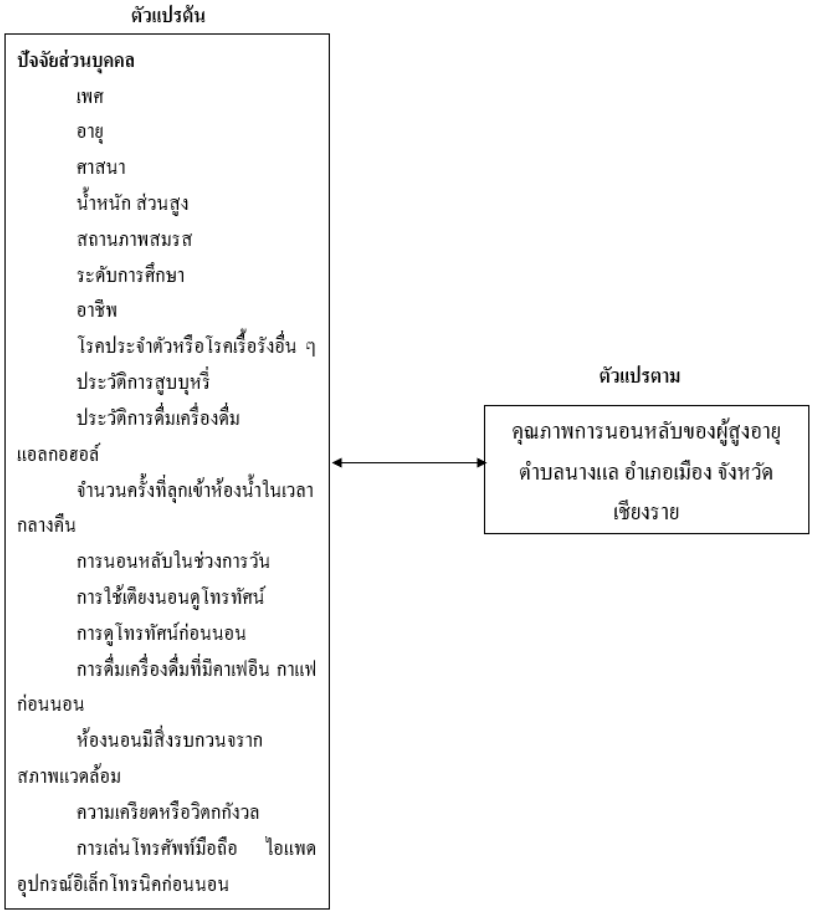
คุณภาพการนอนหลับ

ลักษณะการนอนหลับของผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นผลรวมของการประเมินการนอนหลับ คือการนอนหลับเชิงปริมาณ ได้แก่ ระยะเวลาตั้งแต่เข้านอนจนกระทั่งหลับ จำนวนชั่วโมงการนอนหลับในแต่ละคืน และประสิทธิผลของการนอนหลับโดยปกติวิสัย และการนอนหลับเชิง คุณภาพ ได้แก่คุณภาพการนอนหลับเชิงอัตนัย การรบกวนการนอนหลับ การใช้ยานอนหลับ และผลกระทบ ต่อการทำกิจกรรมในเวลากลางวัน ประเมินโดยใช้แบบสัมภาษณ์คุณภาพการนอนหลับที่แปลและดัดแปลง จาก The Pittsburgh Sleep Quality Index: PSQI (Buysse et al., 1989) โดย ตะวันชัย จิรประมุขพิทักษ์ และวรัญ ตันชัยสวัสดิ์ (2540)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โชติมันต์ ชินวรารักษ์, สุขเจริญ ตั้งวงษ์ไชย และนัฏศรา ดำรงพิวัฒน์ (2561) ทำการศึกษาคุณภาพการนอนหลับและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ในผู้สูงอายุที่หมู่บ้านประชานิเวศน์ ในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 294 คน ระหว่างช่วงเดือนกันยายน ถึง ตุลาคม พ.ศ.2560 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประกอบด้วย 1) แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป 2) แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับฉบับภาษาไทย (Thai version of the Pittsburgh sleep quality index, T-PSQI) 3) แบบประเมินสุขอนามัย การนอนหลับ (sleep hygiene index) 4) แบบคัดกรองภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุ (Thai geriatric depression scale, TGDS) และ 5) แบบคัดกรองภาวะสมองเสื่อม (mini-mental state examination: Thai version, MMSE-Thai 2002) ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างจำนวน 254 ราย อายุเฉลี่ย 77.11±7.29 ปี เป็นผู้หญิงร้อยละ 66.5 พบความชุกของคุณภาพการนอนหลับที่ไม่ดีเท่ากับร้อยละ 52.0 โดยกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนชั่วโมงการนอนเฉลี่ย 6.09 ชั่วโมง ระยะเวลาที่ใช้จากเริ่มเข้านอนจนหลับ (sleep latency) เฉลี่ย 28.35 นาที ประสิทธิภาพการนอนหลับ (sleep efficiency) เฉลี่ยร้อยละ 84.40 ประมาณสองในสามมีการปฏิบัติสุขอนามัยการนอนหลับที่ดีในระดับสูง (ร้อยละ 61.4) และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพการนอนหลับได้แก่ ภาวะซึมเศร้า โรคประจำตัวทางกาย ความเพียงพอของรายได้ และการออกกำลังกาย นอกจากนี้ยังพบว่า ปัจจัยทำนายคุณภาพการนอนหลับที่ไม่ดี ได้แก่ การมีภาวะซึมเศร้า ($p<0.01$) และการมีโรคประจำตัว ทางกาย ($p<0.05$)

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.3 สมมติฐานการวิจัย

ปัจจัยส่วนบุคคลมีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับทางบวกของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional descriptive study) โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพการนอนหลับของผู้สูงอายุตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

4.2 ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ทั้งเพศชายและหญิงในตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย จำนวน 2,092 คน (กระทรวงสาธารณสุข กลุ่มรายงานมาตรฐานประชากรจังหวัดเชียงราย ,2565) คำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตร Yamane ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 336 คน แต่เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ของข้อมูลมากขึ้น ผู้วิจัยจึงเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างขึ้นอีกร้อยละ 10 รวมเป็น 370 คน โดยใช้การสุ่มแบบหลายขั้นตอน(Multi-stage Sampling) เริ่มจากสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยการแบ่งกลุ่มเป็นหมู่บ้านขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก แล้วจึงสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยการสุ่มจับฉลากเลขที่บ้านที่มีผู้สูงอายุอาศัยอยู่จากทะเบียนประชากรของเขตตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามหมู่บ้าน

ขนาดหมู่บ้าน	จำนวนประชากร (คน)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)
เล็ก (74 – 130 คน)	1,084	191
กลาง (131 – 186 คน	317	56
ใหญ่ (187 คนขึ้นไป)	691	123
รวม	2092	370

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง (Inclusion criteria) ดังนี้ (1) มีสติสัมปชัญญะสมบูรณ์ ไม่มีปัญหาในการพูดและการฟัง (2) สื่อสารภาษาไทยรู้เรื่อง สามารถตอบแบบสอบถามได้ (3) สมัครใจเข้าร่วมในการศึกษาและยินดีให้ข้อมูลตลอดเวลาที่ศึกษา

4.3 เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยปรับปรุงจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีส่วนประกอบเนื้อหาที่สำคัญ ดังนี้

ส่วนที่1 แบบประเมินเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 18 ข้อได้แก่ เพศ อายุ ศาสนา น้ำหนัก ส่วนสูง สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา อาชีพ โรคประจำตัวหรือโรคเรื้อรังอื่น ๆ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ จำนวนครั้งที่ลุกเข้าห้องน้ำในเวลากลางคืน การนอนหลับในช่วงการวัน การใช้เตียงนอนดูโทรทัศน์ การดูโทรทัศน์ก่อนนอน การดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน กาแฟก่อนนอน ห้องนอนมี

สิ่งรบกวนจากสภาพแวดล้อม ความเครียดหรือวิตกกังวล การเล่นโทรศัพท์มือถือ ไอแพด อุปกรณ์อิเล็กทรอนิคก่อนนอน

ส่วนที่ 2 แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตซ์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index: PSQI) ฉบับแปลเป็นภาษาไทยโดยตะวันชัย จิรประมุข และวรัญ ตันชัยสวัสดิ์ (2540) ซึ่งเป็นแบบประเมินคุณภาพการนอนหลับและการรบกวนการนอนหลับในระยะ 1 เดือนที่ผ่านมา ประกอบด้วย 9 ข้อคำถาม แบ่งเป็น 7 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) การรายงานคุณภาพการนอนหลับเชิงอัตนัยจำนวน 5 ข้อ (2) ระยะเวลาตั้งแต่เข้านอนจนกระทั่งหลับจำนวน 2 ข้อ (3)ระยะเวลาในการนอนหลับแต่ละคืนจำนวน 1 ข้อ (4) ประสิทธิภาพของการนอนหลับโดยปกติวิสัยคำนวณจากจำนวนชั่วโมงในการนอนหลับจริง หารด้วยจำนวนชั่วโมงที่นอนอยู่บนเตียงซึ่งคำนวณจากเวลาตื่นนอน (5) การรบกวนการนอนหลับ (6) การใช้ยานอนหลับ (7) ผลกระทบต่อการทำกิจกรรมในเวลากลางวันจำนวน 2 ข้อ แต่ละข้อคำถามมีคะแนน 0-3 คะแนน แปลผลโดยนำคะแนนทั้ง 7 องค์ประกอบมารวมกันโดยมีคะแนนรวมระหว่าง 0-21 คะแนน โดยแปลผลค่าเฉลี่ยคะแนนแบ่งเป็น 2 ระดับ ดังนี้ คะแนนรวมน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 คะแนน หมายถึง คุณภาพการนอนหลับดี และคะแนนรวมมากกว่า 5 คะแนน หมายถึง คุณภาพการนอนหลับไม่ดี

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการจัดทำหนังสือเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการศึกษา และขออนุญาตเก็บข้อมูลแก่บุคคลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้นำชุมชน ประธานผู้สูงอายุในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เมื่อได้รับหนังสืออนุมัติแล้ว จึงดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเองโดยใช้แบบสอบถาม

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของไคสแควร์ (Chi-Square)

5. ผลการวิจัย

ตารางที่ 2 ความถี่ ร้อยละ ของคุณภาพการนอนหลับของกลุ่มตัวอย่าง (n = 370)

คุณภาพการนอนหลับ	จำนวน	ร้อยละ	$\bar{x}$	S.D.
คุณภาพการนอนหลับดี (> 5 คะแนน)	239	64.6		
คุณภาพการนอนหลับไม่ดี ($\leq$ 5 คะแนน)	131	35.4		
รวม	370	100	1.45	0.48

จากตารางที่ 3 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีคุณภาพการนอนหลับอยู่ในระดับดีจำนวน 239 คน (ร้อยละ 64.6) และมีคุณภาพการนอนหลับไม่ดีจำนวน 131 คน (ร้อยละ 35.4)

ตารางที่ 4 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับของผู้สูงอายุ (n = 370)

ตัวแปร	χ^2	p-value
เพศ	.024	0.876
ชาย		
หญิง		
ช่วงอายุ (ปี)	1.708	0.426
60-69 ปี		
70 – 79 ปี		
80 ปีขึ้นไป		
น้ำหนัก	0.002	0.964
ส่วนสูง	8.7332	0.013*
สถานภาพ	34.647	0.001*
ระดับการศึกษา	29.566	0.001*
อาชีพ	0.723	0.395
โรคประจำตัว	8.009	0.005*
ประวัติการสูบบุหรี่	33.852	0.001*
ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์	17.702	0.001*
จำนวนการลุกเข้าห้องน้ำในตอนกลางคืน	54.636	0.001*
การนอนหลับในช่วงกลางวัน	10.267	0.001*
การใช้เตียงนอนดูโทรทัศน์	0.102	0.750
การดูโทรทัศน์ก่อนนอน	6.149	0.013*
การดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน กาแฟ	1.067	0.032
สิ่งรบกวนจากสภาพแวดล้อม เช่น แสงสว่าง กลิ่น เสียง	14.383	0.001*
ระดับความรู้สึกเครียดหรือวิตกกังวล	8.930	0.012*
การเล่นโทรศัพท์มือถือ ไอแพด อุปกรณ์ อิเล็กโทรนิคก่อนนอน	11.488	0.001*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 จากการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับของผู้สูงอายุ พบว่า ส่วนสูง สถานภาพ ระดับการศึกษา โรคประจำตัว ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ จำนวนการลุกเข้าห้องน้ำในตอนกลางคืน การนอนหลับในช่วงกลางวัน การใช้เตียงนอนดูโทรทัศน์ การดูโทรทัศน์ก่อนนอน การดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน กาแฟ สิ่งรบกวนจากสภาพแวดล้อม เช่น แสงสว่าง กลิ่น เสียง ระดับความรู้สึกเครียดหรือวิตกกังวล การเล่นโทรศัพท์มือถือ ไอแพด อุปกรณ์ อิเล็กโทรนิคก่อนนอน มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับของผู้สูงอายุอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (*P-value* = 0.013,0.001,0.001,0.005, 0.001, 0.001, 0.001, 0.001, 0.001, 0.013, 0.032, 0.001, 0.012, 0.001) ตามลำดับ

6. อภิปรายผล

คุณภาพการนอนหลับ

ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีคุณภาพการนอนหลับอยู่ในระดับดีจำนวน 239 คน (ร้อยละ 64.6) ($\bar{x}$ = 1.45, S.D. = 0.48) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพวงพะยอม ปัญญา, ดวงฤดี ลาศุขะ, และศิริพร เปลี่ยนผดุง (2547) ซึ่งทำการศึกษาการนอนหลับและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการนอนหลับในผู้สูงอายุในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 220 คนเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 57.27 มีคุณภาพการนอนหลับอยู่ในระดับดี และไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ โชติมันต์ ชินวรารักษ์, สุขเจริญ ตั้งวงษ์ไชย, และนัฏศรา ดำรงพิวัฒน์ (2561) ซึ่งทำการศึกษาคุณภาพการนอนหลับและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ในผู้สูงอายุที่หมู่บ้านประชานิเวศน์ เก็บข้อมูลจากผู้สูงอายุ ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปที่อาศัยอยู่ในหมู่บ้าน ประชานิเวศน์ 2 ระยะ 3 ระหว่างช่วงเดือนกันยายน ถึง ตุลาคม พ.ศ.2560 จำนวน 254 คน ผลการศึกษาพบว่าความชุกของคุณภาพการนอนหลับที่ไม่ดีเท่ากับร้อยละ 52.0 อาจเนื่องมาจากการศึกษาทำในบริบทที่แตกต่างกัน ในชุมชนเมืองมีปัจจัยหลายด้านที่กระทบกับการการนอนหลับของผู้สูงอายุ เช่น สภาพแวดล้อม ลักษณะที่อยู่อาศัย เป็นต้น

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับของผู้สูงอายุ

เมื่อจำแนกตามลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ศาสนา น้ำหนัก ส่วนสูงสถานภาพสมรส ระดับการศึกษา อาชีพ โรคประจำตัวหรือโรคเรื้อรังอื่น ๆ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ จำนวนครั้งที่ลุกเข้าห้องน้ำในเวลากลางคืน การนอนหลับในช่วงการวัน การใช้เตียงนอนดูโทรทัศน์ การดูโทรทัศน์ก่อนนอน การดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน กาแฟก่อนนอน ห้องนอนมีสิ่งรบกวนจากสภาพแวดล้อม ความเครียดหรือวิตกกังวล การเล่นโทรศัพท์มือถือ ไอแพด อุปกรณ์อิเล็กโทรนิคก่อนนอนด้วย สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของไคสแควร์ (Chi-Square) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า

ส่วนสูงมีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตที่ระดับ 0.05 เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ ไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สถานภาพมีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ธิติมา ณรงค์ศักดิ์ (2562) ได้ศึกษาคุณภาพการนอนหลับและปัจจัยที่เกี่ยวข้องในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า ที่แผนกผู้ป่วยนอกสถาบันจิตเวชศาสตร์สมเด็จเจ้าพระยา ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับคุณภาพการนอนหลับได้แก่ อายุ สถานภาพสมรส ประวัติการดื่มแอลกอฮอล์ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มเครื่องดื่มคาเฟอีน ความเพียงพอของรายได้ การออกกำลังกาย สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ

ระดับการศึกษามีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตที่ระดับ 0.05 เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ ไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โรคประจำตัวมีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตที่ระดับ 0.05 สอดคล้องประเสริฐ อัสสันตชัย (2565) กล่าวว่ามียาหลายตัวที่อาจส่งผลต่อการนอนหลับของผู้สูงอายุได้แก่ ยาที่ใช้รักษาโรคซึมเศร้า หอบหืด ความดันโลหิตสูง หรือยาที่ออกฤทธิ์ในระบบประสาทส่วนกลาง หรือสมอง เช่น ยารักษาอาการสั่นในโรค Parkinson เป็นยารักษาโรคประจำตัวที่มีผลข้างเคียงทำให้นอนหลับยาก และสอดคล้องกับการศึกษาของมูฮำหมัดสุไฮมิน มูซอ, นูรรีย๊ะ ล่าเตะเกะ และฮูดา แวหะยี (2564) ซึ่งทำการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการนอนไม่หลับของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลนครยะลาในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 99 คน ผลการศึกษาพบว่าโรคประจำตัวมีความสัมพันธ์ทางสถิติกับการนอนไม่หลับในผู้สูงอายุในเขตเทศบาลนคร ยะลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ร้อยละ 57.58)

ประวัติการสูบบุหรี่ความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับสอดคล้องกับการศึกษาของ ยศพันธ์ นามสงค์ (2564) ได้ศึกษา คุณภาพการนอนหลับในผู้ป่วยโรคหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคัดสรร ได้แก่ ความรุนแรงของอาการเจ็บหน้าอก ภาวะซึมเศร้า ความวิตกกังวล สถานะการสูบบุหรี่ อาการเหนื่อยล้ากับคุณภาพการนอนหลับ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 84.9 มีคุณภาพการนอนหลับดี ความวิตกกังวล สถานะการสูบบุหรี่ อาการเหนื่อยล้า และภาวะซึมเศร้ามีความสัมพันธ์ทางลบกับคุณภาพการนอนหลับ

ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับดุสิต จันทยานนท์ และคณะ (2555) ซึ่งทำการศึกษาความชุก ปัจจัยที่เกี่ยวข้องของภาวะนอนไม่หลับพฤติกรรมการใช้ยาในผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปี ขึ้นไป ในชุมชนวัดอินทราราม ตำบลหัวรอ อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในผู้สูงอายุจำนวน 378 ราย เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อภาพคุณภาพการนอนหลับไม่ดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value=0.05) คือการใช้ยานอนหลับ มีบ้านพักอาศัยริมแม่น้ำ การดื่มสุรา ดูโทรทัศน์ประเภทละครก่อนนอน

จำนวนการลุกเข้าห้องน้ำในตอนกลางคืนมีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับการศึกษาของสนธยา มณีรัตน์ และคณะ (2563) ทำการศึกษาคุณภาพการนอนหลับ ปัจจัยรบกวน วิธีการส่งเสริมคุณภาพการนอนหลับ และ ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการนอนหลับและปัจจัยรบกวนของผู้สูงอายุใน ชุมชนแห่งหนึ่งของกรุงเทพมหานคร เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามในกลุ่มตัวอย่าง 300 คน ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยรบกวนการนอนหลับที่พบมากที่สุด ได้แก่ การตื่นเพื่อเข้าห้องน้ำ (ร้อยละ 76.7)

การนอนหลับในช่วงกลางวันมีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับการศึกษาของสนธยา มณีรัตน์ และคณะ (2563) ทำการศึกษาคุณภาพการนอนหลับ ปัจจัยรบกวน วิธีการส่งเสริมคุณภาพการนอนหลับ และ ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการนอนหลับและปัจจัยรบกวนของผู้สูงอายุใน ชุมชนแห่งหนึ่งของกรุงเทพมหานคร เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามในกลุ่มตัวอย่าง 300 คน ผลการศึกษาพบว่าพบว่าสุขนิสัยในการนอนเป็นปัจจัยที่รบกวนการนอนหลับของผู้สูงอายุที่สุด (ร้อยละ 68.7)

การดูโทรทัศน์ก่อนนอนมีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับการศึกษาของดุสิต จันทยานนท์ และคณะ (2555) ซึ่งทำการศึกษาความชุก ปัจจัยที่เกี่ยวข้องของภาวะนอนไม่หลับพฤติกรรมการใช้ยาในผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปี ขึ้นไป ในชุมชนวัดอินทราราม ตำบลหัวรอ อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในผู้สูงอายุจำนวน 378 ราย เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อภาพคุณภาพการนอนหลับไม่ดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value=0.05) คือการใช้ยานอนหลับ มีบ้านพักอาศัยริมแม่น้ำ การดื่มสุรา ดูโทรทัศน์ประเภทละครก่อนนอน

การดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน กาแฟ มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับบทความของ สรรทรรศ บุษรากิจ (2563) พบว่า สาเหตุของการนอนไม่หลับตอนกลางคืน ประกอบด้วย ความวิตกกังวล การนอนมากเกินไป การดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนเป็นส่วนผสม ซึ่งพบว่าผู้สูงอายุจะใช้เวลาหลายชั่วโมง เพื่อทำการขจัดสารคาเฟอีนออกจากร่างกาย ดังนั้นการดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนในช่วงบ่าย หรือในเวลาเย็นก็อาจส่งผลให้นอนหลับยากหรือไม่สนิทได้

สิ่งรบกวนจากสภาพแวดล้อม เช่น แสงสว่าง กลิ่น เสียง ความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับการศึกษาของ มธุรส กัลหโสภา (2551) ได้วิเคราะห์ปัจจัยที่มี

ความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับ ของผู้ป่วยวัยผู้ใหญ่ จากงานวิจัยและแบบประเมินคุณภาพงานวิจัย ได้ค่าขนาดอิทธิพลจำนวน 140 ค่า พบว่า ปัจจัยปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (เสียง แสง อุณหภูมิ กลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ และสภาพแวดล้อมโดยรวม) มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับของผู้ป่วยวัยผู้ใหญ่

ระดับความรู้สึกเครียดหรือวิตกกังวล ความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับการศึกษาของ โชติมันต์ ชินวรารักษ์ สุขเจริญ ตั้งวงษ์ไชย และนัฏศรา ดำรงพิวัฒน์ (2561) ซึ่งทำการศึกษาคุณภาพการนอนหลับและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ในผู้สูงอายุที่หมู่บ้านประชานิเวศน์ เก็บข้อมูลจากผู้สูงอายุ ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปที่อาศัยอยู่ในหมู่บ้าน ประชานิเวศน์ 2 ระยะ 3 ระหว่างช่วงเดือนกันยายน ถึงตุลาคม พ.ศ.2560 จำนวน 254 คน ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยทำนายคุณภาพการนอนหลับที่ไม่ดี ได้แก่ การมีภาวะซึมเศร้า ($p<0.01$)

การเล่นโทรศัพท์มือถือ ไอแพด อุปกรณ์ อิเล็กโทรนิคก่อนนอน ความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับบทความของประเสริฐ อัสสันตชัย (2565) กล่าวว่า แสงสว่าง (bright light) และแสงสีฟ้า (blue light) ที่เกิดขึ้นจากหน้าจอโทรทัศน์ โทรศัพท์ รวมถึงการเล่นโทรศัพท์ก่อนเข้านอนมากกว่า 2 ชั่วโมงเป็นการทำให้สมองคิดว่าช่วงเวลาดังกล่าวยังเป็นเวลากลางวัน ซึ่งส่งผลต่อจังหวะการหลับเกิดความไม่สุขสบาย ส่งผลต่อคุณภาพการนอนหลับไม่ที่ไม่ดี

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

(1) จากผลการศึกษาพบว่าสิ่งรบกวนจากสภาพแวดล้อม เช่น แสงสว่าง กลิ่น เสียง ความสัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต เป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ โดยการส่งต่อข้อมูลให้หน่วยงานการปกครองส่วนท้องถิ่นพิจารณา

(2) การศึกษาครั้งถึงแม้จะพบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีคุณภาพการนอนหลับอยู่ในระดับที่ดี แต่ยังพบว่ามียังมีผู้สูงอายุส่วนหนึ่งที่มีคุณภาพการนอนหลับที่ไม่ดี ควรมีการศึกษาข้อมูลในกลุ่มนี้เพิ่มเติมถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการนอนหลับ และศึกษาคุณภาพชีวิตควบคู่กันไปด้วย

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

(1) ควรทำการศึกษาในรูปแบบการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่อหาแนวทาง การแก้ไขปัญหาคุณภาพการนอนหลับของผู้สูงอายุในกลุ่มที่อยู่ในพื้นที่เพื่อให้ผู้สูงอายุมีคุณภาพการนอนหลับที่ดีขึ้น

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำ ขอขอบคุณอาจารย์ เจ้าหน้าที่ของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน รวมถึงเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่เสียสละเวลาและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ทำให้งานวิจัยครั้งนี้ดำเนินไปได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

9. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. (27 พฤษภาคม 2565). *กลุ่มรายงานมาตรฐานประชากรจังหวัดเชียงราย.ประชากรจำแนกเพศ กลุ่มอายุรายปี*. สืบค้นจาก https://hdcservice.moph.go.th.

กรมกิจการผู้สูงอายุ. (30 มิถุนายน 2565). *ระบบสถิติทางการลงทะเบียนและกรมการปกครอง ข้อมูลสถิติผู้สูงอายุของประเทศไทย 77*. สืบค้นจาก http://www.dop.go.th/th/know/1/51.

ดุสิต จันทยานนท์, อัญญา เกียรติวีระศักดิ์, วรรษมน อินทรประสงค์, วรดา อนันตวงศ์, มนสิชา งามภูพนธ์,วราพร พงศ์มรกต, มฑิรุทธ มุ่งถิ่น และราม รังสินธ์. (2555). ความชุก ปัจจัยที่เกี่ยวข้องของภาวะนอนไม่หลับ พฤติกรรมการใช้ยาในผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปี ขึ้นไป ในชุมชนวัดอินทราราม ตำบลหัวรอ อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. *วารสารสมาคมเวชศาสตร์ป้องกันแห่งประเทศไทย*.2(1) 12-24

ตะวันชัย จิรประมุขพิทักษ์และวรัญ ตันชัยสวัสดิ์.(2540). ปัญหาคุณภาพการนอนหลับของพยาบาลประจำการโรงพยาบาลสงขลานครินทร์. *วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย*. *42*(3) 123–132.

ธิติมา ณรงค์ศักดิ์, โชติมันต์ ชินวรารักษ์, และฐิติมา สงวนวิชัยกุล. (2562). คุณภาพการนอนหลับและปัจจัยที่เกี่ยวข้องใน ผู้ป่วยโรคซึมเศร้าที่แผนกผู้ป่วยนอกสถาบันจิตเวชศาสตร์สมเด็จเจ้าพระยา. *จุฬาเวชสาร*; *1*(4):369381.

ประเสริฐ อัสสันตชัย.(27 พฤษภาคม 2565). *ปัญหาการนอนไม่หลับในผู้สูงอายุ*. สืบค้นจาก https://www.maikron.co.th/insomnia-older/.

พวงพะยอม ปัญญา, ดวงฤดี ลาศุขะ, และศิริพร เปลี่ยนผดุง.(2547). การนอนหลับและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการนอนหลับในผู้สูงอายุ.คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,:ม.ป.ท

ภาณุวัฒก์ ว่องตระกูลเรือง. (27 พฤษภาคม 2565). *เมื่อร่างกายสูงวัย จิตใจยิ่งต้องดูแล*. สืบค้นจาก https://www.tiscowealth.com/trust-magazine/Issue-60/moment-0f-happiness-60.html

ภาวิน ทองไชย. (2556**).** สุขภาพจิตและการดูแลตนเองของผู้สูงอายุในชมรมผู้สูงอายุ เขตคลองสาน กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มธุรส กัลหโสภา. (2551). *ปัจจัยที่สัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับของผู้ป่วยวัยผู้ใหญ่ : การวิเคราะห์อภิมาน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาพยาบาลมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ:จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มูฮำหมัดสุไฮมิน มูซอ, นูรีย๊ะ ล่าเตะเกะ, และฮูดา แวหะยี. (2561). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการนอนไม่หลับของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลนครยะลา. *งานประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต้ ครั้งที่ 6 "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กับวิถีชีวิตใหม่ เพื่อความยั่งยืน*.

ยศพันธุ์ นามสงค์. (2564**).** *ปัจจัยคัดสรรที่สัมพันธ์กับคุณภาพการนอนหลับในผู้ป่วยโรคหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาพยาบาลมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ:จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลดาวัลย์ พันธุ์พาณิชย์.(2562). Sleep problems in older people and nursing management. *Journal of Nursing Science and Health .43*(1) (January-March)

ศูนย์เรียนรู้สุขภาวะ. (27 พฤษภาคม 2565). *สสส.ชวนไขคำตอบ นอนเปลี่ยนชีวิต***.** สืบค้นจาก https://resourcecenter.thaihealth.or.th/

สนธยา มณีรัตน์, สัมพันธ์ มณีรัตน์, พรรณภา เรืองกิจ, และณัฏฐินี ชัวชมเกตุ. (2563). คุณภาพการนอนหลับ ปัจจัยรบกวน วิธีการส่งเสริมคุณภาพการนอนหลับ และความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการนอนหลับและปัจจัยรบกวนของผู้สูงอายุใน ชุมชนแห่งหนึ่งของกรุงเทพมหานคร.*วารสารจิตวิทยา มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต. 11*(1)10-24.

สรรทรรศ บุษรากิจ. (10 มิถุนายน 2566). *การนอนไม่หลับ.*สืบค้นจาก https://www.si.mahidol.ac.th/Th/healthdetail.asp?aid=815

Daniel J Taylor, Kenneth L Lichstein and H Heith Durrence. (2003). Insomnia as a health risk factor. *Behave Sleep Med. 1*(4):227-47

O. Van Reeth, L. Weibel, K. Spiegel, R. Leproult, C. Dugovic and S. Maccari. (200). Interactions between stress and sleep: from basicresearch to clinical situations. *Sleep Medicine Reviews*, *4*(2) 201–219, 2000doi:10.1053/smrv.1999.0097. available online at http://www.idealibrary.com on

โปรโมเตอร์เมทิเลชันและการแสดงออกของยีนตัวรับวิตามินดีในเซลล์เม็ดเลือดขาวของผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม: การศึกษานำร่อง

PROMOTER METHYLATION AND EXPRESSION OF VITAMIN D RECEPTOR GENE IN BLOOD LEUCOCYTES FROM PATIENTS WITH LUMBAR DEGENERATIVE DISEASE: A PILOT STUDY

ลดาวัลย์ วัชรินทรางกูร[1, 3], วรวรรธน์ ลิ้มทองกุล[2], วีรศักดิ์ สิงหถนัดกิจ[2], วิทย์ โคธีรานุรักษ์[2], วิชาญ ยิ่งศักดิ์มงคล[2] และ สิทธิศักดิ์ หรรษาเวก[3]

[1]นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาชีวเคมีทางการแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2]ภาควิชาออร์โธปิดิกส์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[3]ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางโรคข้อเสื่อมและโครงสร้างกระดูกกล้ามเนื้อ ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail: 6470056630@student.chula.ac.th

บทคัดย่อ

โรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม (lumbar degenerative disease, LDD) เป็นสาเหตุสำคัญนำไปสู่ความทุพพลภาพที่พบมากในผู้สูงอายุ โดยทำให้เกิดอาการปวดหลังบริเวณเอวส่วนล่าง ส่งผลให้คุณภาพชีวิตลดลง การรักษาโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อมในปัจจุบันยังคงอาศัยการผ่าตัด ซึ่งทำให้เกิดบาดแผลและใช้เวลาในการฟื้นฟู ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจศึกษาความสัมพันธ์ของการแสดงออกของยีนตัวรับวิตามินดี (vitamin D receptor, VDR) และระดับการเติมหมู่เมทิลของยีน VDR ในเลือดของผู้ป่วย LDD เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในการพยากรณ์ระดับความรุนแรงของโรค และเป็นแนวทางในการประกอบการวางแผนในการติดตามการรักษาโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม จากผลการวิจัยพบกลุ่ม LDD มีการถูกจำกัดการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันที่ประเมินจาก Oswestry Disability Index (ODI) มากกว่ากลุ่มควบคุม และระดับการแสดงออกของ VDR mRNA ในกลุ่ม LDD เท่ากับ 0.40 (0.36 - 0.97) ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (P = 0.384) รวมถึงระดับวิตามินดีของกลุ่ม LDD มีค่า 25.60 (22.68 - 32.72) ng/mL สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (P = 0.005) และระดับ VDR promoter methylation ของกลุ่ม LDD มีค่า 65.33 (48.37 - 66.58) % สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (P = 0.034) เช่นเดียวกัน แม้ว่าในการศึกษาวิจัยนี้ ระดับวิตามินดี การแสดงออกของ VDR และ VDR methylation ไม่มีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของโรคที่จำแนกโดย Pfirrmann grading system

คำสำคัญ: โรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม วิตามินดี ตัวรับวิตามินดี โปรโมเตอร์เมทิเลชัน

ABSTRACT

Lumbar degenerative disease (LDD) is a major cause of disability that is most common in the elderly. The typical features of LDD include lower back, buttock, or thigh pain resulting in reduced quality of life. Currently, treatment of this disease still relies on surgery. Therefore, this research aimed to investigate the relationship between vitamin D receptor (VDR) gene expression and VDR methylation in blood leukocytes of LDD patients to be used as a biomarker for monitoring and predicting disease severity. The results showed that the LDD group had a significantly higher Oswestry Disability Index (ODI) than the control group ($P < 0.001$). In contrast, the VDR mRNA expression level of the LDD group was 0.40 (0.36 - 0.97) which did not differ from that of the control group ($P = 0.384$). In addition, the vitamin D level of the LDD group was 25.60 (22.68 - 32.72) ng/mL which was significantly higher than that of the control group ($P = 0.005$). Additionally, the VDR promoter methylation level of the LDD group was 65.33 (48.37 - 66.58) % which was significantly higher than that of the control group ($P = 0.034$). Although vitamin D level, VDR expression, and VDR methylation were not correlated with Pfirrmann grading. However, the results from preliminary research suggest that vitamin D receptors might be a promising indicator reflecting the severity of lumbar degenerative disease.

KEYWORDS: Lumbar Degenerative Disease, Vitamin D, VDR, VDR Promoter Methylation

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

โรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม (lumbar degenerative disease, LDD) เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความทุพพลภาพที่พบมากในผู้สูงอายุ โดยทำให้เกิดอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรง ปวดร้าวลงขาและปวดหลังบริเวณเอวส่วนล่าง ส่งผลให้คุณภาพชีวิตลดลงเนื่องจากถูกจำกัดการเคลื่อนไหวมากขึ้น ปัจจัยเกี่ยวข้องที่นำไปสู่ความเสื่อมนี้ส่วนหนึ่งเกิดจากอายุ เพศ สิ่งแวดล้อมและพันธุกรรม (Ravindra, V. และคณะ, 2018) รวมถึงพฤติกรรมการบริโภคอาหาร โดยปกติแล้วร่างกายได้รับวิตามินดีจากอาหารและจากการสร้างขึ้นในร่างกายโดยผิวหนังได้รับแสงแดด ซึ่งในปัจจุบันอุบัติการณ์การขาดวิตามินดีสูงขึ้นทั่วโลก (Forrest, K. และคณะ, 2011)

ยีนตัวรับวิตามินดี (vitamin D receptor gene, VDR) เป็นยีนที่มีการศึกษาว่ามีส่วนในปัจจัยทางพันธุกรรมที่สามารถเร่งให้เกิดความเสื่อมของกระดูกสันหลัง มีความเกี่ยวข้องกับโครงสร้างของกระดูก และมีบทบาทสำคัญในการควบคุมเมแทบอลิซึมแคลเซียมและฟอสฟอรัส โดย VDR มีทำหน้าที่จับกับวิตามินดีเพื่อกระตุ้นให้เกิดการถอดรหัสของยีน (Jiang, C. และคณะ, 2017) นอกจากนี้การศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่เป็นการศึกษาความหลากหลายรูปแบบของยีน (gene polymorphisms) ที่ส่งผลต่อการแสดงออกของ VDR อีกทั้งยังพบว่าบริเวณโปรโมเตอร์ของยีน VDR สามารถเกิดการเติมหมู่เมทิล (DNA methylation) และมีบทบาทในการลดระดับการแสดงออกของยีน (Lacerda de Lucena, L. และคณะ, 2021) โดยเบสไซโตซีนถูกเติมหมู่เมทิลส่งผลทำให้การแสดงออกของยีนลดลง จึงอาจส่งผลให้เซลล์เสื่อมชราหรือเซลล์ตายมากขึ้น ดังนั้นระดับ DNA methylation บริเวณโปรโมเตอร์ของยีน VDR อาจนำไปประยุกต์ใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของผู้ป่วย LDD ได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจศึกษาความสัมพันธ์ของการแสดงออกของยีน VDR และระดับการเติมหมู่เมทิลของยีน VDR ในเลือดของผู้ป่วย LDD และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงออกของยีนและระดับการเติมหมู่เมทิ

ลของยีน VDR กับระดับความรุนแรงของโรคที่จำแนกจากภาพถ่ายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (magnetic resonance imaging, MRI) เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในการตรวจวินิจฉัยติดตามและพยากรณ์ระดับความรุนแรงของโรค

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

(1) เพื่อศึกษาการแสดงออกของ VDR และ VDR methylation ในเซลล์เม็ดเลือดขาวของผู้ป่วย LDD เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

(2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงออกของ VDR และ VDR methylation ในเซลล์เม็ดเลือดขาว

(3) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงออกของ VDR และ VDR methylation กับความรุนแรงของโรคที่จำแนกตาม Pfirrmann grading

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1. แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(1) โรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม (Lumbar Degenerative Disease)

กระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อมเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความทุพพลภาพโดยพบมากในกลุ่มผู้สูงอายุ ทำให้เกิดอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรง ปวดร้าวลงขาและปวดหลังบริเวณเอวส่วนล่าง ส่งผลให้คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยลดลง เนื่องจากการเคลื่อนไหวถูกจำกัด มีปัจจัยเกี่ยวข้องที่นำไปสู่ความเสื่อมนี้เกิดจากอายุ เพศ ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมและปัจจัยทางพันธุกรรม (Frost, B. A. และคณะ, 2019) จากการศึกษาปัจจัยทางพันธุกรรมและปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมก่อนหน้านี้ในฝาแฝดเพศชายทั้งแฝดแท้และแฝดเทียม โดยศึกษาภาพถ่ายรังสีประเมินความเสื่อมของหมอนรองกระดูก พบว่าอิทธิพลจากทั้งสองปัจจัยมีความสำคัญใกล้เคียงกัน (Battié, M. C. และคณะ, 2008) นอกจากนี้การใช้ชีวิตและพฤติกรรมการบริโภคก็เป็นปัจจัยที่นำไปสู่ความเสื่อมได้เช่นกัน และวิธีการตรวจเพื่อวินิจฉัยโรคเบื้องต้นประกอบด้วย การซักประวัติ การตรวจร่างกาย รวมถึงการตรวจระบบประสาท และอาจตรวจด้วย MRI เพื่อประเมินระดับความรุนแรงของหมอนรองกระดูกสันหลังเสื่อมโดยใช้ Pfirrmann grading system ตั้งแต่ grade 1 ถึง grade 5 (Pfirrmann, C. W. และคณะ, 2001)

(2) วิตามินดี (Vitamin D)

วิตามินดีเป็นวิตามินที่ละลายได้ในไขมันเนื่องจากเป็นอนุพันธ์ของสเตียรอยด์ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ วิตามินดี 3 และวิตามินดี 2 มีบทบาทสำคัญในสภาวะสมดุลของแคลเซียมและฟอสฟอรัสซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการสร้างและสลายกระดูก ดังนั้นเมื่อร่างกายได้รับวิตามินดีเพียงพอจะช่วยให้กระดูกแข็งแรงและป้องกันโรคกระดูกบาง (osteopenia) และโรคกระดูกพรุน (osteoporosis) (Kocjan, T. และคณะ, 2006) โดยผู้ป่วยที่มีระดับวิตามินดีต่ำ (< 10 ng/mL) มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับโรคหมอนรองกระดูกส่วนเอวเสื่อมมาก (Xu, H. W. และคณะ, 2020)

(3) ตัวรับวิตามินดี (Vitamin D Receptor)

วิถีการส่งสัญญาณของวิตามินดีเริ่มจากวิตามินดีเข้าจับกับ VDR ในกลุ่ม steroid nuclear receptor superfamily โดยทั้งสองส่วนนี้ประกอบเป็น heterodimer จับกับ retinoid x-receptor แล้วเคลื่อนเข้าจับ vitamin D response elements ภายในนิวเคลียสของเซลล์เป้าหมายเพื่อควบคุมการถอดรหัส และควบคุมการแสดงออกของยีน และยังสามารถเหนี่ยวนำให้เกิด DNA methylation ได้อีกด้วย (Beckett, E. L. และคณะ, 2017)

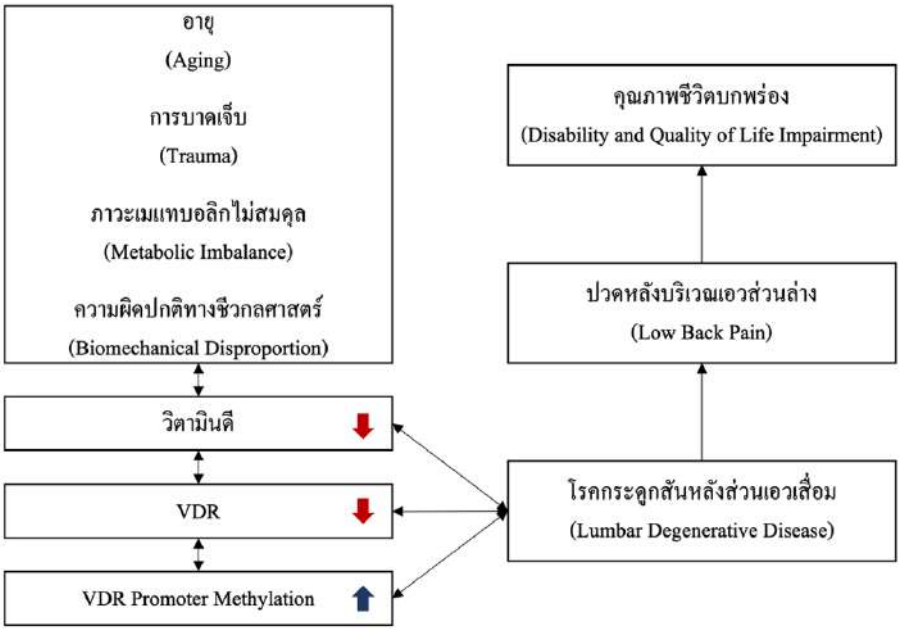
(4) กระบวนการเหนือพันธุกรรม (Epigenetics)

DNA methylation เป็นหนึ่งในกลไกระดับเหนือพันธุกรรมที่เกิดการเติมหมู่เมทิลของ DNA ที่ตำแหน่ง CpG nucleotide โดยบริเวณที่มี CpG nucleotide มาก เรียกว่า CpG islands ซึ่งพบมากบริเวณโปรโมเตอร์ (promoter) ของยีน เมื่อเกิดการเติมหมู่เมทิลบริเวณ promoter ส่งผลให้เกิดการถอดรหัสของยีนสิ้นสุดลง ซึ่งเบสไซโตซีนถูกเปลี่ยนเป็น 5-methylcytosine (5mC) ส่งผลทำให้การแสดงออกของยีนลดลง อาจส่งผลให้เซลล์เสื่อมเซลล์ชราหรือเซลล์ตาย (Li, G. และคณะ, 2022)

(5) VDR Promoter Methylation

เนื่องจาก VDR มี CpG islands ขนาดใหญ่ในบริเวณโปรโมเตอร์ ทำให้สามารถถูกยับยั้งการแสดงออกของยีนได้จากการเกิด DNA methylation จากการทบทวนวรรณกรรมยังไม่พบการศึกษา VDR methylation ในผู้ป่วย LDD ดังนั้นจึงเป็นที่มาของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ และระดับการแสดงออกของ VDR ที่เกิดจากการดัดแปลงกลไกเหนือพันธุกรรมอาจประยุกต์ใช้บ่งชี้ระดับความรุนแรงของโรคหมอนรองกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อมได้

3.2. กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.3. สมมติฐานการวิจัย

(1) กลุ่ม LDD มีการแสดงออกของ VDR ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

(2) การแสดงออกของ VDR มีความสัมพันธ์แปรผกผันกับความรุนแรงของ LDD

(3) ระดับ VDR methylation ในกลุ่ม LDD สูงกว่ากลุ่มควบคุม

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1. การดำเนินการวิจัย

(1) การทำแบบประเมินส่วนบุคคล โดยการประเมินระดับความเจ็บปวดโดยการระบุเป็นตัวเลข (numerical rating scales, NRS) ซึ่งเป็นการประเมินความเจ็บปวดด้วยตัวเลข ถ้าไม่มีอาการเจ็บปวดบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวแทนด้วยเลข 0 และเจ็บปวดรุนแรงมากแทนด้วยเลข 10 โดยให้ผู้ป่วยเลือกว่าอาการเจ็บปวด ณ ขณะนี้อยู่ที่เลขใด แล้วทำการอธิบายระดับความเจ็บปวดและการประเมินระดับการถูกจำกัดในการดำเนินกิจกรรมที่บ่งบอกความสามารถของผู้ทำแบบทดสอบ โดยใช้แบบประเมิน ODI (Fairbank, J. C. T. และ P. B. Pynsent, 2000) ประกอบด้วย ความรุนแรงของอาการเจ็บปวด การดูแลตนเอง การยกของ การเดิน การนั่ง การยืน การนอน การเข้าสังคม และการเดินทาง โดยในแต่ละหัวข้อมีรายละเอียดเกี่ยวกับการถูกจำกัดกิจกรรม นอกจากนี้ทำการประเมินความเสื่อมของหมอนรองกระดูกสันหลังด้วยการตรวจ MRI แบ่งตามระดับ Pfirrmann grading system

(2) กระบวนการเก็บตัวอย่างเลือด โดยผู้ป่วยได้รับการเจาะเก็บตัวอย่างเลือดปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอด ethylenediamine tetraacetic acid (EDTA) ภายหลังจากการปั่นแยก ทำการเก็บตัวอย่างโดยแยกส่วนใสซึ่งเป็นพลาสมากับชั้นกลางซึ่งเป็น buffy coat ที่มีเซลล์เม็ดเลือดขาวออกจากกัน และหลอด clotted blood ทำการเก็บตัวอย่างที่เป็นส่วนซีรัม

(3) สกัดแยก RNA จากเซลล์เม็ดเลือดขาวและการแปรสภาพจาก RNA เป็น cDNA เพื่อใช้ในการวัดระดับการแสดงออกของยีน VDR ด้วยเทคนิค quantitative real-time Polymerase Chain Reaction (qRT-PCR)

(4) สกัด DNA จากเซลล์เม็ดเลือดขาว เพื่อนำมาทำ Bisulfite Conversion เปลี่ยนเบสของเส้น DNA ที่มีการเติมหมู่เมทิล ให้สามารถจับกับ primers สำหรับการทำ Methylation Specific PCR (MS-PCR) จากนั้นวิเคราะห์ระดับการเติมหมู่เมทิลโดยเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส

(5) วัด 25-hydroxyvitamin D (วิตามินดี) ในซีรัม ด้วยวิธี Chemiluminescence Immunoassay (CLIA)

4.2. ประชากรและตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือผู้ป่วย LDD ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างร้าวลงขาและได้รับการตรวจยืนยันด้วย MRI ที่มีระดับ Pfirrmann grade มากกว่าหรือเท่ากับ 3 และมีอายุ 50 ปีขึ้นไป และกลุ่มควบคุมที่เป็นอาสาสมัครที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคหมอนรองกระดูกส่วนเอวเคลื่อนกดทับเส้นประสาทที่มีระดับ Pfirrmann grade ต่ำกว่า 3 และมีอายุต่ำกว่า 50 ปี เนื่องจากมีโอกาสที่กระดูกเสื่อมต่ำกว่า เข้ารับการรักษาผ่าตัดที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ซึ่งอาสาสมัครที่มีการรับประทานวิตามินดีเสริมจะถูกคัดออกจากโครงการ โดยการวิจัยนี้ผ่านการรับรองทางจริยธรรมวิจัย จากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในคน คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (IRB No. 0219/66)

4.3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมนำมาวิเคราะห์ตามระเบียบวิธีการทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 22.0 และ GraphPad Prism ค่าการแสดงข้อมูลอาศัยค่าเฉลี่ย (mean) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error of mean, SEM) ค่ามัธยฐาน (median) และ ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (95% confidence interval, 95% CI) วิเคราะห์เปรียบเทียบ 2 กลุ่มที่มีการแจกแจงปกติด้วย unpaired *t*-test, Chi-Square test และแจกแจงไม่ปกติด้วย Mann-Whitney U test เปรียบเทียบ 3 กลุ่มด้วย analysis of variance (ANOVA) และ

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 กลุ่ม ด้วย Spearman's rank correlation โดยกำหนดค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อ $P < 0.05$

5. ผลการวิจัย

5.1. ข้อมูลทั่วไปและลักษณะทางคลินิกของผู้ป่วย

จากการจำแนกผู้ป่วยด้วยภาพถ่าย MRI สามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้ป่วยที่เป็น LDD จำนวน 27 ราย และกลุ่มควบคุม จำนวน 8 ราย ผลการรวบรวมข้อมูลทั่วไปและลักษณะทางคลินิกของผู้ป่วย LDD และกลุ่มควบคุม ดังแสดงใน**ตารางที่ 1**พบว่ากลุ่ม LDD มีอายุเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของเพศระหว่างสองกลุ่ม พบว่าไม่แตกต่างกัน ($P = 0.392$) สำหรับดัชนีมวลกาย (BMI) ของกลุ่ม LDD และกลุ่มควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P = 0.123$) และกลุ่ม LDD ให้คะแนนความเจ็บปวดหลัง (NRS) ที่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P = 0.154$) ในขณะที่ค่าดัชนี ODI ที่ของกลุ่ม LDD มีค่าดัชนี ODI ที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$)

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปและลักษณะทางคลินิกของผู้ป่วย

ข้อมูลทั่วไป	LDD	กลุ่มควบคุม	P value
จำนวน	27	8	
อายุ (ปี), mean ± SEM	68.00 ± 1.70	36.50 ± 2.67	**< 0.001**[a]
เพศ			
หญิง, จำนวน, %	18 (66.70%)	4 (50.00%)	0.392[b]
ชาย, จำนวน, %	9 (33.30%)	4 (50.00%)	
BMI (kg/m^2), mean ± SEM	25.14 ± 0.92	23.17 ± 0.82	0.123[a]
NRS (pt.), median (95% CI)	7.00 (5.45 - 7.43)	5.50 (4.37 - 6.88)	0.154[c]
ODI (%), median (95% CI)	42.22 (38.24 - 52.45)	11.11 (5.41 - 24.03)	**< 0.001**[c]
Pfirmann Grade, จำนวน, %			
Grade 3	6 (22.20%)	-	-
Grade 4	8 (29.60%)		
Grade 5	13 (48.20%)		

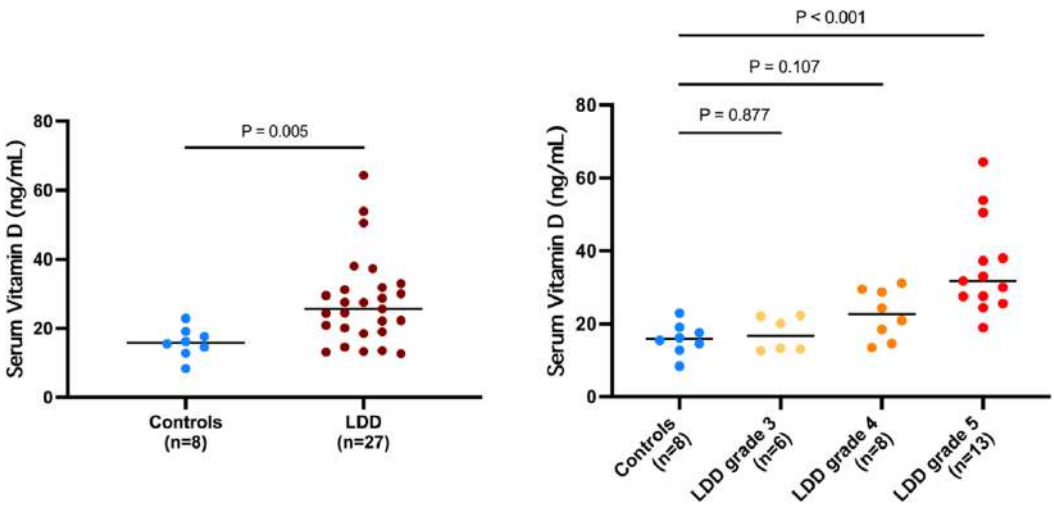
[a] unpaired *t*-test, [b] Chi-Square Test, [c] Mann-Whitney U Test; BMI, Body Mass Index; NRS, Numerical Rating Scale; ODI, Oswestry Disability Index; SEM, Standard Error of the Mean; CI, Confidence Interval

5.2. ระดับวิตามินดีในซีรัม

จากการวัดระดับวิตามินดีในซีรัมพบว่ากลุ่ม LDD มีระดับค่ามัธยฐานของวิตามินดีเท่ากับ 25.60 (22.68 - 32.72) ng/mL สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีระดับวิตามินดีเท่ากับ 15.85 (12.29 - 19.49) ng/mL อย่างมีนัยสำคัญ ($P = 0.005$) และเมื่อเปรียบเทียบระดับวิตามินดีจำแนกตามความรุนแรงของโรค พบว่าระดับความรุนแรงที่จำแนกตาม

Pfirrmann grade ระดับ 3 มีระดับค่ามัธยฐานของวิตามินดี 16.70 (12.33 - 22.20) ng/mL (P = 0.877) ระดับ 4 มีระดับวิตามินดี 22.60 (16.93 - 28.37) ng/mL (P = 0.107) และระดับ 5 มีระดับวิตามินดี 31.80 (27.66 - 43.57) ng/mL (P < 0.001) ดังแสดงใน**รูปที่ 1**

(ก) (ข)

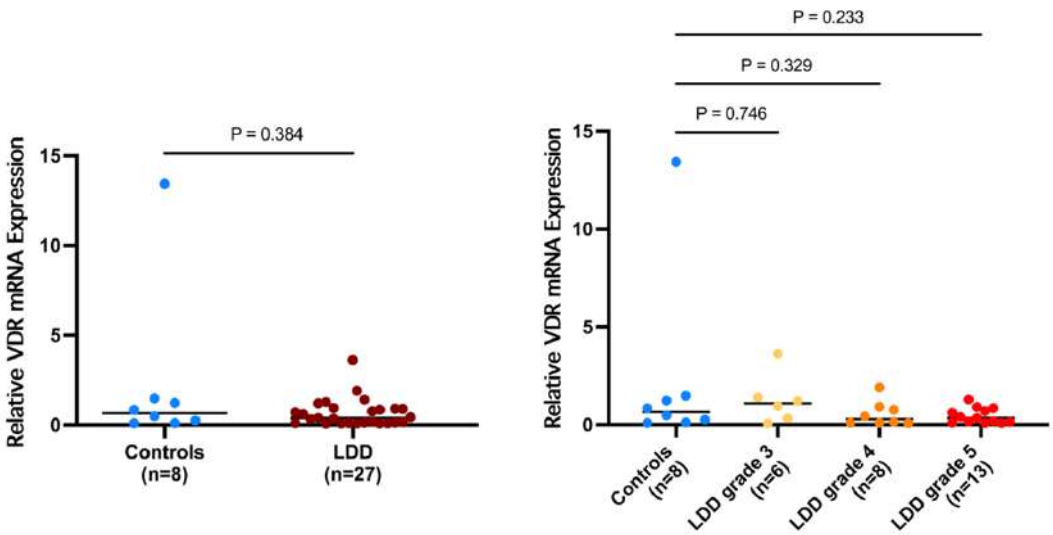


รูปที่ 1 ระดับวิตามินดีในซีรัม (ก) กลุ่ม LDD เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และ (ข) ระดับความรุนแรงของโรค; ข้อมูลแสดงในรูป median (95% CI)

5.3. ระดับการแสดงออกของ VDR mRNA ในเซลล์เม็ดเลือดขาว

ระดับการแสดงออก VDR mRNA ที่คำนวณเทียบกับระดับ GAPDH ที่ใช้เป็น internal control พบว่ากลุ่ม LDD มีค่ามัธยฐานของระดับการแสดงออก VDR mRNA เท่ากับ 0.40 (0.36 - 0.97) ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (P = 0.384) ที่มีระดับการแสดงออก VDR mRNA เท่ากับ 0.67 (-1.56 - 6.05) และเมื่อเปรียบเทียบระดับการแสดงออก VDR mRNA จำแนกตามความรุนแรงของโรคเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่าระดับความรุนแรง ระดับ 3 มีระดับการแสดงออก VDR mRNA เท่ากับ 1.08 (-0.06 - 2.60) (P = 0.746) ระดับ 4 มีค่ามัธยฐานของระดับการแสดงออก VDR mRNA เท่ากับ 0.30 (0.03 - 1.09) (P = 0.329) และระดับ 5 มีระดับการแสดงออก VDR mRNA เท่ากับ 0.35 (0.22 - 0.69) (P = 0.233) ดังแสดงใน**รูปที่ 2**

(ก) (ข)

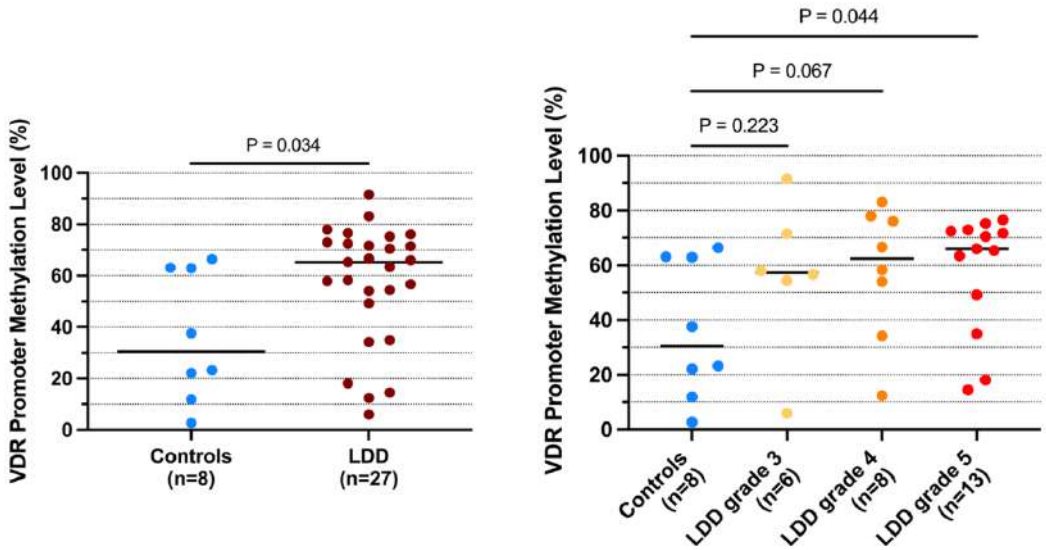


รูปที่ 2 ระดับการแสดงออกของ VDR mRNA ในเซลล์เม็ดเลือดขาว (ก) กลุ่ม LDD เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และ (ข) ระดับความรุนแรงของโรค; ข้อมูลแสดงในรูป median (95% CI)

5.4. ระดับของ VDR promoter methylation ในเซลล์เม็ดเลือดขาว

ค่ามัธยฐานของระดับ VDR promoter methylation ของกลุ่ม LDD (65.33 (48.37 - 66.58) %) มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม (30.40 (15.21 - 57.29) %) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.034) และเมื่อเปรียบเทียบระดับ VDR promoter methylation จำแนกตามความรุนแรงของโรคเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมพบว่าระดับความรุนแรงระดับ 3 มีค่ามัธยฐานของระดับ VDR promoter methylation 57.34 (26.61 - 86.11) % (P = 0.223) ระดับ 4 มีค่ามัธยฐานของระดับ VDR promoter methylation 62.49 (37.61 - 78.06) % (P = 0.067) และระดับ 5 มีค่ามัธยฐานของระดับ VDR promoter methylation เท่ากับ 65.97 (44.64 - 70.89) % (P = 0.044) ดังแสดงใน**รูปที่ 3**

(ก) (ข)



รูปที่ 3 ระดับของ VDR promoter methylation ในเซลล์เม็ดเลือดขาว (ก) กลุ่ม LDD เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และ (ข) ระดับความรุนแรงของโรค; ข้อมูลแสดงในรูป median (95% CI)

5.5. ความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงออกของ VDR, VDR promoter methylation, ระดับความรุนแรงของโรค และข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย

จากการวิเคราะห์พบว่าการแสดงออกของ VDR และ VDR promoter methylation ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของโรคที่จำแนกตาม Pfirrmann grading (r = -0.316, P = 0.064 และ r = 0.332, P = 0.051 ตามลำดับ) รวมถึงการแสดงออกของ VDR ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับ VDR promoter methylation (r = -0.133, P = 0.445) อีกทั้ง VDR, VDR promoter methylation และระดับความรุนแรงของโรคไม่มีความสัมพันธ์กับเพศและอายุ ทั้งในกลุ่ม LDD และกลุ่มควบคุม ในขณะที่พบว่า BMI และระดับวิตามินดีในซีรัมของกลุ่ม LDD มีความสัมพันธ์เชิงลบ (r = -0.457, P = 0.016)

6. อภิปรายผล

จากผลการทำแบบประเมิน ODI พบว่าผู้ป่วย LDD ถูกจำกัดการใช้ชีวิตประจำวันมากกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากอายุที่มากกว่าและความเสื่อมของกระดูกสันหลังส่วนที่มีความรุนแรงกว่า และระดับของวิตามินดีในกลุ่ม LDD จัดอยู่ในภาวะพร่องวิตามินดี (20 - 30 ng/mL) และกลุ่มควบคุมจัดอยู่ในภาวะขาดวิตามินดี (< 20 ng/mL) ซึ่งระดับวิตามินดีแปรผกผันกับการถูกจำกัดการใช้ชีวิตประจำวัน (ODI) เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ Tonelli Enrico, V. และคณะ (2022) แต่เห็นได้ว่ากลุ่ม LDD มีระดับวิตามินดีที่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ทั่วไปแล้วอาการที่เกิดจากโรคไม่ได้เกี่ยวข้องกับระดับวิตามินดีในผู้ป่วยโดยตรง โดยกลุ่ม LDD ควรมีระดับวิตามินดีต่ำกว่าเนื่องจากถูกจำกัดในการใช้ชีวิตประจำวันด้วยความปวด ในกรณีนี้อาจเกิดจากปัจจัยบางประการ เช่น ทางเลือกในการบริโภคอาหาร โดยผู้ป่วยอาจรับประทานอาหารที่มีวิตามินดีสูง กิจกรรมกลางแจ้ง ความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่สามารถมีอิทธิพลต่อการเผาผลาญและการใช้วิตามินดีที่มีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล เป็นต้น

นอกจากนี้ระดับการแสดงออกของ VDR mRNA ในเซลล์เม็ดเลือดขาวของกลุ่ม LDD กับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ซึ่งผลการศึกษาที่ได้แตกต่างจากผลของ Yang, Q. และคณะ (2018) ที่การแสดงออกของ VDR ลดลงอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่ม LDD เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมสุขภาพดี ในขณะผลของการศึกษากระบวนการเหนือพันธุกรรม กลุ่ม LDD และกลุ่ม LDD ที่มีระดับความรุนแรง grade 5 มีระดับการเติมหมู่เมทิลที่บริเวณโปรโมเตอร์ของ VDR มากกว่ากลุ่มควบคุม (hypermethylated) สอดคล้องกับการวิจัยของ Maruthai, K. และคณะ (2022) ที่มีการศึกษาการเติมหมู่เมทิลที่โปรโมเตอร์ของ VDR ในผู้ป่วยวัณโรค ที่พบว่าการเติมหมู่เมทิลมากกว่ากลุ่มควบคุมสุขภาพดี ดังนั้นการเติมหมู่เมทิลอาจส่งผลทำให้การแสดงออกของยีนและโปรตีน VDR ลดลง และความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงออกของ VDR และ VDR methylation และความรุนแรงของโรคที่ไม่มีความสัมพันธ์กันนั้นอาจเกิดจากข้อจำกัดของการศึกษา ได้แก่ จำนวนประชากรที่น้อยเกินไป ศึกษาในกลุ่มประชากรจากแหล่งเดียว (single center study) อีกทั้งเป็นการศึกษา ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง (cross-sectional study) จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าปัจจัยใดเป็นเหตุเป็นผลกัน และศึกษาเฉพาะในเซลล์เม็ดเลือดขาว ซึ่งอาจไม่สะท้อนถึงผลที่เกิดขึ้นจริงในกระดูกสันหลังส่วนเอวที่เสื่อม รวมถึงความแตกต่างกันระหว่างอายุของกลุ่ม LDD และกลุ่มควบคุม ดังนั้น ในอนาคตควรเพิ่มขนาดประชากรและควรเก็บข้อมูลเกี่ยวกับโรคประจำตัว ระยะเวลาที่อาสาสมัครมีอาการก่อนเข้าร่วมการศึกษา รวมถึงศึกษาเพิ่มเติมในเซลล์ หรือสัตว์ทดลอง และติดตามผลของผู้ป่วยในระยะยาว สุดท้ายนี้การแสดงออกของ VDR รวมถึงระดับการเติมหมู่เมทิลที่โปรโมเตอร์ของ VDR อาจใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพประกอบการตรวจวินิจฉัยติดตามและพยากรณ์ระดับความรุนแรงของ LDD ได้

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

(1) สามารถนำระดับ VDR promoter methylation ไปใช้ในการวิเคราะห์ระดับความรุนแรงของโรคได้ในเบื้องต้น

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

(1) เพิ่มขนาดประชากร

(2) ศึกษาเพิ่มเติมในชิ้นเนื้อหมอนรองกระดูกสันหลัง ศึกษาในเซลล์ทดลองหรือสัตว์ทดลอง

(3) เก็บข้อมูลระยะเวลาที่อาสาสมัครมีอาการของโรคก่อนเข้าร่วมการศึกษา

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณสินสุดา เดชสุภา คุณมนัสนันท์ จิตรจำนงค์ คณาจารย์และนิสิตสาขาชีวเคมีทางการแพทย์ คณาจารย์ฝ่ายออร์โธปิดิกส์ รวมถึงศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางโรคข้อเสื่อมและโครงสร้างกระดูกกล้ามเนื้อ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีส่วนส่งเสริมงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

9. เอกสารอ้างอิง

Battié, M. C., T. Videman, E. Levälahti, K. Gill and J. Kaprio (2008). "Genetic and environmental effects on disc degeneration by phenotype and spinal level: a multivariate twin study." *Spine (Phila Pa 1976)* 33(25): 2801-2808.

Beckett, E. L., P. Jones, M. Veysey, K. Duesing, C. Martin, J. Furst, Z. Yates, N. G. Jablonski, G. Chaplin and M. Lucock (2017). "VDR gene methylation as a molecular adaption to light exposure: Historic, recent and genetic influences." *American Journal of Human Biology* 29(5): e23010.

Fairbank, J. C. T. and P. B. Pynsent (2000). "The Oswestry Disability Index." *Spine* 25(22): 2940-2953.

Forrest, K. Y. Z. and W. L. Stuhldreher (2011). "Prevalence and correlates of vitamin D deficiency in US adults." *Nutrition Research* 31(1): 48-54.

Frost, B. A., S. Camarero-Espinosa and E. J. Foster (2019). "Materials for the Spine: Anatomy, Problems, and Solutions." *Materials* 12(2): 253.

Jiang, C., J. Zhu, Y. Liu, X. Luan, Y. Jiang, G. Jiang and J. Fan (2017). "The methylation state of VDR gene in pulmonary tuberculosis patients." *Journal of Thoracic Disease* 9(11): 4353-4357.

Kocjan, T., T. M. Tan, G. S. Conway and G. Prelevic (2006). "Vitamin D status in patients with osteopenia or osteoporosis--an audit of an endocrine clinic." *Int J Vitam Nutr Res* 76(5): 307-313.

Lacerda de Lucena, L., A. S. Silva, R. Nascimento, D. C. Persuhn, J. P. R. Neves, M. J. C. Costa, D. J. M. Queiroz, R. de Lima, R. P. Ataíde de Lima, M. P. de Paiva, N. Francis Paulo de Oliveira and M. Gonçalves (2021). "Relationship between BsmI polymorphism and VDR gene methylation profile, gender, metabolic profile, oxidative stress, and inflammation in adolescents." *Nutr Hosp* 38(5): 911-918.

Li, G., W. Zhang, H. Liang and C. Yang (2022). "Epigenetic regulation in intervertebral disc degeneration." *Trends in Molecular Medicine* 28(10): 803-805.

Maruthai, K., S. Sankar and M. Subramanian (2022). "Methylation Status of VDR Gene and its Association with Vitamin D Status and VDR Gene Expression in Pediatric Tuberculosis Disease." Immunol Invest 51(1): 73-87.

Pfirrmann, C. W., A. Metzdorf, M. Zanetti, J. Hodler and N. Boos (2001). "Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration." *Spine (Phila Pa 1976)* 26(17): 1873-1878.

Ravindra, V. M., S. S. Senglaub, A. Rattani, M. C. Dewan, R. Härtl, E. Bisson, K. B. Park and M. G. Shrime (2018). "Degenerative Lumbar Spine Disease: Estimating Global Incidence and Worldwide Volume." *Global Spine Journal* 8(8): 784-794.

Tonelli Enrico, V., M. Schneider, M. Haas, N. Vo, W. Huang, C. McFarland, N. Weber and G. Sowa (2022). "The association of biomarkers with pain and function in acute and subacute low back pain: a secondary analysis of an RCT." BMC Musculoskeletal Disorders 23(1): 1059.

Xu, H. W., Y. Y. Yi, S. B. Zhang, T. Hu, S. J. Wang, W. D. Zhao and D. S. Wu (2020). "Does vitamin D status influence lumbar disc degeneration and low back pain in postmenopausal women? A retrospective single-center study." *Menopause (New York, N.Y.)* 27(5): 586-592.

Yang, Q., Y. Liu, Y. Guan, X. Zhan, Z. Xiao, H. Jiang and Q. Wei (2019). "Vitamin D Receptor gene polymorphisms and plasma levels are associated with lumbar disc degeneration." Scientific Reports 9(1): 7829.

การประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์และปรับปรุงอุปกรณ์ในการทำงานเพื่อลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อจากการเติมสินค้าของพนักงานร้านสะดวกซื้อ

Ergonomic Risk Assessment and Equipment Improvement to Reduce Muscular Fatigue due to Shelf Replenishment for Convenience Store Staff

นางสาวนฤมล เทียงบุญ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมความปลอดภัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
E-mail: Naruemon.tan@ku.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อและประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ และทำการออกแบบปรับปรุงอุปกรณ์เพื่อลดความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของพนักงานร้านสะดวกซื้อ ในอุตสาหกรรมค้าปลีก ซึ่งทำการสำรวจพนักงานจำนวน 300 คนจากร้านสะดวกซื้อ 3 ประเภท คือ ร้านประเภท Stand alone อาคารพาณิชย์ และ ประเภท Booth โดยใช้แบบสอบถามชนิดตอบด้วยตนเองตามมาตรฐานนอร์นิค (Standardized Nordic Questionnaires) ประเมินอาการเจ็บปวดหรือบาดเจ็บ บริเวณส่วนต่างๆของร่างกาย และประเมินท่าทางการทำงานทั้งลำตัว (Rapid Entire Body Assessment,REBA) จากการวิเคราะห์ผลด้วยสถิติเชิงพรรณนา และสถิติเชิงอนุมานแบบ One sample t test

ผลการวิจัยพบว่าก่อนปรับปรุงรถเข็นผู้ปฏิบัติงานเคยเจ็บปวดหรือรู้สึกไม่สบายมากที่สุดบริเวณ ไหล่ รองลงมาคือบริเวณหลังส่วนล่างและหลังส่วนบน และคะแนนเฉลี่ยจาการประเมินท่าทางการทำงานทั้งลำตัวเท่ากับ 9.3 คะแนน ภายหลังการปรับปรุงรถเข็นเพื่อให้สามารถปรับระดับขึ้น ลง ได้ ทดแทนรถเข็นล้อเลื่อนขนาดเล็ก ทำให้สามารถปรับระดับการวางลังสินค้าบนรถเข็นเพื่อไม่ให้ก้มตัว และรถเข็นมีที่จับสำหรับการเข็น และยังช่วยลดจำนวนความถี่การเติมสินค้าลงได้ ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานด้วยท่าทางที่ลำตัวตรง ลดการก้มตัว ลดการลาก ก้มคอสามารถยืนทำงานได้ถนัด และลดการเหยียดแขน โดยคะแนนเฉลี่ยในส่วนคอลดลงมากที่สุด รองลงมาคือส่วนของลำตัว และส่วนของแขนส่วนบน ซึ่งคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนปละหลังการปรับปรุงรถเข็นในส่วนของคอและลำตัว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีค่า Sig.(2-tailed) เท่ากับ 0.012 ,0.018 และ 0.040 ตามลำดับ และคะแนนเฉลี่ยจาการประเมินท่าทางการทำงานทั้งลำตัวลดลงที่ 3.5 คะแนน ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีค่า Sig.(2-tailed) เท่ากับ 0.000

คำสำคัญ: การยศาสตร์ การประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ ร้านสะดวกซื้อ

ABSTRACT

This research aims to evaluate muscle fatigue and assess ergonomic risks, as well as design and improve equipment to reduce the ergonomic risks of convenience store employees in the retail industry. The study

surveyed 300 employees from three types of convenience stores: stand-alone, commercial buildings, and booths. The self-administered Standardized Nordic Questionnaires were used to assess pain or injury in various parts of the body, and the Rapid Entire Body Assessment (REBA) was used to evaluate body postures. The results were analyzed using descriptive statistics and inferential statistics using the One sample t test.

The research found that before the cart improvements, the workers experienced the most pain or discomfort in their shoulders, followed by their lower back and upper back. The average score from evaluating body postures was 9.3 points. After improving the cart to allow for height adjustments and replacing small sliding wheels, it was possible to adjust the level of product placement on the cart to prevent bending over. The cart also had a handle for pushing and helped reduce the frequency of product restocking.

This allowed workers to work with straight body postures, reducing bending over, dragging, neck bending, and arm stretching. The average score for the neck area decreased the most, followed by the body area. The average scores before and after cart improvements for the neck body and arm areas were significantly different at a 95% confidence level, with Sig.(2-tailed) values of 0.012 0.018 and 0.040 respectively.

The average score from evaluating body postures decreased to 3.5 points, which was significantly different at a 95% confidence level with a Sig.(2-tailed) value of 0.000.

Keywords: Ergonomic , Ergonomic risk assessment , Convenience Store

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

จากรายงานการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน ของสำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงาน ปี พ.ศ.2560-2564 พบว่าโรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงานที่มีจำนวนการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงานสูงสุดในปี 2560-2564 คือโรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูก โดยเฉลี่ย 5 ปี มีลูกจ้างประสบอันตราย จำนวน 5,842 ราย คิดเป็นร้อยละ 1.35 ต่อปี(สำนักงานกองทุนเงินทดแทน,2564) ซึ่งจะเห็นได้ว่าปัญหาด้านการยศาสตร์ ยังคงเป็นปัญหาหลักของการเกิดโรคจากการทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลการเบิกค่ารักษาพยาบาลของหน่วยงานร้านสะดวกซื้อ จากข้อมูลสถิติการเบิกสวัสดิการค่ารักษาพยาบาลของบริษัท พบว่า ปี พ.ศ.2562-2564 พนักงานของหน่วยงานร้านสะดวกซื้อ มีการเบิกสวัสดิการค่ารักษาพยาบาลเฉลี่ย เดือนละ 125,595 บาท ซึ่งมากที่สุดของทุกหน่วยงาน ต้น และจากแบบสอบถามพบว่าพนักงานมีอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก สืบเนื่องจากลักษณะงานในร้านสะดวกซื้อมีกระบวนการทำงานที่ซ้ำซ้อนในท่าทางซ้ำๆโดยแบ่งออกเป็น 3 กระบวนการ ได้แก่ การรับสินค้าจากผู้ขนส่ง การเติมสินค้า และการขายสินค้า ในกระบวนการจัดเติมสินค้ามีท่าทางการทำงานในท่าทางเดิมซ้ำๆ และมีการยก การก้มตัว การลากลังสินค้า ทำให้ในขั้นตอนนี้พนักงานมีการปวดเมื่อยมากที่สุด สอดคล้องกับการงานวิจัยเรื่องการลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บจากการทำงานโดยหลักการทางการยศาสตร์ กรณีศึกษา สหกรณ์กองทุนยางพิจิตร จำกัด โดยศึกษาเกี่ยวกับการเจ็บปวดส่วนต่างๆของร่างกายจากการทำงานของพนักงาน จากการสัมภาษณ์พนักงานจำนวน 10 คน พบว่ามีอาการปวดหลังส่วนล่าง ปวดหลังส่วนบน และปวดไหล่ สาเหตุมาจากงานสถานีรับซื้อน้ำยาง มีกระบวนการยกและเคลื่อนย้ายถังแกลลอนน้ำยางไปเทลงบ่อพัก (นิธิเศรษฐ เพชรจู,2555) จึงจำเป็นต้องปรับปรุงอุปกรณ์ในการทำงานของขั้นตอนการเติมสินค้าเพื่อลดปัญหาด้านการยศาสตร์

ดังนั้นการปรับปรุงอุปกรณ์ ในขั้นตอนการเติมสินค้าเพื่อให้สอดคล้องกับหลักการยศาสตร์เพื่อลดปัญหาด้านการยศาสตร์และความเมื่อยล้าของพนักงานจึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งจะส่งผลให้พนักงานทำงานด้วยความสุข รู้สึกสบาย ปราศจากความเครียดกังวล ลดปัญหาความเมื่อยล้าอันเนื่องมาจากการทำงาน และขณะเดียวกันยังทำให้งานที่ทำอยู่นั้นมีประสิทธิผลสูงขึ้นจะเป็นการทำให้ลดความถี่จากการเติมสินค้าได้ตามลำดับ

ภาพที่ 1 ตัวอย่างขั้นตอนการเติมสินค้า (ก่อนการปรับปรุง)

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) การประเมินความเมื่อยล้าและความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากท่าทางการทำงานก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

2) เพื่อออกแบบอุปกรณ์ในการทำงานเพื่อลดระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในขั้นตอนการเติมสินค้า

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

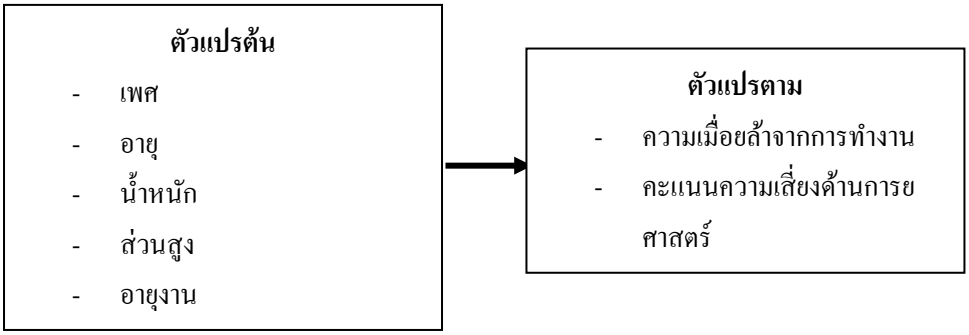
สุจิตรา หันสา ได้ทำการศึกษาวิธีการปรับปรุงสถานีงานเพื่อลดอาการความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ ของพนักงานประกอบในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้สำนักงาน ซึ่งมีวัตุประสงค์เพื่อค้นหาสาเหตุความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อระหว่างการปฏิบัติงาน และสามารถออกแบบปรับปรุงสถานีงานทำให้สามารถลดปัญหาด้านการยศาสตร์ ใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการทรัพยากรบุคคล เรื่องลดอัตราการลาออกของพนักงาน โดยเครื่องมือที่ใช้ในศึกษาโดยใช้แบบสอบถามข้อมูลความเมื่อยล้าหรือเจ็บปวดกล้ามเนื้อ แบบฟอร์มสำหรับการบันทึกคะแนนท่าทางในการทำงานด้วยเทคนิค RULA REBA การวัดสัญญาณไฟฟ้าที่กล้ามเนื้อขณะทำงานด้วยเครื่อง (EMG) รุ่น Neuro MEP4 วิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมประมวลผล NeuroMEP.NETomega ผลการศึกษาพบว่าพนักงานส่วนใหญ่มีอาการปวดเมื่อยเกือบทุกวัน ส่วนใหญ่อาการรุนแรงปานกลาง จากการประเมิน RULA พบว่าคะแนนสูงสุดมีค่า 7 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับปรับปรุงโดยทันที และจากการประเมิน REBA พบว่าคะแนนสูงสุดมีค่า 10 ซึ่งอยู่ในระดับความเสี่ยงสูงต้องปรับปรุงทันที จึงได้ปรับปรุงสถานีงานใหม่โดยการเพิ่มโต๊ะทำงาน ปรับปรุงจุดรับส่งงาน เพิ่มเก้าอี้นั่งและปรับปรุงสถานีบรรจุงาน

กนกวรรณ พันกับ ทำการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการปรับปรุงสถานีงานเพื่อลดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อของพนักงานเพศหญิงในงานหัตกรรมการผลิตกระดาษสา เพื่อสืบค้นปัญหาด้านการยศาสตร์ในการทำงาน และปรับปรุงสถานีงานในขั้นตอนการทำแผ่นกระดาษสาที่มีวิธีการทำงานแบบแตะ เพื่อลดความเมื่อยล้าของ

กล้ามเนื้อ ด้วยวิธีการประเมินความรู้สึกเมื่อยล้าด้วยแบบสอบถาม และวัดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อด้วยเครื่อง EMG ผลการวิจัยพบว่า บริเวณที่มีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อหรือเมื่อยล้าสูงสุดคือหลังส่วนล่าง ไหล่ซ้าย และไหล่ขวา ผู้วิจัยจึงปรับปรุงสถานีทำงานในขั้นตอนการทำกระดาษสา ที่มีวิธีการทำงานแบบแตะ โดยออกแบบสถานีทำงานใหม่ให้สามารถทำงานได้ทั้งยืนและนั่งทำงาน

สุวัตชัย หงส์สิบเก้า การศึกษาเพื่อการออกแบบปรับปรุงสถานีงานประกอบการนำสวิตซ์ตัดตอนไฟฟ้าแรงสูงชนิดภายในเป็นศสุญญากาศแบบ 3 ขั้ว ทนแทนสวิตซ์ตัดตอนไฟฟ้าแรงสูงชนิดภายในบรรจุก๊าซเอสเอฟซิกซ์แบบ 3 ขั้ว จากการประเมินท่าทางการทำงาน RULA พบว่าการประกอบแบบเดิมมีขั้นตอนการทำงาน 11 สถานีงาน ระยะทางในการประกอบ 113 เมตร และคะแนนจากการประเมินท่าทางการทำงาน RULA คือ 6.45 คะแนน มีความเสี่ยงสูงต้องรีบดำเนินการแก้ไขปรับปรุงทันที ผู้วิจัยจึงทำการออกแบบสถานีงานโดยนำหลักการทางการยศาสตร์ หลักการออกแบบจิ๊กฟิกเจอร์ เพื่ออกแบบสถานีงาน หลังการออกแบบได้ลดขั้นตอนการทำงานจาก 11 ขั้นตอน เหลือ 7 ขั้นตอนและลดระยะทางการขนย้าย สถานีงานหลังปรับปรุงสามรถปรับระดับและหมุนรอบได้ และคะแนนหลังการปรับปรุงสถานีงานจากการประเมินท่าทางการทำงาน RULA เฉลี่ยที่ 4.57

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.3 สมมติฐานการวิจัย

1. คะแนนความเสี่ยงด้านการยศาสตร์หลังการปรับปรุงลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามแบบวิจัยตัดขวาง (Cross Sectional Studies) คือเป็นการเก็บข้อมูลในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งเพียงครั้งเดียวในช่วงปี 2564-2565 โดยใช้เครื่องมือการวิจัยเป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) แล้วทาการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ การเก็บรวมรวมข้อมูลในงานวิจัยโดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 กลุ่ม จำนวน 300 คน คือ พนักงานที่ปฏิบัติงานในร้านประเภทอาคารพาณิชย์ จำนวน 128 คน พนักงานที่ปฏิบัติงานในร้านประเภท Booth จำนวน 12 คนและพนักงานที่ปฏิบัติงานในร้านประเภท Stand Alone จำนวน 160 คน

1. สรุปสถิติการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยจากการทำงาน วิเคราะห์ข้อมูล จำแนกข้อมูลการเบิกค่ารักษาพยาบาลจำแนกตามหน่วยงาน ประเภทโรคที่รักษา จัดลำดับปัญหาจากการบาดเจ็บจากการทำงาน

2. สังเกตและศึกษาลักษณะการทำงาน วิธีการปฏิบัติงาน ชั่วโมงการทำงาน เวลาพัก ภาระงาน สภาพแวดล้อม ของพนักงานในกิจกรรมเติมสินค้า หรือปฏิบัติงานในร้านสะดวกซื้อ โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการทำงานของพนักงาน โดยแบ่งเป็นขั้นตอนของแต่ละงาน รวมถึงสภาพแวดล้อมในการทำงาน สถานีทำงาน ในส่วนของการสอบถามเกี่ยวกับความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อใช้แบบสอบถามในการรวบรวมข้อมูล

3. รวบรวมประเภทของสถานีงานที่แตกต่างกัน กำหนดประเภทของสถานีงานตามที่บริษัทกำหนด ศึกษาขั้นตอนการทำงาน กิจกรรมทั้งหมดที่ปฏิบัติงาน

4. เก็บข้อมูลแบบสอบถามความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ ที่เหมาะสมสำหรับพนักงานร้านสะดวกซื้อ โดยใช้แบบประเมินความเมื่อยล้าของ Nordic

5. สรุปข้อมูลแบบสอบถามความเมื่อยล้าในรูปแบบร้อยละของการปวดเมื่อยตามสัดส่วนของร่างกาย

6. วิเคราะห์ท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค REBA ใช้กล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง และแบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางในการทำงานด้วยเทคนิค REBA โดยจะบันทึกภาพเคลื่อนไหวระหว่างที่พนักงานปฏิบัติงานในขั้นตอนการเติมสินค้า เพื่อให้คะแนนความเมื่อยล้า และนำไปประเมินผลคะแนน

7. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาจากการวิเคราะห์ค่าร้อยละของข้อมูลความเมื่อยล้า การบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ จากผลวิเคราะห์คะแนน REBA และทำการศึกษาการออกแบบ ปรับปรุงอุปกรณ์ในสถานที่ทำงานที่สามารถช่วยให้การทำงานเป็นไปตามหลักการยศาสตร์

8. ศึกษาการออกแบบและปรับปรุงสถานีงาน หรืออุปกรณ์ที่ใช้ขณะปฏิบัติงาน ที่สามารถช่วยในการทำงานเป็นไปตามหลักการยศาสตร์

9. ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน ตามรายละเอียดที่ออกแบบไว้

10. ทดลองการใช้อุปกรณ์หลังการปรับปรุง

11. เปรียบเทียบตัวแปรต่างๆในสถานที่ทำงานระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ได้แก่การวิเคราะห์ Paired t-test วิเคราะห์ความเสี่ยงทางการยศาสตร์หลังการปรับปรุง

4.2 ประชากรและตัวอย่าง

พนักงานบริษัทค้าปลีกแห่งหนึ่ง หน่วยงานร้านสะดวกซื้อ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 กลุ่ม จำนวน 300 คน คือ พนักงานที่ปฏิบัติงานในร้านประเภทอาคารพาณิชย์ จำนวน 128 คน พนักงานที่ปฏิบัติงานในร้านประเภท Booth จำนวน 12 คนและพนักงานที่ปฏิบัติงานในร้านประเภท Stand Alone จำนวน 160 คน

4.3 เครื่องมือวิจัย

1. แบบสอบถามตามมาตรฐานนอร์นิค(Standardized Nordic Questionnaire) (Kuorinka, et., 1987) ผู้วิจัยมีคำตอบให้ผู้ตอบแบบสอบถามได้เลือกตอบและเป็นลักษณะแบบคำถามปลายปิด โดยผู้วิจัยจะเว้นช่องว่างให้ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นคำตอบแบบ ใช่ หรือ ไม่ใช่ โดยแบ่งแบบสอบถามเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง อายุงาน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับอาการผิดปกติของกล้ามเนื้อ

2. แบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ REBA (Rapid Entire Body Assessment)

การประเมินความเสี่ยงท่าทางการทำงานแบบใช้ร่างกายทุกส่วน (Ergonomics Risk Assessment : Whole Body Posture) เป็นวิธีการประเมินความเสี่ยงทางด้านการยศาสตร์ที่ใช้สำหรับการประเมินเกี่ยวกับท่าทาง

ในการทำงานแบบทั้งตัว ผู้วิจัยจะเป็นผู้ให้คะแนนความเสี่ยงจากการสังเกตท่าทางการทำงานของพนักงานในขั้นตอนการเติมสินค้า

3.อุปกรณ์สำหรับบันทึกท่าทางการทำงานขณะปฏิบัติงาน

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.4.1 เก็บแบบสอบถามกลุ่มตัวอย่างเพื่อรวบรวมข้อมูลความเมื่อยล้าและการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อในงานจัดเรียงสินค้าด้วยแบบสอบถาม โดยมีการประยุกต์มาจากแบบสอบถามมาตรฐานนอร์ดิค (Standardized Nordic Questionnaire) (Kuorinka, et., 1987) ที่ใช้สำหรับสอบถามอาการความเมื่อยล้าหรือบาดเจ็บของกระดูกและกล้ามเนื้อ ซึ่งแบบสอบถามประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง อายุงาน การประสบอันตรายและโรคจากการทำงาน และส่วนที่ 2 คือ ข้อมูลเกี่ยวกับอาการผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูกในส่วนต่างๆของร่างกาย แบ่งเป็น 10 ส่วน ได้แก่ คอ ไหล่ ข้อศอก มือ/ข้อมือ หลังส่วนบน หลังส่วนล่าง สะโพก ต้นขา เข่า และเท้า ซึ่งจะสอบถามอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นในช่วง 12 เดือน และ 7 วันที่ผ่านมา

4.4.2 การประเมินความเสี่ยงท่าทางการทำงานแบบใช้ร่างกายทุกส่วน (Ergonomics Risk Assessment : Whole Body Posture) เป็นวิธีการประเมินความเสี่ยงทางด้านการยศาสตร์ที่ใช้สำหรับการประเมินเกี่ยวกับท่าทางในการทำงานแบบทั้งตัว เป็นวิธีการที่ได้รับการพัฒนาโดย Dr. SueHignett และ Dr.LynnMcAtamney REBA เป็นเครื่องมือที่จะมุ่งประเมินเกี่ยวกับท่าทางในการทำงาน โดยจะประเมินความเสี่ยงของท่าทางในการทำงานที่ผิดปกติของร่างกายทั้งหมด การประเมิน REBA จะมีจุดแข็งในเรื่องของระยะเวลาที่ใช้ในการประเมินที่รวดเร็วและเป็นระบบ ทำให้เห็นถึงความเสี่ยงของท่าทางที่พนักงานใช้ในการทำงานของร่างกายทุกส่วนในระหว่างการปฏิบัติงาน การวิเคราะห์สามารถดำเนินการก่อนและหลังปรับปรุงหรือแก้ไขเพื่อลดความเสี่ยง เพื่อแสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงแก้ไขที่ได้ดำเนินการไปนั้นสามารถลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อได้ (Highnett, S. และ McAtamney,L., 2000) ผู้วิจัยจะเป็นผู้ให้คะแนนความเสี่ยงจากการสังเกตท่าทางการทำงานของพนักงานในขั้นตอนการเติมสินค้าจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสำหรับงานที่ต้องมีการเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนท่าทางการทำงานอย่างรวดเร็วหรือท่าทางที่ไม่อยู่กับที่ การประเมินแบ่งออกเป็นการประเมินส่วนต่างๆของร่างกาย ได้แก่ คอ ลำตัว ขา แขน มือ/ข้อมือ การประเมินภาระงานและแรงที่ใช้ แขนส่วนบน แขนส่วนล่าง การยึดจับวัตถุ ซึ่งผลวิเคราะห์ระดับบความเสี่ยง แบ่งเป็น 5 ช่วงคะแนน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับความเสี่ยงการประเมินการยศาสตร์ด้วยวิธี REBA (Hignett and McAtamney,2000)

คะแนน	การแปลผล
1	ความเสี่ยงน้อยมาก
2-3	ความเสี่ยงน้อย ยังต้องมีการปรับปรุง
4-7	ความเสี่ยงปานกลาง ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรได้รับการปรับปรุง
8-10	ความเสี่ยงสูง ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรรีบปรับปรุง
≥ 11	ความเสี่ยงสูงมาก ควรปรับปรุงทันที

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.5.1 สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statics) ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ใช้ค่าร้อยละ (Percentage) ในการวิเคราะห์ตัวแปรที่มีระดับการวัดเชิงกลุ่ม ได้แก่ปัจจัยด้านประชากร ที่ประกอบไปด้วยด้าน เพศ ด้านความเมื่อยล้าของร่างกาย

2. การใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) ในการวิเคราะห์ตัวแปรที่ระดับการวัดเชิงปริมาณ ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และอายุงาน

4.5.2 เปรียบเทียบข้อมูลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลคะแนนจากการวิเคราะห์ คะแนน REBA ทั้งก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง โดยใช้การทดสอบสมมติฐาน เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง คือ Paired Samples t-test

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการสอบถามตามมาตรฐานนอร์นิค

พนักงานหน่วยงานร้านสะดวกซื้อ จำนวน 300 คนพบว่า ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป พบว่า พนักงานเป็นเพศชาย จำนวน 78 คน เพศหญิง 222 คน มีอายุ น้ำหนัก และส่วนสูงเฉลี่ย เท่ากับ 28 ปี 62 กิโลกรัม และ 162 เซนติเมตร ตามลำดับ จำแนกพนักงานอยู่ในร้านแต่ละประเภท Stand alone อาคารพาณิชย์ และ Booth เท่ากับ 160 คน 128 คน และ 12 คน ส่วนที่ 2 สอบถามข้อมูลความเมื่อยล้า พบว่าในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมาพนักงานเจ็บปวด หรือรู้สึกไม่สบายบริเวณ ไหล่ หลังส่วนล่างและหลังส่วนบน คิดเป็น 53% 51% และ 48% ตามลำดับ พบว่าในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมาพนักงานเจ็บปวด หรือรู้สึกไม่สบายจนไม่สามารถทำกิจกรรมปกติเช่น งานประจำ งานบ้าน บริเวณหลังส่วนล่าง ไหล่ และ คอ คิดเป็น 17% 16% และ 14% ตามลำดับ พบว่าในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมา พนักงานต้องไปพบแพทย์เพราะอาการเจ็บปวดหรือรู้สึกไม่สบายบริเวณ คอ ไหล่ และลหลังส่วนบน คิดเป็น 11% 10% และ 9% ตามลำดับ พบว่าในช่วง 7 วันที่ผ่านมาพนักงานมีปัญหา เช่น ปวด ชา บริเวณ ไหล่ หลังส่วนบน และหลังส่วนล่าง คิดเป็น 42% 37% และ 36% ตามลำดับ

5.2 ผลการประเมินความเสี่ยงงานที่มีการเคลื่อนไหวแบบทั่วทั้งร่างกายด้วยวิธี REBA ประเมินท่าทางการทำงานของพนักงาน ในขั้นตอนการจัดเติมสินค้า จำนวน 9 คน จำแนกเป็นพนักงานจากร้านประเภท Stand Alone 3 คน ประเภทอาคารพาณิชย์ 3 คน และประเภท Booth 3 คน พบว่า ขั้นตอนการเติมสินค้า มีคะแนนเฉลี่ยของร้านแต่ละประเภทที่ 8.33 10.33 และ 9.33 และมีคะแนนรวมเฉลี่ยของร้านทั้ง 3 ประเภท เท่ากับ 9.33 คะแนน ซึ่งหมายความว่า ความเสี่ยงสูง ควรมีการวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรรีบปรับปรุง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมิน REBA ขั้นตอนการเติมสินค้าของร้านทั้ง 3 ประเภท ก่อนปรับปรุง (n=9)

คะแนนเฉลี่ยการเคลื่อนไหวไส่วนต่างๆ	**ประเภทร้าน**		
	Stand Alone	**อาคารพาณิชย์**	**Booth**
คอ	2.00	2.00	2.00
ลำตัว	3.00	3.67	3.33
ขา	2.67	2.67	1.67
ตาราง A	2.00	6.33	5.00
แรงที่ใช้	1.33	1.00	1.00
คะแนนรวมกลุ่ม A	3.33	7.33	6.00
แขนส่วนบน	3.33	2.00	2.67
แขนส่วนล่าง	2.00	2.00	1.67
มือและข้อมือ	2.00	2.00	1.67
ตาราง B	5.33	3.00	3.67
การยึดจับวัตถุ	2.00	2.00	2.00
คะแนนรวมกลุ่ม B	7.33	5.00	5.67
ตาราง C	7.33	9.33	8.33
การเคลื่อนไหวในงาน	1.00	1.00	1.00
คะแนนความเสี่ยงรวมและการสรุปคะแนน	8.33	10.33	9.33

5.3 ผลการประเมินหลังการแก้ไขปรับปรุงอุปกรณ์ เนื่องจากพื้นที่การทำงานมีจำกัด ผู้วิจัยจึงเลือกทำการปรับปรุงสถานีงานยกโดยออกแบบรถเข็นปรับระดับในการขนลังสินค้าไปเติมสินค้ายังพื้นที่ขาย โดยพนักงานไม่ต้องก้ม ที่สามารถกดปรับระดับขึ้นและลงของลังสินค้า เพื่อปรับระดับขึ้นเพื่อวางสินค้าในลัง ที่มีความสูงที่ 70 ซม.และสามารถนำลงสินค้าซ้อนกันได้ 2 ลัง และสามารถรองรับน้ำหนักได้ที่ 80 กิโลกรัม รถเข็นมีที่จับสำหนับเข็นไปด้านหน้า ที่มีความสูงอยู่ในระดับ 1.45 เมตร พนักงานไม่ต้องก้มลังไปหยิบหรือวางสินค้าในลังสินค้า และไม่มีการก้มเพื่อลากหรือเข็นลังสินค้าไปเติมยังพื้นที่ขาย ดังรูปที่ 2 หลังการปรับปรุงอุปกรณ์ผู้วิจัยได้ทำการประเมินด้วยวิธี REBA พบว่า ร้านประเภท Stand Alone ประเภทอาคารพาณิชย์ และประเภท Booth มีคะแนนรวมเท่ากับ 3 4 และ 3.67 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยทั้ง 3 ประเภท กับ 3.5 คะแนน ซึ่งหมายความว่า ความเสี่ยงน้อย ยังต้องมีการปรับปรุง และจากการแก้ไขปรับปรุงรถเข็นเดิมเป็นรถเข็นปรับระดับ อุปกรณ์ก่อนการปรับปรุงสามารถวางรถเข็นได้ 1 ลัง และหลังปรับปรุงสามารถวางลังสินค้าได้จำนวน 2 ลัง

การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนรวมของคะแนนเฉลี่ยความเสี่ยงในวิธีการประเมินท่าทางร่างกายทั้งลำตัว ระหว่างก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงอุปกรณ์ด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้สถิติแบบ One sample t test พบว่า ค่า Sig. (2-tailes) ในร้านประเภท Stans Alone ประเภทอาคารพาณิชย์ และประเภท Booth มีค่าเท่ากับ 0.003 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า คะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงในส่วนของคอและลำตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในแต่ละส่วนของร่างกายก่อนการปรับปรุงและหลังปรับปรุงอุปกรณ์ด้วยโปรแกรม SPSS ใช้สถิติแบบ แบบ One sample t test

การปรับปรุง	Mean	Std. Deviation	t	df	Sig.(2-tailes)
ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง	5.77	0.509	19.625	2	0.003

อุปกรณ์หลังการปรับปรุง

1. การนำลังบรรจุสินค้าวางบนถาดวางที่รถเข็นในระยะความสูง 35 เซนติเมตร โดยพนักงานไม่ต้องก้มลงไปวางสินค้า หรือก้มลงไปหยิบสินค้าตอนจัดเรียงสินค้า

ภาพที่ 4 เตรียมลังสินค้าบรรจุสินค้า

2. เมื่อบรรจุสินค้ากล่องแรกเต็ม กดปุ่ม ลง มอเตอร์แกนชักจะเลื่อนถาดลงเมื่อเจอ Proximity Sensor มอเตอร์จะหยุดทำงาน

ภาพที่ 5 กดปุ่ม ลง ลังสินค้าที่ 1 เต็ม

3. สินค้าลังที่ 2 วางบนลังสินค้าลังที่ 1 เพื่อบรรจุสินค้าในความสูงของทั้ง 2 ลังที่ความสูง 70 เซนติเมตร

ภาพที่ 5 การทำงานของรถเข็นเมื่อวางลังสินค้าทั้งหมด

4. พนักงานเข็นรถเข็นสินค้าไปยังพื้นที่ขาย เพื่อนำสินค้าไปเติมบริเวณชั้นวางของ โดยเริ่มจากลังด้านบนเพื่อไม่ต้องก้มลงไปหยิบสินค้า

ภาพที่ 6 พนักงานเข็นรถเข็นปรับระดับ

5. เมื่อเติมสินค้ากล่องด้านบนเสร็จสิ้น กดปุ่ม ขึ้น มอเตอร์แกนชักจะเลื่อนถาดขึ้นมาเมื่อเจอ Proximity Sensor มอเตอร์จะหยุดทำงาน ในระยะความสูง 70 เซนติเมตร

ภาพที่ 7 การนำสินค้าออกจากรถเข็น

6. อภิปรายผล

จากการสำรวจและวิเคราะห์ท่าทางการทำงานของพนักงานในหน่วยงานร้านสะดวกซื้อ โดยใช้แบบสอบถามของ Nordic พบว่าพนักงานส่วนใหญ่รู้สึกปวดเมื่อย และไม่สบายร่างกายบริเวณไหล่ หลังส่วนบน และหลังส่วนล่าง มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการปรับปรุงสภาพงานโดยใช้หลักการยศาสตร์ ในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ สำหรับงานลำเลียงถุงจากกระบวนการตรวจสอบคุณภาพกลับเข้าเครื่องผลิตถุง ที่มีท่าทางการทำงานต้องยกถุงลงบนถาดลาก จากนั้นลำเลียงไปยังจุดที่กำหนดและยกถุงไปไว้บนโต๊ะ พบว่าก่อนการปรับปรุงสภาพงานผู้ปฏิบัติงานเคยเจ็บปวดหรือรู้สึกไม่สายมากที่สุดบริเวณหลังส่วนล่าง รองลงมาคือหลังส่วนบนและไหล่ เกรียงไกร ธรรมโกศล (2564) และได้ทำการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี REBA พบว่ามีคะแนนความเสี่ยงเฉลี่ยของร้านทั้ง 3 ประเภท เท่ากับ 9.33 ซึ่งหมายความว่าความเสี่ยงระดับสูง ควรได้รับการแก้ไข ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ นิธิ เศรษฐ (2555) พบว่าพนักงานที่ทำงานในสหกรณ์กองทุนสวนยางพิจิตร จำกัด มีอาการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่าง หลังส่วนบน และไหล่ ซึ่งพนักงานมีลักษณะท่าทางการทำงานที่ต้องยกเลื่อนย้ายตลอดเวลา ผลการประเมินความเสี่ยงท่าทางการทำงานด้วยวิธี RULA พบว่ามีคะแนนเท่ากับ 7 คะแนน ซึ่งหมายความว่าอยู่ในระดับความเสี่ยงปานกลาง โดยผลการศึกษาเป็นไปในทิศทางเดียวกับ Astuti, R. D., et al. (2017). ได้ทำการศึกษาในอุตสาหกรรมโรงสีข้าวในขั้นตอนการกรอกข้าวลงถุง ซึ่งมีท่าทางการทำงานที่ฝืนธรรมชาติ และมีการยกของหนัก จากการประเมินความเสี่ยงโดยวิธีการ REBA พบว่ามีคะแนน 12 คะแนน ซึ่งหมายความว่า ความเสี่ยงอยู่ในระดับสูงต้องได้รับการแก้ไขทันที ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงสถานีงานในขั้นตอนการเติมสินค้า เนื่องจากมีลักษณะท่าทางการทำงานที่ต้องยก ลาก และเคลื่อนไหวร่างกายตลอดเวลา และได้ดำเนินการโดยการออกแบบแก้ไขอุปกรณ์รถเข็นในการเคลื่อนย้ายสินค้าใหม่ รถเข็นสามารถปรับระดับขึ้นลงได้ และสามารถเข็นรถได้โดยไม่ต้องก้มลงไปลากลังสินค้า และยังสามารถวางลังสินค้าได้จำนวน 2 ลัง ซึ่งทำให้ลดภาระงานในการเดินไปหยิบสินค้าเพื่อมาเติม จากนั้นได้ทำการประเมินท่าทางการทำงาน REBA หลังมีการปรับปรุงอุปกรณ์ พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยลดลงจาก 9.33 เป็น 3.5 คะแนน ว่า ความเสี่ยงน้อย ยังต้องมีการปรับปรุง

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.ควรมีการทบทวนความรู้เกี่ยวกับรถเข็นปรับระดับเพื่อเพิ่มความรู้ให้พนักงาน ท่าทางการทำงานตามหลักการยศาสตร์ให้กับพนักงานเป็นระยะ เนื่องจากพนักงานอาจเกิดความเคยชินในท่าทางการทำงานที่ไม่เป็นไปตามหลักการยศาสตร์ อาจส่งผลกระทบในระยะยาว

2.งานวิจัยในครั้งนี้เป็นการออกแบบรถเข็นปรับระดับเพื่อวางลังบรรจุสินค้า ใช้แรงในการยกสินค้าจากชั้นวางสินค้าใส่รถเข็นปรับระดับในแนวดิ่ง จึงควรมีการพัฒนาชั้นวางสินค้าที่สามารถปรับระดับความสูงได้เพื่อให้สามารถปรับระดับชั้นวางสินค้าเพื่อการหยิบและวางสินค้าที่สะดวกยิ่งขึ้น แต่เนื่องจากมีข้อจำกัดของงบประมาณ ดังนั้นหากมีการศึกษาหรือมีการพัฒนาเพิ่มเติมควรพิจารณาปรับปรุงและนำระบบอัตโนมัติเข้ามาติดตั้งเพิ่มเติม เพื่อช่วยลดการก้มหยิบของพนักงาน

3. ควรติดตามวิเคราะห์สถิติการเบิกค่ารักษาพยาบาลในส่วนของโรคระบบกระดูกและกล้ามเนื้อเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มอาการความเมื่อยล้าหลังการปรับปรุงอุปกรณ์

4. ควรมีการศึกษาต่อเพื่อแก้ไขชั้นวางสินค้า เพื่อป้องกันการก้มหยิบสินค้าของพนักงาน

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

(1) ควรมีการนำข้อมูลการเบิกค่ารักษาพยาบาลหลังการปรับปรุงในส่วนของโรคระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มอาการความเมื่อยล้าหลังการปรับปรุงอุปกรณ์ เพื่อทำการปรับปรุงสถานีงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

(2) การออกแบบแก้ไขชั้นวางสินค้าที่มีผลต่อการก้ม หยิบสินค้าของพนักงานในกลุ่มของร้านสะดวกซื้อ

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ พนักงานในหน่วยงานร้านสะดวกซื้อแห่งหนึ่ง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการดำเนินการเก็บข้อมูลสำหรับงานวิจัย และพนักงานฝ่ายวิศวกรรมที่ช่วยเหลือในการออกแบบและทดลองอุปกรณ์เคลื่อนย้ายลังบรรจุสินค้า และขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. สุดารัตน์ วงศ์วีระเกียรติ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการจัดทำงานวิจัยในครั้งนี้ จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

9. เอกสารอ้างอิง

กนกวรรณ พันกับ. (2551). การปรับปรุงสถานีทำงานเพื่อลดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อของผู้ปฏิบัติงานกลุ่มคนงานหญิงในงานหัตถกรรมการผลิตกระดาษสา. ภาคนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดลพรกุลศานต์. (2550). การศึกษาปัญหาการยศาสตร์ของพนักงานที่ปฏิบัติงานภายในห้องสะอาดสำหรับโรงงานอิเล็กทรอนิกส์. ภาคนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิธิเศรษฐ เพชรจู. (2555). การลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บจากการทำงานโดยหลักการทางการยศาสตร์ กรณีศึกษา สหกรณ์กองทุนสวนยางพิจิตร จำกัด. ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุสาหการและระบบ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุจิตรา หันสา. (2556). การศึกษาและปรับปรุงสถานีงานเพื่อลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ สำหรับพนักงานประกอบในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้สำนักงาน. ภาคนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Hignett, S., & McAtamney, L. (2000, Apr). Rapid entire body assessment (REBA). A 21 jul 2021. : https://doi.org/10.1016/s0003-6870(99)00039-3

JENCEK, P. (2013). ERGONOMIC DESIGN AND EVALUATION OF COMMERCIAL MOTOR VEHICLES.

Mark S. Sandees, P. D., & Ernest J. McCormick, P. D. (1993). Human Factor In Engineering And Design.pdf.

Yu, Z. (2022). Study on Ergonomic Design of Artificial Intelligence Lower Limb Assist Brace for the Elderly. 20 may 2022, : https://doi.org/10.1155/2022/3304513

ความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

Knowledge, Attitude and Exercise Behavior of Elderly in Nang Lae Municipality, Mueang District, Chiang Rai Province.

ภวิกา ก๋าคำ[1*], ฐิติมา ทาสุวรรณอินทร์[2], สายฝน สุภาศรี[2], รวิพรรดิ พูลลาภ[2]

Pawika Kakham[1], Thitima Thusuwunuin[2], Saiphon Supasri[2], Rawipat Pullarp[2]

[1]นักศึกษาสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์

[2]อาจารย์ประจำคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

[*]E-mail : 631473016@crru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย กลุ่มตัวอย่าง 370 คน สุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล แบบสอบถามความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมการออกกำลังกาย วิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และหาความสัมพันธ์สัมประสิทธิ์สหพันธ์ของเพียรสัน ผลการศึกษากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 64.30 เป็นผู้สูงอายุตอนต้น (60 – 69 ปี) ร้อยละ 45.7 ดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์สมส่วน คิดเป็นร้อยละ 40.3 มีความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายโดยรวมอยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 95.90 และมีทัศนคติเกี่ยวกับ การออกกำลังกาย โดยรวมอยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 93.70 และผลการศึกษาพฤติกรรมการออกกำลังกาย กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการออกกำลังกายโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 356 คิดเป็นร้อยละ 92.20 และพบว่าความรู้มีความสัมพันธ์ทางลบระดับต่ำกับพฤติกรรม การออกกำลังกายของผู้สูงอายุอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่0.05 ($r = -0.174$, p-value = 0.001) และทัศนคติ มีความสัมพันธ์ทางลบระดับต่ำที่สุดกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่0.05 ($r = -0.085$, p-value = 0.001) ผลการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นปัจจัยในการวางแผนส่งเสริมพฤติกรรม การออกกำลังกายของผู้สูงอายุเพื่อให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีต่อไป

คำสำคัญ : ความรู้ ทัศนคติ พฤติกรรมการออกกำลังกาย ผู้สูงอายุ เชียงราย

ABSTRACT

The purpose of this research was to study knowledge attitudes and Exercise Behaviors of the elderly and relationship between knowledge Attitudes and Exercise Behaviors of the Elderly at Nang Lae Municipality, Mueang District, Chiang Rai Province .A sample of 370 elderly using multi-stage random sampling. The research tool was a Personal information, Knowledge, Attitude and Exercise behavior questionnaire. The data were

analyzed by using frequency, percentage, mean and Pearson's correlation coefficient. The results showed that most of the sample was female (64.30%) with 60 - 69 years (45.7%), 40.30 % found in a normal range Body Mass Index. Have knowledge about exercise at a high level 95.90%, attitudes at a high level 95.90% and overall Exercise Behaviors at a moderate level 92.20 %. Found that knowledge about exercise was significantly correlated with Exercise Behaviors of the elderly (r = - 0.174, p-value = 0.001) and attitude correlated with Exercise Behaviors of the elderly (r = - 0.085, p-value = 0.001). According to this research result, can be used as a factor in planning to promote Exercise Behaviors of the elderly in order to have a good quality of life.

Keywords: knowledge, attitude, Exercise Behaviors, the elderly, Chiang Rai

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ปัจจุบันทั่วโลกได้ก้าวสู่สังคมผู้สูงอายุแล้ว โดยในปีพ.ศ.2565 มีจำนวนผู้สูงอายุมากถึง 962 ล้านคน หรือร้อยละ 13 ของประชากรโลกทั้งหมด สำหรับประเทศไทยในปีพ.ศ.2565 มีจำนวนผู้สูงอายุ มีมากถึง 12ล้านคน คิดเป็นร้อยละ18.3 ผู้สูงอายุตอนต้น ช่วงอายุ 60-69 ปี คิดเป็น ร้อยละ56.5 ผู้สูงอายุตอนกลาง ช่วงอายุ 70-79 ปี คิดเป็น ร้อยละ29.1 และผู้สูงอายุตอนปลาย ช่วงอายุ 80ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 14.4 (รายงานสถิติผู้สูงอายุ, 2565) เมื่อเข้าสู่วัยผู้สูงอายุจะมีการเปลี่ยนแปลงของด้านร่างกาย จิตใจ สังคมและจิตวิญญาณ โดยด้านร่างกายจะมีเคลื่อนไหวร่างกายได้ช้าลง การมองเห็นและการได้ยินเสียงลดลง กล้ามเนื้อที่ไม่แข็งแรงและความเสื่อมสมรรถภาพเกิดขึ้น ทำให้ความคล่องตัวในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ลดลง ส่งผลต่อการทรงตัวที่ไม่ดี และก่อให้เกิดการพลัดตกหกล้ม เสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บต่อร่างกายและกระดูกหัก จากการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายดังกล่าวส่งผลกระทบต่อด้านจิตใจและอารมณ์ เช่น อาการซึมเศร้า หงุดหงิด เป็นต้น เกิดการหลีกหนีสังคม เนื่องจากรู้สึกมีคุณค่าในตนเองลดลง ขาดความเชื่อมั่นในตนเอง ในระยะยาวอาจส่งให้เกิดภาวะซึมเศร้าตามมาได้ (วาสนา เถื่อนวงษ์, 2540)

เมื่อสูงอายุขึ้นจะทำให้เกิดความเสื่อมของการทำงานในระบบต่าง ๆของร่างกาย พบว่าการออกกำลังกายจะช่วยชะลอความเสื่อมจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เช่น ทำให้การทรงตัว การเดินและการเคลื่อนไหวดีขึ้น เนื่องจากการออกกำลังกายจะเพิ่มความแข็งแรงและความยืดหยุ่นให้กับกล้ามเนื้อ เพิ่มประสิทธิภาพของการทรงตัวให้ดีขึ้น เป็นการเพิ่มสมรรถนะทางกาย อีกทั้งยังพบว่าการออกกำลังกายยังทำให้ช่วยลดปัญหาด้านร่างกายและสังคม เนื่องจากผู้สูงอายุส่วนใหญ่จะหลีกหนีการเข้าสังคม เนื่องจากความรู้สึก มีคุณค่าในตนเองลดลง (ปฏิญญา แกล้วทนงค์, 2552) การออกกำลังกายจะทำให้เกิดการรวมกลุ่มทางสังคม ทำให้เกิดการพูดคุยในวัยเดียวกัน และมีปัญหาคล้าย ๆ กัน เกิดความมั่นใจในการจัดการภาวะสุขภาพ จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่าการออกกำลังกายจะทำให้สุขภาพร่างกายแข็งแรง ซึ่งจะส่งผลต่อด้านจิตใจทำให้อารมณ์แจ่มใส เกิดความมั่นใจในตนเอง และลดปัญหาเกี่ยวกับความรู้สึกโดดเดี่ยวลงได้ พบว่าการออกกำลังกายที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ เช่น การวิ่งเหยาะๆ การเดิน เป็นต้น แต่หากพบว่ามีอาการและอาการแสดงที่ผิดปกติ เช่น เจ็บแน่นหน้าอก เวียนศีรษะ มีการเต้นของหัวใจไม่สม่ำเสมอ อากาศร้อนจัด เป็นต้น ควรหยุดการออกกำลังกาย หากพบว่าผู้สูงอายุมีภาวะสุขภาพที่ซับซ้อนควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญก่อนการออกกำลังกาย เพื่อลดภาวะแทรกซ้อนจากการออกกำลังกาย (ชลลดา บุตรวิชา, 2561) ทั้งนี้ยังพบว่าการออกกำลังกายจะช่วยชะลอความเสื่อมของระบบต่าง ๆ ระบบไหลเวียนเลือดทำงานได้ดี ลดความเครียด เพื่อให้ร่างกายได้เผาผลาญพลังงานที่ถูกเก็บสะสม (อภิภวัส ปาลวัฒน์, 2554) โดยมีการกระทำ

อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอมาจากทัศนคติที่ดีต่อสุขภาพ ทำให้มีการเรียนรู้ ช่วยให้ฝึกการสังเกต ทฤษฎี วิธีการต่าง ๆ เกี่ยวกับการออกกำลังกาย เพื่อให้มีสุขภาพที่ดี แต่ทั้งนี้พบว่าการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการออกกำลังกายในผู้สูงอายุ ยังคงมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติพฤติกรรม เช่น ความรู้หรือทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกาย (ฐิติพร ภักดีพิบูลย์, 2561) เนื่องจากหากผู้สูงอายุมีความรู้ที่ดีเกี่ยวกับการออกกำลังกาย จะส่งผลให้เกิดทัศนคติในเชิงบวกเกี่ยวกับการออกกำลังกาย ทำให้เกิดการปฏิบัติพฤติกรรมการออกกำลังกายที่เหมาะสมต่อไป

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่กึ่งเมืองกึ่งชนบท ทำให้เกิดความหลากหลายของปัจจัยซึ่งอาจส่งผลต่อพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ โดยการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุและศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย โดยผลของการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้ในการวางแผนพัฒนาการสร้างเสริมสุขภาพผู้สูงอายุให้มีความเหมาะสมต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

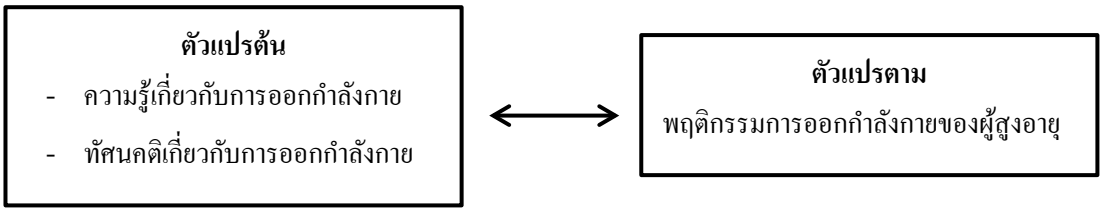
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีเนื้อหาครอบคลุมในหัวข้อต่อไปนี้

1. กระบวนการเปลี่ยนแปลงเมื่อเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ
2. ความหมายของการออกกำลังกาย
3. พฤติกรรมการออกกำลังกาย
4. ความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกาย
5. ทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกาย
6. การออกกำลังกายในผู้สูงอายุ

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.3 สมมติฐานการวิจัย

1. ความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย อยู่ในระดับดี

2. ความรู้ ทัศนคติมีความสัมพันธ์กันกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ทั้งเพศชายและหญิง ในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย จำนวน 2,092 คน (กระทรวงสาธารณสุขกลุ่มรายงานมาตรฐานประชากรจังหวัดเชียงราย,2565) กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปที่อาศัยในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย โดยมีเกณฑ์คัดเข้า ได้แก่ เป็นผู้ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปทั้งเพศชายและหญิง สามารถอ่านออกเขียนได้ และยินดีเข้าร่วมการศึกษา และเกณฑ์คัดออก ได้แก่ มีภาวะผิดปกติหรือความบกพร่องเกี่ยวกับรู้คิด และ ต้องการออกจากการวิจัยในระหว่าง การเก็บรวบรวมข้อมูล

กำหนดกลุ่มตัวอย่างโดยการคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรการประมาณขนาดตัวอย่างของ Taro Yamane ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 336 คน แต่เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ของข้อมูลมากขึ้น ป้องกันการสูญหายของข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่าง เป็น 370 คน และสุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling) เพื่อได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยในครั้งนี้

4.2 เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบสอบถาม เก็บรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัย โดยวิธีการสัมภาษณ์ แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล จำนวน 10 ข้อ ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ แหล่งของรายได้ ความเพียงพอของรายได้ โรคประจำตัว ยาที่รับประทานเป็นประจำ และการออกกำลังกาย

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกาย ประกอบด้วย 2 ระดับ ลักษณะของคำถามเป็นแบบเลือกตอบ ถูก และ ผิด จำนวน 10 ข้อ โดยคำถามเชิงบวก ตอบถูกให้ 2 คะแนน ตอบผิด ให้ 1 คะแนน และคำถามเชิงลบ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด ให้ 2 คะแนน เกณฑ์การให้คะแนน 1 – 6 คะแนน ระดับความรู้น้อย 7 – 12 คะแนน ระดับความรู้ปานกลาง และ13 – 20 คะแนน ระดับความรู้มาก

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามทัศนคติการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ประกอบด้วย 2 ระดับ ลักษณะของคำถามเป็นแบบเลือกตอบ เห็นด้วย และ ไม่เห็นด้วย จำนวน 10 ข้อ โดยคำถามเชิงบวกตอบเห็นด้วยให้ 2 คะแนน ตอบไม่เห็นด้วย ให้ 1 คะแนน และคำถามเชิงลบ ตอบเห็นด้วยให้ 1 คะแนน ตอบไม่เห็นด้วย ให้ 2 คะแนน เกณฑ์การให้คะแนน 1 – 6 คะแนน ทัศนคติในการออกกำลังกายน้อย 7 – 12 คะแนน ทัศนคติในการออกกำลังกายปานกลาง และ 13 – 20 คะแนน ทัศนคติในการออกกำลังกายดี

ส่วนที่ 4 แบบสอบถามพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ประกอบด้วย 2 ระดับ ลักษณะของคำถามเป็นแบบเลือกตอบ ใช่ และไม่ใช่ จำนวน 5 ข้อ ตอบใช่ ให้ 2 คะแนน ตอบไม่ใช่ ให้ 1 คะแนน เกณฑ์การให้คะแนน 1 – 2 คะแนน พฤติกรรมในการออกกำลังกายน้อย 3 – 4 คะแนน พฤติกรรมในการออกกำลังกายปานกลาง และ 4 – 5 คะแนน และพฤติกรรมในการออกกำลังกายดี

การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามทัศนคติและพฤติกรรมการออกกำลังกายที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น นำไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ตลอดจนการเรียงลำดับเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิเป็นอาจารย์จำนวน 3 ท่าน หลังจากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิมีค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา อยู่ระหว่าง 0.66-1.00 และนำไปทดสอบกับผู้สูงอายุที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน นำมาตรวจค่ากับความสอดคล้องแบบสอบถามทัศนคติและพฤติกรรมการออกกำลังกาย วิเคราะห์หาค่าสอดคล้องภายในของเครื่องมือทั้งสองโดยใช้ สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach alpha's coefficient) ได้ความเที่ยงเท่ากับ 1.00 และ 0.70 ตามลำดับ

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อได้รับการอนุมัติการดำเนินการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ผู้วิจัยได้ประสานงานกับผู้นำชุมชน เพื่ออนุญาตเข้าเก็บข้อมูล ดังนี้

1. ผู้วิจัยนำหนังสือแนะนำตัวคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ถึงผู้นำชุมชนประธานผู้สูงอายุในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ใน การทำวิจัยและขออนุญาตในการรวบรวมข้อมูล
2. เมื่อได้รับหนังสืออนุญาตแล้ว ผู้วิจัยเข้าพบประธานผู้นำชุมชน เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนใน การรวบรวมข้อมูลและขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล
3. ดำเนินการรวบรวมข้อมูลในเชิงปริมาณโดยใช้แบบสอบถาม ตรวจสอบคำตอบให้ครบถ้วน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่าง แนะนำตัว ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการศึกษา ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล และขอความร่วมมือในการศึกษาผู้ร่วมวิจัยกรอกแบบฟอร์มยินดี เข้าร่วมวิจัย และนักวิจัย/ผู้ช่วยนักวิจัยตรวจเช็คคำตอบให้ครบถ้วน เพื่อรอการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ความถี่ ร้อยละ วิเคราะห์คะแนนความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการออกกำลังกาย โดยการหาร้อยละและหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรม การออกกำลังกาย โดยใช้สัมประสิทธิ์สหพันธ์ของเพียรสัน หากพบว่าค่าความสัมพันธ์ต่ำกว่า 0.2 แสดงถึงตัวแปร มีความสัมพันธ์กันระดับต่ำ ค่าความสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.2 - 0.4 แสดงถึงตัวแปรมีความสัมพันธ์กันระดับค่อนข้างต่ำ ค่าความสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.4 - 0.6 แสดงถึงตัวแปรมีความสัมพันธ์กันระดับปานกลางค่าความสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.6 - 0.8 แสดงถึงตัวแปรมีความสัมพันธ์กันระดับค่อนข้างสูง และค่าความสัมพันธ์มากกว่า 0.8 ขึ้นไป แสดงถึงตัวแปรมีความสัมพันธ์กันระดับสูง

5. ผลการวิจัย

จากการศึกษาความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย พบว่า

ส่วนที่ 1 ผลการศึกษาข้อมูล พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 238 คนคิดเป็นร้อยละ 64.30 ช่วงอายุ 60 – 69 ปี จำนวน 169 คน คิดเป็นร้อยละ 45.7 มีดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์สมส่วน จำนวน 186 คน คิดเป็นร้อยละ 40.3 มีสถานภาพสมรส จำนวน 243 คน คิดเป็นร้อยละ65.7 มีระดับการศึกษาชั้นประถมศึกษา จำนวน 289 คน คิดเป็นร้อยละ 78.1 เป็นพ่อบ้าน/แม่บ้านจำนวน 187 คน คิดเป็นร้อยละ 50.5 ส่วนใหญ่มีที่มาของรายได้จากเบี้ยยังชีพผู้สูงอายุ จำนวน 222 คน คิดเป็นร้อยละ 59.9 มีรายได้ไม่พอเพียง จำนวน 209 คน คิดเป็นร้อย

ละ 56.5 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ มีโรคประจำตัว จำนวน 227 คน คิดเป็นร้อยละ 61.4 มียาที่รับประทานเป็นประจำ จำนวน 231 คน คิดเป็นร้อยละ 62.4 และในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เคยออกกำลังกาย เช่น วิ่งเหยะๆ เดินเร็ว จำนวน 353 คน คิดเป็นร้อยละ 95.4

ส่วนที่ 2 ผลการศึกษาข้อมูลความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกาย พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายมาก คิดเป็นร้อยละ 49.5 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า คะแนนร้อยละสูงที่สุด คือ ผู้ที่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูงควรออกกำลังกายโดยได้รับคำแนะนำจากแพทย์คิดเป็นร้อยละ 100 และน้อยที่สุด คือ ผู้ที่ทำงานใช้แรงงานมาก ๆ เช่น แบกของหนัก ไม่จำเป็นต้องออกกำลังกายด้วยการบริหารร่างกายอีก คิดเป็นร้อยละ 49.5 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความถี่และร้อยละของความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกาย (n = 370)

ความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกาย	ความรู้	
	ถูก (ร้อยละ)	ผิด (ร้อยละ)
1. การออกแรงให้มากขึ้นจากการทำงานต่างๆตามปกติ จะทำให้สุขภาพดีขึ้น	318 (85.90)	52 (14.10)
2. การออกกำลังกายคือการออกแรงทำกิจกรรมใดๆ ให้เหนื่อยหัวใจเต้นเร็วขึ้น ครั้งละไม่ต่ำกว่า 30 นาที	335 (95.90)	15 (4.10)
3. การทำความสะอาดบ้านจะถือเป็นการออกกำลังกายก็ต่อเมื่อต้องทำติดต่อกันมากกว่า 45 นาทีขึ้นไป*	267 (72.20)	103 (27.80)
4. ผู้ที่เริ่มออกกำลังกายควรออกกำลังกายในวันแรกๆ เบาๆก่อน ไม่ควรออกกำลังกายเหนื่อยมากๆในครั้งแรก	314 (84.90)	56 (15.10)
5. ผู้ที่ทำงานใช้แรงงานมากๆ เช่น แบกของหนัก ไม่จำเป็นต้องออกกำลังกายด้วยการบริหารร่างกายอีก*	183 (49.50)	187 (50.50)
6. การทำงานบ้านหรืองานจากการประกอบอาชีพที่ต้องทำจนรู้สึกเหนื่อยหัวใจเต้นเร็วและแรงขึ้นไม่น้อยกว่า 3 วันต่อสัปดาห์ จึงจะถือว่าเป็นการออกกำลังกาย*	249 (67.30)	121 (32.70)
7. การยืดเส้นยืดสายก่อนหรือหลังการออกกำลังกายทุกครั้ง จำเป็นสำหรับผู้ออกกำลังกายทุกคน	347 (93.30)	23 (6.20)
8. การออกกำลังกายที่ทำให้ร่างกายแข็งแรง ต้องออกกำลังกายอย่างน้อย 30 นาทีขึ้นไปต่อครั้ง	361 (97.60)	9 (2.40)
9. หลังการออกกำลังกายทุกครั้ง ต้องมีการผ่อนคลายกล้ามเนื้อด้วยการออกกำลังกายที่เบาๆและช้าลง	367 (99.20)	3 (0.80)
10.ผู้ที่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูงควรออกกำลังกายโดยได้รับคำแนะนำจากแพทย์	370 (100.00)	0 (0.00)

*คำถามเชิงลบ

ผลการศึกษา พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้การออกกำลังกายระดับมาก จำนวน 347 คน คิดเป็นร้อยละ 95.90 รองลงมา คือ ระดับปานกลาง จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 4.10 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวน ร้อยละของการวัดความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกาย (n = 370)

ความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกาย	จำนวน (คน)	ร้อยละ
มีความรู้ปานกลาง	13	4.10
มีความรู้มาก	347	95.90
รวม	**370**	**100**

ส่วนที่ 3 ผลการศึกษาข้อมูลทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกาย พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกายดี คิดเป็นร้อยละ 93.70 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า คะแนนร้อยละที่สูงที่สุด ได้แก่ การออกกำลังกายถือเป็นการใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ คิดเป็นร้อยละ 98.4 รองลงมา ได้แก่ การออกกำลังกายช่วยทำให้ท่านอารมณ์ดี คิดเป็นร้อยละ 97.8 และน้อยที่สุด คือ การทำงานภายในบ้านเป็นการออกกำลังกาย เช่น กวาดบ้าน คิดเป็นร้อยละ 60.8 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความถี่และร้อยละของทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกาย (n = 370)

ทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกาย	ทัศนคติ	
	เห็นด้วย (ร้อยละ)	ไม่เห็นด้วย (ร้อยละ)
1. การออกกำลังกายช่วยทำให้ท่านอารมณ์ดี	362 (97.80)	8 (2.20)
2. การออกกำลังกายถือเป็นการใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์	364 (98.40)	6 (1.60)
3. การออกกำลังกายที่ถูกต้องช่วยลดค่าใช้จ่ายในการรักษาโรค	352 (95.10)	18 (4.90)
4. การออกกำลังกายช่วยเสริมสร้างความสัมพันธ์ที่ดี ในครอบครัว เพื่อน และสังคม	362 (97.80)	7 (1.90)
5. คนที่สุขภาพดีอยู่แล้วไม่ต้องออกกำลังกาย*	295 (79.70)	75 (20.30)
6. การออกกำลังกายเป็นสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อน*	88 (23.80)	282 (76.20)
7. การทำงานภายในบ้านเป็นการออกกำลังกาย เช่น กวาดบ้าน*	225 (60.80)	145 (39.20)
8. ผู้ที่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง ต้องปรึกษาแพทย์ก่อนออกกำลังกาย	342 (92.40)	28 (7.60)

ทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกาย	ทัศนคติ	
	เห็นด้วย (ร้อยละ)	ไม่เห็นด้วย (ร้อยละ)
9. การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอทำให้ปอดแข็งแรง	342 (92.40)	28 (7.60)
10.การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ป้องกันการป่วยเป็นไข้หวัดได้	338 (91.40)	32 (8.60)

*คำถามเชิงลบ

ผลการศึกษา พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีระดับทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกายในระดับดี จำนวน 347 คน คิดเป็นร้อยละ 93.70 รองลงมาได้แก่ ทัศนคติในระดับปานกลาง จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 6.30 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวน ร้อยละของทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกาย (n = 370)

ทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกาย	จำนวน (คน)	ร้อยละ
มีทัศนคติปานกลาง	23	6.30
มีทัศนคติดี	347	93.70
รวม	**370**	**100**

ส่วนที่ 4 ผลการศึกษาข้อมูลพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการออกกำลังกายปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 92.20 ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความถี่และร้อยละของพฤติกรรมการออกกำลังกาย (n = 370)

พฤติกรรมการออกกำลังกาย	พฤติกรรม	
	ใช่ (ร้อยละ)	ไม่ใช่ (ร้อยละ)
1. ท่านออกกำลังกาย (หากไม่ออกกำลังกายไม่ต้องทำต่อ)	356 (96.20)	14 (3.80)
2. ท่านออกกำลังกายในแต่ละครั้ง ใช้เวลาน้อยกว่า 20 นาที	221 (59.70)	135 (36.50)
3. ท่านออกกำลังกายน้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์	208 (56.20)	148 (40.00)
4. ท่านรู้สึกมีความสุข/สนุก ในขณะที่ออกกำลังกาย	356 (96.20)	0 (0.00)
5. เมื่อท่านออกกำลังกายแล้ว ท่านคิดว่า ตัวท่านเองมีร่างกายแข็งแรงสุขภาพดี	356 (96.20)	0 (0.00)

ผลการศึกษา พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระดับพฤติกรรมการออกกำลังกายในระดับปานกลาง จำนวน 356 คน คิดเป็นร้อยละ 92.2 รองลงลงมาได้แก่ระดับพฤติกรรมการออกกำลังกายระดับน้อย จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 7.80 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 จำนวน ร้อยละของพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ (n = 370)

พฤติกรรมการออกกำลังกาย	จำนวน (คน)	ร้อยละ
มีพฤติกรรมน้อย	14	7.80
มีพฤติกรรมปานกลาง	356	92.20
รวม	**370**	**100**

ส่วนที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ พบว่ามีความสัมพันธ์กันทางลบระดับต่ำอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (r = - 0.174,p-value = 0.000) และทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ มีความสัมพันธ์กันทางลบระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (r = - 0.085, p-value = 0.000) ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ (n = 370)

ตัวแปร	พฤติกรรมการออกกำลังกาย	
	ค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ *(r)*	*p-value*
ความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกาย	- 0.174	.000*
ทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกาย	- 0.085	.000*

*P < 0.05

6. อภิปรายผล

จากการศึกษาความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย อภิปรายผลการศึกษาได้ ดังนี้

จากการศึกษาความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายทางกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ อยู่ในระดับมากคิดปี็นร้อยละ 49.5 สอดคล้องกับการศึกษาของชลลดา บุตรวิชา (2561) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในชมรมเสริมสร้างสุขภาพและสิ่งแวดล้อม มีความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายอยู่ในระดับมาก ร้อยละ 41.30 จากการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ ผู้สูงอายุตอนต้นร้อยละ 45.7 ซึ่งมีพฤติกรรมการดูแลตนเองสุขภาพที่ดี ทำให้มีความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายที่ดี และจากการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้ของการออกกำลังกายมากที่สุด (M=3.47, S.D. =1.06) และไม่สอดคล้องกับการศึกษาของพุฒิพงศ์ มากมาย (2565) ได้ศึกษาเรื่องพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ตำบลแม่ท้อ อำเภอเมือง จังหวัดตาก จาก

การศึกษาพบว่า พฤติกรรมการออกกำลังกายของกลุ่มตัวอย่างในระดับต่ำ ร้อยละ 42.33 และไม่สอดคล้องกับการศึกษาของจรรเพ็ญ ภัทรเดช (2562) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยทำนายพฤติกรรมออกกำลังกายของผู้สูงอายุ จังหวัดสงขลา จากการศึกษาพบว่าอยู่ในระดับปานกลาง (M=3.21, S.D=0.68)

จากการศึกษาทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกายทางกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 93.70 สอดคล้องกับการศึกษาของพุฒิพงศ์ มากมาย (2565) ได้ศึกษาเรื่องพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ตำบลแม่ท้อ อำเภอเมือง จังหวัดตาก จากการศึกษา พบว่า ทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกายอยู่ในระดับดี ร้อยละ 90.67และสอดคล้องกับการศึกษาของจารึก หนูชัย (2563) ได้ศึกษา เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในอำเภอแม่ลาน จังหวัดปัตตานี จากการศึกษาพบว่า ทัศนคติเกี่ยวกับสุขภาพอย่ในระดับดี และสอดคล้องกับการศึกษาของธนากร ธนวัฒน์(2565) ได้ศึกษาเรื่องความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมป้องกันดูแลตนเองจากอาการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาในนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จากการศึกษาพบว่า ทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกายอยู่ในระดับดี ร้อยละ 78.10 และไม่สอดคล้องกับการศึกษาของณิชกานต์ สีไส (2563) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ในจังหวัดนครนายก จากการศึกษาพบว่า ทัศนคติการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ อยู่ในระดับปานกลาง และไม่สอดคล้องกับการศึกษาของชลลดา บุตรวิชา (2561) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในชมรมเสริมสร้างสุขภาพและสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาพบว่า ทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกายอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 62.50

จากการศึกษาพฤติกรรมการออกกำลังกายทางกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 92.20 สอดคล้องกับการศึกษาของธนวิชญ์ แสนสองแคว (2561) ได้ศึกษาเรื่องพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุ ตำบลม่วงน้อย อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน จากการศึกษาพบว่า พฤติกรรมด้านการออกกำลังกายของผู้สูงอายุอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 77.6 และสอดคล้องกับการศึกษาของชลลดา บุตรวิชา (2561) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในชมรมเสริมสร้างสุขภาพและสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาพบว่า พฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 54.20 และไม่สอดคล้องกับการศึกษาของฤดีมาศ ใจดี (2560) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในชมรมผู้สูงอายุ ศูนย์บริการสาธารณสุข 61 เขตสายไหม กรุงเทพมหานคร จากการศึกษาพบว่า พฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ส่วนใหญ่อยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 37.5

จากการศึกษาความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ พบว่ามีความสัมพันธ์กันทางลบระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ0.05 สอดคล้องกับการศึกษาของพุฒิพงศ์ มากมาย (2565) ได้ศึกษาเรื่องพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ตำบลแม่ท้อ อำเภอเมือง จังหวัดตากจากการศึกษาพบว่า ความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ (r = 0.143, p-value = 0.013)และสอดคล้องกับการศึกษาของจารึก หนูชัย (2563) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในอำเภอแม่ลาน จังหวัดปัตตานี พบว่า ความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์กัน และสอดคล้องกับการศึกษาของปิยะพงศ์ กู้พงศ์พันธ์ (2563) ได้ศึกษาเรื่องการค้นหาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลเมืองท่าช้าง จังหวัดจันทบุรี จากการศึกษาพบว่า ความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ มีความสัมพันธ์กันระดับต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่0.05 สอดคล้องกับการศึกษาของชลลดา บุตรวิชา (2561) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในชมรมเสริมสร้างสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัย พบว่า มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับการศึกษาของพุฒิพงศ์ มากมาย (2565) ได้ศึกษาเรื่องพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ตำบลแม่ท้อ อำเภอเมือง จังหวัดตาก ผลการวิจัย พบว่า ทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกาย มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ (r = 0.133, p-value = 0.021) และสอดคล้องกับการศึกษาของจารึก หนูชัย (2563) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในอำเภอแม่ลาน จังหวัดปัตตานี พบว่า ทัศนคติเกี่ยวกับสุขภาพ มีความสัมพันธ์กันกับพฤติกรรมการออกกำลังกาย และไม่สอดคล้องกับการศึกษาของฤดีมาศ ใจดี (2560) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในชมรมผู้สูงอายุ ศูนย์บริการสาธารณสุข 61 เขตสายไหม กรุงเทพมหานคร พบว่า ทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกายไม่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

พฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ พบว่า อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 92.20 จึงมีการให้ความรู้และสร้างทัศนคติที่ดีต่อการออกกำลังกาย เพื่อให้เกิดพฤติกรรมการออกกำลังกายที่ดีอย่างต่อเนื่อง

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ผลจากการศึกษาพบว่าความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ มีความสัมพันธ์กันทางลบระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (r = - 0.174, p-value = 0.000) และ ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุมีความสัมพันธ์กันทางลบระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (r = - 0.085, p-value = 0.000) จึงควรมีศึกษาเกี่ยวกับการให้ความรู้และทัศนคติเกี่ยวกับการออกกำลังกาย โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก เพื่อให้ได้ข้อมูลในการนำมาพัฒนารูปแบบการส่งเสริมพฤติกรรมการออกกำลังกาย ให้มีความเหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุต่อไป

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำจากคณาจารย์ แขนงวิชาการสร้างเสริมสุขภาพผู้สูงวัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านและขอขอบพระคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่เสียสละเวลาและให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลเป็นอย่างดี ทำให้งานวิจัยครั้งนี้ดำเนินไปได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

9. เอกสารอ้างอิง

จารึก หนูชัย.(2557).ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในอำเภอแม่ลาน จังหวัดปัตตานี.วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์.มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

จรรเพ็ญ ภัทรเดช.(2559).ปัจจัทำนายพฤติกรรมการออกกำลังของผู้สูงอายุ จังหวัดสงขลา.วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้.3(2).17-28.

ชลลดา บุตรวิชา. (2561). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการออกกาลังกายของผู้สูงอายุในชมรมเสริมสร้างสุขภาพและสิ่งแวดล้อมเขตสายไหมกรุงเทพมหานคร.วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกริก.

ฐิติพร ภักดีพิบูลย์. (2561). การออกกำลังกายในผู้สูงอายุ กรุงเทพฯ: ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู. คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี. มหาวิทยาลัยมหิดล.

ณิชกานต์ สีไส.(2564).ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการออกก าลังกายของผู้สูงอายุในจังหวัดนครนายก.ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติวิทยาเขตชลบุรี.

ธนวิชญ์ แสนสองแคว.(2559).พฤติกรรมการดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุ ตำบลม่วงน้อย อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ปิยะพงศ์ กู้พงศ์พันธ์ ชาญชลักษณ์ เยี่ยมมิตร และฐิตวันต์ หงส์กิตติยานนท์.(2563).ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ในเขตเทศบาลเมืองท่าช้าง จังหวัดจันทบุรี.มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณ

ปฏิญญา แกล้วทนงค์.(2552). การเห็นคุณค่าในตนเองของผู้สูงอายุ : กรณีศึกษาชมรมผู้สูงอายุโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร์ จังหวัดปราจีนบุรี.(วิทยานิพนธ์สังคมสงเคราะห์ศาสตร์มหาบัณฑิต หมวดวิชาการปฏิบัติงานตรง ภาควิชาสังคมสงเคราะห์ศาสตร์ คณะสังคมสงเคราะห์).กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

พุฒิพงศ์ มากมาย.(2565).พฤติกรรมการออกก าลังกายของผู้สูงอายุ ตำบลแม่ท้อ อำเภอเมือง จังหวัดตาก วารสารวิชาการสาธารณสุขชุมชน .8(1). 60-72.

ฤดีมาศ ใจดี. (2559). ศึกษาวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กบพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในชมรมผู้สูงอายุ.ศูนย์บริการสาธารณสุข 61 เขตสายไหม. กรุงเทพมหานคร.

วาสนา เถื่อนวงษ์. (2540). พฤติกรรมการดูแลตนเองและคุณภาพชีวิตของผ้สูงอายุในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการพยาบาลผู้ใหญ่. มหาวิทยาลัยมหิดล.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ.(2565). การสำรวจประชากรสูงอายุในประเทศไทย พ.ศ. 2564.สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2566. จาก http://www.nso.go.th/sites/2014/DocLib.

อภิภวัส ปาลวัฒน์. (2554). พฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ. สาขาเวชศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ผลของการบริโภคคาเฟอีนระยะสั้นต่อการทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโดหลังจากโปรแกรมจำลองการแข่งขันในนักกีฬาเทควันโดระดับมหาวิทยาลัย

Acute Effect of Caffeine Ingestion on Taekwondo Specific Agility Test (Tsat) Following A Combat Simulation Protocol in University Taekwondo Athlete

นายภูมิวุฒิ หิรัญพันธุ์
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail: poomwut.hia@student.mahidol.ac.th
ผศ.ดร.อลิสา นานา
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail: alias.nan@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือการศึกษาผลของการบริโภคคาเฟอีน 200 มิลลิกรัม ต่อการทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด ผู้เข้าร่วมการศึกษาประกอบไปด้วยนักกีฬาเทควันโดเพศชายจำนวน 13 คน ที่อยู่ในกลุ่มการแข่งขันเทควันโด กลุ่มน้ำหนักต่ำกว่า 58 กิโลกรัม, 63 กิโลกรัม และ 68 กิโลกรัมตามลำดับ ผู้เข้าร่วมการศึกษาถูกสุ่มเข้าสู่รูปแบบการศึกษาแบบไขว้ ในกลุ่มคาเฟอีน(CAF)และยาหลอก(PLA) หลังจากนั้นผู้เข้าร่วมการศึกษาจะทำการทดสอบครั้งที่หนึ่ง (Pre-Supplement, Pre-Sup) ทดสอบความคล่องตัวด้วยโปรแกรมทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด (Taekwondo specific agility test, TSAT) หลังจากเสร็จสิ้นการทดสอบข้างต้น ผู้เข้าร่วมการศึกษาจะรับประทานคาเฟอีนปริมาณ 200 มิลลิกรัมหรือยาหลอกและพักเป็นเวลา 45 นาที หลังจากนั้นผู้เข้าร่วมการศึกษาจะทำการทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโดครั้งที่สอง (Post-Supplement, Post-Sup) และถูกขอให้เริ่มโปรแกรมจำลองการแข่งขัน ซึ่งประกอบไปด้วยการออกกำลังกายเทควันโด 3 ยก โดยแต่ละยกใช้เวลาใน 2 นาที และพักระหว่างยก 1 นาที เมื่อโปรแกรมจำลองการแข่งขันเสร็จสิ้น ผู้เข้าร่วมการศึกษาจะทำการทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโดครั้งที่สาม (Post-Exercise, Post-Ex) ผลการวิจัยพบว่า ความคล่องตัวของนักกีฬาเทควันโดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>.05$) ระหว่างการบริโภคคาเฟอีน (CAF) และยาหลอก (PLA)ในการทดสอบความคล่องตัวด้วยโปรแกรมทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด (TSAT) สรุปได้ว่าการบริโภคคาเฟอีนไม่ส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการทดสอบความคล่องตัวด้วยโปรแกรมทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด

คำสำคัญ: คาเฟอีน/ เทควันโด/ ความคล่องตัว/ โปรแกรมทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effects of 200 mg of caffeine supplement ingestion on taekwondo specific agility test (TSAT) following a combat simulation protocol in university taekwondo athlete. Thirteen male collegiate taekwondo athletes who participated in taekwondo weight divisions under 58 kg, 63 kg, and 68 kg were randomized in a cross-over study design into caffeine (CAF) or placebo (PLA) groups. Participants completed taekwondo-specific agility test (TSAT) as (Pre-Supplement, Pre-Sup). Following the abovementioned the tests, participants consumed caffeine (200 mg) or a placebo and rested for 45 minutes. Then they completed another TSAT (Post-Supplement, Post-Sup) before starting the Taekwondo Simulation Protocol. Once the simulation protocol was finished, participants underwent a final round of performance tests (Post-Exercise, Post-Ex). The results showed no differences taekwondo-specific agility test (TSAT) between the caffeine and placebo conditions ($p>0.05$). In conclusion, there were no significant differences in taekwondo-specific agility test (TSAT) between the caffeine and placebo conditions. Further research is warranted to explore the potential benefits of caffeine in taekwondo performance.

KEYWORDS: CAFFEINE/ TAEKWONDO/ AGILITY/ TAEKWONDO-SPECIFIC AGILITY TEST (TSAT)

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

คาเฟอีนเป็นสารที่สามารถพบได้ทั่วไปในเครื่องดื่มประเภทชาหรือกาแฟ นอกจากนี้จะสามารถพบคาเฟอีนได้ในรูปแบบผงหรือแคปซูล การทำงานของคาเฟอีนนั้นเป็นการให้ผลตรงข้ามของตัวรับอดรีโนซีน (Adenosine Receptor Antagonist) ที่ระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System) จะเป็นการเพิ่มการหลั่งสารสื่อประสาทโดปามีนและมีผลในการลดการรับรู้ความรู้สึกเหนื่อย (Rating of perceived exertion) และความเจ็บปวด คาเฟอีนจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดหลังจากการกินประมาณ 45 นาที โดยความเข้มข้นของคาเฟอีนในเลือดจะสูงที่สุดเมื่อเวลาผ่านไปแล้ว 15-120 นาทีและครึ่งชีวิตของคาเฟอีนจะอยู่ที่ประมาณ 4 ชั่วโมง (Illy, 2005)

การศึกษาจำนวนมากยืนยันว่าการบริโภคคาเฟอีนมีผลในเชิงบวกต่อการออกกำลังกายประเภททนทาน (Endurance exercises) เช่น การว่ายน้ำ 1500 เมตร หรือการปั่นจักรยานเป็นเวลา 1 ชั่วโมง สำหรับการออกกำลังกายประเภทอื่น เช่น การออกกำลังแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic exercise) มีการศึกษาบางส่วนที่แสดงผลว่าคาเฟอีนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดและทักษะการเล่นกีฬา ในการศึกษานักว่ายน้ำระดับชาติจำนวน 9 คน ทำการทดสอบว่ายฟรีสไตล์ 6x75 เมตร โดยใช้คาเฟอีน 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว ผลการศึกษาพบว่าคาเฟอีนมีผลเพิ่มประสิทธิภาพในการว่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับยาหลอก (Good, 2017)

กีฬาเทควันโดเป็นกีฬาประเภทศิลปะป้องกันตัวแบบดั้งเดิมจากประเทศเกาหลีที่ประกอบด้วยการเตะเป็นส่วนใหญ่ซึ่งใช้น้ำหนักตัวแบ่งกลุ่มนักกีฬา ระยะเวลาของการแข่งขันจะแบ่งออกเป็น 3 ยก ยกละ 2 นาทีโดยมีเวลาพัก 1 นาทีระหว่างรอบ เทควันโดใช้คะแนนในการตัดสินแพ้ชนะ ซึ่งเทคนิคที่ประสบความสำเร็จส่วนใหญ่คือการเตะที่มีความแรงไปยังส่วนลำตัวหรือศีรษะของคู่ต่อสู้ การเตะโดยตรงไปเตะลำตัวหรือศีรษะของคู่ต่อสู้นั้นจะใช้เวลาในการเตะสั้นกว่าเทคนิคการเตะที่ซับซ้อนนำไปสู่โอกาสที่จะทำคะแนนได้ง่ายกว่า ซึ่งเป็นได้ว่าระยะเวลาในการเตะเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างมาก ซึ่งในการแข่งขันนักกีฬาจะต้องตัดสินใจอย่างรวดเร็วในการหลบ

หรือโต้ตอบต่อการเคลื่อนไหวของคู่ต่อสู้โดยเร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ จึงทำให้เวลาในการตอบสนองเป็นปัจจัยสำคัญของกีฬาประเภทต่อสู้ ซึ่งการได้รับคาเฟอีนสามารถช่วยเพิ่มความสามารถในด้านพลังในการเตะ ความเร็ว ความว่องไว ความสนใจและเวลาในการตอบสนอง ตัวแปรเหล่านี้ทั้งหมดเป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพที่สำคัญในกีฬาประเภทต่อสู้ (Vieten, 2007)

การศึกษาของ Ouergui และ คณะในปี 2022 ซึ่งทำการศึกษาในนักกีฬาเทควันโดจำนวน 20 คน ที่มีการบริโภคคาเฟอีนปริมาณ 3 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว ก่อนที่จะทำการอบอุ่นร่างกายโดยมี (กระโดดสูง 40 เซนติเมตร 10 ครั้ง จำนวน 3เซท) หรือไม่มีกิจกรรมเพิ่ม ซึ่งแบ่งออกเป็น4กลุ่ม 1) กลุ่มยาหลอกและไม่มีกิจกรรมเพิ่ม (PLA+NoCA) 2) กลุ่มคาเฟอีนและไม่มีกิจกรรมเพิ่ม (CAF+NoCA) 3)กลุ่มยาหลอกและมีกิจกรรมเพิ่ม (PLA+CA) และ 4) กลุ่มคาเฟอีนและมีกิจกรรมเพิ่ม (CAF+CA) ผลของการศึกษาแสดงให้เห็นว่ากลุ่มคาเฟอีนและมีกิจกรรมเพิ่ม(CAF+CA) สามารถทำการทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด (TSAT) ได้เร็วที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะเห็นได้ว่าคาเฟอีนมีส่วนช่วยในการลดเวลาการทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโดได้ แต่ในปัจจุบันมีข้อมูลของการศึกษาน้อยมากเกี่ยวกับเวลาตอบสนองของนักกีฬาเทควันโด จึงนำไปสู่ที่มาและความสำคัญของการศึกษาครั้งนี้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการบริโภคคาเฟอีนปริมาณ 200 มิลลิกรัมต่อการทดสอบความคล่องตัวด้วยโปรแกรมทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด (TSAT) หลังจากเสร็จสิ้นโปรแกรมจำลองการแข่งขันเทควันโดในนักกีฬาเทควันโดระดับมหาวิทยาลัย

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

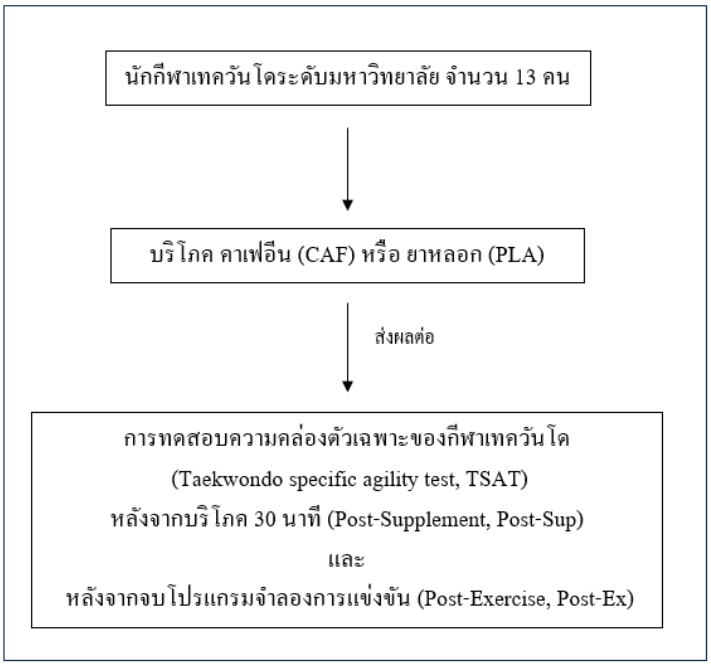
การทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด (Taekwondo-specific agility test, TSAT)

ความคล่องตัวเป็นทักษะสำคัญสำหรับกีฬาการต่อสู้ในเทควันโด โดยเฉพาะอย่างยิ่งความคล่องตัวเป็นข้อกำหนดเบื้องต้นสำหรับการบรรลุความสำเร็จที่มีประสิทธิภาพสูง เนื่องด้วยว่าความคล่องตัวเป็นทักษะที่จำเป็นในการเคลื่อนไหวทางเทคนิคและยุทธวิธีอย่างรวดเร็วในหลายทิศทาง โดยการรักษาสมดุล ความเร็ว และความแม่นยำเป็นการแสดงลักษณะของนักกีฬาในการรักษาและควบคุมตำแหน่งของร่างกายที่ถูกต้อง ขณะเดียวกันก็เปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็วผ่านชุดการเคลื่อนไหว การศึกษาของ Chaabene และคณะ (2018) ทำการศึกษาความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นในการทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด โดยผู้ร่วมการวิจัยเป็นนักกีฬาเทควันโดจำนวน 27 คน ผลของการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงระดับความน่าเชื่อถือทั้งแบบสัมพันธ์และแบบสมบูรณ์ในการทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในมากกว่า 0.90 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (SEM) ต่ำกว่า 5% และยังมีค่าสหสัมพันธ์กับการทดสอบความคล่องตัวแบบ T-Test อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่เป็นการทดสอบมาตรฐานอีกด้วย

ผลของการบริโภคคาเฟอีนต่อการทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด

การศึกษาของ Ouergui และคณะ (2022) ซึ่งทำการศึกษาในนักกีฬาเทควันโดจำนวน 20 คน ที่มีการบริโภคคาเฟอีนปริมาณ 3 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว ก่อนที่จะทำการอบอุ่นร่างกายโดยมี (กระโดดสูง 40 เซนติเมตร 10 ครั้ง จำนวน 3เซท) หรือไม่มีกิจกรรมเพิ่ม ซึ่งแบ่งออกเป็น4กลุ่ม 1) กลุ่มยาหลอกและไม่มีกิจกรรมเพิ่ม (PLA+NoCA) 2) กลุ่มคาเฟอีนและไม่มีกิจกรรมเพิ่ม (CAF+NoCA) 3) กลุ่มยาหลอกและมีกิจกรรมเพิ่ม (PLA+CA) และ 4) กลุ่มคาเฟอีนและมีกิจกรรมเพิ่ม (CAF+CA) ผลของการศึกษาแสดงให้เห็นว่ากลุ่มคาเฟอีนและมีกิจกรรมเพิ่ม(CAF+CA) สามารถทำการทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโดได้เร็วที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.3 สมมติฐานการวิจัย

การบริโภคคาเฟอีนปริมาณ 200 มิลลิกรัม ช่วยปรับปรุงความคล่องตัวโดยลดเวลาในกำรทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของนักกีฬาเทควันโดระดับมหาวิทยาลัย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

ใช้วิธีการสุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยด้วยวิธีการสุ่มรูปแบบไขว้ที่ผู้ทำวิจัยและผู้เข้าร่วมวิจัยไม่ทราบว่าได้คาเฟอีนหรือยาหลอก (Double blinded counter-balanced, crossover design) โดยที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้บริโภคสารดังต่อไปนี้

1. คาเฟอีน (Caffeine; CAF) ชนิดเม็ด 100 มิลลิกรัม จำนวน 2 เม็ด เนื่องจากมีงานวิจัยก่อนหน้านี้ระบุว่าคาเฟอีนที่ความเข้มข้น 3-6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว นั้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพทางกายของนักกีฬาได้ เมื่อนำความเข้มข้นของคาเฟอีนตามที่ระบุมาคำนวนกับรุ่นน้ำหนักตามเกณฑ์การคัดเข้าอยู่ในช่วง 2.9

– 3.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่อยู่ในช่วงที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพทางกายของนักกีฬาได้

2. ยาหลอก (Placebo; PLA) จำนวน 2 เม็ด ทำจากแป้ง (Starch)

4.2 ประชากรและตัวอย่าง

ในการศึกษาครั้งนี้มีคำนวณจำนวนตัวอย่างจากการศึกษาก่อนหน้า อ้างอิงจากการศึกษาของ Santos และคณะ ในปี 2557 โดยใช้โปรมแกรม G*power 3.1 ในการคำนวณ โดยกำหนดค่าอำนาจของการทดสอบ (Power od statistical) ที่ 0.80 และคำนวณได้ค่าอิทธิพล (Effect size) 0.83 โดยสรุปได้จำนวนตัวอย่างจำนวน 13 คน

4.2.1 เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย (Inclusion criteria)

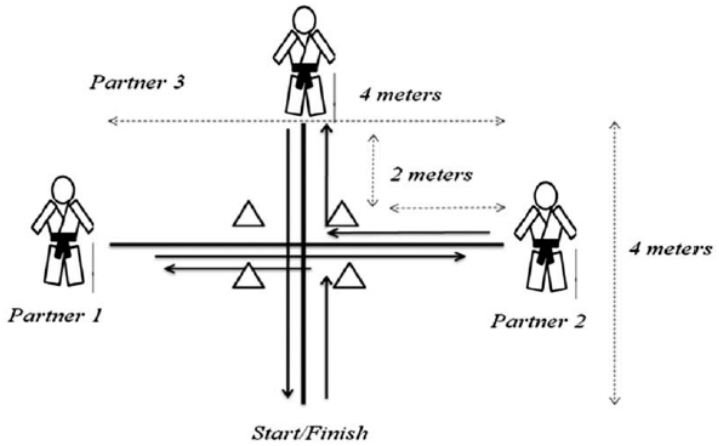
1. ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นเพศชายสุขภาพแข็งแรง
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยอายุระหว่าง 18-25 ปี
3. ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักเทควันโดระดับมหาวิทยาลัย
4. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) มากกว่า 40 มิลลิกรัม/กิโลกรัม/นาที
5. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีการฝึกซ้อมเฉลี่ยอยู่ในช่วง 9-15 ชั่วโมงต่อสัปดาห์
6. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีประสบการณ์ฝึกซ้อม 2-5 ปี
7. ผู้เข้าร่วมวิจัยอยู่ในกลุ่มรุ่นน้ำหนักไม่เกิน 58, 63 และ 68 กิโลกรัม
8. ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นผู้ที่ใช้คาเฟอีนในชีวิตประจำวันในระดับที่ต่ำ 0 – 150 มิลลิกรัม/วัน (ประเมิณจากพฤติกรรมการรับประทานอาหารและเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของคาเฟอีนด้วยแบบสอบถาม)

4.2.2 เกณฑ์การคัดออกผู้เข้าร่วมวิจัย (Exclusion criteria)

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีประวัติการใช้อาหารเสริมอย่างน้อย 3 เดือน2.
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ
3. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีประวัติของโรคทางคลินิก
4. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีอาการแพ้คาเฟอีน (อาการโรคลมพิษหรือมาอาการบวมบริเวณริมฝีปากและลิ้น)
5. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีอากรผิดปกติเมื่อบริโภคคาเฟอีน (ใจสั่น, นอนไม่หลับ, เหงื่อออกผิดปกติ, เวียนศีรษะ)

4.3 เครื่องมือวิจัย

การทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด Taekwondo specific agility test (TSAT)



การทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด เริ่มต้นด้วยการยืนในท่าเตรียมที่จุดเริ่มต้น เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณ “เริ่ม” เป็นการเริ่มจับเวลา ผู้เข้าทดสอบเคลื่อนที่โดยไม่ไขว้ขา (สไลด์) จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดกึ่งกลาง หลังจากนั้นเคลื่อนที่ไปทางซ้ายมือหาผู้ช่วยคนที่ 1 ทำการเตะด้วยท่า Roundhouse kick ด้วยเท้าซ้าย แล้วเคลื่อนที่ผ่านจุดกึ่งกลางไปไปทางขวาหาผู้ช่วยคนที่ 2 ทำการเตะด้วยท่า Roundhouse kick ด้วยเท้าขวา จากนั้นเคลื่อนที่กลับมายังจุดกึ่งกลาง แล้วเคลื่อนที่ไปข้างหน้าหาผู้ช่วยคนที่ 3 ทำการเตะด้วยท่า Double kick แล้วเคลื่อนที่ถอยหลังกลับไปยังจุดเริ่มต้นเป็นการหยุดเวลาและสิ้นสุดการทดสอบ

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกเชิญที่วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อทำการคัดกรองเบื้องต้นโดยการตรวจร่างกาย กรอกแบบสอบถามประวัติสุขภาพและกิจกรรมทางกายภาพ กรอกแบบสอบถามเกี่ยวกับการบริโภคคาเฟอีนในแต่ละวัน และจะถูกขอให้บันทึกอาหารที่รับประทานอากหารใน 24 ชั่วโมง รูปแบบการรับประทานอาหารจะถูกคัดลอกและส่งคืนให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพร้อมคำแนะนำให้รับประทานอาหารแบบเดิมก่อนการเข้าร่วมการทดลองครั้งต่อไป เช้าของวันที่ทำการทดลองแต่ละครั้ง และจะถูกขอให้งดรับประทานอาหารและการออกกำลังกายระดับหนัก 1 คืน ก่อนเริ่มการทดสอบ ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการอธิบายถึงกระบวนการทดลองและเซ็นแบบฟอร์มยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร

24 ชั่วโมงก่อนการทดลองแต่ละครั้ง ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกขอให้

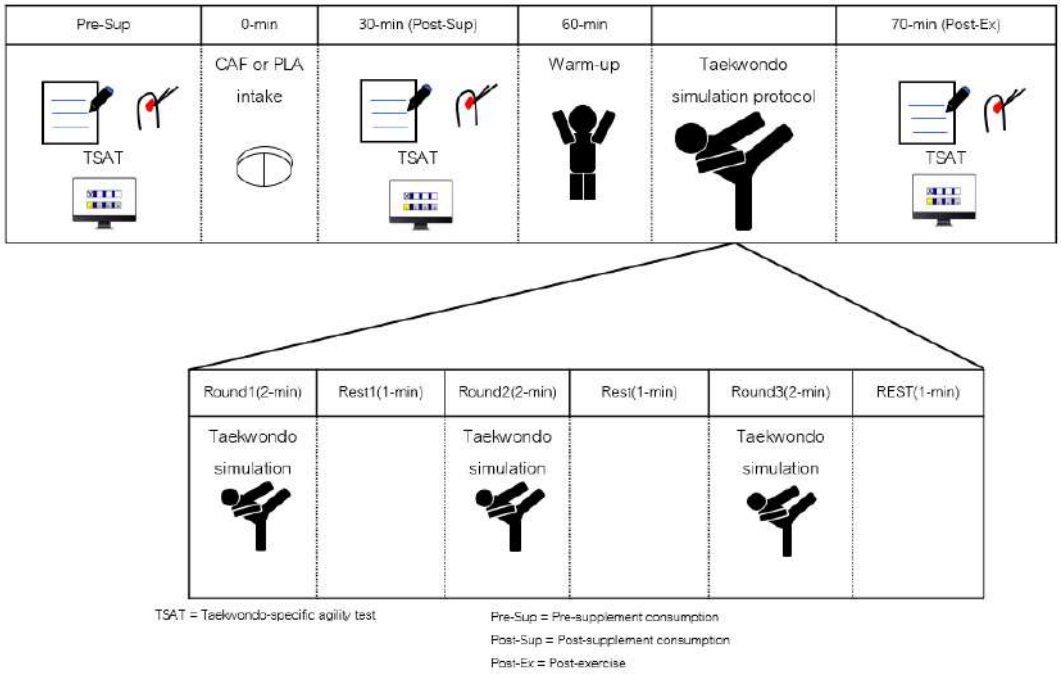
1. ผู้เข้าร่วมวิจัยงดการออกกำลังกายอย่างหนัก
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยงดอาหารที่เป็นแหล่งของคาเฟอีน, แอลกอฮอล์, และอาหารเสริมทางกีฬาทั้งหมด
3. ผู้เข้าร่วมวิจัยงดการทานยาหรือการใช้ยาแก้ปวด
4. ผู้เข้าร่วมวิจัยทานอาหารให้ครบ 5 หมู่
5. ผู้เข้าร่วมวิจัยดื่มน้ำให้เพียงพอเพื่อรักษาสถานะน้ำในร่างกายให้เหมาะสม
6. ผู้เข้าร่วมวิจัยนอนหลับให้เพียงพอ 6-8 ชั่วโมง

ทั้งนี้ ผู้วิจัยจะขอให้ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยปฏิบัติดังนี้ ในระหว่างการทดลองในแต่ละครั้งผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถดื่มน้ำได้เต็มที่ตลอดการศึกษาซึ่งปริมาตรน้ำที่ดื่มจะนำไปกำหนดให้เป็นปริมาตรน้ำที่ดื่มได้ขณะทำการทดลองครั้งต่อไป

เมื่อผู้เข้าร่วมวิจัยมาถึงห้องปฏิบัติการ ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกขอให้นั่งนิ่งๆ เป็นเวลา 15 นาทีหรือจนกระทั่งค่าความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจเข้าสู่สภาวะพัก

ครั้งที่ 1; เป็นการทดสอบการวิ่งเพื่อหาปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max}) เพื่อให้เข้าเกณฑ์การคัดเลือกของโครงการ หลังจากการทดสอบหา VO_{2max} ผู้เข้าร่วมจะทำแบบสอบถามเกี่ยวกับความถนัดของมือและทำความคุ้นเคยกับโปรแกรมการออกกำลังกาย (Teakwondo simulation protocol) (Bridge, 2013) โดยผู้เข้าปฏิบัติตามชุดคำสั่งเสียงในการต่อสู้และการทดสอบความความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด taekwondo-specific agility test (TSAT) เพื่อให้เกิดความคุ้นเคยกับโปรแกรมการทดสอบ

ครั้งที่ 2 และ 3; ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกสุ่มเข้ากลุ่มการทดลอง (กลุ่มคาเฟอีน, CAF หรือ กลุ่มยาหลอก, PLA) เมื่อมาถึงสถานที่วิจัย จะมีการวัดค่าความถ่วงจำเพาะปัสสาวะและน้ำหนัก หลังจากนั้นจะทำการทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด (TSAT) เป็นการทดสอบครั้งที่ 1 (Pre-Supplement, Pre-Sup) หลังจากนั้นผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับคาเฟอีนหรือยาหลอกตามที่ได้รับการสุ่มไว้ แล้วนั่งพักเป็นเวลา 45 นาที จึงเริ่มทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด (TSAT) เป็นการทดสอบครั้งที่ 2 (Post-Supplement, Post-Sup) หลังจากนั้นทำการอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 15 นาที แล้วจึงเริ่มโปรแกรมจำลองการแข่งขัน ซึ่งประกอบไปด้วย การแข่งขันเทควันโด 3 ยก ยกละ 2 นาที และพักระหว่างยก 1 นาที หลังจากเสร็จสิ้นโปรแกรมจำลองการแข่งขันจะทำการทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด (TSAT) ครั้งที่ 3 (Post-Exercise, Post-Ex) ทันที



4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลด้วย Shapiro-Wilk test ตรวจสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ Two-way repeated ANOVA กรณีที่ข้อมูลกระจายตัวแบบไม่ปกติใช้สถิติ Friedman test และ Kruskal-Wallis test เปรียบเทียบคู่ความแตกต่างโดยสถิติ Post-hoc analysis กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p<0.05$

5. ผลการวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) (mean ± standard deviation) ของอายุ 20.2 ± 1.2 ปี ส่วนสูง 173 ± 5 เซนติเมตร น้ำหนัก 58.9 ± 6.35 กิโลกรัม ค่าดัชนีมวลกาย 22 ± 2 กิโลกรัม/เมตร^2 และค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด 50.3 ± 4.87 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที บริโภคคาเฟอีนปริมาณเฉลี่ย 3.34 ± 0.35 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของการทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด (TSAT) ของกลุ่มคาเฟอีนและกลุ่มยาหลอกในช่วงเวลาต่างๆของการทดสอบ ผลการศึกษาพบว่าความคล่องตัวเฉพาะของนักกีฬาเทควันโดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง ในกลุ่มคาเฟอีน (CAF) และกลุ่มยาหลอก (PLA) ในทุกช่วงกำรทดสอบที่ p-value มากกว่า 0.05 ในทุกช่วงของการทดสอบ

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของการทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด (TSAT) จำนวน 13 คน

	กลุ่มการทดลอง	TSAT (วินาที)
Pre-Sup	คาเฟอีน	5.66 ± 0.76
	ยาหลอก	5.42 ± 0.50
Post-Sup	คาเฟอีน	5.55 ± 0.71
	ยาหลอก	5.38 ± 0.77
Post-Ex	คาเฟอีน	5.38 ± 0.66
	ยาหลอก	5.24 ± 0.69

p-value > 0.05

6. อภิปรายผล

การศึกษาพบว่าความคล่องตัวเฉพาะของนักกีฬาเทควันโดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง ในกลุ่มคาเฟอีน (CAF) และกลุ่มยาหลอก (PLA) ในทุกช่วงกำรทดสอบที่ p-value มากกว่า 0.05 ในทุกช่วงของการทดสอบ ซึ่งมีผลต่างจากการศึกษา ของ Ouergui และ คณะ (2022) ซึ่งทำการศึกษาในนักกีฬาเทควันโดจำนวน 20 คน ที่มีการบริโภคคาเฟอีนปริมาณ 3 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว ก่อนที่จะทำการอบอุ่นร่างกายโดยมี (กระโดดสูง 40 เซนติเมตร 10 ครั้ง จำนวน 3เซท) หรือไม่มีกิจกรรมเพิ่ม ซึ่งแบ่งออกเป็น4กลุ่ม กลุ่มยาหลอกและไม่มีกิจกรรมเพิ่ม (PLA+NoCA) กลุ่มคาเฟอีนและไม่มีกิจกรรมเพิ่ม (CAF+NoCA) กลุ่มยาหลอกและมีกิจกรรมเพิ่ม (PLA+CA) และกลุ่มคาเฟอีนและมีกิจกรรมเพิ่ม (CAF+CA) ผลของการศึกษาแสดงให้เห็นว่ากลุ่มคาเฟอีนและมีกิจกรรมเพิ่ม(CAF+CA) สามารถทำการทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด (TSAT) ได้เร็วที่สุดเมื่อเทียบกับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Perez-Lopez (2015) ที่ทำการศึกษาในนักกีฬาวอลเลย์บอลจำนวน 13 คน บริโภคคาเฟอีนปริมาณ 3 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว ทำการทดสอบความคล่องตัว T-Test ผลของการศึกษาพบว่ากลุ่มที่บริโภคคาเฟอีนสามารถลดเวลาในการทดสอบความคล่องตัว T-Test ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และการศึกษาของ Del Coso (2014) ทำการในนักกีฬาวอลเลย์บอลจำนวน 15 คน บริโภคคาเฟอีนปริมาณ 3 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว ทำการทดสอบ

ความคล่องตัว T-Test โดยผลของการศึกษาพบว่าเวลาในการทดสอบความคล่องตัว T-Test ในกลุ่มคาเฟอีนมีเวลาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม จากข้อมูลอาจจะสรุปได้ว่าคาเฟอีนปริมาณ 3 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว มีผลช่วยลดเวลาในการทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด (TSAT) ได้ แต่ในการศึกษาครั้งนี้ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม ถึงแม้ความคล่องตัวจะมีแนวโน้มลดลงมากกว่าในกลุ่มคาเฟอีนเมื่อเทียบกับกลุ่มยาหลอก ซึ่งอาจจะนำไปสู่แนวทางในการศึกษาในอนาคตถึงปริมาณคาเฟอีนที่สามารถลดเวลาในการทดสอบความคล่องตัวเฉพาะของกีฬาเทควันโด (TSAT) ได้

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

การเลือกปริมาณคาเฟอีนในการบริโภคเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการออกกำลังกาย การเลือกคาเฟอีนในระดับต่ำอาจช่วยลดผลข้างเคียงที่เกิดการบริโภคคาเฟอีนมากเกินไป เช่น อัตราการเต้นของหัวใจเต้นเพิ่มขึ้น ความวิตกกังวลที่เพิ่มขึ้น นอนไม่หลับ ไม่มีสมาธิ หรือเหงื่อออก ซึ่งอาการเหล่านี้เมื่อพบในบริบทของการเล่นกีฬาอาจทำให้ประสิทธิภาพในการแข่งขันหรือการออกกำลังกายลดลงได้

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษานี้ใช้คาเฟอีนในปริมาณประมาณ 3 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว ขอแนะนำให้การวิจัยในอนาคตสำรวจผลของปริมาณคาเฟอีนที่แตกต่างกันต่อ การทดสอบความคล่องตัวเฉพาะเทควันโด (TSAT) และการวัดประสิทธิภาพอื่น ๆ ในนักกีฬาเทควันโด สิ่งนี้จะช่วยให้สามารถกำหนดขนาดยาที่เหมาะสมที่สุดซึ่งสามารถให้ผลการปรับปรุงประสิทธิภาพที่สำคัญโดยไม่มีผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาสาสมัครผู้เข้าร่วมวิจัยทุกท่าน คณาจารย์และบุคลากร วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล รวมถึงผู้ช่วยผู้วิจัยทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาครั้งนี้

9. เอกสารอ้างอิง

Illy A, Viani R. (2005). Espresso coffee: the science of quality: Academic Press.

Goods PS, Landers G, Fulton S. (2017). Caffeine Ingestion Improves Repeated Freestyle Sprints in Elite Male Swimmers. Journal of sports science & medicine. ,16(1):93.

Vieten M, Scholz M, Kilani H, Kohloeffel M, editors. (2017). Reaction time in taekwondo. ISBS-Conference Proceedings Archive.

Ouergui I, Mahdi N, Delleli S, Messaoudi H, Chtourou H, Sahnoun Z, et al. (2022). Acute effects of low dose of caffeine ingestion combined with conditioning activity on psychological and physical performances of male and female taekwondo athletes. Nutrients.14(3):571.

Chaabene H, Negra Y, Capranica L, Bouguezzi R, Hachana Y, Rouahi MA, et al. (2018). Validity and reliability of a new test of planned agility in elite taekwondo athletes. The Journal of Strength & Conditioning Research. 32(9):2542-7.

Bridge CA, McNaughton LR, Close GL, Drust B. (2013). Taekwondo exercise protocols do not recreate the physiological responses of championship combat. Int J Sports Med. 34(7):573-81.

Perez-Lopez A, Salinero JJ, Abian-Vicen J, Valades D, Lara B, Hernandez C, et al. (2015). Caffeinated energy drinks improve volleyball performance in elite female players. Med Sci Sports Exerc.47(4):850-6.

Del Coso J, Pérez-López A, Abian-Vicen J, Salinero JJ, Lara B, Valadés D. (2014). Enhancing physical performance in male volleyball players with a caffeine-containing energy drink. International journal of sports physiology and performance. 9(6):1013-8.

ผลของคาเฟอีนปริมาณต่ำต่อการทำงานของคลื่นไฟฟ้าสมองเดลต้าในนักกีฬาเทควันโดเพศชายระดับมหาวิทยาลัย

The Effect of Low Dose Caffeine Ingestion on Delta Wave Brain Activity in University Taekwondo Male Athletes

ลักษิกา แจ่มวัย
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail: luksika.jaw@gmail.com
ผศ.ดร.อลิสา นานา
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail: alias.nan@mahidol.ac.th
รศ.ดร.วรสิทธิ์ ศิริพรพาณิชย์
สถาบันชีววิทยาศาสตร์โมเลกุล มหาวิทยาลัยมหิดล
Email: vorasith.sir@mahidol.ac.th
ดร.สุชาดา เสาเวียง
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail : suchada.sao@mahidol.ac.th
รศ.ดร.อมรพันธ์ อัจจิมาพร*
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail: amornpan.ajj@mahidol.ac.th *Corresponding author

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของคาเฟอีนปริมาณต่ำ(200 มิลลิกรัม) หลังการบริโภค 30 นาที หลังการออกกำลัง และระหว่างการกระตุ้นให้เกิดความเหนื่อยล้าต่อการทำงานของคลื่นไฟฟ้าสมองเดลต้าในนักกีฬาเทควันโดมหาวิยาลัย ผู้เข้าร่วมวิจัย คือนักกีฬาเทควันโดระดับมหาวิทยาลัยเพศชาย จำนวน 13คน ได้รับประทานยาหลอก หรือรับประทานคาเฟอีนปริมาณ 200 มิลลิกรัม ภายใต้เงื่อนไขการสุ่มแบบไขว้ โดยมีระยะเวลาระหว่างเงื่อนไข 1สัปดาห์ ตัวแปรทั้งหมดจะถูกวัดที่ 1)ก่อนการบริโภคคาเฟอีน 2)หลังจากบริโภคคาเฟอีน 30นาที และ 3)หลังโปรแกรมการออกกำลังกายเทควันโด นอกจากนี้มีการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองขณะหลับตาระหว่างการกระตุ้นให้เกิดความเหนื่อยล้าโดยการใช้การทดสอบแตะบล็อกคอร์ซี่ (Corsi block-tapping) ผลการศึกษาพบว่าคลื่นเดลต้าลดลงบริเวณจุดกึ่งกลางเปลือกสมองส่วนหน้าและจุดกึ่งกลางเปลือกสมองส่วนกลาง ขณะการกระตุ้นความเหนื่อยล้า และมีค่าคลื่นเดลต้าบริเวณจุดกึ่งกลางเปลือกสมองส่วนหน้าลดลงหลังออกกำลังกายเมื่อรับประทานคาเฟอีนเทียบกับยาหลอก โดยสรุป การศึกษานี้บ่งชี้ว่า การรับประทานคาเฟอีนใน

ปริมาณต่ำสามารถลดคลื่นไฟฟ้าสมองเดลต้าที่มีความสัมพันธ์ต่อการลดความเหนื่อยล้าของระบบประสาทส่วนกลางในนักกีฬาเทควันโดมหาวิทยาลัย

คำสำคัญ: คาเฟอีนปริมาณต่ำ/ การทดสอบแตะบล็อกคอร์ซี่ / โปรแกรมการกระตุ้นให้เกิดความเหนื่อยล้า

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effects of a low dose of caffeine (200 mg) after 30 minutes of ingestion after physical exercise and during the period of inducing fatigue on the delta brain wave activity in university taekwondo athletes. Thirteen male collegiate university taekwondo athletes received a placebo (PLA) or 200 mg caffeine (CAF) under randomized, double-blind crossover conditions, with 1 week between conditions. Electroencephalograph (EEG) with eye-closed was obtained at baseline (Pre-Supplement, Pre-Sup), after 30-minute caffeine consumption (Post-Supplement, Post-Sup), and after the taekwondo exercise protocol (Post-Exercise, Post-Exs). Furthermore, EEG was also recorded during a fatigue task induction using the Corsi block-tapping. The result found that the CAF decreased delta waves at Fz and Cz electrodes. During the fatigue task, a delta wave at Fz electrode in the CAF was lower than that in the PLA. In conclusion, the present study showed that 200 mg of caffeine could affect EEG brain wave activities after 30 minutes could decrease delta wave activity which promote a beneficial effect on central fatigue in university Taekwondo athletes.

KEYWORDS: LOW-DOSE CAFFEINE/ ELECTROENCEPHALOGRAPH/ FATIGUE TASK INDUCTION

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ความเหนื่อยล้า โดยทั่วไปหมายถึงความรู้สึกเหนื่อยล้า ความตื่นตัวลดลง (Shen, 2006) ตามหลักสรีรวิทยาการกีฬา ความเหนื่อยล้าสามารถลดประสิทธิภาพของนักกีฬาได้ (Lv, 2015) ทั้งนี้ความเหนื่อยล้าสามารถจำแนกได้เป็นความเหนื่อยล้าทางร่างกายและระบบประสาทส่วนกลาง (Gruet, 2013)

ความเหนื่อยล้าจากระบบประสาทส่วนกลางเป็นรูปแบบของความเหนื่อยล้าที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของสารสื่อประสาทในสมอง อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพการออกกำลังกายและการทำงานของกล้ามเนื้อ ดังนั้นการศึกษาถึงผลของโภชนาการที่เหมาะสม และเครื่องดื่มให้พลังงานที่อาจส่งผลดีต่อระบบประสาทส่วนกลางสำหรับนักกีฬาจึงมีความสำคัญ (Rattray , 2015), (Roelands , 2015)

คาเฟอีนซึ่งเป็นสารกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลางที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย (Nehlig , 1992) เป็นสารที่สามารถพบได้ทั่วไปในเครื่องดื่มชูกำลัง (Astley , 2017) คาเฟอีนประมาณต่ำ (2-3 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว) เป็นตัวช่วยที่มีประสิทธิภาพ โดยออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลางเพื่อชะลอความเหนื่อยล้าและเพิ่มความตื่นตัว (Ari Whitten, 2017) การศึกษาของ Jinet และคณะในปี 2015 ซึ่งทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคคาเฟอีนในวัยรุ่น และแสดงให้เห็นว่าการบริโภคคาเฟอีนมีผลเชิงบวกโดยการลดความรุนแรงของภาวะซึมเศร้าและการนอนไม่หลับในวัยรุ่น คาเฟอีนในปริมาณต่ำมีผลดีต่ออารมณ์ ผู้ที่ได้รับคาเฟอีน 20-200 มก. รายงานว่ารู้สึกมีพลังงาน มีจินตนาการ มีประสิทธิภาพ มั่นใจในตนเอง ตื่นตัว มีสมาธิ และมีแรงจูงใจในการทำงาน

การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalograph, EEG) การศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าเมื่อระดับความเหนื่อยล้าของระบบประสาทส่วนกลางเพิ่มขึ้น มีความสัมพันธ์กับคลื่นเดลต้าเพิ่มขึ้น แต่คลื่นธีต้า, อัลฟา และเบต้าลดลง (Gharagozlou, 2015) คลื่นเดลต้า เป็นคลื่นสมองที่ช้าที่สุด สภาวะนี้จะทำให้ร่างกายเกิดความผ่อนคลายในระดับที่สูงมาก (Brain and Mind Rehabilitation: New Innovation, 2022)

กีฬาเทควันโด เป็นกีฬาที่ต้องใช้ทั้งเทคนิคและยุทธวิธี รวมถึงการฟื้นตัวจากความเหนื่อยล้าอย่างรวดเร็ว การแข่งขันเทควันโดจะประสบความสำเร็จได้ ความสามารถในการฟื้นตัวอย่างรวดเร็วของนักกีฬาเป็นสิ่งจำเป็นต่อการแข่งขันในครั้งถัดไป (Lv Q, 2015)

แม้ว่าจะมีการวิจัยอย่างกว้างขวางเกี่ยวกับผลของคาเฟอีนในปริมาณต่างๆและความเหนื่อยล้า อย่างไรก็ตาม ในกีฬาเทควันโด ยังไม่พบการศึกษาถึงผลของการบริโภคคาเฟอีนปริมาณต่ำที่มีผลต่อความเหนื่อยล้าของระบบประสาทส่วนกลาง

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของคาเฟอีนปริมาณต่ำ(200 มิลลิกรัม) หลังการบริโภค 30 นาที หลังการออกกำลัง และระหว่างการกระตุ้นให้เกิดความเหนื่อยล้าต่อการทำงานของคลื่นไฟฟ้าสมองเดลต้าในนักกีฬาเทควันโดมหาวิยาลัย

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความเหนื่อยล้าของระบบประสาทส่วนกลาง

ความเหนื่อยล้าจากระบบประสาทส่วนกลางเป็นหนึ่งของความเหนื่อยล้าที่ได้รับความสนใจทางวิทยาศาสตร์ในด้านการออกกำลังกายและสมรรถภาพทางกาย (Russell , 2018) การศึกษาของ Badin และคณะ, 2016 ได้ทำการศึกษาในนักกีฬาฟุตบอลจำนวน 20 คน เป็นการทดลองด้วยการสุ่มแบบไขว้ โดยห่างกัน 1สัปดาห์ โดยให้ทำการเล่นฟุตบอลสนามเล็ก 5ต่อ5 เป็นเวลา 15นาที โดยไม่มีผู้รักษาประตู ก่อนเริ่มทดลอง กลุ่มควบคุมจะได้รับชมภาพยนต์สารคดีที่มีความเป็นกลางทางอารมณ์ เป็นเวลา 30นาที และกลุ่มทดลองจะได้รับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ประเมินอาการเหนื่อยล้าทางจิต เป็นเวลา 30นาที การให้คะแนนความเหนื่อยล้าทางจิตใจและทางร่างกายถูกบันทึกก่อนและหลังการทำการทดลอง ผลการทดลองคะแนนความเหนื่อยล้าและความพยายามสูงขึ้นหลังจากได้รับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ความเหนื่อยล้าทางจิตมีผลกระทบที่ไม่ชัดเจนต่อตัวแปรสภาพสมรรถภาพทางกายส่วนใหญ่ แต่ส่งผลต่อตัวแปรสมรรถภาพทางเทคนิคส่วนใหญ่

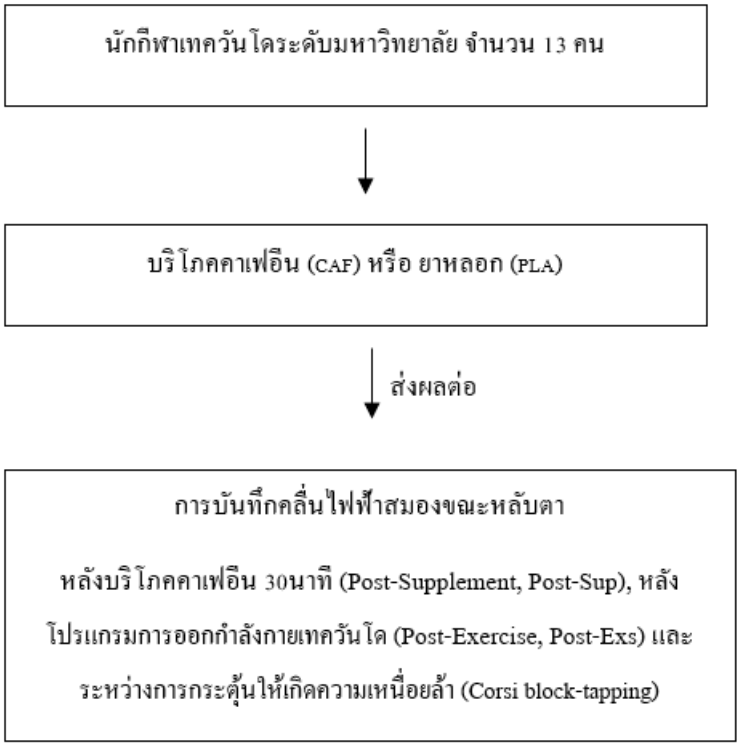
ผลของคาเฟอีนต่อสมอง

ในปี 2002 Lieberman และคณะ ได้ทำการศึกษาในอาสาสมัครของกองทัพเรือสหรัฐฯ 68คน โดยสุ่มให้ได้รับคาเฟอีนหรือยาหลอกปริมาณ 100 มิลลิกรัม 200 มิลลิกรัม หรือ 300 มิลลิกรัมในรูปแบบแคปซูล ผลการวิจัยพบว่าคาเฟอีน (ปริมาณ 200 และ 300 มิลลิกรัม) ช่วยเพิ่มความตื่นตัวในการมองเห็น เวลาในการตอบสนองด้วยทางเลือก ความเหนื่อยล้าที่รายงานด้วยตนเอง และความง่วงนอนดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยส่งผลต่อการตื่นตัว เวลาในการตอบสนองด้วยทางเลือกมากที่สุด อย่างไรก็ตามการจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าหากได้รับคาเฟอีนที่ปริมาณมากเกินไปจะส่งผลเสียต่อสุขภาพได้ (Lieberman, 2002)

คลื่นไฟฟ้าสมอง

คลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalography, EEG)) เป็นเทคนิคทางจิตสรีรวิทยาที่ใช้ในการวัดกิจกรรมทางไฟฟ้าสมอง รูปคลื่นใน EEG ถูกสร้างขึ้นโดยแรงกระตุ้นใกล้กับการสื่อสารระหว่างเซลล์ประสาทหรือเส้นประสาทในสมอง (Read GL, 2017) การศึกษาที่ผ่านมาพบว่า เมื่อระดับความเหนื่อยล้าของระบบประสาทส่วนกลางเพิ่มขึ้น มีความสัมพันธ์กับคลื่นเดลต้าที่เพิ่มขึ้น

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.3 สมมติฐานการวิจัย

การบริโภคคาเฟอีนในปริมาณต่ำ(200 มิลลิกรัม) อาจช่วยลดความเหนื่อยล้าทางระบบประสาทส่วนกลาง หลังการบริโภค 30 นาที หลังการออกกำลังกาย และระหว่างการกระตุ้นให้เกิดความเหนื่อยล้า จากการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมองเดลต้าในนักกีฬาเทควันโด

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

ใช้วิธีการสุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยด้วยวิธีการสุ่มรูปแบบไขว้ที่ผู้ทำวิจัยและผู้เข้าร่วมวิจัยไม่ทราบว่าได้คาเฟอีนหรือยาหลอก (Double blinded counter-balanced, crossover design) โดยที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับประทานสารดังต่อไปนี้

1. คาเฟอีนชนิดเม็ด 100 มิลลิกรัม จำนวน 2 เม็ด (CAF) เนื่องจากมีงานวิจัยก่อนหน้านี้ระบุว่าคาเฟอีนที่ความเข้มข้น 3-6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว นั้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพทางกายของนักกีฬาได้

เมื่อนำความเข้มข้นของคาเฟอีนตามที่ระบุมาคำนวนกับรุ่นน้ำหนักตามเกณฑ์การคัดเข้าอยู่ในช่วง 2.9 – 3.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่อยู่ในช่วงที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพทางกายของนักกีฬาได้

2. ยาหลอก จำนวน 2 เม็ด (PLA) ทำจากแป้ง (Starch)

4.2 ประชากรและตัวอย่าง

ในการศึกษาครั้งนี้คำนวณจำนวนตัวอย่างจากการศึกษาก่อนหน้า อ้างอิงจากการศึกษาของ Siepmann และคณะ ในปี 2002 โดยใช้โปรมแกรม G*power 3.1.9.7

4.2.1 เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย (Inclusion criteria)

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยเพศชายสุขภาพแข็งแรง
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยอายุระหว่าง 18-25 ปี
3. ผู้เข้าร่วมวิจัยอยู่ในกลุ่มรุ่นน้ำหนักไม่เกิน 58, 63 และ 68 กิโลกรัม
4. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด > 40 มิลลิกรัม/กิโลกรัม/นาที
5. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีการฝึกซ้อมเฉลี่ยอยู่ในช่วง 9-15 ชั่วโมงต่อสัปดาห์
6. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีประสบการณ์ฝึกซ้อม 2-5 ปี
7. ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักเทควันโดระดับมหาวิทยาลัย
8. ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นผู้ที่ใช้คาเฟอีนในชีวิตประจำวันในระดับที่ต่ำ 0 – 150 มิลลิกรัม/วัน

4.2.2 เกณฑ์การคัดออกผู้เข้าร่วมวิจัย (Exclusion criteria)

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีประวัติของโรคทางคลินิก (ไข้หวัด, หอบหืด, ภูมิแพ้)
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ
3. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีอาการผิดปกติเมื่อบริโภคคาเฟอีน (ใจสั่น, นอนไม่หลับ, เหงื่อออกผิดปกติ, เวียนศีรษะ)
4. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีประวัติการใช้อาหารเสริมอย่างน้อย 3 เดือน
5. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีอาการแพ้คาเฟอีน (อาการโรคลมพิษหรือมาอาการบวมบริเวณริมฝีปากและลิ้น)

4.3 เครื่องมือวิจัย

1. แบบสอบถาม

- แบบสอบถามความถนัดมือ (Edinburgh Handedness Inventory Test)

2. เครื่องตรวจบันทึกการติดตามและวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าสมองด้วยชุดติดตาม (eego™mylab ANT Neuro, USA)

3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Corsi Block Tapping Training

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกขอให้งดบริโภคคาเฟอีน แอลกอฮอล์ งดทานยาหรือการใช้ยาแก้ปวด พักผ่อนให้เพียงพออย่างน้อย 6-8 ชั่วโมง และงดกิจกรรมที่ต้องใช้กำลังมากเป็นเวลา 12 ชั่วโมง และให้ทำการบันทึกการบริโภคอาหารเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ก่อนการทดลอง ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับคำแนะนำให้ทานอาหารแบบเดิมก่อนการเข้าร่วมการทดลองครั้งต่อไป โดยผู้วิจัยจะเป็นคนจัดเตรียมไว้ให้ ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการอธิบายถึงกระบวนการทดลองและเซ็นแบบฟอร์มยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร ในระหว่างการทดลองในแต่ละครั้งผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถดื่มน้ำได้ตลอดเวลา ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องมาที่ห้องปฏิบัติการวิจัย เป็นจำนวน 3 ครั้ง

ครั้งที่ 1 ; เป็นการทดสอบการวิ่งเพื่อหาปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max}) เพื่อให้เข้าเกณฑ์การคัดเข้าของงานวิจัย หลังจากการทดสอบหา VO_{2max} ผู้เข้าร่วมจะทำแบบสอบถามเกี่ยวกับความถนัดของมือและทำความคุ้นเคยกับโปรแกรมการออกกำลังกายที่ออกแบบจำลองคล้ายการแข่งขันเทควันโด (Taekwondo simulation protocol) (Bridge, 2013)

ครั้งที่ 2 และ 3 ; ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองขณะหลับตา ทำการวัดขณะพักก่อนบริโภคคาเฟอีนหรือยาหลอก ; Pre-Sup) หลังจากนั้นผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับคาเฟอีนหรือยาหลอกตามที่ได้รับการสุ่มไว้ แล้วนั่งพักเป็นเวลา 30 นาที จึงจะเริ่มทำการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองอีกครั้ง รวมทั้งบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองระหว่างการกระตุ้นความเหนื่อยล้าโดยการใช้การแตะบล็อกคอร์ซี่ (หลังบริโภคคาเฟอีนหรือยาหลอก ; Post-Sup) หลังจากนั้นทำการอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 15 นาที แล้วจึงเริ่มโปรแกรมการออกกำลังกาย ซึ่งประกอบไปด้วย การแข่งขันเทควันโด 3 ยก ยกละ 2 นาที และพักระหว่างยก 1 นาที หลังจากเสร็จสิ้นโปรแกรมการออกกำลังกายจะทำการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองอีกครั้ง (หลังออกกำลังกาย ; Post-Exs)

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลด้วย Shapiro-Wilk test ตรวจสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ Two-way repeated ANOVA กรณีที่ข้อมูลกระจายตัวแบบไม่ปกติใช้สถิติ Friedman test และ Kruskal-Wallis test เปรียบเทียบคู่ความแตกต่างโดยสถิติ Post-hoc analysis กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p<0.05$

5. ผลการวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุเท่ากับ 20± 1 ปี ส่วนสูง 173 ± 5 เซนติเมตร น้ำหนัก 58.9 ± 6.0 กิโลกรัม ค่าดัชนีมวลกาย 19.9 ± 2.0 กิโลกรัม/เมตร^2 ค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด 50.3 ± 4.9 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที และบริโภคคาเฟอีนปริมาณเฉลี่ยต่อน้ำหนักตัวเท่ากับ 3.34 ± 0.35 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคลื่นสมองเดลต้าขณะพัก ของกลุ่มคาเฟอีนและกลุ่มยาหลอกในช่วงก่อนบริโภค (Pre-Sup), หลังบริโภค (Post-Sup) และหลังออกกำลังกาย (Post-Exs) ผลการศึกษาพบว่า ผลการศึกษาพบว่าคลื่นเดลต้าลดลงบริเวณจุดกึ่งกลางเปลือกสมองส่วนหน้าและจุดกึ่งกลางเปลือกสมองส่วนกลาง คลื่นไฟฟ้าสมองขณะการกระตุ้นความเหนื่อยล้ามีค่าคลื่นเดลต้าบริเวณจุดกึ่งกลางเปลือกสมองส่วนหน้าลดลงหลังออกกำลังกายเมื่อรับประทานคาเฟอีนเทียบกับยาหลอก

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคลื่นสมองเดลต้าขณะพัก ของกลุ่มคาเฟอีนและกลุ่มยาหลอกในช่วงก่อนบริโภค (Pre-Sup), หลังบริโภค (Post-Sup) และหลังออกกำลังกาย (Post-Exs) จำนวน 13 คน

คลื่นสมอง	**คลื่นไฟฟ้า (Electrodes)**	**ยาหลอก**			**คาเฟอีน**		
		Pre-Sup	**Post-Sup**	**Post-Exs**	**Pre-Sup**	**Post-Sup**	**Post-Exs**
เดลต้า	จุดกึ่งกลางเปลือกสมองส่วนหน้า (Fz)	56 ± 4.7	47.7 ± 3.7	54.0 ± 7.40	63.7 ± 6.0	41.5 ± 1.8$^{\#}$	51.1 ±5.5
	จุดกึ่งกลางเปลือกสมองส่วนกลาง (Cz)	51.6 ± 5.1	42.0 ± 3.2	47.5 ± 7.6	57.9 ± 4.4	37.3 ± 1.8$^{\#}$	47.1 ± 6.7

$^{\#}$ บ่งชี้ถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับเวลาก่อนหน้า (Pre-Sup – Post-Sup)

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคลื่นไฟฟ้าสมองขณะการกระตุ้นความเหนื่อยล้าของกลุ่มคาเฟอีนและกลุ่มยาหลอกในช่วงก่อนบริโภค (Pre-Sup), หลังบริโภค (Post-Sup) และหลังออกกำลังกาย (Post-Exs) ผลการศึกษาพบว่า คลื่นไฟฟ้าสมองขณะการกระตุ้นความเหนื่อยล้ามีค่าคลื่นเดลต้าบริเวณจุดกึ่งกลางเปลือกสมองส่วนหน้าลดลงหลังออกกำลังกายเมื่อรับประทานคาเฟอีนเทียบกับยาหลอก ในขณะที่บริเวณจุดกึ่งกลางเปลือกสมองส่วนกลางไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคลื่นไฟฟ้าสมองขณะการกระตุ้นความเหนื่อยล้าของกลุ่มคาเฟอีนและกลุ่มยาหลอกในช่วงก่อนบริโภค (Pre-Sup), หลังบริโภค (Post-Sup) และหลังออกกำลังกาย (Post-Exs) จำนวน 13 คน

คลื่นสมอง	**คลื่นไฟฟ้า (Electrodes)**	**ยาหลอก**			**คาเฟอีน**		
		Pre-Sup	**Post-Sup**	**Post-Exs**	**Pre-Sup**	**Post-Sup**	**Post-Exs**
เดลต้า	จุดกึ่งกลางเปลือกสมองส่วนหน้า (Fz)	65.3 ± 5.0	61.9 ± 2.8	62.0 ± 3.9	60.2 ± 3.1	61.6 ± 2.6[#]	61.6 ± 3.4[*#]
	จุดกึ่งกลางเปลือกสมองส่วนกลาง (Cz)	49.5 ± 2.8	48.1 ± 3.2	47.7 ± 4.7	48.1 ± 3.8	48.7 ± 2.4	47.1 ± 3.7

[*] บ่งชี้ถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม, [#] บ่งชี้ถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับเวลาก่อนหน้า (Pre-Sup – Post-Exs)

6. อภิปรายผล

จากวัตถุประสงค์ของการศึกษา ที่ศึกษาผลของคาเฟอีนปริมาณต่ำ(200 มิลลิกรัม) หลังการบริโภค 30 นาที หลังการออกกำลัง และระหว่างการกระตุ้นให้เกิดความเหนื่อยล้าต่อการทำงานของคลื่นไฟฟ้าสมองเดลต้าในนักกีฬาเทควันโดมหาวิยาลัย การศึกษาพบว่าการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองเดลต้าขณะพักลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในกลุ่มของการบริโภคคาเฟอีนที่บริเวณจุดกึ่งกลางเปลือกสมองส่วนหน้าและจุดกึ่งกลางเปลือกสมองส่วนกลางเมื่อเทียบกับเวลาก่อนหน้า ซึ่งมีผลคล้ายกับการศึกษาก่อนหน้า ของ Siepmann และคณะ ในปี 2002 ซึ่งทำการศึกษาในผู้ที่มีสุขภาพดี เพศชาย จำนวน 10 คน เพื่อตรวจสอบผลของคาเฟอีน 200 มิลลิกรัมในรูปแบบของสารละลายน้ำเช่นเดียวยาหลอก ผลของการศึกษาพบว่า กิจกรรมของคลื่นเดลต้าลดลงในกลุ่มคาเฟอีน นอกจากนี้แนวโน้มที่สอดคล้องกันในทิศทางเดียวกันถูกพบในบริเวณสมองส่วนหน้าและบริเวณสมองส่วนกลางในขณะพัก ยิ่งไปกว่านั้น ผลของการบริโภคคาเฟอีน 200 มิลลิกรัมต่อคลื่นสมองเดลต้าขณะการกระตุ้นความเหนื่อยล้าพบว่าขณะการกระตุ้นความเหนื่อยล้า มีค่าคลื่นเดลต้าบริเวณจุดกึ่งกลางเปลือกสมองส่วนหน้าลดลงหลังออกกำลังกายเมื่อรับประทานคาเฟอีนเทียบกับยาหลอก โดยในการศึกษาครั้งนี้การทดสอบ Corsi block-tapping ถูกใช้เพื่อกระตุ้นความเหนื่อยล้าของระบบประสาทส่วนกลาง และสังเกตผลของคาเฟอีนต่อการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมองหลังจากเริ่มมีอาการเหนื่อยล้าของระบบประสาทส่วนกลาง (Zhu Y, 2022) ลักษณะหลักของความเหนื่อยล้าของระบบประสาทส่วนกลางคือการรับรู้ความพยายามที่เพิ่มขึ้นและความอดทนที่จำกัดของกิจกรรมทางร่างกายและสมองที่ยืดเยื้อ (Chaudhuri A, 2004) ในการศึกษาของเรา การทดสอบการแตะบล็อก Corsi ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการกระตุ้นความเมื่อยล้าจากส่วนกลาง คล้ายกับ Latino และคณะ ในปี 2021 โดยสรุป การศึกษานี้

พบว่า การรับประทานคาเฟอีนในปริมาณต่ำ(200 มิลลิกรัม) ทำให้การทำงานของคลื่นไฟฟ้าสมองเดลต้าลดลง ซึ่งบ่งชี้ว่า การลดลงของคลื่นสมองดังกล่าวอาจมีความสัมพันธ์กับการลดความเหนื่อยล้าของระบบประสาทส่วนกลางในนักกีฬาเทควันโดมหาวิทยาลัย

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ผลการศึกษานี้สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลดีของการรับประทานคาเฟอีนในปริมาณต่ำต่อความเหนื่อยล้าของระบบประสาทส่วนกลางในนักกีฬาเทควันโด

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในการศึกษาในอนาคต แนะนำให้การวิจัยตรวจสอบเพื่อสำรวจผลความแปรผันและประเมินผลกระทบของปริมาณคาเฟอีนที่ต่างกัน นอกจากนี้แนะนำให้ศึกษาในประชากรเพศหญิงหรือกีฬาต่อสู้ชนิดอื่นๆ และเสนอให้มีการติดตามผลกระทบระยะยาวของคาเฟอีนหลังจากทำการทดลองเสร็จเพื่อตรวจสอบผลกระทบส่วนบุคคลอันเป็นผลมาจากคาเฟอีน

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาสาสมัครผู้เข้าร่วมวิจัยทุกท่าน คณาจารย์และบุคลากร วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล รวมถึงผู้ช่วยผู้วิจัยทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาครั้งนี้

9. เอกสารอ้างอิง

Shen J, Barbera J, Shapiro CM. (2016). Distinguishing sleepiness and fatigue: focus on definition and measurement. Sleep Med Rev.;10(1):63-76.

Lv Q, (2015). editor Research on the physical fatigue recovery and training method of taekwondo athletes. 2015-1st International Symposium on Social Science; Atlantis Press.

Gruet M, Temesi J, Rupp T, Levy P, Millet GY, Verges S.(2013). Stimulation of the motor cortex and corticospinal tract to assess human muscle fatigue. Neuroscience.;231:384-99.

Rattray B, Argus C, Martin K, Northey J, Driller M.(2015). Is it time to turn our attention toward central mechanisms for post-exertional recovery strategies and performance? Frontiers in physiology.;6:79.

Roelands B, De Pauw K, Meeusen R.(2015). Neurophysiological effects of exercise in the heat. Scandinavian journal of medicine & science in sports.;25:65-78.

Nehlig A, Daval J-L, Debry GJBRR.(1992). Caffeine and the central nervous system: mechanisms of action, biochemical, metabolic and psychostimulant effects.;17(2):139-70.

Astley C, Souza D, Polito MJPes.(2017). Acute caffeine ingestion on performance in young Judo athletes. ; 29(3):336-40.

THE ENERGY BLUEPRINT.(2017). SCIENCE SAYS: COFFEE IS SECRETLY SABOTAGING YOUR ENERGY LEVELS | (WHY DOES COFFEE MAKE ME TIRED?) [Available from: https://www.theenergyblueprint.com/why-does-coffee-make-me-tired/.

Gharagozlou F, Saraji GN, Mazloumi A, Nahvi A, Nasrabadi AM, Foroushani AR, et al.(2015). Detecting driver mental fatigue based on EEG alpha power changes during simulated driving.;44(12):1693.

Brain and Mind Rehabilitation: New Innovation.(2022) https://www.neurogenius.com/blog/r/49

Russell S, Jenkins D, Smith M, Halson S, Kelly V.(2018). The application of mental fatigue research to elite team sport performance: New perspectives. Journal of Science and Medicine in Sport.

Badin OO, Smith MR, Conte D, Coutts AJ.(2016). Mental Fatigue: Impairment of Technical Performance in Small-Sided Soccer Games. Int J Sports Physiol Perform;11(8):1100-5.

Lieberman HR, Tharion WJ, Shukitt-Hale B, Speckman KL, Tulley R.(2002). Effects of caffeine, sleep loss, and stress on cognitive performance and mood during U.S. Navy SEAL training. Sea-Air-Land. Psychopharmacology (Berl).;164(3):250-61.

Read GL, Innis IJ. Electroencephalography (Eeg).(2017).The International Encyclopedia of Communication Research Methods. p. 1-18.

Bridge C, McNaughton LR, Close GL, Drust B.(2013). Taekwondo exercise protocols do not recreate the physiological responses of championship combat. International journal of sports medicine.; 34(07):573-81.

Siepmann M, Kirch W.(2002). Effects of caffeine on topographic quantitative EEG. Neuropsychobiology.;45(3):161-6.

Zhu Y, Sun F, Li C, Huang J, Hu M, Wang K, et al.(2022). Acute effects of mindfulness-based intervention on athlete cognitive function: An fNIRS investigation. J Exerc Sci Fit.;20(2):90-9.

Chaudhuri A, Behan PO.(2004). Fatigue in neurological disorders. Lancet.;363(9413):978-88.

Latino F, Cataldi S, Fischetti F.(2021). Effects of a coordinative ability training program on adolescents' cognitive functioning. Frontiers in Psychology. 2021;12:620440.

ผลของการเปลี่ยนแปลงอิริยาบถต่อการปรับตัวของความดันโลหิต ระหว่างกลุ่มอายุ 20-40 ปี และ 41-60 ปี

EFFECTS OF POSTURAL CHANGES ON BLOOD PRESSURE ADAPTATION BETWEEN AGED GROUPS 20-40 AND 41-60 YEARS

สุพิชญา ดอนพรม
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail: supitchaya26b.ss@gmail.com
รศ.ดร.อมรพันธ์ อัจจิมาพร
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail: amornpan.ajj@mahidol.ac.th
รศ. พ.ต.ดร. รุ่งชัย ชวนไชยะกูล
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail : gmrungchai@gmail.com
ผศ. ดร. สายฝน กองคำ
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail : saiphon.kon@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงอิริยาบถหรือท่าทางส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบต่างๆภายในร่างกาย โดยเฉพาะระบบหัวใจและหลอดเลือด การกลับสู่สภาวะสมดุลขึ้นกับความสามารถในการปรับตัว ซึ่งมีปัจจัยเกี่ยวกับอายุเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงอิริยาบถต่อการปรับตัวของความดันโลหิตระหว่างกลุ่ม 20-40 ปีและ41-60 ปีโดยทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างเพศชายจำนวน 34 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์อายุออกเป็น 2 กลุ่มกลุ่มละ 17 คน จากนั้นทำการทดสอบการปรับเปลี่ยนอิริยาบถอย่างเฉียบพลัน 1) จากท่านอนหงายเปลี่ยนเป็นท่านั่ง และ 2) จากท่านอนหงายเปลี่ยนเป็นท่ายืน โดยวัดค่าความเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตช่วงเปลี่ยนท่าทางทันทีและช่วงนาทีที่ 3 ก่อนเปลี่ยนท่าทาง โดยการศึกษานี้พบว่าทั้งสองกลุ่มอายุไม่มีความแตกต่างของค่าความดันโลหิตเมื่อเปลี่ยนแปลงจากท่านอนหงายเป็นท่านั่งหรือท่านอนหงายเป็นท่ายืนในทันทีและช่วง 3 นาที อย่างไรก็ตามในกลุ่มอายุ 41-60 ปีมีความแตกต่างของค่าความดันโลหิตเมื่อเทียบกับ20-40 ปีในท่านั่งและท่ายืนในช่วง 3 นาที บ่งบอกถึงการกลับสู่สภาวะปกติที่ช้ากว่า ผลการศึกษานี้อาจกล่าวได้ว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีอายุมากขึ้นจะมีความสามารถในการปรับตัวของระบบหัวใจและหลอดเลือดที่ต่ำกว่ากลุ่มตัวอย่างที่อายุน้อยกว่า

คำสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงท่าทาง / ระบบหัวใจและหลอดเลือด/ การปรับตัว

ABSTRACT

Changes in body posture or movement can induce changes in the physiological system. To manage and maintain the body's homeostasis, the ability to regulate these changes depends on the adjustments of the cardiovascular systems. This ability may vary among individuals between age groups. Therefore, this study aimed to investigate acute postural changes in blood pressure adaptation between aged groups. A study was conducted on 34 male participants divided into two age groups: 1) 20-40 years, n=17, and 2) 41-60 years, n=17. The postural changes were performed from the supine position to a sitting position and from the supine position to a standing position. Blood pressure was measured immediately after changing posture and during the 3rd minute after changing posture. This study found that the two age groups had no difference in blood pressure values when changing from supine to sitting or from supine to standing immediately and at 3rd minute. However, there were differences in the 41-60year age group. Blood pressure values compared to 20-40 years in the sitting and standing positions over the 3rd minute period indicate a slower return to normal. The results of this study show that older subjects have a lower cardiovascular adaptability than younger subjects.

KEYWORDS: Postural changes / Cardiovascular system/ Homeostasis

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

การเปลี่ยนแปลงท่าทางนั้นส่งผลต่อการทำงานของระบบต่างๆและการควบคุมสมดุลในทันที ซึ่งจะมีการปรับเปลี่ยนหน้าที่การทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดและระบบหายใจ โดยในทางสรีรวิทยาอาจส่งผลต่อระบบการใช้พลังงานไปด้วย การควบคุมสมดุลความดันเลือดนั้นต้องอาศัยตัวรับและการตอบสนองแบบย้อนกลับ (Brian E. Hunt, 2001) โดยการควบคุมความดันเลือดอย่างฉับพลันนั้นอาศัย **2** กลไกหลักคือระบบประสาทอัตโนมัติและการใช้พลังงาน (Michael J. Joyner, 2010) เกี่ยวข้องกับการทำหน้าที่ของระบบประสาทอัตโนมัติทั้งในส่วนของระบบประสาทขาเข้าและขาออกที่เชื่อมต่อกับระบบประสาทส่วนกลางต่อไปยังอวัยวะเป้าหมาย ยกตัวอย่าง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความดันเลือดระบบประสาทขาเข้า vagal และ glossopharyngeal จะส่งสัญญาณเข้าไปยังสมองและส่งสัญญาณประสาทขาออกเพื่อกระตุ้นซิมพาเทติคและยับยั้งพาราซิมพาเทติคเพื่อควบคุมความดันเลือด (Swenne, 2013) โดยกลไกที่เป็นที่รู้จักในการควบคุมความดันเลือดคือบาโรรีเซพเตอร์รีเฟล็กซ์และคีโมรีเซพเตอร์รีเฟล็กซ์ ซึ่งทั้ง 2 ส่วนรับรู้ผ่านการถูกยืดและสารเคมีที่อยู่ภายในผนังหลอดเลือดแดงคาโรติดและหลอดเลือดแดงใหญ่ (Nobrega, 2014) การเปลี่ยนแปลงของบาโรรีเซพเตอร์รีเฟล็กซ์จะส่งสัญญาณประสาทขาเข้าไปยังสมองเพื่อตอบสนองให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางตรงข้าม โดยจะใช้เวลาในการตอบสนองและคืนกลับได้ตั้งแต่ 2-3 วินาทีถึงนาที (RIENZO, 2009) ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจ การหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ ความต้านทานภายในหลอดเลือดและเลือดดำที่ไหลกลับสู่หัวใจ (Charkoudian, 2009) ส่วนคีโมรีเซพเตอร์รีเฟล็กซ์ซึ่งอยู่ส่วนของคาโรติด (Carotid) และ เอออติด บอร์ดี้ (Aortic Bodies) จะถูกกระตุ้นโดยการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่าง การลดลงของความดันออกซิเจนในหลอดเลือดแดงและการเพิ่มขึ้นของความดันคาร์บอนไดออกไซด์ในหลอดเลือด (Prabhakhar, 2014) และยังมีคาร์ดิโอพัลโมนารีรีเฟล็กซ์ที่ช่วยควบคุมความดันโลหิตและยังมีความสำคัญในการควบคุมการทำงานของไต ต่อปริมาตรของเหลวในร่างกาส่งผลให้การดูดกลับโซเดียมและการขับของเหลวออกจากร่างกาย (Thomas, 2011) นี้การเปลี่ยนแปลง

ท่าทางซึ่งส่งผลต่อการเต้นของหัวใจอาจเป็นผลมาจากแรงดันของของเหลวภายในร่างกายและการเปลี่ยนแปลงของแรงโน้มถ่วงที่ส่งผลต่อกล้ามเนื้อลาย หัวใจและหลอดเลือดในสมอง (Hinghofer-Szalkay, 2011)

ในกลุ่มวัยรุ่นสุขภาพดี การทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติจะทำงานได้อย่างรวดเร็ว มีประสิทธิภาพในการรักษาสมดุลของระบบประสาทขาออกพาราซิมพาเทติคและซิมพาเทติค อย่างไรก็ตาม สมดุลนี้จะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีอายุที่เพิ่มมากขึ้น (White, 2014) โดยปกติการเปลี่ยนแปลงของอายุมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดความผิดปกติของผนังหลอดเลือด การตีบแข็งของหลอดเลือดที่เพิ่มมากขึ้นและกล้ามเนื้อหดตัวเรียบที่ล้อมรอบหลอดเลือดทำงานได้ลดลงเป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดความผิดปกติในการควบคุมความดันเลือดในผู้สูงอายุ (Marti, 2012)ความเสื่อมอวัยวะภายในร่างกายในผู้สูงอายุส่งผลเกิดโรคมากมายและเป็นปัจจัยที่เสี่ยงต่อการเสียชีวิตได้

การศึกษาก่อนหน้าของ Ernest และคณะ (2018) ได้ศึกษาการกำเนิดโรคและการประเมินทางคลินิกเกี่ยวกับความดันโลหิตโดยใช้การบันทึกผลและประวัติโรคต่างรวมถึงกิจวัตรประจำวันในระยะเวลา 10 ปีของผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้งหมด 1,298 คนร่วมกับการทดสอบโดยการวัดความดันโลหิตขณะเปลี่ยนท่าทางในท่านั่งและท่านอน พบว่าความดันโลหิตขณะบีบตัวในท่านั่งสูงกว่าในท่านอนหงาย ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องนั้นคืออายุและค่าดัชนีมวลกาย

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงอิริยาบถต่อการปรับตัวของความดันโลหิตระหว่างกลุ่มอายุ 20-40 ปี และ 41-60 ปี

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การควบคุมของระบบประสาท

การควบคุมประสาทประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ระบบประสาทส่วนกลาง (สมองและไขสันหลัง,) และระบบประสาทส่วนปลาย (Peripheral nervous system, PNS) โดย PNS เป็นศูนย์กลางของตัวรับส่วนปลาย (เซ็นเซอร์) ตรวจจับสัญญาณจากสิ่งเร้าและถ่ายทอดขึ้นด้านบนผ่านทางเดินขึ้นสู่ศูนย์กลางที่สูงขึ้น ศูนย์กลางที่สูงขึ้นเป็นส่วนสำคัญในการแปลสัญญาณที่เข้ามาเป็นความรู้สึกต่างๆ เช่น ความเจ็บปวด ความกดดัน การสัมผัส อุณหภูมิ ฯลฯ (Pratt, 1995) หลังจากการบูรณาการ คำสั่งผลลัพธ์จากศูนย์กลางที่สูงกว่าจะถูกส่งลงด้านล่างผ่านทางเดินจากมากไปน้อย (การแบ่งมอเตอร์) ไปยังอวัยวะของตัวรับที่อยู่รอบนอก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นระบบกล้ามเนื้อ ทางเดินทั้งขึ้นและลงมีทางเดินประสาทร่วมร่วมกันโดยส่วนใหญ่อยู่ที่แขนขา (Fisher, 2012) ระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic nervous system, ANS) ประกอบด้วยสองส่วนหลัก: ระบบประสาทซิมพาเทติกและระบบประสาทพาราซิมพาเทติก โดยพื้นฐานแล้ว ระบบนี้มีบทบาทสำคัญในการควบคุมกระบวนการสำคัญที่จำเป็นในการรักษาสมดุลทางสรีรวิทยาและการตอบสนองต่อความเครียดที่เกิดขึ้นอย่างกะทันหัน (Raven, 2014)

ระบบประสาทพาราซิมพาเทติกทำหน้าที่ตรงกันข้ามกับระบบประสาทซิมพาเทติกและมีส่วนช่วยในการรักษาสมดุลโดยรวมของร่างกาย (McCorry, 2007) ซึ่งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเปลี่ยนแปลงท่าทางหรือออกกำลังกายระบบประสาทอัตโนมัติจะถูกกระตุ้นผ่านการทำงานของระบบรีเฟล็กซ์ เช่น บาโรร์เซ็ปเตอร์ (Baroreceptors) ตั้งอยู่บนผนังหลอดเลือดหลัก (Aorta) และแดงหลอดเลือดใหญ่ (Carotid arteries) โดยเซ็นเซอร์

เหล่านี้สามารถตรวจจับการขยายหรือหดตัวของเส้นเลือด (Zanutto, 2010) และส่งสัญญาณไปยังระบบประสาทสัมผัสอัตโนมัติ การปรับการทำงานของระบบประสาทจะส่งผลให้หัวใจเต้นช้าลงและเส้นเลือดขยายตัว เมื่อความดันโลหิตเพิ่มขึ้น และเมื่อความดันโลหิตลดลง บาโรรีเซปเตอร์จะกระตุ้นให้หัวใจเต้นเร็วขึ้นและเส้นเลือดหดตัว (Crisafulli, 2015)

การเปลี่ยนแปลงของระบบหัวใจและหลอดเลือดเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น

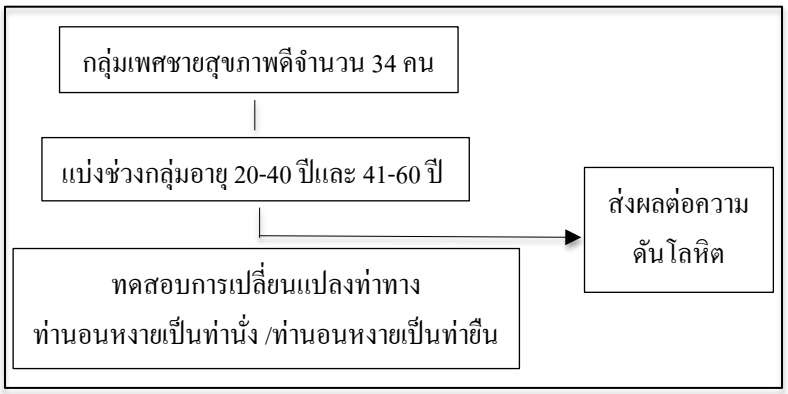
เมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นหลอดเลือดมีแนวโน้มที่จะมีความหนาแน่นมากขึ้นกล่าวคือ การเสียความยืดหยุ่นและความหนาแน่นนี้ ส่งผลให้หลอดเลือดเป็นข้อจำกัดในการหดตัวและขยายตัว (Wagenseil, 2012) ประกอบกับผนังหลอดเลือดมีการตอบสนองต่อระบบประสาทซิมพาเทติคและพาราซิมพาเทติคลดลง ทำให้ความสามารถในการหดตัวและคลายตัวลดลง และสูญเสียความสามารถในการหดตัวกลับ เมื่อได้รับแรงดันเลือดจากหัวใจ หลอดเลือดจึงมีความต้านทานส่วนปลายมากขึ้น ทำให้หัวใจทำงานมากกว่าปกติในการที่จะส่งเลือดไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆ ทั่วร่างกาย

การเปลี่ยนแปลงท่าทางเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น

การเปลี่ยนแปลงท่าทางอาจส่งผลต่อความดันโลหิตผ่านระบบประสาทอัตโนมัติ การเปลี่ยนแปลงนี้จะตอบสนองทันทีในกลุ่มอายุ 20-40 ปีซึ่งลดลงตามอายุที่มากขึ้น และอาจนำไปสู่การเกิดสภาวะความดันโลหิตต่ำจากการเปลี่ยนท่า (Goswami, 2017) โดยปกติแล้ว ความผิดปกติของการทรงตัวจะแสดงพร้อมกับอาการทางคลินิก เช่น อาการวิงเวียนศีรษะ เป็นลมหมดสติ ความดันเลือดต่ำมีพยาธิสภาพ การหกล้ม และการรับรู้ (Stewart, 2012) กลไกการปรับกลับสู่สภาวะสมดุลคือการควบคุมการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดในระยะสั้นผ่านระบบประสาทอัตโนมัติ เพื่อฟื้นฟูการไหลเวียนของเลือดและรักษาระดับความดันโลหิตให้เป็นปกติ

จากการศึกษาที่ผ่านมาโดย Vrachatis และคณะ (2014) ได้มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงท่าทางในท่านั่งและท่านอนหงายในกลุ่มช่วงอายุ 40-65 ปี จำนวน 61 คน เป็นเวลา 5 นาทีในแต่ละท่าพบว่าค่าความต่างของความดันโลหิตขณะบีบตัวและคลายตัวในท่านอนหงายนั้นลดลงกว่าในท่านั่งบ่งบอกถึงการขยายตัวของผนังหลอดเลือดในท่านอนหงายทำได้ดีกว่าในท่านั่ง ในการศึกษา Gerber และคณะ (2015) ได้มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงท่าทางในท่านอนหงาย ท่านั่งและท่ายืนแต่ละท่าเป็นเวลา 5 นาทีวัดค่าที่นาทีที่5 ในกลุ่มอายุ 18-29 ปี พบว่าค่าความดันโลหิตในท่ายืนสูงกว่าในท่านอนและท่านั่ง งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงท่าทางทันทีไปจนถึงช่วงเวลา 3 นาที เพื่อดูการตอบสนองต่อระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งในกลุ่มช่วงอายุ 20-40 ปีและ 41-60 ปี

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.3 สมมติฐานการวิจัย

กลุ่มอายุ 41-60 ปี เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงท่าทางทั้งทันทีไปจนถึงช่วงเวลา 3 นาที จะปรับความดันโลหิตได้ช้ากว่ากว่ากลุ่ม 20-40 ปี

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

การศึกษานี้เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตใน 2 กลุ่มอายุ คือ 20-40 ปี และ 41-60 ปี (cross-sectional design) ขณะเปลี่ยนแปลงท่าทางจากท่านอนหงายเป็นท่านั่งและท่านอนหงายเป็นท่ายืนอย่างฉับพลันและช่วงเวลา 3 นาที

4.2 ประชากรและตัวอย่าง

การคำนวณขนาดตัวอย่าง (Sample size calculation) โดยใช้โปรแกรม G* power โดยอาศัยข้อมูลของงานวิจัยก่อนหน้าที่เกี่ยวข้อง (ENRIQUE VARGAS และคณะในปี 1982) คำนวณขนาดตัวอย่างได้ 30 คน ซึ่งเมื่อรวมกับจำนวนอาสาสมัครที่อาจหายไป (drop out) ในระหว่างการดำเนินการวิจัย 20% แล้ว จะมีจำนวนอาสาสมัครทั้งสิ้น 34 คน กลุ่มละ 17 คน

4.2.1 <u>เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย (Inclusion criteria)</u>

- เพศชายช่วงอายุระหว่าง 20-40 ปีและ 41-60 ปี เป็นผู้ที่มีสุขภาพดี
- ค่าดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 18.5-24.9 กิโลกรัม/เมตร^2
- การควบคุมการได้ยินและการมองเห็นเป็นปกติ
- ไม่มีประวัติได้รับยาในกลุ่มขับปัสสาวะ
- ไม่มีประวัติเป็นโรคหรือมีปัญหาการทรง จากการเปลี่ยนแปลงความดันเลือด

4.2.2 <u>เกณฑ์การคัดออกผู้เข้าร่วมวิจัย (Exclusion criteria)</u>

- ไม่สามารถเข้าร่วมทำการวิจัยตลอดระยะเวลาทั้งหมดของการศึกษา
- มีการบาดเจ็บที่อาจส่งผลต่อการทำทดสอบ
- รับประทานยาที่อาจส่งผลต่อการทำทดสอบ
- มีไข้ ไม่สบาย หรืออาการที่แสดงถึงความไม่พร้อมของร่างกาย

4.3 เครื่องมือวิจัย

4.3.1 แบบสอบถาม

- แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป (Information Questionnaire)
- แบบสอบถามกิจกรรมทางกายระดับสากล (GPAQ version 2)

4.3.2. ตราชั่งวัดน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ไขมัน (Body Composition Monitor (Omron, Japan))

4.3.3. อุปกรณ์วัดส่วนสูง (Marsden HM250P Portable height measure)

4.3.4. วัดความเข้มข้นของปัสสาวะ (ANTAGO manual, Japan)

4.3.5. วัดความดันโลหิต (Sphygmomanometer)

4.3.6. เตียงปรับหมุน tilt table (Teeter Hang Up, USA)

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดสอบเปลี่ยนท่าทางอย่าฉับพลันและใน 3 นาที ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะทำการทดสอบจากท่านอนหงายเป็นท่านั่งและท่านอนหงายเป็นท่ายืน โดยจะทำการวัดค่าความดันโลหิตในช่วงเริ่มต้น (0.00-1.00 นาที) และช่วง 3 นาทีก่อนการเปลี่ยนท่าทาง (2.30-3.00 นาที) ปลอกแขนเครื่องวัดความดันจะถูกรัดไว้ที่แขนด้านซ้ายเหนือข้อพับ ผู้เข้างานร่วมวิจัยจะเริ่มจากการนอนหงายบนเตียงปรับหมุนเป็นท่าเริ่มต้นเป็นเวลา 3 นาที หลังจากนั้นจึงเปลี่ยนท่าเป็นท่านั่งบนเก้าอีกที่มีผนักพิงเป็นเวลา 3 นาทีหรือลุกขึ้นยืนบนพื้นทันทีโดยเป็นเวลา 3 นาที เมื่อทำการทดสอบ 1 ชุดการทดสอบเสร็จจะมีการพักเพื่อให้ค่าความดันกลับสู่ค่าเริ่มต้นแล้วจึงทำการทดสอบชุดคำสั่งถัดไป เป็นอันเสร็จสิ้นโดยขณะทำการทดลองหากผู้ร่วมวิจัยรู้สึกมีอาการผิดปกติ เช่น หายใจติดขัด เวียนศีรษะ หน้ามืด สามารถให้สัญญาณแก่ผู้วิจัยได้ทันที เช่น การทาสัญลักษณ์มือ แต่ในขณะเดียวกันผู้วิจัยจะคอยสังเกตผู้ร่วมวิจัยตลอดการทดลอง หากมีอาการผิดปกติ เช่น หน้าซีด ผิวหนังเย็น รวมถึงมีเหงื่อออก ผู้วิจัยจะทำการสิ้นสุดการทดลองทันที

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

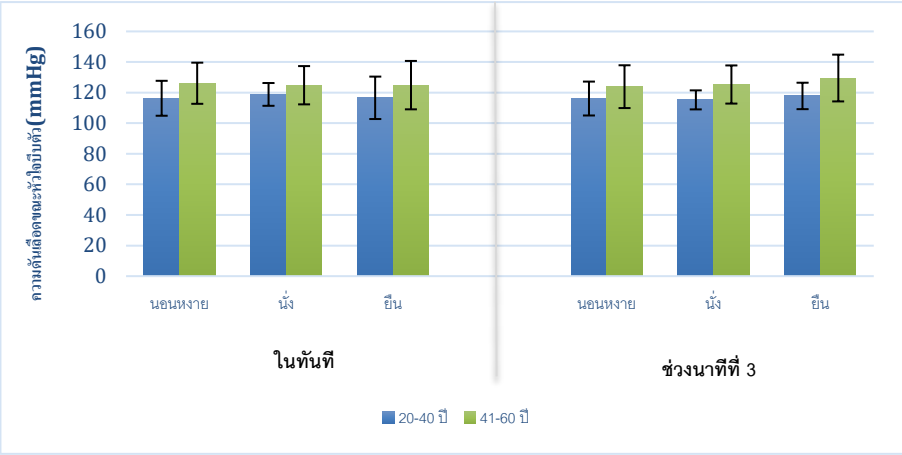
- วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics for Windows Version 26.0.
- ทดสอบ Normal distribution ของข้อมูลด้วย Shapiro-wilk test
- เปรียบเทียบสองกลุ่มและสองช่วงเวลาด้วย (Two-way repeated ANOVA) นำเสนอด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

5. ผลการวิจัย

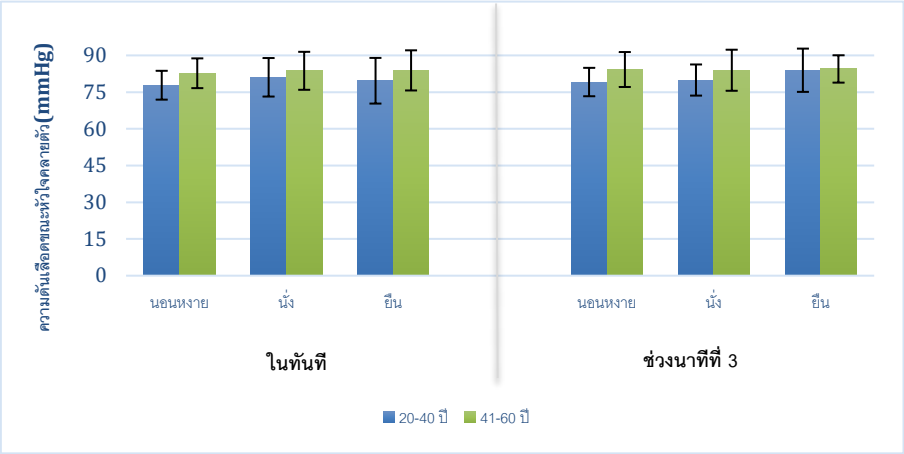
ผลการวิจัยแสดงข้อมูลส่วนบุคคลของผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 34 ราย แบ่งเป็นช่วงอายุ 20-40 ปี และช่วงอายุ 41-60 ปี จำนวนกลุ่มละ 17 ราย

ตารางที่ 1 แสดงค่าทางระบบหลอดเลือดหัวใจเริ่มต้นของผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้งสองกลุ่มอายุในขณะพักก่อนเริ่มการทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มอายุ 20-40 ปี (จำนวน=17)	กลุ่มอายุ 41-60 ปี (จำนวน=17)	P-value
ข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมงานวิจัย			
อายุ (ปี)	20.8±1.7	49.7±7.3	<0.001*
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	72.4±11.6	66.7±10.0	0.140
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	175.6±6.9	168.3±6.6	0.003*
ดัชนีมวลกาย (กก./ม^2)	23.42±3.03	23.56±3.19	0.899
ความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ	1.006±0.001	1.005±0.001	0.182
Baseline cardiovascular			
ค่าความดันเลือดขณะบีบตัว(มม.ปรอท)	118.8±7.5	124.8±12.5	0.099
ค่าความดันเลือดขณะคลายตัว(มม.ปรอท)	81.1±7.9	83.7±7.8	0.331



ภาพที่ 1 แสดงแสดงค่าเฉลี่ยและความเคลื่อนมาตรฐานของค่าความดันเลือดขณะบีบตัวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงท่าทางในท่านอนหงายเปลี่ยนเป็นท่านั่งและท่านอนหงายเปลี่ยนเป็นท่ายืน ในช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงท่าทางทันทีและช่วง 3 นาที โดยกราฟแท่งสีฟ้าแทนกลุ่มอายุ 20-40 ปีและกราฟแท่งสีเขียวแทนกลุ่มอายุ 41-60 ปี



ภาพที่ 2 แสดงแสดงค่าเฉลี่ยและความเคลื่อนมาตรฐานของค่าความดันเลือดขณะคลายตัวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงท่าทางในท่านอนหงายเปลี่ยนเป็นท่านั่งและท่านอนหงายเปลี่ยนเป็นท่ายืน ในช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงท่าทางทันทีและช่วง 3 นาที โดยกราฟแท่งสีฟ้าแทนกลุ่มอายุ 20-40 ปีและกราฟแท่งสีเขียวแทนกลุ่มอายุ 41-60 ปี

6. อภิปรายผล

การศึกษานี้พบว่าทั้งสองกลุ่มอายุไม่มีความแตกต่างของค่าความดันโลหิตเมื่อเปลี่ยนแปลงจากท่านอนหงายเป็นท่านั่งหรือท่านอนหงายเป็นท่ายืนในทันทีและช่วง 3 นาที อย่างไรก็ตามในกลุ่มอายุ 41-60 ปีมีความแตกต่างของค่าความดันโลหิตเมื่อเทียบกับ 20-40 ปีในท่านั่งและท่ายืนในช่วง 3 นาที บ่งบอกถึงการกลับสู่สภาวะปกติที่ช้ากว่า

โดยทั่วไป การเปลี่ยนแปลงท่านอนหงายส่งผลต่อความดันเลือดเพิ่มขึ้นชั่วครู่ขณะ โดยเฉพาะบริเวณหัวใจและสมอง (ReBrain, 2021) การเปลี่ยนแปลงท่านอนอาจจะส่งสัญญาณไปยังระบบปรับความดันเลือดอัตโนมัติของร่างกาย ให้ปรับเพื่อรักษาความดันเลือดในระดับปกติ ทั้งนี้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงท่านอนหงายโดยทันทีความดันเลือดที่วัดได้อาจเพิ่มขึ้นโดยทันที เนื่องจากการพลิกตัวอาจส่งผลทำให้หัวใจต้องทำงานหนักมาก

ขึ้นเพื่อช่วยในการปรับการไหลเวียนของโลหิต หลังจากที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นท่านอนหงายไปได้สักพักแล้ว ความดันเลือดก็จะกลับคืนมาสู่ภาวะปกติ (Cole, 1952). ความดันเลือดที่วัดได้จากการเปลี่ยนจากนอนหงายเป็นท่านั่งจะเพิ่มขึ้นชั่วขณะ เนื่องจากการเปลี่ยนท่านอนอาจส่งผลให้ระบบหัวใจและหลอดเลือดต้องปรับตัวในการทำงาน แต่พอเวลาผ่านไปสักพักประมาณ 3 นาที ความดันเลือดจะกลับคืนสู่ระดับปกติได้ค่อนข้างเร็ว โดยร่างกายจะปรับความดันให้เหมาะสมในท่านั่ง และการเปลี่ยนจากนอนหงายเป็นท่ายืน ความดันเลือดส่วนบนอาจเพิ่มขึ้นเร็วกว่าการเปลี่ยนจากนอนหงายเป็นท่านั่งชั่วครู่ขณะ โดยเฉพาะหากมีการเปลี่ยนเป็นท่ายืนอย่างรวดเร็ว (สกาวรัตน์, 2565) การเคลื่อนลงของโลหิตไปที่ขาอาจทำให้ความดันเลือดส่วนล่างลดลงเล็กน้อย เนื่องจากขาจะต้องดึงแรงโน้มถ่วงให้เกิดการไหลเวียนขึ้นไปที่หัวใจ แล้วระบบความดันเลือดค่อยๆจะกลับคืนมาสู่ภาวะปกติ แต่อาจจะใช้เวลานานกว่าการเปลี่ยนแปลงจากท่านอนหงายเป็นท่านั่ง

จากผลการวิจัยนี้แม้ไม่พบความแตกต่างระหว่างสองช่วงอายุ แต่มีแนวโน้มว่าการเปลี่ยนแปลงจากท่านอนหงายเป็นนั่งหรือท่านอนหงายเป็นท่ายืนของกลุ่มอายุ 41-60 ปีจะมีความดันขณะหัวใจบีบตัวสูงกว่ากลุ่มอายุ 20-40 ปี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ernest และคณะ (2018) เนื่องจากการหดตัวและคลายตัวของหัวใจในกลุ่มอายุ 41-60 ปีไปจนถึงผู้สูงอายุจะลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มอายุ 20-40 ปี ซึ่งเป็นผลทำให้หัวใจต้องทำงานหนักมากขึ้นเพื่อพยายามส่งเลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆมากขึ้น และการเปลี่ยนท่านอนก็อาจส่งผลต่อการไหลเวียนเลือดในร่างกาย โดยเฉพาะเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นจะมีความยืดหยุ่นของหลอดเลือดลดลง สอดคล้องกับงานวิจัย Vrachatis และคณะ (2014) ซึ่งทำให้ความดันเลือดขณะหัวใจบีบตัวเพิ่มขึ้น (Elipolous, 2001) และการเปลี่ยนแปลงท่านอนหงายแบบทันทีหรือทดลองเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 3 นาที อย่างไรก็ตามมักไม่ส่งผลมากต่อความดันขณะหัวใจคลายตัว เนื่องจากมีความเสถียรและเปลี่ยนแปลงได้ช้า โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงตามปัจจัยที่เกี่ยวข้องเช่น การกินอาหาร, การออกกำลังกาย, และสภาวะร่างกาย และจะกลับคืนสู่ภาวะในระดับปกติโดยรวดเร็ว อย่างไรก็ตามความดันความดันเลือดของแต่ละบุคคลอาจมีความแตกต่าง (Elipolous, 2001และ Johnson, 1992) เนื่องจากปัจจัยทางด้านอายุ บุคลิกภาพร่างกาย การปรับตัวของร่างกาย และปัจจัยสุขภาพด้านของแต่ละบุคคลที่ไม่เหมือนกัน งานวิจัยนี้ถึงจะไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มขณะเปลี่ยนแปลงท่านอนหงายเป็นท่านั่งหรือท่ายืน แต่ยังมีข้อสังเกตในกลุ่มอายุ 41-60ปี ขณะอยู่ในท่ายืนและท่านั่งซึ่งมีความดันโลหิตที่สูงกว่าอีกกลุ่ม เพื่อเป็นการพัฒนางานวิจัยนี้ควรมีผู้เข้าร่วมงานวิจัยที่เพิ่มมากขึ้นรวมถึงช่วงอายุที่เพิ่มมากขึ้น เช่น ช่วงวัยสูงอายุ

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

จากผลการทำวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงท่าทางอย่างฉับพลันต่อระบบหัวใจและการไหลเวียนเลือดซึ่งส่งผลกระทบทั้งในกลุ่มอายุ 20-40 ปีและอาจยิ่งทวีคูณมากขึ้นในกลุ่มอายุ 41-60 ปี ซึ่งสามารถนำไปปรับใช้และเป็นข้อควรระวังในกลุ่มคนที่มีปัญหาในเรื่องการปรับเปลี่ยนความดันเลือดในทุกช่วงอายุโดยเฉพาะในกลุ่มที่อายุมากขึ้นที่อาจเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ทุกเมื่อเมื่อขาดการระมัดระวังและเปลี่ยน แปลงท่าทางอย่างรวดเร็ว

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

เพื่อความเข้าใจและศึกษาเรื่องผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงท่าทางต่อหัวใจและระบบการไหลเวียนเลือด อาจต้องทำการศึกษาในประชากรที่มีจำนวนมากขึ้นและหลากหลาย เช่น เพศและอายุ เป็นต้น หรือศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงท่าทางโดยการจัดเรียงท่าทางที่มีผลจากแรงโน้มถ่วงต่อหัวใจและระบบการไหลเวียนเลือดที่

อ้างอิงจากกิจวัตรประจำวันมากขึ้น ตลอดจนการศึกษาผลการทบของการเปลี่ยนแปลงท่าทางร่วมกับการออกกำลังการที่เหมาะสมเพื่อฟื้นฟูและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อป้องกันการเกิดรอยโรคที่เป็นผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงท่าทางอย่างฉับพลันได้

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอบพระคุณคณาจารย์รวมทั้งบุคลากรวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล และผู้ที่ได้ช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้

9. เอกสารอ้างอิง

คณะพยาบาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (2562). การวัดความดันโลหิต. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อวันที่ 4 กันยายน 2566, จาก : https://www.nurse.kku.ac.th/index.php/download/category

ณัฐชล อารยวิทยากุล . (2553) . การรับรู้ภาวะสุขภาพของผู้สูงอายุ. ค้นเมื่อ วันที่ 5 กันยายน 2566, เว็ปไซต์ : https://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/1680/8/244067_ch2.pdf

วรุฒ ทองอยู่ . (2563). ความชุกและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดภาวะความดันโลหิตตกเมื่อเปลี่ยนท่าทางในผู้สูงอายุที่มารับ บริการที่คลินิกตรวจโรคเวชศาสตร์ศาสตร์ครอบครัวโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า. [ออนไลน์] จาก : https://so03.tcithaijo.org/index.php/PCFM/article/download/224912/166742/862181

สกาวรัตน์ เตชทวีทรัพย์. (2565). ปัญหาที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลัง [ออนไลน์]. จาก https://pt.mahidol.ac.th/knowledge/?p=2813

Andrew P. Blaber,Helmut Hinghofer-Szalkay,Jean-Pierre Montani Nandu Goswami. (2017). Frontiers in physiology. 8: 803.

Antonio CL. Nobrega, Donal O'Leary, BrunoMoreira Silva, Elisabetta Marongiu. (2017). Neural Regulation of Cardiovascular Response to Exercise:Role of Central Command and Peripheral Afferents. BioMed Research International. 20.

Brian E. Hunt, Lisamarie Fahy, William B. Farquhar, J. Andrew Taylor. (2001). Quantification of mechanical and neural components of vagal baroreflex in humans. 1. 37(6):1362-8.

Carl Gwinnutt, Sarah Bakewell Oliver Pratt. (1995). The Autonomic Nervous System - Basic Anatomy and Physiology. Anaesthesia Journal.

Catherine N. Marti, Mihai Gheorghiade,Andreas P. Kalogeropoulos, et al. (2012). Endothelial dysfunction, arterial stiffness, and heart failure. Journal of the American College of Cardiology. 60(16):1455-69.

Cole, F. (1952). Head lowering in treatment of hypotension. Journal of the American Medical Association. 150(4): 273-274

D Vrachatis, TG Papaioannou, A Konstantopoulou, et al. (2014). Effect of supine versus sitting position on noninvasive assessment of aortic pressure waveform: a randomized cross-over study. Journal of Human Hypertension. 28, 236–241

Daniel W. White, Peter B. Raven. (2014). Autonomic neural control of heart rate during dynamic exercise: revisited. The Journal of physiology. 592(12):2491-500.

DS Soteropoulous, CL Witham KM Fisher. (2012). The Motor Cortex and Descending Control of Movement. MOTOR CONTROL SERIES.

Elisabetta Marongiu, Shigehiko Ogoh Antonio Crisafulli. (2015). Cardiovascular Reflexes Activity and Their Interaction during Exercise. BioMed research international. 2015: 394183.

Enrique Vargas, Michael Lye. (1982). Physiological responses to postural change in young and old healthy individuals. Experimental gerontology. 7(6):445-51.

Ernest Privsek, Margareta Hellgren, Lennart Råstam, et al. (2018). Epidemiological and clinical implications of blood pressure measured in seated versus supine position. Medicine Journal. 97:31(e11603)

Hinghofer-Szalkay, Helmut. (2011). Gravity, the hydrostatic indifference concept. European Journal of Applied Physiology and the cardiovascular system. 111:163–174.

Julian M. Stewart. (2012) Mechanisms of sympathetic regulation in orthostatic intolerance. Journal of applied physiology. 113(10): 1659–1668

Kaitlin Gerber, Nicholas Haedt, Blake Schany, et al. (2015). Effects of arm and body position when measuring blood pressure in young healthy males and females. BIOS. 86(1) 1–9

Laurie Kelly McCorry. (2007). Physiology of the Autonomic Nervous System. American Journal of Pharmaceutical Education. 71 (4).

Mark W. Chapleau Peter B. Raven. (2014) Blood Pressure Regulation XI: Overview and Future Research Directions. European journal of applied physiology. 114(3): 579–586.

Max E Valentinuzzi,Enrique T Segura B Silvano Zanutto. (2010). Neural set point for the control of arterial pressure: role of the nucleus tractus solitarius. Biomedical engineering online. 9: 4.

M. Di Rienzo, G. Parati , A. Radaelli, et al. (1892). Baroreflex contribution to blood pressure and heart rate oscillations: time scales, time-variant characteristics and nonlinearities. Philosophical transactions. Series A. 367(1892): 1301–1318.

Michael J. Joyner, Nisha Charkoudian , B. Gunnar Wallin. (2010). Sympathetic nervous system and blood pressure in humans: individualized patterns of regulation and their implications. Hypertension Journal. 56(1):10-6.

NanduriR Prabhakhar, Michael Joyner. (2014). Tasting arterial blood: what do the carotid chemoreceptors sense. Frontiers in physiology. 5: 524.

Nisha Charkoudian, Jennifer A. Rabbitts. (2009). Sympathetic neural mechanisms in human cardiovascular health and disease. Mayo Clinic Proc. 84(9):822-30.

Robert P. Mecham Jessica E. Wagenseil. (2012). Elastin in large artery stiffness and hypertension. Journal of cardiovascular translational research. 5(3): 264–273.

Swenne, C. A. (2013) Baroreflex sensitivity: mechanisms and measurement. Netherlands heart journal. 21(2): 58–60.

Thomas, Gail D. (2011). Neural control of the circulation. Advances in physiology education journal. 35(1):28-32

ผลของสาร Siramesine ต่อการเหนี่ยวนำให้เกิดการตายแบบอะพอพโทซิส ในเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวเฉียบพลันชนิดทีลิมโฟบลาสต์

Effect of Siramesine on Apoptosis Induction in T-cell Acute Lymphoblastic Leukemia

นางสาวกนกพร เสนะวัต รักวงศ์อาชีพ

ภาควิชาจุลทรรศน์ศาสตร์คลินิก คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail: 6176669237@student.chula.ac.th

ผศ.ดร. ศิริกัลยา บริมสัน

ภาควิชาจุลทรรศน์ศาสตร์คลินิก คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail: Sirikalaya.j@chula.ac.th

บทคัดย่อ

มะเร็งเม็ดเลือดขาวเฉียบพลันชนิดทีลิมโฟบลาสต์ มีการสร้างเม็ดเลือดขาวชนิดทีลิมโฟไซต์ที่เป็นตัวอ่อนมากกว่าปกติ ส่วนใหญ่มักจะพบในผู้ป่วยที่เป็นเด็ก ในปัจจุบันนั้นถึงแม้ว่าจะรักษาให้หายขาด อย่างไรก็ตามพบว่ามีผู้ป่วยบางส่วนมีการดื้อต่อเคมีบำบัด โปรตีน Sigma-2 receptor มีการแสดงออกอยู่บริเวณของ mitochondria-associated endoplasmic reticulum และ membrane พบมากบริเวณสมองและประสาทส่วนกลาง รวมถึงมีการแสดงออกมากกว่าปกติในเซลล์มะเร็งต่าง ๆ อีกด้วย สาร Siramesime เป็นสารที่มีความจำเพาะและกระตุ้นการทำงานของ Sigma-2 receptor โดยปกติใช้ในการรักษาโรควิตกกังวล และ ซึมเศร้า งานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่าสารนี้ยังมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำสาร Siramesine มาทำการทดสอบผลต่อการมีชีวิตของเซลล์มะเร็งทีลิมโฟบลาสต์ (Jurkat cells) ทั้งทางด้านจำนวนและเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตโดยวิธี Trypan blue exclusion และ XTT นอกจากนี้ยังทำการศึกษาผลต่อการเหนี่ยวนำให้เกิดการตายแบบอะพอพโทซิสด้วยวิธี Annexin-V-(FIT-C)/PI staining จากการทดลองพบว่าการทดสอบสาร Siramesine โดยความเข้มข้นที่ 15 และ 20 μM เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้จำนวนเซลล์มะเร็งมีชีวิตลดลงและเพิ่มการตายทั้งในส่วน early และ late apoptosis รวมทั้งมีค่า IC_{50} อยู่ที่ 19.22 μM (p-value < 0.05) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า Siramesine มีความสามารถในการฆ่าและยับยั้งเซลล์มะเร็งทีลิมโฟบลาสต์ผ่านการตายแบบอะพอพโทซิสในหลอดทดลองได้

คำสำคัญ: T-cell acute lymphoblastic leukemia; Siramesine; Sigma-2 receptor; Apoptosis; Cell death

ABSTRACT

T-cell acute lymphoblastic leukemia cells (T-cell ALL) are lymphoid lineage blood cancer cells. Leukemia patients often respond to chemotherapy with complete clinical remission. However, some patients relapse with chemo-resistance. The Sigma-2 receptor is located on the mitochondria-associated endoplasmic

reticulum and plasma membrane. Sigma-2 receptors are abundant in the central nervous system. Previous studies showed that the Sigma-2 receptor is overexpressed in various tumor cell lines. Siramesine is a Sigma-2 receptor agonist originally used as a drug for the treatment of depression and anxiety disorders. Previous studies showed the cytotoxic effect on various immortalized cancer cell lines. In this study, we investigated the effect of Siramesine on T-cell number (Jurkat cells) by trypan blue exclusion, cell viability and IC_{50} by XTT and apoptotic cells by Annexin-V-(FIT-C)/PI staining. 15 and 20 μM Siramesine reduced viable T-cell number, induced T-ALL cells to early and late apoptosis for 24 hours with IC_{50} 19.22 μM (p-value < 0.05).

Keywords: T-cell acute lymphoblastic leukemia; Siramesine; Sigma-2 receptor; Apoptosis; Cell death

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

จากสถิติในประเทศไทยพบว่ามีอุบัติการณ์การเกิดโรคของมะเร็งเม็ดเลือดขาวเฉียบพลันชนิดลิมโฟ-บลาสต์ (acute lymphoblastic leukemia; ALL) อยู่ที่ 1.6 คน ในเพศชาย และ 1.1 คน ในเพศหญิง ต่อประชากร 100,000 คน รวมถึงยังพบมากที่สุดในผู้ป่วยที่มีอายุ 0-14 ปี เมื่อเปรียบเทียบกับมะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิดอื่น ถึงแม้ว่าการรักษามะเร็งเม็ดเลือดขาวเฉียบพลันชนิดลิมโฟบลาสต์ จะมีประสิทธิภาพสามารถรักษาให้หายได้จากยาในกลุ่มของยาต้านมะเร็ง (antitumor agents), ยายับยั้งเอนไซม์ (enzyme inhibitors), ยาทำลายกรดดีออกซีไรโบ-นิวคลีอิก (DNA damage agents), ยายับยั้งไทโรซีนไคเนส (tyrosine kinase inhibitors) หรือ ยายับยั้งการสันดาปที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเซลล์ (antimetabolites) แต่ในผู้ป่วยบางรายพบว่ามีการกลับมาเป็นซ้ำ (relapse) เนื่องจากเซลล์มะเร็งของผู้ป่วยลดการตอบสนองหรือดื้อต่อการใช้ยาในปัจจุบัน จึงมีการศึกษาและวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อค้นหายาชนิดใหม่มาใช้ร่วมในการรักษาและเพิ่มโอกาสให้หายขาดจากโรคมะเร็งมะเร็งเม็ดเลือดขาวเฉียบพลันชนิดลิมโฟบลาสต์ (Miranda-Filho et al., 2018) Siramesine เป็น Sigma-2 receptor agonist ถูกพัฒนามาเพื่อใช้ในการรักษาโรควิตกกังวลและซึมเศร้า (Heading, 2001) รวมถึงมีการค้นพบว่า Siramesine มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตและฆ่าเซลล์มะเร็ง เช่น มะเร็งเต้านม (breast cancer) มะเร็งปากมดลูก (cervical cancer) (Ostenfeld et al., 2005) และมะเร็งเม็ดเลือดขาวเรื้อรังชนิดลิมโฟบลาสต์ (chronic lymphocytic leukemia; CLL) ในหลอดทองได้ (in vitro) (Dielschneider et al., 2017) โดย Siramesine อาจมีกลไกในการยับยั้งเซลล์มะเร็งที่แตกต่างจากยาที่ใช้ในปัจจุบัน ลดผลข้างเคียง และ/หรือ ลดสภาวะการดื้อยาของเซลล์มะเร็งได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำสาร Siramesine มาทดสอบการยับยั้งและฆ่าผ่านกระบวนการตายแบบอะพอพโทซิส (apoptosis) ในเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวเฉียบพลันชนิดทีลิมโฟบลาสต์ (T-ALL)

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

(1) เพื่อทดสอบความสามารถของสาร Siramesine ในการลดจำนวนเซลล์มีชีวิตของเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวเฉียบพลันชนิดทีลิมโฟบลาสต์ (T-ALL)

(2) เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ mitochondrial dehydrogenase activity หรือการมีชีวิต (cell viability) และ ความค่าเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการมีชีวิตของเซลล์ได้ 50% (half maximal inhibitory concentration; IC_{50})

(3) เพื่อทดสอบสาร Siramesine ในการเหนี่ยวนำให้เกิดการตายแบบอะพอพโทซิส (apoptosis) ของเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวเฉียบพลันชนิดทีลิมโฟบลาสต์ (T-ALL)

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 มะเร็งเม็ดเลือดขาวเฉียบพลันชนิดลิมโฟบลาสต์ (acute lymphoblastic leukemia: ALL)

ในปี ค.ศ. 2016 องค์กรอนามัยโลก (WHO) ได้จัดประเภทของมะเร็งเม็ดเลือดขาวเฉียบพลัน(acute leukemia) ชนิดลิมโฟบลาสต์ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ทีเซลล์ (T-cell) และ บีเซลล์ (B-cell) อาการที่สามารถพบได้ มีปริมาณเม็ดเลือดแดงน้อยลง ปริมาณเกล็ดเลือดน้อยลง ปวดกระดูกและข้อ ม้ามโต ตับโต ต่อมน้ำเหลืองโต เจ็บบริเวณใต้ซี่โครง น้ำหนักลดแบบไม่มีสาเหตุ หรือ ความผิดปกติของเส้นประสาทสมอง เนื่องจากการกระจายของโรคไปยังระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดโรคได้แก่ การสัมผัสกับรังสีสารเคมี การติดเชื้อไวรัส เช่น HTLV virus และความผิดปกติของโครโมโซม ผู้ป่วยส่วนใหญ่จะมีอายุน้อยกว่า 10 ปี หรือเคยมีประวัติเป็นมะเร็งและรับเคมีบำบัดมาก่อน (Onciu, 2009) การตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการในปัจจุบันประกอบด้วย การตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด การตรวจดูลักษณะสัณฐานวิทยาของเซลล์ การวินิจฉัยโดยการย้อมสีปฏิกิริยาเคมี การวินิจฉัยทางอิมมูโนฟีโนไทป์ การวินิจฉัยพันธุศาสตร์เซลล์ระดับโมเลกุล และการวินิจฉัยทางจี-โนมิกส์ ส่วนการรักษาในปัจจุบันนั้นโดยส่วนใหญ่จะใช้การรักษาโดยใช้เคมีบำบัด ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะแรก (induction) ระยะเข้มข้น (consolidation phase) และ ระยะประคับประคอง (maintenance) ตามลำดับ รวมถึงการฉายแสง (radiation therapy) ในกรณีที่มีการลุกลามไปยังบริเวณสมองและระบบประสาทส่วนกลาง การรักษาแบบจำเพาะเจาะจงต่อเซลล์มะเร็ง และการรักษาการรักษาด้วยภูมิคุ้มกันบำบัด เป็นต้น (Faderl et al., 2003)

3.2 Sigma-2 receptor

Sigma-2 receptor เป็น polypeptide ที่มี molecular weight (MW) 18-21.5 kDA อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 17 (location: 17q11.2) ของมนุษย์ ในปัจจุบันได้ถูกจัดให้เป็น transmembrane protein 97 (TMEM97) หรือ เรียกอีกอย่างว่า meningioma-associated protein 30 (MAC30) จากการวิเคราะห์โครงสร้างโดยวิธี ^{3}H-DTG saturation binding ในเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) พบว่า มี 4 transmembrane domains และการวิเคราะห์ evolutionary coupling analysis พบว่าปลายของ N และ C terminal อยู่ในส่วนของ endoplasmic reticulum lumen โดยตำแหน่งที่จับ (binding site) สำหรับการจับของลิแกนด์ Sigma-2 receptor ประกอบด้วย Asp29 และ Asp56 ส่วนประกอบอื่น ๆ นอกเหนือจากนี้ยังคงต้องได้รับการศึกษาต่อไป (Alon et al., 2021) โดยปกติพบว่า Sigma-2 receptor กระจายอยู่บนระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system; CNS) เป็นหลัก (Terada et al., 2019) และมีความสำคัญกับโรค Niemann–Pick disease เกิดขึ้นจากการกลายพันธุ์ของยีน *NPC1* โดย Sigma-2 receptor ถ้ามีจำนวนมากก็จะยับยั้งการทำงานของยีน *NPC1* โดยผู้ป่วยในโรคนี้จะมีอาการทางจิต และ ตับวายในผู้ใหญ่ (Ebrahimi-Fakhari et al., 2016) โดยต่อมาพบว่า Sigma-2 receptor มีการแสดงออกเป็นจำนวนมาก (overexpression) ในเซลล์ที่กำลังแบ่งตัวและเซลล์มะเร็งหลายชนิด (Abate et al., 2018) นอกจากนี้ Sigma-2 receptor มีบทบาทสำคัญในการตายแบบอะพอพโทซิส ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของลิแกนด์ (ligand) รวมถึงยังเพิ่มประสิทธิภาพของสารต้านมะเร็งอีกด้วย (Cheng et al., 2020)

3.3 Siramesine

สาร Siramesine (LU28-719) เป็น Sigma-2 receptor agonist ถูกพัฒนาโดยบริษัท H Lundbeck เพื่อใช้ในการรักษาโรควิตกกังวล (anxiety disorder) และ โรคซึมเศร้า (depression disorder) ในการทดสอบทางคลินิก (clinical trial) ระยะที่ II และ III ในปี ค.ศ. 2000 และ 2002 ตามลำดับ โดยความเข้มข้นที่ใช้ในการรักษาระบบประสาทมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.3 mg/kg/day หรือขึ้นกับการพิจารณาของแพทย์ผู้รักษา นอกจากนี้คุณสมบัติและหน้าที่ของสาร Siramesine เป็น lysosomotropic agents กระตุ้นผนังของไลโซโซม (lysosome) ให้มีการรั่ว เพิ่มสาร

อนุมูลอิสระ (reactive oxygen species; ROS) และเหนี่ยวนำให้เกิดการตายแบบแบบอะพอพโทซิส (apoptosis) ในเซลล์มะเร็ง (cancer cell) นอกจากนี้ยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอก (tumor) ในหลอดทดลอง (in vitro) และ กระดูกของสัตว์ทดลอง (xenograft) โดยใช้ความเข้มข้นที่น้อยกว่าการรักษาในระบบประสาท (Oyer et al., 2019)

3.4 การตายแบบอะพอพโทซิส (apoptosis)

เป็นหนึ่งในกระบวนการตายของเซลล์ (programmed cell death) ซึ่งสามารถเห็นได้จากลักษณะรูปร่างของเซลล์ที่เปลี่ยนไป โดยลักษณะการตายของเซลล์จะเกิดขึ้นเพียงเซลล์เดียวไม่ส่งผลให้เกิดการอักเสบต่อเซลล์รอบข้าง ตัวเซลล์นั้นมีการหดตัวเล็กลง นิวเคลียสมีการรวมตัวกันแน่นมากขึ้น เกิดการย่อยสลายของสารพันธุกรรม เกิดโป่งพองเป็นถุงบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์และมีออร์แกเนลล์ (organelles) อยู่ภายในนั้น มีการกระตุ้นเอนไซม์ caspase ให้เกิดการแตกหักและทำให้เกิดอะโพโทติกบอดี (apoptotic bodies; ApoBDs) รวมถึงการเกิดอะพอพโทซิส ต้องอาศัยพลังงานและกลไกทางชีวเคมีซึ่งสามารถพบได้ในเซลล์ทั่วไป กระบวนการทางภูมิคุ้มกัน การฝ่อที่ต้องอาศัยฮอร์โมน และ การพัฒนาของตัวอ่อน กลไกการเกิดอะพอพโทซิสมี 2 รูปแบบ ได้แก่ (1) Extrinsic หรือ death receptor pathway เกิดจากปฏิกิริยาจากตัวรับ tumor necrosis factor (TNF) receptor โดยจะมีลิแกนด์ที่เรียกว่า TNF-related apoptosis inducing ligand (TRAIL) มาจับที่ตัวรับบริเวณผิวของเซลล์ ซึ่งมีความสำคัญทำให้เกิดการส่งสัญญาณการตาย (death signaling transduction) ตัวอย่างการเกิดอะพอพโทซิส ในวิถี (pathway) นี้คือ การที่ลิแกนด์ฟาส (Fas) ไปจับกับตัวรับฟาส (Fas receptor) ส่งผลให้เกิดการจับกันของโปรตีนตัวแปลง (adaptor proteins) นั่นก็คือ TRADD และ FADD โดยการเกิดโมเลกุลเชิงซ้อนนี้จะไปกระตุ้น procaspase-8 โดยให้เกิดการหักของ subunit ให้เป็น caspase-8 นำไปสู่การกระตุ้นวิถีการกำจัด (execution pathway) ซึ่งเป็นระยะสุดท้ายของการเกิดอะพอพโทซิส โดยการกระตุ้น execution caspases ซึ่งประกอบไปด้วย caspase-3, caspase-6, และ caspase-7 ทำหน้าที่กระตุ้นเอนไซม์เอนโดนิวคลีเอส (endonuclease) เพื่อไปสลายสสารในนิวเคลียส รวมถึงกระตุ้นโปรตี-เอส (protease) ซึ่งจะไปสลายโปรตีนของนิวเคลียสและไซโทสเกเลตัน ในระยะนี้ caspase-3 มีความสำคัญที่สุด เนื่องจากมีความจำเพาะต่อการกระตุ้นเอนไซม์เอนโดนิวคลีเอสแคด (endonuclease CAD) โดยทำให้เกิดการจับตัวกันแน่นของโครมาตินและสลายสารพันธุกรรมภายในนิวเคลียส รวมถึงเหนี่ยวนำให้เกิดการจัดเรียงตัวใหม่และการสลายตัวของไซโทสเกเลตันของเซลล์ นำไปสู่การเกิดอะโพโทติกบอดี ซึ่งมีการสูญเสียการรักษาสมดุลของฟอสโฟลิพิด (phospholipid) ทำให้ฟอสฟาติดิลซีรีน (phosphatidylserine; PS) พลิกออกสู่ด้านนอกเซลล์เป็นจำนวนมาก เพื่อเป็นการส่งสัญญาณให้ phagocytotic cells มาจับกิน เช่น macrophage (2) Intrinsic หรือ mitochondrial pathway เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของไมโทคอนเดรีย เช่น การซึมผ่าน (mitochondrial permeability transitional; MPT), การสูญเสียศักยภาพของการขนส่งสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ (mitochondrial transmembrane potential; MMP) และมีการหลั่งสารออกมา ได้แก่ cytochrome c, Smac/DIABLO, และ serine protease HtrA2/Omi ซึ่งทำหน้าที่กระตุ้น apoptosis protease activating factor-1 (Apaf-1) และ procaspase-9 ให้จับตัวกันและฟอร์มตัวเป็นอะพอพโทโซม (apoptosome) กระตุ้นการเกิด execution pathway นอกจากนี้ในส่วนของการควบคุมการอะพอพโทซิสผ่านไมโทคอนเดรียยังต้องอาศัยโปรตีนในกลุ่ม Bcl-2 family โดยอยู่ภายใต้การควบคุมของ tumor suppressor protein *p53* ซึ่งประกอบไปด้วยโปรตีน anti-apoptosis และ pro-apoptosis (Elmore, 2007)

3.5 สมมติฐานการวิจัย

สาร Siramesine สามารถลดจำนวนเซลล์มีชีวิตและลดเปอร์เซ็นต์ mitochondrial dehydrogenase activity จนกระทั่งสามารถหาค่า IC_{50} ได้ รวมถึงมีความสามารถในการเหนี่ยวนำการตายแบบอะ-พอพโทซิส (apoptosis) ในเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวเฉียบพลันชนิดทีลิมโฟบลาสต์ (T-ALL)

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การเพาะเลี้ยง T-ALL cells ชนิด Jurkat cells (clone E6-1) ตามเกณฑ์ของ ATCC

ผู้วิจัยได้นำ Jurkat cells (clone E6-1) เป็นตัวแทนของเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวเฉียบพลันชนิดทีลิมโฟบลาสต์ โดยทำการเลี้ยงแบบเซลล์ลอย (suspension cultured cells) ใน 10% FBS, RPMI-1640 จากนั้น incubate ไว้ที่อุณหภูมิ 37°C และ 5% CO_2

4.2 การเตรียมสาร Siramesine ละลายใน DMSO

ละลาย Siramesine ใน 100% DMSO ให้มีความเข้มข้นเริ่มต้นอยู่ที่ 5 mM และ ทำการเจือจางโดยใช้อาหารเลี้ยงเซลล์ RPMI-1640 ให้เหลือความเข้มข้นอยู่ที่ 1 mM

4.3 การนับจำนวนเซลล์มีชีวิตและเซลล์ตายโดยการย้อม Trypan blue exclusion

(1) การย้อม Trypan blue (Strober, 2015) เป็น dye exclusion test ถูกใช้เพื่อนับจำนวนเซลล์ที่มีชีวิต (cell viability count) ในสารแขวนลอย โดยมีหลักการคือเซลล์ที่ยังมีชีวิต (viable cells) จะไม่ติดสีย้อม เนื่องจากเยื่อหุ้มเซลล์มีความสมบูรณ์จึงทำให้สีไม่สามารถผ่านไปได้ ในขณะเซลล์ที่ไม่มีชีวิต (non-viable cells) จะย้อมติดสีฟ้าที่ไซโตพลาสซึม เนื่องจากการเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์จึงทำให้สีเข้าไปภายในเซลล์ได้

(2) เตรียม Jurkat cells 3.0 x 10^5 cells ในอาหารเลี้ยงเซลล์ 1 mL ลงใน 24 wells-plate เติม Siramesine 1 mM ลงไปในแต่ละหลุมโดยให้มีความเข้มข้นสุดท้ายตามที่กำหนดไว้ข้างต้น 5, 15 และ 20 μM จากนั้นนำไป incubate ที่ 37°C และ 5% CO_2 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา ทำการผสม Jurkat cells และ 0.4% Trypan blue ในอัตราส่วน 1:1 จากนั้น ใส่ลงใน hemocytometer chamber นับจำนวนเซลล์ในช่องนับ white blood cell ทั้งสองด้านของ chamber ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยปริมาณเซลล์ (cell counting) = (จำนวนเซลล์ที่นับได้ทั้งหมด x dilution factor x 10^4)/จำนวนช่องที่นับ = ___ cells/mL โดย dilution factor = ตัวถูกละลาย/(ตัวถูกละลาย + ตัวทำละลาย)

4.4 การหาเปอร์เซ็นต์ mitochondrial dehydrogenase activity และ ค่า IC_{50} โดยหลักการ XTT

(1) หลักการ XTT (Huyck et al., 2012) เป็นการวัดความไวและความเป็นพิษของยา หรือสารต่อเซลล์มะเร็ง ซึ่งเซลล์ที่ปกติจะมีไมโทคอนเดรียผลิตเอนไซม์ที่ชื่อ mitochondrial dehydrogenase ทำหน้าที่เปลี่ยน NADH เป็น NAD^+ ซึ่งจะกระตุ้นเยื่อหุ้มเซลล์ให้มีการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนที่ชื่อว่า coenzyme Q การทดสอบนี้อาศัยหลักการที่ทำให้เกิดสี โดยเริ่มจาก coenzyme Q จะเปลี่ยน Phenazine methosulfate (PMS) ที่เป็นสีเหลืองให้อยู่ในรูป oxidized-PMS และจะไปกระตุ้นให้ XTT เปลี่ยนจากสีเหลืองไปเป็นสีส้ม (formazan) ที่ละลายน้ำได้ และนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 nm (test) และ 690 nm (reference) ด้วยเครื่อง spectrophotometer ซึ่งการแปลผลนั้นถ้าสีมีความเข้มมากบ่งบอกว่าเซลล์นั้นยังมีความสมบูรณ์

(2) เตรียม Jurkat cells 3.0 x 10^4 cells ในอาหารเลี้ยงเซลล์ 100 μL ลงใน 96 wells-plate เติม Siramesine 1 mM ลงไปในแต่ละหลุมโดยให้มีความเข้มข้นสุดท้ายตามที่กำหนดไว้ข้างต้น 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 μM จากนั้นนำไป incubate ที่ 37°C และ 5% CO_2 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาเติม XTT/PMS solution

ทันทีที่ โดยเติมหลุมละ 50 μL นำไป incubate ที่ 37°C และ 5% CO_2 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง หลังจากลบ Blank นำไปสร้างกราฟ โดยแกน X แทน ค่าความเข้มข้นของ Siramesine (μM) และแกน Y แทน เปอร์เซ็นต์ของ mitochondrial dehydrogenase activity (%) และคำนวณหาค่า IC_{50}

4.5 การทดสอบอะพอพโทซิสโดยการย้อม Annexin-V-(FIT-C)/PI

(1) การย้อม apoptotic cells (Cossarizza et al., 2019) โดยการย้อมด้วย Annexin-V-(FIT-C) ร่วมกับ propidium iodide (PI) โดยเซลล์ที่เริ่มเข้าสู่ระยะอะพอพโทซิส จะมีการนำ phosphatidylserine (PS) จากเยื่อหุ้มเซลล์จากด้านในออกมาสู่ด้านนอก โดย Annexin-V-(FIT-C) จะจับกับ PS และเมื่อเยื่อหุ้มเซลล์เกิดการเสียหายหรือมีรอยรั่วสี PI ก็จะสามารถเข้าไปจับกับ DNA ภายในเซลล์ได้ ซึ่งสามารถแปลผลได้ดังต่อไปนี้ Live cells: ไม่ติดสีทั้ง Annexin-V-(FIT-C) และ PI, early apoptotic cells: ติดเฉพาะสี Annexin-V-(FIT-C) เท่านั้น, late apoptotic cells: ติดทั้งสี Annexin-V-(FIT-C) และ PI หรือ necrotic cells: ติดเฉพาะสี PI เท่านั้น โดยใช้เครื่อง flow cytometer เป็นตัววิเคราะห์

(2) เตรียม Jurkat cells 1.8 x 10^6 cells ในอาหารเลี้ยงเซลล์ 6 mL ลงใน 6 wells-plate เติม Siramesine 1 mM ลงไปในแต่ละหลุมโดยให้มีความเข้มข้นสุดท้ายตามที่กำหนดไว้ข้างต้น 5, 15 และ 20 μM จากนั้นนำไป incubate ที่ 37°C และ 5% CO_2 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาปั่นล้างโดยใช้ cold 1X PBS ประมาณ 1 mL (2 ครั้ง) จากนั้นละลายตะกอนของเซลล์ ใน Annexin V binding buffer 90 μL ตามด้วยการเติม Annexin-V-(FIT-C) 5 μL และ Propidium iodide 3 μL แล้วผสมให้เข้ากัน นำไป incubate ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที ในอุณหภูมิเย็นและมืด แล้วเติม Annexin V binding buffer 400 μL นำไปวัดโดยใช้เครื่อง flow cytometer

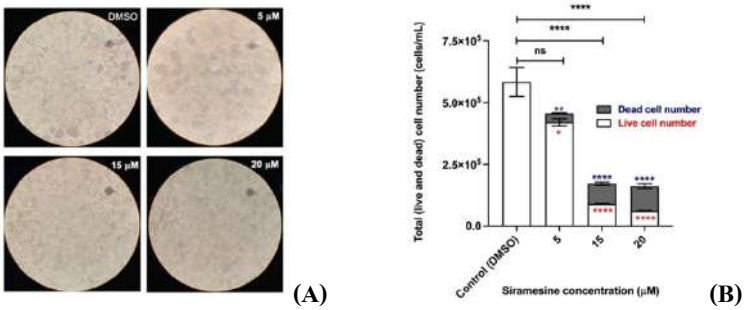
4.6 การตรวจวิเคราะห์ทางสถิติ

ใช้สถิติเชิงพรรณนา วิเคราะห์ตัวแปรต้น คือ ความเข้มข้นของสาร Siramesine และตัวแปรตาม คือ ผลของการทดสอบโดยเป็นข้อมูลเชิงปริมาณซึ่งจะทำการวิเคราะห์แบบทดสอบซ้ำสามครั้ง (triplicate) โดยรายงานเป็น ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ One-way ANOVA แบบ Dunnett's test สำหรับการย้อม Trypan blue exclusion และ หลักการ XTT และ แบบ Tukey's test สำหรับการย้อม apoptotic cells นอกจากนี้การหานัยสำคัญทางสถิติโดยมี p-value < 0.05 ที่ความเชื่อมั่น (confidence interval; CI) 95 %

5. ผลการวิจัย

5.1 จำนวนเซลล์มีชีวิตและเซลล์ตายโดยการย้อม Trypan blue exclusion

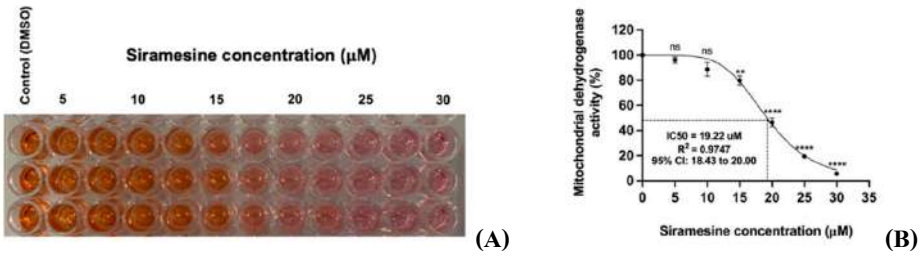
จากการทดสอบสาร Siramesine กับ Jurkat cells เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีลักษณะของเซลล์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเปรียบเทียบกับ vehicle control cells ดังรูปที่ 1A และ จำนวนเซลล์ดังรูปที่ 1B มีจำนวนเซลล์ทั้งหมดลดลงเมื่อเทียบกับ vehicle control cells โดยความเข้มข้นที่ 0, 5, 15 และ 20 μM มีจำนวนเซลล์ทั้งหมด 5.83, 4.56, 1.71, และ 1.61 (x 10^5) cells/mL ตามลำดับ ซึ่งความเข้มข้น 5 μM ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ (ns) ส่วนความเข้มข้นที่ 15 และ 20 μM ลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ p-value < 0.0001 (****) มีจำนวนเซลล์มีชีวิตลดลงเมื่อเทียบกับ vehicle control cells ดังต่อไปนี้ 5.83, 4.20, 0.90, 0.61 (x 10^5) cells/mL ตามลำดับ ซึ่งความเข้มข้นที่ 5 μM ลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ p-value = 0.013 (*) ส่วนความเข้มข้นที่ 15 และ 20 μM ลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ p-value < 0.0001 (****) มีจำนวนเซลล์ตายเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับ vehicle control cells ดังต่อไปนี้ 0.00, 0.36, 0.81, 1.00 (x 10^5) cells/mL ตามลำดับ ซึ่งความเข้มข้นที่ 5 μM เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ p-value = 0.0052 (**) ส่วนความเข้มข้นที่ 15 และ 20 μM เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ p-value < 0.0001 (****)



รูปที่ 1 ลักษณะเซลล์ใต้กล้องจุลทรรศน์ (A) และจำนวน Jurkat cells หลังทดสอบสารเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (B)

5.2 เปอร์เซ็นต์ mitochondrial dehydrogenase activity และ ค่า IC_{50} โดยหลักการ XTT

จากการทดสอบสาร Siramesine กับ Jurkat cells เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และ บ่ม (incubate) กับ XTT/PMS solution เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ดังรูปที่ 2A พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ mitochondrial dehydrogenase activity ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ vehicle control cells (ดังรูปที่ 2B) โดยความเข้มข้นที่ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 μM มีค่าเปอร์เซ็นต์ mitochondrial dehydrogenase activity อยู่ที่ 100.00, 95.66, 88.30, 79.56, 46.58, 19.37 และ 5.73 ตามลำดับ โดยความเข้มข้นที่ 5 และ 10 μM ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ (ns) ส่วนความเข้มข้นที่ 15 μM ลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ p-value = 0.0018 (**) และความเข้มข้นที่ 20, 25 และ 30 μM ลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ p-value < 0.0001 (****) จากการคำนวณค่า IC_{50} ของสาร Siramesine ต่อ Jurkat cells พบว่ามีค่าอยู่ที่ 19.22 μM โดยมีค่า R-square (R^2) = 0.9747 และค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 95% CI: 18.43-20.00 ดังรูปที่ 2B

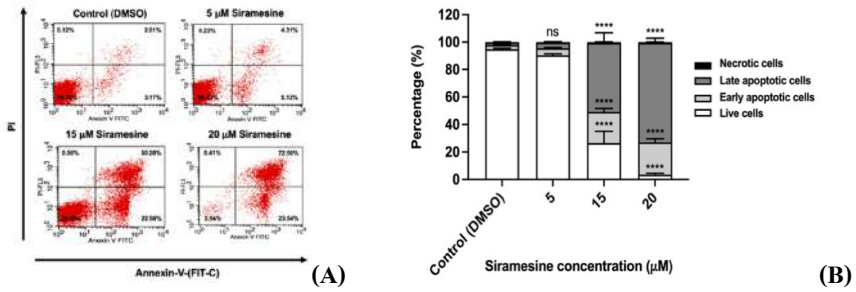


รูปที่ 2 สี Formazan ก่อนวัดค่าดูดกลืนแสง (A) และ เปอร์เซ็นต์ Mitochondrial dehydrogenase activity (B)

5.3 เปอร์เซ็นต์ early และ late apoptotic cells โดยการย้อม Annexin-V-(FIT-C)/PI

จากการทดสอบสาร Siramesine กับ Jurkat cells เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากการการวิเคราะห์โดยเครื่อง flow cytometer ดังรูปที่ 3A พบว่าสาร Siramesine ทำให้ Jurkat cells เกิด early apoptotic cells เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ vehicle control cells โดยค่าความเข้มข้นที่ 0, 5, 15 และ 20 μM มีเปอร์เซ็นต์ดังนี้ 3.17, 5.13, 22.58 และ 23.54 ตามลำดับ ซึ่งความเข้มที่ 5 μM เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ (ns) ส่วนความเข้มข้นที่ 15 และ 20 μM เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ p-value < 0.0001 (****) late apoptotic cells เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ vehicle control cells โดยค่าความเข้มข้นที่ 0, 5, 15 และ 20 μM มีเปอร์เซ็นต์ดังนี้ 2.01, 4.31, 50.28 และ 72.50 ตามลำดับ ซึ่งความเข้มที่ 5 μM เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ (ns) ส่วนความเข้มข้นที่ 15 และ 20 μM เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ p-value < 0.0001 (****) live cells ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ vehicle control cells โดยค่าความเข้มข้นที่ 0, 5, 15

และ 20 μM มีเปอร์เซ็นต์ดังนี้ 94.70, 90.33, 26.59 และ 3.54 ตามลำดับ ซึ่งความเข้มที่ 5 μM ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ (ns) ส่วนความเข้มข้นที่ 15 และ 20 μM ลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ p-value < 0.0001 (****) necrotic cells โดยค่าความเข้มข้นที่ 0, 5, 15 และ 20 μM มีเปอร์เซ็นต์ดังนี้ 0.12, 0.23, 0.56 และ 0.41 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับ vehicle control cells ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ns) ดังรูปที่ 3B



รูปที่ 3 Scatter plot histogram จาก flow cytometer (A) และ เปอร์เซ็นต์ apoptotic cells (B)

6. อภิปรายและสรุปผล

จากการศึกษาในครั้งนี้ Siramesine มีความสามารถทำให้มะเร็งเม็ดเลือดขาวเฉียบพลันชนิดทีลิมโฟบลาสต์ (T-cell acute lymphoblastic leukemia; T-ALL) เกิดการตายจากที่ผนังเซลล์รั่วและแตก รวมถึงมีขบวนการการตายแบบอะพอพโทซิส (apoptosis) เกิดขึ้น โดยแสดงถึงการที่ฟอสฟาติดิลซีรีน (phosphatidylserine; PS) พลิกออกสู่ภายนอกเซลล์ เช่นเดียวกับยาต้านมะเร็งที่ใช้รักษามะเร็งเม็ดเลือดขาวเฉียบพลันชนิดทีลิมโฟบลาสต์ตามเกณฑ์ของสมาคม Leukemia & Lymphoma Society® (LLS) ในปัจจุบัน ได้แก่ 0.18 μM Daunorubicin (Mansilla et al., 2003), 10.00 μM Doxorubicin (Mendivil-Perez et al., 2015), 22.40 μM Mitoxantrone (Zhao et al., 2020) และ 0.005 μM Idarubicin (Wu et al., 2014) ที่ทดสอบในระดับหลอดลอง (in vitro) นอกจากนี้ Siramesine ยังมีฤทธิ์ในการยับยั้ง mitochondrial dehydrogenase activity ทั้งนี้ขึ้นกับปริมาณความเข้มข้นของสาร ซึ่งต้องมีความเข้มข้นสูงกว่า 5 μM โดยมีค่า IC_{50} อยู่ที่ 19.22 μM เช่นเดียวกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ Siramesine ยับยั้ง mitochondrial dehydrogenase activity ของมะเร็งชนิดอื่น ๆ (cancer cell lines) ดังต่อไปนี้ Hela, ME-180, และ MCF-7 มี IC_{50} อยู่ที่ 10.70, 9.70, และ 10.50 μM ตามลำดับ (Ostenfeld et al., 2005)

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำวิจัยไปใช้

(1) สามารถนำข้อมูลเบื้องต้นของฤทธิ์ของสาร Siramesine ในงานวิจัยครั้งนี้ ไปใช้ทดสอบกับเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดชนิดอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้น ประสิทธิภาพและกลไกการยับยั้ง เช่น กระบวนการตายแบบ apoptosis ส่วน intrinsic และ extrinsic pathway โดยคาดว่าฤทธิ์ของสาร Siramesine ต่อเซลล์มะเร็งที่ต่างชนิดกันจะมีระดับที่แตกต่างกัน

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

(1) สาร Siramesine ถึงแม้ไม่มีพิษต่อเซลล์ประสาทในการนำมารักษาโรควิตกกังวล แต่ยังไม่มีการทดสอบกับเซลล์ปกติของเม็ดเลือด เช่น Peripheral blood mononuclear cells (PBMCs) เพื่อดูความเป็นพิษต่อเซลล์ (cell toxicity) จึงควรนำมาทดสอบต่อไปและปรับความเข้มข้นของสารให้เหมาะสมกับการรักษาในอนาคต

(2) ควรศึกษากลไก คุณสมบัติ ประสิทธิภาพอย่างอื่นเพิ่มเติมในการยับยั้งเซลล์มะเร็ง รวมถึงผลข้างเคียงต่อผู้ป่วยของสาร Siramesine และผู้วิจัยหวังว่า Siramesine จะเป็นหนึ่งในทางเลือกและช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษามะเร็งเม็ดเลือดขาว หรือมะเร็งชนิดอื่น ๆ ทั้งยังใช้เป็นยาคลายความวิตกกังวลของคนไข้ไปด้วยเช่นกัน

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อสถานที่อำนวยความสะดวกในการทำวิจัยและการทดลอง รวมถึงการนำเสนอบทความวิจัยในครั้งนี้

9. เอกสารอ้างอิง

Abate, C., Niso, M., & Berardi, F. (2018). Sigma-2 receptor: past, present and perspectives on multiple therapeutic exploitations. *Future Med Chem*, *10*(16), 1997-2018. https://doi.org/10.4155/fmc-2018-0072

Alon, A., Lyu, J., Braz, J. M., Tummino, T. A., Craik, V., O'Meara, M. J., Webb, C. M., Radchenko, D. S., Moroz, Y. S., Huang, X. P., Liu, Y., Roth, B. L., Irwin, J. J., Basbaum, A. I., Shoichet, B. K., & Kruse, A. C. (2021). Structures of the sigma(2) receptor enable docking for bioactive ligand discovery. *Nature*, *600*(7890), 759-764. https://doi.org/10.1038/s41586-021-04175-x

Cheng, A. F., Ma, W. H., Xie, X. Y., & Huang, Y. S. (2020). Sigma-2 Receptor as a Potential Drug Target. *Curr Med Chem*. https://doi.org/10.2174/0929867327666200902172615

Cossarizza, A., Chang, H. D., Radbruch, A., Acs, A., Adam, D., Adam-Klages, S., Agace, W. W., Aghaeepour, N., Akdis, M., Allez, M., Almeida, L. N., Alvisi, G., Anderson, G., Andrä, I., Annunziato, F., Anselmo, A., Bacher, P., Baldari, C. T., Bari, S., . . . Zychlinsky, A. (2019). Guidelines for the use of flow cytometry and cell sorting in immunological studies (second edition). *Eur J Immunol*, *49*(10), 1457-1973. https://doi.org/10.1002/eji.201970107

Dielschneider, R. F., Henson, E. S., & Gibson, S. B. (2017). Lysosomes as Oxidative Targets for Cancer Therapy. *Oxid Med Cell Longev*, *2017*, 3749157. https://doi.org/10.1155/2017/3749157

Ebrahimi-Fakhari, D., Wahlster, L., Bartz, F., Werenbeck-Ueding, J., Praggastis, M., Zhang, J., Joggerst-Thomalla, B., Theiss, S., Grimm, D., Ory, D. S., & Runz, H. (2016). Reduction of TMEM97 increases NPC1 protein levels and restores cholesterol trafficking in Niemann-pick type C1 disease cells. *Hum Mol Genet*, *25*(16), 3588-3599. https://doi.org/10.1093/hmg/ddw204

Elmore, S. (2007). Apoptosis: a review of programmed cell death. *Toxicol Pathol*, *35*(4), 495-516. https://doi.org/10.1080/01926230701320337

Faderl, S., Jeha, S., & Kantarjian, H. M. (2003). The biology and therapy of adult acute lymphoblastic leukemia. *Cancer*, *98*(7), 1337-1354. https://doi.org/10.1002/cncr.11664

Heading, C. (2001). Siramesine H Lundbeck. *Curr Opin Investig Drugs*, *2*(2), 266-270. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11816842

Huyck, L., Ampe, C., & Van Troys, M. (2012). The XTT cell proliferation assay applied to cell layers embedded in three-dimensional matrix. *Assay Drug Dev Technol*, *10*(4), 382-392. https://doi.org/10.1089/adt.2011.391

Mansilla, S., Pina, B., & Portugal, J. (2003). Daunorubicin-induced variations in gene transcription: commitment to proliferation arrest, senescence and apoptosis. *Biochem J*, *372*(Pt 3), 703-711. https://doi.org/10.1042/BJ20021950

Mendivil-Perez, M., Velez-Pardo, C., & Jimenez-Del-Rio, M. (2015). Doxorubicin induces apoptosis in Jurkat cells by mitochondria-dependent and mitochondria-independent mechanisms under normoxic and hypoxic conditions. *Anticancer Drugs*, *26*(6), 583-598. https://doi.org/10.1097/CAD.0000000000000223

Miranda-Filho, A., Pineros, M., Ferlay, J., Soerjomataram, I., Monnereau, A., & Bray, F. (2018). Epidemiological patterns of leukaemia in 184 countries: a population-based study. *Lancet Haematol*, *5*(1), e14-e24. https://doi.org/10.1016/S2352-3026(17)30232-6

Onciu, M. (2009). Acute lymphoblastic leukemia. *Hematol Oncol Clin North Am*, *23*(4), 655-674. https://doi.org/10.1016/j.hoc.2009.04.009

Ostenfeld, M. S., Fehrenbacher, N., Hoyer-Hansen, M., Thomsen, C., Farkas, T., & Jaattela, M. (2005). Effective tumor cell death by sigma-2 receptor ligand siramesine involves lysosomal leakage and oxidative stress. *Cancer Res*, *65*(19), 8975-8983. https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-05-0269

Oyer, H. M., Sanders, C. M., & Kim, F. J. (2019). Small-Molecule Modulators of Sigma1 and Sigma2/TMEM97 in the Context of Cancer: Foundational Concepts and Emerging Themes. *Front Pharmacol*, *10*, 1141. https://doi.org/10.3389/fphar.2019.01141

Strober, W. (2015). Trypan Blue Exclusion Test of Cell Viability. *Curr Protoc Immunol*, *111*, A3.B.1-a3.B.3. https://doi.org/10.1002/0471142735.ima03bs111

Terada, K., Migita, K., Matsushima, Y., & Kamei, C. (2019). Sigma-2 receptor as a potential therapeutic target for treating central nervous system disorders [Perspective]. *Neural Regeneration Research*, *14*(11), 1893-1894. https://doi.org/10.4103/1673-5374.259609

Wu, K. N., Zhao, Y. M., He, Y., Wang, B. S., Du, K. L., Fu, S., Hu, K. M., Zhang, L. F., Liu, L. Z., Hu, Y. X., Wang, Y. J., & Huang, H. (2014). Rapamycin interacts synergistically with idarubicin to induce T-leukemia cell apoptosis in vitro and in a mesenchymal stem cell simulated drug-resistant microenvironment via Akt/mammalian target of rapamycin and extracellular signal-related kinase signaling pathways. *Leuk Lymphoma*, *55*(3), 668-676. https://doi.org/10.3109/10428194.2013.811579

Zhao, Y., Tang, P., He, X., Xie, Y., Cheng, W., Xing, X., Xing, M., Lu, X., Liu, S., & Zhong, L. (2020). Study on the precise mechanism of Mitoxantrone-induced Jurkat cell apoptosis using surface enhanced Raman scattering. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*, *228*, 117718. https://doi.org/10.1016/j.saa.2019.117718

การยอมรับความอร่อยของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำ เครื่องดื่มไม่มีแอลกอฮอล์ที่เติมโซเดียมและเครื่องดื่มเกลือแร่ที่ดื่มหลังจากการออกกำลังกายในชายสุขภาพดี

The palatability of sports drink, low-alcoholic and non-alcoholic beer with added sodium drink after exercise in healthy males

นพพล แสนชื่น

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล

E-mail: sandchuen.n@gmail.com

ผศ.ดร.อลิสา นานา

วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล

E-mail: alisa.nan@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

การออกกำลังกายในที่ร้อนทำให้เกิดการสูญเสียน้ำและแกลือแร่ในรูปแบบของเหงื่อ ดังนั้นของเหลวที่ดื่มหลังจากออกกาลังกายจึงมีความสำคัญมาก บางคนหลีกเลี่ยงการดื่มเครื่องดื่มหลังจากออกกำลังกายเนื่องจากกังวลเรื่องความอร่อยและความไม่สบายท้อง การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความยอมรับในเรื่องของรสชาติความอร่อยและความสบายท้องของเบียร์ที่มีแอลกอฮอล์ต่ำที่เติมโซเดียม เบียร์ที่ไม่มีแอลกอฮอล์ที่เติมโซเดียม และเครื่องดื่มเกลือแร่ที่ดื่มหลังจากการออกกำลังกาย ผู้เข้าร่วมวิจัยจะประกอบไปด้วยชายสุขภาพดีจำนวน 10 คน ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกแบ่งกลุ่มการทดลองด้วยการออกแบบการศึกษาแบบสุ่มและไขว้กลุ่มทั้งหมด 4 กลุ่ม ได้แก่ 1. เบียร์ไม่มีแอลกอฮอล์ 2. เบียร์ไม่มีแอลกอฮอล์เติมโซเดียม 25 มิลลิโมลต่อลิตร 3. เบียร์แอลกอฮอล์ต่ำ (แอลกอฮอล์ 3%) เติมโซเดียม 25 มิลลิโมลต่อลิตร และ 4. เครื่องดื่มเกลือแร่สำหรับนักกีฬา โดยมีระยะห่างระหว่างแต่ละเครื่องดื่มนาน 1 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยาน ปริมาณเครื่องดื่มที่ต้องดื่มหลังออกกาลังกายภายใน 1 ชั่วโมงในการทดลองแต่ละครั้งจะเทียบเท่ากับ 150% ของน้ำหนักตัวที่สูญเสียไป แบบสอบถามความพึงพอใจในเครื่องดื่มจะถูกวัดในการดื่มครั้งที่ 2 และ 4 แบบสอบถามเรื่องความสบายท้องจะถูกเก็บรวบรวมไว้ในระยะสังเกต 4 ชั่วโมงหลังจากการดื่ม ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างในเรื่องความสบายท้องตลอดระยะสังเกต 4 ชั่วโมงหลังจาการดื่ม ผลของแบบสอบถามความอร่อยของเครื่องดื่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเครื่องดื่มเกลือแร่เทียบกับเบียร์ไม่มีแอลกอฮอล์และเบียร์ไม่มีแอลกอฮอล์ที่เติมเกลือ 25 มิลลิโมลต่อลิตรในดื่มครั้งที่ 2 และการดื่มครั้งสุดท้าย ($p < 0.01$) และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเบียร์แอลกอฮอล์ต่ำที่เติมเกลือ 25 มิลลิโมลต่อลิตรเทียบกับเบียร์ไม่มีแอลกอฮอล์ในดื่มครั้งที่ 2 และดื่มครั้งสุดท้าย ($p < 0.05$)

คำสำคัญ: ความอร่อย, ความสบายท้อง, เครื่องดื่มเกลือแร่, หลังการออกกำลังกาย

ABSTRACT

Exercise in hot and humid environments causes water and electrolytes losses through sweating. Therefore, replacement of fluid after exercise is very important. Some people avoid drinking beverages after exercise for concern of taste and gut discomfort. This study aimed to investigate the acceptability, palatability, and gut comfort of low-alcohol, non-alcoholic beer with added sodium and sports drink following exercise. Ten healthy males were recruited for this study. Participants underwent a randomized cross-over study design into 4 conditions (non-alcoholic beer, non-alcoholic beer + 25mmol/L added sodium, low alcoholic beer (3%) + 25mmol/L added sodium, and sports drink) with a washout period of 1 week between each condition. Subjects exercised on a cycle ergometer. Subjects consumed a drink of a volume equal to 150% of body mass loss within one-hour post-exercise. Gut comfort questionnaires were collected during the 4 hours rehydration phase. Palatability questionnaires were collected at the second and last drinking periods. From this study, the palatability results showed that there was a significant difference between sports drink compared with Beer 0% and Beer 0%+25 at the second and last drink ($p < 0.01$). There was also a significant difference between Beer 3%+25 compared with Beer 0% at the second and last drink ($p < 0.05$).

KEYWORDS: Palatability, Gut comfort, Sports drink, Post-exercise

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

เมื่อผู้คนและนักกีฬาออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่ร้อนและชื้น จะพบกับการสูญเสียของเหลวในร่างกายจากการขับเหงื่อและอาจทำให้ร่างกายขาดน้ำได้ และส่วนประกอบหลักของเหงื่อคือน้ำและเกลือแร่ หากร่างกายขาดน้ำการทำงานทางด้านสรีรวิทยาของร่างกายอาจลดลงอย่างรวดเร็ว การทดแทนการสูญเสียของเหลวที่เกิดจากการออกกำลังกายเป็นองค์ประกอบสำคัญของกระบวนการฟื้นฟูร่างกาย (Shirreffs SM และคณะ, 2004) เครื่องดื่มที่แนะนำเพื่อการฟื้นฟูหลังการออกกำลังกายควรประกอบด้วยน้ำ น้ำตาลกลูโคส และอิเล็กโทรไลต์ (โดยเฉพาะโซเดียม) เพื่อทดแทนสิ่งที่สูญเสียไปทางเหงื่อ (Sawka MN และคณะ, 2007) มีทางเลือกมากมายสำหรับเครื่องดื่มที่มีกลูโคสและโซเดียมที่เหมาะสำหรับเป็นสารละลายคืนสภาพเช่นเครื่องดื่มเกลือแร่และนม (Shirreffs SM และคณะ, 2007) อย่างไรก็ตามผู้คนบางกลุ่มเลือกดื่มเบียร์หลังออกกำลังกายหรือการแข่งขันโดยเฉพาะกีฬาประเภททีม ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งของบรรยากาศทางสังคมหรือเพื่อการเฉลิมฉลอง

ความอร่อยของเครื่องดื่มและความสบายท้องหลังจากการดื่มก็เป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณการดื่มและการเลือกเครื่องดื่มหลังการออกกำลังกาย อีกหนึ่งเครื่องดื่มทางเลือกสำหรับนักกีฬาหรือคนที่ออกกำลังกายก็คือเบียร์ที่มีโซเดียมซึ่งอาจป้องกันการสูญเสียของเหลวออกจากร่างกาย แต่ปริมาณโซเดียมในเบียร์นั้นไม่มากนัก งานวิจัยของ Desbrow และทีมได้มีการเติมโซเดียมเพิ่มไปในเบียร์แอลกอฮอล์ต่ำ (2.3%) ปริมาณ 25 มิลลิโมลต่อลิตรและ 50 มิลลิโมลต่อลิตร ผลลัพธ์ก็คือเบียร์แอลกอฮอล์ต่ำ (2.3%) ที่เติมโซเดียม 50 มิลลิโมลต่อลิตร ได้ให้ผลการกักเก็บน้ำหลังจากการออกกำลังกายได้ดีกว่าเบียร์แอลกอฮอล์ต่ำ (2.3%) ที่เติมโซเดียม 25 มิลลิโมลต่อลิตร แต่เบียร์แอลกอฮอล์ต่ำ (2.3%) ที่เติมโซเดียม 50 มิลลิโมลต่อลิตรได้คะแนนในเรื่องการยอมรับในเรื่องของรสชาติต่ำมากเพราะรสชาติเค็มมาก (Desbrow B และคณะ, 2015)

เบียร์ไร้แอลกอฮอล์ (Beer 0%) เป็นทางเลือกใหม่ในปัจจุบัน ผลิตโดยการสกัดเอาแอลกอฮอล์ออกจากเบียร์ซึ่งอาจมีแอลกอฮอล์ในปริมาณเล็กน้อยแล้วแต่กฎหมายในแต่ละประเทศ เบียร์ที่ไม่มีแอลกอฮอล์และเบียร์ธรรมดามีความแตกต่างกันในแง่ของพลังงานหรือแคลอรี่ เนื่องจากปริมาณคาร์โบไฮเดรตและแอลกอฮอล์ที่แตกต่างกัน เบียร์ไม่มีแอลกอฮอล์เป็นที่นิยมมากขึ้นในหลาย ๆ ประเทศและอาจเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับดื่มหลังเล่นกีฬาและออกกำลังกาย อย่างไรก็ตามในปัจจุบันนั้นยังมีการศึกษาในเรื่องของรสชาติและความสบายท้องของเบียร์ไม่มีแอลกอฮอล์ที่ดื่มหลังจากการออกกำลังกายยังมีน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเติมโซเดียมเข้าไปในเบียร์ไม่มีแอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นตลาดที่กำลังเติบโต ซึ่งเป้าหมายหลักของเบียร์ไม่มีแอลกอฮอล์คือผู้อยู่ในวัยทำงานหรือวัยหนุ่มสาวที่มีสุขภาพแข็งแรงชอบออกกำลังกายและชอบดื่มแอลกอฮอล์

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความยอมรับในด้านรสชาติความอร่อยของเบียร์แอลกอฮอล์ต่ำที่เติมโซเดียม เบียร์ไม่มีแอลกอฮอล์ที่เติมโซเดียม และเครื่องดื่มเกลือแร่สำหรับนักกีฬาที่ดื่มหลังจากการออกกำลังกาย

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การรักษาสภาวะน้ำในร่างกายให้อยู่ในช่วงสภาวะสมดุล เป็นสิ่งจำเป็นต่อสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง การออกกำลังกายในที่สภาพอากาศร้อนทำให้เกิดการสูญเสียเหงื่อซึ่งเป็นวิธีหลักในการระบายความร้อนของร่างกายทำให้สูญเสียน้ำและเกลือแร่ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งโซเดียม) ไปในรูปแบบของเหงื่อ การเติมของเหลวในปริมาณไม่เพียงพออาจนำไปสู่การเกิดภาวะขาดน้ำ ส่งผลให้เกิดความไม่สมดุลของน้ำและอิเล็กโทรไลต์ภายในร่างกาย (Sawka MN และคณะ, 2007) เครื่องดื่มที่แนะนำหลังจากการออกกำลังกายควรจะประกอบไปด้วยน้ำ กลูโคส อิเล็กโทรไรต์ (โดยเฉพาะโซเดียม) มีตัวเลือกมากมายสำหรับเครื่องดื่มที่มีน้ำตาลกลูโคสและโซเดียมที่เหมาะสำหรับเป็นสารคืนน้ำ เช่น เครื่องดื่มเกลือแร่และนม (Desbrow B และคณะ, 2014) การบริโภคโซเดียมในช่วงพักฟื้นจะช่วยกักเก็บของเหลวและกระตุ้นความกระหาย ซึ่งอาจช่วยให้ได้รับของเหลวมากขึ้น (Sawka MN และคณะ, 2007) การเติมโซเดียมในเครื่องดื่มทดแทนของเหลวไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มรสชาติ แต่ยังกระตุ้นการตอบสนองต่อความกระหายน้ำตามธรรมชาติของร่างกายด้วย ในทางตรงกันข้าม การดื่มน้ำเปล่าเพียงอย่างเดียวสามารถลดความเข้มข้นของโซเดียมในเลือดได้ จึงไปลดการกระหายน้ำ ทำให้การเติมน้ำกลับร่างกายไม่มีประสิทธิภาพ (Takamata A และคณะ, 1994) แต่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมที่สูงเกินไป ($\geq$50 มิลลิโมล/ลิตร) อาจส่งผลเสียต่อรสชาติและความน่าดึงดูดใจของเครื่องดื่ม ซึ่งอาจนำไปสู่การลดความต้องการในการดื่มของเหลว (Wemple RD และคณะ, 1997)

3.2 สมมติฐานการวิจัย

เบียร์แอลกอฮอล์ต่ำที่เติมโซเดียมและเบียร์ไม่มีแอลกอฮอล์ที่เติมโซเดียมได้คะแนนความอร่อยที่ดีกว่าเบียร์ไม่มีแอลกอฮอล์ที่ไม่ได้เติมโซเดียม

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบไขว้กลุ่ม (Randomized cross-over design) แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ด้วยวิธีการสุ่ม โดยผู้เข้าร่วมจะได้ทำทั้ง 4 กลุ่ม โดยในแต่ละครั้งผู้เข้าร่วมจะไม่ทราบว่าได้กลุ่มใด ในการทดลองของผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละคนจะมีการเว้นระยะพักในการรับเครื่องดื่มอย่างน้อย 7 วันได้แก่

กลุ่มที่ 1. เบียร์ไม่มีแอลกอฮอล์ (Non-alcoholic beer, Beer 0%)

กลุ่มที่ 2. เบียร์ไม่มีแอลกอฮอล์เติมโซเดียม25มิลลิโมลต่อลิตร (Non-alcoholic beer + 25mmol/L added sodium, Beer 0%+25)

กลุ่มที่ 3. เบียร์แอลกอฮอล์ต่ำ(แอลกอฮอล์3%) เติมโซเดียม25มิลลิโมลต่อลิตร (Low alcoholic beer (3%) + 25mmol/L added sodium, Beer 3%+25)

กลุ่มที่ 4. เครื่องดื่มเกลือแร่สำหรับนักกีฬา (Sports drinks)

สถานที่เก็บข้อมูล ณ ห้องปฏิบัติการชั้น 3 (อุณหภมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส) วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล โดยวันก่อนการทดลอง 1 วัน ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้อง งดเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อย่างน้อย 48 ชั่วโมง งดเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เช่น ชา กาแฟ เป็นต้น ไม่ออกกำลังกายก่อนหน้าวันทดสอบ นอนหลับเป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง ดื่มน้ำอย่างน้อย 6-8 แก้ว

4.2 ประชากรและตัวอย่าง

อาสาสมัครเพศชายสุขภาพดี 10 คน อายุระหว่าง 20-30 ปี ออกกำลังกายเป็นประจำ อย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์ เฉลี่ยสัปดาห์ละ 150 ถึง 300 นาทีต่อสัปดาห์ ดื่มแอลกอฮอล์เป็นครั้งคราว น้อยกว่าหรือเท่ากับ 14 ดื่มมาตรฐานต่อสัปดาห์ (1 ดื่มมาตรฐานเท่ากับ เบียร์ที่มีแอลกอฮอล์ 5% จำนวน 1 กระป๋อง หรือ 1 ขวดเล็ก หรือ 330 มิลลิลิตร) ไม่มีประวัติส่วนตัวหรือครอบครัวที่เกี่ยวกับการเป็นโรคติดสุราเรื้อรัง และไม่มีอาการบาดเจ็บที่ส่งผลต่อการออกกำลังกาย ในการศึกษานี้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างคำนวณด้วยโปรแกรม G*Power โดยใช้ข้อมูลงานวิจัยของ Desbrow ที่ศึกษาเกี่ยวกับการดื่มเบียร์ที่เติมเกลือหลังจากการออกกำลังกายมาคำนวณ (Desbrow B และคณะ, 2015)

4.3 เครื่องมือวิจัย

1. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Omron, Japan)
2. จักรยานที่ใช้ออกกาลังกาย (Cyclus 2, Germany)
3. เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Polar electro, Finland)
4. แบบสอบถามความพึงพอใจในเครื่องดื่ม (The palatability questionnaire English version Flint et al., 2000) เป็นการวัดโดยใช้เส้นตรงยาว 100 มิลลิเมตร

	ความดึงดูด (Appeal)	กลิ่น (Smell)	รสชาติ (Taste)	รสชาติหลังดื่ม (Aftertaste)	ความอร่อย (Palatability)
คะแนน (Score)					

5. แบบสอบถามประเมินความสบายท้อง (The likert scale questionnaire Haakonssen et al., 2014)

ในขณะนี้คุณรู้สึกสบายท้องแค่ไหน (how comfortable does your stomach feel at the moment?)
1 = รู้สึกสบายมากที่สุด (very comfortable)
2 = รู้สึกสบายมาก (comfortable)
3 = รู้สึกสบายปานกลาง (average comfort)
4 = รู้สึกไม่สบาย (uncomfortable)
5 = รู้สึกไม่สบายมาก (very uncomfortable)

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้เข้าร่วมมาถึงห้องทดสอบตอนเช้าเวลา 8.00น. และจะได้รับประทานอาหารเช้าที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ให้เหมือนกันตลอดการวิจัยนี้

2. หลังจากรับประทานอาหารเช้าจะให้ผู้วิจัยนั่งพักเป็นเวลา 60 นาที โดยระหว่างนี้จะทำการติดเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

3. หลังจากพักครบ 60 นาที จะให้ผู้วิจัยทำการชั่งน้ำหนัก หลังจากนั้นผู้วิจัยจะต้องอบอุ่นร่างกายก่อนออกกำลังกาย 5-10 นาที ผู้เข้าร่วมการทดสอบจะต้องออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานที่ความหนัก 60 % ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพื่อให้น้ำหนักตัวลดลง 1.8 ถึง 2 % ของน้ำหนักตัว มีการชั่งน้ำหนักทุกๆ 15 นาทีระหว่างการออกกำลังกาย ช่วงออกกำลังกายผู้เข้าร่วมวิจัยจะแต่งกายด้วยกางเกงขาสั้นเพียงอย่างเดียว

4. เมื่อออกกำลังกายเสร็จจะทำการผ่อนคลายและยืดเหยียดร่างกาย 5-10 นาทีและจะพัก 30 นาที โดยในระหว่างนี้ผู้เข้าร่วมวิจัยจะเช็ดเหงื่อให้แห้งและชั่งน้ำหนักเพื่อนาไปคำนวณปริมาณน้ำที่จะดื่ม

5. เมื่อครบ 30 นาที ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้ดื่มเครื่องดื่มในปริมาณที่เทียบเท่า 150% ของน้ำหนักตัวที่สูญเสียไป ซึ่งจะดื่มภายใน 1 ชั่วโมง แบ่งเป็น 4 ส่วน ส่วนละ 15 นาที เครื่องดื่มทั้งหมดถูกแช่ในตู้เย็นเดียวกันที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ซึ่งการดื่มครั้งที่ 2 กับ 4 จะมีการทำแบบสอบถามความพึงพอใจและความอร่อยของเครื่องดื่ม

6. เมื่อดื่มเสร็จแล้ว ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องนั่งในห้องทดสอบ 4 ชั่วโมง ในระหว่าง 4 ชั่วโมงนี้ จะมีการทำแบบสอบถามเรื่องความสบายท้อง ในทุกๆชั่วโมงตั้งแต่หลังดื่มเสร็จ ในช่วง 4 ชั่วโมงผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถเข้าห้องน้ำหรือเล่นมือได้ แต่ห้ามนอนหลับ

รูปที่ 1 แผนภาพการเก็บข้อมูล

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

รายงานข้อมูลโดยใช้เป็น ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, SD) ทดสอบว่าข้อมูลมีการกระจายแบบปกติของข้อมูลด้วย Shapiro-Wilk test ใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของ แบบสอบถามความพึงพอใจในเครื่องดื่ม (The palatability questionnaire) ใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated Measures ANOVA) ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของ แบบสอบถามประเมินความสบายท้อง (GI Comfort) กำหนดค่าความมีนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ $p<0.05$

5. ผลการวิจัย

คุณลักษณะเฉพาะของผู้เข้าร่วมวิจัยจะประกอบไปด้วย อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย และอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก งานวิจัยนี้จะแสดงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย (Mean)และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ผู้เข้าร่วมวิจัยเพศชายจำนวน 10 คน มีคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกัน อายุ 21.8 ± 2.7 ปี น้ำหนัก 79.6 ± 8.1 กิโลกรัม ส่วนสูง 175.5 ± 5.7 เซนติเมตร ดัชนีมวลกาย 22.6 ± 2.4 กก./ม^2 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก 73 ± 10 ครั้ง/นาที น้ำหนักตัวเริ่มต้นของผู้เข้าร่วมทั้งหมดไม่แตกต่างกันระหว่างเครื่องดื่มแต่ละชนิด (Beer 0% = 70.9 ± 10.4 กิโลกรัม, Beer 0%+25 = 71.1 ± 10.8 กิโลกรัม, Beer 3%+25 = 71.0 ± 10.5 กิโลกรัม, Sports Drink = 70.9 ± 10.7 กิโลกรัม) ระยะเวลาการออกกำลังกายไม่มีความแตกต่างกันระหว่างเครื่องดื่มแต่ละชนิด (Beer 0% 69 ± 11 นาที, Beer 0%+25 70 ± 11 นาที, Beer 3%+25 69 ± 10 นาที, Sports drink 73 ± 8 นาที) ปริมาณของของเหลวที่ผู้เข้าร่วมดื่มสำหรับการคืนน้ำหลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกันระหว่างเครื่องดื่ม (Beer 0% = 1.94 ± 0.23 ลิตร, Beer 0%+25 = 1.92 ± 0.29 ลิตร, Beer 3%+25 = 2.01 ± 0.48 ลิตร, Sports drink = 1.9 ± 0.24 ลิตร) ผลของความอร่อยจะอยู่ในตารางที่ 1 และ 2 ผลของความสบายท้องจะอยู่ในตารางที่ 3

ตารางที่ 1 คะแนนความอร่อยโดย Visual Analog Scale (VAS) ของ Beer 0%, Beer 0%+25, Beer 3%+25 และ Sports drink ในการดื่มครั้งที่ 2 คะแนนเป็นเส้นตรงยาว 0-100 มิลลิเมตร 100 คือชอบ 0 คือไม่ชอบ ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

	Beer 0%	Beer 0%+25	Beer 3%+25	Sports Drink
Appeal (ความดึงดูด)	64 ± 12	65 ± 16	76 ± 12	84 ± 12*
Smell (กลิ่น)	56 ± 17	64 ± 13	72 ± 16	81 ± 13*
Taste (รสชาติ)	58 ± 19	64 ± 16	75 ± 19	90 ± 13*
Aftertaste (รสชาติหลังดื่ม)	59 ± 17	62 ± 18	70 ± 17	85 ± 14*
Palatability (ความอร่อย)	53 ± 21	62 ± 19	76 ± 16#	88 ± 10*

*แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกคำถามระหว่าง Sports drink กับ Beer 0% และ Beer 0%+25 ($p < 0.05$)

#แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในคำถาม Palatability (ความอร่อย) ระหว่าง Beer 3%+25 กับ Beer 0% ($p < 0.05$)

ตารางที่ 2 คะแนนความอร่อยโดย Visual Analog Scale (VAS) ของ Beer 0%, Beer 0%+25, Beer 3%+25 และ Sports drink ในการดื่มครั้งที่ 4(ครั้งสุดท้าย) คะแนนเป็นเส้นตรงยาว 0-100 มิลลิเมตร 100 คือชอบ 0 คือไม่ชอบ ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

	Beer 0%	Beer 0%+25	Beer 3%+25	Sports Drink
Appeal (ความดึงดูด)	33 ± 16	45 ± 22	67 ± 20#	72 ± 17*
Smell (กลิ่น)	32 ± 26	47 ± 23	64 ± 22#	73 ± 19*
Taste (รสชาติ)	32 ± 24	46 ± 22	65 ± 21#	77 ± 17*
Aftertaste (รสชาติหลังดื่ม)	37 ± 23	46 ± 26	65 ± 22	72 ± 19*
Palatability (ความอร่อย)	24 ± 19	40 ± 21	62 ± 24#	72 ± 14*

* แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกคำถามระหว่าง Sports drink กับ Beer 0% และ Beer 0%+25 ($p < 0.05$)

#แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในคำถาม Appeal (ความดึงดูด), Smell (กลิ่น), Taste (รสชาติ) และ Palatability (ความอร่อย) ระหว่าง Beer 3%+25 กับ Beer 0% ($p < 0.05$)

ตารางที่ 3 คะแนนแบบสอบถามความสบายท้อง (GI comfort) ในแต่ละช่วงเวลาหลังจากการดื่มข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ไม่พบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติสำหรับการให้คะแนนความสบายท้องหลังจากระยะเวลาการคืนน้ำ 4 ชั่วโมง

	หลังดื่มทันที	1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง
Beer 0%	3.40 ± 0.70	2.10 ± 1.10	1.60 ± 0.70	1.30 ± 0.48	1.00 ± 0.00
Beer 0%+25	3.80 ± 1.14	2.40 ± 1.08	1.80 ± 0.92	1.50 ± 0.71	1.40 ± 0.70
Beer 3%+25	2.90 ± 0.88	2.10 ± 1.10	1.80 ± 0.92	1.30 ± 0.68	1.10 ± 0.32
Sports Drink	3.20 ± 0.92	2.00 ± 0.67	1.30 ± 0.68	1.10 ± 0.32	1.00 ± 0.00

6. อภิปรายผล

จากการศึกษานี้ ผลของคะแนนความอร่อยพบว่าเครื่องดื่มเกลือแร่สำหรับนักกีฬาได้คะแนนดีที่สุด นอกจากนี้ในแต่ละเครื่องดื่มพบว่าเครื่องดื่มเกลือแร่สำหรับนักกีฬายังมีคะแนนมากที่สุดในทุกแบบสอบถามทั้งในดื่มครั้งที่ 2 และ 4(ดื่มสุดท้าย) ส่วนคะแนนความอร่อยของเบียร์แอลกอฮอล์ต่ำที่เติมโซเดียม25มิลลิโมลต่อลิตรได้คะแนนที่สูงกว่าเบียร์ไม่มีแอลกอฮอล์ในดื่มครั้งที่ 2 และ 4(ดื่มสุดท้าย)อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เบียร์ไม่มีแอลกอฮอล์ที่เติมโซเดียม25มิลลิโมลต่อลิตรจะได้คะแนนความอร่อยสูงกว่าเบียร์ไม่มีแอลกอฮอล์ทั้งในดื่มครั้งที่ 2 และ 4(ดื่มสุดท้าย)แต่ไม่พบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติ เหตุผลที่เครื่องดื่มเกลือแร่ได้รับคะแนนสูงสุดนั้นคล้ายกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าความพึงพอใจโดยรวมคือเครื่องดื่มเกลือแร่ที่มีคาร์โบไฮเดรต-อิเล็กโทรไลต์ที่มีจำหน่ายทั่วไปมีคะแนนสูงสุดเหนือน้ำเปล่า นอกจากนี้ เมื่อผู้ออกกำลังกายมีโอกาสเลือกเครื่องดื่มด้วยตัวเอง โดยปกติแล้ว พวกเขามักจะเลือกสิ่งที่น่าสนใจ เช่น เครื่องดื่มเกลือแร่สำหรับนักกีฬา (sports drink) และยังพบว่าหากเครื่องดื่มเกลือแร่สำหรับนักกีฬามีรสชาติที่อร่อย ผู้บริโภคมักจะบริโภคในปริมาณที่มากขึ้น (Passe และคณะ, 2004) แม้ว่าเครื่องดื่มเกลือแร่สำหรับนักกีฬาจะมีคะแนนความอร่อยดีที่สุด แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าเบียร์ไม่มีแอลกอฮอล์ที่เติมโซเดียม25มิลลิโมลต่อลิตรกับเบียร์แอลกอฮอล์ต่ำที่เติมโซเดียม 25 มิลลิโมลต่อลิตรไม่ดี เนื่องจากทั้งสองเครื่องดื่มได้คะแนนความอร่อยใกล้เคียงกันจึงไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเครื่องดื่ม 2 ชนิดนี้ แต่ข้อควรระวังคือการที่เติมโซเดียมมากกว่าหรือเท่ากับ50มิลลิโมลต่อลิตร จะทำให้รสชาติของเครื่องดื่มไม่อร่อยได้เพราะจะเค็มมาก ตัวอย่างเช่น งานวิจัยก่อนหน้าที่ได้เติมโซเดียม 50 มิลลิโมลต่อลิตรเข้าไปในเบียร์แอลกอฮอล์ต่ำเปรียบเทียบกับเบียร์แอลกอฮอล์ต่ำที่เติมโซเดียม 25 มิลลิโมลต่อลิตร ผลจากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าเบียร์แอลกอฮอล์ต่ำที่เติมโซเดียม50มิลลิโมลต่อลิตรได้คะแนนความอร่อยต่ำที่สุด (Desbrow B และคณะ, 2015)

ในส่วนของผลแบบสอบถามความสบายท้องในงานวิจัยนี้นั้นไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางตลอดทุกช่วงเวลาหลังจากการดื่ม 4 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับงานก่อนหน้าที่ดูในเรื่องของความสบายท้องหลังจากการดื่มเบียร์ที่เติมโซเดียม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน (Desbrow B และคณะ, 2013) วัตถุประสงค์หลักของเครื่องดื่มทดแทนของเหลวคือ ทดแทนน้ำที่สูญเสียไปจากร่างกาย องค์ประกอบคาร์โบไฮเดรตเกลือแร่ของเครื่องดื่ม ส่งผลต่อการบริโภค การดูดซึม และการกักเก็บของของเหลว เพื่อฟื้นฟูการสูญเสียของเหลวของร่างกายหลังจากการออกกำลังกาย แลพเพื่อพัฒนาการดูดซึมน้ำ โดยความเข้มข้นของกลูโคสขั้นต่ำที่จำเป็นในเครื่องดื่มคือ 0.9% ซึ่งความเข้มข้นที่เหมาะสมจะอย่ที่ประมาณ 5-10% (Gisolfi CV และคณะ, 1994) ส่วนความเข้มข้นของโซเดียมในเครื่องดื่มหลังออกกำลังกายนั้นอยู่ที่ประมาณ 20-30 มิลลิโมลต่อลิตร หากความเข้มข้นของโซเดียมที่สูงมาก ($\geq$50 มิลลิโมลต่อลิตร) จะทำให้ความอร่อยของเครื่องดื่มลดลง ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อการเลือกดื่มเครื่องดื่มของแต่ละบุคคลได้ (Wemple RD และคณะ, 1997)

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ผู้วิจัยแนะนำให้เลือกเครื่องดื่มที่มีโซเดียมกับกลูโคสเป็นส่วนผสม หลังออกกำลังกาย เนื่องจากจะช่วยกระตุ้นให้มีการดื่มมากยิ่งขึ้นและเป็นผลดีต่อการกักเก็บน้ำของร่างกายหลังการออกกกำลังกาย หรือ อาจจะเลือกดื่มเบียร์ที่ไม่มีแอลกอฮอล์หรือเบียร์ที่มีแอลกอฮอล์ต่ำก็ได้ แต่ควรดื่มร่วมกับขนมหรือของว่างที่มีเกลือผสม

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

แนวทางวิจัยในครั้งต่อไปคือ ดูในเรื่องความแตกต่างของความยอมรับในเรื่องรสชาติของเบียร์ที่เติมเกลือในอุณหภูมิที่ต่างกัน เช่น นำออกมาจากตู้เย็นแล้วดื่มเลยกับใส่น้ำแข็งเพิ่ม เป็นต้น

8. กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยบางส่วนจากบัณฑิตวิทยาลัย และสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกท่าน ผู้ช่วยวิจัยทุกท่าน รวมถึงบุคลากรวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือ ให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

9. เอกสารอ้างอิง

Desbrow B, et al. (2013) Beer as a sports drink? Manipulating beer's ingredients to replace lost fluid. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 23(6), 593-600.

Desbrow B, et al. (2014) Comparing the rehydration potential of different milk-based drinks to a carbohydrate-electrolyte beverage. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(12), 1366-1372.

Desbrow B, et al. (2015) Manipulations to the Alcohol and Sodium Content of Beer for Postexercise Rehydration. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 25(3), 262-270.

Dietze PM, et al. (2008) Drinking by professional Australian Football League (AFL) players: prevalence and correlates of risk. *Medical Journal of Australia*, 189(9), 479-483.

Gisolfi CV. (1994) Use of electrolytes in fluid replacement solutions: What have we learned from intestinal absorption studies? In: Marriott BM, editor. Institute of Medicine: Fluid Replacement and Heat Stress. *Washington, D.C.: National Academy Pres*s, 11-22.

Passe, D.H., et al., (2004) Palatability and voluntary intake of sports beverages, diluted orange juice, and water during exercise. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 14(3), 272-284.

Sawka MN, et al. (2007) American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. Medicine & Science in Sports & Exercise, 39(2), 377-390.

Shirreffs SM, et al. (2004) Fluid and electrolyte needs for preparation and recovery from training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 22(1), 57-63.

Shirreffs SM, et al. (2007) Milk as an effective post-exercise rehydration drink. *British Journal of Nutrition*, 98(1), 173-180.

Takamata A, et al. (1994) Sodium appetite, thirst, and body fluid regulation in humans during rehydration without sodium replacement. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 266(5), 1493-1502.

Wemple RD, et al. (1997) Influence of sodium replacement on fluid ingestion following exercise-induced dehydration. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 7(2), 104-116.