

กำหนดการประชุม



กำหนดการประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10
วันศุกร์ที่ 27 พฤศจิกายน 2563
(นำเสนอแบบออนไลน์)

ช่วงเช้า (รูปแบบถ่ายทอดสดเผยแพร่ผ่าน Facebook live)

วันศุกร์ที่ 27 พฤศจิกายน 2563

- พิธีเปิด ณ ห้องประชุมใหญ่ 2015 ชั้น 2 อาคารเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา
09.00-09.15 น. วิดีทัศน์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- 09.15-10.00 น. **พิธีเปิดการประชุม**
รองศาสตราจารย์ ดร.ปราณี สังขะตะวรรณ
รักษาการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช กล่าวต้อนรับเปิดการประชุม
และมอบเกียรติบัตรให้แก่ผู้ได้รับรางวัลคุณนิพนธ์และรางวัลวิทยานิพนธ์ ประจำปี 2563
- 10.00-12.00 น. **เสวนาทางวิชาการ เรื่อง “การศึกษาและการวิจัยในชีวิตวิถีใหม่สำหรับทุกคน”**
(New Normal Education and Research for All)
โดยวิทยากรผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนี้
กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ โดย อาจารย์ภูมิมา ภิญโญสินวัฒน์
นักวิจัยฝ่ายนโยบายด้านการปฏิรูปการศึกษา
สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (ทีดีอาร์ไอ)
กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ โดย นายแพทย์ชาญวิทย์ ทระเทพ
ผู้ตรวจราชการกระทรวงสาธารณสุข
สำนักตรวจราชการกระทรวงสาธารณสุข
กระทรวงสาธารณสุข
กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดย ศาสตราจารย์ ดร.ธนารักษ์ ธีระมั่นคง
อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คอมพิวเตอร์และการสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยี-
นานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ภาคีสมาชิก สำนักวิทยาศาสตร์
ราชบัณฑิตยสภา และนายกสมาคมปัญญาประดิษฐ์ประเทศไทย
ผู้ดำเนินรายการ โดย รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาวดี ธีรธรรมากร
รักษาการในตำแหน่งผู้อำนวยการสถานวิเทศสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- 12.00-13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน

ช่วงบ่าย (รูปแบบออนไลน์ โดยใช้ Microsoft teams)

- 13.00-13.30 น. ลงทะเบียนเข้าห้องประชุมเพื่อนำเสนอผลงาน โดยใช้ Microsoft teams
- 13.30-16.30 น. การนำเสนอผลงานวิจัยแบบบรรยายทางออนไลน์ โดยใช้ Microsoft teams
โดยแบ่งห้องการนำเสนอเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่
- กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
 - กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ
 - กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตารางการประชุม

รายชื่อผู้ได้รับการคัดเลือกได้นำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

บรรยายทางออนไลน์ โดยใช้ Microsoft teams

วันที่ 27 พฤศจิกายน 2563

ห้อง 11 พยาบาลศาสตร์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ

ผู้ประเมินท่านที่ 1 รองศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา จันทรวงศ์

ผู้ประเมินท่านที่ 2 อาจารย์ ดร.ปภกมล เหล่ารักษาวงษ์

เวลา	รหัส	คำนำหน้า	ชื่อ	นามสกุล	ชื่อบทความภาษาไทย	ชื่อบทความภาษาอังกฤษ	สถาบันการศึกษา
13.30 - 13.45 น.	O-HS 004	นางสาว	จารุวรรณ	เวียรวิภา	ผลของการควบคุมการหายใจต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในอาสาสมัครที่นอนหลับไม่เพียงพอ	The effect of breathing control on autonomic nervous system in subjects with sleep deprivation	มหาวิทยาลัยบูรพา
13.45 - 14.00 น.	O-HS 001	นางสาว	พัทธภัทร	วงศ์ศิริคุณ เดชา	ความสัมพันธ์ระหว่างยีน cyaA กับฟีโนไทป์ของยีน cyaA ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาเลีย สายพันธุ์ที่แยกจากคลองรากฟันที่ล้มเหลวจากการรักษาและมีรอยโรคปลายราก	The association between cyaA gene and its phenotype in Enterococcus faecalis isolated from failed root canal treated teeth with periradicular lesions	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
14.00 - 14.15 น.	O-HS 002	นางสาว	อสมมาตรณ์	นิลพรหมณ์	การแสดงออกของ IL-8 ในเซลล์เอ็นอีบริทันต์ ที่ถูกกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาเลีย ชนิดสลายเม็ดเลือดแดง และไม่สลายเม็ดเลือดแดง ที่แยกจากคลองรากฟัน	IL-8 expression in periodontal ligament cells stimulated with cell wall extract of Enterococcus faecalis hemolytic and non-hemolytic types isolated from root canals	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
14.15 - 14.30 น.	O-HS 003	นาย	สมบัติ	สลักหลาย	การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในเขตจังหวัดแพร่	The Study of Health Impact from Alcohol Consumption in Phrae Province	มหาวิทยาลัยพะเยา
14.30 - 14.45 น.	O-HS 006	นาย	ภาวิณี	อุฬารางกูร	องค์ประกอบการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยาน	ELEMENTS FOR PANDEMIC MANAGEMENT OF AIRPORT	สถาบันการบินพลเรือน
14.45 - 15.00 น.	O-HS 010	นาง	พรศิริ	โสมาสา	การประเมินวิธีตรวจการสลายฤทธิ์ของแอนติบอดีด้วยลูซิเฟอเรสในซีรัมคนไข้ติดเชื้อไวรัสเด็งกี	Evaluation of Luciferase-based Reduction Neutralization Test for the Measurement of Neutralizing Antibody in DENV - infected Patient Sera	มหาวิทยาลัยมหิดล

รายชื่อผู้ได้รับการคัดเลือกได้นำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

บรรยายทางออนไลน์ โดยใช้ Microsoft teams

วันที่ 27 พฤศจิกายน 2563

ห้อง 12 วิทยาศาสตร์สุขภาพ

ผู้ประเมินท่านที่ 1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลธิดา บรรจงศิริ

ผู้ประเมินท่านที่ 2 อาจารย์ ดร.ปรานิน แสงอรุณ

เวลา	รหัส	คำนำหน้า	ชื่อ	นามสกุล	ชื่อบทความภาษาไทย	ชื่อบทความภาษาอังกฤษ	สถาบันการศึกษา
13.30 - 13.45 น.	O-HS 008	นางสาว	วรรณรัฐ	อยู่เย็น	การคาดการณ์และการบรรเทาการปล่อยสารมลพิษในไอเสียและก๊าซเรือนกระจกระหว่าง พ.ศ. 2561 –2593 จาก การดำเนินมาตรการจัดการคุณภาพอากาศจากการขนส่งทางถนนในกรุงเทพมหานคร	Predicting and Mitigating of Exhaust and Greenhouse Gas Emissions during 2018 - 2050 from Implementing Air Quality Management from Road Transportation in Bangkok	มหาวิทยาลัยมหิดล
13.45 - 14.00 น.	O-HS 007	นางสาว	อุไร	สายรัตน์	ระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชนสำหรับกลุ่มธุรกิจอาคารประเภท ก ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร	The opinion level of using the Service of private Enviromenta Analytical Laboratory for the Entrepreneur of Group A building in Bangkok	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
14.00 - 14.15 น.	O-HS 005	นาย	ปรียชัย	มาลัยกนก	การจำลองสภาพภูมิอากาศบรรพกาลด้วยหลักฐานทางฟอสซิลละอองเรณู จากช่วงปลายสมัยโอลิโกซีนถึงช่วงต้นสมัยไมโอซีน แอ่งย่อยบ้านป่าคา แอ่งลี ลำพูน	A palaeo-climate reconstruction of the late Oligocene to early Miocene palynoflora from Ban Pa Kha subbasin, Li basin, Lamphun Province	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
14.30 - 14.45 น.	O-HS 009	นาย	ธวัชชัย	เอกสันติ	รูปแบบการพัฒนาโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายด้วย ศิลปวัฒนธรรมไทยในท้องถิ่น ชุมชนบ้านหนองม่วงสอง ตำบลหนองมะนาว อำเภอกง จังหวัดนครราชสีมา	The development model of the project to promote physical activities with local Thai arts and culture Ban Nong Muang Song Community Nong Manao Subdistrict, Kong District, Nakhon Ratchasima Province	นักวิจัย



ความสัมพันธ์ระหว่างยีน *cyIA* กับฟีโนไทป์ของยีน *cyIA* ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส
สายพันธุ์ที่แยกจากคลองรากฟันที่ล้มเหลวจากการรักษาและมีรอยโรคปลายราก

The Association Between *cyIA* Gene and Its Phenotype in *Enterococcus faecalis* Isolated
from Failed Root Canal Treated Teeth with Periradicular Lesions

หทัยภัทร วงศ์หิรัญเดชา (Hataipath Wonghirandecha)¹ เกวลิณ ธรรมสิทธิบุรณ์ (Kewalin Thammasitboon)²

รวี เถียรไพศาล (Rawee Teanpaisan)³

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจหายีน *cyIA* รวมถึงตรวจหาฟีโนไทป์ของยีนดังกล่าว และตรวจหาการแสดงออกของยีน *cyIA* นอกจากนี้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างยีน *cyIA* กับฟีโนไทป์ของยีน *cyIA* ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส (*Enterococcus faecalis*) สายพันธุ์ที่แยกจากคลองรากฟันที่ล้มเหลวจากการรักษาและมีรอยโรคปลายรากจากผู้ป่วย 11 ราย จำนวน 49 สายพันธุ์ โดยตรวจหายีน *cyIA* ด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส ค่าการแสดงออกของยีน *cyIA* ตรวจสอบด้วยวิธี real-time quantitative PCR นอกจากนี้ฟีโนไทป์ของยีน *cyIA* ตรวจสอบจากการย่อยสลายของเซลล์เม็ดเลือดแดงบนอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียชนิดผสมเลือด ผลการศึกษาตรวจพบยีน *cyIA* 45 จาก 49 สายพันธุ์ (ร้อยละ 91.8) และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติครัสคัลวอลิสพบว่า ค่าการแสดงออกของยีน *cyIA* ของเชื้อ *E. faecalis* ที่แสดงลักษณะ band เข้มจะมีค่ามากกว่ากลุ่มที่แสดงลักษณะ band อ่อนและกลุ่มไม่มียีน *cyIA* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.000$) สอดคล้องกับเชื้อ *E. faecalis* ที่มียีน *cyIA* ที่แสดงลักษณะ band เข้มทั้ง 13 สายพันธุ์ (ร้อยละ 26.5) สามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ทั้งหมด ในขณะที่เชื้อ *E. faecalis* ที่มียีน *cyIA* ที่แสดงลักษณะ band อ่อนและไม่มียีนดังกล่าว 36 สายพันธุ์ (ร้อยละ 73.5) จะไม่สามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติไคสแควร์พบว่า *E. faecalis* ที่มียีน *cyIA* ที่แสดงลักษณะ band เข้มจะมีความสัมพันธ์กับการย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.000$) จึงมีความเป็นไปได้ว่า ยีน *cyIA* และฟีโนไทป์ของยีนชนิดนี้อาจมีความเกี่ยวข้องในการนำไปสู่การติดเชื้อภายในคลองรากฟัน แต่อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องยีนและฟีโนไทป์ของยีนชนิดอื่นๆ ร่วมด้วย เพื่อเป็นข้อมูลนำร่องที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจเบื้องต้นในกระบวนการก่อโรคของเชื้อ *E. faecalis* มากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ เชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ยีน *cyIA* การย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดง ฟันที่ล้มเหลวจากการรักษาคลองรากฟันที่มีรอยโรคปลายราก

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพช่องปาก ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ hatai_w@hotmail.com

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ kewalin.t@psu.ac.th

³ ศาสตราจารย์ ดร. คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ rawee.t@psu.ac.th



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

Abstract

The aim of this study was to investigate the presence of *cylA* gene and its phenotype in *Enterococcus faecalis* isolated from failed root canal treated teeth with periradicular lesions, as well as to determine the mRNA expression of *cylA*. Moreover, the study aimed to evaluate the congruence between *cylA* and its phenotype. Forty-nine *E. faecalis* strains were included in this study. Presence of *cylA* has been analyzed by PCR. Real-time quantitative PCR has been used for determining expression of *cylA*. Furthermore, hemolysin activity was tested on blood agar. The results showed that *cylA* was detected in 45/49 strains (91.8%). The mRNA expression of *cylA* showing strong band characteristics was significantly higher than the *cylA* showing weak band characteristics and the absence of *cylA* ($p=0.000$, Kruskal-Wallis test). Beta-hemolysis was detected in 13/49 strains (26.5%) with the *cylA* showing strong band characteristics while non-hemolysis was detected in 36/49 strains (73.5%) with the *cylA* showing weak band characteristics and the absence of *cylA*. There was significant association between presence of *cylA* showing strong band features and beta-hemolysis ($p=0.000$, chi-square test). It is concluded that *cylA* and its phenotype in *E. faecalis* may also play a role in contribution to persistent root canal infections. However, further investigations are needed to examine other virulence genes and their phenotypes in *E. faecalis* for better understanding pathogenicity.

Keywords: *Enterococcus faecalis*, *CylA* gene, Hemolysin activity, Failed root canal treated teeth with periradicular lesions



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

บทนำ

สาเหตุหลักของความล้มเหลวในการรักษาคคลองรากฟัน คือ การคงอยู่ของเชื้อในระบบคลองรากฟันและเนื้อเยื่อรอบรากฟัน (periradicular area) (Nair, Sjogren, Krey, Kahnberg, & Sundqvist, 1990) ส่งผลให้เกิดการติดเชื้อเข้าสู่คลองรากฟันภายหลังการรักษา (secondary infection) หรือการติดเชื้อยืดเยื้อ (persistent infection) ส่วนใหญ่แบคทีเรียที่พบในฟันรักษารากแล้วเกิดความล้มเหลว มักพบเป็นเชื้อเดี่ยว (single species) ชนิดแกรมบวกที่ไม่ชอบออกซิเจน โดยเฉพาะเชื้อ *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) พบบ่อยที่สุด มีหลายการศึกษารายงานพบร้อยละ 24-77 (Fouad, Zerella, Barry, & Spangberg, 2005; Hancock, Sigurdsson, Trope, & Moiseiwitsch, 2001; Molander, Reit, Dahlen, & Kvist, 1998; Moller, 1966; Peculien, Balciunien, Eriksen, & Haapasalo, 2000; Pinheiro et al., 2003; Siqueira & Rocas, 2004; Sundqvist, Figdor, Persson, & Sjogren, 1998) เชื้อ *E. faecalis* เป็นแบคทีเรียที่มีลักษณะรูปร่างหลากหลายแบบ เช่น รูปไข่ (ovoid), เดี่ยว (single), คู่ (pairs) และสายสั้น (short chains) สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ด้วยตนเอง และเพิ่มจำนวนในคลองรากฟันโดยไม่ต้องอาศัยแบคทีเรียชนิดอื่น (Moller, Fabricius, Dahlen, Sundqvist, & Happonen, 2004) ทนต่อสภาพแวดล้อมที่ขาดแคลนอาหารได้ สามารถแทรกซึมเข้าสู่ (invade) ท่อเนื้อฟัน (dentinal tubule) (Love, 2001) อีกทั้งยังสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่มีความเป็นด่างสูง จึงต่อต้านแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (calcium hydroxide) (Evans, Davies, Sundqvist, & Figdor, 2002) ดังนั้นการรักษาคคลองรากฟันด้วยวิธีทั่วไปจึงยากต่อการกำจัดแบคทีเรียชนิดนี้ (Molander et al., 1998)

การศึกษาก่อนหน้าได้ศึกษา ยีนของเชื้อ *E. faecalis* ที่พบบ่อยในคลองรากฟันที่ติดเชื้อ (infected root canals) ได้แก่ gelatinase gene (*gelE*), cytolysin activator gene (*cylA*), surface adhesins gene (*esp*), aggregation substance gene (*asa*) และ collagen binding antigen gene (*ace*) เป็นต้น (Kayaoğlu & Orstavik, 2004) ทั้งนี้ยีนทั้ง 5 ยีนล้วนมีฟีโนไทป์ที่สำคัญซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการติดเชื้อภายในคลองรากฟัน และการอักเสบของเนื้อเยื่อรอบปลายราก หรืออาจมีผลเอื้อให้เชื้อ *E. faecalis* สามารถปรับตัวและดำรงชีวิตอยู่ได้เป็นระยะเวลานานภายหลังการอุดคลองรากฟัน

สำหรับการศึกษาที่ผ่านมาได้ศึกษาเกี่ยวกับยีน *cylA* ซึ่งเป็นยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสารไฮโดไลซิน โดยมีบทบาทสามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้บนอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียชนิดผสมเลือด (blood agar) จึงจำแนกฟีโนไทป์ของเชื้อ *E. faecalis* เป็น 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ที่สามารถย่อยสลายเม็ดเลือดแดง (hemolytic strains) และสายพันธุ์ที่ไม่สามารถย่อยสลายเม็ดเลือดแดง (non-hemolytic strains) ซึ่งสารดังกล่าวช่วยให้เชื้อ *E. faecalis* สามารถปรับตัวมีชีวิตอยู่ได้ในสภาวะไม่พึ่งออกซิเจน (anaerobe) รวมถึงเอื้อต่อการสร้างแผ่นคราบชีวภาพในคลองรากฟัน จึงอาจมีแนวโน้มที่จะเกิดการติดเชื้อเพิ่มขึ้น (Kayaoğlu & Orstavik, 2004) นอกจากนี้มีรายงานสนับสนุนว่า เชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ที่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดงจะต่อต้านยาปฏิชีวนะได้มากกว่าเชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ที่ไม่สามารถย่อยสลายเม็ดเลือดแดง อีกทั้งผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ที่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดงจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตภายในระยะเวลา 3 สัปดาห์ถึง 5 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ที่ไม่สามารถย่อยสลายเม็ดเลือดแดง (Huycke, Spiegel, & Gilmore, 1991)

อย่างไรก็ตาม การศึกษา ยีน *cylA* และฟีโนไทป์ของยีนดังกล่าวของเชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ทางคลินิกที่แยกมาจากคลองรากฟันของฟันที่ล้มเหลวจากการรักษาและมีรอยโรคปลายรากยังมีการศึกษาจำนวนน้อย รวมถึงผลการศึกษามีความแตกต่างกันและไม่ชัดเจนกล่าวคือ การศึกษาของ Barbosa-Ribeiro et al. (2016) ไม่พบยีน *cylA* ซึ่งตรงข้ามกับ



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

การศึกษาของ Zhu, Wang, Zhang, Cheung, and Shen (2010) พบยีน *cyIA* ถึงร้อยละ 100 บางการศึกษา Reynaud af Geijersstam et al. (2007) ศึกษาเฉพาะการย่อยสลายของเซลล์เม็ดเลือดแดงเท่านั้น ซึ่งพบเพียงร้อยละ 9 และบางการศึกษา Endo MS (2015) ตรวจพบยีน *cyIA* ร้อยละ 16.6 แต่ไม่ได้ศึกษาการย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดง นอกจากนี้มี การศึกษาของ Saffari, Dalfardi, Mansouri, and Ahmadrabji (2017) ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างยีน *cyIA* กับการย่อยสลายของเซลล์เม็ดเลือดแดง เนื่องจากตรวจพบ *cyIA* ร้อยละ 63.6 แต่กลับไม่พบการย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดง ซึ่งจะเห็นได้ว่า การศึกษายีน *cyIA* และฟิโนไทป์ของยีนดังกล่าวของเชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ทางคลินิกที่แยกมาจากคลองรากฟันของฟันที่ล้มเหลวจากการรักษาและมีรอยโรคปลายรากยังมีข้อมูลไม่เพียงพอ

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเรื่องดังกล่าว โดยศึกษาทั้งการตรวจหายีน *cyIA* และการแสดงออกของยีนชนิดนี้ รวมถึงศึกษาความสามารถในการย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงซึ่งเป็นฟิโนไทป์ของยีน *cyIA* นอกจากนี้ศึกษาว่า ยีน *cyIA* กับฟิโนไทป์ของยีนดังกล่าวของเชื้อ *E. faecalis* จะมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ เพื่อให้เกิดความเข้าใจเบื้องต้นในบทบาทของยีนก่อโรคและฟิโนไทป์ของยีนอย่างเป็นระบบมากขึ้น รวมถึงเข้าใจในกระบวนการก่อโรคได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นองค์ความรู้สำหรับการค้นคว้าวิธีการใหม่ และพัฒนาสารต้านจุลชีพที่สามารถกำจัดการติดเชื้อที่มีสาเหตุมาจาก *E. faecalis* ได้โดยตรงจุด รวมถึงสามารถวางแผนการรักษาที่เหมาะสมกับฟันที่ล้มเหลวจากการรักษาคลองรากฟันที่มีรอยโรคปลายรากได้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อตรวจหายีน *cyIA* ของเชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ที่แยกจากคลองรากฟันที่ล้มเหลวจากการรักษาและมีรอยโรคปลายราก
2. เพื่อตรวจหาการแสดงออกของยีน *cyIA* ของเชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ทางคลินิก
3. เพื่อตรวจหาฟิโนไทป์ของยีน *cyIA* ของเชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ทางคลินิก
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างยีน *cyIA* กับฟิโนไทป์ของยีนดังกล่าวของเชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ทางคลินิก

ระเบียบวิธีวิจัย

1. คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

ฟิโนไทป์ : ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่ปรากฏให้เห็นได้โดยการควบคุมของยีน

2. การขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมในมนุษย์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รหัสโครงการ EC6210-041 เมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2562

3. เชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการศึกษา

เชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ที่แยกจากคลองรากฟันที่ล้มเหลวจากการรักษาและมีรอยโรคปลายราก จำนวน 49 สายพันธุ์ ซึ่งโครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาต่อเนื่องจากโครงการวิจัยก่อนหน้านี้เรื่อง ความชุกของเชื้อ *E. faecalis* ในฟันที่ล้มเหลวจากการรักษาคลองรากฟันที่มีรอยโรคปลายรากด้วยวิธี real-time quantitative PCR (qPCR) และเพาะเชื้อ ซึ่งเก็บตัวอย่างจากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จำนวนทั้งหมด 49 สายพันธุ์ จากผู้ป่วย 11 ราย โดยนำแต่ละตัวอย่างที่แยกได้จาก



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

คลองรากฟันมาเพาะเลี้ยงบน EnterococcoselTM agar 1 ครั้ง ซึ่งเชื้อ *E. faecalis* ได้รับการวินิจฉัยโดยตรวจสอบลักษณะโคโลนี คุณสมบัติเฉพาะ และยืนยันด้วยวิธี PCR โดยใช้ไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อเชื้อ *E. faecalis* ซึ่งกลุ่มผู้ป่วยในโครงการดังกล่าวจำเป็นต้องได้รับการรักษาคคลองรากฟันซ้ำ (nonsurgical root canal retreatment) เนื่องจากประเมินทางคลินิกและ/หรือภาพรังสีแล้วพบการรักษาคคลองรากฟันล้มเหลว

4. การตรวจหายีน *cytA* ด้วยเทคนิค PCR

นำเชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ทางคลินิกที่เก็บรักษาใน 10% skimmed milk ออกจากตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส ปริมาตร 5 ไมโครลิตร หยดบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดผสมเลือด (Blood agar base; BBLTM, BD Biosciences, Franklin Lakes, France) ทำการแยกเชื้อบริสุทธิ์ด้วยวิธีการขีดเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (Streak plate technique) บ่มเชื้อ (Incubate) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะแอโรบิก เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อสกัดดีเอ็นเอ (DNA extraction) ด้วยชุดสกัดดีเอ็นเอ (PureDireX DNA extraction kit; Bio-HELIX, keelung City, Taiwan) ทำตามขั้นตอนของบริษัทผู้ผลิตแนะนำ จากนั้นตรวจวัดความเข้มข้นของดีเอ็นเอตัวอย่างด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง รุ่น Ultraspec 2100 (Spectrophotometer; Biochrom, Cambridge, UK) ที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร (A260) และความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร (A280) ปรับความเข้มข้นเริ่มต้นของดีเอ็นเอตัวอย่างเท่ากับ 12.5 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร (ng/μl) ก่อนเพิ่มจำนวนยีนก่อโรคด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอร์

การตรวจหายีนด้วยเทคนิค PCR ในงานวิจัยนี้ใช้นิวคลีโอไทด์ไพรเมอร์ที่จำเพาะ (nucleotide primers; Macrogen, New York, USA) ดังตารางที่ 1 เพื่อเพิ่มปริมาณยีน *cytA* ด้วยเครื่องเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ รุ่น 2720 (DNA thermal cycler; Applied Biosystems, Thermo Fisher Scientific, Waltham, USA) โดยปฏิกิริยา PCR ใช้สารทั้งหมด 25 ไมโครลิตร ซึ่งประกอบด้วย MgCl₂ 2 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 3 ไมโครลิตร, 0.25U Taq DNA polymerase ปริมาตร 0.5 ไมโครลิตร, 10 พิโกโมลาร์ forward primer และ reverse primer อย่างละ 1 ไมโครลิตร, ดีเอ็นเอแม่แบบ 12.5 นาโนกรัม, 2.5 มิลลิโมลาร์ dNTP ปริมาตร 1 ไมโครลิตร, 10X PCR buffer ปริมาตร 2.5 ไมโครลิตร และน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ ปริมาตร 14 ไมโครลิตร โดยใช้สารสกัดดีเอ็นเอ 5 ไมโครลิตร จากเชื้อ *E. faecalis* ATCC 19433 (*cytA*⁺) เป็นกลุ่มควบคุมแบบบวก การทำงานของ PCR ประกอบด้วย การแยกสายดีเอ็นเอเกลียวคู่ออกจากกัน (denaturation) ที่ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ตามด้วย 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที จำนวน 36 รอบ การจับของไพรเมอร์ยีน *cytA* กับดีเอ็นเอแม่แบบ (annealing) สำหรับเชื้อ *E. faecalis* ใช้อุณหภูมิ 58 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที การสังเคราะห์ดีเอ็นเอสายใหม่ต่อจากไพรเมอร์ (extension) ที่ 72 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที และที่ 72 องศาเซลเซียส นาน 8 นาที เป็นขั้นตอนสุดท้าย (final step) ตรวจสอบ PCR product ด้วยเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส (agarose gel electrophoresis; Bio-Rad Laboratories, Hercules, USA) โดยใช้ความเข้มข้น 1% อะกาโรสเจล ที่ 80 volts ในสารละลาย Tris-acetate-EDTA buffer ซึ่งจะย้อมเจลดังกล่าวด้วย 0.5 μg/ml ethidium bromide เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปส่องภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ตารางที่ 1 แสดงนิวคลีโอไทด์ไพรเมอร์ที่ใช้ในการศึกษาการตรวจหายีน *cyIA*

ไพรเมอร์	ลำดับเบส	คู่เบส (bp)	T _m (°C)	เอกสารอ้างอิง
<i>cyIAF</i>	5'-GGTTATGCATCAGATCTCTCAA-3'	81	58	(Gilmore et al., 1994)
<i>cyIAR</i>	5'-CTGTATATAATCTACTTTTTCAGA AGATAATTC-3'			

(*cyIAF*: forward primer ของ *cyIA*; *cyIAR*: reverse primer ของ *cyIA*; T_m: melting temperature)

5. การตรวจหาการแสดงออกของ mRNA ของยีน *cyIA* ด้วยวิธี quantitative real-time PCR

นำเชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ทางคลินิกมาสกัดอาร์เอ็นเอ (RNA extraction) ด้วยชุดสกัดอาร์เอ็นเอ (PureLink® RNA mini kit; Thermo Fisher Scientific, Waltham, USA) ตรวจสอบปริมาณและคุณภาพของอาร์เอ็นเอตัวอย่างด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง รุ่น Ultrospec 2100 (Spectrophotometer; Biochrom, Cambridge, UK) ที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร (A260) และความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร (A280) ปรับความเข้มข้นเริ่มต้นของอาร์เอ็นเอเท่ากับ 20 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม เพื่อศึกษาค่า mRNA ของยีน *cyIA* ด้วยเครื่อง Real-Time PCR (CFX96 Touch System; Bio-Rad Laboratories, Hercules, USA) โดยไพรเมอร์จำเพาะที่ใช้ตรวจสอบดังตารางที่ 1 และใช้เชื้อ *E. faecalis* ATCC 19433 (*cyIA*⁺) เป็นกลุ่มควบคุมบวก รวมถึงยีน 16S rRNA (forward primer: 5'-CCGAGTGCTTGCACTCAATTGG-3' และ reverse primer: 5'-CTCTTATGCCATGCGGCATAAAC-3') ใช้เป็นยีนอ้างอิง โดยปฏิกิริยา quantitative real-time PCR ใช้สารทั้งหมด 20 ไมโครลิตร ซึ่งประกอบด้วย 10 พิโกโมลาร์ forward primer และ reverse primer อย่างละ 1 ไมโครลิตร, Reverse transcriptase enzyme ปริมาตร 0.125 ไมโครลิตร, อาร์เอ็นเอแม่แบบ 20 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม, น้ำยา One-Step Real-time qPCR ปริมาตร 11.5 ไมโครลิตร, RNase-free water ปริมาตร 5.5 ไมโครลิตร การทำงานของ quantitative real-time PCR เป็นจำนวน 40 รอบ ประกอบด้วย hot start 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที การแยกสายดีเอ็นเอเกลียวคู่ออกจากกัน (denaturation) ที่ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วินาที การจับของไพรเมอร์ยีน *cyIA* กับดีเอ็นเอแม่แบบ (annealing) สำหรับเชื้อ *E. faecalis* ใช้อุณหภูมิ 58 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วินาที การสังเคราะห์ดีเอ็นเอสายใหม่ต่อจากไพรเมอร์ (extension) ที่ 72 องศาเซลเซียส นาน 25 วินาที นำค่า threshold cycles (CT) มาวิเคราะห์ค่า mRNA ของยีน *cyIA* คำนวณได้จากสูตร $\Delta\Delta CT = (CT_{cyIA} - CT_{16S\ rRNA})_{Sample\ A} - (CT_{Control} - CT_{16S\ rRNA})_{Sample\ O}$ (Sample A: เชื้อ *E. faecalis* แต่ละสายพันธุ์ทางคลินิก; Sample O: เชื้อ *E. faecalis* ATCC 19433 (*cyIA*⁺)) (Livak & Schmittgen, 2001; Wang et al., 2011) ซึ่งค่าการแสดงออกของยีนจะออกมาเป็นจำนวนเท่า $2^{-\Delta\Delta CT}$

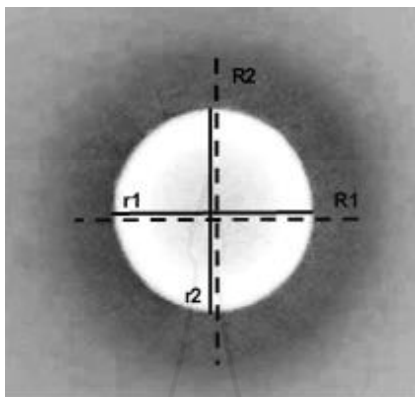
6. การทดสอบการย่อยสลายของเซลล์เม็ดเลือดแดง (hemolysin activity)

นำเชื้อ *E. faecalis* ที่ปรับความเข้มข้นประมาณ 10⁸ ซีเอฟยูต่อมิลลิกรัม (OD_{600nm} = 0.2) ปริมาตร 5 ไมโครลิตร หยดบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดผสมเลือด ความเข้มข้นสายพันธุ์ตัวอย่างละ 2 ข้ำ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในภาชนะปิดที่จุดเทียนไข จากนั้นตรวจสอบการย่อยสลายของเซลล์เม็ดเลือดแดง แปรผลด้วยการวัดวงใสรอบโคโลนี (clear halo) หน่วยเป็นมิลลิเมตร ดังภาพที่ 1 ทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference



ภาพที่ 1 แบบจำลองการวัดขนาดวงใสรอบโคโลนี

สูตรคำนวณ ขนาดวงใสรอบโคโลนี = $\frac{(R1+R2)}{2} - \frac{(r1+r2)}{2}$

โดย R1 ---- คือ เส้นผ่านศูนย์กลางในแนวนอน

R2 ---- คือ เส้นผ่านศูนย์กลางในแนวตั้ง

r1 — คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีในแนวนอน

r2 — คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีในแนวตั้ง

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

7.1. การตรวจหายีน *cyIA* และตรวจหาฟิโนไทป์ของยีน *cyIA* รายงานเป็นร้อยละของเชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ทางคลินิกที่พบ

7.2. ขนาดวงใสรอบโคโลนีในการย่อยสลายของเซลล์เม็ดเลือดแดง และค่า mRNA ของยีน *cyIA* เนื่องจากข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติ จึงรายงานเป็นค่ามัธยฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด

7.3. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า mRNA ของยีน *cyIA* กับขนาดวงใสรอบโคโลนีในการย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ใช้สถิติ Spearman's rho เนื่องจากข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติ และตัวแปรเป็นเชิงปริมาณ 2 ตัว

7.4. การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างยีน *cyIA* และค่า mRNA ของยีน *cyIA* เนื่องจากข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติ จึงใช้สถิติ Kruskal-Wallis test วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่มแบ่งย่อย 3 กลุ่ม คือ ไม่มียีน ยีนอ่อน และยีนเข้ม และตัวแปรเชิงปริมาณ คือ ค่า mRNA ของยีน *cyIA* ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 หากพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงเปรียบเทียบความแตกต่างของกลุ่มย่อยแต่ละคู่ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้สถิติ Mann-Whitney U test

7.5. ความสัมพันธ์ระหว่างยีน *cyIA* กับฟิโนไทป์ของยีน *cyIA* ใช้สถิติ chi-square ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เนื่องจากตัวแปรทั้ง 2 ตัว เป็นตัวแปรเชิงกลุ่ม



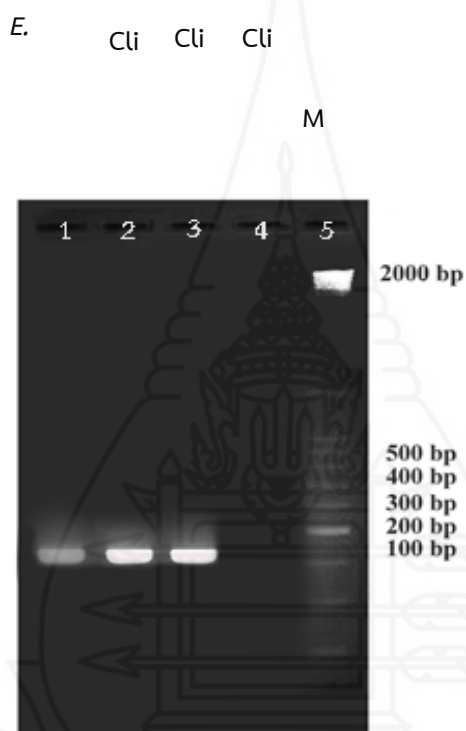
การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ผลการวิจัย

1. การตรวจหายีน *cylA*

ผลการตรวจหายีน *cylA* ของเชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ทางคลินิก จำนวน 49 สายพันธุ์ โดยใช้เทคนิค PCR และอะกาโรสเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส พบ *E. faecalis* ที่มียีน *cylA* 45 จาก 49 สายพันธุ์ (ร้อยละ 91.8) สังเกตด้วยตาเปล่าของผู้วิจัยพบว่า *E. faecalis* ที่มียีน *cylA* จะมีความเข้ม band ต่างกัน คือ band เข้ม และ band อ่อน ดังภาพที่ 2

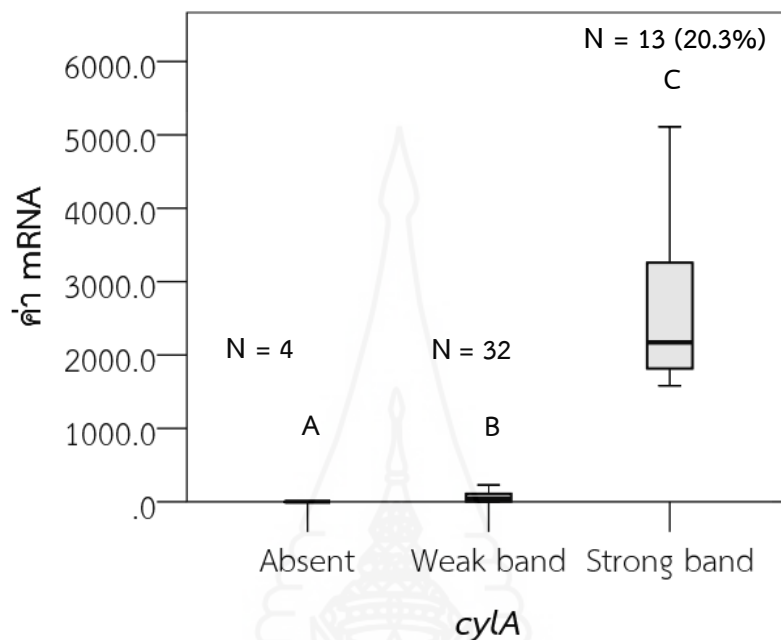


ภาพที่ 2 แสดงลักษณะความเข้ม band ที่ต่างกันของยีน *cylA* ของเชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ทางคลินิกจากการทดสอบด้วยเทคนิคอะกาโรสเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส (ช่องที่ 1: band อ่อน; ช่องที่ 2 และ 3: band เข้ม; ช่องที่ 4: ไม่พบยีน *cylA*)



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference



ภาพที่ 3 ค่า mRNA ของยีน *cylA* ของเชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ทางคลินิกที่มี (present: weak band; strong band) และไม่มียีน *cylA* (absent) และ $C > B > A$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (N: จำนวนเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิสสายพันธุ์ทางคลินิกในแต่ละกลุ่ม)

2. การตรวจหาการแสดงออกของยีน *cylA* ของเชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ทางคลินิก

E. faecalis สายพันธุ์ที่มียีน *cylA* แสดงลักษณะ band เข้มจะมีค่ามัธยฐานของการแสดงออกของยีน *cylA* 2169.9 (ค่าต่ำสุด 1579.4 – ค่าสูงสุด 5109.3) ในขณะที่ *E. faecalis* ที่มียีน *cylA* แสดงลักษณะ band อ่อนจะมีค่ามัธยฐานของการแสดงออกของยีน *cylA* 47.93 (ค่าต่ำสุด 0 – ค่าสูงสุด 228.6) และ *E. faecalis* ที่ไม่มียีน *cylA* จะไม่พบการแสดงออกของยีนดังกล่าว เมื่อทดสอบด้วยสถิติ Kruskal-Wallis test พบว่า *E. faecalis* ที่แสดงลักษณะ band *cylA* เข้มจะมีค่าการแสดงออกของยีน *cylA* มากกว่ากลุ่มที่แสดงลักษณะ band อ่อนและกลุ่มที่ไม่มียีน *cylA* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p = 0.000$) ดังภาพที่ 3

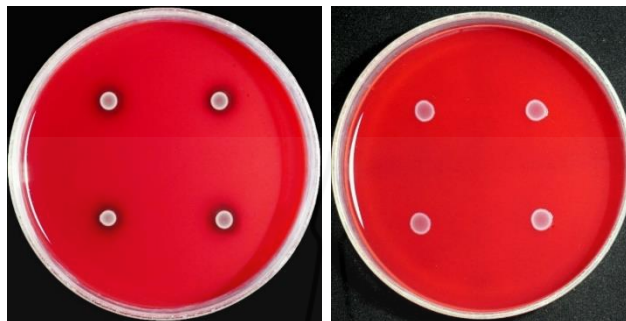
3. การย่อยสลายของเซลล์เม็ดเลือดแดง

พบ *E. faecalis* 13 สายพันธุ์ (ร้อยละ 26.5) มีความสามารถในการย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ (ภาพที่ 4) มีค่ามัธยฐาน (median) ของขนาดวงใสรอบโคโลนี 3.2 มิลลิเมตร (ค่าต่ำสุด 2.6 – ค่าสูงสุด 3.5) และอีก 36 สายพันธุ์ (ร้อยละ 73.5) ไม่สามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ (ภาพที่ 4)



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference



(ก)

(ข)

ภาพที่ 4 *E. faecalis* ที่สามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดง (hemolytic) บนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดผสมเลือด (ก) และชนิดไม่สามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดง (non-hemolytic) (ข)

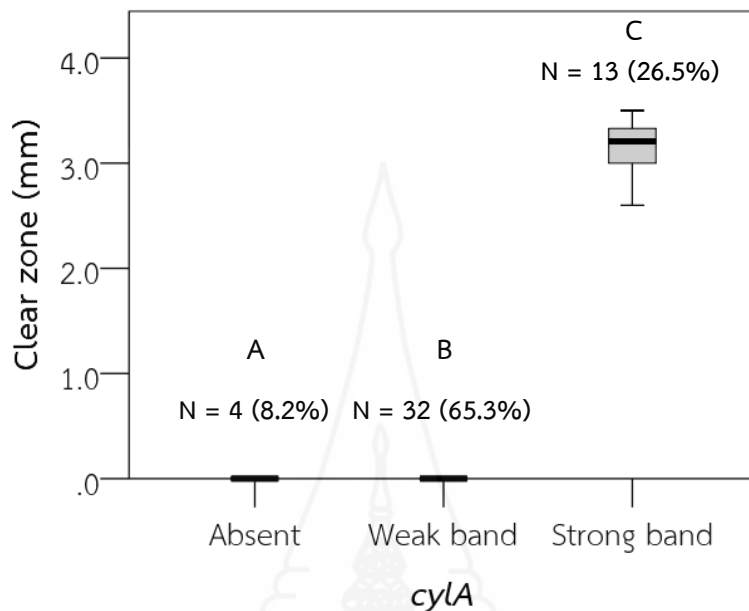
เชื้อ *E. faecalis* 45 สายพันธุ์ที่มียีน *cylA* ระดับความเข้ม band ต่างกัน (ภาพที่ 2) จะสอดคล้องกับความสามารถในการย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดง กล่าวคือ เชื้อ *E. faecalis* ที่ย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ทั้ง 13 สายพันธุ์จะแสดงลักษณะ band เข้ม ในขณะที่อีก 32 สายพันธุ์ ซึ่งไม่สามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงจะแสดงลักษณะ band อ่อน นอกจากนี้ยังพบว่า ทั้ง 4 สายพันธุ์ ซึ่งตรวจไม่พบยีน *cylA* ไม่สามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้เช่นกัน

เมื่อวิเคราะห์ด้วยสถิติ Kruskal-Wallis test พบว่า เชื้อ *E. faecalis* ที่แสดงลักษณะ band *cylA* เข้มจะมีความสามารถในการย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้มากกว่ากลุ่มที่แสดงลักษณะ band อ่อนและกลุ่มไม่มียีน *cylA* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p = 0.000$) ดังภาพที่ 5



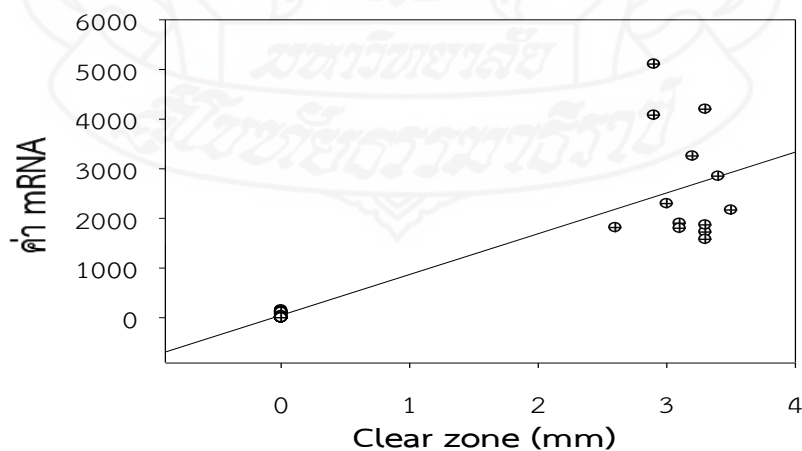
การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference



ภาพที่ 5 ขนาดวงใสรอบโคโลนีในการย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงของเชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ทางคลินิกที่มี (present: weak band; strong band) และไม่มียีน *cyLA* (absent) และ $C > B > A$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (N: จำนวนของเชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ทางคลินิกในแต่ละกลุ่ม)

นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ด้วยสถิติ Spearman's rho ยังพบความสัมพันธ์ระดับสูงในทิศทางเดียวกันระหว่างค่า mRNA ของยีน *cyLA* กับขนาดวงใสรอบโคโลนีในการย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงของ *E. faecalis* สายพันธุ์ทางคลินิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($r_s = 0.748$, $p = 0.000$) ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า mRNA ของยีน *cyLA* กับขนาดวงใสรอบโคโลนีในการย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงของเชื้อ *E. faecalis* สายพันธุ์ทางคลินิก จำนวน 49 สายพันธุ์ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

4. ความสัมพันธ์ระหว่างยีน *cylA* กับการย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดง

เมื่อวิเคราะห์ด้วยสถิติ chi-square พบความสัมพันธ์ระหว่างยีน *cylA* กับความสามารถในการย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดง กล่าวคือ เชื้อ *E. faecalis* ที่มียีน *cylA* ที่แสดงลักษณะ band เข้มจะมีความสามารถในการย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ทั้ง 13 สายพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.000$)

อภิปรายผลการวิจัย

หลายการศึกษาทางด้านอนุชีววิทยายืนยันว่า *E. faecalis* เป็นแบคทีเรียที่พบบ่อยมากถึงร้อยละ 90 ในพื้นที่ล้มเหลวจากการรักษาและมีรอยโรคปลายราก (Foschi et al., 2005; Fouad et al., 2005; Gomes et al., 2008; Rôças, Jung, Lee, & Siqueira, 2004; Williams, Trope, Caplan, & Shugars, 2006) และมีโอกาสพบแบคทีเรียชนิดนี้ในพื้นที่รักษาคคลองรากแล้วมากกว่าพื้นที่ติดเชื้อปฐมภูมิถึง 9 เท่า (Rôças, Siqueira, & Santos, 2004) สันนิษฐานว่า เชื้อ *E. faecalis* ที่สามารถดำรงชีวิตและเพิ่มจำนวนในพื้นที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟันแล้ว ส่วนหนึ่งอาจมาจากปัจจัยของยีนก่อโรคซึ่งมีบทบาทช่วยให้เชื้อ *E. faecalis* ปรับตัวและคงอยู่ในคลองรากฟันได้ อีกทั้งยังช่วยให้สามารถถ่ายทอดยีนก่อโรคของตัวเองไปยังแบคทีเรียชนิดอื่นๆ ดังนั้นเป็นไปได้ว่า ยีนก่อโรคจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่อาจก่อให้เกิดการติดเชื้อยึดเยื่อภายในคลองรากฟัน

ผลการศึกษาครั้งนี้พบ *E. faecalis* มียีน *cylA* 45 สายพันธุ์ (ร้อยละ 91.8) สอดคล้องกับการศึกษาของ Zhu et al. (2010) ซึ่งพบ *E. faecalis* มียีน *cylA* ร้อยละ 100 แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวศึกษาจาก *E. faecalis* สายพันธุ์ที่แยกมาจาก 2 แหล่ง คือ น้ำลายของผู้ป่วยที่ต้องรักษาคคลองรากฟันซ้ำและแยกมาจากคลองรากฟันที่ล้มเหลวภายหลังการรักษา นอกจากนี้การศึกษาของ Barbosa-Ribeiro et al. (2016) ไม่พบยีน *cylA* ซึ่งการศึกษาดังกล่าวได้จำแนกรูปแบบทางพันธุกรรมของเชื้อ *E. faecalis* ที่แยกมาจากคลองรากฟันที่ล้มเหลวด้วยวิธี Pulsed-field Gel Electrophoresis (PFGE) พบว่า แต่ละสายพันธุ์จะมีความหลากหลายทางพันธุกรรมอย่างมาก จึงอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผลการศึกษาแตกต่างกัน และมีการศึกษาของ Endo MS (2015) พบเพียงร้อยละ 16.6 ซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษาครั้งนี้ สันนิษฐานว่า อาจเกิดจากขนาดกลุ่มตัวอย่าง การสุ่มเลือกของกลุ่มตัวอย่าง วิธีการเก็บตัวอย่าง ขั้นตอนการทดลองในห้องปฏิบัติการ เป็นต้น สำหรับผลการศึกษาเกี่ยวกับการย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงของเชื้อ *E. faecalis* พบจำนวน 13 สายพันธุ์ (ร้อยละ 26.5) ที่สามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ซึ่งพบมากกว่าการศึกษาของ Reynaud af Geijersstam et al. (2007) พบเพียงร้อยละ 9 ทั้งนี้ผลการศึกษาที่แตกต่างกันนั้น อาจเนื่องมาจากปัจจัยทางด้านลักษณะภูมิศาสตร์ ซึ่งทดสอบด้วยวิธี Matrix-Assisted Laser/Desorption/Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS) โดยวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลเปปไทด์แต่ละสายพันธุ์ของเชื้อ *E. faecalis* ที่มาจากเชื้อชาติต่างกันพบว่า รูปแบบ (profile) ทางพันธุกรรมจะมีความแตกต่างกัน อาจส่งผลให้ฟิโนไทป์ของยีนที่ปรากฏออกมาต่างกันได้ นอกจากนี้ผลการศึกษาไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Zhu et al. (2010) และการศึกษาของ Saffari et al. (2017) ซึ่งไม่พบการย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดง โดยมีรายงานว่า *E. faecalis* สายพันธุ์ทางคลินิกที่แยกมาจากคลองรากฟันซึ่งสามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้จะพบน้อยหรือแทบไม่พบ ซึ่งผลการศึกษาที่แตกต่างกันนั้นอาจมาจากปัจจัยทางภูมิศาสตร์ เชื้อชาติ ปัจจัยด้านอาหารที่รับประทานซึ่งแตกต่างกันระหว่างกลุ่มประชากร และระยะของการติดเชื้อก็มีส่วนทำให้ฟิโนไทป์ของยีนแตกต่างกัน



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

นอกจากนี้พบว่า ยีน *cylA* ที่แสดงลักษณะ band เข้มทั้งหมดจะมีค่า mRNA ของยีน *cylA* สูงอย่างเด่นชัด และสามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ทั้งหมด จึงอาจสรุปได้ว่า เชื้อ *E. faecalis* ที่มียีน *cylA* แสดงลักษณะ band เข้มจะมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ สอดคล้องกับข้อมูลจากโครงการวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า เชื้อ *E. faecalis* ที่สามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงจะพบในกลุ่มตัวอย่างที่มีอาการเคาะเจ็บ หรือมีรูเปิดทางหนองไหลทั้งหมด มีขนาดเฉลี่ยของรอยโรคปลายรากฟัน 6.2 มิลลิเมตร ซึ่งมีรายงานสนับสนุนว่า สารไซโตไลซินอาจมีความเกี่ยวข้องในการเหนี่ยวนำให้เนื้อเยื่อที่รับบาดเจ็บหรือ phagocytic cells หลัง inflammatory mediators ได้แก่ TNF- α , IL-1 β , IL-8 เป็นต้น ออกมาจำนวนมาก จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการตอบสนองต่อการอักเสบที่เพิ่มขึ้น อีกทั้ง TNF- α , IL-1 β จะมีบทบาทในการกระตุ้นตัวรับความรู้สึก (nociceptors) ส่งผลให้มีอาการทางคลินิกตามมา เช่น ปวด เคาะเจ็บ (Cunha et al., 2005; Ferreira, Lorenzetti, Bristow, & Poole, 1988) รวมถึงอาจมีความเกี่ยวข้องในการเกิดโรคของเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน (Sedgley, 2017) อีกทั้งสารไซโตไลซินสามารถย่อยสลาย neutrophil และ macrophage ได้ จึงน่าจะมีส่วนช่วยในการหลบหลีกระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย (immune evasion) (Miyazaki et al., 1993) แล้วส่งผลให้เกิดความสามารถในการรุกรานเข้าไปยังบริเวณเนื้อเยื่อได้ (Coburn & Gilmore, 2003) จึงอาจเป็นไปได้ว่า เมื่อเกิดการสร้างสารไซโตไลซินเพิ่มขึ้นก็จะเหนี่ยวนำให้มีขนาดของรอยโรครอบปลายรากฟันใหญ่ขึ้น แต่อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงประเด็นดังกล่าว ในขณะที่เชื้อ *E. faecalis* ที่มียีน *cylA* แสดงลักษณะ band อ่อนและไม่มียีน *cylA* จะไม่สามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ อีกทั้งข้อมูลจากโครงการวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า เชื้อ *E. faecalis* ที่ไม่สามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงจะพบในกลุ่มตัวอย่างที่มีอาการเคาะเจ็บ หรือมีรูเปิดทางหนองไหลเพียงร้อยละ 12.5 และมีขนาดเฉลี่ยของรอยโรคปลายรากฟัน 3.9 มิลลิเมตร สอดคล้องกับการศึกษาของ Ike, Hashimoto, and Clewell (1984) พบว่า หนูที่ได้รับเชื้อเอนเทอโรคอคคัสพีคาลิสสายพันธุ์ที่ไม่สามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดง หนูยังคงมีชีวิตรอด ในขณะที่หนูที่ได้รับเชื้อสายพันธุ์ hemolytic จะตายภายใน 4-5 ชั่วโมง ดังนั้นการศึกษาดังกล่าวจึงสนับสนุนว่า สารไซโตไลซินอาจเป็นปัจจัยที่มีความรุนแรงต่อการเกิดโรค นอกจากนี้มีการศึกษาในสัตว์ทดลองพบว่า สายพันธุ์ของเชื้อ *E. faecalis* ที่ไม่สร้างไซโตไลซินจะเกิดการทำลายเนื้อเยื่อบริเวณจอตา (retinal) น้อยหรือแทบไม่เกิด ในขณะที่เชื้อ *E. faecalis* ที่สร้างไซโตไลซินจะเกิดการทำลายเนื้อเยื่อจอตาในระดับที่ลึก (deep layer) รวมถึงกระตุ้นให้เกิดการหลั่งสารชักนำการอักเสบ (inflammatory mediator) เป็นจำนวนมากจากเนื้อเยื่อที่บาดเจ็บ และฟาโกไซติกเซลล์ (phagocytic cells) จึงเป็นสาเหตุให้เกิดปฏิกิริยาการอักเสบที่รุนแรงและเกิดการทำลายเนื้อเยื่อตามมา (Jett, Jensen, Nordquist, & Gilmore, 1992) ดังนั้นจึงสนับสนุนว่า สารไซโตไลซินอาจมีความเกี่ยวข้องกับความรุนแรงในการก่อโรค

นอกจากนี้ผลการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่า *E. faecalis* สายพันธุ์ที่มียีน *cylA* แสดงลักษณะ band อ่อนจะไม่สามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ ที่เป็นเช่นนี้เป็นไปได้ว่า ยีน *cyLL*'' และ *cyLS*'' ที่อยู่ภายนอกเซลล์เมื่อมีการรวมตัวกันในรูปโปรตีนเชิงซ้อนจะไม่สามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ อีกทั้งปริมาณของ *cyLS*'' ที่ปล่อยออกอยู่ภายนอกเซลล์จะมีน้อยกว่าระดับขีดกั้น (threshold) จึงไม่มีสัญญาณส่งไปยังโปรตีน *cyLR2* ซึ่งเป็นโปรตีนควบคุมประเภทยับยั้ง (repressor) ที่อยู่ภายในเซลล์ ทำให้ *cyLR2* ยังจับกับ P_L promoter และไม่สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการแสดงออกของ *cyl* operon จึงอาจเป็นเหตุให้เกิดการแสดงออกของ *cyl* operon ในระดับต่ำ หรือทำให้ไม่มีการแสดงออกของยีนเลย และไม่สามารถสร้างสารไซโตไลซินได้ ส่งผลให้ *E. faecalis* ไม่สามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดง (Van Tyne, Martin, & Gilmore, 2013) นอกจากนี้มีการศึกษาของ Saffari et al. (2017) สันนิษฐานว่า กระบวนการผลิตสารไซโตไลซินเพื่อให้เกิดการย่อย



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

สลายเซลล์เม็ดเลือดแดงนั้น มีความจำเป็นต่ออาศัยยีนที่เกี่ยวข้องทั้ง 5 ยีน ซึ่งอยู่ภายใน *cyl* operon ดังนี้ ยีน *cyLL* และ *cyLS* เป็นสารตั้งต้นในการผลิตสารไซโตไลซิน ยีน *cyLM* มีหน้าที่ดัดแปลงโปรตีนหลังจากการสังเคราะห์สารไซโตไลซิน (posttranslational modifications) ยีน *cyLB* มีบทบาทในการขนส่งสารไซโตไลซิน และ *cyLA* ทำหน้าที่ในการกระตุ้นไซโตไลซินให้เกิดการทำลายเซลล์เป้าหมาย ในที่นี้คือ การย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดง (Eaton & Gasson, 2001) ซึ่งมีหลายการศึกษาพบว่า เมื่อมี *cyl* operon ครบทั้ง 5 ยีน จะส่งผลให้เชื้อ *E. faecalis* สามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ (Hällgren et al., 2009; Poeta, Costa, Klibi, Rodrigues, & Torres, 2006; Semedo et al., 2003) แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาที่ผู้วิจัยไม่ได้ศึกษา *cyl* operon ครบทุกยีนจึงเป็นเพียงการคาดการณ์เท่านั้น

สำหรับผลการศึกษานี้ที่พบเชื้อ *E. faecalis* จำนวน 4 สายพันธุ์ (ร้อยละ 8.2) ที่ไม่มียีน *cyLA* และไม่มีการแสดงออกของยีนดังกล่าว รวมถึงไม่สามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้นั้นเป็นสิ่งที่อาจยืนยันได้ว่า ยีน *cyLA* ถือเป็นยีนที่สำคัญยีนหนึ่งซึ่งช่วยกระตุ้นให้สารตั้งต้นของไซโตไลซินอยู่ในรูปพร้อมทำงาน (*cyLL'*, *cyLS'*) และสามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ ดังนั้นจากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่า สารไซโตไลซินอาจมีส่วนเกี่ยวข้องในการส่งเสริมให้เชื้อ *E. faecalis* มีความสามารถในการก่อโรคเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป เนื่องจากการศึกษานี้เป็นเพียงการศึกษาในห้องปฏิบัติการเท่านั้น

สำหรับรูปแบบการประเมินความสามารถในการย่อยสลายของเซลล์เม็ดเลือดแดงจากการศึกษานี้จะแตกต่างจากการศึกษาอื่นๆ โดยหลายการศึกษาตรวจสอบจากมิววีสโตรบโคโลนีเกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งจัดเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ (Reynaud af Geijerstam et al., 2007; Saffari et al., 2017; Zhu et al., 2010; Zoletti et al., 2011) ในขณะที่การศึกษาของผู้วิจัยนั้นจะประเมินผลโดยการวัดขนาดของวงไฮรอปโคโลนี ซึ่งจัดเป็น semi-quantitative เพื่อสามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบ activity ของแต่ละสายพันธุ์ทางคลินิก และนำมาศึกษาหาความสัมพันธ์กับปัจจัยอื่นๆ ได้ อีกทั้งยังเป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อนำไปใช้ศึกษาต่อในอนาคต แต่อย่างไรก็ตามการทดสอบดังกล่าวมีข้อจำกัดคือ กรณีที่เชื้อ *E. faecalis* สามารถย่อยสลายเซลล์เม็ดเลือดแดงได้น้อยจะไม่สามารถประเมินได้ด้วยตาเปล่า

ข้อเสนอแนะ

เพื่อเป็นข้อมูลนำร่องที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจเบื้องต้นในบทบาทของยีนก่อโรคและฟิโนไทป์ของยีน รวมถึงเข้าใจกระบวนการก่อโรคของเชื้อ *E. faecalis* ในคลองรากฟันที่ล้มเหลวจากการรักษาและมีรอยโรคปลายรากมากยิ่งขึ้น จึงควรศึกษายีนก่อโรคชนิดอื่นเพิ่มเติม เช่น *gelE*, *esp*, *asa1* และ *ace* อีกทั้งศึกษาความสัมพันธ์ของยีนทั้ง 4 ชนิดกับฟิโนไทป์ของยีนดังกล่าว เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงกลไกการควบคุมการแสดงออกของยีนก่อโรคอย่างเป็นระบบมากขึ้น และสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยกำลังดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ต่อไป นอกจากนี้ถือเป็นองค์ความรู้สำหรับการค้นคว้าและพัฒนาสารต้านจุลชีพที่สามารถกำจัดการติดเชื้อที่มีสาเหตุมาจาก *E. faecalis* ได้อย่างตรงจุดและมีประสิทธิภาพมากขึ้น นำไปสู่การวางแผนการรักษาที่เหมาะสมกับฟันที่ล้มเหลวจากการรักษาคลองรากฟันที่มีรอยโรคปลายราก เพื่อให้การรักษาลองรากฟันซ้ำมีอัตราความสำเร็จที่สูงขึ้น



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

เอกสารอ้างอิง

- Barbosa-Ribeiro, M., De-Jesus-Soares, A., Zaia, A. A., Ferraz, C. C., Almeida, J. F., & Gomes, B. P. (2016). Antimicrobial Susceptibility and Characterization of Virulence Genes of *Enterococcus faecalis* Isolates from Teeth with Failure of the Endodontic Treatment. *J Endod*, 42(7), 1022-1028.
- Coburn, P. S., & Gilmore, M. S. (2003). The *Enterococcus faecalis* cytolysin: a novel toxin active against eukaryotic and prokaryotic cells. *Cell Microbiol*, 5(10), 661-669.
- Cunha, T. M., Verri, W. A., Jr., Silva, J. S., Poole, S., Cunha, F. Q., & Ferreira, S. H. (2005). A cascade of cytokines mediates mechanical inflammatory hypernociception in mice. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 102(5), 1755-1760.
- Eaton, T. J., & Gasson, M. J. (2001). Molecular screening of *Enterococcus* virulence determinants and potential for genetic exchange between food and medical isolates. *Appl Environ Microbiol*, 67(4), 1628-1635.
- Endo, M. S., Kitayama, V.S., Marinho, A.S., Martinho, F.C., Gomes, B. (2015). Investigation in vivo of *Enterococcus faecalis* in endodontic retreatment by phenotypic and genotypic methods. *Acta Scientiarum. Health Sciences*, 37(1), 95-103.
- Evans, M., Davies, J. K., Sundqvist, G., & Figdor, D. (2002). Mechanisms involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide. *Int Endod J*, 35(3), 221-228.
- Ferreira, S. H., Lorenzetti, B. B., Bristow, A. F., & Poole, S. (1988). Interleukin-1 beta as a potent hyperalgesic agent antagonized by a tripeptide analogue. *Nature*, 334(6184), 698-700.
- Foschi, F., Cavrini, F., Montebugnoli, L., Stashenko, P., Sambri, V., & Prati, C. (2005). Detection of bacteria in endodontic samples by polymerase chain reaction assays and association with defined clinical signs in Italian patients. *Oral Microbiol Immunol*, 20(5), 289-295.
- Fouad, A. F., Zerella, J., Barry, J., & Spangberg, L. S. (2005). Molecular detection of *Enterococcus* species in root canals of therapy-resistant endodontic infections. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 99(1), 112-118.
- Gilmore, M. S., Segarra, R. A., Booth, M. C., Bogie, C. P., Hall, L. R., & Clewell, D. B. (1994). Genetic structure of the *Enterococcus faecalis* plasmid pAD1-encoded cytolytic toxin system and its relationship to lantibiotic determinants. *J Bacteriol*, 176(23), 7335-7344.
- Gomes, B. P., Pinheiro, E. T., Jacinto, R. C., Zaia, A. A., Ferraz, C. C., & Souza-Filho, F. J. (2008). Microbial analysis of canals of root-filled teeth with periapical lesions using polymerase chain reaction. *J Endod*, 34(5), 537-540.
- Hällgren, A., Claesson, C., Saeedi, B., Monstein, H. J., Hanberger, H., & Nilsson, L. E. (2009). Molecular detection of aggregation substance, enterococcal surface protein, and cytolysin genes and in vitro



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

- adhesion to urinary catheters of *Enterococcus faecalis* and *E. faecium* of clinical origin. *Int J Med Microbiol*, 299(5), 323-332.
- Hancock, H. H., 3rd, Sigurdsson, A., Trope, M., & Moiseiwitsch, J. (2001). Bacteria isolated after unsuccessful endodontic treatment in a North American population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 91(5), 579-586.
- Huycke, M. M., Spiegel, C. A., & Gilmore, M. S. (1991). Bacteremia caused by hemolytic, high-level gentamicin-resistant *Enterococcus faecalis*. *Antimicrob Agents Chemother*, 35(8), 1626-1634.
- Ike, Y., Hashimoto, H., & Clewell, D. B. (1984). Hemolysin of *Streptococcus faecalis* subspecies *zymogenes* contributes to virulence in mice. *Infect Immun*, 45(2), 528-530.
- Jett, B. D., Jensen, H. G., Nordquist, R. E., & Gilmore, M. S. (1992). Contribution of the pAD1-encoded cytolysin to the severity of experimental *Enterococcus faecalis* endophthalmitis. *Infect Immun*, 60(6), 2445-2452.
- Kayaoglu, G., & Orstavik, D. (2004). Virulence factors of *Enterococcus faecalis*: relationship to endodontic disease. *Crit Rev Oral Biol Med*, 15(5), 308-320.
- Livak, K. J., & Schmittgen, T. D. (2001). Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2(-Delta Delta C(T)) Method. *Methods*, 25(4), 402-408.
- Love, R. M. (2001). *Enterococcus faecalis*--a mechanism for its role in endodontic failure. *Int Endod J*, 34(5), 399-405.
- Miyazaki, S., Ohno, A., Kobayashi, I., Uji, T., Yamaguchi, K., & Goto, S. (1993). Cytotoxic effect of hemolytic culture supernatant from *Enterococcus faecalis* on mouse polymorphonuclear neutrophils and macrophages. *Microbiol Immunol*, 37(4), 265-270.
- Molander, A., Reit, C., Dahlen, G., & Kvist, T. (1998). Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. *Int Endod J*, 31(1), 1-7.
- Moller, A. J. (1966). Microbiological examination of root canals and periapical tissues of human teeth. Methodological studies. *Odontol Tidskr*, 74(5), Suppl:1-380.
- Moller, A. J., Fabricius, L., Dahlen, G., Sundqvist, G., & Happonen, R. P. (2004). Apical periodontitis development and bacterial response to endodontic treatment. Experimental root canal infections in monkeys with selected bacterial strains. *Eur J Oral Sci*, 112(3), 207-215.
- Nair, P. N., Sjogren, U., Krey, G., Kahnberg, K. E., & Sundqvist, G. (1990). Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. *J Endod*, 16(12), 580-588.
- Peciulienė, V., Balciuniene, I., Eriksen, H. M., & Haapasalo, M. (2000). Isolation of *Enterococcus faecalis* in previously root-filled canals in a Lithuanian population. *J Endod*, 26(10), 593-595.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

- Pinheiro, E. T., Gomes, B. P., Ferraz, C. C., Sousa, E. L., Teixeira, F. B., & Souza-Filho, F. J. (2003). Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions. *Int Endod J*, 36(1), 1-11.
- Poeta, P., Costa, D., Klibi, N., Rodrigues, J., & Torres, C. (2006). Phenotypic and genotypic study of gelatinase and beta-haemolysis activities in faecal enterococci of poultry in Portugal. *J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health*, 53(5), 203-208.
- Reynaud af Geijersstam, A., Culak, R., Molenaar, L., Chattaway, M., Roslie, E., Peciulienė, V., Shah, H. N. (2007). Comparative analysis of virulence determinants and mass spectral profiles of Finnish and Lithuanian endodontic *Enterococcus faecalis* isolates. *Oral Microbiol Immunol*, 22(2), 87-94.
- Rôças, I. N., Jung, I. Y., Lee, C. Y., & Siqueira, J. F., Jr. (2004). Polymerase chain reaction identification of microorganisms in previously root-filled teeth in a South Korean population. *J Endod*, 30(7), 504-508.
- Rôças, I. N., Siqueira, J. F., Jr., & Santos, K. R. (2004). Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *J Endod*, 30(5), 315-320.
- Saffari, F., Dalfardi, M. S., Mansouri, S., & Ahmadrajabi, R. (2017). Survey for Correlation between Biofilm Formation and Virulence Determinants in a Collection of Pathogenic and Fecal *Enterococcus faecalis* Isolates. *Infect Chemother*, 49(3), 176-183.
- Sedgley, C. (2017). *Endodontic Microbiology* (2nd ed). Hoboken: John Wiley & Sons.
- Semedo, T., Almeida Santos, M., Martins, P., Silva Lopes, M. F., Figueiredo Marques, J. J., Tenreiro, R., & Barreto Crespo, M. T. (2003). Comparative study using type strains and clinical and food isolates to examine hemolytic activity and occurrence of the *cyl* operon in enterococci. *J Clin Microbiol*, 41(6), 2569-2576.
- Siqueira, J. F., Jr., & Rôças, I. N. (2004). Polymerase chain reaction-based analysis of microorganisms associated with failed endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 97(1), 85-94.
- Sundqvist, G., Figdor, D., Persson, S., & Sjogren, U. (1998). Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 85(1), 86-93.
- Van Tyne, D., Martin, M. J., & Gilmore, M. S. (2013). Structure, function, and biology of the *Enterococcus faecalis* cytolysin. *Toxins (Basel)*, 5(5), 895-911.
- Wang, L., Dong, M., Zheng, J., Song, Q., Yin, W., Li, J., & Niu, W. (2011). Relationship of biofilm formation and *gelE* gene expression in *Enterococcus faecalis* recovered from root canals in patients requiring endodontic retreatment. *J Endod*, 37(5), 631-636.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

- Williams, J. M., Trope, M., Caplan, D. J., & Shugars, D. C. (2006). Detection and quantitation of *E. faecalis* by real-time PCR (qPCR), reverse transcription-PCR (RT-PCR), and cultivation during endodontic treatment. *J Endod*, 32(8), 715-721.
- Zhu, X., Wang, Q., Zhang, C., Cheung, G. S., & Shen, Y. (2010). Prevalence, phenotype, and genotype of *Enterococcus faecalis* isolated from saliva and root canals in patients with persistent apical periodontitis. *J Endod*, 36(12), 1950-1955.
- Zoletti, G. O., Pereira, E. M., Schuenck, R. P., Teixeira, L. M., Siqueira, J. F., Jr., & dos Santos, K. R. (2011). Characterization of virulence factors and clonal diversity of *Enterococcus faecalis* isolates from treated dental root canals. *Res Microbiol*, 162(2), 151-158.





การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

การแสดงผลงานของ IL-8 ในเซลล์เอ็นยิดปริทันต์ ที่ถูกกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อ
เอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ชนิดสลายเม็ดเลือดแดง และไม่สลายเม็ดเลือดแดง ที่แยกจากคลองรากฟัน

IL-8 Expression in Periodontal Ligament Cells Stimulated with Cell Wall Extract
of *Enterococcus faecalis* Hemolytic and Non-hemolytic Types Isolated from Root Canals

อสมารณณ์ นิลพรหมณ์ (Asamaporn Nilpram) ¹ รวี เถียรไพศาล (Rawee Teanpaisan) ²

เกวลิณ ธรรมสิทธิ์บุรณ์ (Kewalin Thammasitboon) ³

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ คือ (1) เพื่อศึกษาความสามารถของสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ในการกระตุ้นให้มีการแสดงออกของ IL-8 ในเซลล์เอ็นยิดปริทันต์ เปรียบเทียบกับกรดไลโปไคติก (2) เพื่อศึกษาการ แสดงออกของ IL-8 ในเซลล์เอ็นยิดปริทันต์ที่ถูกกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส สายพันธุ์ที่ แยกจากคลองรากฟัน เปรียบเทียบกับสายพันธุ์มาตรฐาน และ (3) เพื่อศึกษาการแสดงผลของ IL-8 ในเซลล์เอ็นยิดปริทันต์ที่ ถูกกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส กลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง และกลุ่มที่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง โดยศึกษาการแสดงผลของ mRNA ของ IL-8 ด้วยวิธีการเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมในสภาพจริงด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่โพลี-เมอ เรส และเปรียบเทียบปริมาณการแสดงผลของ mRNA ของ IL-8 ด้วยสถิติแมน วิทนี ยู ที่ระดับนัยสำคัญ $p = 0.05$ ผลการวิจัยพบว่า (1) สารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส มีความสามารถในการกระตุ้นให้เซลล์เอ็นยิดปริ- ทันต์มีการแสดงออกของ IL-8 ได้เช่นเดียวกับกรดไลโปไคติก (2) สารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ที่แยกจากคลองรากฟันทุกสายพันธุ์ ทำให้เซลล์เอ็นยิดปริทันต์มีการแสดงออกของ IL-8 สูงกว่าสายพันธุ์มาตรฐาน อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.002$) และ (3) สารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส กลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง ทำให้ เซลล์เอ็นยิดปริทันต์มีการแสดงออกของ IL-8 สูงกว่ากลุ่มที่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$)

คำสำคัญ เอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส สลายเม็ดเลือดแดง ไม่สลายเม็ดเลือดแดง สารสกัดผนังเซลล์ IL-8

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพช่องปาก ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์: nijident@gmail.com

² ศาสตราจารย์ ดร ภาควิชาโษษฐวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์: rawee.t@psu.ac.th

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์: kewalin.t@psu.ac.th



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

Abstract

The objectives of this research was to (1) investigate the ability of cell wall extract of (CWE) of *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) on the stimulation of IL-8 expression in periodontal ligament cells (PDL cells) compared with lipoteichoic acid (LTA), (2) evaluate IL-8 expression in PDL cells stimulated with CWE of *E. faecalis* isolated from root canals compared with reference strain, and (3) evaluate IL-8 expression in PDL cells stimulated with CWE of *E. faecalis* hemolytic group and non-hemolytic group. mRNA expression of IL-8 was investigated by real-time quantitative polymerase chain reaction, and data was compared by Mann-Whitney U test at a significant level of $p = 0.05$. The results showed that (1) CWE of *E. faecalis* had the ability to stimulate IL-8 expression in PDL cells same as LTA did, 2) IL-8 expression in PDL cells stimulated with CWE of all strains of *E. faecalis* isolated from root canals was significantly higher compared with the reference strain ($p = 0.002$), and (3) IL-8 expression in PDL cells stimulated with CWE of *E. faecalis* hemolytic group was significantly higher compared with non-hemolytic group ($p < 0.001$).

Keywords: *E. faecalis*, Hemolytic, Non-hemolytic, Cell wall extract, IL-8



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

บทนำ

เอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส เป็นแบคทีเรียแกรมบวกชนิดหนึ่ง ซึ่งพบได้บ่อยที่สุดในคลองรากฟันที่ล้มเหลวจากการรักษา โดยมีความชุกร้อยละ 24 ถึง 77 ดังรายงานในการศึกษาของ Stuart และคณะ (2006) ลักษณะสำคัญของโครงสร้างผนังเซลล์ คือ มีกรดไลโปเตอิค (lipoteichoic acid) แทรกตัวอยู่ในชั้นของเพปติโดไกลแคน (peptidoglycan) ที่ค่อนข้างหนา การศึกษาของ Ginsburg I (2002) และการศึกษาของ Kang และคณะ (2016) รายงานสอดคล้องกันว่ากรดไลโปเตอิคที่พบในผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวก เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอักเสบ เนื่องจากมีความสามารถในการกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันได้ดี โดยการจับกับตัวรับที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์เจ้าบ้าน ได้แก่ ฟอสโฟลิปิด (phospholipid) CD14 และ Toll-like receptors (TLRs) และเหนี่ยวนำให้มีการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบ นำไปสู่การสร้างสารก่อการอักเสบ (pro-inflammatory cytokines) ชนิดต่างๆ ซึ่ง IL-8 เป็นสารก่อการอักเสบชนิดหนึ่ง ที่พบในกระบวนการอักเสบและทำลายเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน โดยมีคุณสมบัติในการดึงดูดเม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิลให้เคลื่อนเข้ามาในบริเวณที่เกิดการอักเสบ อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบอื่นๆ ในผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวกอาจทำหน้าที่ร่วมกับกรดไลโปเตอิค ในการเหนี่ยวนำให้เกิดการกระบวนการอักเสบและทำลายเนื้อเยื่อ การศึกษาของ Kengatharan และคณะ (1998) และการศึกษาของ Middelveld และ Alving (2000) รายงานว่า เพปติโดไกลแคนที่พบเป็นส่วนใหญ่ในผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวก จะทำหน้าที่ร่วมกับกรดไลโปเตอิคในการเหนี่ยวนำระบบภูมิคุ้มกัน นอกจากนี้ การศึกษาของ Ray และคณะ (2003) รายงานว่า ไลโปโปรตีน (lipoprotein) ที่พบได้ทั่วไปในผนังเซลล์ของแบคทีเรีย มีความจำเพาะกับตัวรับบนเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์เจ้าบ้านชนิด TLR2 เป็นอย่างมาก และยังทำให้ตัวรับ TLR2 สามารถทำหน้าที่ร่วมกับตัวรับ TLR1 และ TLR6 จึงเหนี่ยวนำให้เกิดการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันได้ดี แต่กระบวนการสกัดโมเลกุลดังกล่าวจากผนังเซลล์แบคทีเรียให้มีความบริสุทธิ์ (pure purification) ทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากประกอบด้วยขั้นตอนที่มีความซับซ้อนและละเอียดอ่อน จึงเป็นที่มาของการศึกษาโดยใช้สารสกัดผนังเซลล์ (cell wall extract) ของแบคทีเรีย ที่ทำการสกัดด้วยวิธีการปั่นแยกส่วนเป็นลำดับขั้น (Differential centrifugation) สำหรับทำการทดลองในโครงการวิจัยนี้ โดยในเบื้องต้นจะทำการศึกษาความสามารถในการกระตุ้นเซลล์เอ็นยิตปริทันต์ให้มีการแสดงออกของ IL-8 โดยเปรียบเทียบกับกรดไลโปเตอิค ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมบวก (positive control) โดยมีรายงานในการศึกษาของอุมพร พรหมแก้ว (2562) ที่พบว่า การกระตุ้นเซลล์เอ็นยิตปริทันต์ด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ATCC 19433 สายพันธุ์มาตรฐาน ความเข้มข้น 10 µg/ml ทำให้เซลล์เอ็นยิตปริทันต์มีการแสดงออกของ IL-8 สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับการกระตุ้นด้วยกรดไลโปเตอิค เมื่อทำการบ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การศึกษาของ Marton และ Kiss (2000) อธิบายว่า การอักเสบของเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน (apical periodontitis) จะเริ่มต้นด้วยการอักเสบภายในเอ็นยิตปริทันต์ที่อยู่บนผิวรากฟัน ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยเซลล์เอ็นยิตปริทันต์ที่มีลักษณะคล้ายเซลล์ไฟโบรบลาสต์ (fibroblast-like cells) จึงมีการสันนิษฐานว่าเซลล์ดังกล่าวอาจมีส่วนสำคัญในการกำจัดเชื้อที่รุกรานเข้ามาในบริเวณปลายรากฟัน การศึกษาของ Tang และคณะ (2011) รายงานว่าเซลล์เอ็นยิตปริทันต์ของมนุษย์มีการแสดงออกของตัวรับที่มีความจำเพาะกับองค์ประกอบผนังเซลล์ของแบคทีเรีย เช่น TLR2 TLR4 ฯลฯ ซึ่งมีความสำคัญในการเหนี่ยวนำให้เกิดการตอบสนองของภูมิคุ้มกันแบบปฐมภูมิ (innate immune response) และยังพบว่าเซลล์ดังกล่าวสามารถสร้างสารก่อการอักเสบ ได้แก่ IL-1 β IL-6 และ IL-8 เมื่อถูกกระตุ้นด้วยโมเลกุลที่จำเพาะกับตัวรับดังกล่าวข้างต้น (TLRs-agonists) การศึกษาของ Zhang และคณะ (2015) สนับสนุนการศึกษาข้างต้น โดยพบว่าเซลล์เอ็นยิต



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ปริพันธ์ของมนุษย์ที่ถูกกระตุ้นด้วยกรดไลโปโตนิก ความเข้มข้น 10 µg/ml และด้วยเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ATCC 29212 สายพันธุ์มาตรฐาน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะมีการสร้าง IL-8 สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษาเหล่านี้ แสดงให้เห็นว่าเซลล์เอ็นอีทีปริพันธ์ของมนุษย์สามารถถูกกระตุ้นด้วยองค์ประกอบในผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวก ทำให้มีการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน ซึ่งนำไปสู่การอักเสบและทำลายเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน

เชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส บางสายพันธุ์สามารถสร้างสารละลายเม็ดเลือดแดง (hemolysin) ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของโรค และความสามารถในการต้านทานต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อ การศึกษาของ Huycke และคณะ (1991) รายงานว่าพบเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ชนิดสลายเม็ดเลือดแดง ร้อยละ 44.7 ในตัวอย่างเลือดของผู้ป่วยจำนวน 190 ราย ที่มีภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด โดยที่เชื้อเหล่านี้มักต้านทานต่อยาเจนตาไมซิน (gentamycin) และทำให้ผู้ป่วยมีความเสี่ยงในการเสียชีวิตภายในสามสัปดาห์เพิ่มขึ้นประมาณห้าเท่า เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ป่วยที่ติดเชื้อในกระแสเลือดโดยเชื้อชนิดไม่สลายเม็ดเลือดแดง ซึ่งมักไวต่อยาเจนตาไมซิน สอดคล้องกับการศึกษาของ Ike และคณะ (1984) ที่ทำให้เกิดการติดเชื้อผ่านทางช่องท้อง (intra-peritoneal infection) ด้วยเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ซึ่งพบว่าค่าของปริมาณสารที่ให้โดยตรงกับสัตว์ทดลองแล้วทำให้สัตว์ทดลองตายไปร้อยละ 50 ของจำนวนสัตว์ทดลองทั้งหมด (lethal dose fifty หรือ LD50) ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ชนิดไม่สลายเม็ดเลือดแดง จะสูงกว่าค่าดังกล่าวของชนิดสลายเม็ดเลือดแดงถึงสิบเท่า นอกจากนี้ การศึกษาของ ภัทธมน ประไพสิทธิ์ (2562) ที่รายงานความชุกของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ในตัวอย่างที่เก็บจากคลองรากฟันของฟันที่ล้มเหลวจากการรักษาและมีรอยโรคปลายราก จำนวน 36 ซี่ พบว่าเป็นเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ชนิดสลายเม็ดเลือดแดง ร้อยละ 26.5 ซึ่งพบได้มากในฟันที่มีอาการแสดงทางคลินิกร่วมด้วย เช่น มีรูเปิดหนอง (sinus opening) เคาะเจ็บ ฯลฯ นอกจากนี้ยังพบว่าขนาดโดยเฉลี่ยของรอยโรครอบปลายรากฟัน มีค่าประมาณ 6.2 มิลลิเมตร และ 3.9 มิลลิเมตร ในฟันที่พบเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ชนิดสลายเม็ดเลือดแดง และชนิดไม่สลายเม็ดเลือดแดง ตามลำดับ

การศึกษานี้มีการใช้เชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ที่แยกได้จากคลองรากฟันที่ล้มเหลวจากการรักษา อันประกอบด้วยเชื้อชนิดสลายเม็ดเลือดแดง และชนิดไม่สลายเม็ดเลือดแดง ทำการกระตุ้นเซลล์เอ็นอีทีปริพันธ์โดยใช้สารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส เพื่อประเมินการแสดงออกของ IL-8 และเปรียบเทียบผลกับการกระตุ้นด้วยเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส สายพันธุ์มาตรฐานที่เป็นกลุ่มควบคุมบวก ซึ่งไม่เคยมีรายงานในการศึกษาที่ผ่านมา โดยที่การใช้เชื้อจากคลองรากฟันดังกล่าวอาจให้ผลการทดลองที่มีความใกล้เคียงกับสภาวะทางคลินิกมากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส แต่ละชนิดในการเกิดรอยโรครอบปลายรากฟัน และอาจนำไปสู่การพัฒนากระบวนการรักษาคอนกรีตให้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะกรณีที่มีความล้มเหลวของการรักษาอันเนื่องมาจากเชื้อดังกล่าว

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถของสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ในการกระตุ้นให้มีการแสดงออกของ IL-8 ในเซลล์เอ็นอีทีปริพันธ์ เปรียบเทียบกับกรดไลโปโตนิก
2. เพื่อศึกษาการแสดงออกของ IL-8 ในเซลล์เอ็นอีทีปริพันธ์ที่ถูกกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส สายพันธุ์ที่แยกจากคลองรากฟัน เปรียบเทียบกับสายพันธุ์มาตรฐาน
3. เพื่อศึกษาการแสดงออกของ IL-8 ในเซลล์เอ็นอีทีปริพันธ์ที่ถูกกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส กลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง และกลุ่มที่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การเพาะเชื้อ และเตรียมสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลีส

การศึกษานี้ใช้เชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลีส ATCC 19433 สายพันธุ์มาตรฐาน จำนวน 1 สายพันธุ์ และสายพันธุ์ที่แยกจากคลองรากฟันที่ล้มเหลวจากการรักษาและมีรอยโรครอบปลายรากฟัน จำนวน 6 สายพันธุ์ อันประกอบด้วยเชื้อกลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง จำนวน 3 สายพันธุ์ (H-1 H-2 และ H-3) และกลุ่มที่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง จำนวน 3 สายพันธุ์ (NH-1 NH-2 และ NH-3) ซึ่งได้รับการศึกษาของภัทรมน ประไพสิทธิ์ (2562)

นำเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลีส ดังกล่าวข้างต้น ที่เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อแบบเหลวชนิดเบร็น ฮาร์ด อินฟิวชัน (Brain heart infusion broth) 20 ml ซึ่งบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จนได้ปริมาณเชื้อเท่ากับ 10^8 CFU/ml มาทำการสกัดสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อด้วยวิธีการปั่นแยกส่วนเป็นลำดับขั้น (Differential centrifugation) รายละเอียดดังในการศึกษาของ Krisanaprakornkit และคณะ (2000) จากนั้นวัดความเข้มข้นของโปรตีนในสารสกัดผนังเซลล์ด้วยชุดวัดปริมาณโปรตีน เพียช บีซีเอ (Pierce® BCA Protein Assay kit) และปรับความเข้มข้นให้ได้ตามต้องการ

2. การเตรียมเซลล์เอ็นไยด์ปริทันต์

เป็นเซลล์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเอ็นไยด์ปริทันต์บริเวณส่วนกลางของผิวรากฟัน จากซีฟันทอนของอาสาสมัครผู้ป่วยที่มีสุขภาพแข็งแรง และไม่มีโรคประจำตัว ซึ่งมารับบริการถอนฟันตามปกติ ณ คลินิกศัลยกรรมช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รหัสโครงการ EC6210-040) ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า “เซลล์เอ็นไยด์ปริทันต์” โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกซีฟัน คือ มีส่วนตัวฟันสมบูรณ์ ไม่มีรอยผุและวัสดุบูรณะบนตัวฟัน มีการสร้างรากฟันเสร็จสมบูรณ์ และไม่มีพยาธิสภาพใดๆของอวัยวะปริทันต์ สำหรับเกณฑ์การคัดเลือกซีฟันออก คือ ซีฟันที่ไม่ได้ถูกเก็บอย่างเหมาะสม หรือเป็นซีฟันที่ไม่สามารถนำมาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเอ็นไยด์ปริทันต์ได้ภายในเวลา 24 ชั่วโมง

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเอ็นไยด์ปริทันต์ เริ่มจากนำซีฟันทอนที่ถูกเก็บอยู่ภายในหลอดทดลองที่ปราศจากเชื้อ ซึ่งมีอาหารเลี้ยงเซลล์ชนิดแอลฟาเอ็มอีเอ็ม ที่มีฟีนอลเรด (MEM α with phenol red) และซีรัมวัวร้อยละ 10 มาล้างด้วยสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ซาลิน (Phosphate buffer saline) หลายๆครั้ง แล้วใช้มีดผ่าตัดดูดแยกเนื้อเยื่อเอ็นไยด์ปริทันต์จากบริเวณตอนกลางของผิวรากฟันมาทำการเพาะเลี้ยงในจานเลี้ยงเซลล์ขนาด 35 mm (PYREX®, Fisher Scientific, Thermo Fisher Scientific, Canada) ในอาหารเลี้ยงเซลล์ชนิดดูลเบคโก โมดิฟาย อีเกิล มีเดีย (Dulbecco's modified eagle medium) ที่ประกอบด้วยซีรัมวัวร้อยละ 10 เพนิซิลลิน 100 units/ml แอมโฟเทอรีซิน บี 0.25 μ g/ml โดยบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 และมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 จนเซลล์เริ่มเจริญออกมาจากชิ้นเนื้อ หลังจากเซลล์เพิ่มจำนวนได้ประมาณร้อยละ 80 ของภาชนะเลี้ยงเซลล์ ให้ทำการขยายจำนวนเซลล์โดยการย้ายลงบนจานเลี้ยงเซลล์ใหม่ (subculture) ซึ่งนับเป็นเซลล์รุ่นที่ 1 สำหรับเซลล์ที่ใช้ในการศึกษานี้จะเป็นเซลล์ในรุ่นที่ 3 ถึง 5

3. การศึกษาความสามารถของสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลีส ในการกระตุ้นให้เซลล์เอ็นไยด์ปริทันต์มีการแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 เปรียบเทียบกับกรดไลโปไคติก เมื่อทำการบ่มเป็นเวลา 0 6 48 และ 72 ชั่วโมง

ทำการเพาะเลี้ยงเซลล์เอ็นไยด์ปริทันต์ลงในจานเลี้ยงเซลล์ชนิด 6 หลุม (Corning Costar® TC-Treated Multiple Well Plates, Sigma-Aldrich®, Merck, Germany) แต่ละหลุมมีปริมาณเซลล์หลุมละ 5×10^4 เซลล์ บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศา



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

เซลล์เชื้อ ความเข้มข้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 และมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 เป็นเวลา 3 วัน โดยเมื่อมีความหนาแน่นของปริมาณเซลล์ร้อยละ 70 ถึง 80 ของภาชนะเลี้ยงเซลล์ จึงนำมาทดสอบกับสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส พีคาลีส ATCC 19433 สายพันธุ์มาตรฐาน เปรียบเทียบกับกรดไลโปไคโคอิก (Sigma-Aldrich®, St Louis, MO, USA) ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมบวก (positive control) โดยใช้ความเข้มข้น 10 µg/ml บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส หลังจากบ่มครบตามกำหนดของแต่ละช่วงเวลาแล้ว ให้ดูดส่วนน้ำใส (conditioned media) ของแต่ละหลุมออก และนำเซลล์เอ็นยิดปริทันต์ที่เหลืออยู่ในแต่ละหลุมมาสกัด RNA ด้วยชุดสกัดอินนูเพรพ (innuPREP® DNA/RNA Mini Kit, Analytik Jena AG, Germany) จากนั้นนำ RNA ปริมาณ 2 ถึง 3 µg มาทำการสังเคราะห์ cDNA ด้วยชุดสกัดรีเวิร์สเอด (RevertAid® First Strand cDNA Synthesis Kit, Thermo Scientific, Lithuania) นำ cDNA ที่ได้มาตรวจวัดระดับ mRNA ของ IL-8 ด้วยวิธีการเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมในสภาพจริงด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส (real-time quantitative polymerase chain reaction หรือ real time PCR) และติดตามผลจากการติดสี SYBR-Green ซึ่งใช้ cDNA ปริมาณ 5 µl ต่อปฏิกิริยาเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรม ณ ตำแหน่งของยีนที่สนใจ และใช้ไพรเมอร์จำเพาะสำหรับยีนดังกล่าว (ตารางที่ 1) ทำการทดลองสองครั้ง โดยใช้เซลล์เอ็นยิดปริทันต์จากซีฟีนของผู้ป่วยรายเดียวกัน และทำการทดสอบในขั้นตอน real-time PCR ตัวอย่างละสองซ้ำ คำนวณปริมาณการแสดงออกของ mRNA ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปของเครื่องเรียลไทม์ พีซีอาร์ ดีเทกชัน ซิสเต็ม (CFX96 Touch Real-Time PCR System, BIO-RAD®, USA) โดยอ้างอิงตามการศึกษาของ Gao และคณะ (2015) ดังนี้

$$\Delta\Delta Ct = (Ct_{\text{target gene}} - Ct_{\text{housekeeping gene}})_{\text{treatment}} - (Ct_{\text{target gene}} - Ct_{\text{housekeeping gene}})_{\text{control}}$$

$$\text{Fold of induction} = 2^{\Delta\Delta Ct}$$

เปรียบเทียบปริมาณการแสดงออกของ IL-8 ในเซลล์เอ็นยิดปริทันต์ด้วยสถิติแมน วิทนีย ยู ที่ระดับนัยสำคัญ $p = 0.05$ เนื่องจากการทดลองนี้มีจำนวนตัวอย่างค่อนข้างน้อย และข้อมูลไม่ได้มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ

ตารางที่ 1 ไพรเมอร์จำเพาะที่ใช้ในการศึกษาการแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 และ GAPDH อ้างอิงตามการศึกษาของ Krisanaprakornkit และคณะ (2000)

Name	Sequence	Amplicon size (bp)
IL-8	F 5'- TTT CTG ATG GAG AGA GCT CTG TCT GG -3'	598
	R 5'- AGT GGA ACA AGA CTT GTG GAT CCT GG -3'	
GAPDH	F 5'- ACC ACA GTC CAT GCC ATC ACT GC -3'	452
	R 5'- TCC ACC ACC CTG TTG CTG TAG C -3'	

4. การศึกษาการแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 ในเซลล์เอ็นยิดปริทันต์ที่ถูกกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส พีคาลีส ความเข้มข้น 100 µg/ml เปรียบเทียบกับความเข้มข้น 10 µg/ml เมื่อทำการบ่มเป็นเวลา 24 48 และ 72 ชั่วโมง

เนื่องจากการศึกษาของ อุมพร พรหมแก้ว (2562) พบว่าการกระตุ้นเซลล์เอ็นยิดปริทันต์ด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส พีคาลีส ATCC 19433 สายพันธุ์มาตรฐาน ความเข้มข้น 10 µg/ml ทำให้มีปริมาณการแสดงออกของ



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

IL-8 ไม่แตกต่างจากความเข้มข้น 100 µg/ml เมื่อทำการบ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดังนั้น การทดลองนี้จะเป็นการเปรียบเทียบปริมาณการแสดงออกของ IL-8 ในเซลล์เอ็นไธโดปริทันต์ ระหว่างการกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์เชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลีส ATCC 19433 สายพันธุ์มาตรฐาน ความเข้มข้น 10 µg/ml และ 100 µg/ml โดยทำการบ่มเป็นเวลา 24 48 และ 72 ชั่วโมง ทำการเพาะเลี้ยงเซลล์เอ็นไธโดปริทันต์และประเมินการแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 เช่นเดียวกับการทดลองข้างต้น เปรียบเทียบปริมาณการแสดงออกของ IL-8 ในเซลล์เอ็นไธโดปริทันต์ด้วยสถิติแมน วิทนี ยู ที่ระดับนัยสำคัญ $p = 0.05$ เนื่องจากการทดลองนี้มีจำนวนตัวอย่างไม่มากนัก และข้อมูลไม่ได้มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ ผลการทดลองพบว่า สารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลีส ดังกล่าว ความเข้มข้น 100 µg/ml บ่มกับเซลล์เอ็นไธโดปริทันต์เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำให้เซลล์เอ็นไธโดปริทันต์มีปริมาณการแสดงออกของ IL-8 สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.029$) จึงนำความเข้มข้นและเวลาบ่มดังกล่าวไปใช้ในการทดลองต่อไป (การทดลองนี้จัดเป็นขั้นตอนหนึ่งของการศึกษา แต่ไม่ใช่วัตถุประสงค์การวิจัย จึงขอกล่าวโดยสรุปไว้ในระเบียบวิธีวิจัยเพื่ออธิบายเหตุผลของการใช้สารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลีส ความเข้มข้น 100 µg/ml และเวลาบ่ม 48 ชั่วโมง ในการทดลองต่อไป)

5. การศึกษาการแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 ในเซลล์เอ็นไธโดปริทันต์ที่ถูกกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลีส สายพันธุ์ที่แยกจากคลองรากฟัน เปรียบเทียบกับสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลีส ATCC 19433 สายพันธุ์มาตรฐาน

ทำการเพาะเลี้ยงเซลล์เอ็นไธโดปริทันต์เพื่อนำมาทดสอบกับสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลีส ที่แยกจากคลองรากฟัน จำนวน 6 สายพันธุ์ ประกอบด้วยเชื้อกลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง และกลุ่มที่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง กลุ่มละ 3 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับการกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลีส ATCC 19433 สายพันธุ์มาตรฐาน ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมบวก (positive control) โดยใช้ความเข้มข้นของสารสกัดผนังเซลล์ 100 µg/ml บ่มกับเซลล์เอ็นไธโดปริทันต์เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากบ่มครบตามกำหนดเวลาแล้ว จึงสกัด RNA และสังเคราะห์ cDNA เพื่อประเมินการแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 ด้วยวิธีการดังกล่าวข้างต้น ทำการทดลองสามครั้ง โดยใช้เซลล์เอ็นไธโดปริทันต์จากซี่ฟันของผู้ป่วยรายเดียวกัน และทำการทดสอบในขั้นตอน real-time PCR ตัวอย่างละสองซ้ำ เปรียบเทียบปริมาณการแสดงออกของ IL-8 ในเซลล์เอ็นไธโดปริทันต์ ระหว่างการกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลีส สายพันธุ์ที่แยกจากคลองรากฟัน และสายพันธุ์มาตรฐาน และระหว่างการกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลีส กลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง และกลุ่มที่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง ด้วยสถิติแมน วิทนี ยู ที่ระดับนัยสำคัญ $p = 0.05$ เนื่องจากการทดลองนี้มีจำนวนตัวอย่างค่อนข้างน้อย และข้อมูลไม่ได้มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ

ผลการวิจัย

1. ความสามารถของสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลีส ในการกระตุ้นให้เซลล์เอ็นไธโดปริทันต์มีการแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 เปรียบเทียบกับการกระตุ้นด้วยกรดไลโปโตนิก เมื่อทำการบ่มเป็นเวลา 0 6 48 และ 72 ชั่วโมง

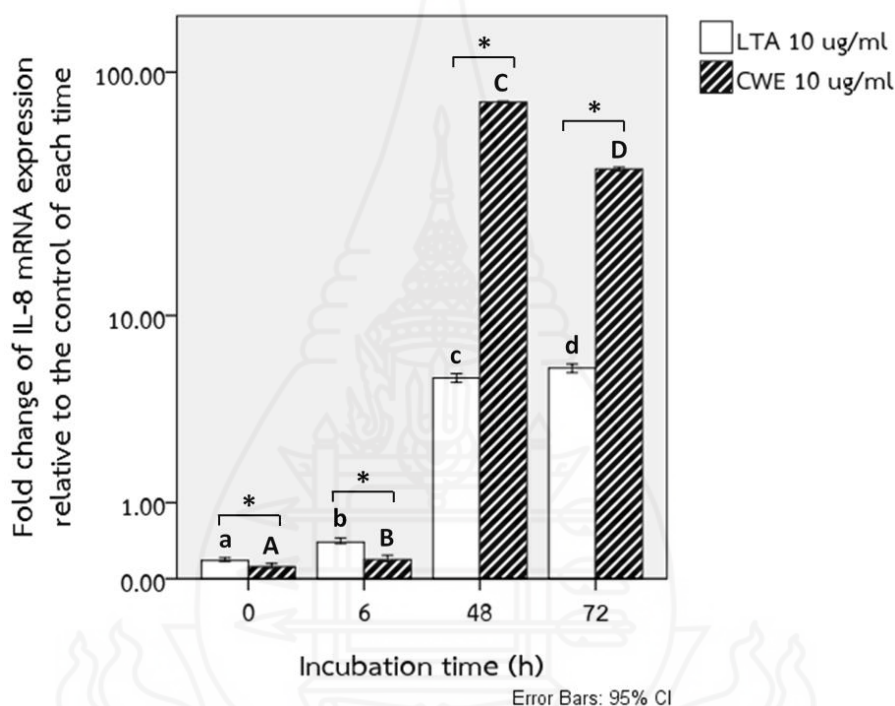
การกระตุ้นเซลล์เอ็นไธโดปริทันต์ด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลีส ATCC 19433 สายพันธุ์มาตรฐาน เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำให้มีปริมาณการแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาอื่นๆ ($p = 0.029$) ซึ่งมีปริมาณการแสดงออกโดยเฉลี่ยประมาณ 76 เท่า เทียบกับกลุ่มควบคุม



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ในขณะที่การกระตุ้นด้วยกรดไลโปไคติก ทำให้มีปริมาณการแสดงของ mRNA ของ IL-8 เพิ่มขึ้นตามเวลาที่เพิ่มขึ้น (time dependent) โดยมีปริมาณการแสดงออกสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อกระตุ้นเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ($p = 0.029$) ซึ่งมีปริมาณการแสดงออกโดยเฉลี่ยประมาณ 6 เท่า เทียบกับกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ การกระตุ้นเซลล์เอ็นอีทีปริทันต์เป็นเวลา 48 และ 72 ชั่วโมง ทำให้มีปริมาณการแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับที่เวลา 0 และ 6 ชั่วโมง โดยที่สารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส พิคาลิส ATCC 19433 สายพันธุ์มาตรฐาน ทำให้มีปริมาณการแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 สูงกว่าการกระตุ้นด้วยกรดไลโปไคติก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.029$) (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ความสามารถของสารสกัดผนังเซลล์ (CWE) ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส พิคาลิส ATCC 19433 สายพันธุ์มาตรฐาน ในการกระตุ้นเซลล์เอ็นอีทีปริทันต์ให้มีการแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 เปรียบเทียบกับการกระตุ้นด้วยกรดไลโปไคติก (LTA) (ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็กที่แตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาภายในกลุ่ม LTA ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ที่แตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาภายในกลุ่ม CWE และสัญลักษณ์ * แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการกระตุ้นด้วย CWE และ LTA ในแต่ละช่วงเวลา)

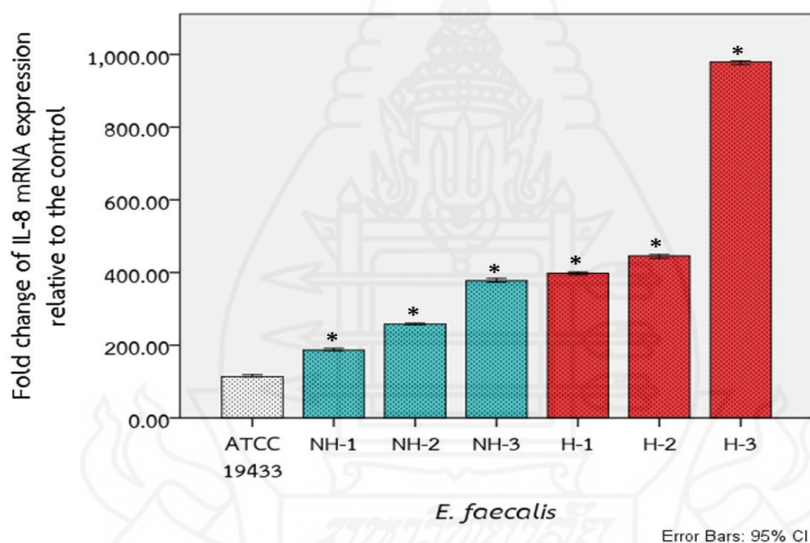
2. การแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 ในเซลล์เอ็นอีทีปริทันต์ที่ถูกกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโร-คอคคัส พิคาลิส สายพันธุ์ที่แยกจากคลองรากฟัน เปรียบเทียบกับการกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโร-คอคคัส พิคาลิส ATCC 19433 สายพันธุ์มาตรฐาน



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

การกระตุ้นเซลล์เอ็นไธดปริพันธ์ด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลีส สายพันธุ์ที่แยกจากคลองรากฟัน ทั้งกลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง และกลุ่มที่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง ทำให้มีปริมาณการแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 สูงกว่าการกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของสายพันธุ์มาตรฐานดังกล่าวอย่างชัดเจน ปริมาณการแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 มีค่าประมาณ 398 445 และ 978 สำหรับสายพันธุ์ H-1 H-2 และ H-3 ตามลำดับ และมีค่าประมาณ 187 258 และ 379 สำหรับสายพันธุ์ NH-1 NH-2 และ NH-3 ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์ ATCC 19433 ทำให้มีปริมาณการแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 โดยเฉลี่ยประมาณ 115 เท่า เทียบกับกลุ่มควบคุม จากการวิเคราะห์พบว่าสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลีส ที่แยกจากคลองรากฟันทั้งหกสายพันธุ์ ทำให้มีปริมาณการแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 สูงกว่าการกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของสายพันธุ์มาตรฐาน (ATCC 19433) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.002$) นอกจากนี้ยังพบว่า การกระตุ้นเซลล์เอ็นไธดปริพันธ์ด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของกลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง ทำให้มีปริมาณการแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 สูงกว่าการกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของกลุ่มที่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) (ภาพที่ 2 และ 3)

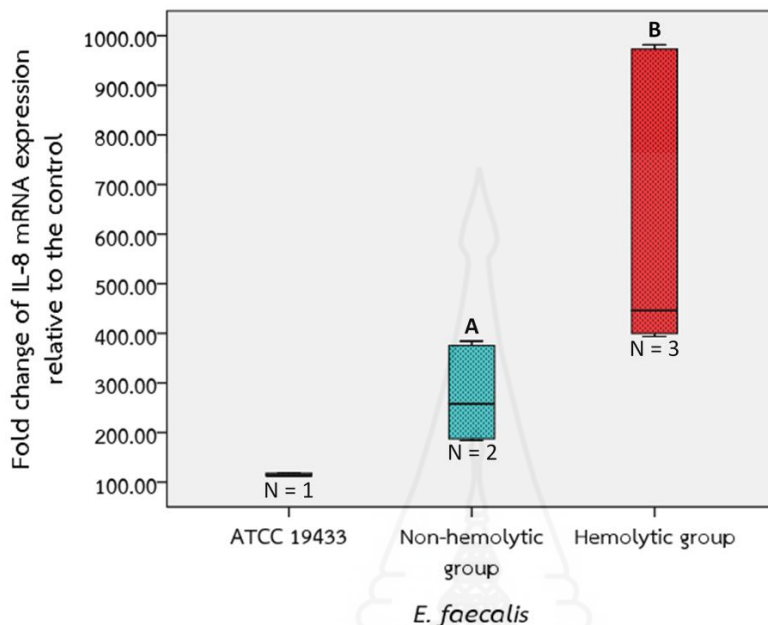


ภาพที่ 2 การแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 ในเซลล์เอ็นไธดปริพันธ์ ที่ถูกกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลีส สายพันธุ์ที่แยกจากคลองรากฟัน (NH- และ H-) เปรียบเทียบกับสายพันธุ์มาตรฐาน (ATCC 19433) (สัญลักษณ์ * แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลีส ที่แยกจากคลองรากฟันแต่ละสายพันธุ์ กับสายพันธุ์มาตรฐาน)



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference



ภาพที่ 3 การแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 ในเซลล์เอ็นยิดปริทันต์ ที่ถูกกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง (non-hemolytic group) และกลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง (hemolytic group) (ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ที่แตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง และกลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง)

อภิปรายผลการวิจัย

1. ความสามารถของสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ในการกระตุ้นให้เซลล์เอ็นยิดปริทันต์มีการแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 เปรียบเทียบกับการกระตุ้นด้วยกรดไลโปไคติก เมื่อทำการบ่มเป็นเวลา 0 6 48 และ 72 ชั่วโมง

ผลการศึกษานี้พบว่าสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส มีความสามารถในการกระตุ้นให้เซลล์เอ็นยิดปริทันต์มีการแสดงออกของ IL-8 ได้เช่นเดียวกับกรดไลโปไคติกที่เป็นกลุ่มควบคุมบวก โดยที่เวลา 48 และ 72 ชั่วโมง จะพบว่าเซลล์เอ็นยิดปริทันต์ที่ถูกกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์มีปริมาณการแสดงออกของ IL-8 สูงกว่าการกระตุ้นด้วยกรดไลโปไคติกอย่างชัดเจนและมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นการยืนยันถึงคุณสมบัติขององค์ประกอบภายในผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวกที่สามารถกระตุ้นให้มีการตอบสนองของเซลล์เอ็นยิดปริทันต์ อันมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการอักเสบและทำลายเนื้อเยื่อ ในขณะการศึกษาของ อุมพร พรหมแก้ว (2562) พบว่าสารสกัดผนังเซลล์ดังกล่าว ความเข้มข้น 10 $\mu\text{g/ml}$ ทำให้เซลล์เอ็นยิดปริทันต์มีปริมาณการแสดงออกของ IL-8 สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างชัดเจน แต่ไม่แตกต่างจากการกระตุ้นด้วยกรดไลโปไคติก เมื่อทำการบ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นอกจากนี้ ผลการศึกษาของ Zhang และคณะ (2015) พบว่าเซลล์เอ็นยิดปริทันต์ที่ถูกกระตุ้นด้วยกรดไลโปไคติก ความเข้มข้น 10 $\mu\text{g/ml}$ จะมีปริมาณการสร้าง IL-8 สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างจากการกระตุ้นด้วยเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ที่ถูกทำให้ตายด้วยความร้อน 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

เมื่อทำการบ่มไปจนถึงเวลา 24 ชั่วโมง โดยประเมินการสร้าง IL-8 ด้วยปฏิกิริยาเอนไซม์อิมมูโนแอสเสย์ (Enzyme-linked immunosorbent assays หรือ ELISA) ผลการศึกษาที่แตกต่างกัน อาจเป็นผลจากช่วงเวลาประเมินผลที่แตกต่างกัน วิธีการประเมินปริมาณ IL-8 ที่แตกต่างกัน หรืออาจเป็นผลจากความร้อนที่ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพขององค์ประกอบภายในผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส จึงทำให้เสียคุณสมบัติในการกระตุ้นเซลล์เอ็นอีทีปรีทันต์ การที่สารสกัดผนังเซลล์ทำให้มีปริมาณการแสดงออกของ IL-8 ในเซลล์เอ็นอีทีปรีทันต์ สูงกว่าการกระตุ้นด้วยกรดไลโปโพลีโคอิด เป็นการสนับสนุนการศึกษาของ Kengatharan และคณะ (1998) การศึกษาของ Middelveld และ Alving (2000) และการศึกษาของ Ray และคณะ (2013) ที่กล่าวว่าองค์ประกอบอื่นๆในผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวกอาจทำหน้าที่ร่วมกับกรดไลโปโพลีโคอิด ในการเหนี่ยวนำให้เกิดการกระตุ้นการอักเสบและทำลายเนื้อเยื่อ

2. การแสดงออกของ mRNA ของ IL-8 ในเซลล์เอ็นอีทีปรีทันต์ที่ถูกกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโร-คอคคัส ฟิคาลิส สายพันธุ์ที่แยกจากคลองรากฟัน เปรียบเทียบกับการกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโร-คอคคัส ฟิคาลิส ATCC 19433 สายพันธุ์มาตรฐาน

ผลการศึกษาพบว่า สารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส ที่แยกจากคลองรากฟันทั้งหกสายพันธุ์ ทำให้มีปริมาณการแสดงออกของ IL-8 สูงกว่าสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส ATCC 19433 สายพันธุ์มาตรฐานที่เป็นกลุ่มควบคุมบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น เชื้อสายพันธุ์ที่แยกจากคลองรากฟันจึงอาจมีความสามารถในการกระตุ้นให้เกิดกระบวนการอักเสบและทำลายเนื้อเยื่อได้มากกว่าเชื้อสายพันธุ์มาตรฐาน และการตอบสนองของเซลล์เอ็นอีทีปรีทันต์ต่อสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อที่แยกจากคลองรากฟันอาจมีความใกล้เคียงกับสภาวะทางคลินิกมากกว่าด้วยโดยสันนิษฐานว่า เชื้อที่แยกจากคลองรากฟันที่เคยได้รับการรักษา อาจเกิดการพัฒนาสายพันธุ์ให้มีความสามารถในการดำรงชีวิตอยู่ในสภาวะที่ขาดแคลนอาหาร ซึ่งแตกต่างจากเชื้อสายพันธุ์มาตรฐานที่ถูกเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความแตกต่างของการตอบสนองของเซลล์เอ็นอีทีปรีทันต์ดังเช่นในผลการศึกษานี้ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาใดในปัจจุบันที่เปรียบเทียบผลการกระตุ้นเซลล์เอ็นอีทีปรีทันต์ ระหว่างเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส สายพันธุ์ที่แยกจากคลองรากฟัน และสายพันธุ์มาตรฐาน

การศึกษามูลการตอบสนองของเซลล์เอ็นอีทีปรีทันต์ เปรียบเทียบระหว่างการกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของ เชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส กลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง (hemolytic group) และกลุ่มที่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง (non-hemolytic group) พบว่าสารสกัดผนังเซลล์ของกลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง ทำให้มีปริมาณการแสดงออกของ IL-8 สูงกว่าสารสกัดผนังเซลล์ของกลุ่มที่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น เชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส กลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง จึงอาจมีความสามารถในการกระตุ้นให้เกิดกระบวนการอักเสบและทำลายเนื้อเยื่อได้มากกว่ากลุ่มที่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง ซึ่งสนับสนุนผลการศึกษาของ Ike และคณะ (1984) ที่รายงานว่าเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส ที่สามารถสร้างสารสลายเม็ดเลือดแดง (hemolysin) จะมีความสามารถในการก่อโรครุนแรงกว่าเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส ที่ไม่สามารถสร้างสารดังกล่าวได้อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากพบว่าค่าของปริมาณสารที่ให้อยู่ตรงกับสัตว์ทดลองแล้วทำให้สัตว์ทดลองตายไปร้อยละ 50 ของจำนวนสัตว์ทดลองทั้งหมด (LD50) ของหนูที่มีการติดเชื้อผ่านทางช่องท้อง (intraperitoneal infection) ด้วยเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส ชนิดไม่สลายเม็ดเลือดแดง จะสูงกว่าค่าดังกล่าวของชนิดสลายเม็ดเลือดแดงถึงสิบเท่า นอกจากนี้ การศึกษาของ Huycke และคณะ (1991) พบว่าร้อยละ 91.2 ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส ที่มีความสามารถในการต้านทานต่อยาเจนตาไมซิน (gentamycin) จะสามารถสร้างสารสลายเม็ดเลือดแดงได้ และพบว่าผู้ป่วยที่มีภาวะติดเชื้อใน



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

กระแสเลือด (bacteremia) ด้วยเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ที่สามารถสร้างสารสลายเม็ดเลือดแดงและต้านทานต่อยาเจนตาไมซิน จะมีความเสี่ยงในการเสียชีวิตภายในสามสัปดาห์เพิ่มขึ้นถึงห้าเท่า เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ป่วยที่ติดเชื้อในกระแสเลือดด้วยเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ที่ไม่สามารถสร้างสารสลายเม็ดเลือดแดงซึ่งมักไวต่อยาเจนตาไมซิน เช่นเดียวกับการศึกษาของ Ike และคณะ (1987) ที่พบว่าเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ชนิดสลายเม็ดเลือดแดง ซึ่งแยกได้จากผู้ป่วยที่มีภาวะติดเชื้อผ่านทางหลอดเลือด (parenteral infection) จะสามารถต้านทานยาปฏิชีวนะได้ถึงร้อยละ 90 เมื่อเปรียบเทียบกับชนิดไม่สลายเม็ดเลือดแดงที่ต้านทานยาปฏิชีวนะได้เพียงร้อยละ 19 การศึกษาเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า สารสลายเม็ดเลือดแดงที่แบคทีเรียสร้างขึ้นอาจมีความเกี่ยวข้องกับความรุนแรงของโรค และการต้านทานต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาใดที่อธิบายกลไกของสารสลายเม็ดเลือดแดงที่สร้างจากแบคทีเรียเกี่ยวกับกระบวนการก่อโรคต่างๆ ในมนุษย์ และยังไม่มีการศึกษาที่เปรียบเทียบผลการกระตุ้นเซลล์เอ็นอีทีปริทันต์ ระหว่างเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส กลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง และกลุ่มที่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง

เมื่อพิจารณาข้อมูลทางคลินิกของผู้ป่วยแต่ละรายที่แยกเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ได้จากคลองรากฟัน ซึ่งได้รับการศึกษาของ ภัทรมน ประไพสิทธิ์ (2562) พบว่าเชื้อกลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง จะแยกได้จากคลองรากฟันของฟันที่มีอาการแสดงทางคลินิกอย่างชัดเจน คือ เคาะเจ็บ มีรูเปิดหนอง (sinus opening) และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยโรครอบปลายรากฟันโดยเฉลี่ย 6.2 มิลลิเมตร ยกเว้นสายพันธุ์ H-3 ที่ได้จากฟันที่รอยโรครอบปลายรากขนาด 2 มิลลิเมตร ในขณะที่เชื้อกลุ่มที่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง จะแยกได้จากคลองรากฟันของฟันที่ไม่มีอาการแสดงทางคลินิก และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยโรครอบปลายรากฟันโดยเฉลี่ยประมาณ 3.9 มิลลิเมตร ยกเว้นสายพันธุ์ NH-3 ที่ได้จากฟันที่มีรูเปิดหนอง หากพิจารณาร่วมกับผลการตอบสนองของเซลล์เอ็นอีทีปริทันต์ที่พบว่าสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อทุกสายพันธุ์ในกลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง ทำให้เซลล์เอ็นอีทีปริทันต์มีปริมาณการแสดงออกของ IL-8 สูงกว่าการกระตุ้นด้วยสารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อทุกสายพันธุ์ในกลุ่มที่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง ก็มีความสอดคล้องกับการที่มักพบเชื้อกลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดงในคลองรากฟันของฟันที่มีอาการแสดงทางคลินิกอย่างชัดเจน สำหรับสายพันธุ์ NH-3 ที่แยกได้จากคลองรากฟันของฟันที่มีรูเปิดหนอง ก็พบว่ามีปริมาณการแสดงออกของ IL-8 ใกล้เคียงกับเชื้อกลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดงด้วยเช่นกัน (สายพันธุ์ H-1 และ H-2) จากข้อมูลดังกล่าวนี้ ทำให้สันนิษฐานว่าความสามารถของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส ในการกระตุ้นให้เซลล์เอ็นอีทีปริทันต์มีการแสดงออกของ IL-8 อาจมีความเกี่ยวข้องกับความรุนแรงของอาการแสดงทางคลินิก หรือขนาดของรอยโรครอบปลายรากฟัน ซึ่งการศึกษาของ Bendre และคณะ (2003) รายงานว่า IL-8 มีผลเหนี่ยวนำกระบวนการสร้างเซลล์ที่ทำหน้าที่ทำลายกระดูกหรือเซลล์ออสติโอคลาสต์ (osteoclastogenesis) และสามารถเหนี่ยวนำการทำหน้าที่ของเซลล์ดังกล่าวด้วย อย่างไรก็ตาม ปัจจัยอื่นๆอาจมีผลต่ออาการแสดงทางคลินิก และขนาดของรอยโรครอบปลายรากฟัน เช่น โมเลกุลชนิดอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบและทำลายเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน เชื้อชนิดอื่นๆ ซึ่งอาจอยู่ภายในคลองรากฟันที่แยกเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส มาทำการศึกษา ความสามารถในการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันของผู้ป่วยแต่ละราย ฯลฯ เนื่องจากผลการศึกษาพบว่าสายพันธุ์ H-3 ทำให้มีปริมาณการแสดงออกของ IL-8 สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อสายพันธุ์อื่นๆที่แยกจากคลองรากฟัน แต่กลับไม่ได้มาจากคลองรากฟันของฟันที่มีอาการทางคลินิกที่ชัดเจน

การศึกษานี้ ทำการทดสอบโดยใช้เชื้อจากคลองรากฟันจำนวนหกสายพันธุ์ เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องระยะเวลาการปฏิบัติงาน ประกอบกับวิธีการทางชีวโมเลกุลและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ค่อนข้างละเอียดอ่อนและเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย ทำให้เกิดข้อจำกัดในการนำข้อสรุปของผลการทดลองไปใช้ เพราะเป็นผลการเปรียบเทียบของเชื้อกลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

และกลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง กลุ่มละสามสายพันธุ์เท่านั้น อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้ยังสามารถแสดงให้เห็นความแตกต่างของการแสดงออกของ IL-8 ในเซลล์เอ็นไธดปริทันต์ ระหว่างการกระตุ้นด้วยเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส กลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง และกลุ่มที่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง ซึ่งจะเป็ข้อมูลเบื้องต้นให้สำหรับการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

ดังนั้น จึงสรุปผลการศึกษาได้ว่า (1) สารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส มีความสามารถในการกระตุ้นให้เซลล์เอ็นไธดปริทันต์ตอบสนองด้วยแสดงออกของ IL-8 ได้เช่นเดียวกับกรดไลโปโพลีไซคลิก (2) สารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส สายพันธุ์ที่แยกจากคลองรากฟัน สามารถกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองดังกล่าวได้มากกว่าสายพันธุ์มาตรฐาน และ (3) สารสกัดผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส กลุ่มที่สลายเม็ดเลือดแดง สามารถกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองดังกล่าวได้มากกว่ากลุ่มที่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาที่พบว่าเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส ชนิดสลายเม็ดเลือดแดง ที่แยกจากคลองรากฟัน มีความสามารถในการกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองของเซลล์เอ็นไธดปริทันต์ด้วยการแสดงออกของ IL-8 ได้มากกว่าชนิดที่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง ซึ่ง IL-8 เป็นสารก่อการอักเสบชนิดหนึ่งที่เกี่ยวข้องในกระบวนการอักเสบและทำลายเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน ประกอบกับการศึกษาที่ผ่านมาที่รายงานว่าสารสลายเม็ดเลือดแดงที่เชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส สร้างขึ้นอาจเกี่ยวข้องกับความรุนแรงของโรค และการต้านทานต่อยาปฏิชีวนะ ดังนั้น การนำเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส ชนิดที่สลายเม็ดเลือดแดง ซึ่งได้จากคลองรากฟันที่ล้มเหลวจากการรักษา มาทำการศึกษาร่วมกับยาที่ใช้ในระหว่างการรักษาคคลองรากฟัน น้ำยาล้างคลองรากฟัน หรือวิธีการต่างๆ ที่ใช้สำหรับกำจัดเชื้อในคลองรากฟัน เพื่อประเมินการดื้อยาหรือความสามารถในการมีชีวิตรอดจากกระบวนการกำจัดเชื้อ หรือเพื่อคิดค้นสารที่ยับยั้งการกระตุ้นเซลล์เจ้าบ้านผ่านทางตัวรับที่มีความจำเพาะกับองค์ประกอบในผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส อาจให้ผลการทดลองที่เป็นประโยชน์สำหรับการพัฒนากระบวนการรักษาคคลองรากฟันในกรณีที่มีความล้มเหลวจากการรักษาที่มีความเกี่ยวข้องกับเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส ซึ่งเป็นเชื้อที่พบได้บ่อยที่สุดในกรณีดังกล่าว และยังคงเป็นปัญหาสำคัญของการรักษาคคลองรากฟันในปัจจุบัน

เอกสารอ้างอิง

- ภัทรมน ประไพสิทธิ์. (2562). ความชุกของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส ในฟันที่ล้มเหลวจากการรักษาคคลองรากฟัน ที่มีรอยโรคปลายรากฟัน ด้วยวิธี *real-time quantitative PCR (qPCR)* และการเพาะเลี้ยงเชื้อ (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- อุมาพร พรหมแก้ว. (2562). ความสามารถในการยึดเกาะเซลล์ การเข้าสู่เซลล์ ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส ต่อเซลล์เนื้อเยื่อใน เซลล์เอ็นไธดปริทันต์ และเซลล์เยื่อผิวช่องปาก และการกระตุ้นภูมิคุ้มกันด้วยสารสกัดจากผนังเซลล์ของเชื้อเอนเทอโรคอคคัส ฟิคาลิส สายพันธุ์มาตรฐาน (ATCC 19433) ต่อเซลล์เอ็นไธดปริทันต์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. Enterococcus faecalis: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *Journal of endodontics*. 2006;32(2):93-8.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

- Ginsburg I. Role of lipoteichoic acid in infection and inflammation. *The Lancet Infectious diseases*. 2002;2(3):171-9.
- Kang SS, Sim JR, Yun CH, Han SH. Lipoteichoic acids as a major virulence factor causing inflammatory responses via Toll-like receptor 2. *Archives of pharmacal research*. 2016;39(11):1519-29.
- Marton LJ, Kiss C. Protective and destructive immune reactions in apical periodontitis. *Oral microbiology and immunology*. 2000;15(3):139-50.
- Tang L, Zhou XD, Wang Q, Zhang L, Wang Y, Li XY, et al. Expression of TRAF6 and pro-inflammatory cytokines through activation of TLR2, TLR4, NOD1, and NOD2 in human periodontal ligament fibroblasts. *Archives of oral biology*. 2011;56(10):1064-72.
- Zhang L, Wang T, Lu Y, Zheng Q, Gao Y, Zhou X, et al. Tumor Necrosis Factor Receptor-associated Factor Plays a Role in the Inflammatory Responses of Human Periodontal Ligament Fibroblasts to *Enterococcus faecalis*. *Journal of endodontics*. 2015;41(12):1997-2001.
- Kengatharan KM, De Kimpe S, Robson C, Foster SJ, Thiemermann C. Mechanism of gram-positive shock: identification of peptidoglycan and lipoteichoic acid moieties essential in the induction of nitric oxide synthase, shock, and multiple organ failure. *The Journal of experimental medicine*. 1998;188(2):305-15.
- Middelveld RJ, Alving K. Synergistic septicemic action of the gram-positive bacterial cell wall components peptidoglycan and lipoteichoic acid in the pig in vivo. *Shock (Augusta, Ga)*. 2000;13(4):297-306.
- Ray A, Cot M, Puzo G, Gilleron M, Nigou J. Bacterial cell wall macroamphiphiles: pathogen-/microbe-associated molecular patterns detected by mammalian innate immune system. 2003;95(1):33-42.
- Huycke MM, Spiegel CA, Gilmore MS. Bacteremia caused by hemolytic, high-level gentamicin-resistant *Enterococcus faecalis*. *Antimicrobial agents and chemotherapy*. 1991;35(8):1626-34.
- Ike Y, Hashimoto H, Clewell DB. Hemolysin of *Streptococcus faecalis* subspecies *zymogenes* contributes to virulence in mice. *Infection and immunity*. 1984;45(2):528-30.
- Gao R, Kryciak D, Petersen K, Utpatel C, Knapp A, Schmeisser C, et al. Genome-wide RNA sequencing analysis of quorum sensing-controlled regulons in the plant-associated *Burkholderia glumae* PG1 strain. *Applied and environmental microbiology*. 2015;81(23):7993-8007.
- Krisanaprakornkit S, Kimball JR, Weinberg A, Darveau RP, Bainbridge BW, Dale BA. Inducible expression of human beta-defensin 2 by *Fusobacterium nucleatum* in oral epithelial cells: multiple signaling pathways and role of commensal bacteria in innate immunity and the epithelial barrier. *Infection and immunity*. 2000;68(5):2907-15.
- Ike Y, Hashimoto H, Clewell DB. High incidence of hemolysin production by *Enterococcus* (*Streptococcus*) *faecalis* strains associated with human parenteral infections. *Journal of clinical microbiology*. 1987;25(8):1524-8.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

Bendre MS, Montague DC, Peery T, Akel NS, Gaddy D, Suva LJ. Interleukin-8 stimulation of osteoclastogenesis and bone resorption is a mechanism for the increased osteolysis of metastatic bone disease. Bone. 2003;33(1):28-37.





การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

การศึกษาผลกระทบด้านสุขภาพจากการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในเขตจังหวัดแพร่

The Study of Health Impact from Alcohol Consumption in Phrae Province

สมบัติ สลักหาลาย (Sombat Salaklai)¹ สมคิด จูหว่า (Somkid Juwa)²

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงสำรวจนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปัจจัยการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และผลกระทบด้านสุขภาพจากการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในเขตจังหวัดแพร่ กลุ่มตัวอย่างเป็นประชาชนอายุ 15 ปีขึ้นไปที่อาศัยอยู่ในเขตจังหวัดแพร่ จำนวน 400 คน สุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage random sampling) เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยจำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการสูบบุหรี่เป็นประจำ ร้อยละ 43.0 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เป็นประจำ กลุ่มตัวอย่างจะดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในเทศกาลสำคัญ ได้แก่ สงกรานต์ งานแต่งงาน งานขึ้นบ้านใหม่ ร้อยละ 98.3, 92.0 และ 90.5 ตามลำดับ บิดา/มารดา พี่น้อง และเพื่อนสนิทของกลุ่มตัวอย่างดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 98.7, 66.3 และ 99.0 ตามลำดับ โดยที่กลุ่มตัวอย่างจะดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เพื่อเป็นการเข้าสังคม ร้อยละ 69.2 นิยมดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดเหล้าขาวเป็นประจำ ร้อยละ 49.5 ประสบอุบัติเหตุจากการดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 17.7 เจ็บป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูง โรคกระเพาะอาหาร และโรคเบาหวาน ร้อยละ 19.3, 8.5 และ 7.3 ตามลำดับ

คำสำคัญ เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พฤติกรรมการบริโภค ผลกระทบด้านสุขภาพ

¹ นักศึกษาหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา sombat131@hotmail.com.

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา sjuwa@hotmail.com



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

Abstract

This survey research aimed to study the factors of alcohol consumption and the health effects of alcohol consumption in Phrae province. The samples consisted of 400 people aged 15 years and over who live in Phrae Province by multi-stage random sampling. Data were collected by questionnaires. Data were analyzed with percentage, average and standard deviation. Results revealed that 43.0% of the subjects had regular smoking, which was associated with regular drinking of alcohol. The subjects would drink alcoholic beverages in important festivals such as Songkran festivals, wedding and housewarming at 98.3%, 92.0% and 90.5% respectively. Parents, brethren and close friends of subject drink alcohol 98.7%, 66.3% and 99.0% respectively and drink alcohol as social purpose 69.2%. The subject drink white alcoholic beverages regularly 49.5%. The effects to the accident was showed that the accident from drunk driving was 17.7%. Illness with high blood pressure, gastritis and diabetes were 19.3%, 8.5% and 7.3% respectively.

Keywords: Alcoholic beverage, Consumption behavior, Health effects



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

บทนำ

จากข้อมูลองค์การอนามัยโลก (2012) ระบุว่าประชากรทั่วโลกบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ประมาณ 2,000 ล้านคน หรือประมาณ 1 ใน 3 ของประชากรทั่วโลก เฉลี่ย 6.13 ลิตรต่อคน และในปี ค.ศ. 2012 พบผู้เสียชีวิต 3.3 ล้านคน จากสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ องค์การอนามัยโลก (WHO) เรียกร้องให้รัฐบาลประเทศต่างๆ ดำเนินการปกป้องประชาชน พบว่าผู้ชายเสียชีวิตจากการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มากกว่าผู้หญิง และการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ทำให้เกิดโรคมามากกว่า 200 โรค ทั้งนี้รายงานขององค์การอนามัยโลก (WHO) ระบุว่าประชากรที่มีอายุมากกว่า 15 ปีขึ้นไป จะบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เฉลี่ยปีละ 6.2 ลิตร ชายยุโรปจะบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มากที่สุดในโลก ประเทศรัสเซียบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มากที่สุด ร้อยละ 25 ของผู้ชายทั้งประเทศ และเสียชีวิตก่อนจะถึงอายุ 50 ปี เนื่องจากการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มากเกินไป อย่างไรก็ตามแนวโน้มการดื่มแอลกอฮอล์ในภูมิภาคยุโรป แอฟริกา อเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ ค่อนข้างทรงตัวแต่เพิ่มขึ้นในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และแปซิฟิกตะวันตก (สุทธิพงษ์ กรานเขียว, 2558)

ในปี พ.ศ. 2557 องค์การอนามัยโลกรายงานผลการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของประเทศไทยมากเป็นอันดับที่ 78 ของโลก เฉลี่ย 7.1 ลิตรต่อคน และมีแนวโน้มมากขึ้นในกลุ่มผู้หญิง (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ, 2557) จากการสำรวจสภาพพฤติกรรมกรรมการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พบว่าคนไทยอายุ 15 ปีขึ้นไป เป็นผู้ดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในรอบปีที่แล้วประมาณ ร้อยละ 28.4 โดยเป็นผู้ที่ดื่มสม่ำเสมอ ร้อยละ 12.5 และเป็นผู้ที่ดื่มนานๆ ครั้ง ร้อยละ 15.9 กลุ่มอายุ 25-44 ปี มีอัตราการดื่มสุราสูงสุด ร้อยละ 36.0 กลุ่มอายุ 20-24 ปี และ 45-49 ปี มีอัตราการดื่มสุราใกล้เคียงกัน ร้อยละ 33.5 และ 31.1 ตามลำดับ กลุ่มผู้สูบบุหรี่ อายุ 60 ปีขึ้นไป มีอัตราการดื่มสุรา ร้อยละ 15.2 สำหรับกลุ่มเยาวชน อายุ 15-19 ปี มีอัตราการดื่มสุราต่ำสุด ร้อยละ 13.6 (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2560)

การบริโภคแอลกอฮอล์มีผลกระทบต่อผู้ดื่มทั้งทางร่างกาย จิตใจ ครอบครัวยุ และสังคมรวมทั้งภาวะเศรษฐกิจ การบริโภคแอลกอฮอล์มีผลโดยตรงต่อการทำงานของตับ ทำให้เกิดการคั่งของไขมันในตับ ทำให้ตับอักเสบและตับแข็ง นอกจากนี้ยังทำให้บุคลิกภาพของผู้ดื่มเปลี่ยนแปลง อ่อนแอ เกียจคร้าน ไม่รับผิดชอบทั้งต่อตนเองและครอบครัว รวมทั้งขาดประสิทธิภาพในการทำงาน ทางด้านจิตใจ พบว่า ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านอารมณ์ เกิดภาวะซึมเศร้า พุ้งซ่าน กังวล มึนงง ขาดความสุข ส่งผลทำให้ครอบครัวขาดความอบอุ่น ขาดความสุขในครอบครัว ทำให้เด็กมีปัญหา ทำให้เกิดปัญหาทางด้านจริยธรรมและอาชญากรรมเพราะไม่มีเงินมาซื้อเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ก็จะทำให้เกิดการชิงทรัพย์ จี้ปล้น ลักขโมย รวมทั้งการข่มขืนกระทำชำเราและฆ่าคนตาย (อรทัย วลีวงศ์, 2557) นอกจากนี้แอลกอฮอล์เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคผ่านกลไก 3 ทาง คือ 1) เกิดการเปลี่ยนแปลงชีวเคมีในร่างกาย เพิ่มความเสี่ยงต่อโรคความดันโลหิตสูง เป็นพิษต่อเซลล์ตับอ่อน (acinar cells) ฮอร์โมนทำงานไม่ปกติ 2) จากพิษของแอลกอฮอล์เมื่อมีปริมาณในเลือดสูงกดการทำงานของสมองเกิดอาการเมา 3) จากการติดแอลกอฮอล์ ตับถูกทำลายอักเสบเป็นตับแข็ง (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ, 2557)

จากการศึกษาข้อมูลพื้นที่ของจังหวัดแพร่มีกลุ่มผลิตสุรากลั่นชุมชนถึง 217 โรงงาน ซึ่งส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคแอลกอฮอล์และมีความเสี่ยงเพิ่มสูงขึ้นจากมูลเหตุหลาย ๆ ปัจจัย เช่น สภาพแวดล้อม วัฒนธรรม ประเพณี ค่านิยมที่สืบทอดกันมา เป็นต้น ซึ่งการบริโภคแอลกอฮอล์มีผลต่อผู้ดื่มทั้งด้านร่างกาย จิตใจ ครอบครัวยุ สังคม รวมทั้งภาวะเศรษฐกิจ (กองสุศึกษา, 2558) มีงานวิจัยหลายงานวิจัยได้นำกรอบแนวคิด PRECEDE Mode มาศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์ (ชีวฮวย แซ่ลิ้มและคณะ, 2560) ผู้วิจัยได้ประยุกต์กรอบแนวคิด PRECEDE Mode มาศึกษาผลกระทบจาก



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

การบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ด้านสุขภาพในเขตจังหวัดแพร่ เพื่อนำผลการวิจัยครั้งนี้ไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผน และกำหนดแนวทางในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมกรรมการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของประชาชน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของประชาชนในเขตจังหวัดแพร่
2. ศึกษาผลกระทบด้านสุขภาพจากการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในเขตจังหวัดแพร่

กรอบแนวคิด

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัจจัยนำเข้า ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ การศึกษา อาชีพ รายได้ การออกกำลังกาย การสูบบุหรี่ การบริโภคแอลกอฮอล์ การรับประทานอาหารในช่วงการบริโภคแอลกอฮอล์และการใช้สารเสพติดร่วมกับการบริโภค แอลกอฮอล์ ปัจจัยเอื้อ ได้แก่ การเข้าถึงแหล่งจำหน่ายแอลกอฮอล์ โอกาสในการบริโภคแอลกอฮอล์ ราคาของเครื่องดื่ม แอลกอฮอล์และนโยบายที่เกี่ยวข้องกับเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ปัจจัยเสริม ได้แก่ จำนวนครั้งของการบริโภคแอลกอฮอล์ต่อ สัปดาห์ สาเหตุของการบริโภคแอลกอฮอล์ การบริโภคแอลกอฮอล์ของบุคคลใกล้ชิด ชนิดของการบริโภคแอลกอฮอล์ ปริมาณ ของการบริโภคแอลกอฮอล์ในแต่ละครั้งและค่าใช้จ่ายในการการบริโภคแอลกอฮอล์ในแต่ละครั้ง และศึกษาผลกระทบด้าน สุขภาพจากการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในพื้นที่จังหวัดแพร่

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) แบบศึกษาภาคตัดขวาง (cross sectional study)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ประชาชนอายุ 15 ปีขึ้นไป ที่อาศัยอยู่ในเขตจังหวัดแพร่ คุณสมบัติการคัดเลือกเข้าของกลุ่ม

ตัวอย่าง (inclusion criteria) ประกอบด้วย ต้องอาศัยอยู่ในเขตจังหวัดแพร่ตั้งแต่ 6 เดือนขึ้นไป ดื่มเครื่องดื่ม แอลกอฮอล์ ไม่มีปัญหาด้านการพูดและการฟัง สามารถเข้าใจภาษาไทยและสามารถตอบแบบสอบถามได้ สำหรับเกณฑ์การ คัดออกของกลุ่มตัวอย่าง (exclusion criteria) ได้แก่ ผู้ที่ไม่สามารถให้ข้อมูลการศึกษาจนแล้วเสร็จในช่วงเวลาดำเนินการวิจัย

กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตร เครซี่และมอร์แกน (Robert V. Krecie and Earyle W. Morgan, 1970) ซึ่งใช้ในการประมาณค่าสัดส่วนของประชากรและกำหนดให้สัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากร เท่ากับ 0.5 ระดับ ความคาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 5% และระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 คน คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วย วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi – stage sampling) โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 8 อำเภอ ตามสัดส่วนของประชากร แต่ละอำเภอ จากนั้นคำนวณกลุ่มตัวอย่างจาก 8 อำเภอตามสัดส่วนของประชากรให้ได้ตามกลุ่มตัวอย่างครบตามเกณฑ์ที่ กำหนด ผู้วิจัยเชิญกลุ่มตัวอย่างมาให้ข้อมูล ณ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล

จริยธรรมในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผ่านการพิจารณาด้านจริยธรรมในการวิจัยจาก คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยพะเยา เลขที่โครงการวิจัย 2/026/63



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน

ส่วนที่ 1 ปัจจัยนำ ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ ท่านจบการศึกษา ลักษณะของการทำงาน (อาชีพหลัก) รายได้เฉลี่ยต่อเดือน การออกกำลังกาย การรับประทานผัก/ผลไม้ การสูบบุหรี่หรือไม่ การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ การรับประทานอาหารระหว่างที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การใช้ยาเสพติดชนิดอื่น ๆ ระหว่างที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ โดยลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) และเติมข้อความ (open end) รวมข้อคำถามทั้งสิ้น 11 ข้อ

ส่วนที่ 2 ปัจจัยเอื้อ ได้แก่ ระยะทางที่ท่านอาศัยเดินทางไปแหล่งจำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์กี่กิโลเมตร ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในโอกาสใดบ้าง ราคาเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ท่านดื่มเป็นประจำ นโยบายหรือมาตรการด้านกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ โดยลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) และเติมข้อความ (open end) รวมข้อคำถามทั้งสิ้น 4 ข้อ

ส่วนที่ 3 ปัจจัยเสริม ได้แก่ บุคคลที่ใกล้ชิดกับท่าน ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์หรือไม่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์บ่อยเท่าใด สาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้ท่านตัดสินใจดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดใดบ้าง เรียงตามลำดับความบ่อย (ตอบได้หลายข้อ) ในการดื่มแต่ละครั้งท่านดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ปริมาณเท่าใด ท่านดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อย่างหนัก (รู้สึกเมา) บ่อยเท่าใด ท่านเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ครั้งละกี่บาท โดยลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) และเติมข้อความ (open end) รวมข้อคำถามทั้งสิ้น 7 ข้อ

ส่วนที่ 4 ผลกระทบด้านสุขภาพ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน

สุขภาพกาย ได้แก่ มีโรคประจำตัวที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์หรือไม่ เคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วประสบอุบัติเหตุหรือไม่ ท่านเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วทะเลาะวิวาทจนได้รับบาดเจ็บหรือไม่ ท่านดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วน้ำหนักเพิ่มขึ้นหรือไม่ ท่านเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วเคยเกิดอาการคลื่นคลื่นงื่นหน้าตำร่วหรือผู้นำหมู่บ้านควบคุมตัวไว้หรือไม่ โดยลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) และเติมข้อความ (open end) รวมข้อคำถามทั้งสิ้น 5 ข้อ

ด้านจิตใจ ได้แก่ ท่านเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วควบคุมอารมณ์ตนเองไม่ได้หรือไม่ท่านเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วรู้สึกเบื่อหน่ายชีวิตหรือไม่ ท่านเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วกระทำความรุนแรงต่อเด็กและสตรีหรือไม่ (เช่น ลูกและภรรยา) ท่านเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วคิดฆ่าตัวตายหรือไม่ ท่านเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วรู้สึกเครียดหรือไม่ โดยลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) และเติมข้อความ (open end) รวมข้อคำถามทั้งสิ้น 5 ข้อ

ด้านสังคม ได้แก่ ท่านเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วเห็นแก่ตัวหรือไม่ ท่านเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วท่านช่วยเหลือสังคมหรือไม่ (เช่น งานแต่ง งานศพ ขึ้นบ้านใหม่) ท่านเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วท่านมีความขัดแย้งกับผู้อื่นหรือไม่ ท่านเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วคิดข่มขืนผู้อื่นหรือไม่ ท่านเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้ว เอะอะ โวยวาย สร้างความเดือดร้อนรำคาญแก่ผู้อื่นหรือไม่ โดยลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) และเติมข้อความ (open end) รวมข้อคำถามทั้งสิ้น 5 ข้อ

สติปัญญา ได้แก่ ท่านเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วเกิดความเชื่อมั่นในตนเองหรือไม่ ท่านเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วกล้าแสดงออกมากขึ้นหรือไม่ ท่านเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วเกิดความหวังต่อตนเองหรือไม่ ท่านเคยดื่ม



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

เครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วเกิดภาวะซีเหลืองซีลิ้มหรือความจำเสื่อมหรือไม่ ท่านเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วยอมรับข้อบกพร่องของตนเองหรือไม่ โดยลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) และเติมข้อความ (open end) รวมข้อคำถามทั้งสิ้น 5 ข้อ

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือวิจัยเป็นแบบสอบถาม ได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (context validity) และความตรงเชิงภาษา (face validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ในพื้นที่จังหวัดน่าน จำนวน 30 คน นำแบบสอบถามไปหาความเที่ยงได้ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's coefficient alpha) เท่ากับ 0.84

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูล และแปลผลข้อมูล ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยใช้สถิติการแจกแจงความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ผลการศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอสรุปผลการวิจัยตามกรอบแนวคิดการวิจัย ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

ปัจจัยนำ

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 61.0 มีอายุอยู่ในช่วง 42-54 ปี ($M=46.82$, $SD=0.99$) ร้อยละ 38.7 มีสถานะภาพสมรส ร้อยละ 72.2 ระดับการศึกษาชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาจำนวนเท่ากัน ร้อยละ 37.5 มีอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 40.0 มีรายได้ต่อเดือนน้อยกว่า 5,000 บาท ร้อยละ 63.7 ออกกำลังกายน้อยกว่า 3 ครั้ง/สัปดาห์ ร้อยละ 43.3 ไม่สูบบุหรี่ ร้อยละ 52.2 กลุ่มตัวอย่างที่สูบบุหรี่ ส่วนใหญ่สูบ 1-20 มวน ร้อยละ 75.4 ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มาแล้ว 21-30 ปี ร้อยละ 30.0 รองลงดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มา 10-20 ปี จะรับประทานอาหารขณะดื่มสุรา ร้อยละ 86.2 และมีการใช้สารเสพติดขณะดื่มสุรา ร้อยละ 86.2 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามปัจจัยนำ

ตัวแปร	จำนวน (n=400)	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	244	61.0
หญิง	156	39.0
2. อายุ		
15-28 ปี	46	11.5
29-41 ปี	93	23.3
42-54 ปี	155	38.7
55-67 ปี	98	24.5



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ตัวแปร	จำนวน (n=400)	ร้อยละ
68-80 ปี	8	2.0
Mean = 46.82 , S.D. = 0.99		
3. สถานะภาพ		
โสด	49	12.3
สมรส	289	72.2
หม้าย/หย่า/แยก	62	15.5
4. การศึกษา		
ประถมศึกษา	150	37.5
มัธยมศึกษา/ปวช.	150	37.5
อนุปริญญา/ปวส.	46	11.5
ป.ตรี	35	8.7
ป.โท	2	0.5
ไม่ได้รับการศึกษา	17	4.3
5. อาชีพหลัก		
เกษตรกรรม	160	40.0
รับจ้าง	133	33.2
ประกอบธุรกิจส่วนตัว	71	17.8
นักเรียน/นักศึกษา	13	3.2
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	23	5.8
6. รายได้		
น้อยกว่า 5,000 บาท	255	63.7
5,000-10,000 บาท	100	25.0
10,001-15,000 บาท	19	4.7
15,001-20,000 บาท	13	3.3
มากกว่า 20,000 บาท	13	3.3
7. การออกกำลังกาย		
ไม่ออก	147	36.7
ออกน้อยกว่า 3 ครั้ง/สัปดาห์	173	43.3
ออกมากกว่า 3 ครั้ง/สัปดาห์	80	20.0
8. การสูบบุหรี่		
ไม่สูบ	209	52.2
เคยสูบแต่เลิกแล้ว (มากกว่า 6 เดือน)	19	4.8
สูบ	172	43.0



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ตัวแปร	จำนวน (n=400)	ร้อยละ
9. สัปดาห์ละกี่มวน (ไม่สูบ 228 คน)		
น้อยกว่า 10 มวน	65	37.7
10-20 มวน	65	37.7
มากกว่า 10 มวน	42	24.6
10. ตีมสูรมาแล้วกี่ปี		
น้อยกว่า 10 ปี	81	20.3
10-20 ปี	118	29.5
21-30 ปี	120	30.0
31-40 ปี	65	16.2
41-50 ปี	14	3.5
มากกว่า 50 ปี	2	0.5
11. รับประทานอาหารขณะตีมสูรา		
รับประทาน	345	86.2
ไม่รับประทาน	55	13.8
12. การใช้สารเสพติดขณะตีมสูรา		
ใช้	345	86.2
ไม่ใช้	55	13.8

ปัจจัยเอื้อ

ปัจจัยเอื้อในการบริโภคเครื่องตีมแอลกอฮอล์ พบว่า ระยะทางที่กลุ่มตัวอย่างเดินทางไปแหล่งจำหน่ายเครื่องตีมแอลกอฮอล์ ส่วนใหญ่มีระยะทาง 1-3 กิโลเมตร ร้อยละ 75.5 รองลงมา มีระยะทาง 4-6 กิโลเมตร ส่วนใหญ่จะตีมเครื่องตีมแอลกอฮอล์ในเทศกาลสงกรานต์ ร้อยละ 98.3 รองลงมา ตีมในงานแต่งงาน ร้อยละ 92.0 ราคาเครื่องตีมที่ตีมเป็นประจำไม่เกิน 500 บาท ร้อยละ 91.3 รองลงมา ราคา 501-1,000 บาท ร้อยละ 7.5 และกลุ่มตัวอย่างทราบนโยบายหรือมาตรการด้านกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับเครื่องตีมแอลกอฮอล์ 83.3 ดังแสดงในตารางที่ 2



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10
The 10th STOU National Research Conference

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามปัจจัยเอื้อ

ตัวแปร	จำนวน (n=400)	ร้อยละ
1. ระยะทางที่ท่านอาศัยเดินทางไปแหล่งจำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์กี่กิโลเมตร		
1. ไม่เกิน 3 กิโลเมตร	302	75.5
2. 4-6 กิโลเมตร	66	16.5
3. 7-10 กิโลเมตร	25	6.3
4. มากกว่า 10 กิโลเมตร	7	1.7
2. ท่านดื่มแอลกอฮอล์ในโอกาสใดบ้าง (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)		
1. งานปีใหม่	336	84.0
2. งานสงกรานต์	393	98.3
3. งานวันเกิด	202	50.5
4. งานแต่งงาน	368	92.0
5. งานวันวาเลนไทน์	57	14.3
6. งานบวช	214	53.5
7. งานศพ	143	35.8
8. งานขึ้นบ้านใหม่	362	90.5
9. งานแสดงความยินดีกับเพื่อน	200	50.0
3. ราคาเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ท่านดื่มเป็นประจำ		
1. 1-500 บาท	365	91.3
2. 501-1,000 บาท	30	7.5
3. 1,001-1,500 บาท	4	1.0
4. 1,501-2,000 บาท	1	0.2
5. มากกว่า 2,000 บาท	0	0
4. ท่านทราบนโยบายหรือมาตรการด้านกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับเครื่องดื่มแอลกอฮอล์หรือไม่		
1. ทราบ	333	83.3
2. ไม่ทราบ	67	16.7

ปัจจัยเสริม

ปัจจัยเสริมในการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พบว่า บิดา/มารดาของกลุ่มตัวอย่างดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 98.7 พี่น้องร่วมสายเลือดดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 66.3 ญาติหรือเพื่อนสนิทดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 99 การดื่มของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นการดื่มแบบครั้งคราว, นานๆ ครั้ง (นานมากกว่า 1 เดือน) ร้อยละ 40 รองลงมาดื่มทุกวัน



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ร้อยละ 15.4 สาเหตุส่วนใหญ่ตัดสินใจดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เพื่อการเข้าสังคม ร้อยละ 69.2 ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดเหล้าขาวเป็นประจำ ร้อยละ 49.5 รองลงมาดื่มเบียร์ ร้อยละ 29.5 กลุ่มตัวอย่างไม่เคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อย่างหนัก (แบบไม่รู้สีกตัว) ร้อยละ 81.5 และค่าใช้จ่ายในการดื่มแอลกอฮอล์แต่ละครั้งประมาณ 1-200 บาท ร้อยละ 75 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามปัจจัยเสริม

ตัวแปร	จำนวน (n=400)	ร้อยละ
1. บิดา/มารดาของท่าน ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์หรือไม่		
1. ดื่ม	395	98.7
2. ไม่ดื่ม	5	1.3
2. พี่น้องร่วมสายเลือดของท่าน ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์หรือไม่		
1. ดื่ม	265	66.3
2. ไม่ดื่ม	135	33.7
3. ญาติหรือเพื่อนสนิทของท่านดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์หรือไม่		
1. ดื่ม	396	99.0
2. ไม่ดื่ม	4	1.0
4. ท่านดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์บ่อยเท่าใด		
1. ดื่มเป็นครั้งคราว, นานๆ ครั้ง (นานมากกว่า 1 เดือน)	160	40.0
2. ดื่มเดือนละ 1 ครั้ง	58	14.5
3. สัปดาห์ละ 1 ครั้ง	31	7.8
4. ดื่ม 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์	55	13.8
5. ดื่ม 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์	34	8.5
6. ดื่มทุกวัน	62	15.4
5. สาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้ท่านตัดสินใจดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เนื่องจาก		
1. เกิดความเครียด	31	7.8
2. การเข้าสังคม	277	69.2
3. ดื่มเป็นปกติวิสัย	92	23.0
6. ท่านดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดใดเป็นประจำ		
1. เหล้าขาว	198	49.5
2. เบียร์	118	29.5
3. สุราผสม	60	15.0
4. ไวน์	10	2.5
5. สาโท/กระแช่	14	3.5



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ตัวแปร	จำนวน (n=400)	ร้อยละ
7. ท่านดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อย่างหนัก (แบบไม่รู้สึกร่างกาย) บ่อยแค่ไหน		
1. ไม่เคย	326	81.5
2. น้อยกว่าเดือนละครั้ง (ตั้งแต่ 2 เดือนขึ้นไปต่อครั้ง)	46	11.5
3. เดือนละครั้ง	15	3.8
4. สัปดาห์ละครั้ง	8	2.0
5. เกือบทุกวัน	3	0.7
6. ทุกวัน	2	0.5
8. ค่าใช้จ่ายในการดื่มแอลกอฮอล์แต่ละครั้ง ประมาณกี่บาท		
1. 1-200 บาท	300	75.0
2. 201-400 บาท	51	12.8
3. 401-600 บาท	36	9.0
4. 601-800 บาท	3	0.7
5. 801 บาทขึ้นไป	10	2.5

ผลกระทบด้านสุขภาพ

ผลกระทบทางกาย พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีอาการเจ็บป่วยทางกายที่ไม่ใช่โรคประจำตัว ร้อยละ 25.8 ดื่มแอลกอฮอล์แล้วประสบอุบัติเหตุ ร้อยละ 17.7 ดื่มแอลกอฮอล์แล้วทะเลาะวิวาทจนได้รับบาดเจ็บ ร้อยละ 8.8 ดื่มแอลกอฮอล์แล้วน้ำหนักขึ้น ร้อยละ 16.5 และดื่มแอลกอฮอล์แล้วเกิดอาการคลื่นไส้จนถูกควบคุมตัว ร้อยละ 2.5

ผลกระทบทางจิตใจ พบว่า กลุ่มตัวอย่างดื่มแอลกอฮอล์จนควบคุมตนเองไม่ได้ ร้อยละ 2.5 ดื่มแอลกอฮอล์แล้วรู้สึกเบื่อหน่าย ร้อยละ 12.0 ดื่มแอลกอฮอล์แล้วกระทำความรุนแรงต่อเด็กและสตรี ร้อยละ 4.3 ดื่มแอลกอฮอล์แล้วคิดฆ่าตัวตาย ร้อยละ 3.8 และดื่มแอลกอฮอล์แล้วรู้สึกเครียด ร้อยละ 11.3

ผลกระทบทางสังคม พบว่า กลุ่มตัวอย่างดื่มแอลกอฮอล์แล้วก่อความเสียหายต่อทรัพย์สินของสาธารณะ ร้อยละ 4.3 ดื่มแอลกอฮอล์แล้วไม่ช่วยเหลือสังคม ร้อยละ 36.5 ดื่มแอลกอฮอล์แล้วขัดแย้งกับผู้อื่น ร้อยละ 16.3 ดื่มแอลกอฮอล์แล้วรู้สึกว่ามีอารมณ์รุนแรง ร้อยละ 14.3 ดื่มแอลกอฮอล์แล้วสร้างความเดือดร้อนรำคาญแก่ผู้อื่น ร้อยละ 8.8

ผลกระทบทางสติปัญญา พบว่า กลุ่มตัวอย่างเมื่อดื่มสุราจะไม่เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง ร้อยละ 51.7 กล้าแสดงออก ร้อยละ 52.5 เกิดความหวังต่อตนเอง ร้อยละ 33.8 เกิดภาวะหลงลืมหรือความจำเสื่อม ร้อยละ 32.8 และดื่มสุราแล้วไม่ยอมรับข้อบกพร่องของตนเอง ร้อยละ 54.5



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

การเจ็บป่วย พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีโรคประจำตัว ร้อยละ 34.8 โรคประจำตัวพบที่พบ 3 อันดับแรก ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง โรคกระเพาะอาหาร และโรคเบาหวาน ร้อยละ 19.3, 8.5 และ 7.3 ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีการสูบบุหรี่ถึงร้อยละ 43 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สาโรจน์ ประพรมมา (2558) ที่ได้ศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลและพฤติกรรมสุขภาพที่ไม่พึงประสงค์กับการดื่มสุราและเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เป็นประจำ พบว่า การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เป็นประจำมีความสัมพันธ์กับการสูบบุหรี่เป็นประจำ กลุ่มตัวอย่างดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มาแล้ว 21-30 ปี และมีการใช้สารเสพติดขณะดื่มสุรา

พบว่าระยะทางที่กลุ่มตัวอย่างเดินทางไปแหล่งจำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ มีระยะทางไม่เกิน 3 กิโลเมตร ซึ่งเป็นปัจจัยเอื้อให้กลุ่มตัวอย่างสามารถเข้าถึงแหล่งจำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ได้ง่ายขึ้น กลุ่มตัวอย่างจะดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในเทศกาลสำคัญ เช่น สงกรานต์ งานแต่งงาน สอดคล้องกับการศึกษาของอมรรัตน์ อัครเศรษฐสกุล (2556) ได้ศึกษาพฤติกรรมและผลกระทบจากการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พบว่า โอกาสที่เลือกดื่มมากที่สุด คือ เทศกาลปีใหม่

พบว่าบิดา/มารดา พี่น้องและเพื่อนสนิทของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ศิริลักษณ์ นิยกิจ (2559) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พบว่า ครอบครัวและเพื่อนสนิทเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และกลุ่มตัวอย่างจะดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เพื่อเป็นการเข้าสังคม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สมพร รุ่งเรืองกลกิจ และคณะ (2555) และการศึกษาของ สุทธิพงษ์ กรานเขียว (2558) พบว่า เงื่อนไขในการดื่มสุรามีความคล้ายคลึงกันในเพศชายและเพศหญิงคือค่านิยมในการดื่มสุราและการเข้าสังคม โดยที่กลุ่มตัวอย่างจะนิยมดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดเหล้าขาวเป็นประจำทั้งนี้เพราะในพื้นที่จังหวัดแพร่มีการผลิตสุราพื้นบ้านที่ถูกกฎหมายเป็นจำนวนมากทำให้ประชาชนสามารถเข้าถึงสุราพื้นบ้านได้ง่ายกว่าสุราสี

ผลกระทบทางกาย พบว่า กลุ่มตัวอย่างดื่มแอลกอฮอล์แล้วประสบอุบัติเหตุ ร้อยละ 17.7 ซึ่งสอดคล้องกับอมรรัตน์ อัครเศรษฐสกุล (2556) ได้ศึกษาพฤติกรรมและผลกระทบจากการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างประสบอุบัติเหตุจากการดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 20.7 และผลการศึกษาที่ยังสอดคล้องกับผลกระทบด้านการเจ็บป่วย พบว่า กลุ่มตัวอย่างจะมีการเจ็บป่วยเป็นโรคกระเพาะอาหารอักเสบและโรคความดันโลหิตสูงในอัตราที่สูง

จังหวัดแพร่มีกลุ่มผลิตสุรากลั่นชุมชนถึง 217 โรงงาน เป็นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้ประชาชนจังหวัดแพร่เข้าถึงเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ได้โดยง่ายและส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่ดื่มซึ่งสอดคล้องกับรายงานคุณภาพของสำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดแพร่ปี 2561-2562 ที่พบว่าคุณภาพชีวิตของคนแพร่ ด้านค่านิยมตัวชี้วัดที่ ตกเกณฑ์มากที่สุดได้แก่ ตัวชี้วัดที่ 24 คนในครัวเรือนไม่ดื่มสุรา ซึ่งตกเกณฑ์มากเป็นอันดับหนึ่ง

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1. ควรมีการตั้งศูนย์ปฏิบัติการแก้ไขปัญหาเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เพื่อดำเนินการการให้ความรู้ ให้คำแนะนำในการลด ละ เลิก สุรา โดยเจ้าหน้าที่สาธารณสุขระดับตำบลให้ความรู้เรื่องผลกระทบของแอลกอฮอล์ และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ความรู้เรื่องผลกระทบของแอลกอฮอล์ และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

2. ใช้มาตรการชุมชนที่ให้คนในชุมชนมีส่วนร่วมในการป้องกัน เช่น การใช้มาตรการของประชาคมหมู่บ้านในการอนุญาตให้ตั้งโรงกลั่นสุราชุมชนได้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยความรู้ของอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมคิด จุฬว้า อาจารย์ประจำคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ได้กรุณาให้แนวคิดและคำแนะนำ ตลอดจนการช่วยตรวจสอบและแก้ไขให้การศึกษาครั้งนี้มีความสมบูรณ์ ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ และขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กองสุขศึกษา. (2558). การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพ การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์สำหรับวัยทำงาน. นนทบุรี: กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข.
- ชีวฮวย แซ่ลิ้ม และคณะ. (2560). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของวัยรุ่น. วารสารพยาบาลสงขลานครินทร์, 37(3), 25-36.
- ศิริลักษณ์ นิยกิจ. (2559). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของประชาชน ตำบลไทรน้อย อำเภอมะนัง จังหวัดอุบลราชธานี วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 10, 14(2), 16-32.
- สมพร รุ่งเรืองกลกิจ อิงควา โคตนารา และศิริพร จินวัฒน์กุล. (2555). เริ่มดื่มสุราเป็นเรื่องง่ายแต่แสนลำบากในการเลิกดื่มสุรา. วารสารพยาบาลศาสตร์และสุขภาพ., 35(2), 1-14.
- สาโรจน์ ประพรมมา. (2558). ปัจจัยส่วนบุคคลและพฤติกรรมสุขภาพที่ไม่พึงประสงค์กับการดื่มสุราและเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เป็นประจำ ในเขตอำเภอแห่งหนึ่งของจังหวัดชัยภูมิ. วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดขอนแก่น. 22(1), 1-8.
- สุทธิพงษ์ กรานเขียว. (2558). พฤติกรรมการดื่มสุราของนิสิตภาคพิเศษมหาวิทยาลัยบูรพา. ร.บ. มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2557). ทศวรรษแห่งการเรียนรู้และการขับเคลื่อนนโยบายเพื่อลดปัญหาแอลกอฮอล์ในสังคมไทย. ประชุมวิชาการสุราระดับชาติ 8(1).
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2560). ผลสำรวจพฤติกรรมการดื่มสุรา พ.ศ. 2560. สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2563 จากเว็บไซต์: <http://www.nso.go.th/sites/2014/Pages/News/2561/N30-08-61-2.aspx>
- สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดแพร่. (2562) รายงานคุณภาพชีวิตของประชาชน จังหวัดแพร่ ปี 2562. จังหวัดแพร่.
- อมรรัตน์ อัครเศรษฐสกุล. (2556). พฤติกรรมและผลกระทบจากการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของประชาชน ตำบลหนองไผ่ อำเภอมะนัง จังหวัดอุตรธานี. วารสารสมาคมพยาบาล สาขาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 31(1), 101-109.
- อรทัย วลีวงศ์ ทักษพล ธรรมรังสี และจินตนา จันทรโครตแก้ว. (2557). ผลกระทบของการดื่มแอลกอฮอล์ต่อผู้อื่น. วารสารงานวิจัยระบบสาธารณสุข., 8(2), 111-119.
- Robert V. Krecie and Earyle W. Morgan. (1970). Determining Sample Size For Research Activities. *Eduactional and Psychological Measurement.*, 30(3), 607-610.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ผลของการควบคุมการหายใจต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ

ในอาสาสมัครที่นอนหลับไม่เพียงพอ

The Effect of Breathing Control on Autonomic Nervous System in Subjects with Sleep Deprivation

จารุวรรณ เวียร์ร่า (Jarawan Vierra)¹ ปิยะพงษ์ ประเสริฐศรี (Piyapong Prasertsri)² อรชร บุญลา (Orachorn Boonla)³

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ต่อความดันโลหิตและการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานของหัวใจ ในอาสาสมัครที่นอนหลับไม่เพียงพอ โดยทำการศึกษาในอาสาสมัครสุขภาพดี อายุ 18-25 ปี แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มนอนหลับเพียงพอ 18 คน และนอนหลับไม่เพียงพอ 18 คน ทำการวัดตัวแปรก่อนและหลังการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ทันที ผลการศึกษาพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความแตกต่างของความดันโลหิต งานของหัวใจ และค่าความดันเลือดแดงเฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ร่วมกับมีค่าสัญญาณความถี่ต่ำลดลง สัญญาณความถี่สูงเพิ่มขึ้น และค่าสัดส่วนของค่าความถี่ต่ำ/ความถี่สูงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังการควบคุมการหายใจ ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า การควบคุมการหายใจสามารถปรับปรุงการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติได้ทั้งกลุ่มนอนหลับเพียงพอและไม่เพียงพอ โดยเพิ่มการทำงานของระบบพาราซิมพาเธติก และลดการทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติกที่ควบคุมการทำงานของหัวใจ

คำสำคัญ การควบคุมการหายใจ ระบบประสาทอัตโนมัติ นอนหลับไม่เพียงพอ ความแปรปรวนการเต้นของหัวใจ

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

² คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

³ หน่วยวิจัยนวัตกรรมและวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและโภชนาการ มหาวิทยาลัยบูรพา



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

Abstract

The objective of this study was to determine and compare effects of 4-7-8 breathing control pattern on blood pressure and autonomic nervous system function in subjects with and without sleep deprivation. Healthy subjects aged 18-25 years were enrolled and divided into 2 groups consisting of 18 adequate sleep subjects and 18 sleep deprivation subjects. All subjects were examined outcomes before and immediately after the 4-7-8 breathing control. The results showed that subjects in both groups had significantly decreased in heart rate, systolic blood pressure, pulse pressure, rate-pressure product, and mean arterial pressure values. Moreover, the 4-7-8 breathing control also improved autonomic nervous system function by significant reducing LF and LF/HF ratio values and increasing HF value compared to baseline values. The results of this study suggested that the 4-7-8 breathing control pattern may improve autonomic nervous system function in healthy subjects both with and without sleep deprivation by decreasing sympathetic nervous activity and increasing parasympathetic nervous activity.

Keywords: Breathing control, Autonomic nervous system, Sleep deprivation, Heart rate variability



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

บทนำ

การนอนหลับไม่เพียงพอ (Sleep deprivation) เป็นปัญหาที่แพร่หลายในสังคมปัจจุบัน ซึ่งส่งผลเสียต่อสรีรวิทยาในร่างกาย (Wolkow, Ferguson, Aisbett, & Main, 2015) และส่งผลต่อการเกิดโรคฉับพลันและเรื้อรัง ที่เพิ่มอัตราการเจ็บป่วยและการตายจากโรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular diseases) (Liu & Chen, 2019) โดยสถาบันสุขภาพแห่งชาติ (National Institutes of Health: NIH ประเทศสหรัฐอเมริกา) ได้แนะนำระยะเวลาการนอนหลับที่เหมาะสม โดยในเด็กควรนอนหลับให้ได้อย่างน้อย 10 ชั่วโมง วัยรุ่น 9-10 ชั่วโมง และ ผู้ใหญ่ 7-8 ชั่วโมง ซึ่งพบว่ามี ความชุกของการนอนหลับไม่เพียงพอ (น้อยกว่า 7 ชั่วโมง) เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 31 ในปี ค.ศ.2009-2010 (Ren et al., 2018) ในปี ค.ศ.2014 มีรายงานเกือบ 1 ใน 3 ของผู้ใหญ่ นอนหลับน้อยกว่า 6 ชั่วโมงต่อคืน (Schoenborn & Adams, 2010) และจากการสำรวจปัญหาการนอนหลับไม่เพียงพอในประเทศไทย พบว่ามีปัญหาลงถึงร้อยละ 30-40 ของประชากรทั้งหมดหรือประมาณ 19 ล้านคน (โรงพยาบาลจิตเวชโคราช, 2562) ซึ่งปัญหาเหล่านี้เกิดเพิ่มมากขึ้นในหลายๆ ประเทศ เช่น จีน ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และยุโรป (Nasim, Saade, & AlBuhairan, 2019) การนอนหลับไม่เพียงพอ นั้นเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ ทั้งจากความผิดปกติทางร่างกาย เช่น ภาวะนอนไม่หลับ ภาวะเครียด โรคหยุดหายใจขณะนอนหลับ (Obstructive Sleep Apnea: OSA) หรือความเสื่อมของร่างกายที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของสมองและระบบประสาทอัตโนมัติ หรืออาจเกิดจากการพฤติกรรมการใช้ชีวิต เช่น การทำงานเป็นกะเวลา ทำงานหนัก การนอนผิดเวลา (Grandner, Jackson, Pak, & Gehrman, 2012) รวมไปถึงการเล่นโทรศัพท์ก่อนนอน ซึ่งการนอนผิดเวลาส่งผลต่อการหลั่ง Melatonin (Ackermann et al., 2013) สาเหตุเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาภายในร่างกาย เช่น ระบบประสาทอัตโนมัติมีการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic) เพิ่มขึ้น (Carey et al., 2018; Dettoni et al., 2012; Jike, Itani, Watanabe, Buysse, & Kaneita, 2018) การเพิ่มขึ้นของการอักเสบภายในร่างกาย (Ferrie, Kumari, Salo, Singh-Manoux, & Kivimaki, 2011) การเพิ่มขึ้นของอนุมูลอิสระ (Oxidative stress) ภาวะเซลล์บุผิวหลอดเลือดทำงานผิดปกติ (Endothelial dysfunction) การดื้อต่ออินซูลิน (Insulin resistance) (De Bernardi Rodrigues et al., 2016; Nedeltcheva, Kessler, Imperial, & Penev, 2009) หลอดเลือดแดงแข็ง (Atherosclerosis) ปัจจัยเสี่ยงเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อการพัฒนาไปเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular disease) และภาวะบกพร่องของระบบเผาผลาญของร่างกาย (Metabolic syndrome) (Tobaldini et al., 2019) นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ที่นอนหลับไม่เพียงพอ จะมีการตอบสนองต่อการระบายอากาศของระบบหายใจที่ผิดปกติไป (Adler & Janssens, 2019)

จากงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า การนอนหลับไม่เพียงพอ นั้นส่งผลให้ความดันโลหิตสูง พร้อมกับลด Adrenergic tone ซึ่งเกิดจากการทำงานของ Sympathetic arterial baroreflex (Itani, Jike, Watanabe, & Kaneita, 2017) ในตัวอย่างคลื่นไฟฟ้าหัวใจของคน ที่นอนหลับไม่เพียงพอ แสดงให้เห็นถึงความสมดุลในการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ลดลง (Malmberg, Persson, Flisberg, & Orbaek, 2011) และในการศึกษาของ Virtanen และคณะ ยังพบว่าการนอนหลับไม่เพียงพอ นั้นส่งผลเพิ่มการทำงานของซิมพาเทติกอย่างชัดเจน ซึ่งพบว่าการทำงานของซิมพาเทติกที่เพิ่มมากขึ้นเกี่ยวข้องกับการเพิ่มอัตราความเสี่ยงและอัตราการตายของโรคหัวใจและหลอดเลือด เนื่องจากการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดนั้น ถูกควบคุมผ่านการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ (Virtanen, Kalleinen, Urrila, Leppanen, & Polo-Kantola, 2015) โดยพบว่าข้อมูลจากการสำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกายของประชากรไทยอายุ 15 ปีขึ้นไป พบความชุกของปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งการนอนหลับไม่เพียงพอ นั้นเป็นสาเหตุหนึ่งที่กระตุ้น



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ปัจจัยเสี่ยงนั้น (สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข, 2557) นอกจากนี้มีงานศึกษาพบว่า การนอนหลับไม่เพียงพอเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงของระบบการเผาผลาญและต่อมไร้ท่อ โดยในการศึกษาของ De Bernardi Rodrigues AM และคณะ พบว่าวัยรุ่นที่มีการนอนหลับไม่เพียงพอ (น้อยกว่า 8 ชม./วัน) นั้นมีระดับความดันโลหิตสูงและ Adiposity markers สูง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวของไขมันสู่ศูนย์กลางสูง ร่วมกับการมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงจากการลดลงของ Insulin sensitivity เมื่อเปรียบเทียบกับคนที่นอนหลับพักผ่อนเพียงพอ (มากกว่า 8 ชม./วัน) (De Bernardi Rodrigues et al., 2016; Rodrigues et al., 2016) จากการศึกษาที่กล่าวมาพบว่าการนอนหลับไม่เพียงพอมีผลกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก และเป็นหนึ่งในสาเหตุที่ทำให้ระบบการเผาผลาญทำงานแย่ลง ซึ่งเหนี่ยวนำให้เกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดตามมา โดยการประเมินการทำงานของ Autonomic nervous system มักนิยมใช้การประเมินที่เรียกว่า ค่าความแปรปรวนการเต้นของหัวใจ (heart rate variability, HRV) หรือการเปลี่ยนแปลงจังหวะการเต้นของหัวใจ (Beat-to-beat) ซึ่งสามารถชี้วัดการเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก และ พาราซิมพาเทติก (Parasympathetic) ทั้งในคนปกติทั่วไป ผู้ป่วยโรคหัวใจ และผู้ที่มีภาวะที่ผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาท (Lombardi & Stein, 2011) โดยการวัด HRV สามารถวิเคราะห์ได้จากหลายอย่าง เช่น สัญญาณความถี่ต่ำ (Low Frequency, LF) สะท้อนถึงการทำงานของระบบประสาททั้ง 2 ระบบ หากสูงแสดงให้เห็นถึงการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกเด่น, สัญญาณความถี่สูง (High Frequency, HF) สะท้อนการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก และค่าสัดส่วนของค่าความถี่ต่ำ/ความถี่สูง (LF/HF ratio) แสดงให้เห็นถึงความสมดุลการทำงานของระบบประสาททั้ง 2 ระบบ (Thayer, Åhs, Fredrikson, Sollers III, & Wager, 2012)

การหายใจ (Breathing) เป็นธรรมชาติของร่างกายมนุษย์และส่งผลต่อการทำงานของระบบพาราซิมพาเทติก การควบคุมการหายใจ (Breathing control) คือการควบคุมการหายใจทั้งจังหวะและความลึกของการหายใจ โดยขณะควบคุมการหายใจจะต้องผ่อนคลายทรวงอกส่วนบน และหัวไหล่ (Main & Denehy, 2016) พบว่าเมื่อกำหนดลมหายใจหรือหายใจลึกๆ (Deep breath) กล่าวคือช่วงเวลาในการหายใจออกยาวนานกว่าระยะเวลาการหายใจเข้า ร่างกายจะปรับให้อยู่ในภาวะที่เข้าใกล้สภาวะที่เหมือนกับพาราซิมพาเทติก มีงานศึกษาพบว่าการหายใจช้าๆ 6 ครั้งต่อนาที ช่วยเพิ่ม Baroreflex sensitivity ส่งผลให้การทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับหายใจปกติ (Russo, Santarelli, & O'Rourke, 2017) สอดคล้องกับงานศึกษาของ Mason และคณะ ที่พบว่าการหายใจอย่างช้าๆ 6 ครั้งต่อนาที ส่งผลให้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น Chemoreflex sensitivity ลดลง และมีประสิทธิภาพในการเพิ่ม Baroreflex sensitivity เช่นกัน ซึ่งผลจากงานวิจัยทั้งสองพบว่าการควบคุมการหายใจยังลดความดันโลหิตลดลงอีกด้วย (Mason et al., 2013) การควบคุมการหายใจมีหลายวิธี โดยหนึ่งในนั้นคือการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งในการผ่อนคลายร่างกาย โดย Dr.Weil เป็นผู้ริเริ่ม การควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ทำให้จิตใจสงบและเกิดการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (Weil, 2016) อีกทั้งยังเป็นรูปแบบการหายใจที่ค่อนข้างแพร่หลายและเป็นที่รู้จัก โดยขั้นตอนควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 เริ่มจาก การหายใจเข้าช้าๆ นับ 1-4 จากนั้นกลืนหายใจไว้ให้นับ 1-7 แล้วค่อยๆ หายใจออก ให้นับ 1-8 โดยการนับเลขนั้นต้องนับเป็นจังหวะไม่ช้าไม่เร็วไป จากนั้นทำวนซ้ำๆ 4-5 รอบ (Iltzan, 2019) โดยสรุปพบว่าในระยะสั้นการหายใจช้าๆ ส่งผลลด O₂ consumption ลดอัตราการเต้นของหัวใจ ลดความดันโลหิต เพิ่ม Theta wave และ Delta wave ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ พาราซิมพาเทติกที่เด่นชัดขึ้น ซึ่งเหนี่ยวนำให้ระบบประสาทอัตโนมัติซิมพาเทติกทำงานน้อยลง และทำให้เกิดความสมดุลการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ นอกจากนี้ในระยะยาวส่งผลลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและ



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

หลอดเลือด เบาหวานชนิดที่ 2 และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบหัวใจ (Bhimani, Kulkarni, Kowale, & Salvi, 2011; Jerath, Edry, Barnes, & Jerath, 2006; Sharma et al., 2013)

เมื่อพิจารณาผลของการนอนหลับไม่เพียงพอที่เพิ่มขึ้นในวัยรุ่น ร่วมกับความชุกของโรคหัวใจและหลอดเลือดที่เพิ่มขึ้นของประชากรอายุ 15 ปีขึ้นไป ซึ่งเกี่ยวข้องกับทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกที่มากเกินไป และการควบคุมการหายใจที่ส่งผลต่อการเพิ่มการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก ลดการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก แล้วร่วมกับยังไม่มีงานศึกษาใดศึกษาผลของการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในผู้ที่นอนหลับไม่เพียงพอ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานของหัวใจ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบผลของการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ต่อความดันโลหิตและการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานของหัวใจในผู้ที่นอนหลับไม่เพียงพอและนอนหลับเพียงพอ ระหว่างก่อนและหลังการควบคุมการหายใจ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ต่อความดันโลหิตและการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานของหัวใจ ระหว่างผู้ที่นอนหลับไม่เพียงพอและนอนหลับเพียงพอ หลังการควบคุมการหายใจ

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษานี้มีรูปแบบเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimented study) โดยอาสาสมัครทั้งหมดสมัครใจ และลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการศึกษา โดยการศึกษาครั้งนี้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่ G-SH 028-2563 วันที่ 17 กรกฎาคม พ.ศ.2563 โดยข้อมูลต่างๆ ของอาสาสมัครจะถูกเก็บเป็นความลับและจะถูกทำลายหลังการเผยแพร่ผลการวิจัยแล้ว 1 ปี

กลุ่มประชากร

อาสาสมัครวัยผู้ใหญ่ตอนต้น อายุ 18-25 ปี ที่อาศัยในเขตตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

กลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์คัดเข้า

1. เพศชายหรือหญิง อายุ 18-25
2. สุขภาพกายและจิตดี มีดัชนีมวลกายอยู่ในช่วง 18.5-22.9
3. เป็นผู้ที่นอนหลับไม่เพียงพอ (นอนหลับน้อยกว่า 7 ชั่วโมง/วัน) หรือนอนหลับเพียงพอ (นอนหลับมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ชั่วโมง/วัน) โดยต้องมีการนอนอย่างน้อย 3 เดือนขึ้นไปก่อนหน้านี้
4. ไม่มีการฝึกสมาธิหรือการควบคุมการหายใจรูปแบบต่างๆ ต่อเนื่องมาเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

เกณฑ์คัดออก

1. เป็นโรคอ้วน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวาน โรคไต หรือโรคต่อมไทรอยด์ที่ส่งผลต่อการทำงานของหัวใจและระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมหัวใจ
 2. ผู้ที่สูบบุหรี่, ดื่มแอลกอฮอล์เป็นประจำหรือบริโภคคาเฟอีน >400 มิลลิกรัม/วัน
 3. มีประวัติการใช้สารเสพติด ใช้ยารักษาโรคซึมเศร้าหรือโรคทางจิตเวชในปัจจุบัน
 4. อาสาสมัครผู้หญิงที่ไม่อยู่ในช่วงมีประจำเดือน ตั้งครรภ์ หรืออยู่ในช่วงให้นมบุตร
- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
1. วัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ได้แก่ มวลกล้ามเนื้อ ร้อยละของมวลกล้ามเนื้อ มวลไขมัน ร้อยละของมวลไขมัน มวลร่างกายที่ไร้ไขมัน ร้อยละมวลร่างกายที่ไร้ไขมัน ปริมาณน้ำในร่างกาย ร้อยละของน้ำในร่างกายมวลแร่ธาตุ และระดับไขมันในช่องท้อง ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักและวัดไขมัน (InBody 270 Body Composition Analyzer, Korea)
 2. วัดการกระจายของไขมันในร่างกาย (Body fat distribution) ได้แก่ ความกว้างรอบเอว ความกว้างรอบสะโพก และอัตราส่วนของความกว้างรอบเอวต่อสะโพก (waist to hip ratio: WHR) ด้วยการใช้สายวัดโดยผู้วิจัยคนเดียวกันตลอดโครงการ
 3. วัดสัญญาณชีพ (Physiological measurement) ได้แก่ ความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจด้วยเครื่องวัดความดันชนิดดิจิทัล (Automatic sphygmomanometer) (Microlife, Switzerland) และนำมาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของความดันโลหิต (Pulse pressure) และปริมาณของออกซิเจนที่กล้ามเนื้อหัวใจต้องการใช้หรืองานของหัวใจ (Rate-pressure product) ซึ่งบ่งบอกถึงการทำงานของหัวใจ
 4. ประเมินการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมหัวใจ (Cardiac autonomic function) จะถูกวิเคราะห์จากคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ได้จากการวัด electrocardiography Lead II โดยใช้ HRV module software รุ่น PowerLab 4/30 (ADInstruments, Australia) ตัวแปรที่วัด ได้แก่ LF, HF และ LF/HF ratio

ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

หลังจากการคัดกรองอาสาสมัครโดยการซักประวัติและใช้แบบสอบถาม อาสาสมัครก่อนวันเก็บข้อมูลอาสาสมัครจะถูกร้องขอให้เข้านอนตามเวลาปกติในแต่ละวัน งดกิจกรรมที่ใช้แรงมาก งดดื่มชา กาแฟ และงดอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมงก่อนทดสอบ ในวันเก็บข้อมูล เมื่ออาสาสมัครมาถึง ให้อาสาสมัครนอนพักเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการเก็บข้อมูลโดยวัดความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ และวัดความแปรปรวนการเต้นของหัวใจ (HRV) โดยวัดในท่านอน เป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นผู้วิจัยให้อาสาสมัครควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 (หายใจเข้านับ 1-4 กลั้นหายใจนับ 1-7 และหายใจออกทางปากนับ 1-8) ทั้งหมด 6 รอบ/ครั้ง แต่ละครั้งพักหายใจปกติ 1 นาที ทั้งหมด 3 ครั้ง โดยในขณะที่ควบคุมการหายใจนั้นมีการบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจร่วมด้วย เมื่อสิ้นสุดการควบคุมการหายใจทำการวัดความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจอีกครั้ง หลังจากนั้นทำการวัด body composition โดยใช้เครื่อง Inbody และวัด Body fat distribution ด้วยสายวัด โดยวัดความยาวรอบเอวจากตำแหน่งอยู่กึ่งกลางระหว่างกระดูกซี่โครงซี่สุดท้ายและ iliac crest ห้ามแขม่วท้องหรือเบ่งท้องตึง ส่วนความยาวรอบสะโพกวัดตำแหน่งกึ่งกลางสะโพก หรือแนวของหัวกระดูก femur



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะถูกวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS Statistics โดยแสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean $\pm$ SD) ทดสอบการแจกแจงข้อมูลโดยใช้สถิติ Kolmogorov-Smirnov test พบว่าตัวแปรมีการแจกแจงปกติ วิเคราะห์ความแตกต่างของค่า Baseline ระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ Independent t-test วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ One-way ANCOVA และวิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่มด้วยสถิติ Paired t-test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ $p < 0.05$

ผลการวิจัย

อาสาสมัครส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 86.1 (เพศชาย 5 คน เพศหญิง 29 คน) มีค่าเฉลี่ยของ อายุ ความสูง น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัว ร้อยละของไขมัน มวลไขมัน ร้อยละของมวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน มวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน ร้อยละปริมาณน้ำในร่างกาย ปริมาณน้ำในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อ ความกว้างรอบเอว ความกว้างรอบสะโพก สัดส่วนความกว้างรอบเอวต่อความกว้างรอบสะโพก ระดับไขมันในอวัยวะภายใน อัตราการเผาผลาญขณะพัก และระยะเวลาในการนอนแต่ละคืน (ตารางที่ 1) เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานระหว่างกลุ่มนอนหลับเพียงพอและกลุ่มนอนหลับไม่เพียงพอ ด้วยสถิติ Independent t-test พบว่าข้อมูลพื้นฐานของทั้ง 2 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ก่อนการควบคุมการหายใจพบว่า อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (Systolic blood pressure) ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (Diastolic blood pressure) ความแตกต่างของความดันโลหิต (Pulse pressure) งานของหัวใจ (Rate-pressure product) และความดันในหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (Mean arterial pressure) ไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้งในกลุ่มนอนหลับไม่เพียงพอและนอนหลับไม่เพียงพอ (ตารางที่ 2)

ผลหลังจากการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตและงานของหัวใจในกลุ่มอาสาสมัครที่นอนหลับไม่เพียงพอและนอนหลับไม่เพียงพอ (ตารางที่ 2) โดยพบว่าอัตราการเต้น

ของหัวใจ (4.1 ± 4.2 , $p < 0.05$) ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (3.1 ± 3.4 , $p < 0.05$) ความแตกต่างของความดันโลหิต (2 ± 3.8 , $p < 0.05$) งานของหัวใจ (645 ± 581.3 , $p < 0.05$) และค่าความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (1.8 ± 3.3 , $p < 0.05$) ของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มภายหลังการควบคุมการหายใจมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนควบคุมการหายใจ แต่เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน เป็นที่น่าสนใจว่าการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 สามารถลดอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต และงานของหัวใจ



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10
The 10th STOU National Research Conference

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครกลุ่มนอนหลับเพียงพอและนอนหลับไม่เพียงพอข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน. อาสาสมัครกลุ่มละ 18 คน.

ตัวแปร	กลุ่มนอนหลับเพียงพอ	กลุ่มนอนหลับไม่เพียงพอ
อายุ (ปี)	22.6 $\pm$ 1.5	20.8 $\pm$ 1.3
ความสูง (เมตร)	162.0 $\pm$ 7.1	161.4 $\pm$ 6
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	52.8 $\pm$ 6.2	52 $\pm$ 5.9
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ²)	20.1 $\pm$ 1.6	19.9 $\pm$ 1.3
ความดันขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)	108 $\pm$ 6.6	107.9 $\pm$ 7.9
ความดันขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)	71.1 $\pm$ 5.6	70.7 $\pm$ 7.6
ร้อยละมวลไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	27.1 $\pm$ 7.1	28.2 $\pm$ 4.8
มวลไขมัน (กิโลกรัม)	14.3 $\pm$ 4.1	14.6 $\pm$ 2.7
ร้อยละมวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	71.9 $\pm$ 8.3	71.1 $\pm$ 5.4
มวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน (กิโลกรัม)	37.9 $\pm$ 6.1	37.1 $\pm$ 6.3
ปริมาณน้ำในร่างกาย (กิโลกรัม)	53.4 $\pm$ 5.3	52.6 $\pm$ 3.6
ร้อยละปริมาณน้ำในร่างกาย (เปอร์เซ็นต์)	28.2 $\pm$ 4.7	27.4 $\pm$ 4.3
มวลกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม)	7.5 $\pm$ 1.3	7.3 $\pm$ 1.2
มวลแร่ธาตุ (กิโลกรัม)	2.7 $\pm$ 0.4	2.7 $\pm$ 0.4
ความกว้างรอบเอว (เซนติเมตร)	68 $\pm$ 5.7	66 $\pm$ 3.7
ความกว้างรอบสะโพก (เซนติเมตร)	89.7 $\pm$ 5.2	90.2 $\pm$ 5.3
อัตราส่วนของความกว้างรอบเอวต่อสะโพก	0.8 $\pm$ 0.1	0.73 $\pm$ 0.1
ระดับไขมันในช่องท้อง	5.3 $\pm$ 1.8	5.5 $\pm$ 1.2
อัตราการเผาผลาญขณะพัก (กิโลแคลอรี/วัน)	1201.3 $\pm$ 135.8	1178.4 $\pm$ 127.1
ระยะเวลาการนอน (ชั่วโมง)	7.4 $\pm$ 0.6	6.1 $\pm$ 0.4

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน. อาสาสมัครกลุ่มละ 18 คน.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10
The 10th STOU National Research Conference

ตารางที่ 2 ค่าตัวแปรในระบบไหลเวียนโลหิต และค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ในอาสาสมัครกลุ่มนอนหลับ
เพียงพอและนอนหลับไม่เพียงพอ ก่อนและหลังการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8

ตัวแปร	กลุ่มนอนหลับเพียงพอ		กลุ่มนอนหลับไม่เพียงพอ	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที)	71.4 ± 7.9	66.2 ± 6.3*	67.6 ± 11.9	64.6 ± 10.9*
ความดันขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)	108.4 ± 7	105.1 ± 8.6*	107.7 ± 7.4	104.9 ± 6.7*
ความดันขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)	71.4 ± 5.4	69.2 ± 5.7	70.7 ± 7.6	70.7 ± 8
ความแตกต่างของความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท)	37.9 ± 5.7	36.5 ± 6.3*	38 ± 5.9	35.1 ± 5.3*
งานของหัวใจ (มิลลิเมตรปรอท/นาที)	7805.2 ± 1007	6942.8 ± 894.7*	7385 ± 1428.2	6834.1 ± 1299.4*
ความดันเลือดแดงเฉลี่ย	83.7 ± 5.3	81.1 ± 6.1*	83 ± 7.2	82.1 ± 7.2*
สัญญาณความถี่ต่ำ (normal unit)	32.8 ± 13.7	17.8 ± 7.2*	38.3 ± 16.7	35.3 ± 15.2*
สัญญาณความถี่สูง (normal unit)	59.5 ± 16.8	70.1 ± 14.1*	52 ± 16.4	53.4 ± 15.2*
สัดส่วนของค่าความถี่ต่ำ/ความถี่สูง	0.6 ± 0.5	0.3 ± 0.1*	1.1 ± 1.3	0.8 ± 0.5*

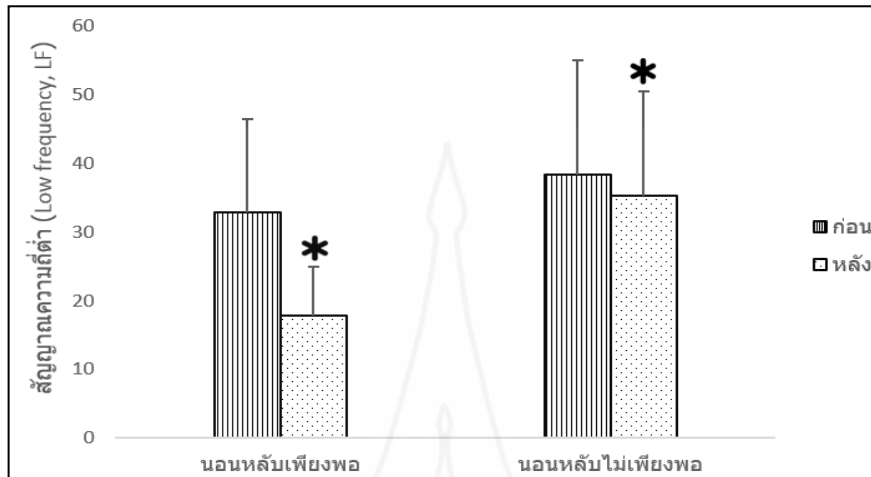
ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน. อาสาสมัครกลุ่มละ 18 คน.

*, แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการควบคุมการหายใจ (p<0.05)

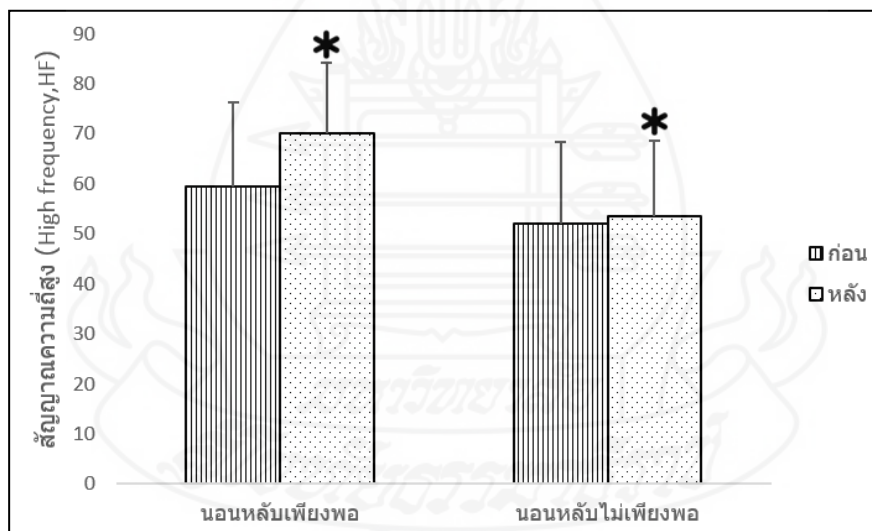
การควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ทั้งในอาสาสมัครกลุ่มนอนหลับเพียงพอและนอนหลับไม่เพียงพอ ดังแสดงให้เห็นในการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ของค่าสัญญาณความถี่ต่ำ ซึ่งแสดงให้เห็นการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกที่ลดลง ร่วมกับการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ของค่าสัญญาณความถี่สูง ที่แสดงให้เห็นถึงการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติกที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ของค่าสัดส่วนของค่าความถี่ต่ำ/ความถี่สูง บ่งบอกถึงสมดุลการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติทั้ง 2 ระบบที่ดีขึ้น หลังฝึกควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 (ภาพที่ 1-3) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่าไม่มีความแตกต่างกันของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10
The 10th STOU National Research Conference



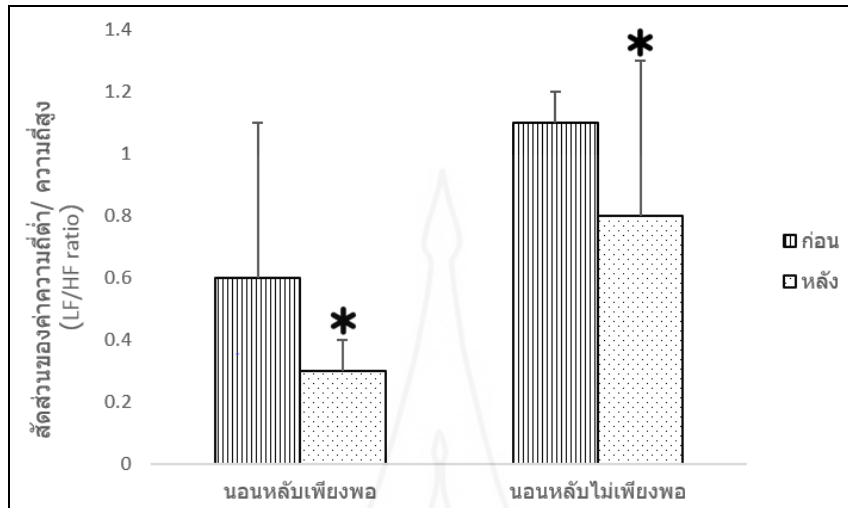
ภาพที่ 1 สัญญาณความถี่ต่ำ (LF) ก่อนและหลังการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8
*, แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการควบคุมการหายใจ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 2 สัญญาณความถี่สูง (HF) ก่อนและหลังการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8
*, แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการควบคุมการหายใจ ($p < 0.05$)



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10
The 10th STOU National Research Conference



ภาพที่ 3 สัดส่วนของค่าความถี่ต่ำ/ความถี่สูง (LF/HF ratio) ก่อนและหลังการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8
*, แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการควบคุมการหายใจ ($p < 0.05$)

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าหลังจากการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 ส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความแตกต่างของความดันโลหิต งานของหัวใจ และค่าความดันเลือดแดงเฉลี่ยลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าหลังการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 การทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกลดลง และการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติกเพิ่มมากขึ้นในอาสาสมัครกลุ่มนอนหลับเพียงพอและกลุ่มนอนหลับไม่เพียงพอเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการควบคุมการหายใจ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม จากผลลัพธ์ข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการควบคุมการหายใจแบบ 4-7-8 มีประสิทธิภาพในการลดการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกและเพิ่มการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก นอกจากนี้ยังช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจ และความดันโลหิต ในอาสาสมัครสุขภาพดีที่มีภาวะนอนหลับเพียงพอและไม่เพียงพอ

การนอนหลับไม่เพียงพอส่งผลให้การทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกทำงานมากขึ้น ซึ่งทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โดยจากงานศึกษาของ Dettoni และคณะในปีค.ศ. 2012 และ Villa และคณะในปีค.ศ. 2016 ซึ่งพบว่า เมื่อนอนหลับไม่เพียงพอ เป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ Sympathetic tone ซึ่งแสดงให้เห็นจากการวัด HRV พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของ LF และการลดลงของ HF แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของ Sympathetic tone และการลดลงของ Parasympathetic tone (Dettoni et al., 2012; Villa et al., 2016) นอกจากนี้การนอนหลับไม่เพียงพอแล้วยังส่งผลต่อแนวโน้มความเสี่ยงต่อการเป็นโรคอ้วน (Obesity) (Aldabal & Bahammam, 2011) ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาครั้งนี้ที่ไม่พบความแตกต่างกันของค่าความแปรปรวนการเต้นของหัวใจ ดัชนีมวลกาย และความดันโลหิตในกลุ่มที่มีภาวะนอนหลับเพียงพอและไม่เพียงพอ

การหายใจที่มีระยะเวลาในการหายใจออกยาวนานกว่าระยะเวลาหายใจเข้านั้นสามารถกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติกได้ (Russo et al., 2017) โดยจากการศึกษาก่อนหน้าพบว่าการหายใจที่ช้าลงมีผลต่อการ



การศึกษานี้มีข้อจำกัดคือระยะเวลาการนอนหลับของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันมากและอาสาสมัครทั้งหมดเป็นอาสาสมัครสุขภาพดี รวมทั้งอาสาสมัครส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถเห็นความแตกต่างการเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติของทั้งสองกลุ่มชัดเจน และอาจส่งผลต่อความแตกต่างของตัวแปรต่างๆ ระหว่างกลุ่มที่มีภาวะนอนหลับเพียงพอและไม่เพียงพอ การศึกษาในอนาคตจึงควรทำศึกษาในกลุ่มอาสาสมัครที่ใหญ่ขึ้นและทั้งสองกลุ่มควรมีความแตกต่างของระยะเวลาในการนอนมากกว่านี้

Ackermann, K., Plomp, R., Lao, O., Middleton, B., Revell, V. L., Skene, D. J., & Kayser, M. (2013). Effect of sleep deprivation on rhythms of clock gene expression and melatonin in humans. *Chronobiol Int*, 30(7), 901-909.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

- Adler, D., & Janssens, J.-P. (2019). The Pathophysiology of Respiratory Failure: Control of Breathing, Respiratory Load, and Muscle Capacity. *Respiration*, 97(2), 93-104.
- Aldabal, L., & Bahammam, A. S. (2011). Metabolic, endocrine, and immune consequences of sleep deprivation. *Open Respir Med J*, 5, 31-43.
- Bhimani, N. T., Kulkarni, N. B., Kowale, A., & Salvi, S. (2011). Effect of Pranayama on stress and cardiovascular autonomic function. *Indian J Physiol Pharmacol*, 55(4), 370-377.
- Carey, R. M., Calhoun, D. A., Bakris, G. L., Brook, R. D., Daugherty, S. L., Dennison-Himmelfarb, C. R., . . . Judd, E. (2018). Resistant hypertension: detection, evaluation, and management: a scientific statement from the American Heart Association. *Hypertension*, 72(5), e53-e90.
- De Bernardi Rodrigues, A. M., da Silva Cde, C., Vasques, A. C., Camilo, D. F., Barreiro, F., Cassani, R. S., . . . et. al. (2016). Association of Sleep Deprivation With Reduction in Insulin Sensitivity as Assessed by the Hyperglycemic Clamp Technique in Adolescents. *JAMA Pediatr*, 170(5), 487-494.
- Dettoni, J. L., Consolim-Colombo, F. M., Drager, L. F., Rubira, M. C., Souza, S. B., Irigoyen, M. C., . . . Lorenzi-Filho, G. (2012). Cardiovascular effects of partial sleep deprivation in healthy volunteers. *J Appl Physiol* (1985), 113(2), 232-236.
- Ferrie, J. E., Kumari, M., Salo, P., Singh-Manoux, A., & Kivimaki, M. (2011). Sleep epidemiology--a rapidly growing field. *Int J Epidemiol*, 40(6), 1431-1437.
- Gerritsen, R. J., & Band, G. P. (2018). Breath of life: The respiratory vagal stimulation model of contemplative activity. *Frontiers in human neuroscience*, 12, 397.
- Grandner, M. A., Jackson, N. J., Pak, V. M., & Gehrman, P. R. (2012). Sleep disturbance is associated with cardiovascular and metabolic disorders. *J Sleep Res*, 21(4), 427-433.
- Hofmann, R., Witt, N., Lagerqvist, B., Jernberg, T., Lindahl, B., Erlinge, D., . . . Omerovic, E. (2018). Oxygen therapy in ST-elevation myocardial infarction. *European heart journal*, 39(29), 2730-2739.
- Itani, O., Jike, M., Watanabe, N., & Kaneita, Y. (2017). Short sleep duration and health outcomes: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Sleep medicine*, 32, 246-256.
- Ivtzan, I. (2019). *Handbook of mindfulness-based programmes : mindfulness interventions from education to health and therapy* (1. ed.). New York City: Routledge.
- Jerath, R., Edry, J. W., Barnes, V. A., & Jerath, V. (2006). Physiology of long pranayamic breathing: neural respiratory elements may provide a mechanism that explains how slow deep breathing shifts the autonomic nervous system. *Med Hypotheses*, 67(3), 566-571.
- Jerath, R., Harden, K., Crawford, M., Barnes, V. A., & Jensen, M. (2014). Role of cardiorespiratory synchronization and sleep physiology: effects on membrane potential in the restorative functions of sleep. *Sleep Med*, 15(3), 279-288. doi:10.1016/j.sleep.2013.10.017



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

- Jike, M., Itani, O., Watanabe, N., Buysse, D. J., & Kaneita, Y. (2018). Long sleep duration and health outcomes: A systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Sleep medicine reviews*, 39, 25-36.
- Liu, H., & Chen, A. (2019). Roles of sleep deprivation in cardiovascular dysfunctions. *Life Sci*, 219, 231-237.
- Lombardi, F., & Stein, P. K. (2011). Origin of heart rate variability and turbulence: an appraisal of autonomic modulation of cardiovascular function. *Front Physiol*, 2, 95.
- Main, E., & Denehy, L. (2016). *Cardiorespiratory physiotherapy : Adults and Paediatrics* (Fifth edition. ed.). Edinburgh: Elsevier.
- Malmberg, B., Persson, R., Flisberg, P., & Orbaek, P. (2011). Heart rate variability changes in physicians working on night call. *Int Arch Occup Environ Health*, 84(3), 293-301.
- Mason, H., Vandoni, M., Debarbieri, G., Codrons, E., Ugargol, V., & Bernardi, L. (2013). Cardiovascular and respiratory effect of yogic slow breathing in the yoga beginner: what is the best approach? *Evid Based Complement Alternat Med*, 2013, 743504.
- Nasim, M., Saade, M., & AlBuhairan, F. (2019). Sleep deprivation: prevalence and associated factors among adolescents in Saudi Arabia. *Sleep Med*, 53, 165-171.
- Nedeltcheva, A. V., Kessler, L., Imperial, J., & Penev, P. D. (2009). Exposure to recurrent sleep restriction in the setting of high caloric intake and physical inactivity results in increased insulin resistance and reduced glucose tolerance. *J Clin Endocrinol Metab*, 94(9), 3242-3250.
- Ren, R., Covassin, N., Yang, L., Li, Y., Zhang, Y., Zhou, J., . . . Tang, X. (2018). Objective but Not Subjective Short Sleep Duration Is Associated With Hypertension in Obstructive Sleep Apnea. *Hypertension*, 72(3), 610-617.
- Rodrigues, A. M. D. B., da Silva, C. d. C., Vasques, A. C. J., Camilo, D. F., Barreiro, F., Cassani, R. S. L., . . . Geloneze, B. (2016). Association of sleep deprivation with reduction in insulin sensitivity as assessed by the hyperglycemic clamp technique in adolescents. *JAMA pediatrics*, 170(5), 487-494.
- Russo, M. A., Santarelli, D. M., & O'Rourke, D. (2017). The physiological effects of slow breathing in the healthy human. *Breathe*, 13(4), 298-309.
- Schoenborn, C. A., & Adams, P. E. (2010). Health behaviors of adults: United States, 2005-2007. *Vital Health Stat* 10(245), 1-132.
- Sharma, V. K., Trakroo, M., Subramaniam, V., Rajajeyakumar, M., Bhavanani, A. B., & Sahai, A. (2013). Effect of fast and slow pranayama on perceived stress and cardiovascular parameters in young health-care students. *Int J Yoga*, 6(2), 104-110.
- Thayer, J. F., Åhs, F., Fredrikson, M., Sollers III, J. J., & Wager, T. D. (2012). A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(2), 747-756.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

- Tobaldini, E., Fiorelli, E. M., Solbiati, M., Costantino, G., Nobili, L., & Montano, N. (2019). Short sleep duration and cardiometabolic risk: from pathophysiology to clinical evidence. *Nat Rev Cardiol*, 16(4), 213-224.
- Villa, K. L., Berry, K. P., Subramanian, J., Cha, J. W., Oh, W. C., Kwon, H. B., . . . Nedivi, E. (2016). Inhibitory Synapses Are Repeatedly Assembled and Removed at Persistent Sites In Vivo. *Neuron*, 89(4), 756-769.
- Virtanen, I., Kalleinen, N., Urrila, A. S., Leppanen, C., & Polo-Kantola, P. (2015). Cardiac autonomic changes after 40 hours of total sleep deprivation in women. *Sleep Med*, 16(2), 250-257.
- Weil, A. (2016). Three Breathing Exercises And Techniques. Available from <https://www.drweil.com/health-wellness/body-mind-spirit/stress-anxiety/breathing-three-exercises/>
- Wolkow, A., Ferguson, S., Aisbett, B., & Main, L. (2015). Effects of work-related sleep restriction on acute physiological and psychological stress responses and their interactions: A review among emergency service personnel. *Int J Occup Med Environ Health*, 28(2), 183-208.





การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10
The 10th STOU National Research Conference

การจำลองสภาพภูมิอากาศบรรพกาลด้วยหลักฐานทางฟอสซิลละอองเรณู
จากช่วงปลายสมัยโอลิโกซีนถึงช่วงต้นสมัยไมโอซีน แอ่งย่อยบ้านป่าคา แอ่งลี่ จังหวัดลำพูน
A Palaeo-climate Reconstruction of the Late Oligocene to Early Miocene Palynoflora
from Ban Pa Kha Subbasin, Li basin, Lamphun Province

ปริญชัย มาลัยกนก (Paranchai Malaikanok)¹ พอล เจ โกรติ (Paul J. Grote)² วงศ์ภูมิ ภูภูมิรัตน์ (Wongkot Phuphumirat)³

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองสภาพภูมิอากาศบรรพกาล ด้วยหลักฐานทางฟอสซิลสปอร์และละอองเรณู จากช่วงปลายสมัยโอลิโกซีนถึงช่วงต้นสมัยไมโอซีน แอ่งย่อยบ้านป่าคา แอ่งลี่ จังหวัดลำพูน โดยทำการเก็บตะกอนจากชั้นส่วน คั่นชั้นแรกของแอ่งย่อย จากนั้นทำการสกัดฟอสซิลสปอร์และละอองเรณูด้วยกรดไฮโดรคลอริก กรดไฮโดรฟลูออริก อะซีโตน ไสโซ และซิงค์ โบรไมด์ และทำการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด นอกจากนี้ทำการนับและจัดจำแนกเป็นจำนวนทั้งสิ้น 1,587 เม็ด ผลการศึกษาพบฟอสซิลสปอร์และละอองเรณูจำนวน 43 ชนิด ซึ่งเป็นเรณูของพืชที่สามารถพบได้ใน (1) เขตอบอุ่น (2) เขตกึ่งเขตร้อน และ (3) เขตร้อน นอกจากนี้พบว่ามีละอองเรณู ของ *Alnus* และ *Quercus* เป็นจำนวนมากในตะกอน จากการวิเคราะห์ฟอสซิลสปอร์และละอองเรณู โดยใช้ระบบจำแนก สภาพภูมิอากาศของ Köppen จึงสรุปได้ว่าสภาพภูมิอากาศของบริเวณแอ่งย่อยบ้านป่าคา ระหว่างช่วงเวลาดังกล่าว มีความ เป็นไปได้ว่าจะมีสภาพเป็นกึ่งเขตร้อน

คำสำคัญ แอ่งย่อยบ้านป่าคา ฟอสซิลละอองเรณู จังหวัดลำพูน สภาพภูมิอากาศในบรรพกาล เรณูวิทยา

¹ The student, Division of Biological Science, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Songkhla, 6010220103@psu.ac.th

² Assistant Professor, Northeastern Research Institute of Petrified Wood and Mineral Resources, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, pauljosephgrote@yahoo.com

³ Assistant Professor, Division of Health and Applied Sciences, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Songkhla, Thailand, wongkot.p@psu.ac.th



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

Abstract

The objective of this research was to reconstruct palaeo-climate of the late Oligocene to early Miocene of Northern Thailand using fossil spores and pollen retrieved from Ban Pa Kha subbasin, Li basin, Lamphun Province. Fossil spores and pollen were extracted from sediments taken from the interburden layer of the subbasin using hydrochloric acid, hydrofluoric acid, acetolysis, and zinc bromide, and then examined with both LM and SEM. A total of 1,587 spores and pollen grains were counted and identified. The results showed that 43 spore and pollen species belonging to plants which are (1) temperate, (2) subtropical, and (3) tropical elements were observed. *Alnus* and *Quercus* pollen were found in very high numbers. Based on Köppen signatures of their modern analogues, subtropical climate seems likely for this region at that time.



Keywords: Ban Pa Kha Subbasin, Fossil pollen, Lamphun Province, Palaeo-climate, Palynology



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

Introduction

In Northern Thailand, 42 sedimentary deposits have been recognized. Many basins are identified as Tertiary deposits, including Fang, Mae Chaem, Mae Moh, Mae Lai, Mae Teep, Mae Than, Chiang Mai, Chiang Muan, Pong, Phrae, and Li basins (Morley & Racey, 2011). Li basin is located in Lamphun Province, corresponding to the Oligocene to Miocene (Songtham et al., 2003; Morley & Racey, 2011). This basin can be geomorphologically divided into four subbasins, i.e., Ban Pu, Ban Pa Kha, Na Sai, and Mae Long (Sawangchote et al., 2009; 2010). Palynofloras from the late Oligocene to early Miocene suggest warm temperate environments, while those from the Middle Miocene indicate tropical settings (Songtham et al., 2003; Sepulchre et al., 2010).

The Ban Pa Kha subbasin is located in the eastern part of the Li basin, consisting of four units, the lower coal seam, interburden, upper coal seam, and overburden (Songtham et al., 2003). The sedimentary formations contained lacustrine deposits, including coals, oil shales, and marls, lying upon coarse fan sediments (Songtham et al., 2003; Sawangchote et al., 2009; Morley & Racey, 2011). Palynomorph fossils were mainly recovered from the interburden layer. The age of this subbasin is the late Oligocene to early Miocene (Songtham et al., 2003; Morley & Racey, 2011). The Ban Pa Kha subbasin also provided valuable fossil evidence indicating changes in palaeo-vegetation in Northern Thailand caused by the Oligocene–Miocene climatic shift due to Southeast Asia landmass movement, as well as the monsoon linked to Himalayan–Tibetan Plateau uplift (Morley, 1998; Songtham et al., 2003; Sepulchre et al., 2010).

Based on the macrofossil evidence found in the Ban Pa Kha subbasin, mixed evergreen–deciduous, swamp, and riverine communities were suggested (Nichols & Uttamo, 2005; Sawangchote et al., 2009; 2010; Grote, 2015). The late Oligocene to early Miocene palynofloras from Ban Pa Kha subbasin were also examined by Ratanasthien (1984) and Songtham et al. (2003; 2005). A total of 29 sporomorph species were observed and characterized by the diverse spectrum of warm temperate pollen assemblages. However, in our preliminary study, approximately 40 fossil sporomorph taxa were recognized from this subbasin. Therefore, it would be possible that the number of pollen species recovered from Ban Pa Kha subbasin shown in previous studies was underestimated, possibly due to a classical technique used. In addition, pollen analysis (pollen counting) was not employed by those studies. Such low taxonomic resolution of palynological record, as well as the lack of a quantitative analysis, can lead to misinterpretation of palaeo-climates and environments. As shown in many studies (Grimmson et al., 2011a; b; 2015; 2016; 2020), by combining LM and SEM, fossil spores and pollen were identified more accurately. A light microscope (LM) appears to provide details of shape, aperture, and exine thickening, while fine characteristics of exine ornamentation can be obtained using a scanning electron microscope (SEM) (Ferguson et al., 2007). A pollen counting is one of the most important methods for estimating pollen assemblages produced by plants



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

presenting in the past. Therefore, retrieved fossil spores and pollen of theirs would provide us images of palaeo–environments where they occupied.

Even though there are a number of studies on spore and pollen fossils from the Mid–Tertiary in Northern Thailand, attention has only been paid to the indicative sporomorphs of climate change, while some other palynomorph taxa have been underestimated due to techniques used. The present study is aimed to re-examine fossil spores and pollen from Ban Pa Kha subbasin, Li basin, Lamphun Province, using a combined LM and SEM analysis together with a pollen counting technique to obtain a higher degree of quantitative compositional fidelity for more accurate interpretation of palaeo–climate of Northern Thailand during the late Oligocene to early Miocene.

Objective

1. To reconstruct the palaeo–climate of the late Oligocene to early Miocene of Northern Thailand using fossil spores and pollen recovered from the interburden layer of Ban Pa Kha subbasin, Li basin, Lamphun Province

Research Methodology

This study is the experimental research. **Sampling site.** — The late Oligocene to early Miocene sediment samples (sample number SUT 809, 893, and 1386) were collected from lacustrine deposits in the interburden layer of Ban Pa Kha subbasin in Northern Thailand (Figure. 1). The stratigraphy of the subbasin was examined by Songtham et al. (2003) and Sawangchote et al. (2009; 2010). **Spore and pollen extraction.** — Each sample was scraped with a paper cutting blade on the surface and rinsed with distilled water to remove modern spores and pollen possibly contaminating fossil samples. All samples were ground, put into a glass



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

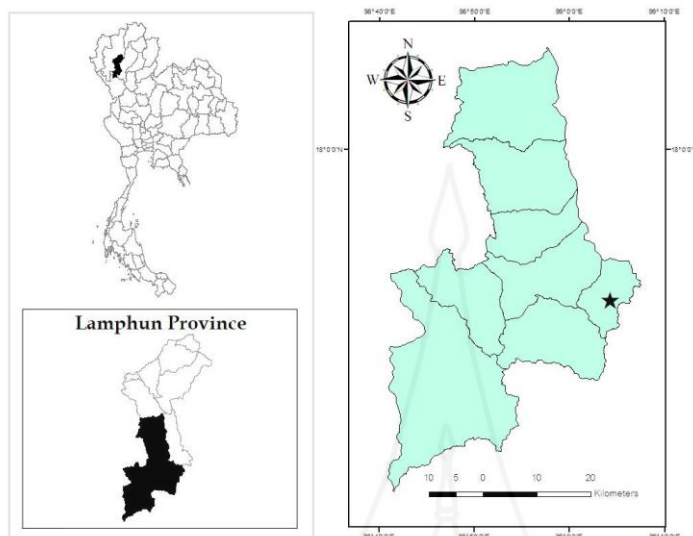


Figure 1. The geographical map showing the location of Ban Pa Kha subbasin (asterisk), Li basin, Li District (highlighted in blue colour), Lamphun Province

beaker, and boiled with 150 ml of 37% hydrochloric acid (HCl) for five to ten minutes to dissolve calcium carbonate (CaCO_3). After removing the HCl, the remaining sediment was transferred into a five-liter plastic jar and combined with 48% hydrofluoric acid (HF) to dissolve silica for three to seven days. The plastic jar was then filled with water. The liquid was decanted, and the remaining substance was moved to plastic tube, to which 37% HCl was added. This mixture was boiled for five to ten minutes and washed with distilled water. The remaining sediment was then treated with 99.8% glacial acetic acid, centrifuged, and decanted. The remaining sediment was chlorinated, acetolysed, and washed with distilled water (Erdtman, 1960). The palynomorphs were separated from inorganic matter using heavy liquid separation (zinc bromide). The final organic material was mixed with pure glycerol and smeared onto a slide. **Palynomorph analysis.** — Fossil spores and pollen were sorted, picked, and photographed with both LM (BX43, Olympus) and SEM (FEI Quanta 400) using the single grain technique (Zetter, 1989) until it was ensured that all fossil spore and pollen taxa were obtained. The observed fossil sporomorphs were identified by comparison with illustrations and descriptions of pollen and spores in the literature (Grimsson et al. 2011a; 2011b; 2015; 2016, 2020). At least 500 spores and pollen were counted and identified per each sample. The palynomorph percentage was then calculated. The palaeo-climate of the study site was reconstructed using the Köppen signatures (climate-vegetation types) described by Denk et al. (2013) and Grimmson et al. (2016; 2020).



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

Results

A total of 43 spore and pollen species belonging to 3 pteridophytes, 6 gymnosperms, and 34 angiosperms were observed using both LM and SEM (Table 1, Figure 2 and 3). Based on the main climatic preferences of potential modern analogues (Köppen signatures) of the fossils from the interburden layer of Ban Pa Kha subbasin, fossil palynomorph assemblages can be divided into three main groups, including (1) nemoral (temperate), (2) meridio-nemoral and semihumid-meridional (subtropical), and (3) tropical and tropical-meridional (tropical) elements (a summary of the climatic niche occupied by modern plants related to recovered fossil spores and pollen provided in Grimmson et al. (2016; 2020) (supplementary materials) and the ClimGrim database). The temperate elements consisted of pollen from *Alnus*, *Corylus*, Juglandaceae (*Pterocarya* or *Juglans*), *Pinus* subg. *Pinus*, *Quercus* Group *Ilex*, *Tsuga*, *Salix*, and *Ulmus*, whereas the subtropical components comprised of *Abies*, *Diospyros*, Hamamelidaceae (*Distylium* or *Parrotia*), *Ilex*, *Liquidambar*, Myricaceae (*Myrica* or *Morella*), *Pinus* subg. *Strobus*, *Quercus* Group *Quercus*, *Rehderodrendon*, *Styrax*, and *Viburnum*. Tropical elements composed of *Adinandra*, Araliaceae (*Aralia*, *Polyscias*, or *Schefflera*), Castaneoideae (*Castanopsis* or *Lithocarpus*), Cupressaceae (*Taiwania*, *Taxodium*, or *Sequoiia*), *Ligustrum*, Sapotaceae, and *Symplocos*.

The 1,587 spores and pollen grains in total were counted and classified. *Quercus* pollen were found in high numbers, 78.54% (SUT 809) and 68.95% (SUT 893), while high numbers of *Alnus* pollen were observed in the sample No. SUT 1386 (61.76%). *Pinus* pollen was found in low numbers, from between 5.00 to 13.00%. Sporomorphs from other plant species were found at less than 5.00% from all sediment samples (Table 1).

Table 1. Percentages of palynomorphs recovered from each study site and numbers of the observed spore and pollen taxa

Palynomorph taxa	SUT 809	SUT 893	SUT 1386	Number of morphotaxa
Polypodiaceae	0.61	0.00	1.15	3
Cupressaceae gen. et spec. indet.	0.81	0.88	2.49	1
<i>Abies</i> sp.	0.61	1.58	0.57	1
<i>Pinus</i> sp.	6.48	12.98	4.97	2
<i>Tsuga</i> sp.	1.01	2.63	0.00	2
<i>Liquidambar</i> sp.	1.62	4.04	0.19	1
<i>Viburnum</i> sp.	0.20	0.18	4.21	1



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

<i>Ilex</i> sp.	0.20	0.35	0.76	1
Araliaceae gen. et spec. indet.	0.81	0.00	0.38	1
<i>Alnus</i> sp.	0.81	1.58	61.76	4
<i>Betula</i> sp.	0.00	0.18	0.00	1
<i>Corylus</i> sp.	1.01	0.00	0.00	1
<i>Diospyros</i> sp.	0.00	0.70	0.00	1
<i>Adinandra</i> sp.	0.00	0.18	0.38	1
Castaneoideae gen. et spec. indet.	0.20	0.35	0.76	2
<i>Quercus</i> sp.	78.54	68.95	15.49	7
<i>Rehderodendron</i> sp.	1.82	0.53	0.57	1
<i>Styrax</i> sp.	0.61	0.70	0.00	1
Hamamelidaceae gen. et spec. indet.	0.20	0.35	0.38	1
<i>Ligustrum</i> sp.	0.00	0.00	0.38	1
Juglandaceae gen. et spec. indet.	0.81	1.05	1.15	2
Myricaceae gen. et spec. indet.	1.82	0.53	2.87	1
Poaceae gen. et spec. indet.	1.01	1.05	0.00	1
<i>Salix</i> sp.	0.40	0.35	1.15	1
Sapotaceae gen. et spec. indet.	0.00	0.18	0.00	1
<i>Symplocos</i> sp.	0.20	0.35	0.38	1
<i>Ulmus</i> sp.	0.00	0.35	0.00	1
Indetermined taxon 1	0.20	0.00	0.00	1
Total	100.00	100.00	100.00	43



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10
The 10th STOU National Research Conference

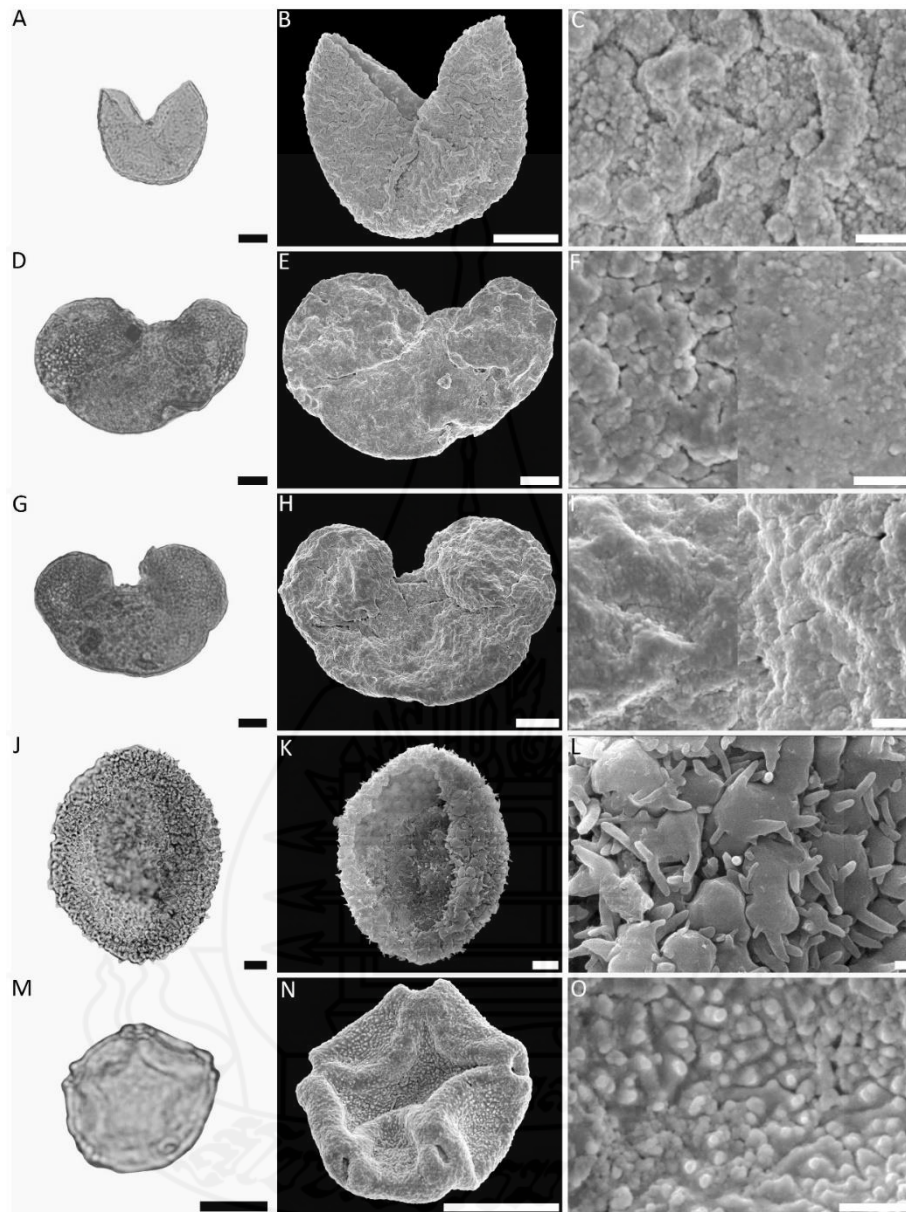


Figure 2. Light microscopy (A, D, G, J, M) and scanning electron microscopy (B, C, E, F, H, I, K, L, N, O) micrographs of dispersed fossil pollen. A–C. Cupressaceae gen. et spec. indet. (*Taiwania*, *Taxodium*, vel *Sequoiia*). D–F. *Pinus* subgenus *Pinus* sp. G–I. *Pinus* subgenus *Strobus* sp. J–L. *Tsuga* sp. M–O. *Alnus* sp.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10
The 10th STOU National Research Conference

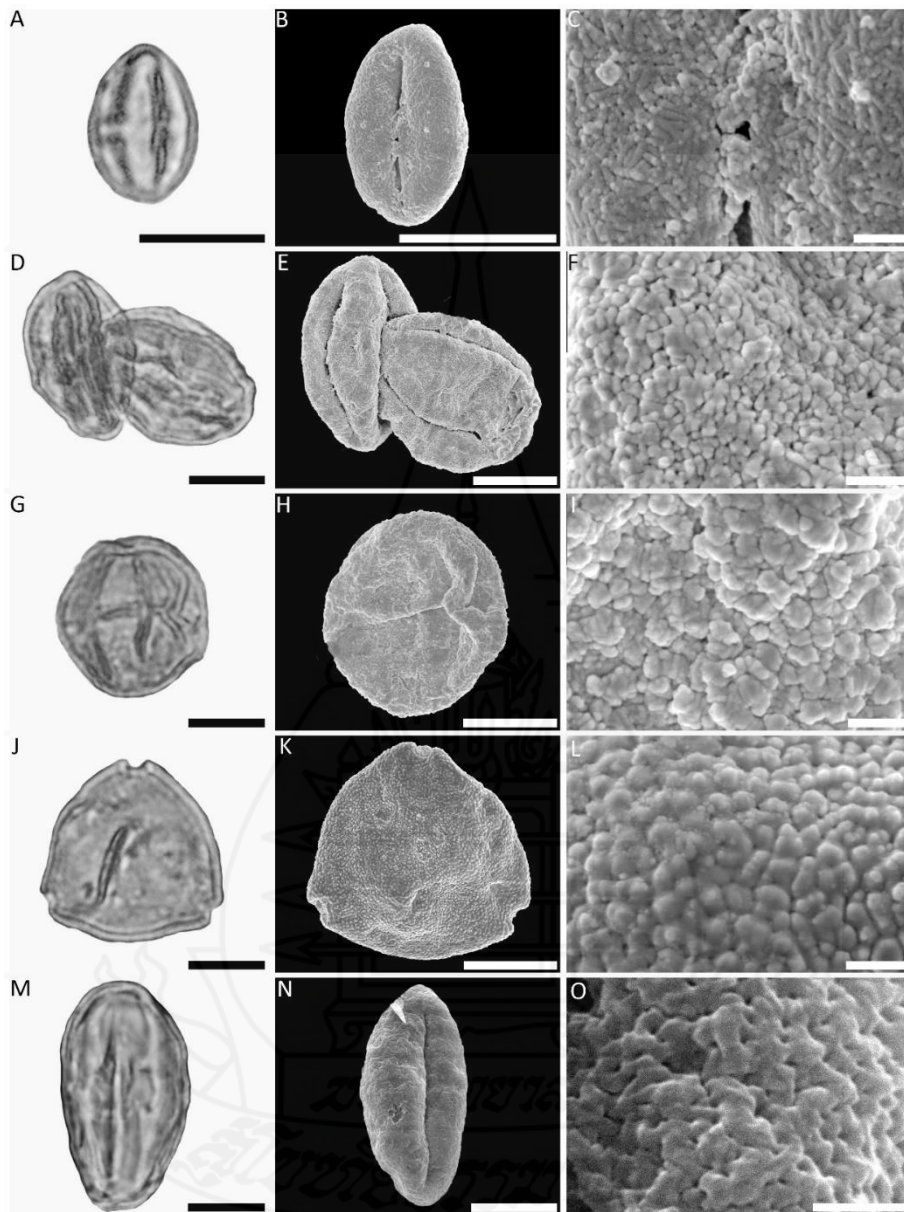


Figure 3. Light microscopy (A, D, G, J, M) and scanning electron microscopy (B, C, E, F, H, I, K, L, N, O) micrographs of dispersed fossil pollen. A–C. *Castaneoideae* gen. et spec. indet. (*Castanopsis* vel *Lithocarpus*). D–F. *Quercus* Group *Ilex* sp. G–I. *Quercus* Group *Quercus* sp. J–L. *Myricaceae* gen. et spec. indet. (*Morella* vel *Myrica*). M–O. *Rehderodendron* sp.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

Discussion

Most of the fossil spores and pollen found in this present study represent palynomorphs that were commonly observed in the late Oligocene to early Miocene reported in previous studies (Ratanasthien, 1984; Songtham et al., 2003; 2005), including pollen from *Alnus*, Cupressaceae, *Ilex*, Juglandaceae, *Liquidambar*, Myricaceae, *Pinus*, *Quercus*, *Salix*, *Tsuga*, and *Ulmus*. On the other hand, there are a number of fossil pollen species that have never been found before from Ban Pa Kha subbasin, e.g., *Abies*, *Adinandra*, Araliaceae, Castaneoideae (*Castanopsis* or *Lithocarpus*), *Corylus*, *Diospyros*, Hamamelidaceae, *Ligustrum*, *Rehderodrendon*, Sapotaceae, *Styrax*, *Symplocos*, and *Viburnum*. Moreover, some pollen types that could be assigned into only one genus can be divided into subgenera or morphotaxa; for example, *Pinus* sp. can be separated into *Pinus* subgenus *Pinus* sp. and *Pinus* subgenus *Strobus* sp., and *Quercus* sp. can be classified into 7 morphotaxa. Since the single grain technique invented by Zetter (1989) was employed in this present study, a higher taxonomic resolution of fossil palynomorphs was obtained. As this technique allows spores or pollen grains to be manipulated into various positions under LM, their significant characters can be investigated and photographed. Moreover, the same grains of those examined spores or pollen can be transferred onto a stub and analyzed with SEM. The increase in numbers of fossil sporomorph taxa due to the single grain technique was also reported by Grimmson et al. (2011a; b; 2015; 2016; 2020). This permits more accurate interpretation of fossil records.

Based on Köppen signatures of plant species related to the fossil spores and pollen recovered in this present study (Grimmson et al., 2016; 2020), subtropical climate seems likely for this area during the late Oligocene to early Miocene. It is evident that a number of palynomorph taxa, for which the climatic preference of their analogues is subtropical, were retrieved from the interburden layer of the subbasin. This includes *Quercus* Group *Quercus*, the pollen of which appeared to be observed in the highest numbers from samples No. SUT 809 and 893. Even though the temperate elements can also occur in recovered palynomorph assemblages, a climate of this region cannot be interpreted as temperate because fossil pollen from *Adinandra* and Castaneoideae (*Castanopsis* or *Lithocarpus*), which are tropical elements that cannot extend to temperate zone, can also be found in the fossil record. However, all observed tropical species can occur in subtropical regions. Conversely, the distributions of *Alnus*, *Corylus*, Juglandaceae (*Pterocarya* or *Juglans*), *Quercus* Group *Ilex*, *Tsuga*, *Salix*, and *Ulmus*, are restricted in temperate and/or subtropical zones. Due to the modern distribution pattern, they are predominantly thriving in an upper montane zone under subtropical and temperate settings (Fang et al., 1999; Li & Skvortsov, 1999; Fu et al., 2003; Zhang et al., 2003; Farjon, 2010). It is possible that their pollen was transported from an upper montane zone to the subbasin. Moreover, the results from pollen counting showed that *Alnus* and *Quercus*, with temperate and subtropical main climatic preferences, were dominant. This confirms that tropical



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

climate seems unlikely for this part of Thailand at that time. However, according to the previous interpretations on the climatic phenomenon in the northern region of Thailand by Songtham et al. (2003; 2005), it was assumed that the late Oligocene to early Miocene climate of Ban Pa Kha subbasin was warm temperate due to the presence of fossil pollen from *Piceapollenites*, *Pinuspollenites*, *Tsugaepollenites igniculus*, *Taxodiaceapollenites*, *Alnipollenites verus*, *Caryapollenites simplex*, *Faguspollenites*, *Ilexpollenites iliacus*, *Juglanspollenites*, *Liquidambarpollenites stigmosus*, *Loniceraepollenites*, *Momipites coryloides*, *Pterocaryapollenites*, *Quercoidites*, and *Ulmipollenites*. Songtham et al. (2005) also proposed that the climate of Northern Thailand was shifted from temperate to tropical in the mid-early Miocene. It was summarized that the temperate elements were found from the late Oligocene to early Miocene of Ban Pu, Ban Pa Kha, Mae Lamao, Mae Tun, Nong Ya Plong, and Na Hong basins, whereas the tropical components were discovered from the middle Miocene of Chiang Muan, Fang, Mae Moh, Mae Long, Mae Sot, and Na Sai basins (Songtham et al., 2003; 2005; Sepulchre et al., 2010). These differences in the interpretation appeared to be caused by the different techniques used for sorting, picking, photographing, and counting fossil spores and pollen, as well as the climate classification system employed to analyze climate-vegetation interaction. It should be noted that this study was based only on three sediment samples. More samples are needed to obtain more accurate interpretations.

Recommendations

Since the Oligocene-Miocene climatic transformation of Northern Thailand is still controversial, our findings appear to be the first evidence suggesting that subtropical climate seems likely for the northern region of Thailand during the late Oligocene to early Miocene, although Grote (2015) concluded a possible temperate or subtropical climate. Therefore, in order to obtain the precise reconstruction, such new evidence should be taken into account when examining the palaeo-climate of this region. For further research, it should also be ensured that appropriate methods for preparing and analyzing fossil spore and pollen samples are used. Also, as fossil palynomorphs can be influenced by various taphonomic factors, for instance pollen production, transportation, and preservation, such variables should be considered when interpreting fossil records.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

References

- Denk, T., Grimm, G. W., Grimsson, F., & Zetter, R. (2013). Evidence from "Köppen signatures" of fossil plant assemblages for effective heat transport of Gulf Stream to subarctic North Atlantic during Miocene cooling. *Biogeosciences*, 10(12).
- Erdtman, G. (1960). The acetolysis method. *Svensk botanisk tidskrift*, 54, 561–564.
- Fang, Z., Zhao, S., & Skvortsov, A.K. (1999). Salicaceae. In Z.Y. Wu, P.H. Raven (Eds.), *Flora of China. Volume 4. (Cycadaceae through Fagaceae)* (pp. 139–274). Beijing: Science Press/St Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Farjon, A. (2010). *A handbook of the world's conifers*. Leiden: Brill Publishers.
- Fu L., Xin, Y., & Whittmore, A. (2003). Ulmaceae. In Z.Y. Wu, P.H. Raven, D.Y. Hong (Eds.), *Flora of China. Volume 5 (Ulmaceae through Basellaceae)* (1–19). Beijing: Science Press/St Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Ferguson, D.K., Zetter, R., & Paudyal, K.N. (2007). The need for SEM in palaeopalynology. *Comptes Rendus Palevolume*, 6, 423–430.
- Grimsson, F., Zetter, R., & Baal, C. (2011a). Combined LM and SEM study of the Middle Miocene (Sarmatian) palynoflora from the Lavanttal Basin, Austria: Part I. Bryophyta, Lycopodiophyta, Pteridophyta, Ginkgophyta, and Gnetophyta. *Grana*, 50(2), 102–128.
- Grimsson, F. & Zetter, R. (2011b). Combined LM and SEM study of the Middle Miocene (Sarmatian) palynoflora from the Lavanttal Basin, Austria: Part II. Pinophyta (Cupressaceae, Pinaceae and Sciadopityaceae). *Grana*, 50(4), 262–310.
- Grimsson, F., Meller, B., Bouchal, J.M., & Zetter, R. (2015). Combined LM and SEM study of the middle Miocene (Sarmatian) palynoflora from the Lavanttal Basin, Austria: part III. Magnoliophyta 1 – Magnoliales to Fabales. *Grana*, 54(2), 85–128.
- Grimsson, F., Grimm, G.W, Meller, B., Bouchal, J.M., & Zetter, R. (2016). Combined LM and SEM study of the middle Miocene (Sarmatian) palynoflora from the Lavanttal Basin, Austria: part IV. Magnoliophyta 2 –Fagales to Rosales. *Grana*, 55(2), 101–163.
- Grimsson, F., Bouchal, J.M., Xafis, A., & Zetter, R. (2020). Combined LM and SEM study of the middle Miocene (Sarmatian) palynoflora from the Lavanttal Basin, Austria: Part V. Magnoliophyta 3 – Myrtales to Ericales. *Grana*, 59(2–3), 127–193.
- Grote, P.J. (2015). *Paleobiogeographic and paleoenvironmental changes in Thailand since the Miocene: evidence from plant fossils* (Report No. SUT1-104-44-24-02). School of Biology Institute of Science Suranaree University of Technology. <http://sutir.sut.ac.th:8080/jspui/handle/123456789/5802>



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

- Li, P., Skvortsov, A. K. (1999). Betulaceae. In Z.Y. Wu, P.H. Raven (Eds.), *Flora of China. Volume 4. (Cycadaceae through Fagaceae)* (pp. 139–274). Beijing: Science Press/St Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Morley, R. J. (1998). Palynological evidence for Tertiary plant dispersals in the SE Asian region in relation to plate tectonics and climate. *Biogeography and geological evolution of SE Asia*, 211-234.
- Morley, C. K., & Racey, A. (2011). Tertiary stratigraphy. In A. J. Barber, M. J. Crow & M. F. Ridd (Eds.) *The Geology of Thailand* (pp. 223-271). London: Geological Society.
- Nichols, G., & Uttamo, W. (2005). Sedimentation in a humid, interior, extensional basin: the Cenozoic Li Basin, northern Thailand. *Journal of the Geological Society*, 162(2), 333-347.
- Sepulchre, P., Jolly, D., Ducrocq, S., Chaimanee, Y., Jaeger, J. J., & Raillard, A. (2010). Mid-Tertiary paleoenvironments in Thailand: pollen evidence. *Climate of the Past*, 6(4), 461-473.
- Sawangchote, P., Grote, P. J., & Dilcher, D. L. (2009). Tertiary leaf fossils of *Mangifera* (Anacardiaceae) from Li Basin, Thailand as examples of the utility of leaf marginal venation characters. *American Journal of Botany*, 96(11), 2048–2061.
- Sawangchote, P., Grote, P. J., & Dilcher, D. L. (2010). Tertiary leaf fossils of *Semecarpus* (Anacardiaceae) from Li Basin, Northern Thailand. *Thai Forest Bulletin (Botany)*, (38), 8-22.
- Songtham, W., Ratanasthien, B., Mildenhall, D. C., Singharajwarapan, S., & Kandharosa, W. (2003). Oligocene-Miocene climatic changes in northern Thailand resulting from extrusion tectonics of Southeast Asian landmass. *Science Asia*, 29(3), 221-233.
- Songtham, W., Ratanasthien, B., Watanasak, M., Mildenhall, D. C., Singharajwarapan, S., & Kandharosa, W. (2005). Tertiary basin evolution in northern Thailand: A palynological point of view. *Natural History Bulletin of the Siam Society*, 53(1), 17-32.
- Zetter, R. (1989). Methodik und Bedeutung einer routinemäßig kombinierten lichtmikroskopischen und rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung fossiler Mikroflora. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 109, 41–50.
- Zhang, Z., Zhang H., & Endress, P. K. (2003). Hamamelidaceae. In Z.Y. Wu, P.H. Raven, D.Y. Hong (Eds.), *Flora of China. Volume 9. (Pittosporaceae through Connaraceae)* (pp. 18-42). Beijing: Science Press/St Louis: Missouri Botanical Garden Press.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

องค์ประกอบของการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยาน

Elements of Pandemic Diseases Control Management for the Airport

ภวรัญ อุฬารางกูร (Pawarun Ularangkul)¹วรารณณ์ เต็มแก้ว (Waraporn Temkaew)² อภิรดา นามแสง (Apirada Namsang)³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบของการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยาน โดยศึกษาเอกสารแนวทาง มาตรการ กฎระเบียบ ข้อบังคับ มาตรฐานและคำแนะนำในการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยานที่ออกโดยหน่วยงานกำกับดูแลด้านสาธารณสุขและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการบิน จำนวน 15 ฉบับ วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางสังเคราะห์ ผลการศึกษาพบว่า องค์ประกอบของการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยาน แบ่งได้ 4 องค์ประกอบหลัก คือ องค์ประกอบด้านการจัดทำแผนการจัดการควบคุมโรคระบาด องค์ประกอบด้านอุปกรณ์ องค์ประกอบด้านบุคลากรและการฝึกอบรม และองค์ประกอบด้านการสื่อสาร นอกจากนี้ การวิจัยยังพบว่า หน่วยงานด้านสาธารณสุขและหน่วยงานด้านการบินในประเทศไทยมีข้อเสนอแนะในการจัดการควบคุมโรคระบาดในท่าอากาศยานที่แตกต่างจากต่างประเทศ เช่น การขอข้อมูลเพื่อติดตามตัวผู้โดยสาร การปิดท่าอากาศยาน และการปฏิเสธการลงจอดของอากาศยานที่มีความเสี่ยง อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยเชิงประจักษ์ เพื่อพิสูจน์ข้อค้นพบและเป็นข้อมูลสารสนเทศที่สำคัญในการจัดทำนโยบายในการจัดการป้องกันและควบคุมโรคระบาดต่อไป

คำสำคัญ การจัดการควบคุมโรคระบาด ท่าอากาศยาน การสาธารณสุข อุตสาหกรรมการบิน

¹ นักศึกษาหลักสูตรการจัดการมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการบิน สถาบันการบินพลเรือน pawarun.u@hotmail.com

² ผู้อำนวยการกองวิชาการบริหารการบิน สถาบันการบินพลเรือน warapornlung@gmail.com

³ อาจารย์ กองวิชาวิศวกรรมการบิน สถาบันการบินพลเรือน japirada747@gmail.com



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

Abstract

The purpose of this qualitative research is to study elements for pandemic management of airport. This study analyzed and synthesized 15 documents including guidelines, measures, rules, regulations, standards and recommendations issued by public health organizations and civil aviation organizations. The results of this study showed that there are 4 main components of pandemic disease control management in the airport including Airport pandemic management planning, Equipment, Personnel and training, and Communication. Moreover, the public health and Civil Aviation Organization in Thailand had different recommendations from international organization such as the requirement of passenger locator, the closure of airport, and the rejection of suspicious flight. However, the result of this research will be conceptual framework of empirical research, in order to prove the findings, and to share the important information. This information can be used to setting policy that will protect and control the pandemic diseases.



Keywords: Managing pandemic, Airports, Public Health, Aviation Industry



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

บทนำ

การเพิ่มขึ้นของผู้โดยสารและสินค้าทางอากาศ รวมไปถึงความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ก่อให้เกิดการเติบโตของการขนส่งทางอากาศอย่างมาก นับเป็นสิ่งที่ดีและมีประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจของโลกแต่ในทางกลับกัน ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ของโรคติดต่อร้ายแรง การเดินทางทางอากาศก็สามารถเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการแพร่ระบาดของโรคติดต่ออย่างรวดเร็วและกว้างมากขึ้น (ACI, 2009) เนื่องจากการเดินทางทางอากาศเป็นการเดินทางที่มีความรวดเร็ว ทำให้การเดินทางจากที่หนึ่งไปยังอีกมุมหนึ่งของโลกนั้นสามารถทำได้ภายในเวลาไม่ถึง 24 ชั่วโมง ในกรณีที่ผู้โดยสารที่ติดเชื้อมีการเดินทาง ก็สามารถแพร่กระจายเชื้อได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นหน้าที่ในการจัดการควบคุมการระบาดของโรคติดต่อระหว่างประเทศเป็นงานหลักขององค์การอนามัยโลก และในด้านการบินมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการบินที่ร่วมมือกับองค์การอนามัยโลกเกี่ยวกับการจัดการควบคุมการระบาดในส่วนของการเดินทางทางอากาศ เช่น องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (International Civil Aviation Organization; ICAO), สมาคมการขนส่งทางอากาศระหว่างประเทศ (International Air Transport Association; IATA) และสภาสมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ (Airport Council International; ACI) เป็นต้น

เนื่องจากในปัจจุบัน มีนักท่องเที่ยวเดินทางระหว่างประเทศเฉลี่ยปีละ 1.4 พันล้านคน กว่าครึ่งหนึ่งของนักท่องเที่ยวเหล่านี้เดินทางโดยอากาศยาน (ICAO, 2019) การเดินทางทางอากาศจึงมีบทบาทสำคัญในการแพร่กระจายของโรคระบาดจากประเทศที่มีผู้ติดเชื้อ ไปยังประเทศอื่นๆ โดยมีท่าอากาศยานเป็นประตูหลักของแต่ละประเทศในการต้อนรับผู้โดยสารเดินทางระหว่างประเทศ ทำให้ท่าอากาศยานเป็นด่านสำคัญในการลดโอกาสการแพร่กระจายของโรคติดต่อจากการเดินทางทางอากาศ ซึ่งมีเป้าหมายสำคัญคือการป้องกันสุขภาพของนักเดินทาง พนักงาน และสาธารณสุข โดยท่าอากาศยานควรมีการจัดการควบคุมโรคระบาดซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการป้องกัน (ACI, 2009) ด้วยเหตุนี้ หน่วยงานด้านสาธารณสุขและหน่วยงานกำกับดูแลด้านการบินพลเรือนระหว่างประเทศจึงมีการออกกฎระเบียบ ข้อบังคับ มาตรฐานและคำแนะนำในการปฏิบัติต่างๆ สำหรับท่าอากาศยานในการจัดการควบคุมโรคระบาด เพื่อให้หน่วยงานกำกับดูแลการบินพลเรือนของแต่ละประเทศและท่าอากาศยานต่างๆ นำไปประยุกต์ใช้และดำเนินการจัดการควบคุมโรคระบาดของตน อาทิ องค์การอนามัยโลก ที่ได้ออกกฎอนามัยระหว่างประเทศ ค.ศ. 2005 หรือ International Health Regulation (2005); IHR (2005) ซึ่งกล่าวถึงสมรรถนะหลักสำหรับท่าอากาศยาน ท่าเรือ และช่องทางเข้าออกทางบกที่กำหนดไว้ว่า เพื่อตอบโต้เหตุการณ์ที่อาจเป็นสาเหตุของภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขระหว่างประเทศ ต้องมีการจัดทำแผนเตรียมความพร้อม เพื่อแก้ไขภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขหากเกิดขึ้น และให้แผนมีความยั่งยืน รวมทั้งมีการเสนอชื่อ ผู้ประสานงานและจุดติดต่อสื่อสาร ช่องทางเข้าออก หน่วยงานและหน่วยบริการด้านสาธารณสุข และด้านอื่น (สำนักระบาดวิทยา, 2561) และองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ ที่ได้มีการจัดทำมาตรฐานและคำแนะนำในการปฏิบัติ ซึ่งมีหลายประการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยาน เช่น ภาคนวทที่ 14 ซึ่งเป็นภาคนวทเกี่ยวกับท่าอากาศยาน ในบทที่ 9 ได้กล่าวถึงข้อมูลเกี่ยวกับการจัดทำแผนรับมือเหตุฉุกเฉินของท่าอากาศยาน เพื่อรับมือกับเหตุฉุกเฉินต่างๆ รวมถึงเหตุฉุกเฉินด้านสาธารณสุข ซึ่งเกิดจากการแพร่เชื้อของโรคติดต่อจากผู้โดยสารและสินค้า รวมไปถึงการแพร่ระบาดของรุนแรงของโรคที่ส่งผลกระทบต่อพนักงานในท่าอากาศยาน (ICAO, 2016) นอกจากนี้ยังมีอีกหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการบินที่ออกแนวทางในการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยาน ซึ่งท่าอากาศยานต่างๆ สามารถนำมาเป็นแนวทางในการจัดการควบคุมโรคระบาดของตนได้



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ในประเทศไทย สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย หรือเรียกภาษาอังกฤษว่า The Civil Aviation Authority of Thailand: CAAT ได้มีการออกข้อกำหนดของสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย ฉบับที่ 14 ว่าด้วยมาตรฐานสนามบิน มีข้อกำหนดที่เกี่ยวกับการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยาน เช่น ข้อที่ 982 หมวด 6 (บริการของสนามบิน) โดยกล่าวว่า เพื่อประโยชน์ในการเตรียมความพร้อมของสนามบินในการเผชิญเหตุฉุกเฉินที่อาจเกิดขึ้นในสนามบินหรือบริเวณใกล้เคียง สนามบินต้องจัดให้มีแผนฉุกเฉินของสนามบิน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดผลกระทบที่เกิดจากเหตุฉุกเฉิน ซึ่งจะต้องครอบคลุมถึงเหตุฉุกเฉินทางการแพทย์ที่เกิดจากความเสี่ยงจากการแพร่กระจายของโรคติดต่อและการระบาดของรุนแรงของโรค (สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย, 2562) จากการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 ในช่วงระหว่างปลายปี 2562 ถึงปัจจุบัน แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของท่าอากาศยานในการเป็นเสมือนด่านป้องกันของประเทศที่ช่วยชะลอและยับยั้งโรคระบาด ท่าอากาศยานระหว่างประเทศในประเทศไทยได้มีมาตรการต่างๆ เพื่อรับมือกับการระบาดในครั้งนี้ อาทิ ท่าอากาศยานภายใต้การบริหารงานของบริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) มีมาตรการตรวจคัดกรองผู้โดยสาร การทำความสะอาดภายในอาคารผู้โดยสารตลอด 24 ชั่วโมง และการเว้นระยะห่างทางสังคม (AOT, 2020) ในส่วนของท่าอากาศยานภายใต้การบริหารงานของกรมท่าอากาศยาน สั่งการให้ผู้อำนวยความสะดวกท่าอากาศยานทุกแห่งที่อยู่ภายใต้การบริหารงานดำเนินการตามมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของโรค ได้แก่ การตรวจคัดกรองผู้โดยสาร การจัดหาอุปกรณ์ในการป้องกันโรคระบาด การฆ่าเชื้อโรคภายในท่าอากาศยาน รวมถึงการประชาสัมพันธ์ข้อมูลต่างๆ (ฐานเศรษฐกิจ, 2563)

การเติบโตของอุตสาหกรรมการบินทั่วโลกและในประเทศไทย รวมถึงผลกระทบทางลบจากการระบาดของโรคติดต่อที่ส่งผลต่ออุตสาหกรรมการบิน ตลอดจนมาตรการต่างๆ ที่แต่ละหน่วยงานด้านการบินของไทยได้จัดทำเพื่อรับมือกับการแพร่ระบาดของโรคที่ท่าอากาศยาน ผู้ศึกษาจึงมีความสนใจในการวิจัยเรื่ององค์ประกอบการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยาน โดยศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับมาตรการ กฎระเบียบ ข้อบังคับ มาตรฐานและคำแนะนำในการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยานที่ออกโดยหน่วยงานกำกับดูแลด้านสาธารณสุขและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการบิน โดยหวังว่าการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่อท่าอากาศยานในการเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือกับการแพร่ระบาดของโรคติดต่อและจัดทำนโยบายในการจัดการป้องกันและควบคุมโรคระบาดต่อไป โดยมีเป้าหมายสูงสุดคือการป้องกันสุขภาพของนักเดินทาง พนักงาน และสาธารณสุข

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาองค์ประกอบการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยานจากแนวทาง มาตรการ กฎระเบียบ ข้อบังคับ มาตรฐานและคำแนะนำในการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยานที่ออกโดยองค์กรและหน่วยงานกำกับดูแลด้านสาธารณสุขและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการบิน

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยเอกสารครั้งนี้ ดำเนินการโดยการทบทวนเอกสาร ได้แก่ แนวทาง มาตรการ กฎระเบียบ ข้อบังคับ มาตรฐาน และคำแนะนำในการปฏิบัติต่างๆ ที่เกี่ยวข้องของหน่วยงานกำกับดูแลด้านสาธารณสุขและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการบิน แบ่งเป็นเอกสารฉบับภาษาไทยภาษาไทยจำนวน 2 ฉบับ จากกระทรวงสาธารณสุขและสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย และเอกสารฉบับภาษาอังกฤษ 13 ฉบับจาก องค์การอนามัยโลก องค์การการบินพลเรือนระหว่าง



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ประเทศ และสมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ จากนั้น ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากเอกสารที่เกี่ยวข้องต่างๆ มาสังเคราะห์ และนำเสนอโดยใช้ตารางสังเคราะห์และเขียนอธิบายเชื่อมโยงข้อมูลตามข้อเท็จจริงทั้งในเชิงเหตุและผลตามหลักวิชาการ เพื่อเขียนรายงานสรุปผลการศึกษาค้นคว้าที่ชี้ให้เห็นองค์ประกอบการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยาน

ผลการวิจัย

การทบทวนเอกสารเกี่ยวกับแนวทาง มาตรการ กฎระเบียบ ข้อบังคับ มาตรฐานและคำแนะนำในการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องขององค์การอนามัยโลก องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ สมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยและกระทรวงสาธารณสุข สามารถสังเคราะห์และสรุปองค์ประกอบจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยาน ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) ด้านการจัดทำแผนการจัดการควบคุมโรคระบาด 2) ด้านอุปกรณ์ 3) ด้านบุคลากรและการฝึกอบรม 4) ด้านการสื่อสาร ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการสังเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยาน

หัวข้อเรื่อง	WHO	ICAO	ACI	CAAT	สร.
1. ด้านการจัดทำแผนการจัดการควบคุมโรคระบาด					
1. การจัดทำแผนหรือมาตรการเพื่อรับมือกับโรคระบาด	✓	✓	✓	✓	-
2. เนื้อหาและเอกสารที่ควรมีในแผนการจัดการ	✓	✓	✓	✓	-
3. การประเมินการจัดการและการปรับปรุง	✓	✓	-	✓	-
4. การรับการตรวจทางการแพทย์หรือการตรวจคัดกรอง	✓	✓	✓	-	✓
5. การดำเนินการกักตัวและการแยกกัก	✓	-	-	-	✓
6. การทำลายเชื้อและจัดการปนเปื้อน	✓	-	-	-	✓
7. การขอข้อมูลเพื่อติดตามตัวผู้โดยสาร	✓	-	✓	-	-
8. การเฝ้าระวังและการประเมินความเสี่ยง	✓	✓	✓	-	-
9. การปิดท่าอากาศยาน	-	✓	-	-	-
10. การปฏิเสธการลงจอดของอากาศยาน	✓	-	-	-	-
11. การปฏิบัติต่อเที่ยวบินที่พบผู้ติดเชื้อหรือเสี่ยงติดเชื้อ	✓	-	✓	-	✓
12. การจัดการสัมภาระและสินค้าที่มีการปนเปื้อน	✓	✓	-	-	✓
13. การให้วัคซีนและเอกสารรับรองการรับวัคซีน	✓	-	-	-	-
14. การสำแดงข้อมูลด้านสาธารณสุข	✓	-	-	-	-
ด้านอุปกรณ์					
1. การจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อใช้ในการป้องกัน	-	-	✓	-	-
2. อุปกรณ์สำหรับฆ่าเชือบนอากาศยาน	✓	-	-	-	-
3. อุปกรณ์สำหรับฆ่าเชื้อโรคในบริเวณท่าอากาศยาน	✓	-	-	-	-
ด้านบุคลากรและการฝึกอบรม					
1. การกำหนดเจ้าหน้าที่และบุคลากร	✓	✓	✓	✓	-
2. การจัดตั้งศูนย์ปฏิบัติการ	✓	✓	✓	✓	-
3. การฝึกอบรมบุคลากรและการทดลองปฏิบัติแผน	✓	✓	✓	✓	-



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ด้านการสื่อสาร					
1. การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ	✓	✓	✓	✓	-
2. การประชาสัมพันธ์ข้อมูล	✓	-	✓	-	-
3. การสื่อสารกับผู้โดยสารขาออก	✓	-	✓	-	-

หมายเหตุ ✓ หมายถึง มีการกำหนดรายละเอียด
- หมายถึง ไม่มีการกำหนดรายละเอียด

WHO: องค์การอนามัยโลก

ICAO: องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ

ACI: สมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ

CAAT: สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย

สธ.: กระทรวงสาธารณสุข

จากตารางที่ 1 สามารถสรุปผลการสังเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยานในแต่ละองค์ประกอบได้ ดังนี้

องค์ประกอบหลักที่ 1 การจัดทำแผนการจัดการควบคุมโรคระบาด ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาและสังเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารขององค์การอนามัยโลก องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ สมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย และกระทรวงสาธารณสุข พบว่า การจัดทำแผนการจัดการควบคุมโรคระบาดมีทั้งหมด 14 หัวข้อย่อยที่สำคัญ ประกอบด้วย

1) การจัดทำแผนหรือมาตรการเพื่อรับมือกับโรคระบาด ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลก องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ สมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ และสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า กลุ่มประเทศที่เป็นสมาชิกขององค์การอนามัยโลกทุกประเทศต้องกำหนดให้ท่าอากาศยานจัดทำแผนเตรียมความพร้อมเพื่อแก้ไขภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขตามมาตรฐานขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศและมีความเหมาะสมกับการปฏิบัติการและกิจกรรมต่างๆ ของแต่ละท่าอากาศยาน รวมทั้งครอบคลุมขั้นตอนการปฏิบัติต่างๆ เพื่อลดผลกระทบที่เกิดจากภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุข

2) เนื้อหาและเอกสารที่ควรมีในแผนการจัดการ ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลก องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ สมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ และสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า แผนการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยานควรประกอบด้วยข้อมูลที่สำคัญ ได้แก่ ท่าอากาศยานสำหรับใช้แผนการจัดการ หน่วยงานผู้รับผิดชอบวัตถุประสงค์และเป้าหมาย ขอบเขตของแผนรับมือ ขั้นตอนการดำเนินการเมื่อเกิดเหตุขึ้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการจัดการ หน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละหน่วยงาน ข้อมูลของบุคคลและหน่วยงานสำหรับสื่อสาร แผนที่พิกัดภายในท่าอากาศยาน และข้อมูลการฝึกอบรมและฝึกซ้อม

3) การประเมินการจัดการและการปรับปรุง ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลก องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ และสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า ท่าอากาศยานสามารถประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการจัดการควบคุมโรคระบาดได้จากการฝึกปฏิบัติแผนรับมือฉุกเฉิน เพื่อปรับปรุงการจัดการควบคุมโรคระบาด บันทึกผลการซ้อมแผนฉุกเฉินของสนามบินและเผยแพร่ข้อมูลให้กับผู้ที่มี



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ส่วนเกี่ยวข้องทุกคน ทั้งนี้หน่วยงานผู้รับผิดชอบควรออกแบบระบบการประเมินให้เหมาะสม เพื่อให้การดำเนินงานตามแผนมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด

4) การรับการตรวจทางการแพทย์หรือการตรวจคัดกรอง ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลก องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ สมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ และกระทรวงสาธารณสุข สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า เมื่อเกิดการแพร่ระบาดของโรคติดต่อขึ้นแล้ว อาจมีการดำเนินการตรวจคัดกรองโรคภายในพื้นที่ของท่าอากาศยาน โดยต้องปฏิบัติตามแนวทาง มาตรฐาน และคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก ทั้งนี้ การตรวจคัดกรองต่างๆ ต้องไม่ทำให้ผู้โดยสารบาดเจ็บหรือได้รับการบาดเจ็บน้อยที่สุด และที่สำคัญจะต้องได้รับการยินยอมจากผู้เดินทางหรือผู้ปกครองของผู้เดินทางก่อนทุกครั้ง

5) การดำเนินการกักตัวและการแยกกัก ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลกและกระทรวงสาธารณสุข สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า เมื่อพบว่าผู้โดยสารอาจมีความเสี่ยงด้านสาธารณสุข เจ้าพนักงานควบคุมโรคติดต่อประจำด่านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศสามารถออกคำสั่งแยกกัก กักตัว หรือคุมผู้โดยสารไว้สังเกตได้

6) การทำลายเชื้อและจัดการปนเปื้อน ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลก และกระทรวงสาธารณสุข สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า ให้ผู้ที่มีความรับผิดชอบของท่าอากาศยานมีการจัดทำตารางเวลาในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อบริเวณท่าอากาศยาน เพื่อรักษาสุขลักษณะและกำจัดสิ่งอันอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

7) การขอข้อมูลเพื่อติดตามตัวผู้โดยสาร ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลก และสมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า เมื่อเกิดเหตุการณ์ด้านสาธารณสุขหรือพบผู้โดยสารที่มีความเสี่ยงในการติดเชื้อ เจ้าพนักงานสาธารณสุขที่ท่าอากาศยานสามารถดำเนินการขอข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่พำนัก ณ จุดหมายปลายทางได้ และถ้าหากความเสี่ยงนั้นเกิดจากการโดยสารบนอากาศยานลำเดียวกับผู้โดยสารที่ติดเชื้อ ควรมีการดำเนินการขอข้อมูลเกี่ยวกับหมายเลขที่นั่ง และให้คำแนะนำในการเฝ้าระวังที่จำเป็นให้กับผู้โดยสารด้วย

8) การเฝ้าระวังและการประเมินความเสี่ยง ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลก องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ และสมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า การเฝ้าระวังและการประเมินความเสี่ยงในการเกิดเหตุฉุกเฉินด้านสาธารณสุขสามารถทำได้โดยการตรวจหาเหตุการณ์ที่มีความเสี่ยง (Event Detection) โดยใช้วิธีการ เช่น การตรวจคัดกรอง การทำแบบสอบถาม การตรวจวัดอุณหภูมิ โดยรายละเอียดในการประเมินความเสี่ยงนั้นไม่สามารถกำหนดได้ล่วงหน้าก่อนการแพร่ระบาดของโรค โดยเมื่อเกิดการแพร่ระบาดของโรคติดต่อ องค์การอนามัยโลกจะให้ออกคำแนะนำในการเฝ้าระวัง และเมื่อเกิดเหตุการณ์ด้านสาธารณสุขขึ้นจะต้องมีการประกาศแจ้งข้อมูลเกี่ยวกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้น (Event Notification) ให้แต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบ

9) การปิดท่าอากาศยาน ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า อาจมีการดำเนินการปิดท่าอากาศยานให้ระงับการปฏิบัติการด้านการบิน เมื่อมีการพิจารณาการแล้วว่า การแพร่ระบาดของโรคติดต่อที่ท่าอากาศยานอาจส่งผลกระทบต่อสาธารณสุขได้

10) การปฏิเสธการลงจอดของอากาศยาน ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า ท่าอากาศยานไม่สามารถปฏิเสธการลงจอดของเครื่องบินที่อาจมีความเสี่ยงด้านสาธารณสุขได้ แต่ถ้าหากว่าท่าอากาศยานไม่มีความพร้อมในการจัดการความเสี่ยงนั้น อาจสั่งการให้เดินทางต่อไปยัง



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ท่าอากาศยานที่อยู่ใกล้ที่สุดและมีความพร้อมในการรับมือได้ นอกจากนี้ท่าอากาศยานไม่สามารถปฏิเสธการขึ้นลงของผู้โดยสาร สินค้า รวมถึงการเติมน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำ และอาหาร โดยสามารถดำเนินการตรวจตราและอนุญาตให้เทียบท่าได้

11) การปฏิบัติต่อเที่ยวบินที่พบผู้ติดเชื้อหรือเสี่ยงติดเชื้อ ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลก สมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ และกระทรวงสาธารณสุข สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า หากพบว่าผู้เดินทางมีอาการเจ็บป่วย หรือความเสี่ยงด้านสาธารณสุข ผู้ควบคุมอากาศยานลำนั้นจะต้องแจ้งเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจที่ท่าอากาศยานที่จะลงจอดทันที เพื่อจัดเตรียมสถานที่สำหรับจอด โดยเจ้าหน้าที่สาธารณสุข พร้อมด้วยคำแนะนำของสายการบินและผู้ให้บริการท่าอากาศยานจะเป็นผู้ตัดสินใจเลือกตำแหน่งจอด และเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจจะต้องถือว่ายานพาหนะนั้นได้รับผลกระทบและอาจดำเนินการทำลายเชื้อตามแต่สมควร ซึ่งอาจปฏิบัติตามวิธีการหรือวัสดุที่องค์การอนามัยโลกแนะนำ จากนั้นเมื่อเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจอนุญาต ควรนำผู้โดยสารติดเชื้อไปยังพื้นที่สำหรับการตรวจสอบและการรักษา ซึ่งผู้โดยสารและลูกเรือที่เดินทางมาบนอากาศยานที่มีผู้โดยสารติดเชื้อจะต้องถูกแยกออกจากผู้เดินทางอื่นๆ จนกว่าจะได้ข้อมูลเกี่ยวกับหมายเลขที่นั่ง รายละเอียดในการติดต่อและที่พัก ณ จุดหมายปลายทางที่ติดต่อได้ และได้รับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่สาธารณสุขเกี่ยวกับมาตรการในการเฝ้าระวังที่จำเป็น และเครื่องบินที่ได้รับผลกระทบอาจถูกยกเลิกจากข้อพิจารณาดังกล่าวได้ หากเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจเห็นว่าบนอากาศยานไม่มีเงื่อนไขที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงด้านสาธารณสุข

12) การจัดการสัมภาระและสินค้าที่มีการปนเปื้อน ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลก องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ และกระทรวงสาธารณสุข สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า ท่าอากาศยานสามารถจัดทำวิธีดำเนินการพิเศษกับสัมภาระหรือสินค้าที่มาจากภูมิภาคที่มีการแพร่ระบาดของโรค ซึ่งอาจเป็นดำเนินการตรวจตรา การรมยาฆ่าเชื้อ หรือการดำเนินการอื่นๆ ที่สามารถทำลายเชื้อได้ โดยสายการบินจะต้องทำหน้าที่ในการติดต่อประสานงานกับท่าอากาศยาน โดยมีเจ้าพนักงานควบคุมโรคติดต่อประจำด่านควบคุมโรคมีอำนาจในการตรวจตราและควบคุมให้ถูกสุขลักษณะ รวมถึงการยึดสิ่งของไว้เพื่อทำลาย ในกรณีที่ไม่มีมาตรการฆ่าเชื้อหรือการดำเนินการอื่นๆ ที่สามารถทำลายเชื้อได้

13) การให้วัคซีนและเอกสารรับรองการรับวัคซีน ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลก สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า การให้วัคซีนหรือยาป้องกัน จะสามารถดำเนินการได้เมื่อได้รับการยินยอมจากผู้เดินทางเอง หรือพ่อแม่ หรือผู้ปกครองของผู้เดินทาง และจะต้องแจ้งให้ผู้ได้รับวัคซีนทราบเกี่ยวกับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการได้รับหรือไม่ได้รับวัคซีน และการให้วัคซีน หรือการให้ยาป้องกันโรคอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง จะต้องดำเนินการได้ในเฉพาะกรณีที่มีการปฏิบัติตามแนวทางและมาตรฐานความปลอดภัยระดับชาติหรือระดับสากลเท่านั้น ในส่วนของการออกเอกสารรับรองการได้รับวัคซีนจะต้องดำเนินการตามที่องค์การอนามัยโลกกำหนดไว้ในภาคผนวก 6 และ 7 ของกฎอนามัยระหว่างประเทศ (2005)

14) การสำแดงข้อมูลด้านสาธารณสุข ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลก สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า นักบินผู้ควบคุมเครื่องบินหรือตัวแทนในเที่ยวบินที่จะลงจอด ณ ท่าอากาศยานแห่งแรกในประเทศใดๆ จะต้องกรอกข้อมูลในส่วนของสภาวะการณ์ด้านสาธารณสุขบนเครื่องบินตามแบบเอกสารในภาคผนวก 9 ของกฎอนามัยระหว่างประเทศ (2005) ให้สมบูรณ์ที่สุด และสำแดงต่อเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจ ณ ท่าอากาศยานแห่งนั้น ตามข้อกำหนดของรัฐบาล และข้อมูลเกี่ยวกับมาตรการด้านสาธารณสุขต่างๆ ที่ได้ดำเนินการบนเครื่องบิน ขณะเดินทางระหว่างประเทศ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับมาตรการของแต่ละประเทศว่าจะให้อากาศยานทุกลำที่เดินทางเข้ามายังประเทศ หรือให้เฉพาะเครื่องบินที่มาจากพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ หรือเฉพาะเครื่องบินที่อาจมีการติดเชื้อ สำแดงเอกสารข้อมูลในส่วนของสภาวะการณ์ด้านสาธารณสุข



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

บนเครื่องบิน ในส่วนของผู้โดยสาร เมื่อเกิดการแพร่ระบาดของโรคผู้เดินทางอาจถูกร้องขอให้กรอกแบบฟอร์มสำแดงข้อมูลด้านสาธารณสุขเมื่อผ่านการตรวจคัดกรองขาเข้าและขาออก โดยสามารถใช้แบบสำแดงข้อมูลด้านสาธารณสุขจากองค์การอนามัยโลกได้

องค์ประกอบหลักที่ 2 อุปกรณ์ ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาและสังเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารขององค์การอนามัยโลก องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ สมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย และกระทรวงสาธารณสุข พบว่า การจัดทำแผนการจัดการควบคุมโรคระบาดมีทั้งหมด 3 หัวข้อย่อยที่สำคัญ ประกอบด้วย

1) การจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อใช้ในการป้องกัน ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากสมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า เมื่อเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินด้านสาธารณสุข ท่าอากาศยานควรมีการจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกัน น้ำยาทำความสะอาด และน้ำยาฆ่าเชื้อโรคให้เพียงพอกับพนักงานท่าอากาศยาน เพื่อให้พนักงานทุกคนสามารถใช้ในการป้องกันความเสี่ยงจากการติดเชื้อได้

2) อุปกรณ์สำหรับฆ่าเชื้อบนอากาศยาน ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลก สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า ในการทำความสะอาดสารคัดหลั่งที่ออกจากร่างกายคน หรือสิ่งอื่นๆ ที่เสี่ยงในการติดเชื้อบนอากาศยาน ผู้รับผิดชอบควรจะต้องป้องกันตัวเองด้วยถุงมือและชุดป้องกันที่เป็นไปตามมาตรฐาน และใช้อุปกรณ์ในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ ได้แก่ ถุงขยะสำหรับขยะติดเชื้อ ถุงมือ อุปกรณ์ป้องกันดวงตา กระดาษชำระ สารใช้ทำความสะอาด น้ำสะอาด น้ำยาฆ่าเชื้อ และป้ายที่สามารถกั้นบริเวณไม่ให้ผู้โดยสารทั่วไปเดินผ่านได้

3) อุปกรณ์สำหรับฆ่าเชื้อโรคในบริเวณท่าอากาศยาน ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลก สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า ในการทำความสะอาดสารคัดหลั่งที่ออกจากร่างกายคน หรือสิ่งอื่นๆ ที่เสี่ยงในการติดเชื้อในบริเวณท่าอากาศยาน ผู้รับผิดชอบควรจะต้องป้องกันตัวเองด้วยถุงมือและชุดป้องกันที่เป็นไปตามมาตรฐาน และใช้อุปกรณ์ในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ ได้แก่ ถุงขยะสำหรับขยะติดเชื้อที่มีเทปปิด ถุงมือ อุปกรณ์ป้องกันดวงตา ไม้ถูพื้น กระดาษชำระ สารใช้ทำความสะอาด น้ำสะอาด น้ำยาฆ่าเชื้อ และป้ายที่สามารถกั้นบริเวณไม่ให้ผู้โดยสารทั่วไปเดินผ่านได้

องค์ประกอบหลักที่ 3 บุคลากรและการฝึกอบรม ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาและสังเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารขององค์การอนามัยโลก องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ สมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย และกระทรวงสาธารณสุข พบว่า การจัดทำแผนการจัดการควบคุมโรคระบาดมีทั้งหมด 3 หัวข้อย่อยที่สำคัญ ประกอบด้วย

1) การกำหนดเจ้าหน้าที่และบุคลากร ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลก องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ สมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ และสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า ในส่วนของหน่วยงานด้านสาธารณสุข ที่ช่องทางเข้าออกระหว่างประเทศทุกช่องทาง จะต้องมีการกำหนดเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจตามช่องทางเข้าออกที่ได้รับการแต่งตั้งขึ้น และควรต้องมีการแต่งตั้งกลุ่มงานเพื่อเป็นแกนนำในการพัฒนาแผนการจัดการ และในส่วนของงานด้านการบิน ท่าอากาศยานมีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดทำและประกาศใช้แผนการจัดการ ซึ่งต้องมีการจัดตั้งคณะกรรมการเหตุฉุกเฉินหรือบุคคลของท่าอากาศยาน เพื่อจัดการการฝึกอบรม รวมถึงออกนโยบายและตัดสินใจในการดำเนินการต่างๆ เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินด้านสาธารณสุขขึ้น ท่าอากาศยานต้องแต่งตั้งผู้มีอำนาจในการบัญชาการศูนย์ปฏิบัติการฉุกเฉิน และผู้มีอำนาจในการกำกับควบคุมศูนย์บัญชาการเคลื่อนที่ รวมถึงจัดสรรบุคลากรที่จำเป็น



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

2) การจัดตั้งศูนย์ปฏิบัติการฉุกเฉิน ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลก องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ สภาสมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ และสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า ศูนย์ปฏิบัติการฉุกเฉินเป็นศูนย์กลางสำหรับผู้ควบคุมและกลุ่มงานรับมือเหตุการณ์ใช้เป็นฐานในการปฏิบัติงานและประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ศูนย์ปฏิบัติการฉุกเฉินจึงควรเปิดทำการตลอด 24 ชั่วโมงและตั้งอยู่ในบริเวณที่เห็นได้ชัด ในบางเหตุฉุกเฉินอาจต้องมีการจัดตั้งหน่วยบัญชาการเคลื่อนที่

3) การฝึกอบรมบุคลากรและการซ้อมแผน ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลก องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ สภาสมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ และสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า แผนการจัดการโรคระบาดของท่าอากาศยานควรระบุกระบวนการในการฝึกซ้อมและมีการประเมินผล เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของบุคลากรในการรับมือเหตุการณ์ ขั้นตอนและกระบวนการต่างๆ รวมถึงอุปกรณ์และประสิทธิภาพในการสื่อสาร นอกจากนี้ยังให้บุคลากรเกิดความคุ้นเคยกันและคุ้นเคยสภาพแวดล้อมของท่าอากาศยาน ในการซ้อมแผนนั้นควรมีการฝึกซ้อมแบบเต็มรูปแบบ อย่างน้อยทุกๆ 2 ปี การซ้อมแบบบางส่วน อย่างน้อย 1 ครั้งในปีที่ไม่มีการซ้อมแบบเต็มรูปแบบ และการซ้อมแบบโต๊ะจำลองเหตุการณ์ ในทุกๆ 6 เดือน ยกเว้นในช่วง 6 เดือนที่มีการซ้อมแบบเต็มรูปแบบ เพื่อทบทวนแผนฉุกเฉินของสนามบิน

องค์ประกอบหลักที่ 4 การสื่อสาร ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาและสังเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารขององค์การอนามัยโลก องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ สภาสมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย และกระทรวงสาธารณสุข พบว่า การจัดทำแผนการจัดการควบคุมโรคระบาดมีทั้งหมด 3 หัวข้อย่อยที่สำคัญประกอบด้วย

1) การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลก องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ สภาสมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ และสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพเป็นตัวกำหนดว่าแผนรับมือเหตุฉุกเฉินจะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว โดยการสื่อสารประกอบไปด้วยบุคลากรที่ต้องติดต่อสื่อสาร เวลาที่ต้องติดต่อสื่อสาร ข้อมูลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร และวิธีในการติดต่อสื่อสาร ดังนั้นในแผนการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยาน ควรมีการจัดเตรียมระบบการสื่อสารที่เพียงพอสำหรับหน่วยงานภายในและภายนอกที่เกี่ยวข้องในการรับมือเหตุฉุกเฉิน รวมถึงการสื่อสารระหว่างกับศูนย์ปฏิบัติการฉุกเฉินและศูนย์บัญชาการเคลื่อนที่ กับหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยต้องมีการระบุรูปแบบการสื่อสารสำรองไว้ในกรณีที่เกิดความผิดพลาด ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินด้านสาธารณสุข ท่าอากาศยานควรมีการจัดตั้งจุดติดต่อสื่อสารที่ชัดเจน

2) การประชาสัมพันธ์ข้อมูล ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลก และสภาสมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า ในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ด้านสาธารณสุข ควรมีการจัดทำนโยบายด้านการสื่อสาร แต่งตั้งโฆษก การจัดเตรียมการแถลงข่าวต่างๆ และสถานที่ที่จะใช้สำหรับสื่อข่าว รวมถึงช่องทางในการประชาสัมพันธ์ข้อมูล เช่น จอประชาสัมพันธ์ที่ท่าอากาศยาน สื่อสังคมออนไลน์ และเว็บไซต์ของท่าอากาศยาน เป็นต้น

3) การสื่อสารกับผู้โดยสารขาออก ผลการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องจากองค์การอนามัยโลกและสภาสมาคมท่าอากาศยานระหว่างประเทศ สามารถสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลได้ว่า เมื่อเกิดเหตุการณ์ด้านสาธารณสุขที่รุนแรง หรือการแพร่ระบาดของโรคติดต่อร้ายแรง ท่าอากาศยานควรมีจัดเตรียมข้อมูลที่ทำท่าอากาศยานเพื่อให้ข้อมูลกับผู้โดยสาร โดยเฉพาะผู้โดยสารขาออก จะต้องได้รับคำแนะนำล่วงหน้าก่อนการเดินทาง เพื่อที่จะได้เตรียมตัวสำหรับขั้นตอนต่างๆ ที่



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ท่าอากาศยานที่อาจทำให้เกิดความล่าช้าได้ รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับเงื่อนไขในการเดินทางต่างๆ โดยปกติ ข้อมูลเหล่านี้จะนำมาจากแหล่งข้อมูลของหน่วยงานด้านสาธารณสุขหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งท่าอากาศยานสามารถนำเสนอข้อมูลเหล่านี้โดยการจัดทำข้อมูลไว้ในเว็บไซต์ของท่าอากาศยาน ใช้สื่อข่าวเป็นตัวช่วยในการให้ข้อมูลกับผู้โดยสาร และใช้จอแสดงข้อมูลหรือการประกาศข้อมูลที่ท่าอากาศยาน

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเอกสารแสดงให้เห็นว่า องค์ประกอบของการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยานตามแนวทางมาตรการ กฎระเบียบ ข้อบังคับ มาตรฐานและคำแนะนำจากองค์กรและหน่วยงานกำกับดูแลด้านสาธารณสุขและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการบินระหว่างประเทศและในประเทศไทย ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลักที่สำคัญ ได้แก่ องค์ประกอบด้านการจัดทำแผนการจัดการควบคุมโรคระบาด ด้านอุปกรณ์ ด้านบุคลากรและการฝึกฝน และด้านการสื่อสาร แต่อย่างไรก็ตามองค์ประกอบย่อยบางส่วนของที่กระทรวงสาธารณสุขและหน่วยงานด้านอุตสาหกรรมการบินภายในประเทศไม่ได้กำหนดมาตรการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยาน ซึ่งประกอบด้วย

1. องค์ประกอบด้านการจัดทำแผนการจัดการควบคุมโรคระบาด

1) การขอข้อมูลเพื่อติดตามตัวผู้โดยสาร หน่วยงานระหว่างประเทศกำหนดคำแนะนำเกี่ยวกับการขอข้อมูลเพื่อติดตามตัวผู้โดยสารที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงด้านสาธารณสุข ได้แก่ รายละเอียดในการติดต่อและที่พัก ณ จุดหมายปลายทาง โดยสามารถใช้แบบฟอร์มระบุที่ตั้งของผู้โดยสาร (Passenger Locator Card) ซึ่งกำหนดโดยองค์การอนามัยโลกได้ แต่สำหรับหน่วยงานภายในประเทศไม่มีคำแนะนำในประเด็นนี้ ผู้ศึกษามีความเห็นว่าการหน่วยงานด้านสาธารณสุขในประเทศควรมีการจัดทำคำแนะนำในการขอข้อมูลเพื่อติดตามตัวผู้โดยสารที่เป็นมาตรฐานแก่ท่าอากาศยานแต่ละแห่ง และระบุถึงการใช้แบบฟอร์มระบุที่ตั้งของผู้โดยสาร (Passenger Locator Card) เพื่อประโยชน์ในการเฝ้าระวังเหตุฉุกเฉินด้านสาธารณสุข

2) การเฝ้าระวังและการประเมินความเสี่ยง หน่วยงานระหว่างประเทศได้ทำการกำหนดคำแนะนำเกี่ยวกับการเฝ้าระวังและการประเมินความเสี่ยง โดยเมื่อเกิดการแพร่ระบาดของโรคติดต่อ องค์การอนามัยโลกจะออกคำแนะนำในการเฝ้าระวังและประเมินความเสี่ยง และเมื่อตรวจพบความเสี่ยงแล้ว ต้องมีการประกาศแจ้งข้อมูลเกี่ยวกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้น (Event Notification) เพื่อให้แต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบ แต่สำหรับหน่วยงานภายในประเทศไม่มีคำแนะนำในประเด็นดังกล่าว ผู้ศึกษามีความเห็นว่าการหน่วยงานด้านสาธารณสุขและหน่วยงานด้านการบินพลเรือนในประเทศสามารถปฏิบัติตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลกในการเฝ้าระวังเหตุการณ์และการประเมินความเสี่ยง

3) การปิดท่าอากาศยาน หน่วยงานระหว่างประเทศได้ทำการกำหนดคำแนะนำเกี่ยวกับการปิดท่าอากาศยาน ซึ่งสามารถทำได้เมื่อมีการแพร่ระบาดของโรคติดต่อที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงอย่างรุนแรงต่อระบบสาธารณสุข แต่สำหรับหน่วยงานภายในประเทศไม่มีคำแนะนำเกี่ยวข้องกับประเด็นนี้ ผู้ศึกษามีความเห็นว่าการหน่วยงานด้านการบินพลเรือนในประเทศควรกำหนดหรือจัดทำเงื่อนไขในการปิดท่าอากาศยานเมื่อเกิดการแพร่ระบาดของโรคติดต่อที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงอย่างรุนแรงต่อการสาธารณสุข เพื่อประโยชน์ในการป้องกันโรคระบาดและระบบสาธารณสุข

4) การปฏิเสธการลงจอดของอากาศยานที่มีความเสี่ยง หน่วยงานระหว่างประเทศได้ทำการกำหนดข้อกำหนดเกี่ยวกับการปฏิเสธการลงจอดของอากาศยานที่มีความเสี่ยงว่าท่าอากาศยานไม่สามารถปฏิเสธการลงจอดของเครื่องบินที่มีความเสี่ยงและปฏิเสธการขึ้นลงของผู้โดยสาร สินค้าที่มีความเสี่ยง รวมถึงการเติมน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำ และอาหาร โดยสามารถ



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ดำเนินการตรวจตราและอนุญาตให้เทียบเท่าได้ แต่สำหรับหน่วยงานภายในประเทศไม่มีข้อกำหนดในประเด็นดังกล่าว ผู้ศึกษามีความเห็น bahwaหน่วยงานหน่วยงานด้านการบินพลเรือนในประเทศควรมีการออกข้อกำหนดที่ชัดเจนเกี่ยวกับการปฏิเสธการลงจอดของอากาศยานที่มีความเสี่ยง รวมถึงเงื่อนไขที่ต้องดำเนินการก่อนอนุญาตให้อากาศยานที่มีความเสี่ยงเทียบท่า

5) การให้วัคซีนหรือยาป้องกัน หน่วยงานระหว่างประเทศได้ทำการกำหนดข้อกำหนดเกี่ยวกับการให้วัคซีนหรือยาป้องกัน ว่าสามารถดำเนินการในกรณีได้รับการยินยอมจากผู้เดินทางเอง หรือพ่อแม่ หรือผู้ปกครองของผู้เดินทาง โดยผู้เดินทางที่จะต้องได้รับวัคซีน หรือยาป้องกันโรค หรือพ่อแม่ หรือผู้ปกครองของผู้เดินทางจะต้องได้รับทราบเกี่ยวกับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการได้รับหรือไม่ได้รับวัคซีน โดยจะต้องปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยระดับชาติหรือระดับสากลเท่านั้น แต่สำหรับหน่วยงานภายในประเทศไม่มีข้อกำหนดในประเด็นดังกล่าว ผู้ศึกษามีความเห็น bahwaหน่วยงานด้านสาธารณสุขภายในประเทศควรมีการออกข้อกำหนดและเงื่อนไขที่ชัดเจนเกี่ยวกับการการให้วัคซีนหรือยาป้องกันกับผู้เดินทาง

6) การสำแดงเอกสารข้อมูลด้านสาธารณสุข หน่วยงานระหว่างประเทศได้ทำการกำหนดข้อกำหนดเกี่ยวกับการสำแดงเอกสารข้อมูลด้านสาธารณสุข ว่าแต่ละประเทศอาจพิจารณากำหนดให้อากาศยานเข้าทุกลำที่ลงจอดในประเทศ หรือให้เฉพาะอากาศยานที่มาจากพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ หรืออากาศยานที่อาจมีการติดเชื้อโรค หรือปนเปื้อน ต้องสำแดงเอกสารข้อมูลในส่วนของสภาวะการด้านสาธารณสุขบนเครื่องบิน โดยต้องแจ้งผู้ประกอบการด้านการบิน หรือตัวแทนให้ทราบข้อกำหนดดังกล่าว และในส่วนของผู้โดยสาร อาจถูกร้องขอให้กรอกแบบฟอร์มสำแดงข้อมูลด้านสาธารณสุขเมื่อผ่านการตรวจคัดกรองขาเข้าและขาออก โดยสามารถใช้แบบสำแดงข้อมูลด้านสาธารณสุขของผู้เดินทางจากองค์การอนามัยโลก แต่สำหรับหน่วยงานภายในประเทศไม่มีข้อกำหนดในประเด็นดังกล่าว ผู้ศึกษามีความเห็น bahwaหน่วยงานด้านสาธารณสุขภายในประเทศควรมีการออกข้อกำหนดที่ชัดเจนให้อากาศยานภายใต้เงื่อนไขใดบ้างที่ต้องสำแดงเอกสารข้อมูลในส่วนของสภาวะการด้านสาธารณสุขบนเครื่องบิน รวมถึงข้อกำหนดหรือเงื่อนไขที่ผู้โดยสารจะต้องกรอกแบบฟอร์มสำแดงข้อมูลด้านสาธารณสุข

2. องค์ประกอบด้านอุปกรณ์

1) การจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อใช้ในการป้องกัน หน่วยงานระหว่างประเทศได้ทำการกำหนดคำแนะนำเกี่ยวกับการจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อใช้ในการป้องกันว่า ท่าอากาศยานควรมีการจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกัน น้ำยาทำความสะอาด และน้ำยาฆ่าเชื้อโรคที่เพียงพอกับพนักงานท่าอากาศยาน เพื่อให้พนักงานทุกคนสามารถใช้ในการป้องกันความเสี่ยงจากการติดเชื้อ แต่สำหรับหน่วยงานภายในประเทศไม่มีคำแนะนำในประเด็นดังกล่าว ผู้ศึกษามีความเห็น bahwaหน่วยงานด้านสาธารณสุขในประเทศควรมีการจัดทำคำแนะนำสำหรับท่าอากาศยานเพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อใช้ในการป้องกันสำหรับพนักงาน

2) อุปกรณ์สำหรับฆ่าเชื้อบนอากาศยานและบริเวณท่าอากาศยาน หน่วยงานระหว่างประเทศได้ทำการกำหนดคำแนะนำเกี่ยวกับอุปกรณ์สำหรับฆ่าเชื้อบนอากาศยานและบริเวณท่าอากาศยานว่า ในการทำความสะอาดสิ่งที่เสี่ยงในการติดเชื้อบนอากาศยาน รวมถึงที่บริเวณท่าอากาศยาน ผู้รับผิดชอบควรจะต้องป้องกันตัวเองด้วยถุงมือและชุดป้องกัน รวมถึงใช้อุปกรณ์ในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่เป็นไปตามมาตรฐาน แต่สำหรับหน่วยงานภายในประเทศไม่มีคำแนะนำในประเด็นดังกล่าว ผู้ศึกษามีความเห็น bahwaหน่วยงานด้านสาธารณสุขในประเทศควรมีการจัดทำคำแนะนำเกี่ยวกับอุปกรณ์มาตรฐานที่ต้องใช้ในการทำความสะอาดสารสิ่งที่เสี่ยงในการติดเชื้อให้ทุกท่าอากาศยานมีมาตรฐานเดียวกันและเป็นไปตามมาตรฐานสากล



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

3. องค์ประกอบด้านบุคลากรและการฝึกอบรม

การกำหนดเจ้าหน้าที่และบุคลากร หน่วยงานระหว่างประเทศได้ทำการกำหนดคำแนะนำเกี่ยวกับการกำหนดเจ้าหน้าที่และบุคลากรว่าท่าอากาศยานต้องมีการแต่งตั้งบุคคลหรือคณะกรรมการเหตุฉุกเฉินของท่าอากาศยาน ที่จะเป็นผู้ควบคุมการปฏิบัติการในภาพรวม และเพื่อจัดการการฝึกอบรมและการเตรียมความพร้อมในการรับมือกับเหตุฉุกเฉิน แต่สำหรับหน่วยงานภายในประเทศไม่มีคำแนะนำในการแต่งตั้งบุคคลหรือคณะกรรมการ ผู้ศึกษามีความเห็นว่าหน่วยงานด้านการบินพลเรือนในประเทศควรมีการจัดทำคำแนะนำในการแต่งตั้งบุคคลหรือคณะกรรมการเหตุฉุกเฉินของท่าอากาศยาน เพื่อประโยชน์ในการจัดการการฝึกอบรมและการเตรียมความพร้อมสำหรับการรับมือกับเหตุฉุกเฉิน

4. องค์ประกอบด้านการสื่อสาร

1) การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ หน่วยงานระหว่างประเทศได้ทำการกำหนดคำแนะนำเกี่ยวกับการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพว่าต้องมีการระบุรูปแบบการสื่อสารสำรองไว้ในกรณีที่เกิดความผิดพลาด นอกจากนั้น ท่าอากาศยานควรจัดตั้งจุดติดต่อสื่อสารที่ชัดเจนเพื่อกำหนดนโยบายและการเตรียมความพร้อมในการปฏิบัติงาน แต่สำหรับหน่วยงานภายในประเทศไม่มีคำแนะนำในการระบุรูปแบบการสื่อสารสำรอง รวมถึงการจัดตั้งจุดติดต่อสื่อสารที่ชัดเจน ผู้ศึกษามีความเห็นว่าหน่วยงานด้านการบินพลเรือนในประเทศควรมีการจัดทำคำแนะนำเกี่ยวกับการสื่อสารรูปแบบสำรองเมื่อเกิดความผิดพลาดและคำแนะนำเกี่ยวกับการจัดตั้งจุดติดต่อสื่อสารที่ชัดเจนเพื่อประโยชน์ในการรับมือกับเหตุการณ์ฉุกเฉิน

2) การประชาสัมพันธ์ข้อมูล หน่วยงานระหว่างประเทศได้ทำการกำหนดคำแนะนำเกี่ยวกับการประชาสัมพันธ์ข้อมูลว่าในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ด้านสาธารณสุข ผู้เดินทาง เจ้าหน้าที่ สื่อข่าว และสาธารณชนต้องการข้อมูลที่สำคัญและทันเวลา โดยควรมีการจัดทำนโยบายด้านการสื่อสาร แต่งตั้งโฆษก การจัดเตรียมการแถลงข่าวต่างๆ และสถานที่ที่จะใช้สำหรับสื่อข่าว รวมถึงช่องทางในการประชาสัมพันธ์ข้อมูล ซึ่งต้องมั่นใจว่าทุกช่องทางการประชาสัมพันธ์มีการให้ข้อมูลที่ถูกต้องและตรงกัน แต่สำหรับหน่วยงานภายในประเทศไม่มีคำแนะนำเกี่ยวกับการประชาสัมพันธ์ข้อมูล ผู้ศึกษามีความเห็นว่าหน่วยงานด้านการบินพลเรือนในประเทศควรมีกำหนดคำแนะนำในการประชาสัมพันธ์ข้อมูลเมื่อเกิดเหตุการณ์ด้านสาธารณสุขขึ้น เพื่อให้ท่าอากาศยานทุกแห่งมีแนวทางในการประชาสัมพันธ์ข้อมูลที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน

3) การสื่อสารกับผู้โดยสารขาออก หน่วยงานระหว่างประเทศได้ทำการกำหนดคำแนะนำเกี่ยวกับการสื่อสารกับผู้โดยสารขาออกว่าเมื่อเกิดเหตุการณ์ด้านสาธารณสุขที่รุนแรง หรือการแพร่ระบาดของโรคติดต่อร้ายแรง ท่าอากาศยานควรมีจัดเตรียมข้อมูลที่ท่าอากาศยานเพื่อให้ข้อมูลกับผู้โดยสาร โดยเฉพาะผู้โดยสารขาออก จะต้องได้รับคำแนะนำล่วงหน้าก่อนการเดินทาง เพื่อที่จะได้เตรียมตัวสำหรับขั้นตอนต่างๆ ที่ท่าอากาศยานที่อาจทำให้เกิดความล่าช้าได้ รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับเงื่อนไขในการเดินทางต่างๆ แต่สำหรับหน่วยงานภายในประเทศไม่มีคำแนะนำเกี่ยวกับการสื่อสารกับผู้โดยสารขาออก ผู้ศึกษามีความเห็นว่าหน่วยงานด้านการบินพลเรือนในประเทศควรมีกำหนดคำแนะนำในการสื่อสารกับผู้โดยสารขาออกเมื่อเกิดเหตุการณ์ด้านสาธารณสุขขึ้น เพื่อให้ท่าอากาศยานทุกแห่งมีแนวทางในการสื่อสารกับผู้โดยสารขาออกเป็นมาตรฐานเดียวกัน และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการผู้โดยสารที่ท่าอากาศยานด้วย



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

บทสรุป

องค์ประกอบของการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยาน แบ่งได้ 4 องค์ประกอบหลัก คือ องค์ประกอบด้านการจัดทำแผนการจัดการควบคุมโรคระบาด องค์ประกอบด้านอุปกรณ์ องค์ประกอบด้านบุคลากรและการฝึกอบรม และองค์ประกอบด้านการสื่อสาร โดยหน่วยงานด้านสาธารณสุขและหน่วยงานด้านการบินในประเทศไทยมีข้อเสนอแนะในการจัดการควบคุมโรคระบาดในท่าอากาศยานที่แตกต่างจากต่างประเทศ ได้แก่ การขอข้อมูลเพื่อติดตามตัวผู้โดยสาร การเฝ้าระวังและการประเมินความเสี่ยง การปิดท่าอากาศยาน การปฏิเสธการลงจอดของอากาศยานที่มีความเสี่ยง การให้วัคซีนหรือยาป้องกัน การสำแดงเอกสารข้อมูลด้านสาธารณสุข การจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อใช้ในการป้องกัน อุปกรณ์สำหรับฆ่าเชื้อบนอากาศยานและบริเวณท่าอากาศยาน การกำหนดเจ้าหน้าที่และบุคลากร การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การประชาสัมพันธ์ ข้อมูล และการสื่อสารกับผู้โดยสารขาออก ซึ่งหน่วยงานกำกับดูแลด้านสาธารณสุขและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการบินควรจัดทำข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อให้การจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยานเป็นไปตามมาตรฐานสากล

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้

ผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นฐานข้อมูลสารสนเทศที่สำคัญสำหรับท่าอากาศยานในการเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือกับการแพร่ระบาดของโรคติดต่อและจัดทำนโยบายในการจัดการป้องกันและควบคุมโรคระบาด ที่เป็นไปตามมาตรฐานและคำแนะนำจากองค์กรและหน่วยงานด้านสาธารณสุขและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการบิน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาครั้งต่อไป

1) ควรดำเนินการศึกษาวิจัยเชิงปริมาณเพื่อยืนยันองค์ประกอบที่ค้นพบโดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmation Factor Analysis) หรือดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบของการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยาน จากผู้เชี่ยวชาญโดยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview)

2) ควรศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลแนวทาง มาตรการ กฎระเบียบ ข้อบังคับ มาตรฐานและคำแนะนำเกี่ยวกับองค์ประกอบของการจัดการควบคุมโรคระบาดของท่าอากาศยานจากหน่วยงานกำกับดูแลด้านการบินระหว่างประเทศของภูมิภาคอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น องค์การบริหารการบินแห่งชาติ และองค์การความปลอดภัยด้านการบินแห่งสหภาพยุโรป

เอกสารอ้างอิง

ฐานเศรษฐกิจ มัลติมีเดีย. (2563). เข้ม4มาตรการคุมโควิดสนามบินภูมิภาค. สืบค้น 3 พฤษภาคม 2563,

จาก <https://www.thansettakij.com/content/425794>

สำนักระบาดวิทยา. (2561). กฎอนามัยระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548. สืบค้น 10 พฤษภาคม 2563,

จาก <https://shorturl.at/yFRW8>

สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย. (2562). ข้อกำหนดของสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย

ฉบับที่ 14 ว่าด้วยมาตรฐานสนามบิน. สืบค้น 6 พฤษภาคม 2563, จาก <https://shorturl.at/qEIKO>

Airports of Thailand Public Company Ltd. (2020). ท่าอากาศยาน 6 แห่งของ ทอท.จัดพื้นที่อำนวยความสะดวก

ผู้โดยสารในการกรอกใบ ต.8 เพิ่มเติม รวมทั้งสนับสนุนการเว้นระยะห่างทางสังคม (Social Distancing).



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

Retrieved 6 May 2020, from <https://www.airportthai.co.th/th/ท่าอากาศยาน-6-แห่งของ-ทอท-2/>
Airport Council International. (2009). Airport preparedness guidelines for outbreaks of communicable disease. Retrieved 12 May 2020, from <http://shorturl.at/dqPY5>
International Civil Aviation Organization. (2016). Annex 14 Aerodromes Vol.1 6th ed. Retrieved 12 May 2020, from <https://shorturl.at/axFN0>
International Civil Aviation Organization. (2019). Aviation Benefits Report 2019. Retrieved 9 May 2020, from <https://www.icao.int/sustainability/Documents/AVIATION-BENEFITS-2019-web.pdf>





การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อม
ของภาคเอกชนสำหรับกลุ่มธุรกิจอาคารประเภท ก ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร
The Opinion Level of Using the Service of Private Environmental Analytical
Laboratory for the Entrepreneur of Type a Building in Bangkok

อุไร สายรัตน์ (Urai Sairat)¹ อาณัติ ต๊ะปิ่นตา (Anat Thapinta)²

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) ระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชน (2) เปรียบเทียบระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชน ประชากรที่ศึกษาคือ กลุ่มอาคารประเภท ก ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร จำนวน 680 ราย กลุ่มตัวอย่าง 252 ราย ได้จากการสุ่มตัวอย่างของทาโรยามาเน่ เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถามที่มีค่าความเที่ยงตรงเท่ากับ 0.70 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์เปรียบเทียบโดยการวิเคราะห์แปรปรวนทางเดียว ผลการวิจัยพบว่า (1) ระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการโดยรวม เห็นด้วย โดยด้านที่มีความคิดเห็นมากที่สุดคือด้านผลิตภัณฑ์ รองลงมาด้านบุคคล และด้านการส่งเสริมการขาย ด้านราคา ด้านกระบวนการ มีค่าเฉลี่ยเรียงตามลำดับ (2) ในการเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการกลุ่มธุรกิจอาคารประเภท ก ที่แตกต่างกันมีการเลือกใช้บริการแตกต่างกัน 4 ด้าน ด้านกระบวนการส่งเสริมการขาย ในการเลือกใช้บริการไม่แตกต่าง

คำสำคัญ ระดับความคิดเห็น การเลือกใช้บริการ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

Abstract

The objectives of this survey research were: (1) to study opinion levels for choosing private environmental analysis laboratory services, (2) to compare the level of opinion on the selection of private environmental analysis laboratory services. The population of the study were 680 type A Building in Bangkok area. Sample group of 252 building was obtained from the Taro Yamane sampling questionnaire was used as tool with a precision of 0.70 data was analyzed by frequency distributing, percentage, mean, and standard deviation The research results found : (1) the overall opinion level in choosing the service was at the agree level with the most opinion is the product, Followed by the person , promotion aspects, price ,Process respectively, (2) in comparing the level of opinions in choosing the service of type A building , There are 4 different aspects to choose from. The promotion process in choosing the service is no different.

Keywords: Comment level, Service selection, Analysis laboratory

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา nongur515@hotmail.com

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาณัติ ต๊ะปิ่นตา คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา athapinta@yahoo.com



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

บทนำ

สาเหตุสำคัญประการหนึ่งของปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้งในประเทศและต่างประเทศคือการเกิดมลพิษในด้านต่างๆ ได้แก่ มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศและเสียง รวมทั้งมลพิษจากขยะมูลฝอยและของเสียอันตราย ปัญหามลพิษเหล่านี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรอย่างรวดเร็ว จะพบว่าความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจทำให้เกิดการอพยพโยกย้ายถิ่นฐานของประชาชนในเขตพื้นที่ชนบทเข้ามาในเขตเมืองมากขึ้น เมื่อมีความหนาแน่นของประชากรจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เศรษฐกิจ และปัญหาต่างๆตามมาสำหรับกรุงเทพมหานครซึ่งเป็นศูนย์กลาง ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม ด้านจราจร ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านบริหารจัดการ กล่าวคือ เป็นศูนย์กลางของระบบราชการ กิจกรรมพาณิชย์ การธนาคาร ตลอดจนเป็นแหล่งที่ตั้งของโครงการอุตสาหกรรมและกิจการสาธารณูปโภคหลัก จึงเกิดแรงดึงดูดให้ประชากรจากภูมิภาคต่างๆหลั่งไหลเข้ามาอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก ปัญหาความแออัดของที่อยู่อาศัยและพื้นที่ประกอบกิจการต่างๆ จึงเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย จะเห็นได้จากการขยายตัวของการใช้ที่ดินในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีการพัฒนาพื้นที่ภายในศูนย์กลางเมืองจากเดิมเป็นสวนสาธารณะเป็นในแนวตั้งทั้งที่เป็นอาคารพาณิชย์ อาคารสำนักงาน โรงแรม ตลอดจนอาคารพักอาศัยหรือคอนโดมิเนียม ที่สามารถรองรับผู้เข้ามาอยู่อาศัยได้เป็นจำนวนมาก เมื่อมีการขยายตัวของอาคารต่างๆในเขตชุมชนอย่างหนาแน่น ซึ่งย่อมส่งผลต่อปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมเป็นมลภาวะในเมืองที่ทำให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมลงเรื่อยๆ ทั้งในเรื่องของอากาศเสีย เสียงรบกวน น้ำเสีย และขยะมูลฝอยตกค้าง ปัญหาสิ่งแวดล้อมเหล่านี้ล้วนเป็นปัญหาหลักของกรุงเทพมหานคร ในขณะนี้ ดังนั้น แผนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติจึงมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) โดยคำนึงถึงการพัฒนาควบคู่ไปกับการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ประเทศไทยจึงได้มีประกาศ เรื่อง กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม ดังได้กล่าวในเบื้องต้นแล้วว่าน้ำเสียนับเป็นปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นควบคู่กับการเพิ่มจำนวนของประชากรที่ขยายตัวพร้อมกับอาคารประเภทต่างๆ ในเขตกรุงเทพมหานคร ทำให้เกิดการเน่าเสียของคลองที่ใช้เพื่อระบายน้ำและรับน้ำเสียจากชุมชนโดยที่ไม่ได้ผ่านการบำบัดซึ่งส่งผลต่อปัญหาอื่นๆ ตามมาดังนั้น เพื่อเป็นการรักษาไว้ซึ่งทรัพยากรธรรมชาติของแหล่งน้ำ อาคารเหล่านั้นต้องมีการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่กลุ่มอาคารในเขตกรุงเทพมหานครที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจะต้องมีการบำบัดน้ำเสียให้มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดโดยเจ้าของกิจการอาคารประเภท ก ต้องตระหนักถึงกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบต้องมีความรู้ความเข้าใจเรื่องระบบบำบัดน้ำเสีย การเข้าถึงข้อมูลต่างๆของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อม รวมถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการวิเคราะห์ทดสอบในดังนั้นผู้ประกอบการซึ่งเป็นเจ้าของอาคารประเภทต่างๆในเขตกรุงเทพมหานคร จึงต้องมีความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชน เพื่อให้สามารถดำเนินธุรกิจต่อไปได้อย่างถูกต้องตามกฎหมายและข้อบังคับของทางราชการ รวมทั้งยังได้เชื่อว่าเป็นผู้มีส่วนร่วมในการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะในเรื่องการจัดการน้ำเสียในเขตกรุงเทพมหานคร

ดังนั้นการศึกษาระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชนสำหรับกลุ่มธุรกิจอาคารประเภท ก ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยศึกษาด้านการเลือกใช้ 5 ด้าน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและประโยชน์ในการพัฒนาห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมต่อไป



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชนสำหรับกลุ่มธุรกิจอาคารประเภท ก ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชน จำแนกตามประเภทของกลุ่มอาคารประเภท ก ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร

กรอบแนวคิด

ตัวแปรอิสระ(Independent Variable)

ประเภทของกลุ่มอาคารประเภท ก

1. อาคารชุดที่มีตั้งแต่ 500 ห้องขึ้นไป
2. โรงแรมที่มีตั้งแต่ 200 ห้องขึ้นไป
3. อาคารห้างสรรพสินค้าที่มีพื้นที่ใช้สอย 25,000 ตารางเมตรขึ้นไป
4. โรงพยาบาลตั้งแต่ 30 เตียงขึ้นไป

ตัวแปรตาม(Dependent Variable)

ระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชน 5 ด้าน

- 1.ด้านผลิตภัณฑ์
- 2.ด้านราคา
- 3.ด้านกระบวนการ
- 4.ด้านบุคคล
- 5.ด้านการส่งเสริมการตลาด

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน ประชากรที่ศึกษาคือกลุ่มอาคารประเภท ก จำนวน 4 ประเภทได้แก่ (1) อาคารชุดที่มีตั้งแต่ 500 ห้องขึ้นไป จำนวน 314 แห่ง (2) โรงแรมที่มีตั้งแต่ 200 ห้องขึ้นไปจำนวน 155 แห่ง (3) อาคารห้างสรรพสินค้าที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันตั้งแต่ 25,000 ตารางเมตรขึ้นไป จำนวน 90 แห่ง (4) โรงพยาบาลตั้งแต่ 30 เตียงขึ้นไปจำนวน 121 แห่ง ที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครซึ่งมีจำนวนรวมทั้งสิ้น 680 ราย กลุ่มตัวอย่าง 252 ราย ได้จากการสุ่มแบบชั้นภูมิและการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ (1) ข้อมูลทั่วไป (2) ระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการ มีค่าความสอดคล้องของความสัมพันธ์ตรงเชิงเนื้อหา IOC (Index of Objective Congruence) โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกข้อที่มีค่า $IOC \geq 0.50$ ทุกข้อ และมีค่าความเที่ยงตรง เท่ากับ 0.70 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไป ในการตอบแบบสอบถามเจ้าของโครงการมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 14 ผู้จัดการอาคารร้อยละ 31 เจ้าหน้าที่วิศวกรรมอาคารมีค่าร้อยละ 45 และอื่นๆ (1) ช่างประจำอาคาร (2) เจ้าหน้าที่ฝ่ายจัดซื้อ (3) เจ้าหน้าที่ฝ่ายธุรการ พบร้อยละ 10



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

2. ระดับความคิดเห็น การเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชนสำหรับกลุ่มธุรกิจอาคารประเภท ก ในภาพรวมด้านผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับสูงสุด (ค่าเฉลี่ย 4.15) รองลงมาด้านบุคคล (ค่าเฉลี่ย 4.00) ด้านการส่งเสริมการตลาด (ค่าเฉลี่ย 3.85) ด้านราคา (ค่าเฉลี่ย 3.83) และด้านกระบวนการ (ค่าเฉลี่ย 3.73) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการแปรผลระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการ (n = 252)

การเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชน	Mean	S.D.	แปลผล
1. ด้านผลิตภัณฑ์	4.15	0.69	เห็นด้วย
2. ด้านราคา	3.83	0.67	เห็นด้วย
3. ด้านกระบวนการ	3.73	0.68	เห็นด้วย
4. ด้านบุคคล	4.00	0.76	เห็นด้วย
5. ด้านการส่งเสริมการตลาด	3.85	0.77	เห็นด้วย
ภาพรวม	3.91	0.71	เห็นด้วย

3. การเปรียบเทียบระดับความคิดเห็น ในการเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชนสำหรับกลุ่มธุรกิจอาคารประเภท ก 4 ประเภทข้างต้นในแต่ละด้านได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านบุคคล ด้านกระบวนการ ด้านการส่งเสริมการตลาด แสดงตามตารางที่ 2 -6 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชนผู้ประกอบการธุรกิจอาคารประเภท ก ในเขตกรุงเทพมหานคร ด้านผลิตภัณฑ์ ในรูปแบบความน่าเชื่อถือของห้องปฏิบัติการ มีเครื่องมือเครื่องใช้ที่ทันสมัย และมีรูปแบบการให้บริการที่หลากหลาย

ผู้ประกอบการธุรกิจอาคารประเภท ก	Mean	F	Sig.
1.อาคารชุดที่มีตั้งแต่ 500 ห้องขึ้นไป	4.04	7.26*	0.00
2.โรงแรมที่มีตั้งแต่ 200 ห้องขึ้นไป	4.24		
3.อาคารห้างสรรพสินค้าที่มีพื้นที่ใช้สอยตั้งแต่ 25,000 ตารางเมตรขึ้นไป	4.50		
4.โรงพยาบาลที่มีตั้งแต่ 30 เตียงขึ้นไป	4.08		



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชนผู้ประกอบการกิจการประเภท ก ในเขตกรุงเทพมหานคร ด้านราคา

ผู้ประกอบการกิจการประเภท ก	Mean	F	Sig.
1.อาคารชุดที่มีตั้งแต่ 500 ห้องขึ้นไป	3.88	6.49*	0.00
2.โรงแรมที่มีตั้งแต่ 200 ห้องขึ้นไป	3.68		
3.อาคารห้างสรรพสินค้าที่มีพื้นที่ใช้สอยตั้งแต่ 25,000 ตารางเมตรขึ้นไป	3.68		
4.โรงพยาบาลที่มีตั้งแต่ 30 เตียงขึ้นไป	4.01		

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชนผู้ประกอบการกิจการประเภท ก ในเขตกรุงเทพมหานคร ด้านบุคคล

ผู้ประกอบการกิจการประเภท ก	Mean	F	Sig.
1.อาคารชุดที่มีตั้งแต่ 500 ห้องขึ้นไป	4.13	13.19*	0.00
2.โรงแรมที่มีตั้งแต่ 200 ห้องขึ้นไป	3.80		
3.อาคารห้างสรรพสินค้าที่มีพื้นที่ใช้สอยตั้งแต่ 25,000 ตารางเมตรขึ้นไป	3.66		
4.โรงพยาบาลที่มีตั้งแต่ 30 เตียงขึ้นไป	4.17		

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชนผู้ประกอบการกิจการประเภท ก ในเขตกรุงเทพมหานคร ด้านกระบวนการ

ผู้ประกอบการกิจการประเภท ก	Mean	F	Sig.
1.อาคารชุดที่มีตั้งแต่ 500 ห้องขึ้นไป	3.64	3.50*	0.01
2.โรงแรมที่มีตั้งแต่ 200 ห้องขึ้นไป	3.74		
3.อาคารห้างสรรพสินค้าที่มีพื้นที่ใช้สอยตั้งแต่ 25,000 ตารางเมตรขึ้นไป	3.83		
4.โรงพยาบาลที่มีตั้งแต่ 30 เตียงขึ้นไป	3.88		



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชนผู้ประกอบธุรกิจอาคารประเภท ก ในเขตกรุงเทพมหานคร ด้านส่งเสริมการตลาด

ผู้ประกอบการธุรกิจอาคารประเภท ก	Mean	F	Sig.
1.อาคารชุดที่มีตั้งแต่ 500 ห้องขึ้นไป	3.87	1.00*	0.39
2.โรงแรมที่มีตั้งแต่ 200 ห้องขึ้นไป	3.83		
3.อาคารห้างสรรพสินค้าที่มีพื้นที่ใช้สอยตั้งแต่ 25,000 ตารางเมตรขึ้นไป	3.72		
4.โรงพยาบาลที่มีตั้งแต่ 30 เตียงขึ้นไป	3.92		

จากตารางที่ 2 - 6 สรุปได้ว่า กลุ่มธุรกิจอาคารประเภท ก ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร มีระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชน ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านกระบวนการ และด้านบุคคล แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ด้านส่งเสริมการตลาด กลุ่มธุรกิจอาคารประเภท ก ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร มีระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชนไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชนสำหรับกลุ่มธุรกิจอาคารประเภท ก ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร พบว่าด้านผลิตภัณฑ์มีระดับความคิดเห็นสูงสุด รองลงมาด้านราคา ด้านกระบวนการ และด้านการส่งเสริมการขาย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาระดับความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการใช้ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดในการบริการจัดการท่องเที่ยวจังหวัดพิจิตรของนุชประวีณ์ ลิขิตศรีณย์ (2561) นักท่องเที่ยวมีระดับความคิดเห็นมากที่สุดด้านผลิตภัณฑ์ รองลงมาด้านราคา กระบวนการ ด้านบุคคลตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของวิรัชฐิตา แจ่มเปล่า (2559) ผลการศึกษาเรื่องการตัดสินใจในการเลือกใช้บริการด้านสินเชื่อของสหกรณ์ออมทรัพย์ครูชลบุรี ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย เป็นตัวกระตุ้นและเป็นสิ่งเร้าในการตัดสินใจเลือกใช้บริการ

การศึกษาเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นในการเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชนสำหรับกลุ่มธุรกิจอาคารประเภท ก จำแนกตามประเภทธุรกิจอาคารประเภท ก พบว่าประเภทธุรกิจอาคารประเภท ก แตกต่างกันมีการเลือกใช้บริการที่แตกต่างกันในด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านกระบวนการ ด้านบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สุจิตรา จันทนา (2558) ศึกษาเรื่องทัศนคติของนักท่องเที่ยวเชิงธุรกิจ (MICE) ของชาวต่างชาติที่มีต่อการให้บริการของโรงแรมเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า มีทัศนคติต่อการบริการอยู่ในระดับมากโดยให้ความสำคัญมากที่สุดในด้านการส่งเสริมการตลาด รองลงมาด้านพนักงานบริการ ชาวต่างชาติที่ต่างกันมีทัศนคติในการให้บริการของโรงแรมแตกต่างกัน



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10
The 10th STOU National Research Conference

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากพบว่าการสำรวจความคิดเห็นของกลุ่มอาคารประเภท ก ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า มีผู้ตอบข้อเสนอแนะจำนวน 179 ราย คิดเป็นร้อยละ 71.03 ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปพิจารณาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาคเอกชนให้ดีขึ้น สามารถสรุปดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ข้อเสนอแนะจากกลุ่มธุรกิจอาคารประเภท ก

ข้อเสนอแนะ	จำนวน(ราย)	เฉลี่ย(%)
1. ห้องปฏิบัติต้องมีความยืดหยุ่นต่อลูกค้า	16	6.35
2. มีเวลาและกำหนดส่งงานที่ชัดเจน	39	15.48
3. ราคาบริการให้รวมเล่มรายงานและผลการตรวจวิเคราะห์หากลูกค้าร้องขอ	27	10.71
4. ห้องปฏิบัติสามารถจัดฝึกอบรมที่เกี่ยวข้องกับงานได้	19	7.54
5. จัดสรรช่องทางให้กลุ่มธุรกิจอาคารได้พบปะกัน	23	9.13
6. จัดเตรียมบทความที่มีประโยชน์ต่อการทำงานระบบบำบัด	35	13.89
7. มีจริยธรรมในการดำเนินงานธุรกิจห้องปฏิบัติการวิเคราะห์	20	7.93
รวม	179	71.03

เอกสารอ้างอิง

- กองนโยบายและแผนงาน. (2561). รายงานสถิติการอนุญาตปลูกสร้างอาคารในเขตกรุงเทพมหานคร. สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร.
- กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.(2548). กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภทและบางขนาด. สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2561, จาก http://infofile.pcd.go.th/law/3_41_water.
- กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.(2548). กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม. สืบค้นเมื่อ 29 มิถุนายน 2561, จาก <http://infofile.pcd.go.th/water/General%20sources%20of%20pollution%205.pdf?CFID=1282655&CFTOKEN=60354392>
- กองยุทธศาสตร์บริหารจัดการ สำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล.(2561).จำนวนประชากร. สืบค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2561, จาก <http://www.bangkok.go.th/pipd/page/sub/12429>



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

- จิตตรัตน์ ย้อยอยู่. (2557). ความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวต้อปัจจัยการตัดสินใจเลือกใช้บริการโรงแรมสวนฟ้าใส จังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์หลักสูตรรัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นุชประวีณ์ ลิขิตศรีนัย. (2561). ระดับความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวต่อการใช้จ่ายส่วนประสมทางการตลาดในการบริหารจัดการการท่องเที่ยวจังหวัดพิจิตร. วารสารการบริการและท่องเที่ยวไทย, 25.
- พรเพ็ญ เพชรสุขศิริ. (2531). การวัดทัศนคติ มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ
- วิรัชธิดา แจ้งเปล่า(2559). การตัดสินใจในการเลือกใช้บริการด้านสินค้าเชื้อสหกรณ์ออมทรัพย์ครูชลบุรี จำกัด(วิทยานิพนธ์หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุจิตรา จันทนา. (2558). ทัศนคติของนักท่องเที่ยวเชิงธุรกิจ(MICE) ของชาวต่างชาติที่มีต่อการบริการของ โรงแรมเขตกรุงเทพมหานคร(หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). วิทยาลัยนานาชาติเซนต์เทเรซา.





การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conferenceการคาดการณ์การบรรเทาการปล่อยสารมลพิษในไอเสียและก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการจัดการ
คุณภาพอากาศจากการคมนาคมทางถนนในกรุงเทพมหานคร ระหว่าง พ.ศ. 2561 – 2593Forecasting of Mitigating of Exhaust Pollutant and Greenhouse Gas Emissions
from Implementing Air Quality Management from Road Transportation in Bangkok
During 2018 - 2050วรรณรัฐ อยู่เย็น (Wannarat Yuyen)¹ รัฐพล อ้นแฉ่ง (Rattapon Onchang)²ณัฐชนก พาละเอิ้น (Natchanok Palaen)³ บุญลือ คะเชนทร์ชาติ (Boonlue Kachenchart)⁴

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาทบทวนนโยบายและมาตรการจัดการคุณภาพอากาศ (2) คาดการณ์ปริมาณการปล่อยสารมลพิษในไอเสียและก๊าซเรือนกระจกจากยานพาหนะการขนส่งทางบกในกรุงเทพมหานคร โดยใช้วิธีตรวจเอกสารและการคาดการณ์ด้วยโปรแกรม LEAP ระหว่างปี พ.ศ. 2561 ถึง พ.ศ. 2593 ตามมาตรการควบคุมการระบายสารมลพิษจากยานพาหนะ ผลการวิจัยพบว่า (1) มาตรการจัดการคุณภาพอากาศในปี 2566 ภายใต้อำนาจที่ 3 ที่กำหนดมาตรฐานการระบายสารมลพิษจากยานพาหนะจาก ยูโร 4 ปรับเป็นยูโร 5 ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน, รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน และรถตู้หรือรถบรรทุกส่วนบุคคล และภายใต้อำนาจที่ 4 ในปี 2569 ที่กำหนดมาตรฐานการระบายสารมลพิษจากยานพาหนะจาก ยูโร 5 ปรับเป็น ยูโร 6 ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล ไม่เกิน 7 คน, รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน และรถตู้หรือรถบรรทุกส่วนบุคคล สามารถลดการระบายฝุ่นเขม่าดำ (Black carbon, BC) ได้มากที่สุด และมาตรการควบคุมการระบายสารมลพิษจากยานพาหนะต่อการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกพบว่า ภายในปี 2569 ภายใต้อำนาจที่ 4 ที่กำหนดมาตรฐานการระบายสารมลพิษจากยานพาหนะจาก ยูโร 5 ปรับเป็นยูโร 6 ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน, รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน และรถตู้หรือรถบรรทุกส่วนบุคคล สามารถลดประสิทธิภาพการปลดปล่อย N_2O ได้มากที่สุด (2) การระบายมลพิษทางอากาศของ BC สามารถลดลงได้มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 69.20 เมื่อเปรียบเทียบกับ การดำเนินงานตามปกติ และสามารถลดประสิทธิภาพของ N_2O ได้มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 29.66 เมื่อเปรียบเทียบกับ การดำเนินงานตามปกติ โดยค่าศักยภาพการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (GWP) ที่ลดลงได้ ร้อยละ 0.13 ผลการวิจัยบ่งชี้ว่า นโยบายและมาตรการควบคุมการระบายสารมลพิษจากยานพาหนะด้วยการปรับปรุงประสิทธิภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงและเครื่องยนต์ มีประสิทธิภาพในการบรรเทาการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศได้มากกว่าก๊าซเรือนกระจก มาตรการจำกัดจำนวนรถยนต์และการส่งเสริมการใช้รถยนต์พลังงานไฟฟ้า นับเป็นทางเลือกมาตรการจัดการคุณภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานครให้ดียิ่งขึ้นได้

คำสำคัญ มลพิษทางอากาศ ก๊าซเรือนกระจก ยานพาหนะ การขนส่งทางบก

¹ นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการเมืองน่าอยู่และสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา นครปฐม 73170 email: eye_1028@hotmail.com

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม 73000 email: onchang_r@su.ac.th

³ ดร. นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการพิเศษ กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กรุงเทพฯ 10400 email: natchanok.p@pcd.go.th

⁴ ดร. อาจารย์ประจำสาขาการจัดการเมืองน่าอยู่และสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา นครปฐม 73170 email: boonlue.kac@mahidol.ac.th



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

Abstract

The objectives of this research were: (1) to review air quality management policy and measures; (2) estimate the amount of pollutant and greenhouse gases emissions from vehicles exhaust implementing air quality management from road transportation in Bangkok. Then, amount of air pollutants and greenhouse gases emission from 2010 to 2050 were forecasted by using the Long-Range Energy Alternatives Planning System (LEAP) model according to vehicle emission control measures. The results found (1) measures to improve air quality that the 3rd scenario, which designated the transition of vehicle emission measures from EURO4 to EURO5 standards for passenger cars, pickups, and vans or private trucks by 2023, was the most effective scenario in reducing Black Carbon (BC) and vehicle emission measures and greenhouse gases mitigation the 4th scenario, which designated the transition of vehicle emission measures from EURO5 to EURO6 standards for passenger cars, pickups, and vans or private trucks by 2026, was the most effective scenario in reducing Nitrous oxide (N₂O). (2) Ventilation of air pollution of Black Carbon (BC) the most effective in reducing by 69.20% as compared to Business as usual (BAU). When considering the mitigation of GHG emission from vehicles, was the most effective scenario in reducing N₂O by 29.66% as compared to Business as usual (BAU), thus, resulting in Global Warming Potential (GWP) being reduced by 0.13%.

The research results indicated that, the vehicle emission policies and measures in fuel and engine improvements are more effective in mitigating air pollution than that of greenhouse gases. The measures in limiting the number of vehicles on the roads and promoting electric vehicles are suitable air quality management measures recommended for implementation in Bangkok.

Keywords: Air pollution, Greenhouse gases, Vehicles, Road transportation



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

บทนำ

มลพิษทางอากาศเป็นปัญหาคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่สำคัญหนึ่งของเมืองใหญ่ (WHO, 1992) ในขณะเดียวกันก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Pachauri et al., 2014) กวาร์ร้อยละ 37-49 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกปล่อยออกมาจาก 50 เมืองใหญ่ (Marcotullio, Sarzynski, Albrecht, Schulz, & Garcia, 2013) ในพื้นที่เมืองปริมาณและระดับความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศและก๊าซเรือนกระจกมีที่มาจากปล่อยออกจากไอเสียรถยนต์ (Pachauri et al., 2014) โดยจะทวีมากขึ้นเมื่อมีการเพิ่มขึ้นของอัตราการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากการอุตสาหกรรมและการคมนาคมขนส่ง (Tonmanee & Kunepong, 2004) สารมลพิษในไอเสียมีผลกระทบต่อสุขภาพโดยเฉพาะโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจของผู้คนที่อาศัยอยู่ในเมือง (Mage et al., 1996) ความสูญเสียทางเศรษฐกิจจากต้นทุนการรักษาสุขภาพที่เพิ่มมากขึ้นและประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการขนส่งที่ลดลง (Rao et al., 2017) ระบบนิเวศ สิ่งแวดล้อม และการเกษตร จากฝนกรดและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Gurjar, Molina, & Ojha, 2010) สถานการณ์คุณภาพอากาศของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2554 - พ.ศ. 2561 ในภาพรวมมีแนวโน้มทรงตัวแต่พบเกินมาตรฐานเนื่องจากฝุ่นละออง PM_{2.5} ก๊าซโอโซน ฝุ่นละออง PM₁₀ และสารเบนซิน (กรมควบคุมมลพิษ, 2562) สำหรับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกรุงเทพมหานครจากกิจกรรมการใช้พลังงานฟอสซิลในภาคพลังงานและการขนส่ง พบว่า ระหว่าง พ.ศ. 2556 - พ.ศ. 2558 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจาก 27.8 ล้านตันคาร์บอนเทียบเท่า มาเป็น 31.2 ล้านตันคาร์บอนเทียบเท่า และมีแนวโน้มสูงขึ้นเป็น 53.74 ล้านตันคาร์บอนเทียบเท่าในปี พ.ศ. 2563 (อุ้นเรือน, 2563)

ประเทศไทย โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงพลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ให้ความสำคัญต่อการส่งเสริมรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อปรับปรุงและแก้ไขปัญหาการปล่อยมลพิษทางอากาศจากไอเสียและก๊าซเรือนกระจก ด้วยการดำเนินนโยบายมาตรการและการกำหนดมาตรฐานต่างๆ ได้แก่ 1) กำหนดมาตรฐานการระบายมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ ทั้งจากรถยนต์ใช้งานและรถยนต์ใหม่ที่ประกอบด้วย รถจักรยานยนต์ รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล และรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ตลอดจนดำเนินการรณรงค์การยกเลิกสารตะกั่วในน้ำมันเบนซิน จึงทำให้ปริมาณการปนเปื้อนของสารตะกั่วในบรรยากาศลดลง 2) การปรับปรุงมาตรฐานการระบายสารมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะใหม่ทั้ง 4 ประเภท ให้มีความเข้มงวดมากขึ้น 3) การปรับปรุงมาตรฐานรถยนต์ให้มีมาตรฐานเทียบเท่ามาตรฐานยูโร ในระดับต่างๆ ให้มีความเข้มงวดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณการระบายมลพิษลดลง โดยในปี พ.ศ. 2567 มีแผนกำหนดมาตรฐานไอเสียจากรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยการอัดและจุดระเบิดด้วยประกายไฟ อ้างอิงตามมาตรฐานยูโร 5,6 ซึ่งจะช่วยลดการระบายมลพิษลงถึงร้อยละ 25 และมาตรฐานไอเสียจากรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยการอัดและจุดระเบิดด้วยประกายไฟตามมาตรฐานยูโร 4, 5, 6 ซึ่งจะช่วยลดการระบายมลพิษลงถึงร้อยละ 25 – 80 4) การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อให้สามารถใช้งานได้กับรถยนต์ใหม่ในอนาคต (กรมควบคุมมลพิษ, 2561) ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะคาดการณ์และการบรรเทาการปล่อยสารมลพิษในไอเสียและก๊าซเรือนกระจก ในเขตกรุงเทพมหานครโดยคาดว่าจะนโยบายที่ภาครัฐประกาศใช้ในปี พ.ศ. 2536 – พ.ศ. 2559 นอกจากเป็นการแก้ปัญหาการลดมลพิษทางอากาศได้แล้วยังช่วยบรรเทาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ด้วย



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

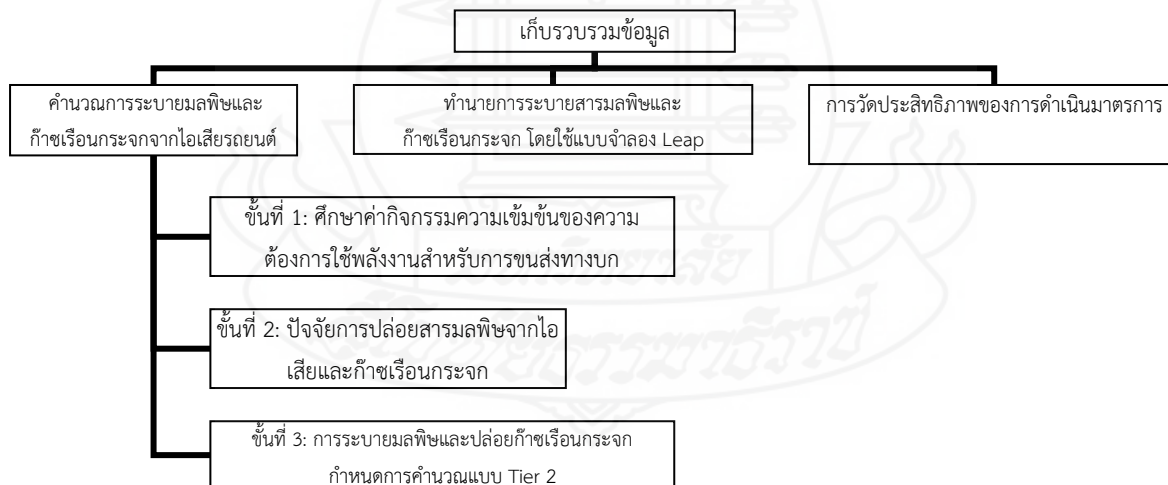
The 10th STOU National Research Conference

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาทบทวนนโยบายของภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับมาตรการปรับปรุงมาตรฐานการระบายไอเสียจากยานพาหนะระหว่าง ปี พ.ศ. 2562 - พ.ศ. 2569
2. เพื่อคาดการณ์ปริมาณการปล่อยสารมลพิษในไอเสียและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการคมนาคมทางถนนในกรุงเทพมหานคร ระหว่างปี พ.ศ. 2561 – พ.ศ. 2593 ที่เป็นผลมาจากการดำเนินมาตรการปรับปรุงมาตรฐานการระบายมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ

ระเบียบวิธีวิจัย

การทบทวนนโยบายและมาตรการของภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการจัดการคุณภาพอากาศจากการขนส่งทางบก โดยสืบค้นรวบรวม และจัดหมวดหมู่ นโยบายและมาตรการของภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการจัดการคุณภาพอากาศการขนส่งทางบก ระหว่างปี พ.ศ. 2536 – พ.ศ. 2563 ที่มีเป้าหมายลดมลพิษจากไอเสียรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (Passenger car) รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน (Pickup truck) รถตู้หรือรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (Van) รถบรรทุก (Truck) รถโดยสาร (Bus) และรถจักรยานยนต์ (Motorcycle) สำหรับใช้กำหนดภาพฉายนโยบายและมาตรการการจัดการคุณภาพอากาศ เพื่อใช้ทำนายการระบายมลพิษจากไอเสียและก๊าซเรือนกระจก โดยคาดการณ์จำนวนยานพาหนะในกรุงเทพมหานคร ระหว่างปี พ.ศ. 2553 - พ.ศ. 2593 ด้วยวิธีสมการถดถอย ใช้ข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและจำนวนประชากร จากสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และจากสำนักงานปกครองและทะเบียน สำนักปลัดกรุงเทพมหานคร โดยทวนสอบความถูกต้องของจำนวนยานพาหนะที่คาดการณ์กับฐานข้อมูลยานพาหนะของกรมการขนส่งทางบก ปี พ.ศ. 2561



รูปที่ 1 ขั้นตอนวิธีการวิจัย

1. วิธีคำนวณการระบายมลพิษและก๊าซเรือนกระจกจากไอเสียรถยนต์

ขั้นที่ 1 การศึกษาค่ากิจกรรมความเข้มข้นของความต้องใช้พลังงานสำหรับการขนส่งทางบก ใช้วิธีการประเมินแบบ Bottom-Up approach (Goel & Guttikunda, 2015) ด้วยสมการ $Ene_{ij}^t = NV_i^t \times VKT_{ij} \times PV_{ij} \times EF_{ij}$ โดย Ene_{ij}^t คือ



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

พลังงานเชื้อเพลิงประเภท j ที่ใช้ในยานพาหนะ i ในปี t , NV_i^t คือจำนวนยานพาหนะจดทะเบียนประเภท i ในปี t (vehicle), VKT_i คือ ระยะทางเฉลี่ยของยานพาหนะประเภท i (vehicle-kilometers), PV_{ij} คือ สัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงสำหรับเชื้อเพลิงประเภท j ของยานพาหนะประเภท i , EF_{ij} คือ ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงประเภท j ของยานพาหนะประเภท i (liters/vehicle-kilometers) เมื่อ i หมายถึง ประเภทยานพาหนะและ j หมายถึง ชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้

ขั้นที่ 2 ค่าปัจจัยการปล่อยสารมลพิษจากไอเสียและก๊าซเรือนกระจก รวมคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์การระบายไอเสียและก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ $PM_{2.5}$, CO , NO_x , $NMVOCs$, CO_2 , CH_4 และ N_2O อ้างอิงจาก PCD-AIT emission inventory database (Pollution Control Department & Asian Institute of Technology, 2019) IPCC Guidelines for National Greenhouse gas Inventories (2006) จำนวนยานพาหนะที่ได้จากสมการถดถอย ระยะทางการเดินทางสะสม อ้างอิงจาก เชษฐาภรณ์ ถึงนามลี (2555) โดยใช้สมการ $E_j(t) = NV_i(t) \times VKT_i(t) \times EF_{ij}(t)$ โดย $E_j(t)$ คือ การปล่อยมลพิษรวมของมลพิษประเภท j ในปีที่ศึกษา t $NV_i(t)$ คือ จำนวนยานพาหนะประเภท i ในปีที่ศึกษา t VKT_i คือ ระยะทางการเดินทางสะสมโดยเฉลี่ยใน 1 ปีของยานพาหนะประเภท i EF_{ij} คือ ค่าสัมประสิทธิ์การระบายไอเสียและก๊าซเรือนกระจก ประเภท j ของยานพาหนะประเภท i

ขั้นที่ 3. การระบายมลพิษและปล่อยก๊าซเรือนกระจก กำหนดการคำนวณแบบ Tier 2 ที่เป็นค่ากิจกรรมและค่าปัจจัยการปล่อยที่มีความเฉพาะเจาะจงกับบริบทพื้นที่ศึกษา ดังสมการ $A/GHG(t,ij) = Ene(t,ij) \cdot E_j(t)$ เมื่อ $A/GHG(t,ij)$ คือ มลสารจากไอเสียหรือก๊าซเรือนกระจกประเภท j ที่ปล่อยจากยานพาหนะ i ในปี t , $Ene(t,ij)$ คือ พลังงานเชื้อเพลิงประเภท j ที่ใช้ในยานพาหนะ i ในปี t และ $E_j(t)$ คือ ค่าปัจจัยการปล่อยสารมลพิษจากไอเสียและก๊าซเรือนกระจก ประเภท j ของยานพาหนะประเภท i

2. การคาดการณ์การระบายมลพิษและก๊าซเรือนกระจกจากไอเสียเครื่องยนต์

ใช้แบบจำลองแผนทางเลือกพลังงานในระยะยาว (Long range Energy Alternatives Planning System; LEAP) (Heaps, 2020) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์นโยบายพลังงานและการประเมินการบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยกำหนดเป็นเส้นฐานการระบายมลพิษและปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Baseline emission) ในกรณีที่ยังไม่ได้มีการดำเนินนโยบายและมาตรการ (Business-as-usual, BAU) ระหว่างปี พ.ศ. 2553 - พ.ศ. 2555 และ มาตรการที่ประกาศใช้ ระหว่างปี พ.ศ. 2556 - พ.ศ. 2569 เพื่อทำนายการปล่อยสารมลพิษจากไอเสียและก๊าซเรือนกระจก ระหว่างปี พ.ศ. 2561- พ.ศ. 2593 ซึ่งกำหนดให้เป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project emission) จำนวน 5 ภายฉาย ระยะเวลาในการทำนายระหว่าง ปี พ.ศ. 2553 - พ.ศ. 2593 รวม 40 ปี

3. การวัดประสิทธิภาพของการดำเนินการมาตรการ

ปริมาณการระบายมลพิษจากไอเสียและก๊าซเรือนกระจกที่เป็นผลมาจากมาตรการจัดการคุณภาพอากาศ จะเปรียบเทียบกับกรณีการดำเนินงานตามปกติ (BAU) จากสมการประสิทธิภาพของมาตรการลดการระบายมลสารและก๊าซเรือนกระจก (%) = $100\% - [(ปริมาณการระบายมลพิษจากไอเสียและก๊าซเรือนกระจกกรณีดำเนินมาตรการ \times 100) / ปริมาณการระบายมลพิษจากไอเสียและก๊าซเรือนกระจก กรณีการดำเนินงานตามปกติ BAU]$



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ผลการวิจัย

1. ภาพฉายการคาดการณ์การระบายมลสารจากไอเสียและก๊าซเรือนกระจกจากยานพาหนะ

มาตรฐานการลดการระบายมลพิษของยานพาหนะ คือ มาตรฐานน้ำมันเชื้อเพลิงและเครื่องยนต์ตามสหภาพยุโรป สามารถจัดหมวดหมู่เพื่อสร้างภาพฉายการทำนายค่าการระบายมลสารจากไอเสียและก๊าซเรือนกระจกจากยานพาหนะ ได้ทั้งหมด 5 ภาพฉาย โดยจัดประเภทภาพฉายตามชนิดเครื่องยนต์ ชนิดเครื่องยนต์ และชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ใช้บังคับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การกำหนดมาตรการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการลดมลพิษจากแหล่งกำเนิดจากยานพาหนะ

มาตรการ	รายละเอียดมาตรการ
ภาพฉาย (1) รถจักรยานยนต์	การระบายมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จำแนกตามประเภทยานพาหนะในปี 2562 กำหนดมาตรฐานการระบายสารมลพิษจากยานพาหนะจาก ยูโร3 ปรับเป็น ยูโร4 ของรถจักรยานยนต์
ภาพฉาย (2) รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่	การระบายมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จำแนกตามประเภทยานพาหนะ ในปี 2572 กำหนดมาตรฐานการระบายสารมลพิษจากยานพาหนะจาก ยูโร3 ปรับเป็น ยูโร4 ของรถบรรทุกและรถโดยสาร
ภาพฉาย (3) รถยนต์เบนซินและรถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก	การระบายมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จำแนกตามประเภทยานพาหนะ ในปี 2566 กำหนดมาตรฐานการระบายสารมลพิษจากยานพาหนะจาก ยูโร4 ปรับเป็นยูโร5 ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน, รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน และรถตู้หรือรถบรรทุกส่วนบุคคล
ภาพฉาย (4) รถยนต์เบนซินและรถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก	การระบายมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จำแนกตามประเภทยานพาหนะ ในปี 2569 กำหนดมาตรฐานการระบายสารมลพิษจากยานพาหนะจาก ยูโร5 ปรับเป็นยูโร6 ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน, รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน และรถตู้หรือรถบรรทุกส่วนบุคคล
ภาพฉาย (5)	การรวมของสถานการณ์ ภาพฉาย 1 ถึง 4

2. นโยบายและมาตรการจัดการคุณภาพอากาศและภาพฉายเพื่อการทำนายการระบายมลสารจากไอเสีย

ประเทศไทยได้มีการบังคับใช้มาตรฐานการระบายมลพิษของยานพาหนะและมาตรฐานน้ำมันเชื้อเพลิงตามสหภาพยุโรป (กรมธุรกิจพลังงาน สำนักคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง, 2552) โดยได้มีการพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวให้มีความเข้มงวดมากขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและปริมาณสารมลพิษที่ถูกปล่อยออกมาตามปริมาณการใช้เชื้อเพลิง จึงได้เรียกชื่อมาตรฐานเหล่านี้ตามลำดับของการกำหนดออกมาบังคับใช้ จากข้อมูลมาตรฐานการระบายมลพิษของยานพาหนะของกรมควบคุมมลพิษ พบว่า รถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ใช้น้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล ได้เริ่มบังคับใช้มาตรฐานการระบายสารมลพิษจากรถยนต์เครื่องยนต์เบนซินใหม่และดีเซลของยูโร4 ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2556 และสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ได้เริ่มบังคับใช้มาตรฐานการระบายสารมลพิษจากรถยนต์เครื่องยนต์ที่จัดระดับด้วยประเภทยานพาหนะใหม่ของยูโร3



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 รายละเอียดดังตารางที่ 2 ชนิดและมาตรฐานการระบายมลพิษของยานพาหนะ โดยได้กำหนดมาตรฐานการระบายมลพิษของยานพาหนะประเภทต่างๆ ตั้งแต่ช่วงปีที่ดำเนินการศึกษา พ.ศ. 2553 – พ.ศ. 2593 เป็นต้นไป

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบมาตรการจัดการคุณภาพอากาศจากการขนส่งทางบกตามช่วงเวลาก่อนและเริ่มดำเนินการมาตรการจำแนกตามประเภทของเชื้อเพลิงและมาตรฐานการระบายมลพิษของยานพาหนะ

ประเภทของยานพาหนะกับกรณี Baseline	ปี พ.ศ.																
	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569
1. รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (PC)																	
- ชนิดเชื้อเพลิง	เบนซิน+ดีเซล+LPG+CNG+ไฟฟ้า+hybrid																
- ก่อนการกำหนดมาตรการ	ยูโร3		ยูโร4														
- มาตรฐานการระบายสารมลพิษจากรถยนต์เครื่องยนต์เบนซินใหม่	ยูโร3		ยูโร4										ยูโร5		ยูโร6		
- การกำหนดสถานการณ์	ภาพฉาย 3 และ 4												ภาพฉาย 1+3		ภาพฉาย 1+4		
2. รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน (PU)																	
- ชนิดเชื้อเพลิง	เบนซิน+ดีเซล+LPG+CNG+ไฟฟ้า+hybrid																
- ก่อนการกำหนดมาตรการ	ยูโร3		ยูโร4														
- มาตรฐานการระบายสารมลพิษจากรถยนต์ใหม่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก	ยูโร3		ยูโร4										ยูโร5		ยูโร6		
- การกำหนดสถานการณ์	ภาพฉาย 3 และ 4												ภาพฉาย 1+3		ภาพฉาย 1+4		
3. รถตู้หรือรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล																	



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ประเภทของ ยานพาหนะ กับกรณี Baseline	ปี พ.ศ.																	
	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	>2570
(Van)																		
- ชนิดเชื้อเพลิง	เบนซิน+ดีเซล+LPG+CNG+ไฟฟ้า																	
- ก่อนการกำหนด มาตรการ	ยูโร3			ยูโร4														
- มาตรฐานการ ระบายสารมลพิษ จากรถยนต์ใหม่ เครื่องยนต์เบนซิน	ยูโร3			ยูโร4										ยูโร5			ยูโร6	
การกำหนด สถานการณ์	ภาพถ่าย 3 และ 4													ภาพถ่าย 1+3			ภาพถ่าย 1+4	
4. รถจักรยานยนต์ (MC)																		
- ชนิดเชื้อเพลิง	เบนซิน+ไฟฟ้า																	
- ก่อนการกำหนด มาตรการ	ยูโร3																	
- มาตรฐานการ ระบายสารมลพิษจาก รถจักรยานยนต์ใหม่	ยูโร3									ยูโร4								
- การกำหนด สถานการณ์	กรณีการดำเนินงานปกติ									ภาพถ่าย 1								
5. รถบรรทุก (Truck)																		
- ชนิดเชื้อเพลิง	เบนซิน+ดีเซล+LPG+CNG																	
- ก่อนการกำหนด มาตรการ	ยูโร3																	
- มาตรฐานการ ระบายสารมลพิษจาก รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ ใช้เครื่องยนต์แบบจุด ระเบิดด้วยประกายไฟ	ยูโร3																ยูโร4	
- การกำหนด สถานการณ์	กรณีการดำเนินงานปกติ																	
6. รถโดยสาร (Bus)																		



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ประเภทของ ยานพาหนะ กับกรณี Baseline	ปี พ.ศ.																	
	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	>2570
- ชนิดเชื้อเพลิง	เบนซิน+ดีเซล+LPG+CNG+ไฟฟ้า																	
- ก่อนการกำหนด มาตรการ	ยูโร3																	
- มาตรฐานการ ระบายสารมลพิษจาก รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ ใช้เครื่องยนต์แบบจุด ระเบิดด้วยประกายไฟ	ยูโร3																	ยูโร4
- การกำหนด สถานการณ์	กรณีการดำเนินงานปกติ																	ภาพฉาย 1+2+4

3. คาดการณ์ปริมาณการระบายมลพิษจากไอเสียและก๊าซเรือนกระจกจากยานพาหนะ

3.1 คาดการณ์ปริมาณการระบายมลพิษจากไอเสีย

ผลการคาดการณ์การระบายมลพิษทางอากาศของยานพาหนะในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ. 2553 พบว่า พื้นที่กรุงเทพมหานครมีการระบายมลพิษที่สำคัญ ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ประเภทสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศ Non-methane volatile organic compounds (NMVOCs) ประเภทคาร์บอน (BC) และประเภทคาร์บอนอินทรีย์ (OC) ประมาณ 68.24 กิโลตันต่อปี, 27.57 กิโลตันต่อปี, 0.90 กิโลตันต่อปี, 6.89 กิโลตันต่อปี, 0.70 กิโลตันต่อปีและ 0.12 กิโลตันต่อปี ตามลำดับ ทั้งนี้กำหนดมาตรการต่างๆ ใน 4 ภาพฉาย ในคาดการณ์การระบายมลพิษทางอากาศของยานพาหนะปี พ.ศ. 2553 – พ.ศ. 2593 พบว่า ภาพฉายที่ 3 และภาพฉายที่ 4 ของ BC สามารถลดการระบายมลพิษได้มากที่สุด โดยมีการระบายมลพิษในปี พ.ศ. 2593 ประเภทคาร์บอน (BC) เหลือเพียง 0.21 กิโลตันต่อปี และ 0.22 กิโลตันต่อปี เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2593 ในกรณีการดำเนินงานปกติ (BAU) คิดเป็นร้อยละ 69.20 และ 68.98 ตามลำดับ ทั้งนี้ผลจากกรณีการดำเนินการรวมมาตรการของสถานการณ์ทั้ง 4 ภาพฉาย ในภาพฉาย 5 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนของการระบายมลพิษทางอากาศมีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับกรณีการดำเนินงานปกติ (BAU) โดยในปี พ.ศ. 2593 มีการระบายมลพิษ CO, NO_x, PM_{2.5}, NMVOCs, BC และ OC เพียง 36.89, 19.79, 0.23, 4.99, 0.13 และ 0.05 กิโลตันต่อปี ตามลำดับ ทำให้การบังคับใช้มาตรการในการระบายมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะมีประสิทธิภาพสามารถลดการระบายมลพิษ CO, NO_x, PM_{2.5}, NMVOCs, BC และ OC ได้ คิดเป็นร้อยละ เป็นตัวกำหนดมาตรการได้ 45.93, 28.22, 74.93, 27.60, 81.04 และ 61.30 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10
The 10th STOU National Research Conference

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพการลดการระบายมลพิษทางอากาศ จากนโยบายและมาตรการที่บังคับใช้

ภาพฉาย	สารมลพิษ (กิโลตันต่อปี)						ประสิทธิภาพการลดการระบายมลพิษทางอากาศ (%) โดยกำหนดการดำเนินงานปกติ (BAU) = 0 %					
	CO	NO ^x	PM _{2.5}	MVOCs	BC	OC	CO	NO ^x	PM _{2.5}	MVOCs	BC	OC
กรณีปกติดำเนินงานปกติ (BAU)	68.24	27.57	0.90	6.89	0.70	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ภาพฉาย 1	64.38	26.88	0.87	5.49	0.69	0.09	5.64	2.49	3.56	20.28	0.77	18.95
ภาพฉาย 2	66.04	23.31	0.79	6.51	0.62	0.11	3.23	15.43	12.86	5.61	11.29	10.33
ภาพฉาย 3	38.95	26.47	0.38	6.78	0.21	0.09	42.92	4.00	57.43	1.71	69.20	27.15
ภาพฉาย 4	39.09	24.72	0.37	6.78	0.22	0.08	42.71	10.31	58.51	1.71	68.98	32.03
ภาพฉาย 5	36.89	19.79	0.23	4.99	0.13	0.05	45.93	28.23	74.93	27.60	81.04	61.30

3.2 ปริมาณการระบายก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่กรุงเทพมหานครในอนาคต

ผลจากการคาดการณ์การระบายก๊าซเรือนกระจกของยานพาหนะในพื้นที่กรุงเทพมหานครในปี พ.ศ. 2553 พบว่า พื้นที่กรุงเทพมหานครมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂), ก๊าซมีเทน (CH₄) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ประมาณ 11,350, 3,550 และ 220 กิโลตันต่อปี ตามลำดับ และเมื่อดำเนินมาตรการต่างๆ ทั้ง 4 ภาพฉายเทียบกับในปี พ.ศ. 2593 ในกรณีการดำเนินงานปกติ (BAU) สำหรับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภท CO₂ และ CH₄ พบว่า มาตรการทั้ง 4 ภาพฉาย มีแนวโน้มการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกคงที่ แต่พบว่า CO₂ ของภาพฉายที่ 3 มีการปล่อยที่เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับในปี พ.ศ. 2593 ในกรณีการดำเนินงานปกติ (BAU) และ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทก๊าซไนตรัสออกไซด์ N₂O พบว่า ภาพฉายที่ 4 สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้มากที่สุด โดยในปี พ.ศ. 2593 มีการปล่อยปริมาณก๊าซชนิดนี้คิดเป็นร้อยละ 29.66 กิโลตันต่อปี ทั้งนี้ผลจากการคาดการณ์ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (GWP) ของการกำหนดภาพฉายที่ 1 – 4 มีสัดส่วนประสิทธิภาพลดลงถึง 0%, -0.03%, -0.07% และ 0.16% ตามลำดับ และเมื่อนำมาตรการแต่ละมาตรการมารวมกันสามารถลดค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (GWP) ลงได้ถึง 0.13% ดังแสดงในตารางที่ 4



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากนโยบายและมาตรการที่บังคับใช้

ภาพฉาย	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กิโลตันต่อปี x 1,000)				ประสิทธิภาพการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (%) โดยกำหนด การดำเนินงานปกติ (BAU) = 0 %			
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	GWP	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	GWP
กรณีการดำเนินงานปกติ (BAU)	11.35	0.22	3.55	11.61	0.00	0.00	0.00	0.00
ภาพฉาย 1	11.35	0.22	3.55	11.61	0.00	0.00	0.00	0.00
ภาพฉาย 2	11.35	0.23	3.55	11.62	0.00	-5.63	0.00	-0.03
ภาพฉาย 3	11.35	0.25	3.55	11.62	-0.01	-11.52	0.00	-0.07
ภาพฉาย 4	11.35	0.15	3.55	11.59	0.00	29.66	0.00	0.16
ภาพฉาย 5	11.35	0.17	3.55	11.60	0.00	24.03	0.00	0.13

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาการคาดการณ์การระบายมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะโดยการจำลองสถานการณ์ภายใต้การดำเนินมาตรการการจัดการด้านมลพิษในภาคการขนส่งทางบกเพื่อใช้เป็นข้อมูลที่สำคัญในการจัดการคุณภาพอากาศต่อผลประโยชน์ร่วมด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผลจากการคาดการณ์การระบายก๊าซเรือนกระจกของยานพาหนะในพื้นที่กรุงเทพมหานครจากการวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลอง LEAP สรุปได้ดังนี้

เมื่อพิจารณาการระบายมลพิษทางอากาศจำแนกตามประเภทของยานพาหนะ พบว่าการระบายมลพิษทางอากาศของ CO, BC, OC และก๊าซเรือนกระจกของ CO₂, N₂O, CH₄ ส่วนใหญ่มาจากรถยนต์ส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน และการระบายมลพิษทางอากาศของ PM_{2.5} ส่วนใหญ่มาจากรถยนต์ส่วนบุคคลเกิน 7 คน ส่วนการระบายมลพิษทางอากาศของ NMVOCs และ NO_x พบว่าส่วนใหญ่มาจากรถโดยสารและรถจักรยานยนต์ และเมื่อมีการกำหนดมาตรการต่างๆ ใน 4 ภาพฉาย ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2553 – พ.ศ. 2593 พบว่า ภาพฉายที่ 3 ของ BC สามารถลดการระบายมลพิษทางอากาศได้มากที่สุดถึง 69.20 และภาพฉายที่ 4 ของก๊าซไนตรัสออกไซด์ N₂O สามารถลดการปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้มากที่สุดถึง 29.66 และเมื่อเปลี่ยนการบังคับใช้มาตรฐานจากยูโร 4 ไปเป็นมาตรฐานยูโร 5 และมาตรฐานยูโร 6 ตามมาตรการที่กำหนด ส่งผลให้มลพิษทางอากาศลดลง

โดยจากค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (GWP) ของการกำหนดมาตรการที่ 1 – 4 มีสัดส่วนประสิทธิภาพลดลงถึง 0.00%, -0.03%, -0.07% และ 0.16% ตามลำดับ และเมื่อนำมาตรการแต่ละมาตรการมารวมกันสามารถลด GWP ลงได้ถึง 0.13% ดังนั้นในการวิเคราะห์การศึกษาครั้งนี้ พบว่าในช่วงหลังปี พ.ศ. 2566 ควรมีการปรับเปลี่ยนการบังคับใช้



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

มาตรฐานการระบายมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะที่ผลิตขึ้นมาใหม่และมาตรการการส่งเสริมใช้รถยนต์ (Eco car) กล่าวคือ รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน, รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน และรถตู้หรือรถบรรทุกส่วนบุคคล ควรมีการปรับเปลี่ยนการบังคับใช้มาตรฐานการระบายสารมลพิษจากเครื่องยนต์จากยูโร 4 ไปเป็นยูโร 5 ในปี พ.ศ. 2566 และเพิ่มไปเป็นยูโร 6 ในปี พ.ศ. 2569 และรถจักรยานยนต์ ควรมีการบังคับใช้มาตรฐานมาตรฐานการระบายสารมลพิษจากเครื่องยนต์จากยูโร 3 ในปี พ.ศ. 2555 ไปเป็นยูโร 4 ในปี พ.ศ. 2562 และควรมีการบังคับใช้มาตรฐานมาตรฐานการระบายสารมลพิษจากเครื่องยนต์ของรถบรรทุกและรถโดยสาร จากยูโร 3 ในปี พ.ศ. 2555 ไปเป็นยูโร 4 ในปี พ.ศ. 2572 ด้วยเช่นกัน ทั้งนี้หากมีการปรับเปลี่ยนมาตรฐานการระบายสารมลพิษจากยูโร 5 ไปเป็น ยูโร 6 ให้รวดเร็วกว่าแผนมาตรการที่กำหนดไว้จะส่งผลให้สามารถแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศให้รวดเร็วขึ้น และยังช่วยลดปริมาณการระบายสารมลพิษจากเครื่องยนต์ประเภทต่างๆ ทำให้ปริมาณการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกลดลงในระยะยาวได้

สำหรับประเทศไทย งานวิจัยของ (Chunark et al., 2015) ศึกษาศักยภาพการลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากการขนส่งทางบก ของประเทศไทย ระหว่างปี 2010-2050 จากการดำเนินการ 3 มาตรการ คือ 1) fuel switching, 2) advanced technology and 3) modal shift to reduce energy consumption and CO₂ emissions โดยกำหนดค่า Average GDP (2010-2050) 3.4% และ Average Population (2010-2050) 0.5% พบว่า ความต้องการใช้พลังงานในการขนส่งเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า แต่มาตรการดังกล่าวสามารถประหยัดการใช้พลังงานได้ ร้อยละ 5.2 ในขณะที่ลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ได้ร้อยละ 14.6 ในปี 2050 เมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ BAU

ข้อเสนอแนะ

ผลจากการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า การดำเนินมาตรการลดการระบายมลพิษทางอากาศและลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากยานพาหนะ ให้ได้ผลสำเร็จและมีประสิทธิภาพ ควรมีการพิจารณาถึงการยกเลิกการใช้รถยนต์เก่าที่มีมาตรฐานการระบายสารมลพิษจากเครื่องยนต์เครื่องยนต์ประเภทต่างๆ ออกจากระบบขนส่งทางถนนให้เร็วขึ้นกว่า ณ ปัจจุบัน นอกจากนี้การเชื่อมโยงระหว่างการควบคุมมลพิษทางอากาศและนโยบายพลังงานมีความสำคัญเนื่องจากการใช้พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการทำให้เกิดมลพิษทางอากาศและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและการลดการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลโดยยานพาหนะ และเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยรถยนต์ไฟฟ้า เป็นวิธีการที่จะช่วยลดการระบายมลพิษได้โดยตรง

ทั้งนี้สามารถใช้สนับสนุนการขับเคลื่อนนโยบายสาธารณะการป้องกันแก้ไขมลพิษทางอากาศและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถดำเนินการได้พร้อมกัน และได้องค์ความรู้สำหรับการเผยแพร่เพื่อสร้างการยอมรับของประชาชนในกรุงเทพมหานครตอนนโยบายและมาตรการด้านพลังงาน การขนส่ง และการจัดการมลพิษทางอากาศของภาครัฐ ในแง่ว่านโยบายภาครัฐให้ผลดีในทางปฏิบัติสำหรับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากยานพาหนะที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพอากาศในเขตเมืองใหญ่ให้ดีขึ้น



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

เอกสารอ้างอิง

- Chunark, P., Thepkhun, P., Promjiraprawat, K., Winyuchakrit, P., & Limmeechokchai, B. (2015). Low carbon transportation in Thailand: CO₂ mitigation strategy in 2050. *SpringerPlus*, 4(1), 618.
- Goel, R., & Guttikunda, S. K. (2015). Evolution of on-road vehicle exhaust emissions in Delhi. *Atmospheric environment*, 105, 78-90.
- Gurjar, B. R., Molina, L. T., & Ojha, C. S. P. (2010). *Air pollution: health and environmental impacts*: CRC press.
- Heaps, C.G., 2020. LEAP: *The Low Emissions Analysis Platform*. [Software version: 2020.1.11] Stockholm Environment Institute. Somerville, MA, USA
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2006). IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. (n.d.). Retrieved January 28, 2018, from <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html>
- Mage, D., Ozolins, G., Peterson, P., Webster, A., Orthofer, R., Vandeweerd, V., & Gwynne, M. (1996). Urban air pollution in megacities of the world. *Atmospheric environment*, 30(5), 681-686.
- Marcotullio, P. J., Sarzynski, A., Albrecht, J., Schulz, N., & Garcia, J. (2013). The geography of global urban greenhouse gas emissions: An exploratory analysis. *Climatic Change*, 121(4), 621-634.
- Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., . . . Dasgupta, P. (2014). *Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*: IPCC.
- Pollution Control Department & Asian Institute of Technology. (2019). *PCD-AIT Emission Inventory Database Template* [Workbook version: 1.0]. Bangkok: Asian Institute of Technology.
- Rao, S., Klimont, Z., Smith, S. J., Van Dingenen, R., Dentener, F., Bouwman, L., . . . van Vuuren, D. P. (2017). Future air pollution in the Shared Socio-economic Pathways. *Global Environmental Change*, 42, 346-358.
- Tonmanee, N., & Kuneepong, P. (2004). Impact of land use change in bangkok metropolitan and suburban areas. *Planning Metropolitan Landscapes*, 115.
- WHO. (1992). *Urban air pollution in megacities of the world*. World Health Organization: Oxford: Blackwell Reference.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2562). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2561. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ. 90 หน้า.
- เจษฎาภรณ์ ถึงนามลี. (2555). บทความการศึกษาระยะทางการเดินทางรวมของยานพาหนะในจังหวัดขอนแก่น. *Asian Transportation Research Society*, ปีที่ 5, 196-203.
- อุ้นเรือน เล็กน้อย. (2563). การขับเคลื่อนกรุงเทพมหานครสู่การเป็นมหานครคาร์บอนต่ำโดยการมีส่วนร่วมกับชุมชน. กรุงเทพฯ. สถาบันวิจัยสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

รูปแบบการพัฒนาโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายด้วยศิลปวัฒนธรรมไทยในท้องถิ่น

ชุมชนบ้านหนองม่วงสอง ตำบลหนองมะนาว อำเภอดง จังหวัดนครราชสีมา

The Development Project Model to Promote Physical Activities with Thai Culture in Rural Thailand
at Ban Nong Muang Song, Nong Manao Subdistrict, Dong District, Nakhon Ratchasima Provinceธวัชชัย เอกสันติ (Thawatchai Aeksanti)¹ ภูวดล พลศรีประดิษฐ์ (Phuwadon Phonsripradit)²เพลินพิศ พรหมมานอก (Plernpit Prommanok)³ พัชรินทร์ ยูพา (Patcharin Yupa)⁴

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา เพื่อศึกษารูปแบบการพัฒนาโครงการและประเมินผลการดำเนินงานโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกาย เพื่อทราบแนวทางการส่งเสริมการออกกำลังกายโดยใช้ศิลปวัฒนธรรมในท้องถิ่นอีสาน ดำเนินการวิจัยโดยจัดกิจกรรมพัฒนาความรู้และทักษะการดำเนินงาน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ และ แบบประเมินความพึงพอใจ ผลการศึกษา พบว่า (1) รูปแบบการพัฒนาโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายด้วยศิลปวัฒนธรรมไทยในท้องถิ่นของชุมชนบ้านหนองม่วงสอง ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คณะทำงานที่มีความรู้ความเข้าใจและทักษะการออกแบบกิจกรรมทางกาย ส่วนที่ 2 แผนและข้อตกลงในการดำเนินกิจกรรมทางกาย ส่วนที่ 3 การดำเนินกิจกรรมตามแผน และการติดตามผลการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง และ ส่วนที่ 4 สมาชิกเข้าร่วมกิจกรรมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ (2) ผลการดำเนินงานโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายของทีมงานสุขภาพชุมชน ในระยะพัฒนาโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกาย ทีมที่เลี้ยงวิชาการมีความรู้และทักษะ การนำความรู้ที่ได้ใช้อยู่ในระดับมากที่สุดทุกข้อ ส่วนทีมสุขภาพชุมชน หลังการอบรมมีความรู้และทักษะในการจัดทำโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด ส่วนในระยะติดตามผล พบว่าคณะทำงานทีมสุขภาพชุมชนส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจอยู่ในระดับดีมาก มีความเข้มแข็งสามารถดำเนินกิจกรรมได้ตามข้อตกลงและติดตามผลการดำเนินโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้เนื้อหาชุดความรู้ และกิจกรรมที่ใช้ในการอบรมนั้นเป็นเนื้อหาที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานของทีมงานสุขภาพชุมชน สามารถใช้ในการวางแผนและจัดทำโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายได้ ข้อมูลพฤติกรรมการออกกำลังกายของสมาชิกที่เข้าร่วมโครงการ พบว่า หลังการดำเนินงานโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายด้วยการรณรงค์อีสาน มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนการดำเนินงานโครงการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$)

คำสำคัญ กิจกรรมทางกาย วัฒนธรรมไทย สุขภาพชุมชน

¹ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา e-mail : thawatchai.a@nrru.ac.th² ศูนย์วิจัยและพัฒนาด้านสุขภาพ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครราชสีมา³ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหนองมะนาว อำเภอดง จังหวัดนครราชสีมา⁴ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเฉลิมกาญจนา



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

Abstract

This research was research and development to study project development models and evaluate the implementation of physical activity promotion projects, and to study ways to promote exercise using art and culture in Isaan. The research was carried out by organizing activities to develop knowledge and operational skills. Data were collected using questionnaires, interviews, and a satisfaction survey. The results of the study found that (1) the development model of the project to promote physical activities by local Thai arts and culture of the Nong Muang Song community consisted of four parts, namely part 1 working group with knowledge, understanding, and physical activity design skills, Part II Plans and Agreements for the Conduct of Physical Activities, Part 3 Implementation of Plan Activities and Continuous Performance Monitoring, and Part 4 Members' engagement in activities on a continuous and regular basis. (2) The results of the performance of the physical activity promotion project of the community during the development phase of the physical activity promotion project revealed the academic mentoring team had the knowledge and skills to apply the knowledge that was used at the highest level of all aspects. After the training, the community health team had a statistically significant increase in knowledge and skills in developing a physical activity promotion program. As for the follow-up period, most community health team working groups were found to have very good knowledge and understanding were strong, able to carry out activities according to agreements, and follow up and carry out projects efficiently. Besides, the knowledge and activities used in the training were useful in the work of the community health team, which could be used to plan and implement a physical activity promotion program. Data on exercise behavior of members who participated in the project found that the average score after the implementation of the project to promote physical activity by dancing Isaan was significantly higher than before the project implementation (p-value <0.05).

Keywords: Physical activity, Thai culture, Community health



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

บทนำ

การแก้ปัญหาสุขภาพในปัจจุบันได้เปลี่ยนแปลงไป จากเดิมที่มุ่งเน้นด้วยการรักษาทางการแพทย์แผนปัจจุบันเท่านั้น แต่ในยุคปัจจุบันได้มีการส่งเสริมการดูแลสุขภาพแนวใหม่ ที่เป็นการดูแลสุขภาพแบบองค์รวมครบ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การดูแลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สังคม จิตวิญญาณ รวมทั้งสิ่งแวดล้อมด้วย ซึ่งจะนำไปสู่การมีสุขภาพที่ดี โดยมุ่งเน้นส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรคของประชาชน มากกว่าการรักษาพยาบาลและการฟื้นฟูสุขภาพ เพื่อเป็นการสร้างสุขภาพมากกว่าการซ่อมแซมสุขภาพ โดยการนำเอาแนวทางการส่งเสริมสุขภาพตามกฎบัตรออตตาวา (Ottawa Charter) และกฎบัตรกรุงเทพ (Bangkok Charter) มาประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรคให้แก่ประชาชน เปิดโอกาสและการขยายโอกาสให้กลุ่มบุคคล ชุมชน องค์กร และภาคีต่างๆได้เข้าถึงแหล่งทุนในการที่จะนำไปช่วยพัฒนาขับเคลื่อนงานด้านการสร้างเสริมสุขภาพของประชาชนให้สอดคล้องกับปัญหาและความต้องการในพื้นที่ ดังนั้น การเสริมสร้างทักษะส่วนบุคคล และการสร้างความเข้มแข็งของชุมชน จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมสุขภาพในระดับชุมชน (สินศักดิ์ชนม์ อุณพรมมี, 2556)

การมีกิจกรรมทางกายไม่เพียงพอ (Physical Inactivity) ในปัจจุบันเป็นหนึ่งในปัจจัยเสี่ยงหลักด้านสุขภาพที่นำไปสู่การเจ็บป่วย และสูญเสียชีวิตจากกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-communicable Diseases, NCDs) ทั่วโลก ร่วมกับการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ยาสูบ และอาหารที่ไม่เหมาะสมตามหลักโภชนาการ โดยองค์การอนามัยโลกรายงานว่าในปัจจุบันมีประชากรโลกเสียชีวิตจากการมีกิจกรรมทางกายไม่เพียงพอประมาณร้อยละ 5.5 ของประชากรโลก และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ (World Health Organization, 2018) สำหรับประเทศไทย พบว่า การขาดกิจกรรมทางกาย คิดมูลค่าการสูญเสียเป็นเงิน รว 5,977 ล้านบาท และจากภาวะอ้วนและมีน้ำหนักเกิน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการขาดกิจกรรมทางกายควบคู่กับการบริโภคอาหารไม่เหมาะสม คิดมูลค่าการสูญเสียเป็นเงินราว 12,142 ล้านบาท (กุลทัต หงส์ขยางกูร พงศ์เทพ สุธีรวิทย์ และณัฐพงศ์ แก้วทอง, 2561) การมีกิจกรรมทางกายที่เพียงพอมีความสำคัญอย่างยิ่ง ทั้งในมิติของการป้องกันโรคและการสร้างเสริมสุขภาพ เพราะการมีกิจกรรมทางกายที่เพียงพอในช่วงวัยเด็ก สามารถส่งเสริมให้เกิดพัฒนาการแบบองค์รวม ทั้งด้านสติปัญญา การเรียนรู้ทางด้านเจตคติ ทักษะทางกาย และสามารถลดความเสี่ยงในการเป็นโรคอ้วน และโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในอนาคต สำหรับการมีกิจกรรมทางกายที่เพียงพอในผู้ใหญ่ นั้น จะช่วยลดความเสี่ยงในการเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ลดความเครียด เสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและกระดูก และช่วยให้ระบบต่างๆ ภายในร่างกายทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดการเผาผลาญพลังงาน เพื่อสร้างสมดุลของร่างกายช่วยควบคุมน้ำหนักตัวให้อยู่ในภาวะปกติ และช่วยเพิ่มความสามารถในการดูแลตัวเอง ลดความเสี่ยงจากการหกล้มของผู้สูงอายุ โดยองค์การอนามัยโลกแนะนำว่า ผู้ใหญ่ควรมีกิจกรรมทางกายที่มีความหนักระดับปานกลางขึ้นไปอย่างน้อย 150 นาที/สัปดาห์ หรือกิจกรรมทางกายที่มีความหนักระดับหนัก 75 นาที/สัปดาห์ ขณะที่เด็กควรมีกิจกรรมทางกายที่มีความหนักระดับปานกลางขึ้นไปอย่างน้อย 60 นาทีทุกวัน (World Health Organization, 2010)

การรวมกลุ่ม หรือ ชุมชน ในระดับหมู่บ้านหรือชุมชน ถือเป็นกลไกสำคัญที่มีบทบาทสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพให้แก่คนในชุมชน โดยเฉพาะการรวมกลุ่มเพื่อทำกิจกรรมทางกายร่วมกัน นอกจากสร้างความสนุกสนานแล้ว ยังเป็นการสร้างความสามัคคีให้เกิดขึ้นในชุมชน ซึ่งประเทศไทยมีกิจกรรมทางวัฒนธรรมที่ส่งเสริมการมีกิจกรรมทางกายมาอย่างยาวนาน ทั้งการละเล่นที่ไม่มีแบบแผนชัดเจน และรูปแบบที่มีความเป็นมาตรฐาน ดังนั้น การส่งเสริมให้นำเอาศิลปวัฒนธรรมไทยมาออกแบบในการทำกิจกรรมทางกายร่วมกัน เป็นการผลักดันให้คนในชุมชนมีกิจกรรมทางกายที่เพียงพอ ลดพฤติกรรมเนือยนิ่ง และเป็นการสืบสานศิลปวัฒนธรรมไทยให้คงอยู่ โดยมีนิยามของกิจกรรมทางกายด้วยศิลปวัฒนธรรมไทย หมายถึง การนำเอา



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ศิลปวัฒนธรรมไทยต่างๆ ที่รวมไปถึงการละเล่นไทย และกีฬาพื้นบ้านมาใช้ในการเคลื่อนไหวร่างกาย เช่น รำไทย ฟ้อนรำ รำกลองยาว รำวงย้อนยุค แอโรบิค บาร์โสลอบ รำลาบิค รำรองเง็งบิค เป็นต้น

บ้านหนองม่วงสอง ตำบลหนองมะนาว อำเภอดง มีครัวเรือน จำนวน 192 หลังคาเรือน มีประชากรทั้งสิ้น 439 คน ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมและเลี้ยงสัตว์ จากการลงไปศึกษาข้อมูลในชุมชนเป็นสังคมชนบท พบว่า ประชากรวัยแรงงานส่วนใหญ่ มีการย้ายไปทำงานในเขตเมือง ชาวบ้านจึงต้องออกไปทำงานในตอนเช้าและกลับเข้ามาตอนเย็น ในช่วงกลางวันผู้ที่อยู่ในหมู่บ้านส่วนใหญ่ คือ เด็กและผู้สูงอายุ และยังพบว่า วัยทำงานไม่ใช้เวลาในการออกกำลังกาย ประกอบกับขาดความรู้ความเข้าใจ และความตระหนักต่อการดูแลสุขภาพตนเอง ทั้งนี้หมู่บ้านหนองม่วงสอง มีศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นที่สำคัญ คือ การรำเชิงอีสาน เนื่องจากการรำเชิงอีสานเป็นวัฒนธรรมประเพณีตั้งแต่ดั้งเดิมของชุมชน และเพื่อให้ประชาชนสามารถปฏิบัติได้ง่าย เกิดแรงจูงใจในการปฏิบัติ และมีความสุขสนุกสนานในการปฏิบัติ จึงควรส่งเสริมให้เกิดการรวมกลุ่มกันของคนในชุมชน เพื่อร่วมกันจัดกิจกรรมทางกายให้เพิ่มขึ้น ด้วยการประยุกต์ใช้ท่าทางของการรำเชิงอีสานมาใช้ในการออกกำลังกาย โดยจะใช้พื้นที่ในการรวมกลุ่มทำกิจกรรมทางกาย คือ ศาลาประชาคมบ้านหนองม่วงสอง และ ลานกิจกรรมหน้าโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหนองมะนาว ด้วยการดำเนินงานโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายด้วยการรำเชิงอีสาน เพื่อส่งเสริมให้ประชาชนในชุมชน มีกิจกรรมทางกายเพิ่มขึ้น อันจะส่งผลให้มีสุขภาพที่ดีทั้งทางร่างกาย จิตใจ และเสริมสร้างความสามัคคีในชุมชน รวมทั้งเป็นการสืบสานศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นไทยให้คงอยู่สืบต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษารูปแบบการพัฒนาโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายด้วยศิลปวัฒนธรรมไทยในท้องถิ่นของชุมชนบ้านหนองม่วงสอง อำเภอดง จังหวัดนครราชสีมา
2. เพื่อศึกษาผลการดำเนินงานโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายของทีมนักศึกษาชุมชน บ้านหนองม่วงสอง อำเภอดง จังหวัดนครราชสีมา

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Developme) โดยมีขั้นตอนดำเนินงานแบ่ง 2 ระยะ ดังนี้

1. **ระยะพัฒนาโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกาย** ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2562 ถึง เดือนเมษายน 2563 โดยดำเนินการพัฒนาโครงการส่งเสริมการออกกำลังกาย เพื่อให้เกิดกิจกรรมทางกายด้วยศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่น กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษามาจาก 2 กลุ่ม ได้แก่

- 1) ทีมพี่เลี้ยงวิชาการ จำนวน 5 คน ซึ่งเป็นนักวิชาการสาธารณสุข พยาบาลวิชาชีพ และอาจารย์จากมหาวิทยาลัย
 - 2) ทีมสุขภาพชุมชน บ้านหนองม่วงสอง ตำบลหนองมะนาว อำเภอดง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 15 คน ซึ่งเป็นผู้นำชุมชน อสม. เจ้าหน้าที่ รพ.สต. และจิตอาสาจากคนในชุมชน ซึ่งคัดเลือกตามคุณสมบัติและสมัครใจเข้าร่วมกระบวนการวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้
1. พัฒนาศักยภาพทีมพี่เลี้ยงวิชาการ โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ และทักษะการเสริมแรง และติดตามชี้แนะ (Coaching) ให้กับทีมสุขภาพชุมชน



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

2. จัดประชุมชี้แจงแนวทางการพัฒนาโครงการและอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะการทำงานส่งเสริมกิจกรรมทางกายให้กับทีมสุขภาพชุมชน โดยใช้ชุดความรู้ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ (2562) ประกอบด้วย 3 ชุด ดังต่อไปนี้

2.1 ชุดความรู้ที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหาสุขภาพด้วยเครื่องมือแผนผังต้นไม้ปัญหา (Tree Diagram) เริ่มต้นจากการเรียนรู้ปัญหาสุขภาพชุมชนร่วมกัน ตามแนวคิดสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา เรียนรู้การจัดทำฐานข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล และการใช้แผนผังต้นไม้ในการวิเคราะห์ปัญหาสุขภาพชุมชน หลังจากนั้นนำเครื่องมือดังกล่าวไปปรับใช้กับชุมชน ซึ่งผลจากการเรียนรู้กระบวนการนี้ส่งผลให้ทีมงานเข้าใจปัญหาสถานการณ์สุขภาพของชุมชนตนเอง และมีฐานข้อมูลสุขภาพในชุมชน เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการทำงานต่อไป

2.2 ชุดความรู้ที่ 2 การจัดทำแบบจำลองแผนงานโครงการ (Logic Model) การเรียนรู้การวิเคราะห์แนวทางการทำโครงการส่งเสริมสุขภาพในชุมชน ด้วยการจัดทำแบบจำลองแผนงานโครงการ การวิเคราะห์แรงเสริมแรงต้าน (Force Field Analysis) และหลังจากที่ได้เรียนรู้แล้ว ทีมสุขภาพชุมชนได้นำไปจัดกระบวนการในชุมชนของตนเอง ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนรู้ได้เข้าใจแนวทางการทำงานโครงการในชุมชนมากขึ้น

2.3 ชุดความรู้ที่ 3 องค์ประกอบของโครงการส่งเสริมสุขภาพ เนื่องจากโครงการต่างๆ อาจพบว่ามีผลลัพธ์หลายชุด และมีขึ้นของการเกิดผลลัพธ์ก่อน-หลัง ดังนั้นในการติดตามประเมินผลลัพธ์จึงต้องมีการผลลัพธ์ในแต่ละระดับ เพื่อให้เห็นระดับการเกิดของผลลัพธ์ และมองเห็นเป้าหมายในแต่ละระดับที่ชัดเจนมากขึ้น การออกแบบการดำเนินงานโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายครั้งนี้ จึงได้กำหนดเป็นแผนภาพ ประกอบไปด้วย กิจกรรม ผลลัพธ์ และตัวชี้วัดผลลัพธ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ผลลัพธ์ที่ 1 คือ การจัดตั้งคณะทำงาน ประชุมชี้แจงและทำความเข้าใจโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกาย กำหนดบทบาทหน้าที่ เพื่อวางแผนและออกแบบกิจกรรมทางกายด้วยศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่น โดยการตัดสินใจร่วมกัน จากนั้นคณะทำงานดำเนินการสำรวจข้อมูลพฤติกรรมการทำกิจกรรมทางกายของคนในชุมชนให้ครอบคลุมทุกช่วงวัย

ผลลัพธ์ที่ 2 คือ การจัดเวทีประชาคมคืนข้อมูลผลการสำรวจพฤติกรรมการทำกิจกรรมทางกายของคนในชุมชน พร้อมทั้งจัดกิจกรรมเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจให้กับคนชุมชน เกี่ยวกับเรื่องประโยชน์ของการทำกิจกรรมทางกายด้วยศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่น จากนั้นร่วมกันกำหนดแผนและข้อตกลงการทำกิจกรรมทางกายด้วยศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่น และพื้นที่ในการทำกิจกรรมทางกายร่วมกันของคนในชุมชน

ผลลัพธ์ที่ 3 คือ การรวมกลุ่มกันอย่างน้อย 2 ช่วงวัย เพื่อดำเนินการจัดกิจกรรมทางกาย ออกกำลังกายด้วยรูปแบบศิลปวัฒนธรรมไทย คือ รำเชิงอีสาน โดยมีข้อตกลงร่วมกันว่า อย่างน้อย ครั้งละ 30 นาที และ 3 วันต่อสัปดาห์ รวมระยะเวลาต่อเนื่องกัน 6 เดือน มีการขับเคลื่อนงานตามแผน และติดตามประเมินผลการดำเนินงานโครงการอย่างต่อเนื่อง

3. ทีมสุขภาพชุมชน เสนอแผนงานโครงการ เพื่อขออนุมัติจากแหล่งทุน โดยได้เสนอขอสนับสนุนงบประมาณจากหน่วยจัดการร่วม สสส. ในระดับพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา (Node. สสส. นครราชสีมา)

4. ทีมสุขภาพชุมชนดำเนินงานจัดโครงการ/กิจกรรม ตามแผนที่กำหนดไว้

5. ทีมพี่เลี้ยงวิชาการดำเนินติดตามประเมินผล และชี้แนะ (Coaching) จำนวน 3 ครั้ง คือ

5.1) ครั้งที่ 1 ในระหว่างเดือนสิงหาคม 2562 หลังจากทีมสุขภาพชุมชนดำเนินงานไปแล้ว 3 เดือน

5.2) ครั้งที่ 2 ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2562 หลังจากทีมสุขภาพชุมชนดำเนินงานไปแล้ว 6 เดือน



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

5.3) ครั้งที่ 3 ในระหว่างเดือนมีนาคม 2563 หลังจากทีมสุขภาพชุมชนดำเนินงานไปแล้ว 10 เดือน

6. ทีมที่เลี้ยงวิชาการจัดเวทีสะท้อนผลลัพธ์โครงการ (Refleciton) จำนวน 2 ครั้ง ในช่วงเดือนตุลาคม 2562 และในช่วงเดือนมีนาคม 2563

คณะผู้วิจัยได้มีการเก็บข้อมูล ด้วยเครื่องมือเก็บข้อมูล 3 ชุด ประกอบด้วย (1) แบบสอบถามประเมินความรู้ โดยใช้คำถามถูก-ผิด จำนวน 15 คะแนน และแบบประเมินทักษะการดำเนินงานโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกาย จำนวน 5 ด้าน ด้านละ 3 คะแนน คือ ทำได้ดี พอทำได้แต่ต้องการขอคำปรึกษา และทำไม่ได้เลย คะแนนเต็ม 15 คะแนน (2) แบบสัมภาษณ์ ติดตามประเมินผลและสะท้อนกลับ และ (3) แบบประเมินความพึงพอใจ ซึ่งใช้ระยะเวลาการศึกษาระยะนี้ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2562 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2563 (รวม 12 เดือน) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยสถิติเชิงพรรณนา ใช้การแสดงค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติเชิงอนุมาน เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้และทักษะระหว่างก่อน-หลัง วิเคราะห์ด้วย paired t-test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) โดยพิจารณาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ที่ได้จากการสัมภาษณ์ การสนทนากลุ่ม การสอบถามปลายเปิด และการสังเกต

2. ระยะเวลาติดตามผล ระหว่างเดือนสิงหาคม 2562 ถึง เดือนมีนาคม 2563 โดยดำเนินการติดตามประเมินผลลัพธ์เพื่อการเรียนรู้และพัฒนา (Action Research Evaluation : ARE) ในการดำเนินงานโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายของทีมสุขภาพชุมชนในพื้นที่ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา มาจาก 2 กลุ่ม ได้แก่

1) คณะทำงานโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายด้วยรำเชิงอีสาน มาจากตัวแทนทีมสุขภาพชุมชนในระยะที่ 1 ดำเนินการสุ่มคัดเลือกตามคุณสมบัติและสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 10 คน

2) สมาชิกที่เข้าร่วมโครงการกิจกรรมทางกายด้วยรำเชิงอีสาน ซึ่งได้จากการสุ่มและสมัครใจให้ข้อมูล จำนวน 50 คน ประกอบด้วย

2.1) วัยเด็กและเยาวชน จำนวน 10 คน

2.2) วัยผู้ใหญ่ จำนวน 30 คน

2.3) วัยผู้สูงอายุ จำนวน 10 คน

ทีมคณะผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยเครื่องมือ 2 ชุด ได้แก่ (1) แบบสัมภาษณ์คณะทำงานโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายในชุมชน (2) แบบสอบถามสมาชิกที่เข้าร่วมโครงการ เพื่อประเมินพฤติกรรมการออกกำลังกายด้วยรำเชิงอีสาน จำนวน 12 ข้อ คะแนนเต็ม 60 คะแนน แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ ไม่เคย 1 คะแนน นานๆครั้ง 2 คะแนน บางครั้ง 3 คะแนน บ่อยครั้ง 4 คะแนน และทำเป็นประจำทุกครั้ง 5 คะแนน ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป สำหรับข้อมูลเชิงปริมาณใช้การแสดงค่า ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) พิจารณาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล จากการสัมภาษณ์ การสนทนากลุ่ม การสอบถามปลายเปิด และการสังเกต



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ผลการวิจัย

ระยะพัฒนาโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกาย

1. กลุ่มตัวอย่างทีมพี่เลี้ยงวิชาการ จำนวน 5 คน เป็นเพศชายร้อยละ 40.00 อายุเฉลี่ย 41.2 ปี (ต่ำสุด 38 ปี และสูงสุด 46 ปี) จบการศึกษาระดับปริญญาโท ร้อยละ 60.00 ตำแหน่งอาจารย์มหาวิทยาลัยร้อยละ 40.00 หลังการพัฒนาศักยภาพพี่เลี้ยงวิชาการ พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านความรู้และทักษะเพิ่มขึ้น 12.0 คะแนน (95%CI: 8.63-14.26) และมีระดับความพึงพอใจต่อการใช้ชุดความรู้และเครื่องมือพัฒนาโครงการการอยู่ในระดับมากที่สุดทุกข้อ

2. กลุ่มตัวอย่างทีมสุขภาพชุมชน จำนวน 15 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 73.33 อายุเฉลี่ย 48 ปี (S.D. = 10.8) ระดับการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 74.70 อาชีพเกษตรกร ร้อยละ 80 โดยส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่ง อสม.และจิตอาสา หลังการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาทักษะการทำงานให้กับทีมสุขภาพชุมชน พบว่า มีระดับความรู้ในการจัดทำโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายเพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลัง เท่ากับ 8.36 คะแนน (95%CI: 8.60-11.16) หลังการเข้าร่วมอบรม พบว่าอยู่ในระดับดี เพิ่มขึ้น กว่าการอบรม และไม่พบในระดับต้องปรับปรุง สำหรับทักษะการดำเนินงานของทีมสุขภาพชุมชน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลัง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 1 จำนวน ร้อยละ ของคะแนนด้านความรู้ของทีมสุขภาพชุมชน

ระดับความรู้	ก่อน		หลัง	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ระดับดี	5	33.33	13	86.66
ระดับปานกลาง	7	46.67	2	13.33
ระดับต้องปรับปรุง	3	20.00	0	0

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนด้านทักษะของทีมสุขภาพชุมชน

ทักษะการดำเนินงานโครงการ ส่งเสริมกิจกรรมทางกาย	$\bar{x}$	S.D	Mean		
			difference	95% CI	p – value
ก่อน	9.67	1.42	4.36	0.06 ถึง 6.25	0.036
หลัง	14.03	0.54			



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

3. ความพึงพอใจต่อการจัดประชุมชี้แจงแนวทางการพัฒนาโครงการและอบรมเชิงปฏิบัติการ พบว่า คะแนนความพึงพอใจเฉลี่ย 4.56 อยู่ในระดับมากที่สุด หากพิจารณารายชื่อ พบว่ามีความพึงพอใจสูงสุด คือ ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการ

ระยะติดตามผล

ประเมินการดำเนินงานในพื้นที่ โดยการติดตามประเมินผลลัพธ์เพื่อการเรียนรู้และพัฒนา (Action Research Evaluation : ARE) ผลการดำเนินงานโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายของทีมนิสิตภาพชุมชนในพื้นที่ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษามาจาก 2 กลุ่ม ดังนี้ คือ

1. คณะทำงานโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายในชุมชน จำนวน 10 คน สุ่มมาจากตัวแทนทีมนิสิตภาพชุมชนในระยะแรก ซึ่งคัดเลือกตามคุณสมบัติและสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 70.0 อายุเฉลี่ย 47 ปี ($SD=13.6$) ต่ำกว่าระดับปริญญาตรี ร้อยละ 70.00 อาชีพเกษตรกร ร้อยละ 80 โดยส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่ง อสม. มีประสบการณ์ทำงานโครงการด้านสุขภาพในชุมชน ร้อยละ 100.0 ระยะเวลาการทำงานด้านสุขภาพในชุมชน เฉลี่ยเท่ากับ 5.8 ปี ($SD=3.0$) มีความรู้ความเข้าใจอยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 60 และอยู่ในระดับดี ร้อยละ 40 และสามารถออกแบบกิจกรรมทางกายด้วยศิลปวัฒนธรรมไทยในท้องถิ่น จากการติดตามการดำเนินงานของทีมนิสิตภาพชุมชนโดยทีมพี่เลี้ยงวิชาการ พบว่า มีการประชุมคณะทำงานอย่างสม่ำเสมอ อย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง เกิดแผนและข้อตกลงในการดำเนินกิจกรรมทางกายที่ตัดสินใจร่วมกันทั้งชุมชน และสอดคล้องกับวิถีชีวิตของชุมชน คือ ไร่เชิงอีสาน นอกจากนี้แล้วยังพบว่า คณะทำงานมีความเข้มแข็ง สามารถดำเนินกิจกรรมได้ตามข้อตกลง และติดตามผลการดำเนินโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการมีรายงานผลการสำรวจพฤติกรรมการทำกิจกรรมทางกายของครัวเรือนบ้านหนองม่วงสอง ที่ได้จากการลงสำรวจโดยคณะทำงาน นอกจากนี้แล้ว จากผลของการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะการทำงานส่งเสริมกิจกรรมทางกายให้กับทีมนิสิตภาพชุมชน พบว่า เนื้อหาชุดความรู้เครื่องมือในการพัฒนาโครงการ และกิจกรรมที่ใช้ในการอบรมนั้นเป็นเนื้อหาที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานของทีมนิสิตภาพชุมชน สามารถใช้ในการวางแผนและจัดทำโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายได้ ซึ่งมีข้อค้นพบ ดังนี้

1) ด้านการจัดทำฐานข้อมูลสุขภาพชุมชน พบว่าการจัดทำข้อมูล ทำให้เกิดมุมมองเรื่องการจัดทำข้อมูลหลากหลายมิติ และเห็นความสำคัญของการนำข้อมูลที่จัดเก็บได้ไปสื่อสารกับคนในชุมชน และการใช้ประโยชน์ของข้อมูล เพื่อหาปัญหา ร่วมกัน โดยทีมนิสิตภาพชุมชนได้เปลี่ยนวิธีคิดปัญหาสุขภาพในพื้นที่ จากเดิมที่ใช้ฐานคิดจากการยกมือของการทำประชาคมเปลี่ยนแปลงมาเป็นการให้ข้อมูลและแลกเปลี่ยนข้อมูลว่าเป็นปัญหาที่แท้จริงของชุมชนมากขึ้น

2) ด้านการวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังต้นไม้ สามารถนำมาใช้ได้ดียิ่งขึ้นกว่าเครื่องมืออื่น เนื่องจากเชื่อมโยงเป็นผังความคิด สามารถทำความเข้าใจในสาเหตุของปัญหาและผลกระทบได้ชัดเจนขึ้น ทำให้เกิดวิธีการแบบใหม่ที่เกิดจากการร่วมกันคิด ทราบตั้งแต่รากของปัญหาจนไปถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากปัญหาดังกล่าวในทุกๆ ด้าน เช่น ทั้งด้านสุขภาพ สังคม และเศรษฐกิจ เป็นต้น

3) ด้านการจัดทำแบบจำลองแผนงานโครงการ (Logic Model) พบว่า เป็นประโยชน์ต่อทีมนิสิตภาพชุมชน ในการกำหนดผลลัพธ์ทั้งระยะสั้น กลาง ยาว และนำไปเป็นเครื่องมือช่วยในการคิดโครงการที่มีความสอดคล้องกันตั้งแต่ผลผลิตและผลลัพธ์ ในแต่ละระยะ สามารถนำไปต่อยอดในการออกแบบพัฒนาโครงการด้วยบันไดผลลัพธ์ อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้กับ



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

บริบทของแต่ละชุมชน อาจต้องอาศัยกระบวนการอื่นๆ เพิ่มเติม อาทิ เช่น การตั้งคำถามถึงผลลัพธ์ที่คาดหวัง แล้วคิดต่อถึงโครงการที่จะดำเนินการ หรือการจัดทำแผนงานสามารถพัฒนาและจัดทำได้ในระดับแกนนำมากกว่าในระดับประชาคม

4) การวิเคราะห์แรงเสริมแรงต้าน (Force Field Analysis) ที่มสุขภาพชุมชนสามารถทำความเข้าใจกับบริบทของชุมชนได้ดีกว่าการใช้ SWOT Analysis ทำให้การพัฒนาโครงการที่ช่วยลดแรงต้าน และหาแนวทางเพิ่มแรงเสริม เพื่อให้มีความชัดเจนต่อความสำเร็จของโครงการมากขึ้น

5) ด้านรูปแบบการพัฒนาโครงการ พบว่า คณะทำงานประเมินว่ามีความละเอียดมากกว่าการเขียนโครงการแบบเดิมที่เคยดำเนินการมา ทำให้คณะทำงานได้มุมมองที่ชัดเจนมากขึ้น โดยมุ่งเน้นถึงความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ วิธิดำเนินงาน ผลผลิต ผลลัพธ์ เนื่องจากการเขียนโครงการในครั้งนี้ มีผลลัพธ์หลายชุดคำตอบ และมีขั้นตอนของการเกิดผลลัพธ์ ก่อน-หลัง ตามลำดับ ดังนั้นจากการติดตามประเมินผลของทิมพี่เลี้ยงวิชาการ จึงได้มีการคลี่ผลลัพธ์ในแต่ละระดับร่วมกันกับคณะทำงานโครงการ เพื่อให้เห็นระดับการเกิดผลลัพธ์ และมองเห็นเป้าหมายในแต่ละระดับที่ชัดเจน แล้วจึงนำไปใช้ออกแบบโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายครั้งนี้ จึงเกิดเป็นรูปแบบการพัฒนาโครงการด้วยบันไดผลลัพธ์ ประกอบด้วย กิจกรรม ผลลัพธ์ และตัวชี้วัดผลลัพธ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบการพัฒนาโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายด้วยศิลปวัฒนธรรมไทยท้องถิ่น

2. สมาชิกที่เข้าร่วมโครงการกิจกรรมทางกายด้วยรำเชิงอีสาน จำนวน 50 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 92.00 อายุเฉลี่ย 49.00 ปี (ต่ำสุด 10 ปี สูงสุด 68 ปี) ระดับการศึกษาต่ำกว่าระดับปริญญาตรี ร้อยละ 94.00 อาชีพเกษตรกร ร้อยละ 90.00 สถานภาพสมรส โสดร้อยละ 30.00 ข้อมูลพฤติกรรมกรรมการออกกำลังกายของสมาชิกที่เข้าร่วมโครงการ เมื่อเปรียบเทียบกับ ก่อน-หลัง พบว่า หลังการดำเนินงานโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายด้วยการรำเชิงอีสาน มีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นกว่าก่อนการ ดำเนินงานโครงการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$)



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบความแตกต่างของพฤติกรรมการออกกำลังกายของสมาชิกที่เข้าร่วมโครงการ

พฤติกรรมการออกกำลังกาย ด้วยรำเชิงอีสาน	$\bar{x}$	S.D	Paired t-test	95% CI	df	p - value
ก่อน	40.46	3.72	7.993	0.41 ถึง 1.48	50	<0.001
หลัง	53.29	4.46				

อภิปรายผลการวิจัย

ก่อนการดำเนินงานโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายด้วยรำเชิงอีสาน ภาพรวมในเรื่องการดำเนินงานสร้างเสริมสุขภาพในชุมชน ส่วนใหญ่มักมองว่าเป็นหน้าที่ของเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) ประชาชนในชุมชนมีหน้าที่เป็นเพียงผู้ปฏิบัติตาม ประชาชนในชุมชนเองก็ยังไม่เห็นความสำคัญในการดูแลสุขภาพเท่าที่ควร โดยจะให้ความสำคัญต่อการประกอบอาชีพในแต่ละวัน เพื่อหารายได้ให้กับครอบครัว เมื่อมีปัญหาสุขภาพ จึงจะมารักษาตามอาการที่เกิดขึ้นเท่านั้น แต่หลังจากได้ดำเนินการอบรมเชิงปฏิบัติการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจ และทักษะการทำงานให้กับทีมสุขภาพชุมชน จนเกิดเป็นคณะทำงาน ทำให้ชุมชนเป็นเจ้าของโครงการเอง นอกจากนี้แล้ว ยังมีทีมพี่เลี้ยงวิชาการที่ลงพื้นที่ ติดตามชี้แนะ และเสริมแรงให้กับคณะทำงาน ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ รูปแบบการพัฒนาโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายด้วยศิลปวัฒนธรรมไทยในท้องถิ่นของชุมชนบ้านหนองม่วงสอง อำเภอกง จังหวัดนครราชสีมา มีดังนี้

1. ทีมสุขภาพชุมชน ซึ่งมาจากการรวมกลุ่มกันของคนในชุมชน เกิดเป็นคณะทำงานโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกาย โดยมีแผนและข้อตกลงในการดำเนินกิจกรรมทางกายด้วยศิลปวัฒนธรรมไทยที่ตัดสินใจร่วมกันทั้งชุมชน เกิดการรวมกลุ่มทำกิจกรรมทางกายด้วยการรำเชิงอีสาน ซึ่งถือว่าเป็นอีกหนึ่งรูปแบบของศิลปวัฒนธรรมไทยที่เหมาะสมและสอดคล้องกับวิถีชีวิตของชุมชนในภาคอีสาน

2. ใช้แผนผังต้นไม้ปัญหา โดยพบว่าเป็นเครื่องมือที่ทำให้ชุมชนได้มีส่วนร่วมคิด วิเคราะห์ปัญหาสุขภาพในชุมชนของตนเอง ซึ่งการมีส่วนดังกล่าวนี้ คือจุดเริ่มต้นของการรับรู้ และตระหนักถึงความเป็นเจ้าของปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชนของตนเอง ซึ่งในอดีต คนในชุมชนส่วนใหญ่มักสะท้อนปัญหาจากความรู้สึกของบุคคล และเป็นสิ่งที่ชุมชนต้องการ มากกว่าการสะท้อนถึงปัญหาที่ต้องการแก้ไขอย่างแท้จริง หลังจากนำแผนผังต้นไม้ปัญหามาใช้ ทำให้มองเห็นปัญหาในชุมชนได้ชัดเจนและสะดวกมากขึ้น โดยผ่านการจัดเวทีประชาคมหมู่บ้าน วิเคราะห์ปัญหาจากรากเหง้า สาเหตุ และผลกระทบที่เกิดขึ้นในทุกๆ ด้าน ช่วยให้เห็นปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่อยู่รอบๆ ตัวได้อย่างครอบคลุม โดยเฉพาะด้านสุขภาพ สังคม และเศรษฐกิจ ซึ่งมีความเชื่อมโยงกัน สิ่งที่สำคัญคือ เมื่อเครื่องมือต้นไม้ปัญหาใช้ในการวิเคราะห์ให้เห็นภาพรวมแล้ว ทำให้เริ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน จากเดิมที่ไม่ได้เน้นให้ชาวบ้านได้วิเคราะห์ปัญหาและยึดชาวบ้านเป็นศูนย์กลางของปัญหา แต่จะแก้ไขปัญหามาตามความต้องการของชาวบ้านที่ต้องการแก้ไข ส่วนใหญ่จะทำโครงการเพื่อตอบสนองตามนโยบายและงบประมาณของทางราชการ และดำเนินงานไปแล้วเสร็จไปเท่านั้น แต่สิ่งสำคัญของการทำงานในครั้งนี้คือ ได้เห็นรากเหง้าของปัญหา และการมองเห็นปัญหาของชุมชนอย่างเชื่อมโยง ซึ่งแผนผังต้นไม้ปัญหา จึงเป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้กับประชาคม ทำให้คนในชุมชนได้มีส่วนร่วมของการเป็นเจ้าของปัญหาจะทำให้การแก้ไขปัญหามีประสิทธิภาพและตรงจุด



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

3. สร้างแบบจำลองแผนงานโครงการ เพื่อกำหนดผลลัพธ์ในระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว สามารถวางแผนโครงการได้สอดคล้องกับผลผลิตและผลลัพธ์ในแต่ละระยะ โดยใช้ประยุกต์ใช้แนวทางจากงานวิจัยของ อีระวุธ ธรรมกุล และคณะ (2561) ทั้งนี้ ยังพบว่าเครื่องมือนี้ มีความยากต่อการทำความเข้าใจ และการนำเครื่องมือนี้ไปใช้ เนื่องจากพื้นฐานของคณะกรรมการที่ปรึกษาฯ ในครั้งนี้เป็นชุมชนชนบท จึงอาจไม่เข้าใจภาษาวิชาการ หรือภาษาอังกฤษ การนำเครื่องมือนี้มาใช้จึงต้องอาศัยการฝึกฝน โดยคณะกรรมการที่ปรึกษาฯ ได้สะท้อนว่า จะต้องทำความเข้าใจ ฝึกฝนให้มีความเคยชิน มีความชำนาญในการใช้ให้ได้ ก่อนนำไปใช้จริง ซึ่งพบว่ามีเพียงบางส่วนเท่านั้น ที่สามารถให้ความเห็นและแลกเปลี่ยนได้ แต่อย่างไรก็ตาม อาจพิจารณาที่จะไม่ได้ใช้เครื่องมือนี้ ในกรณีที่ยังไม่เข้าใจเครื่องมือนี้ และเกรงว่าจะสื่อสารกับคนในชุมชนผิดพลาด ซึ่งต้องพิจารณาตามบริบทของแต่ละท้องถิ่นหรือชุมชน หากมีการนำไปใช้จริง

4. วิเคราะห์แรงเสริมแรงต้าน เป็นการทำความเข้าใจปัจจัยเสริมและปัจจัยเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อความสำเร็จของโครงการ การวิเคราะห์แรงเสริมแรงต้านเป็นเครื่องมือที่สามารถนำไปใช้ได้จริง แต่คณะกรรมการอาจต้องพิจารณาที่จะไม่ใช้คำว่าแรงเสริม แรงต้านโดยตรง ทั้งนี้ อาจใช้การตั้งคำถามกับคนในชุมชนที่เข้าร่วมเวทีพัฒนาโครงการ ว่า “มีอะไรบ้างภายในชุมชน หรือภายนอกชุมชน ที่ช่วยสนับสนุนให้ทำโครงการได้สำเร็จ” หรือ “ชุมชนของเรามีอุปสรรคอะไรบ้าง ทั้งจากภายในหรือภายนอกชุมชน ที่ทำให้โครงการไม่สามารถดำเนินไปได้ หรือดำเนินโครงการไม่สำเร็จ” ซึ่งพบว่า ต้องใช้การตั้งคำถามที่ง่าย และควรให้คณะกรรมการที่มีบทบาทเป็นวิทยากรกระบวนการ ช่วยบันทึกประเด็น และจัดรูปแบบตามเครื่องมือ ทั้งนี้ จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าการใช้เครื่องมือนี้ในพื้นที่จริงนั้นต้องใช้เวลาดังนั้นหากต้องการใช้เครื่องมือนี้ในชุมชน จำเป็นต้องมีความอดทน และให้เวลาเพื่อสื่อสารกับชุมชนได้อย่างแท้จริง

5. พัฒนาโครงการด้วยบันไดผลลัพธ์ เนื่องจากการเกิดผลลัพธ์อาจมีหลายข้อ และมีทั้งผลลัพธ์ที่เกิดก่อน และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในภายหลัง ดังนั้นเพื่อให้เห็นการเกิดของผลลัพธ์ในแต่ละระดับที่ชัดเจนมากขึ้น จึงจำเป็นต้องจัดทำโครงการด้วยบันไดผลลัพธ์ แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้จากบันไดผลลัพธ์ไปใช้ในการเขียนโครงการ ทำให้เห็นความสอดคล้องอย่างเป็นระบบระหว่างวัตถุประสงค์ วิธิดำเนินงาน ผลผลิต ผลลัพธ์ ตัวชี้วัด และองค์ประกอบอื่นๆ ของโครงการ จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าการใช้บันไดผลลัพธ์ สิ่งสำคัญที่เกิดขึ้น คือ ทำให้คณะกรรมการที่ปรึกษาฯ ได้ทราบว่า การออกแบบโครงการต้องมองถึงผลสำเร็จของโครงการ ไม่ได้หมายถึงการทำโครงการให้เสร็จสิ้นเพียงอย่างเดียว

6. ทีมพี่เลี้ยงวิชาการ ที่มาจากคนนอกพื้นที่ในชุมชน มีหน้าที่ลงตรวจเยี่ยม นิเทศติดตามเสริมแรงให้กำลังใจ และชี้แนะแนวทางการดำเนินงานโครงการ โดยหากเป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยจะทำให้ชุมชนมีความรู้สึกรับได้รับการใส่ใจดูแลเป็นอย่างดีจากผู้นิเทศ เนื่องจากมองว่าไม่มีส่วนได้ส่วนเสียกับการดำเนินงานครั้งนี้ และมีความมุ่งมั่นที่ดีต่อชุมชน ทีมพี่เลี้ยงวิชาการ จึงถือเป็นอีกหนึ่งเครื่องมือ ที่ช่วยให้สามารถเห็นถึงความสำเร็จ และจุดที่ต้องปรับปรุงในการทำงานให้เกิดผลสำเร็จตามเป้าหมายของโครงการที่วางไว้

สรุป จากการศึกษาวิจัยและพัฒนาครั้งนี้ พบว่า คนในชุมชนหันมาให้ความสำคัญกับสุขภาพเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะปัญหาเรื่องโรคความดันและเบาหวาน ที่มีสาเหตุมาจากพฤติกรรมการบริโภคอาหาร ขาดการออกกำลังกาย โดยพบว่า สมาชิกบางส่วนที่เข้าร่วมโครงการเป็นผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) ภายหลังจากการเข้าร่วมโครงการในครั้งนี้แล้ว พบว่าสามารถควบคุมความดัน และระดับน้ำตาลในเลือดได้ดีขึ้นกว่าเดิม จึงได้ชักชวนกลุ่มเพื่อนผู้ป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) ให้มาออกกำลังกายร่วมกันเพิ่มมากขึ้น เกิดความสัมพันธ์ภายในชุมชนระหว่างการออกกำลังกายด้วยการประยุกต์ใช้การร่ำเชิงอีสาน สถานที่ออกกำลังกายยังเป็นที่รวมตัวของคนในชุมชนได้เป็นอย่างดี ดังนั้นกิจกรรมครั้งนี้ จึงเป็นจุดนัดพบของ



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

คนในชุมชน โดยได้พูดคุยสารทุกข์ สุขดิบ และแลกเปลี่ยนข้อมูลสุขภาพของตนเอง ซึ่งเป็นการส่งเสริมสุขภาพจิตอีกทางหนึ่งด้วย นอกจากนี้แล้ว คนในชุมชนยังมีข้อตกลงร่วมกัน ซึ่งถือว่าเป็นพันธะสัญญาทางใจร่วมกันออกกำลังกายตอนเย็นเป็นประจำ โดยไม่ได้ใช้กฎระเบียบหรือข้อบังคับเชิงกฎหมาย เพื่อให้ทุกคนหันมาออกกำลังกาย แต่การออกกำลังกายด้วยการรำเช็งอีสาน จึงเป็นเรื่องปกติที่คนในชุมชนทำเป็นประจำ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า โครงการดังกล่าวทำให้คนในชุมชนไม่รู้สึกถูกบังคับให้ทำ หรือทำเพื่อตอบสนองนโยบายของรัฐเหมือนกับโครงการฯ ที่ผ่านมา สิ่งที่เป็นเสียงสะท้อนในแนวทางเดียวกันของคณะทำงานทีมสุขภาพชุมชนที่ร่วมพัฒนาโครงการ พบว่าเจ้าหน้าที่และบุคลากรจาก รพ.สต.และคนในชุมชนมีความผูกพันและทำงานร่วมกันแบบพี่แบบน้อง ทุกคนมีความตั้งใจ และมีจิตอาสาร่วมกัน รวมถึงมีใจรักในการทำงานเพื่อชุมชนของตนเอง ปัจจัยความสำเร็จของทีมสุขภาพชุมชนในการดำเนินงานโครงการส่งเสริมกิจกรรมทางกายด้วยรำเช็งอีสาน คือ ความเข้มแข็งของกลุ่ม และการมีเจ้าหน้าที่และบุคลากรของ รพ.สต.ในพื้นที่ ร่วมเป็นคณะกรรมการและคอยให้คำแนะนำ การมีงบประมาณในพื้นที่จากกองทุนหลักประกันสุขภาพตำบล รวมถึงการมีทีมพี่เลี้ยงวิชาการร่วมกับหน่วยจัดการร่วม สสส. จังหวัดนครราชสีมา สนับสนุนให้ทีมสุขภาพได้รับอนุมัติงบประมาณสนับสนุนโครงการจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

ข้อเสนอแนะ

1. จัดตั้งกลุ่มหรือชมรมด้านสุขภาพในพื้นที่ และพัฒนาศักยภาพในการดำเนินงานด้วยเครื่องมือที่สามารถสร้างความรู้และความเข้าใจได้ง่ายในการนำไปประยุกต์ใช้จริงในชุมชน
2. ส่งเสริมการออกกำลังกายด้วยศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นที่คนในชุมชนสนใจ และจัดทำเป็นคู่มือ หรือวีดิทัศน์ เพื่อเผยแพร่ผ่านสื่อสังคมออนไลน์
3. ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยรำเช็งอีสาน กับการออกกำลังกายด้วยรูปแบบอื่นๆ เช่น การเดินแอโรบิค การเดินลีลาศ เป็นต้น
4. ควรมีการศึกษาดูผลการออกกำลังกายด้วยรำเช็งอีสาน ในกลุ่มผู้ป่วยโรคเรื้อรัง เช่น เบาหวาน ความดันโลหิตสูง เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กุลทัต หงษ์ยางกูร พงศ์เทพ สุธีรัฐ และณัฐพงศ์ แก้วทอง (2561). คู่มือการเพิ่มกิจกรรมทางกายในคนไทย. สงขลา : สถาบันการจัดการระบบสุขภาพ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ธีระวุธ ธรรมกุล และคณะ. (2561). การประยุกต์ Logic Model เพื่อพัฒนารูปแบบการดำเนินงานป้องกันและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในเยาวชน. วารสารวิชาการสาธารณสุข ปีที่ 27 ฉบับที่ 3 พฤษภาคม – มิถุนายน พ.ศ.2561.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2562). ระบบฝึกอบรมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (e-learning) สำหรับสร้างสรรคโอกาสและนวัตกรรม(สำนัก 6) สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2562 จาก <http://www.edu-opengrant.com>
- สินศักดิ์ชนม์ อุ่นพรมมี. (2556). พัฒนาการสำคัญของการสร้างเสริมสุขภาพ : รายงานการประชุมระดับโลกเรื่องการสร้างเสริมสุขภาพ. นนทบุรี : โครงการสวัสดิการวิชาการ สถาบันพระบรมราชชนก.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

World Health Organization. (2010). Global Recommendation on Physical Activity for Health.
Switzerland : Blossoming.it.

World Health Organization. (2018) Noncommunicable diseases. [Internet]. Geneva: World Health Organization. cited 2020 Oct 29. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>.





Evaluation of Luciferase-based Reduction Neutralization Test for the Measurement of Neutralizing Antibody in DENV - infected Patient Sera

Pornsiri Somasa¹, Jiraphan Junjhon^{2*}, Peeraya Ekchariyawat³, Chakrit Hirunpetcharat⁴, Kriangsak Ruchusatsawat⁵,
Chunya Puttikhunt^{6,7}, Sutha Sangiambut^{6,7}, Nopporn Sittisombut⁸

Abstract

Virus reporter-based neutralization assays have been established to provide a feasible tools for the detection of neutralizing antibody against flavivirus. The luciferase-based reduction neutralization test (LRNT) was developed and evaluated previously using a set of well-characterized flavivirus and dengue virus (DENV)-2 specific monoclonal antibodies (MAbs). In this study, we further examined the performance of LRNT and its applicability in human serum comparatively to the reference method by employing various group of patient sera infected with DENV and other flavivirus. The specificity of LRNT was demonstrated by no neutralizing activity measurable at reciprocal dilution of 10 in all non-dengue infected sera. Among 10 Japanese encephalitis virus (JEV) infected sera, 4 serum samples showed no neutralizing activity against DENV-2, while 6 serum samples with previous exposed to DENV infection displayed degrees of neutralization. LRNT highlighted well agreement of neutralizing activity detected in all DENV-2 infected sera 0.994 (95% CI, 0.987 to 0.997%) and JEV-infected sera 0.996 (95% CI, 0.984 to 0.999%) compared to the reference method. Therefore, our study suggested that LRNT could be used as an alternative assay to detect DENV neutralizing antibody in suspected DENV-infected human serum.

Keywords: Antibody detection, DENV, Luciferase, Neutralization assay, Reporter virus

¹ Student of Infectious Diseases and Epidemiology, in Department of Microbiology, the Faculty of Public Health, Mahidol University, pornsiri.b@dmisc.mail.go.th

² Assistant Professor in Department of Microbiology, the Faculty of Public Health, Mahidol University, jiraphan.juh@mahidol.ac.th (* Corresponding author)

³ Lecturer in Department of Microbiology, the Faculty of Public Health, Mahidol University, peeraya.ekc@mahidol.ac.th

⁴ Associate Professor in Department of Microbiology, the Faculty of Public Health, Mahidol University, chakrit.hir@mahidol.ac.th

⁵ Medical Technologist Senior Professional Level in Thai-National Institute of Health, Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, ruchusatsawat@yahoo.com

⁶ Division of Dengue Hemorrhagic Fever Research and Siriraj Center of Research Excellence in Dengue and Emerging Pathogens, Faculty of Medicine, Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok 10700, Thailand, chunyak@biotec.or.th, ssangiambut@hotmail.com

⁷ Molecular Biology of Dengue and Flaviviruses Research Team, Medical Molecular Biotechnology Research Group, National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, National Science and Technology Development Agency, Pathum-thani 12120, Thailand, ssangiambut@hotmail.com, chunyak@biotec.or.th

⁸ Professor in Department of Microbiology, the Faculty of Medicine, Chiang Mai University, nopporn.sittiso@cmu.ac.th



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

Introduction

Dengue is spread in many countries around the world, especially in tropical and sub-tropical areas. It is estimated that 390 million DENV infections occur annually in the world, of which 96 million cases were clinically apparent (Bhatt et al., 2013). Moreover, 3.6 billion people live in area at risk of DENV transmission (Bhatt et al., 2013). Neutralizing antibody response plays a major role against DENV infection (Rothman, 2011; Wahala & Silva, 2011). The neutralization occurs when antibodies bind to the virus, then prevent the infection of the susceptible host cells. The major target DENV neutralizing antibody is the envelope (E) protein. Generally, E protein consists of three beta-barrel domains included E domains I (EDI), II (EDII) and III (EDIII). The EDIII is a major target for neutralization by strongly neutralizing MAbs (Rothman, 2011).

Currently, the laboratory diagnosis of DENV infection is primarily through the detection of DENV RNA or antibodies against DENV proteins (WHO, 2009; CDC, 2020). The detection of DENV RNA is highly sensitive and specific, but the viral genome can be detected in serum at 4–5 days onset of illness, limiting the utility of DENV RNA assays (WHO, 2009). Most DENV infections are diagnosed serologically using an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) and haemagglutination inhibition test (HI) (Gubler, 1998; Guzman & Kouri, 1996; Vorndam & Kuno, 1997; WHO, 2009). The greatest confidence in diagnosis may be gained by using the neutralization assays such as plaque reduction neutralization test (PRNT). The PRNT was firstly developed by Russel and Nisalak in 1967 (Russell, Nisalak, Sukhavachana & Vivona, 1967). This assay is considered the “gold standard” for measuring the neutralizing antibody against DENV infection. However, the detection of plaque number is restrictively for viruses that can generate plaque, thereby limiting the test for non-plaque producing virus strains.

A large-scale alternative assays which can be performed in 96-well plates, would be preferred to improve the performance of neutralizing antibody detection. Focus reduction neutralization test (FRNT) is employed to determine the neutralizing potential of antibodies. The sensitivity of the FRNT is sufficiently high for detecting seroconversion (Borisevich et al., 2008; Watanabe, Hirokawa, Kon, Tamura & Nishikawa, 2008). FRNT could determine the neutralization potential of human sera with broadly reactivity across the dengue serocomplex (Dejnirattisai et al., 2015). However, detection of neutralizing titer in specimen by FRNT can cause an operator-error prone manual readout. Therefore, this assay requires the specialized expertise.

Various forms of DENV reporters have been made to improve the detection system for neutralization assays. Our study carried out an alternative form of DENV reporter, luciferase-secreting single-round infectious particle reporter (SIP^{SLUC}) in detecting neutralizing antibody against DENV-2 (Junjhon et al., unpublished results). This test is relied on the detection of reduced amount of secreted Lucia luciferase derived by SIP^{SLUC} replication when it is neutralized by antibodies. The presence of Lucia



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

luciferase gene in the viral genome improves the reading of neutralizing antibody assay since the luciferase signal was detected by luminometer instead of doing enumeration of infectious virus by eyes.

Purpose

This study aimed to profile the neutralizing activity on acute and convalescent DENV-2 infected sera for further applied in dengue disease diagnosis and to expand the performance testing of LRNT in non-DENV and Japanese encephalitis virus (JEV) infected sera.

Research Methodology

Clinical samples. Human serum samples with previous diagnosed of non-dengue, dengue and JEV infections were used to test the performance of LRNT. All human serum samples were secondarily provided by the Arbovirus section, National Institute of Health of Thailand, Department of Medical Science, Ministry of Public Health, Thailand. Among 35 DENV-2 infected patient sera, 14 sets of pair serums (acute and convalescent serums) and 7 convalescent sera were used as dengue positive group. Thirty-five non-dengue and ten JEV infected sera were tested for the specificity of LRNT. Neutralizing activity detected from 35 positive DENV-2 and JEV infected sera were used to analyze the agreement between LRNT and FRNT.

The positive and negative dengue patient sera were previously diagnosed by three approaches: 1) virus isolation in C6/36 cell line 2) RT-PCR employing primers specific to each of the four DENV serotypes (Yenchitsomanus et al., 1996) and 3) in-house antibody capture ELISA assay (Innis et al., 1989) for the detection of anti-DENV IgM and anti-DENV IgG antibodies, respectively. The detection unit of antibody levels is expressed in binding index (BI) (Innis et al., 1989). The minimal detection unit of 40 and 100 for anti-dengue IgM and anti-dengue IgG, respectively was interpreted as positive. The serum sample positive from a minimum two of three approaches is diagnosed as DENV infection. The JEV-infected serum samples were previously confirmed by using JEV-IgM in-house ELISA.

Cells. The African green monkey kidney (Vero) cell line (Yasumura & Kawakita, 1963) was used in the FRNT and LRNT assays. The cells were cultured in Minimum Essential Medium (MEM) (Gibco BRL, Waltham, USA) supplemented with 10% (v/v) heat-inactivated fetal bovine serum (FBS) (Gibco BRL, Waltham, USA), 2 mM L-glutamine (Gibco BRL, Waltham, USA), 100 units/ml penicillin-streptomycin (Gibco BRL, Waltham, USA) at 37°C in the presence of 5% CO₂. The Vero cells were propagated in T-25 or T-75 tissue culture flask (Corning Costar Corporation, Cambridge, MA, USA) at 37°C in the presence of 5% CO₂. Following a three-or four-day growth period with approximately 90-100% confluence of cell density, they were detached enzymatically by using 0.25% trypsin-EDTA solution (Gibco BRL, Thermo scientific, Waltham,



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

USA). The cell number of 4.5×10^5 and 1×10^6 cells were further used for passaging in T-25 and T-75 tissue culture flask, respectively.

The capsid (C)-expressing mosquito cell line and the mosquito (C6/36) cell were cultured in Leibovitz's (L-15) medium (Gibco BRL, Waltham, USA) supplemented with 10% (v/v) FBS (Gibco BRL, Waltham, USA), 2mM L-glutamine (Gibco BRL, Waltham, USA), 0.26% (v/v) tryptose phosphate broth (Sigma-Aldrich, St Louis, USA) and 100 units/ml penicillin-streptomycin (Gibco BRL, Waltham, USA) at 29°C. After four-day growth period, the cells were mechanically detached from the T-25 tissue culture flask by using a plastic cell scraper and resuspended in the L-15 medium containing 10% (v/v) FBS. About 1:20 of the cells were used for the passage in T-25 tissue culture flask.

Antibody. 4G2 is an anti-flavivirus E protein murine monoclonal antibody (MAb) with the IgG2a isotype (Henchal, Gentry, McCown & Brandt, 1982). The 4G2 binds to a conserved epitope on the E protein of the flavivirus family. It has been shown to recognize DENV, West Nile virus (WNV), JEV and Zika Virus (Henchal et al., 1982). It binds to the fusion loop at the extremity of EDII of E protein and prevents syncytia formation (Summers, Cohen, Ruiz, Hase & Eckels, 1989). This antibody was used in the focus immunoassay titration and FRNT. The anti-E antibody was kindly provided by Dr. Chunya Puttikhunt, Medical Biotechnology (BIOTEC), NSTDA.

The goat anti-mouse IgG H&L conjugated with alkaline phosphatase (AP) was purchased from a company (Abcam, Cambridge, UK). This antibody reacts specifically with mouse IgG and light chains common to other mouse immunoglobulins. The antibody was used in the focus immunoassay titration and FRNT.

Virus and DENV reporter. DENV-2, strain 16681 was kindly provided by Dr. Nopporn Sittisombut, Chiang Mai University. It was amplified in C6/36 cells to generate virus stock for all experiment conducted in this study. The 90% confluent cell monolayer of C6/36 cells were infected with the virus at a multiplicity of infection (MOI) 0.05 at 29 °C. Upon the presence of cell fusion at 6-8 days, the culture supernatant was harvested and subjected to centrifugation at 1,735Xg for 10 min at 4°C. The clarified culture supernatant was distributed into small aliquots in the presence of 20% (v/v) FBS and kept at -80 °C.

Single-round infectious particle reporter (SIP^{SLUC}) of DENV-2, strain 16681 replicates for a single-cycle of infection within the host. It releases Lucia luciferase enzyme, providing a reporter function associated with DENV-2 replication. It was amplified in C-expressing C6/36 cells (Sangiambut et al., 2013) at 29°C. The culture supernatant containing infectious SIP^{SLUC} was harvested when cell fusion is observed and clarified by centrifugation at 1,735Xg for 10 min at 4°C to remove cells debris. The clarified culture supernatant was distributed into small aliquots in the presence of 20% (v/v) FBS. The SIP^{SLUC} was subjected to detecting the infectious virus titer and luciferase activity by focus immunoassay titration and luciferase assay, respectively.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

Focus immunoassay titration. Infectious virus titer of DENV-2, strain 16681 and SIP^{SLuc} were determined using focus immunoassay titration in Vero cells. The 4×10^4 cells/well were plated onto 96-well culture plate (Corning Costar Corporation, Cambridge, USA). After 24 h seeded, cells were infected with 50 μ l of 10-fold serially diluted virus in 450 μ l of 2% (v/v) FBS-MEM at 37°C for 2 h. After that, 125 μ l of 1.5% (v/v) carboxymethyl cellulose (CMC) in 2% (v/v) FBS-MEM was added onto cells to restrict the area of virus infection. At 48 h of infection at 37°C, the overlay was removed by 5 times washing with 200 μ l/well sterile PBS. The infected cells were then fixed and permeabilized with 3.7% (v/v) formaldehyde and 2% (v/v) triton X-100 consequently. To remove triton X-100 residue, the plate was washed with 200 μ l/well of PBS for 5 times. The infected cells were probed with 50 μ l of 4G2 in PBS at 37°C for 1 h. The plate was washed with 200 μ l/well of PBS for 5 times to remove unbound antibody. The 50 μ l of 1:2,500 diluted AP conjugated goat anti-mouse IgG H&L (Abcam, Cambridge, UK) in blocking buffer (0.25% (v/v) Tween 20, 10% (v/v) FBS in PBS) was reacted with E-4G2 complex within the cells at 37 °C for 1 h. The plate was washed with 200 μ l/well of PBS for 5 times, followed by sterile water. Finally, the infected cells were detected by adding 50 μ l/well of AP chromogenic substrates containing 5-bromo-4-chloro-3'-indolyl phosphate p-toluidine salt (BCIP) and nitroblue tetrazolium chloride (NBT) in AP buffer (100 mM Tris-HCl pH 9.5, 100 mM NaCl, and 5 mM MgCl₂) at room temperature in the dark for 15-20 min. The cells were rinsed with sterile water to stop the reaction. The infected cells were observed as the dark purple spot. DENV-2, strain 16681 as represented a group of infected cells as the focus. A single infected cell was represent the focus of SIP^{SLuc}. The infectious virus titer was expressed as focus forming unit (FFU) per ml.

Luciferase activity assay. Lucia luciferase enzyme catalyzes the oxidation of coelenterazine substrate to yield coelenteramide and light signal to be detected. The amount of Lucia luciferase was detected by using QUANTI-Luc detection kit (Invivogen, San Diego, USA). An equal volume of 50 μ l of 1:2 diluted of substrate was mixed with the SIP^{SLuc} infected culture supernatant in 96 well-opti plate. Then, the luciferase signal was promptly detected by the VICTOR™ X series Multilabel plate reader.

Neutralization assays. Neutralization assays were performed with human sera. Briefly, the 4×10^4 cells/well of Vero cells were seeded with 10% (v/v) FBS containing MEM medium in 96-well culture plate and incubated at 37°C for 24 h. The human sera were heat-inactivated at 56°C for 30 min and 30 μ l of 4-fold serial dilutions of sera from 1:10 to 1: 10,485,760 in 2% (v/v) FBS-MEM were incubated with an equal volume of DENV-2, strain 16681 or SIP^{SLuc} containing 100 FFU at 37°C. After 1 h of incubation, 50 μ l of antibody-virus mixture was added onto Vero cells monolayer in 96-well culture plate and incubated at 37 °C for 2 h. For FRNT, 125 μ l of 1.5% CMC in 2% (v/v) FBS containing MEM was then added onto each well. After incubation at 37 °C for 48 h. FRNT, the plate was stained by focus immunoassay. The serum



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

dilution resulting in 50% reduction of infectious titer referred to no serum condition was interpreted as FRNT₅₀

For LRNT, the complex was removed and cells were 5 times washed with sterile 1x PBS to eliminate luciferase residue before replenishing with 125 µl of 2% FBS-MEM. The culture supernatant was harvested for the measurement of luciferase activity after 48 hr of infection at 37 °C. The antibody dilution resulting in 50% reduction of relative light unit (RLU) value referred to the negative control is defined as LRNT₅₀.

Statistical analyses. The measurement agreement of test between FRNT and LRNT were tested by using the Intraclass Correlation Coefficient (ICC) (Koo & Li, 2016). The values greater than 0.90 indicate excellent reliability.

Results

Neutralizing activity of DENV-2 infected sera

Thirty-five clinical samples from patients with DENV-2 infection were used to measure the performance of LRNT along with FRNT. These sera neutralized DENV-2, 16681 and SIP^{SLUC} with a similar range of FRNT₅₀ (Table 1). Most of DENV-2 infected sera displayed high neutralizing titers in a range from 1:14,066 to 1:73,570 (Table 1). ICC analysis showed strong agreement between FRNT₅₀ and LRNT₅₀ in all sera tested.

Table 1. NT₅₀ titers of DENV-2 infected serum samples assayed by FRNT and LRNT

Serum samples	FRNT ₅₀ titer	LRNT ₅₀ titer
P1/L08-168A	2794	3565
P2/L08-168C	22134	26844
P3/L08-199A	14854	10372
P4/L08-199C	285952	227194
P5/L08-230A	602	605
P6/L08-230C	7829	9500
P7/L08-267C	187050	154345
P8/L08-322C	45236	54311
P9/L08-345C	21257	24166
P10/L08-372C	58977	48279
P11/L13-003C	155291	104356
P12/L13-056C	21137	23393



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

Serum samples	FRNT ₅₀ titer	LRNT ₅₀ titer
P13/L13-147C	73570	83335
P28/R15-229A	17	13
P29/R15-229C	51045	38014
P34/R15-342A	3645	1735
P35/R15-342C	7582	5969
P44/L15-203A	189	336
P45/L15-203C	73120	61461
P57/R17-002A	41239	33547
P58/R17-002C	585119	574689
P61/R17-056A	25270	19256
P62/R17-056C	45888	37470
P64/R17-068A	14066	9835
P65/R17-068C	192797	139746
P66/R17-073A	1056	748
P67/R17-073C	38798	30945
P68/R17-077A	390	546
P69/R17-077C	16011	19232
P70/R17-081A	3653	4396
P71/R17-081C	16932	17493
P72/R17-093A	144	190
P73/R17-093C	103457	128125
P74/R17-095A	<10	<10
P75/R17-095C	42523	43178

A=Acute serum, C=Convalescent serum

Agreement of DENV-2 infected sera on the ICC analysis is 0.994 (95% CI, 0.987 to 0.997%), indicating excellent reliability of LRNT.

In DENV-2 infected human sera, there were 4 groups of neutralizing activity titers detected (Figure 1). The first group had no neutralizing activity (Figure 1A). The second group displayed low neutralizing activity with FRNT₅₀ and LRNT₅₀ values of 1:2,794 and 1:3,565, respectively (Figure 1B). The third group showed moderate neutralizing activity with FRNT₅₀ and LRNT₅₀ values of 1:22,134 and 1:26,844, respectively (Figure



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

1C). The fourth group demonstrated high neutralizing activity with FRNT₅₀ and LRNT₅₀ values of 1:73,210 and 1:61,461, respectively (Figure 1D).

Correlation of neutralizing titers in acute and convalescent sera

The increase of NT₅₀ titers at ≥ 4 -fold in convalescent samples from acute samples has been used to indicate active DENV infection. In this study, 14 acute and convalescent of DENV-2 infected sera were demonstrated for studying correlation of neutralizing titers by FRNT and LRNT. There was similar neutralizing activity obtained by both FRNT and LRNT assays. Among 14 convalescent sera, 12 convalescent sera displayed ≥ 4 -fold rising of FRNT₅₀ and LRNT₅₀, while only two samples showed 2 to 3-fold rising of FRNT₅₀ and LRNT₅₀ (Figure 2).





การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10
The 10th STOU National Research Conference

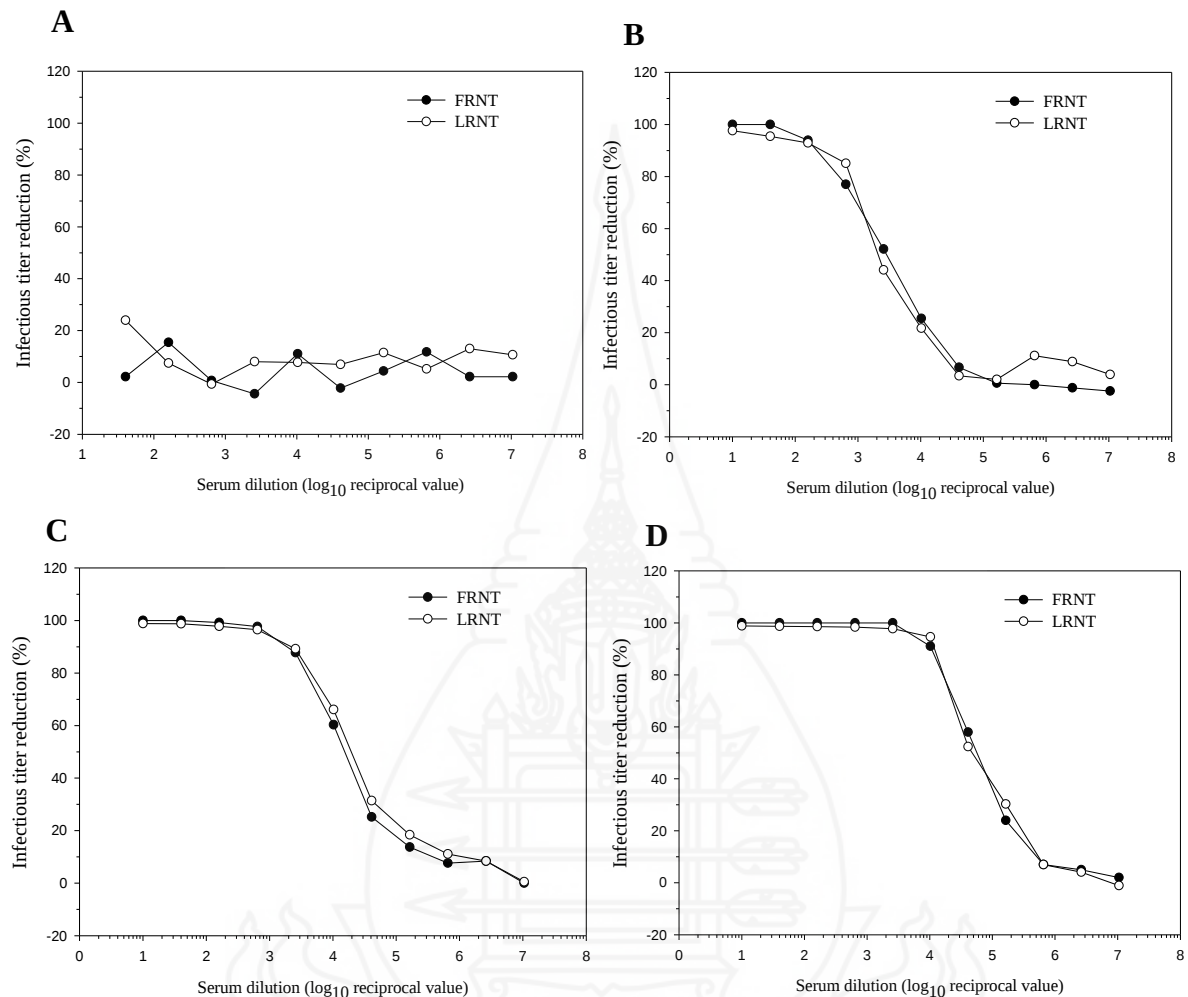


Figure 1. Neutralizing antibody assays of human sera infected with DENV-2. DENV-2 infected sera were reacted with DENV-2, strain 16681 or virus reporter at 37°C. After 48 hours of infection in Vero cells, focus-based detection method (closed circle) and luciferase-based detection method (opened circle) were employed to determine neutralizing activity of the sera. A) non neutralizing antibody was detected in patient sera. Dose-dependent neutralization patterns were observed by lower (B), moderate (C) and high (D) NT₅₀ titers.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

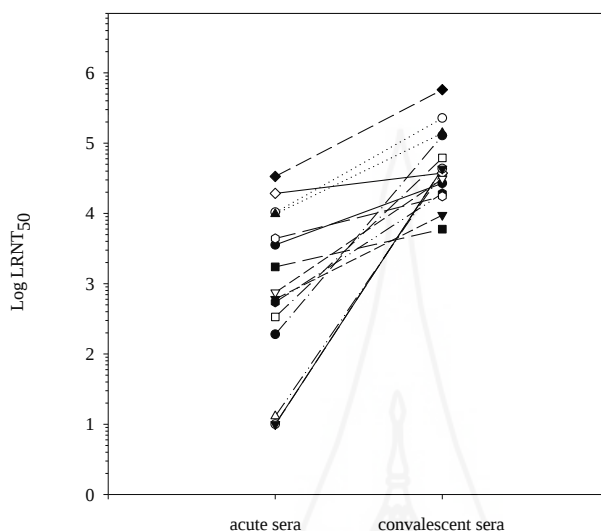


Figure 2. Neutralizing titers of human sera infected with acute and convalescent DENV-2 detected by LRNT.

Neutralizing activity of non-DENV-2 and JEV infected sera

Thirty-five clinical serum samples negative of current DENV infection were used to investigate the specificity of LRNT. Expectedly, no neutralizing activity was detected at a reciprocal dilution of <10 in all serum sample tested comparatively to the result obtained by FRNT. The pattern of neutralizing activity of JEV infected sera revealed 3 groups (Figure 3). All 3 groups of JEV infected sera displayed similar neutralizing activity between FRNT and LRNT. The first group displayed no neutralizing activity (Figure 3A). The second group displayed moderate neutralizing activity with FRNT₅₀ and LRNT₅₀ values of 1:626 and 1:606, respectively (Figure 3B). The third group displayed high neutralizing activity with FRNT₅₀ and LRNT₅₀ values of 1:12,856 and 1:10,559, respectively (Figure 3C). Among 6 specimens showed similar FRNT₅₀ and LRNT₅₀ value of ≥ 10 , whereas the rest showed FRNT₅₀ and LRNT₅₀ value of <10 . The level of agreement of neutralizing activity detected in JEV infected sera between LRNT compared to FRNT showed 0.996 (95% CI, 0.984 to 0.999%) of ICC value, indicating excellent reliability between 2 tests.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10
The 10th STOU National Research Conference

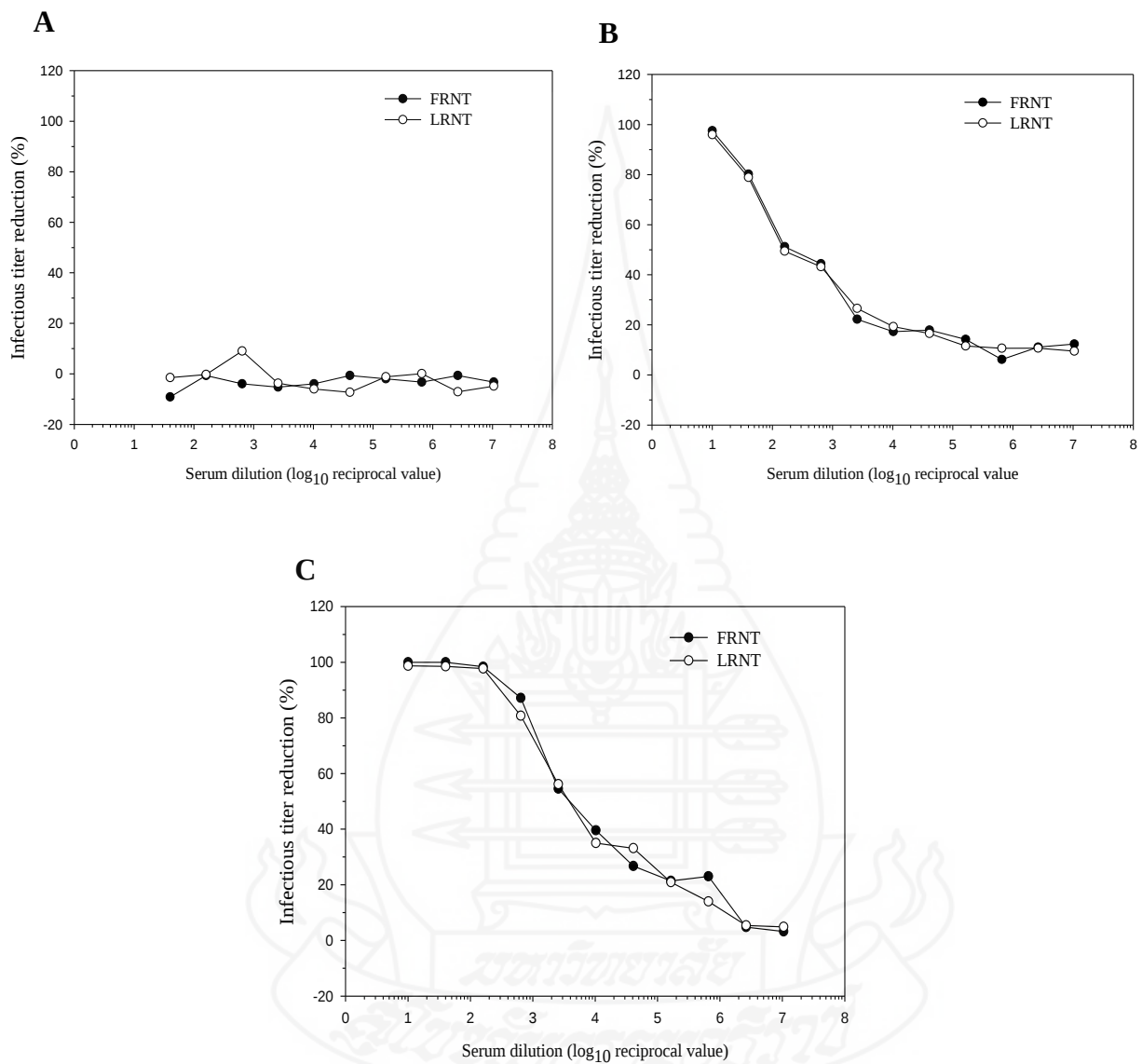


Figure 3. Neutralizing antibody assays of human sera infected with JEV. JEV infected sera were reacted with DENV-2, strain 16681 or virus reporter at 37°C. After 48 hours of infection in Vero cells, focus-based detection method (closed circle) and luciferase-based detection method (opened circle) were employed to determine neutralizing activity of the sera. A). non neutralizing antibody activity was detected in JEV patient sera. Dose-dependent neutralizing patterns were observed by moderate (B) and high (C) NT₅₀ titers.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

Discussion

A reliable high-throughput neutralization assay is critical for DENV diagnosis and vaccine studies. A number of Luc-based neutralization assays have been improved and validated with clinical serum samples to overcome the limitation of the conventional PRNT assay. One of these used luciferase dengue virus reporter for measuring neutralizing antibodies with rapid, high throughput providing a useful tool for laboratory detection and epidemiological investigation (Song et al., 2014). Several DENV reporters have been developed and evaluated in clinical samples from infected animal and patients demonstrating in respect to agreement of 76.4% correlation with conventional plaque-based assay (Shan et al., 2017). To quantitatively compare the traditional PRNT, neutralization results showed no statistically different (ANOVA, $p > 0.05$) of NT_{50} titers obtained from PRNT for each of the sera tested (Mattia et al., 2011). In the sense of correlation with the PRNT assay, $LRNT_{50}$ titers are well correlated ($R^2 > 0.95$) with $PRNT_{50}$ titers (Song et al., 2014). These results indicate the corresponding neutralizing activity with the traditional PRNT. Accordingly, LRNT evaluation in our study revealed strong correlation of neutralizing titers in DENV-2 ($ICC=0.994$) and JEV ($ICC=0.996$) infected sera equivalent to the reference method.

Present study demonstrated the performance of LRNT along with FRNT in 35 non-dengue, 35 dengue and 10 JEV-infected patient sera for use as alternative method for dengue neutralizing antibody detection. Neutralizing activity in non-dengue and 4 JEV-infected sera displayed no neutralizing titers in all samples as expected, indicating the specificity of LRNT in parallel with traditional PRNT (Song et al., 2014; Shan et al., 2017; Mattia et al., 2011; Zhang et al., 2016; Kato & Hishiki, 2017; Shan et al., 2017). However, 6 samples of JEV-infected sera displayed neutralizing activity against DENV-2. These were likely due to potential interfering by the presence of dengue-IgM and IgG antibodies developed by previous DENV exposure (no data shown). To further improve for DENV-2 serotype specificity of the LRNT, a large number of sera infected with DENV-1, DENV-3, and DENV-4 and other flavivirus-cross reactive group like Zika virus should be employed in neutralization assay.

Suggestions

Measurement of neutralizing antibody in DENV-infected patient sera employing SIP^{SLUC} by LRNT offers advantages for robust detection of neutralizing antibody in dengue immune sera. However, this study demonstrated the specificity of LRNT using few numbers of non-DENV and JEV-infected patient sera. Expanded number and type of human serum samples, including primary and secondary DENVs-infected sera and other flaviviruses infected serum samples should be included in the performance testing to further improve the reliability of LRNT assay.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

References

- Bhatt, S., Gething, P. W., Brady, O. J., Messina, J. P., Farlow, A. W., Moyes, C. L., Drake, J. M., Brownstein, J. S., Hoen, A. G., Sankoh, O., Myers, M. F., George, D. B., Jaenisch, T., Wint, G. R., Simmons, C. P., Scott, T. W., Farrar, J. J., & Hay, S. I. (2013). The global distribution and burden of dengue. *Nature*, 496(7446), 504–507.
- Borisevich, V., Nistler, R., Hudman, D., Yamshchikov, G., Seregin, A., & Yamshchikov, V. (2008). A highly sensitive and versatile virus titration assay in the 96-well microplate format. *Journal of virological methods*, 147(2), 197–205.
- CDC. (2020). Dengue Retrieved on October 5, 2020, from <https://wwwnc.cdc.gov/travel/yellowbook/2020/travel-related-infectious-diseases/dengue>
- Dejnirattisai, W., Wongwiwat, W., Supasa, S., Zhang, X., Dai, X., Rouvinski, A., Jumnainsong, A., Edwards, C., Quyen, N., Duangchinda, T., Grimes, J. M., Tsai, W. Y., Lai, C. Y., Wang, W. K., Malasit, P., Farrar, J., Simmons, C. P., Zhou, Z. H., Rey, F. A., Mongkolsapaya, J., & Screaton, G. R. (2015). A new class of highly potent, broadly neutralizing antibodies isolated from viremic patients infected with dengue virus. *Nature immunology*, 16(2), 170–177.
- Gubler, D. J. (1998). Dengue and dengue hemorrhagic fever. *Clinical microbiology reviews*, 11(3), 480–496.
- Guzman, M.G., & Kouri, G. (1996). Advances in dengue diagnosis. *Clin diagn lab immunol*, 3(6), 621–627.
- Henchal, E. A., Gentry, M. K., McCown, J. M., & Brandt, W. E. (1982). Dengue virus-specific and flavivirus group determinants identified with monoclonal antibodies by indirect immunofluorescence. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 31(4), 830–836.
- Innis, B. L., Nisalak, A., Nimmannitya, S., Kusalerdchariya, S., Chongswasdi, V., Suntayakorn, S., Puttisri, P., & Hoke, C. H. (1989). An enzyme-linked immunosorbent assay to characterize dengue infections where dengue and Japanese encephalitis co-circulate. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 40(4), 418–427.
- Junjhon, J., Panyasu, K., Kaewsod, S., Saipin, k., Somasa, P., Sangiambut, S., Sriburi, R., Keelapang, P., Puttikhunt C., Kasinrer, W., Hirunpetcharat, C., & Sittisombut, N. Generation and characterization of luciferase-secreting, single-round infectious DENV reporter for functional antibody assays. Unpublished results.
- Kato, F., & Hishiki, T. (2016). Dengue Virus Reporter Replicon is a Valuable Tool for Antiviral Drug Discovery and Analysis of Virus Replication Mechanisms. *Viruses*, 8(5), 122.
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *Journal of chiropractic medicine*, 15(2), 155–163.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

- Mattia, K., Puffer, B. A., Williams, K. L., Gonzalez, R., Murray, M., Sluzas, E., Pagano, D., Ajith, S., Bower, M., Berdough, E., Harris, E., & Doranz, B. J. (2011). Dengue reporter virus particles for measuring neutralizing antibodies against each of the four dengue serotypes. *PloS one*, 6(11), 27252.
- Rothman A. L. (2011). Immunity to dengue virus: a tale of original antigenic sin and tropical cytokine storms. *Nature reviews. Immunology*, 11(8), 532–543.
- Russell, P.K., Nisalak, A., Sukhavachana, P., & Vivona, S. (1967). A plaque reduction test for dengue virus neutralizing antibodies. *J Immunol*, 99(2), 285-90.
- Sangiambut, S., Suphatrakul, A., Sriburi, R., Keelapang, P., Puttikhunt, C., Kasinrerk, W., Malasit, P., & Sittisombut, N. (2013). Sustained replication of dengue pseudoinfectious virus lacking the capsid gene by trans-complementation in capsid-producing mosquito cells. *Virus research*, 174(1-2), 37–46.
- Shan, C., Ortiz, D. A., Yang, Y., Wong, S. J., Kramer, L. D., Shi, P. Y., Loeffelholz, M. J., & Ren, P. (2017). Evaluation of a Novel Reporter Virus Neutralization Test for Serological Diagnosis of Zika and Dengue Virus Infection. *Journal of clinical microbiology*, 55(10), 3028–3036.
- Shan, C., Xie, X., Ren, P., Loeffelholz, M. J., Yang, Y., Furuya, A., Dupuis, A. P., 2nd, Kramer, L. D., Wong, S. J., & Shi, P. Y. (2017). A Rapid Zika Diagnostic Assay to Measure Neutralizing Antibodies in Patients. *EBioMedicine*, 17, 157–162.
- Song, K. Y., Zhao, H., Jiang, Z. Y., Li, X. F., Deng, Y. Q., Jiang, T., Zhu, S. Y., Shi, P. Y., Zhang, B., Zhang, F. C., Qin, E. D., & Qin, C. F. (2014). A novel reporter system for neutralizing and enhancing antibody assay against dengue virus. *BMC microbiology*, 14,(44), 44-52.
- Summers, P. L., Cohen, W. H., Ruiz, M. M., Hase, T., & Eckels, K. H. (1989). Flaviviruses can mediate fusion from without in *Aedes albopictus* mosquito cell cultures. *Virus research*, 12(4), 383–392.
- Vorndam, V., & Kuno, G. (1997). Laboratory diagnosis of dengue virus infections. *CAB International London United Kingdom*, 44(2), 313-333.
- Wahala, W. M., & Silva, A. M. (2011). The human antibody response to dengue virus infection. *Viruses*, 3(12), 2374–2395.
- Watanabe, K., Hirokawa, C., Kon, M., Tamura, T., & Nishikawa, M. (2008). Estimation of focus reduction neutralization test for measurement of neutralizing antibody titer against Japanese encephalitis virus. *Japanese journal of infectious diseases*, 61(5), 424–425.
- WHO. (2009). Dengue guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control Retrieved on Mar 3, 2020 from: <http://www.who.int/tdr/publications/documents/dengue-diagnosis.pdf>.
- Yasumura, Y., & Kawakita, M. (1963). The research for the SV40 by mean of tissue culture technique. *Nippon Rinsho*, 21(63), 1201-1219.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10

The 10th STOU National Research Conference

- Yenchitsomanus, P. T., Sricharoen, P., Jaruthasana, I., Pattanakitsakul, S. N., Nitayaphan, S., Mongkolsapaya, J., & Malasit, P. (1996). Rapid detection and identification of dengue viruses by polymerase chain reaction (PCR). *The Southeast Asian journal of tropical medicine and public health*, 27(2), 228–236.
- Zhang, P. T., Shan, C., Li, X. D., Liu, S. Q., Deng, C. L., Ye, H. Q., Shang, B. D., Shi, P. Y., Lv, M., Shen, B. F., Qin, C. F., & Zhang, B. (2016). Generation of a recombinant West Nile virus stably expressing the Gaussia luciferase for neutralization assay. *Virus research*, 211, 17–24.

