



Journal of the Medical Technologist

Association of Thailand

วารสารเทคนิคการแพทย์

Vol. 53 No. 2 August 2025
ปีที่ 53 ฉบับที่ 2 สิงหาคม 2568

CONTENT

Letter to the Editor

- Evidence-Based Internal Quality Control: A Conceptual Analogy with Traffic System 9461
Krittin Choomsawat and Jeerasak Yartrak

Original Articles

- Prevalence of High-risk Human Papillomavirus Infection and Relationship with Cytological Results, among Women in Kalasin Province 9464
Suwit Wongchiangkhwang
- Development of a Web Application for Use in the Quality Control Process of POC Hematocrit Testing at Phukhieo Chalermprakiat Hospital, Chaiyaphum Province 9478
*Somporn Thabua
Mayuree Chanasakulniyom
Nuttapat Anuwongcharoen and Sumana Dakeng*
- Dose-Response Curves for Gamma-Ray-Induced Dicentric Chromosomal Aberrations for Radiological Emergency Preparedness in Thailand 9497
*Benchawan Rungsimaphorn
Budsaba Rerkamnuaychoke
Issariya Chairam
Darunee Peekhunthod and Wanwisa Sudprasert*
- Assessment of Phlebotomy Carts Designed for Bedridden Patients at Nopparat Rajathanee Hospital 9515
Supit Phokhao

- Benjakul Water Extraction Prevents the Aging of Kidney Cells in High-Fat Diet-Induced Obese Rats 9537
*Kevalin Vounghoung
Narongsuk Munkong
Nusiri Lerdvuthisopon
Achiraya Kamchansupasin
Pornthep Temrangsee and Atthapan Morchang*
- Learning Management Strategy for Learning Outcome Achievement in Immunology Courses 9556
*Sarawut Suttirat
Taweebhorn Phunpanich
Natharine Horata
Issariya Ieamsuwan and Chakkaphan Runcharoen*
- The Study of Application of Active Learning Activities for Development of Learning Outcomes in Clinical Chemistry and Soft Skills of Medical Technology Students 9570
*Chompunoot Sinthupibulyakit
Jirawat Pratoomwan
Penpak Moolthiya
Kornwipa Wikainapakul
Panthip Rattanasinganchan
Nontawit Pirat and Pavadee Chuaicharoen*

Journal Abstract

- The Significance of Film Array Blood Culture Identification Panel (FA-BCID) for Managing Patients with Positive Blood Cultures 9587
Aphiwit Lanut



**An Official Publication of
The Association of Medical Technologist of Thailand
under the Royal Patronage of HRH Princess Soamsawali
สมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย ในพระอุปถัมภ์
พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี กรมหมื่นสุทธนารีนาถ**

TOPAIR
CLEAN AIR SOLUTIONS



ecoline
**BIOSAFETY CABINET
CLASS II A2**

TopAir's Ecoline Biosafety Cabinet protects lab staff, the environment and sensitive work processes in which



M-UNIVERSAL



M-DIAGNOSTIC



M-SCIENCE

MPW
MED. INSTRUMENTS

**Laboratory
Centrifuge**

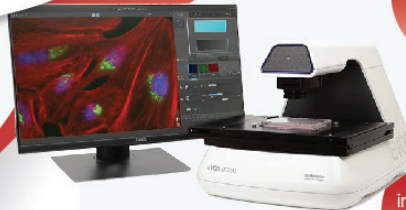
High performance automation and robotic solutions



Attune CytPix
Flow Cytometer

invitrogen

Authorized Distributor



EVOS M7000
Imaging Systems

Easy-to-use interface, designed by biologists

Live-cell analysis capability

Powerful image analysis software options

ZINEXTS
Zinexts Life Science Corp.

MagPurix® 12 EVO

Compact and sleek instrumentation that is ideal for clinical diagnosis, used to purify 1 to 12 samples simultaneously per run



3N HOLDING HOUSE, 44/6 Suthisarnvinitchai Rd., Samsennok, Huay Kwang, Bangkok 10310

Tel : (66) 0 2274 8331 | E-mail : info@gibthai.com
Fax : (66) 0 2274 8336, (66) 0 2274 8580



Gibthai Fan



@Gibthai



Gibthaicompany



www.gibthai.com

SCAN ME
GET MORE!





วารสาร เทคนิคการแพทย์

สมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย
ในพระอุปถัมภ์ พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี กรมหมื่นสุทธนารีนาถ

ปีที่ 53 ฉบับที่ 2 สิงหาคม 2568

ในวารสารฉบับเดือนสิงหาคมนี้ ขอชื่นชมและร่วมแสดงความภาคภูมิใจในบทบาทสำคัญของนักเทคนิคการแพทย์ ที่ได้มีส่วนร่วมในการคัดกรองและยืนยันการติดเชื้อ *Bacillus anthracis* ในจังหวัดมุกดาหารเมื่อเดือนพฤษภาคมที่ผ่านมา ซึ่งความรวดเร็วและแม่นยำในการปฏิบัติงานของนักเทคนิคการแพทย์นั้น ช่วยให้ผู้ป่วยได้รับการวินิจฉัยและรักษาอย่างทันเวลาที่ พร้อมทั้งช่วยป้องกันการแพร่กระจายของโรคที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนในวงกว้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วารสารเทคนิคการแพทย์ฉบับนี้ได้รวบรวมบทความวิชาการและงานวิจัยที่หลากหลาย ซึ่งสะท้อนถึงความก้าวหน้าและบทบาทของวิชาชีพเทคนิคการแพทย์ในหลายมิติ จำนวนทั้งสิ้น 9 บทความ เช่น จดหมายถึงบรรณาธิการ จำนวน 1 เรื่อง คือ การควบคุมคุณภาพภายในอ้างอิงตามหลักฐานเชิงประจักษ์: แนวคิดเปรียบเทียบกับระบบจรรยาบรรณ บทความวิจัย จำนวน 7 เรื่อง เช่น ความชุกของการติดเชื้อ Human papillomavirus ชนิดความเสี่ยงสูง และความสัมพันธ์กับผลการตรวจทางเซลล์วิทยา ในสตรีจังหวัดกาฬสินธุ์ การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อใช้ในการกระบวนการควบคุมคุณภาพการตรวจปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ณ จุดดูแลผู้ป่วยและบทความอื่น ๆ ที่ครอบคลุมถึงงานวิจัยด้านชีวเวชศาสตร์ การเรียนการสอน การพัฒนาทักษะวิชาชีพและนวัตกรรมอุปกรณ์ทางการแพทย์ และย่อวารสาร จำนวน 1 เรื่อง

ทางกองบรรณาธิการขอขอบคุณผู้เขียนทุกท่านที่ส่งผลงานอันทรงคุณค่าเข้ามาตีพิมพ์ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวารสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้วิจัย และการพัฒนาวิชาชีพเทคนิคการแพทย์ต่อไป

ด้วยความนับถือ
ผศ.ดร.ทนพ.เอนก ภูทอง
บรรณาธิการวารสารเทคนิคการแพทย์



วารสาร เทคนิคการแพทย์

สมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย
ในพระอุปถัมภ์ พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี กรมหมื่นสุทธนารีนาถ

ปีที่ 53 ฉบับที่ 2 สิงหาคม 2568

สารบัญ

จดหมายถึงบรรณาธิการ

- การควบคุมคุณภาพภายใน
อ้างอิงตามหลักฐานเชิงประจักษ์:
แนวคิดเปรียบเทียบกับระบบจราจร
กฤติน ชุมสวัสดิ์ และ
จิรศักดิ์ ญาตริภัย 9461

นิพนธ์ต้นฉบับ

- ความชุกของการติดเชื้อ Human papillomavirus
ชนิดความเสี่ยงสูง และความสัมพันธ์กับผลการ
ตรวจทางเซลล์วิทยา ในสตรีจังหวัดกาฬสินธุ์
สุวิทย์ วงษ์เชียงขวาง 9464
- การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อใช้ใน
กระบวนการควบคุมคุณภาพการตรวจปริมาตร
เม็ดเลือดแดงอัดแน่น ณ จุดดูแลผู้ป่วยของ
โรงพยาบาลกุเตียวเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดชัยภูมิ
สมพร ทาบัว
มยุรี ชนะสกุลนิยม
ณัฐภัทร อนุวงศ์เจริญ และ
สุนา ดาเก็ง 9478
- เส้นกราฟการตอบสนองต่อปริมาณรังสีสำหรับ
ความผิดปกติของโครโมโซมแบบไดเซนทริก
ที่เกิดจากรังสีแกมมาเพื่อการเตรียมพร้อมรับมือ
เหตุฉุกเฉินทางรังสีในประเทศไทย
เบญจวรรณ รังสิมาภรณ์
บุษบา ฤกษ์อานวยโชค
อิสริยา ชัยรัมย์
ดารุณี พิขุนทด และ
วันวิสา สุดประเสริฐ 9497
- การประเมินอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อ
ผู้รับบริการเปลนอน โรงพยาบาลนพรัตนราชธานี
สุพิศ ไพรัชชา 9515

- สารสกัดน้ำเบญจกูลป้องกันการแก้ของ
เซลล์ไตในหนูอ้วนที่ได้รับอาหารไขมันสูง 9537
เกวลิน วงศ์ไถ
ณรงค์ศักดิ์ มั่นคง
นุชสิริ เลิศวุฒิโสภณ
อชิรญา คำจันทร์สุภสิน
พรเทพ เต็มรังสี และ
อัฐพันธ์ หมอช้าง
- กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อการบรรลุผลลัพธ์
การเรียนรู้ของนักศึกษาในรายวิชาวิทยานิพนธ์ 9556
ศราวุธ สุทธิรัตน์
ทวีพร พันธุ์พาณิชย์
ณัฐริณี หอระตะ
อิสริยา เอี่ยมสุวรรณ และ
จักรพันธ์ รุณเจริญ
- การศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก
เพื่อพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้วิชาเคมีคลินิกและ
ทักษะทางสังคมของนักศึกษาเทคนิคการแพทย์ 9570
ชมพูนุท สันธิพิบูลยกิจ
จิรวาส ประทุมวัน
เพ็ญพัศตร์ มูลธิยะ
กรวิภา วิภยภาณุ
ปานทิพย์ รัตนศิลป์กัลยาณู
นนทวิชญ์ ไพรัตน์ และ
กาวดี ช่วยเจริญ

ย่อวารสาร

- The Significance of Film Array Blood
Culture Identification Panel (FA-BCID)
for Managing Patients with Positive
Blood Cultures 9587
อภิวิชญ์ ลาบุษ



วารสาร เทคนิคการแพทย์

สมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย
ในพระอุปถัมภ์ พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี กรมหมื่นสุทธนารีนาถ

Vol. 53 No.2 August 2025

CONTENTS

Letter to the Editor

- Evidence-Based Internal Quality Control: A Conceptual Analogy with Traffic System 9461
Krittin Choomsawat and Jeerasak Yartrak

Original Articles

- Prevalence of High-risk Human Papillomavirus Infection and Relationship with Cytological Results, among Women in Kalasin Province 9464
Suwit Wongchiangkhwang
- Development of a Web Application for Use in the Quality Control Process of POC Hematocrit Testing at Phukhiao Chalermprakiat Hospital, Chaiyaphum Province 9478
*Somporn Thabua
Mayuree Chanasakulniyom
Nuttapat Anuwongcharoen and Sumana Dakeng*
- Dose-Response Curves for Gamma-Ray-Induced Dicentric Chromosomal Aberrations for Radiological Emergency Preparedness in Thailand 9497
*Benchawan Rungsimaphorn
Budsaba Rerkamnuaychoke
Issariya Chairam
Darunee Peekhunthod and Wanwisa Sudprasert*
- Assessment of Phlebotomy Carts Designed for Bedridden Patients at Nopparat Rajathanee Hospital 9515
Supit Phokhao
- Benjakul Water Extraction Prevents the Aging of Kidney Cells in High-Fat Diet-Induced Obese Rats 9537
*Kevalin Vounghoung
Narongsuk Munkong
Nusiri Lerdvuthisopon
Achiraya Kamchansupasin
Pornthep Temrangsee and Atthapan Morchang*
- Learning Management Strategy for Learning Outcome Achievement in Immunology Courses 9556
*Sarawut Suttirat
Taweebhorn Phunpanich
Natharinee Horata
Issariya Ieamsuwan and Chakkaphan Runcharoen*
- The Study of Application of Active Learning Activities for Development of Learning Outcomes in Clinical Chemistry and Soft Skills of Medical Technology Students 9570
*Chompunoot Sinthupibulyakit
Jirawat Pratoomwan
Penpak Moolthiya
Kornwipa Wikainapakul
Panthip Rattanasinganchan
Nontawit Pirat and Pavadee Chuaicharoen*

Journal Abstract

- The Significance of Film Array Blood Culture Identification Panel (FA-BCID) for Managing Patients with Positive Blood Cultures 9587
Aphiwit Lanut



วารสาร เทคนิคการแพทย์

สมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย
ในพระอุปถัมภ์ พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี กรมหมื่นสุทธนารีนาถ

JOURNAL OF THE MEDICAL TECHNOLOGIST ASSOCIATION OF THAILAND

วัตถุประสงค์

1. เป็นสื่อกลางเผยแพร่ความก้าวหน้าทางวิชาการ และผลงานวิจัยด้านเทคนิคการแพทย์และวิทยาศาสตร์การแพทย์สาขาต่างๆ
2. ส่งเสริมการวิจัยจากงานประจำ การค้นคว้าทดลองหาองค์ความรู้ใหม่ และการวิจัยทางการศึกษา เพื่อพัฒนาวิชาชีพเทคนิคการแพทย์
3. เป็นสื่อเชื่อมโยงแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ด้านวิชาชีพระหว่างนักเทคนิคการแพทย์กับบุคลากรทางการแพทย์

เจ้าของ

สมาคมเทคนิคการแพทย์
แห่งประเทศไทย ในพระอุปถัมภ์
พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี
กรมหมื่นสุทธนารีนาถ

สำนักงานวารสาร

เลขที่ 6 ซอยรามอินทรา 52/1
ถนนรามอินทรา
แขวง/เขต คันนายาว
กรุงเทพมหานคร 10230
โทร. 0-2948-5757-9
โทรสาร 0-2948-5758
อีเมล: jmt.amtt2016@gmail.com
เว็บไซต์: www.jmt-amtt.com

กำหนดการออก

ปีละ 3 ฉบับ
ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม-เมษายน
ฉบับที่ 2 เดือนพฤษภาคม-สิงหาคม
ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน-ธันวาคม

พิมพ์ที่

สำนักงานบริหารการพิมพ์ธรรมศาสตร์
99 หมู่ 18 ตำบลคลองหนึ่ง
อำเภอคลองหลวง
จังหวัดปทุมธานี 12121

Objectives

1. To serve as a medium for propagating advanced knowledge and researches in medical technology and other related medical sciences.
2. To promote research from routine, original research and educational research for enhancing the profession of medical technology.
3. To serve as a medium for interactions and exchanges of academic and professional experiences among medical technologists and other medical professions.

Owner

The Association of Medical Technologist
of Thailand under the Royal Patronage
of HRH Princess Soamsawali

The journal office

6 Soi Ramintra 52/1, Ramintra Road,
Khannayao District, Bangkok 10230,
Thailand.
Tel. 66-2948-5757-9
Fax 66-2948-5758
E-mail: jmt.amtt2016@gmail.com
Website: www.jmt-amtt.com

Publication

Three issues per year
No. 1 January-April
No. 2 May-August
No. 3 September-December

Printed at

Thammasat University Press
99 Moo 18
Klongnueng, Klongluang,
Pathum Thani 12121, Thailand



วารสาร เทคนิคการแพทย์

สมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย
ในพระอุปถัมภ์ พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี กรมหมื่นสุทธนารีนาถ

JOURNAL OF THE MEDICAL TECHNOLOGIST ASSOCIATION OF THAILAND

ที่ปรึกษา

รศ. ดร.รัชนา	ศานติยานนท์	ศ. ดร.วันเพ็ญ	ชัยคำภา
ศ. ดร.วิฑูรย์	ไวยนันท์	ศ. นพ.ยง	ภู่วรรณ
ศ. ดร.ประมวญ	เทพชัยศรี	นายสมชัย	เจ็ดเสริมอนันต์
ดร. สลักจิต	ชุติพงษ์วิเวท	รศ. ดร.พิทักษ์	สันตนิรันดร์
ศ. ดร.วีระพงศ์	ปรัชญาลิทธิกุล	รศ. สมชาย	วิริยะยุทธกร

อดีตนายกสมาคม

ศ. ดร.พรทิพย์	ไถ่เหล่า	รศ. กุลนารี	สิริสาตี
รศ. ดร.ปราณี	ลิ้นจี่ชัย	น.ส. ทศนีย์	สกุลดำรงคัพานิช
รศ. ดร.กำพล	รุจิวิชญ์	รศ. สมชาย	วิริยะยุทธกร

บรรณาธิการ

ผศ. ดร.เอนก	ภูทอง	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
-------------	-------	-----------------------

รองบรรณาธิการ

รศ. ดร.พิไลวรรณ	ศิริพฤกษ์พงษ์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รศ. ดร.นริศ	เก่งตรง บดีรัฐ	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผศ. ดร.อรุณี	อิงกาญจน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
อ. ดร.สว่าง	เพชรวิเศษ	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะบรรณาธิการ

ศ. ดร.ศรีสินี คุสมิทธิ	มหาวิทยาลัยมหิดล
ศ. ดร.วัชร กสิณฤกษ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศ. ดร.เพทาย เย็นจิตโสมนัส	มหาวิทยาลัยมหิดล
ศ. ดร.สมพนธ์ วรรณวิมลรักษ์	มหาวิทยาลัยมหิดล
ศ. ดร.ฉัตรเฉลิม อิศรางกูร ณ อยุธยา	มหาวิทยาลัยมหิดล
ศ. พลตรีหญิง ดร.อ้อยทิพย์ ณ ถลาง	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะบรรณาธิการ

ศ. ดร.วันชัย มาลีวงษ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศ. ดร.สาคร พรประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศ. ดร.สุพรรณ ฟุ่เจริญ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศ. ดร.ภาวพันธ์ ภัทรโกศล	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศ. ดร.สุดา ดุษศิริโรจนกุล	มหาวิทยาลัยมหิดล
Assoc. Prof. Chuan-Liang Kao	National Taiwan University
รศ. พรรณี พิเศษ	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ. พญ.จิราพร สิทธิถาวร	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รศ. ดร.จินตนา จิรถาวร	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ. อิสยา จันทรวินยานุชิต	มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
รศ. ดร.กาญจนา สุริยะพรหม	มหาวิทยาลัยรังสิต
รศ. ดร.เกรียงไกร กิจเจริญ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ. ดร.ศิริพร ปรงูวิทยา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ. ดร.ปาลนี อัมรานนท์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ. พิศิษฐ์ นามจันทร์	มหาวิทยาลัยรังสิต
ผศ. ดร.เทวิน เทนคำเนา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ. ดร.วิโรจน์ บุญรัตนกรกิจ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ. ดร.กัญญาณัฐ เปี่ยมงาม	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผศ. ดร.ดุจดาว ทรงธรรมวัฒน์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผศ. ดร.สุดาวดี คงคำ	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผศ. ดร.ไข่มุกด์ ช่างศรี	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อ. ทศนีย์ สกุดคำรังพานิช	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อ. ดร.พิริยาภรณ์ จงตระกูล	มหาวิทยาลัยมหิดล

ผู้จัดการ

นางสาวรณพร คำพามา



วารสาร เทคนิคการแพทย์

สมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย
ในพระอุปถัมภ์ พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี กรมหมื่นสุทธนารีนาถ

JOURNAL OF THE MEDICAL TECHNOLOGIST ASSOCIATION OF THAILAND

Advisors

Assoc. Prof. Dr. Rachana Santiyanont
Prof. Dr. Vithoon Viyanant
Prof. Dr. Pramuan Tapchaisri
Dr. Salakchit Chutipongvivate
Prof. Dr. Virapong Prachayasittikul

Prof. Dr. Wanpen Chaicumpa
Prof. Dr. Yong Poovorawan
Mr. Somchai Jeadsermanant
Assoc. Prof. Dr. Pitak Santanirand
Assoc. Prof. Somchai Viriyayudhakorn

Former Editors

Prof. Dr. Porntip Lolekha
Assoc. Prof. Dr. Pranee Leechanachai
Assoc. Prof. Dr. Kampol Ruchiwit

Assoc. Prof. Kulnaree Sirisalee
Miss Tasanee Sakuldamrongpanich
Assoc. Prof. Somchai Viriyayudhakorn

Editor

Asst. Prof. Dr. Anek Pootong

Thammasat University

Associate Editor

Assoc. Prof. Dr. Pilaiwan Siripurkpong
Assoc. Prof. Dr. Narisa Kengtrong Bordeerat
Asst. Prof. Dr. Arunee Engkagul
Dr. Sawang Petvises

Thammasat University
Thammasat University
Kasetsart University
Thammasat University

Editorial Board

Prof. Dr. Srisin Khusmith
Prof. Dr. Watchara Kasinrerak
Prof. Dr. Pa-thai Yenchitsomanus
Prof. Dr. Sompon Wanwimolruk
Prof. Dr. Chartchalerm Isarankura Na Ayadhya
Prof. Maj Gen Dr. Oytip Na Thalang
Prof. Dr. Wanchai Maleewong

Mahidol University
Chiang Mai University
Mahidol University
Mahidol University
Mahidol University
Thammasat University
Khon Kaen University

Editorial Board

Prof. Dr. Sakorn Pornprasert	Chiang Mai University
Prof. Dr. Supan Fucharoen	Khon Kaen University
Prof. Dr. Parvapan Bhattarakosol	Chulalongkorn University
Prof. Dr. Suda Louisirirothanakul	Mahidol University
Assoc. Prof. Chuan-Liang Kao	National Taiwan University
Assoc. Prof. Phannee Pidetcha	Mahidol University
Assoc. Prof. Dr. Jiraporn Sitithavorn	Maharakham University
Assoc. Prof. Dr. Chintana Chirathaworn	Chulalongkorn University
Assoc. Prof. Isaya Janwithayanuchit	Huachiew Chalermprakiet University
Assoc. Prof. Dr. Kanjana Suriyaprom	Rangsit University
Assoc. Prof. Dr. Kriengkrai Kitcharoen	Khon Kaen University
Assoc. Prof. Dr. Siriporn Proungvitaya	Khon Kaen University
Assoc. Prof. Dr. Palanee Ammaranond	Chulalongkorn University
Asst. Prof. Pisit Namjuntra	Rangsit University
Asst. Prof. Dr. Tewin Tencomnao	Chulalongkorn University
Asst. Prof. Dr. Viroj Boonyaratanakornkit	Chulalongkorn University
Asst. Prof. Dr. Kanyanath Piumngam	Thammasat University
Asst. Prof. Dr. Dujdaw Songthamwat	Thammasat University
Asst. Prof. Dr. Sudawadee Kongkhum	Thammasat University
Asst. Prof. Dr. Khaimuk Changsri	Thammasat University
Lecturer Tasanee Sakuldamrongpanich	Chulalongkorn University
Dr. Piriaporn Chongtrakool	Mahidol University

Manager

Miss Ranaporn Kampama

Editorial Statement:

The statements and opinions made in the articles in this journal are the personal views of the authors and are the sole responsibilities of the authors and not of the Editorial Board of the Journal of the Medical Technologist Association of Thailand and the Association of Medical Technologist of Thailand



วารสาร เทคนิคการแพทย์

สมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย ในพระอุปถัมภ์ พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี กรมหมื่นสุทธนารีนาถ

คณะกรรมการบริหารสมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย พ.ศ. 2567-2570

EXECUTIVE BOARD OF AMT 2024-2027

นายกสมาคมฯ	รศ.ดร.ทนพ.พิทักษ์ สันตนรินทร์	Assoc. Prof. Dr. Pitak Santanirand	President
ที่ปรึกษา	ทนพ.นิเวศน์ ประยูรเธียร	Nivest Prayoonthein	Consultants
ที่ปรึกษา	ทนพ.บัณฑิต คูวิจิตรสุวรรณ	Bundit Khuvichitsuwan	Consultants
ที่ปรึกษา	รศ.ทนพ.สมชาย วิริยะยุทธกร	Assoc. Prof. Somchai Viriyayudhakorn	Consultants
อุปนายกฯ 1	ทนพญ.อุมาพร ทรัพย์เจริญ	Umaporn Subcharoen	Vice-president and
และการเงินบัญชี			Finance and Accounting
อุปนายกฯ 2	ทนพญ.นิตยา โฉมงาม	Nitaya Chomengam	Vice-president
อุปนายกฯ 3	ทนพญ.มยุรี จันทร์โท	Mayuree Chuntho	Vice-president
อุปนายกฯ 4	ทนพญ.สมจิตร จินากักดี	Somjit Jinapak	Vice-president
เลขาธิการฯ	ทนพ.ชวชล เศรษฐอุดม	Chavachol Setthaudom	Secretary general
เหรัญญิก	ทนพญ.ภัทราภรณ์ บุญจันทร์	Patraporn Boonkant	Treasurer
นายทะเบียน	ผศ.ดร.ทนพ.ประสงค์ แคนน้ำ	Asst. Dr. Prasong Khaenam	Registrar
วิชาการ	รศ.ดร.ทนพ.ปานัน รั้ววงศ์จิรกุล	Assoc. Prof. Dr. Panan Ratthawongjirakul	Scientific chairman
สวัสดิการ	ทนพ.ชัยฤกษ์ เจริญจิตต์	Dhaiyapruks Chalernjit	Social welfare
วิเทศสัมพันธ์	ผศ.ดร.ทนพ.เทวฤทธิ์ สระชนะ	Asst. Prof. Dr. Tewarit Sarachana	International Affairs
บรรณาธิการ	ผศ.ดร.ทนพ.เอนก ภูทอง	Asst. Prof. Dr. Anek Pootong	Editor
ประชาสัมพันธ์	อ.ดร.ทนพ.ธนาสาร ศิริรัตน์	Dr. Thanasan Sirirat	Public relations
กรรมการกลาง	ทนพญ.ธัญธำรีศ สิริธัญญ์สกุล	Thatharee Sirithansakul	Committee
กรรมการกลาง	ทนพ.ณภัทร ไชยมงคล	Napat Chaimongkol	Committee
กรรมการกลาง	อ.ดร.ทนพ.ปฐมพงษ์ สถาพรพงษ์	Dr. Patompong Satapornpong	Committee
กรรมการกลาง	อ.ทนพ.นนทวิชัย ไพรัตน์	Nontawit Pirat	Committee
กรรมการกลาง	อ.ดร.ทนพ.ภาณุพงศ์ สหายสุข	Dr. Panupong Sahaisook	Committee
กรรมการกลาง	ทนพญ.จันทร์เพ็ญ บุญบาศรี	Janpen Boosabasi	Committee
กรรมการกลาง	ผศ.ดร.ทนพ.พอรอนันต์ เกื้อไข	Asst. Prof. Dr. Pornanan Kueakhai	Committee

สมาชิกท่านใด ย้ายที่อยู่ หรือไม่ได้รับเอกสาร กรุณาติดต่อ

สำนักงานสมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย

ในพระอุปถัมภ์ พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี กรมหมื่นสุทธนารีนาถ

โทร. 0-2948-5757-9 โทรสาร. 0-2948-5758

Email: ranaporn.pra@gmail.com



วารสาร เทคนิคการแพทย์

สมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย ในพระอุปถัมภ์ พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี กรมหมื่นสุทธนารีนาถ

หนังสือสัญญาลงแจ้งความโฆษณา

วันที่

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว)

ในนามของ (ห้างหุ้นส่วน/บริษัท)

ตั้งอยู่บ้านเลขที่ ตรอก/ซอย ถนน

ตำบล/แขวง อำเภอ/เขต จังหวัด

โทรศัพท์..... โทรสาร โทรศัพท์มือถือ

อีเมล.....

มีความประสงค์จะลงแจ้งความโฆษณาใน “วารสารเทคนิคการแพทย์” เป็นระยะเวลา 1 ปี จำนวน 3 ฉบับ โดยลงแจ้งความโฆษณาประเภท

○ ปกหลังด้านนอกสี	อัตรา	10,000 บาท/ฉบับ	รวม	30,000 บาท/ปี
○ ปกหน้าด้านในสี	อัตรา	10,000 บาท/ฉบับ	รวม	30,000 บาท/ปี
○ ปกหลังด้านในสี	อัตรา	10,000 บาท/ฉบับ	รวม	30,000 บาท/ปี
○ เติมน้ำด้านในสี	อัตรา	10,000 บาท/ฉบับ	รวม	30,000 บาท/ปี

ตั้งแต่วันที่ ปี

รวมทั้งสิ้นเป็นเงิน บาท ตัวอักษร (.....)

e-book : www.amtt.org, tci-thaijo.org

(ลงนาม)

(.....)

(ตำแหน่ง)

หมายเหตุ การชำระค่าโฆษณาให้จ่ายเป็นเช็คในนาม “สมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย”

วารสารเทคนิคการแพทย์

ฝ่ายบรรณาธิการ ผศ. ดร.เอนก ภูทอง สมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย

ในพระอุปถัมภ์ พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี กรมหมื่นสุทธนารีนาถ

เลขที่ 6 ซอยรามอินทรา 52/1 ถนนรามอินทรา แขวง/เขตคันนายาว กรุงเทพฯ 10230

โทร. 0-2948-5757 โทรสาร 0-2948-5758 โทรศัพท์มือถือ 08-1919-2312, 06-4895-9516

อีเมล: jmt.amtt2016@gmail.com

การควบคุมคุณภาพภายในอ้างอิงตามหลักฐานเชิงประจักษ์: แนวคิดเปรียบเทียบกับระบบจราจร

Evidence-Based Internal Quality Control: A Conceptual Analogy with Traffic System

กฤติน ชุมสวัสดิ์¹ และ จีรศักดิ์ ญาตรักษ์²

¹ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ โรงพยาบาลตำรวจ กรุงเทพมหานคร

²กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช

Krittin Choomsawat¹ and Jeerasak Yartrak²

¹Medical Laboratory, Police General Hospital, Bangkok, Thailand

²Department of Medical Technology, Promkiri Hospital,
Nakhon Si Thammarat Province, Thailand

เรียน บรรณาธิการ

การควบคุมคุณภาพการตรวจวิเคราะห์ (quality control: QC) เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่สำคัญของวิชาชีพเทคนิคการแพทย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อโลกก้าวเข้าสู่ยุคปัญญาประดิษฐ์ และการใช้เครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความเชื่อมั่นในความถูกต้อง แม่นยำของผลการตรวจวิเคราะห์ นำไปสู่ความปลอดภัยของผู้ป่วยและการตรวจติดตามรักษาที่มีประสิทธิภาพของแพทย์⁽¹⁾ รวมถึงได้ถูกกำหนดเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ทั้งในข้อกำหนดมาตรฐานห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ โดยกระทรวงสาธารณสุข (MOPH Standard), ภาาเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย (Thailand Medical Technology Standard: LA) และมาตรฐาน

ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์สากล ISO 15189 ได้ให้ความสำคัญในการควบคุมคุณภาพการตรวจวิเคราะห์ ในประเด็นของวิธีการควบคุมคุณภาพ (quality control methodology) สารควบคุมคุณภาพ (control/reference materials) และสมรรถนะในการควบคุมคุณภาพ (competency)⁽²⁾ ครอบคลุมทั้งในส่วนของการควบคุมคุณภาพภายใน (internal quality control: IQC) และการประกันคุณภาพโดยองค์กรภายนอก (external quality assessment: EQA)

การควบคุมคุณภาพภายในเชิงสถิติ (statistical internal quality control: SIQC) อาจสามารถเปรียบเทียบได้กับการจราจรบนท้องถนน โดยถนนเทียบได้กับค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ (laboratory mean and SD) หรือ ช่วงค่าที่ยอมรับ (acceptable range) กฎจราจรเทียบได้

*ผู้รับผิดชอบบทความ E-mail address: krittinc2@gmail.com

รับบทความ: 27 พฤศจิกายน 2567

แก้ไขบทความ: 10 พฤษภาคม 2568

รับตีพิมพ์บทความ: 14 พฤษภาคม 2568

กับกฎการควบคุมคุณภาพ (rules) และรเทียบได้กับ ผลการควบคุมคุณภาพภายใน (point) เมื่อองค์ประกอบ ครบถ้วนสมบูรณ์จะทำให้การควบคุมคุณภาพภายใน เกิดประสิทธิภาพเสมือนการขับรถบนท้องถนนอย่าง ปลอดภัย รถแต่ละคันจะขับเคลื่อนโดยผู้ขับขี่ที่มี นิสัยใจคอแตกต่างกัน (performance characteristics) การจัดทำแผนการควบคุมคุณภาพ (QC planning) จึงมีความสำคัญเพื่อศึกษาวิเคราะห์นิสัยของแต่ละ รายการตรวจวิเคราะห์ นิสัยที่ควรทราบเบื้องต้น ได้แก่ ความถูกต้อง (accuracy), ความแม่นยำ (precision), ความไว (sensitivity), ความจำเพาะ (specificity), ขอบเขตการตรวจวิเคราะห์ (limit of detection: LOD, limit of quantification: LOQ, linearity)⁽³⁾ รวมถึงสารที่สามารถรบกวนการตรวจวิเคราะห์ (interferences)⁽⁴⁾ นำไปสู่การตั้งกฎการควบคุมคุณภาพ ในแต่ละรายการ

หากผู้ขับขี่มีการละเมิดกฎจราจร (out-of-control) นักเทคนิคการแพทย์ผู้ควบคุมคุณภาพ จะต้องพิจารณาถึงปัจจัยหลักสำคัญ 3 ประการ ณ จุดเกิดเหตุ ได้แก่

1. น้ำยาตรวจวิเคราะห์ (reagent) ว่ามีอายุการเปิดใช้งานมานานเท่าใดแล้วมีปริมาณ คงเหลือเท่าใด

2. สารควบคุมคุณภาพ (materials) ว่ามีการใช้งานมานานเท่าใดแล้ว มีการปนเปื้อนหรือไม่ มีการเก็บรักษาถูกต้องตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต หรือไม่

3. เครื่องตรวจวิเคราะห์ (instrument) ว่ามีสถานะอย่างไร ณ เวลาที่ทำการควบคุมคุณภาพ การบำรุงรักษาถูกต้องหรือไม่ มีส่วนประกอบใดชำรุด หรือทำงานผิดพลาดหรือไม่

เพื่อให้มีการแก้ไขปัญหาได้อย่างตรงจุด นักเทคนิคการแพทย์ผู้ทำการควบคุมคุณภาพอาจใช้ ปัจจัยแวดล้อมช่วยในการพิจารณา เช่น หาก ห้องปฏิบัติการมีใช้สารควบคุมคุณภาพในการควบคุม คุณภาพร่วมกันหลายเครื่องและมีการละเมิดกฎ ไปในทิศทางเดียวกันในทุกเครื่อง ในกรณีนี้สามารถ พิจารณาว่าปัญหาอาจเกิดได้จากสารควบคุมคุณภาพ เป็นอันดับแรก

นอกจากนี้นักเทคนิคการแพทย์ผู้จัดทำ แผนการควบคุมคุณภาพและผู้ทำการควบคุมคุณภาพ จะต้องพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้ รอบด้าน เพื่อให้การควบคุมคุณภาพเป็นรูปแบบ ไดนามิก (dynamic) ตามหลักฐานเชิงประจักษ์ อาทิ

- ความแปรปรวนของล็อตการผลิตน้ำยา (reagent lot variation) หรือความแปรปรวน ของการขนส่งน้ำยา (reagent shipment variation) อาจมีผลกระทบต่อสารควบคุมคุณภาพ (matrix effect) นำไปสู่การเกิดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ (systematic bias) ได้⁽⁵⁾

- ความเสถียรขององค์ประกอบ ทั้ง ความเสถียรของน้ำยา (reagent stability) ความเสถียร ของสารควบคุมคุณภาพ (material stability) รวมถึงอัตราการใช้งาน (turnover rate) ของทั้ง สององค์ประกอบ สามารถนำไปสู่การตัดสินใจกำหนด ช่วงเวลาการสอบเทียบ (calibration interval) ของ แต่ละรายการตรวจวิเคราะห์ได้⁽⁶⁾

- การเปลี่ยนสถานะของเครื่องตรวจ วิเคราะห์ (instrument status) จากการบำรุงรักษายาววัน (daily preventive maintenance), รายสัปดาห์ (weekly) รายเดือน (monthly) และรายปี (annually) รวมถึงสารเคมี สารชำระล้างต่าง ๆ ที่ใช้ในเครื่อง (supply solution) นำไปสู่การกำหนดเวลาในการควบคุมคุณภาพภายในได้⁽⁷⁾

กล่าวโดยสรุป การควบคุมคุณภาพ การตรวจวิเคราะห์ โดยการควบคุมคุณภาพภายใน ไม่ใช่แค่ทำตามข้อกำหนดของระบบมาตรฐานเท่านั้น แต่จะต้องมีการจัดทำแผนโดยคำนึงถึงปัจจัยหลัก และปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ ร่วมด้วย บนพื้นฐานของ หลักฐานเชิงประจักษ์ในการปฏิบัติการควบคุมคุณภาพ (evidence-based quality control: EBQC) เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการควบคุมคุณภาพตรงตาม วัตถุประสงค์ คำนวณค่าต่อเวลาและทรัพยากรที่ต้องใช้ในการควบคุมคุณภาพ นำไปสู่ความถูกต้องแม่นยำ ในการรายงานผลการตรวจวิเคราะห์ เกิดประโยชน์สูงสุด ต่อผู้ป่วยและผู้รับบริการ

References

1. Plebani M, Aita A, Sciacovelli L. Patient safety in laboratory medicine. Textbook of Patient Safety and Clinical Risk Management 2021; 325-38.
2. Fuentes-Arderiu X, Batista-Castellví J, Canalias F, Dot-Bach D, Martínez-Casademont M, Miró-Balagué J. Internal quality control and ISO 15189. Accreditation and quality assurance 2007; 12: 369-75.
3. Chaudhry AS, Inata Y, Nakagami-Yamaguchi E. Quality analysis of the clinical laboratory literature and its effectiveness on clinical quality improvement: a systematic review. J Clin Biochem Nutr 2023; 73: 108.
4. Lippi G, Daves MD, Mattiuzzi CM. Interference of medical contrast media on laboratory testing. Biochem Med 2014; 24: 80-8.
5. van Schroyen Lantman M, Çubukçu HC, Boursier G, *et al.* An approach for determining allowable between reagent lot variation. Clin Chem Lab Med 2022; 60: 681-8.
6. Kopke V, Mourão SC, Brito M. Determination of the Calibration Interval of Measuring Instruments: Which Method Should I Use? IEEE Instrumentation & Measurement Magazine 2024; 27: 59-62.
7. Jezzini A, Ayache M, Elkhansa L, Makki B, Zein M. Effects of predictive maintenance (PdM), Proactive maintenance (PoM) & Preventive maintenance (PM) on minimizing the faults in medical instruments. 2nd International Conference on Advances in Biomedical Engineering, Tripoli, Lebanon 2013; 53-6.

ความชุกของการติดเชื้อ Human papillomavirus ชนิดความเสี่ยงสูง และความสัมพันธ์กับผลการตรวจ ทางเซลล์วิทยา ในสตรีจังหวัดกาฬสินธุ์

สุวิทย์ วงษ์เชียงขวาง

กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์และพยาธิวิทยาคลินิก โรงพยาบาลกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ตรวจหาความชุกของการติดเชื้อ HPV สายพันธุ์ความเสี่ยงสูง และประเมินความสัมพันธ์ระหว่างการติดเชื้อ HPV non 16, 18 กับผลตรวจทางเซลล์วิทยาของสตรี จำนวน 45,019 ราย ที่เข้าร่วมโครงการตรวจคัดกรองมะเร็งปากมดลูก ในจังหวัดกาฬสินธุ์ ระหว่างปี 2020-2023 ด้วยวิธี HPV DNA test ครอบคลุมทั้ง 14 จีโนไทป์ ในรายที่ติดเชื้อ HPV non 16, 18 ได้ส่งตรวจ liquid based cytology (LBC) เพิ่มเติม ผลการศึกษาพบว่าความชุกของการติดเชื้อ HPV ในการศึกษาครั้งนี้ คือร้อยละ 5.27 จีโนไทป์ที่พบความชุกมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ HPV 16 (ร้อยละ 1.04) HPV 52 (ร้อยละ 0.90) และ HPV 58 (ร้อยละ 0.63) ตามลำดับ โดยร้อยละ 83.46 ของผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นการติดเชื้อเพียงจีโนไทป์เดียวที่เหลือ (ร้อยละ 16.54) เป็นการติดเชื้อผสม ช่วงอายุ 30-34 ปี พบความชุกการติดเชื้อมากที่สุดคือ ร้อยละ 11.36 และความชุกการติดเชื้อลดลงเมื่อช่วงอายุมากขึ้น จากการศึกษาความผิดปกติของเซลล์ต่อการติดเชื้อ HPV non 16, 18 พบความผิดปกติของเซลล์ในการติดเชื้อผสม (ร้อยละ 33.14) มากกว่าการติดเชื้อจีโนไทป์เดียว (ร้อยละ 26.20) จีโนไทป์ที่พบเซลล์ผิดปกติมากที่สุดคือ HPV 33 (ร้อยละ 35.56) HPV 51 (ร้อยละ 34.52) และ HPV 56 (ร้อยละ 33.96) ตามลำดับ ช่วงอายุที่พบเซลล์ผิดปกติมากที่สุดคือ 45-49 ปี (ร้อยละ 32.34) การศึกษาความชุกของ HPV และความสัมพันธ์กับผลการตรวจทางเซลล์วิทยาในแต่ละภูมิภาคของประเทศมีความสำคัญเพื่อการวางแผนการตรวจคัดกรอง และการรักษามะเร็งปากมดลูก รวมทั้งเป็นแนวทางในการใช้และพัฒनावัดขึ้นให้เหมาะสมกับพื้นที่ต่อไป

คำสำคัญ: ความชุกของการติดเชื้อ HPV มะเร็งปากมดลูก HPV สายพันธุ์ความเสี่ยงสูง

Prevalence of High-risk Human Papillomavirus Infection and Relationship with Cytological Results, among Women in Kalasin Province

Suwit Wongchiangkhwang

*Department of Medical Technology and Clinical Pathology, Kalasin Hospital,
Kalasin Province, Thailand*

Abstract

This study investigated the prevalence of high-risk HPV infection and evaluated the relationship between the HPV non 16, 18 infections, and cytological results among 45,019 women who participated in the cervical cancer screening program in Kalasin Province during 2020-2023 using HPV DNA test covering all 14 genotypes. For those infected with HPV non-16, 18, liquid-based cytology (LBC) was used for further investigation. The results showed that HPV prevalence in this study was 5.27%. The top three prevalent HPV types were HPV 16 (1.04%), HPV 52 (0.90%), and HPV 58 (0.63%), respectively. Most participants (83.46%) had single infections and the others (16.54%) had multiple infections. The age group of 30-34 years had the highest infection prevalence at 11.36% and the prevalence decreased when age increased. From cellular cytology's results in HPV non 16, 18 infections, cell abnormalities were found higher in multiple infections (33.14%) than those in single infection (26.20%). The genotypes with the highest abnormal cells were HPV 33 (35.56%), HPV 51 (34.52%), and HPV 56 (33.96%), respectively. The age group with the highest abnormal cells was 45-49 years (32.34%). HPV prevalence study and its relationship with cytological results in each region is crucial as it can be used for cervical cancer screening and early treatment plan. Moreover, this data can be used for appropriate vaccine usage and development in specific areas.

Keywords: Prevalence of HPV infection, Cervical cancer, High-risk HPV

*Corresponding author E-mail address: suwit9439@gmail.com

Received: 12 September 2024

Revised: 26 November 2024

Accepted: 5 February 2025

Introduction

Cervical cancer is a major health problem among women in Thailand. It is the third most common cancer after breast cancer and liver and biliary tract cancer. The incidence is 11.1/100,000 women, accounting for approximately 5,422 new cases. Each year, around 2,300 women die from cervical cancer.⁽¹⁾ Moreover, in 2020, the Catalan Institute of Oncology (CIO) and the International Agency for Research on Cancer (IARC) reported that cervical cancer is the fourth most common cancer in women worldwide, following breast cancer, colon and rectum cancer, and lung cancer, which has an incidence of 15.6/100,000 women, with a mortality rate of 8.8/100,000 women.⁽²⁾ The major etiology of cervical cancer is the Human papillomavirus or HPV infection in the cervical area. Risk factors for HPV infection include having multiple sexual partners, early sexual initiation, and teenage pregnancy. Within 1-2 years after infection, most people can naturally recover. However, some people remain infected, which is an important cause of cervical cancer.⁽³⁾ HPV is divided into two groups according to the risk of causing cancer. The high-risk group, including HPV 16, 18, 31, 33, 35, 39, 45, 51, 52, 56, 58, 66, and 68,^(4,5) especially HPV 16 and 18, are found up to 70% of

cervical cancer patients.^(6,7) In squamous cell carcinoma, HPV 16 (50-60%) is the most prevalent followed by HPV 18 (15-20%). In contrast, in adenocarcinoma, HPV 18 (50%) is the most prevalent, followed by HPV 16 (35-40%).⁽⁸⁾ The low-risk HPV group, which has a low carcinogenic potential, causes genital warts (condyloma) including HPV 6, 11, 42, 43, 44, 53, 55, 56, 62 and 70. The most prevalent types are HPV 6 and 11.^(9,10) Currently, according to the cervical cancer screening guidelines of the National Health Security Office (NHSO) using HPV DNA tests, it is recommended that the cases detected HPV type 16 or 18 should be further diagnosed by colposcopy. For cases detected HPV non 16-18, cytological examination should be the first investigation. If the results are ASCUS level of abnormal, colposcopy should be performed subsequently. In the fiscal year 2024, there has been a preventive campaign for HPV vaccination in Thai women aged 11-20 years. The first generation of vaccine was only for 2 high-risk genotypes, HPV 16 and 18. Then, the low-risk genotypes, HPV 6, 11, were added to prevent genital warts. The latest vaccine consists of 9 genotypes, adding 5 other high-risk genotypes including, HPV 31, 33, 45, 52 and 58 to cover more infections.⁽¹¹⁾ Studies have shown that there are various

HPV genotype distributions among different areas around the world.^(12,13) Therefore, this work aimed to study the prevalence of high-risk HPV infection and its relationship between HPV non 16, 18 infection and cytological results among women in Kalasin province. The outcome of this study will be used for cervical cancer screening and early treatment plan. Moreover, this data can be used for vaccine selection and development to cover more specific genotypes.

Materials and Methods

1. Sample Selection

This is a retrospective study of 45,019 Thai women inhabited in Kalasin province, who have been classified into age groups including, < 30, 30-34, 35-39, 40-44, 45-49, 50-54, 55-59, > 60 years, and an unidentified age group, and had a cervical cancer screening using HPV DNA test at Kalasin Hospital from October 1, 2020, to September 30, 2023, under the National Health Security Office (NHSO) project. All women had never had a screening test by HPV DNA before. They also provided information on their age, marital status, HPV vaccination, sexual history, pregnancy history, and cervical cancer screening history in the HPV Screening Program. This study was approved by the Human Research Ethics

Committee of Kalasin Hospital, Reference number: Kalasin Hospital 039/2023.

2. Sample collection

There are 2 methods of collecting cervical cell samples:

First, samples were collected by staff and placed in a cell preservation solution (PreservCyt® Solution ThinPrep Pap test, USA) using a cell collection device with a handle (Broom-type sampling device, Digene corporation, USA). Second, samples were self-collected from cervix and placed in a cell preservation solution (EASYPREP® YD Diagnostics, Korea).

3. HPV detection by Real-time PCR

The samples preserved in the solution were extracted DNA using a Nucleic Acid Extraction Kit (Magnetic Bead Method (Zybio), Germany). The 14 high-risk HPV DNA including HPV 16, 18, 31, 33, 35, 39, 45, 51, 52, 56, 58, 59, 66 and 68 were detected using a ready-to-use test kit (Seegene Anyplex™ II HPV HR Detection, Korea) with a CFX96 Real-time PCR system®, Bio-Rad IVD, USA. The beta-globin gene was used as an internal cellular control. The results were evaluated using the Seegene viewer for Real-time Instrument program, Korea.

4. Cytological testing

Participants' samples detected HPV non 16, 18 were further investigated using liquid based cytology (LBC) at the Department of Pathology, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen Province, Thailand. For all cases, the results were reported according to the Bethesda system and approved by a pathologist.

5. Data collection and statistical analysis

HPV DNA results were collected from the Laboratory Information System (LIS) program of Department of Medical Technology and Clinical Pathology, Kalasin Hospital.

The information could not be analyzed differentially by sample collection methods due to lack of identification in the LIS program. Therefore, the prevalence of HPV infection was analyzed from samples with 2 collection methods using descriptive statistics and the Seegene SG STATS program and relationship analysis between HPV non

16, 18 infections and cytological results was analyzed using Chi-Square test. A *p*-value of less than 0.05 was statistically significant.

Results

1. Prevalence of high-risk HPV infections

From a total of 45,019 samples screened for high-risk HPV infection, samples were collected from women age group 50-54 years (*n* = 12,159, 27.00%), 55-59 years (*n* = 10,265, 22.80%), and 45-49 years (*n* = 9,272, 20.60%), respectively. There were 2,371 (5.27%) infected HPV cases divided into 468 cases (1.04%) of HPV 16, 154 cases (0.34%) of HPV 18, and 1,749 cases (3.53%) of non 16, 18. The top three genotypes were HPV 16 (468 cases, 1.04%), HPV 52 (404 cases, 0.90%) and HPV 58 (284 cases, 0.63%), respectively. The HPV 35 was found the least (36 cases, 0.08%). The highest HPV infection was found in the age group of 30-34 years (247 cases, 11.36%), as shown in Table 1.

Table1 The prevalence of high-risk HPV infection among women in Kalasin Province (2020-2023).

HPV infection	Age range (year)								Not specified	total
	<30	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	>60		
N (%)	85 (0.19)	2,174 (4.83)	3,529 (7.84)	5,382 (11.96)	9,272 (20.60)	12,159 (27.00)	10,265 (22.80)	409 (0.91)	1,744 (3.87)	45,019 (100)
HPV negative	78 (91.76)	1,927 (88.64)	3,246 (91.98)	5,026 (93.38)	8,844 (95.38)	11,657 (95.87)	9,854 (95.99)	399 (97.54)	1,617 (92.71)	42,648 (94.73)
HPV positive	7 (8.24)	247 (11.36)	283 (8.02)	356 (6.62)	428 (4.62)	502 (4.13)	411 (4.01)	10 (2.46)	127 (7.29)	2,371 (5.27)
HPV16	0 (0.00)	54 (2.48)	65 (1.84)	77 (1.43)	82 (0.88)	88 (0.72)	67 (0.65)	1 (0.24)	34 (1.95)	468 (1.04)
HPV18	0 (0.00)	15 (0.69)	14 (0.39)	33 (0.61)	26 (0.28)	26 (0.21)	24 (0.23)	2 (0.49)	14 (0.80)	154 (0.34)
Non 16, 18	7 (8.24)	178 (8.19)	204 (5.79)	246 (4.58)	320 (3.46)	388 (3.20)	320 (3.13)	7 (1.73)	79 (4.54)	1,749 (3.53)
HPV31	0 (0.00)	19 (0.87)	20 (0.56)	15 (0.27)	19 (0.20)	21 (0.17)	12 (0.11)	0 (0.00)	3 (0.17)	109 (0.24)
HPV33	0 (0.00)	5 (0.23)	13 (0.36)	20 (0.37)	22 (0.23)	17 (0.14)	21 (0.20)	1 (0.24)	4 (0.22)	103 (0.23)
HPV35	0 (0.00)	3 (0.13)	6 (0.17)	2 (0.03)	11 (0.11)	8 (0.06)	5 (0.04)	0 (0.00)	1 (0.05)	36 (0.08)
HPV39	1 (1.18)	23 (1.05)	37 (1.04)	31 (0.57)	38 (0.41)	41 (0.33)	48 (0.46)	0 (0.00)	9 (0.51)	228 (0.51)
HPV45	0 (0.00)	8 (0.36)	10 (0.28)	11 (0.20)	17 (0.18)	19 (0.15)	14 (0.13)	0 (0.00)	5 (0.28)	84 (0.19)
HPV51	0 (0.00)	19 (0.87)	22 (0.62)	30 (0.55)	37 (0.39)	57 (0.46)	44 (0.42)	1 (0.24)	9 (0.51)	219 (0.49)
HPV52	1 (1.18)	49 (2.25)	43 (1.21)	55 (1.02)	75 (0.80)	90 (0.74)	76 (0.74)	0 (0.00)	15 (0.86)	404 (0.90)
HPV56	0 (0.00)	12 (0.55)	16 (0.45)	26 (0.48)	22 (0.23)	35 (0.28)	28 (0.27)	3 (0.73)	4 (0.22)	146 (0.32)
HPV58	2 (2.35)	27 (1.24)	23 (0.65)	44 (0.81)	44 (0.47)	57 (0.46)	61 (0.59)	3 (0.73)	23 (1.31)	284 (0.63)
HPV59	0 (0.00)	21 (0.96)	15 (0.42)	15 (0.27)	29 (0.31)	22 (0.18)	21 (0.20)	0 (0.00)	1 (0.05)	124 (0.28)
HPV66	1 (1.18)	23 (1.05)	31 (0.87)	39 (0.72)	48 (0.51)	62 (0.51)	44 (0.42)	3 (0.73)	14 (0.80)	265 (0.59)
HPV68	2 (2.35)	21 (0.96)	24 (0.68)	29 (0.53)	49 (0.52)	44 (0.36)	40 (0.39)	0 (0.00)	15 (0.86)	224 (0.50)
Single-infection	7 (100)	202 (81.78)	238 (84.09)	294 (82.58)	357 (83.41)	435 (86.65)	331 (80.53)	7 (70.00)	108 (85.03)	1,979 (83.46)
Multiple-infection	0 (0.00)	45 (18.22)	45 (15.91)	62 (17.42)	71 (16.59)	67 (13.35)	80 (19.47)	3 (30.00)	19 (14.97)	392 (16.54)

Note: Values are presented as number (%).

Due to multiple infection, a total repeating 14 high-risk HPV genotypes in 2,371 HPV positive cases were 2,848. The most common genotypes were HPV 16 (16.43%), HPV 52 (14.19%), and HPV 58 (9.97%), respectively. Single and multiple

infections were 1,979 (83.46%) and 392 (16.54%) cases, respectively. In multiple infection, 323 (13.62%), 56 (2.36%), 10 (0.43%), and 3 (0.13%) cases were infected with two, three, four, and five genotypes, respectively, as shown in Fig. 1.

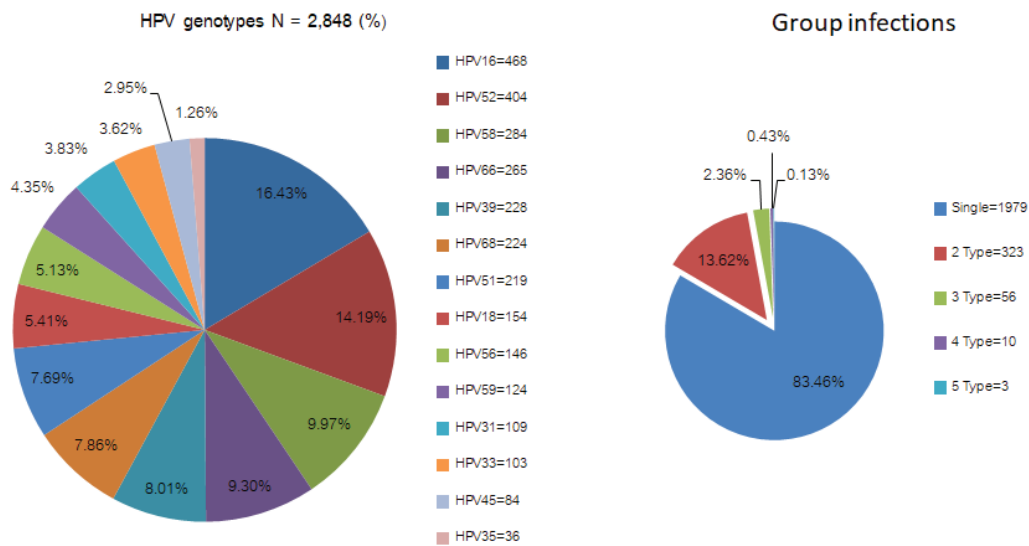


Fig. 1 The distribution of single and multiple HPV genotypes among women in Kalasin Province (2020-2023).

2. Cytology results

From 1,049 samples performed LBC in HPV non 16, 18 infections, the mean age was 46.9 years. The youngest and oldest ages were 23 and 59 years, respectively. Participants were divided into age groups including, < 30, 30-34, 35-39, 40-44, 45-49, 50-54, and 55-59 years. Samples in the age group of 50-54 (270/1,049 cases; 25.74%), 55-59 (205/1,049 cases; 19.54%), and 45-49 (204/1,049 cases; 19.45%) years were further investigated using LBC, respectively. There were 874/1,049 (83.32%) cases of single infection. The highest prevalent genotypes were HPV 52 (168/874 cases, 19.22%), HPV 39 (111/874 cases, 12.70%), and HPV 66 (107/874 cases, 12.24%), respectively. While there were 175/1,049 (16.68%) cases of multiple infections including, two (149/175 cases, 85.14%), three (22/175 cases, 12.57%), and four or more (4/175 cases, 2.29%) genotypes respectively. The cytological study showed that there were 287/1,049 (27.36%) abnormal cytological cases. The most common abnormal cells were in ASC-US (127/1,049 cases; 12.11%), LSIL (100/1,049 cases; 9.53%), HSIL (36/1,049 cases; 3.43%),

ASC-H (18/1,049 cases; 1.72%), and AGC (6/1,049 cases; 0.57%) respectively. The abnormal cells were found highest in age groups of 45-49 (66/204 cases; 32.34%), 30-34 (29/96 cases; 30.20%), and 40-44 (47/156 cases; 30.13%) years, respectively. There was a significant relationship between age groups and cytological results ($p = 0.001$). The abnormal cytological results in the single infection were found in 229/874 (26.20%) cases. The most common genotypes with abnormal cells were HPV 33 (16/45 cases; 35.56%), HPV 51 (29/84 cases; 34.52%), HPV 56 (18/53 cases; 33.96%), HPV 52 (51/168 cases; 30.36%), and HPV 35 (3/10 cases; 30.00%), respectively. The relationship between single infection and cytological results was not statistically significant ($p = 0.116$). Moreover, abnormal cytological results were found in 58/175 (33.14%) cases of multiple infections which were commonly found in two-genotype infection (50/149 cases; 33.56%). The relationship between multiple infection and cytological results was not statistically significant ($p = 0.994$), as shown in Table 2 and Figs. 2 and 3.

Table 2 The relationship between high-risk HPV infection status and cytological grades (1,049 samples).

Parameter	Total N (%)	Unsat	NILM	Cytological grading						p
				ASC-US	ASC-H	LSIL	HSIL	AGC	total	
Age										
<30	6 (0.57)	0 (0.00)	5 (83.33)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (16.67)	1 (16.67)	0.001
30-34	96 (9.15)	0 (0.00)	67 (69.80)	11 (11.46)	5 (5.21)	10 (10.41)	3 (3.13)	0 (0.00)	29 (30.20)	
35-39	112 (10.68)	2 (1.79)	78 (69.64)	13 (11.61)	1 (0.89)	12 (10.71)	5 (4.46)	1 (0.89)	32 (28.56)	
40-44	156 (14.87)	0 (0.00)	109 (69.87)	14 (8.98)	2 (1.28)	21 (13.46)	10 (6.41)	0 (0.00)	47 (30.13)	
45-49	204 (19.45)	1 (0.50)	137 (67.16)	25 (12.25)	3 (1.47)	25 (12.25)	9 (4.41)	4 (1.96)	66 (32.34)	
50-54	270 (25.74)	1 (0.37)	204 (75.56)	35 (13.96)	3 (1.11)	22 (8.15)	5 (1.85)	0 (0.00)	65 (24.07)	
55-59	205 (19.54)	1 (0.49)	157 (76.58)	29 (14.15)	4 (1.95)	10 (4.88)	4 (1.95)	0 (0.00)	47 (22.93)	
Single-infection	874 (83.32)	4 (0.46)	641 (73.34)	102 (11.67)	15 (1.71)	76 (8.70)	30 (3.43)	6 (0.69)	229 (26.20)	0.116
HPV 31	35 (4.00)	0 (0.00)	25 (71.43)	3 (8.57)	1 (2.86)	3 (8.57)	3 (8.57)	0 (0.00)	10 (28.57)	
HPV 33	45 (5.15)	1 (2.22)	28 (62.22)	10 (22.22)	2 (4.45)	3 (6.67)	1 (2.22)	0 (0.00)	16 (35.56)	
HPV 35	10 (1.14)	0 (0.00)	7 (70.00)	2 (20.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (10.00)	0 (0.00)	3 (30.00)	
HPV 39	111 (12.70)	0 (0.00)	93 (83.78)	9 (8.11)	0 (0.00)	7 (6.31)	0 (0.00)	2 (1.80)	18 (16.22)	
HPV 45	31 (3.55)	1 (3.23)	25 (80.64)	2 (6.45)	0 (0.00)	1 (3.23)	1 (3.23)	1 (3.23)	5 (16.13)	
HPV 51	84 (9.61)	0 (0.00)	55 (65.48)	10 (11.90)	1 (1.19)	12 (14.29)	5 (5.95)	1 (1.19)	29 (34.52)	
HPV 52	168 (19.22)	1 (0.60)	116 (69.04)	23 (13.69)	5 (2.98)	10 (5.95)	12 (7.14)	1 (0.6)	51 (30.36)	
HPV 56	53 (6.06)	0 (0.00)	35 (66.04)	4 (7.55)	0 (0.00)	14 (26.41)	0 (0.00)	0 (0.00)	18 (33.96)	
HPV 58	102 (11.68)	0 (0.00)	75 (73.53)	10 (9.80)	5 (4.90)	6 (5.89)	5 (4.90)	1 (0.98)	27 (26.47)	
HPV 59	42 (4.81)	0 (0.00)	31 (73.81)	6 (14.29)	1 (2.38)	3 (7.14)	1 (2.38)	0 (0.00)	11 (26.19)	
HPV 66	107 (12.24)	1 (0.93)	81 (75.70)	14 (13.09)	0 (0.00)	11 (10.28)	0 (0.00)	0 (0.00)	25 (23.37)	
HPV 68	86 (9.84)	0 (0.00)	70 (81.40)	9 (10.46)	0 (0.00)	6 (6.98)	1 (1.16)	0 (0.00)	16 (18.60)	
Multiple-infections	175 (16.68)	1 (0.57)	116 (66.29)	25 (14.29)	3 (1.71)	24 (13.71)	6 (3.43)	0 (0.00)	58 (33.14)	0.994
2 Types infection	149 (85.14)	1 (0.67)	98 (65.77)	22 (14.77)	2 (1.34)	20 (13.42)	6 (4.03)	0 (0.00)	50 (33.56)	
3 Types infection	22 (12.57)	0 (0.00)	15 (68.18)	2 (9.09)	1 (4.55)	4 (18.18)	0 (0.00)	0 (0.00)	7 (31.82)	
4 Types infection	3 (1.72)	0 (0.00)	2 (66.67)	1 (33.33)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (33.33)	
5 Types infection	1 (0.57)	0 (0.00)	1 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	
Total	1,049 (100.00)	5 (0.48)	757 (72.16)	127 (12.11)	18 (1.72)	100 (9.53)	36 (3.43)	6 (0.57)	287 (27.36)	

Note: Unsat, Unsatisfactory for evaluation; NILM, Negative for intraepithelial lesion or malignancy; ASC-US, Atypical squamous cell of undetermined significance; ASC-H, Atypical squamous cell cannot exclude HSIL; LSIL, Low grade squamous intraepithelial lesion; HSIL, High grade squamous intraepithelial lesion; AGC, Atypical glandular cells.

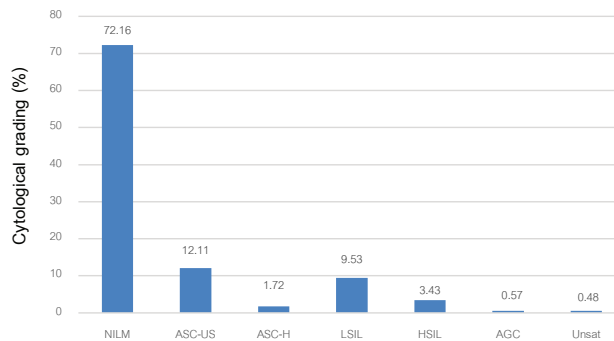


Fig. 2 The distribution of cytological results in HPV non 16, 18 type (N = 1,049).

Note: NILM, Negative for intraepithelial lesion or malignancy; ASC-US, Atypical squamous cell of undetermined significance; ASC-H, Atypical squamous cell cannot exclude HSIL; LSIL, Low grade squamous intraepithelial lesion; HSIL, High grade squamous intraepithelial lesion; AGC, Atypical glandular cells; Unsatisfactory, Unsatisfactory for evaluation

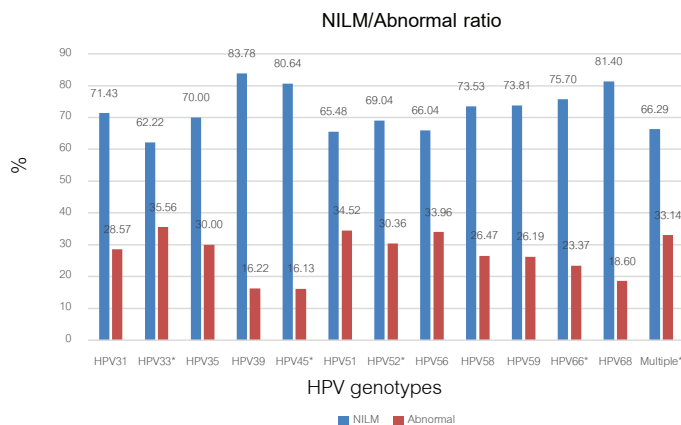


Fig. 3 Comparison of cytological results of 1,049 single and multiple infection samples.

Note: NILM, Negative for intraepithelial lesion or malignancy. The evaluation was unsatisfactory for HPV33, HPV45, HPV52, HPV66, and multiple infection, with rate 2.22, 3.23, 0.60, 0.93 and 0.57%, respectively

Discussions

The high-risk HPV prevalence among 45,019 women screened for cervical cancer using HPV DNA test with 14 HPV genotype detection kits at Kalasin Hospital since 2020 to 2023 was 5.27%, which is consistent with Duriya Phongmoon *et al.*⁽¹⁴⁾ who reported 6.00% of HPV prevalence at Lampang Cancer Hospital. In addition, Sirinya Phetpichai⁽¹⁵⁾ *et al.* also revealed 7.00% of HPV prevalence in Thai women located at Phichit, Uthai Thani, Chai Nat and Kamphaeng Phet provinces. Swangvaree *et al.* (2010) and Chansaenroj *et al.* (2009), also indicated 6.20 and 7.60% of HPV prevalence, respectively.^(16,17) However, the relatively high prevalence of HPV infection was reported at 20.70% in a study of Thumwadi Tangsiriwattana *et al.*⁽¹⁸⁾ This may be due to (1) the number of genotypes used in testing methods, (2) the number of samples, and (3) the study areas. The top three genotypes found in this study were HPV 16 (16.43%), HPV 52 (14.19%), and HPV 58 (9.97%), respectively, which are similar to those reported by Thumwadi Tangsiriwattana *et al.*⁽¹⁸⁾ (HPV 16 (17.50%), HPV 66 (11.20%), and HPV 52 (10.00%)). However, it is inconsistent with Duriya Fongmoon *et al.*⁽¹⁴⁾ and Sirinya Petchpichai *et al.*⁽¹⁵⁾ who found that their top three genotypes were HPV 52, HPV 16 and HPV 58, respectively. It may be due to the number of samples and different

sample collection methods. In addition, their study areas had different geographical, economic, and social conditions. In this study, the HPV prevalence was highest in the younger age group of 30–34 years, and the prevalence decreased when age increased, which is consistent with the specific pattern of infection in the Asian region.⁽¹⁹⁾ However, there was only 4.83% of samples in this age group. More sample collection from this age group could probably increase the chance of HPV infection detection. Of a total 1,749 cases of HPV non 16, 18, only 1,049 (60.00%) cases were further investigated for the cell abnormalities. Since the self-sampling specimens were mainly acquired for the screening test, it was difficult to trace and recollect samples from the participants for the cytological testing, resulting in almost 40.00% of cases being dropped out from the treatment. Higher abnormal cells were found in the multiple infections (33.14%) than in the single infection (26.20%); therefore, the treatment plan for multiple infection cases should be adjusted by performing colposcopy without tracing and recollecting samples for cytological testing. It may prevent dropouts from treatment and escalate the speed of treatment process. Moreover, it may reduce costs for both patients and the hospital as well.

Conclusion

The prevalence of high-risk HPV infections among Kalasin women in all age groups were 2,371/45,019 (5.27%) cases including, HPV 16 (468/45,019 cases, 1.04%), HPV 18 (154/45,019 cases, 0.34%), and HPV non 16, 18 (1,749/45,019 cases, 3.88%), which were detected covering all 14 genotypes. Among Kalasin women, the top three genotypes were HPV 16, 52, and 58 which were 468/45,019 (1.04%), 404/45,019 (0.90%), and 284/45,019 (0.63%), respectively. The age group with the highest infection was 30-34 years (11.36%). Compared with HPV non 16, 18 infection, there was a statistically significant relationship ($p = 0.001$) with Liquid Base Cytology results. The highest abnormal cells were found in the age group of 45-49 years (66/204 cases; 32.34%), 30-34 years (29/96 cases; 30.20%), and 40-44 years (47/156 cases; 30.13%), respectively.

The top three genotypes with the highest number of abnormal cells were HPV 33 (16/45 cases; 35.56%), HPV 51 (29/84 cases; 34.52%), and HPV 56 (18/53 cases; 33.96%). In addition, the results of abnormal cells were higher in the multiple infections group (58/175 cases; 33.14%) than in the single infection group (229/874 cases; 26.20%). Therefore, studying HPV prevalence and the relationship between HPV non 16,

18 and the cytological results in each region of the country is crucial for HPV screening and early treatment plan. Moreover, this data can be used for appropriate vaccine usage and development in specific areas.

References

1. National Cancer Institute, Ministry of Public Health (Thailand). Cancer in Thailand Vol. X, 2016-2018. [Online]. Available from: URL: https://www.nci.go.th/th/File_download/Nci%20Cancer%20Registry/In%20Cancer%20in%20Thailand%20IX%20OK.pdf
2. Bruni L, Albero G, Serrano B, *et al.* ICO/IARC Information Centre on HPV and Cancer (HPV Information Centre). Human Papillomavirus and Related Diseases in the World. Summary Report 10 March 2023. [Date Accessed] Available from: URL: <https://hpcvcentre.net/statistics/reports/XWX.pdf>
3. Baseman JG, Koutsky LA. The epidemiology of human papillomavirus infections. J Clin virol 2005; 32 (Suppl 1): S16-S24.
4. Wentzensen N, Schiffman M, Dunn ST, *et al.* Grading the severity of cervical neoplasia based on combined histopathology, cytopathology, and HPV geno-type distribution among 1700 women referred to colposcopy in Oklahoma. Int J Cancer 2009; 124: 964-9.

5. Dunne EF, Unger ER, Sternberg M, *et al.* Prevalence of HPV infection among females in the United States. *JAMA* 2007; 297: 813-9.
6. Walboomers JM, Jacobs MV, Manos MM, *et al.* Human papillomavirus is a necessary cause of invasive cervical cancer worldwide. *J Pathol* 1999; 189: 12-9.
7. Haverkos HW. Multifactorial etiology of cervical cancer: a hypothesis. *Med-GenMed* 2005; 7: 57.
8. Smith JS, Lindsay L, Hoots B, *et al.* Human papillomavirus type distribution in invasive cervical cancer and high grade cervical lesions: A meta-analysis update. *Int J Cancer* 2007; 121: 621-32.
9. Bosch FX, de Sanjose S. Chapter 1: Human papillomavirus and cervical cancer-burden and assessment of; causality. *J Natl Cancer Inst Monogr* 2003; 31: 3-13.
10. Braaten KP, Laufer MR. Human papillomavirus (HPV), HPV-related disease, and the HPV vaccine. *Rev Obstet Gynecol* 2008; 1: 2-10.
11. Signorelli C, Odone A, Ciorba V, *et al.* Human papillomavirus 9-valent vaccine for cancer prevention: a systematic review of the available evidence. *Epidemiol Infect* 2017; 145: 1962-82.
12. Clifford GM, Gallus S, Herrero R, *et al.* Worldwide distribution of human papillomavirus types in cytologically normal women in the international agency for research on cancer HPV prevalence surveys: a pooled analysis. *Lancet* 2005; 366: 991-8.
13. de Sanjose S, Diaz M, Castellsague X, *et al.* Worldwide prevalence and genotype distribution of cervical human papillomavirus DNA in women with normal cytology: a meta-analysis. *Lancet Infect Dis* 2007; 7: 453-9.
14. Fongmoon D, Nakong M, Lalitwongsa S, Keyoonwong W. Prevalence and genotypic distribution of high-risk human papillomavirus infection among women screened for cervical cancer at Lampang Cancer Hospital. *Bull Chiang Mai Assoc Med Sci* 2015; 48: 231-40.
15. Phetphichai S, KlyKleung N, Porta A, Bunkhong A, Kanyaboon P. The Prevalence of High-risk HPV Type among Thai Women in Phichit, Uthai Thani, Chainat and Kamphaeng Phet provinces. *Bull Dept Med Sci* 2021; 63: 766-81. (in Thai)
16. Swangvaree SS, Kongkaew P, Rugsuj P, Saruk O. Prevalence of high-risk human papillomavirus infection and cytologic result in Thailand. *Asian Pac J Cancer Prev* 2010; 11: 1465-8.
17. Chansaenroj J, Lurchachaiwong W, Termrungruanglert W, *et al.* Prevalence and genotypes of human papillomavirus among Thai women. *Asian Pac J Cancer Prev* 2010; 11: 117-22.

18. Tangsiriwatthana T, Pholampaisathit SU, Chainual A, *et al.* Prevalence of Human papillomavirus (HPV) Infection and Genotypes in Thai Women with Normal Cervical Cytology. Bull Dept Med Sci 2019; 61: 73-85. (in Thai)
19. Dunne EF, Unger ER, Sternberg M, *et al.* Prevalence of HPV infection among females in the United States. JAMA 2007; 297: 813-9.

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อใช้ในระบบการควบคุมคุณภาพ การตรวจปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ณ จุดดูแลผู้ป่วย ของโรงพยาบาลภูเขียวเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดชัยภูมิ

สมพร ทาบัว^{1,2} มยุรี ชนะสกุลนิยม² ณัฐภัทร อนุวงศ์เจริญ² และ สุมนา ดาเก็ง^{2*}

¹กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์และพยาธิวิทยาคลินิก โรงพยาบาลภูเขียวเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดชัยภูมิ

²คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล จังหวัดนครปฐม

บทคัดย่อ

การตรวจปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นเป็นการตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อประเมินภาวะเลือดจางหรือภาวะเลือดข้น ที่ทำได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว การตรวจนี้จึงใช้เป็นรายการทดสอบ ณ จุดดูแลผู้ป่วย ซึ่งต้องการความรวดเร็วและความถูกต้อง โดยเฉพาะผู้ป่วยที่อยู่ในขั้นวิกฤตที่กระบวนการดูแลผู้ป่วยต้องแข่งขันกับเวลา การตรวจปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ณ จุดดูแลผู้ป่วยที่ไม่มีระบบการจัดการควบคุมคุณภาพที่ได้อาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในการดูแลผู้ป่วยได้ ดังนั้นเพื่อการพัฒนาการดำเนินการให้มีประสิทธิภาพและสะดวก ผู้ศึกษาจึงพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับใช้ในระบบการควบคุมคุณภาพ โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับใช้ในระบบการควบคุมคุณภาพการตรวจปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ณ จุดดูแลผู้ป่วย และ 2) เพื่อพัฒนาระบบบริหารคุณภาพการตรวจปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ณ จุดดูแลผู้ป่วย วิธีการศึกษาเป็นการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพการตรวจปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ก่อนการใช้เว็บแอปพลิเคชัน ระยะที่ 2 หลังใช้เว็บแอปพลิเคชัน เวอร์ชัน 1 และระยะที่ 3 หลังใช้เว็บแอปพลิเคชัน เวอร์ชัน 2 การประเมินผลทำโดยใช้ข้อมูลด้านคุณภาพและประสิทธิภาพการทดสอบ รวมถึงแบบสอบถามความพึงพอใจและแบบสัมภาษณ์ผู้บริหาร พยาบาล นักเทคนิคการแพทย์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ผลการศึกษาพบว่า การพัฒนาปรับปรุงเว็บแอปพลิเคชันส่งผลให้ระดับความพึงพอใจทางด้านการควบคุมคุณภาพการตรวจปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นและด้านการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันมีระดับเพิ่มสูงขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (%CV) อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (%CV Limit < 4%) และระยะเวลาส่งผลกลับมีแนวโน้มดีขึ้น ผู้บริหารมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่าสามารถลดระยะเวลา ลดภาระงาน

*ผู้รับผิดชอบบทความ E-mail address: sumana.dak@mahidol.ac.th

รับบทความ: 23 ตุลาคม 2567

แก้ไขบทความ: 14 เมษายน 2568

รับตีพิมพ์บทความ: 29 เมษายน 2568

ช่วยลดค่าใช้จ่าย และเป็นประโยชน์ต่อองค์กร สรุปผลการศึกษาแสดงว่าการนำเทคโนโลยีสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นเองมาใช้ในระบบการจัดการควบคุมคุณภาพการตรวจปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ณ จุดดูแลผู้ป่วย ของโรงพยาบาลภูเขียวเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดชัยภูมิ ส่งผลให้มีประสิทธิภาพ ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งาน และประหยัดค่าใช้จ่าย

คำสำคัญ: เว็บแอปพลิเคชัน การตรวจปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ณ จุดดูแลผู้ป่วย กระบวนการควบคุมคุณภาพ

Development of a Web Application for Use in the Quality Control Process of POC Hematocrit Testing at Phukhiao Chalermprakit Hospital, Chaiphum Province

Somporn Thabua^{1,2}, Mayuree Chanasakulniyom²,
Nuttapat Anuwongcharoen² and Sumana Dakeng^{2*}

¹*Department of Medical Technology and Clinical Pathology,
Phukhiao Chalermprakit Hospital, Chaiphum Province, Thailand*

²*Faculty of Medical Technology, Mahidol University, Nakhon Pathom Province, Thailand*

Abstract

Hematocrit testing is a laboratory test used to assess anemia or polycythemia. It is simple, convenient, and rapid. Therefore, it is used as a point-of-care test for patients which requires speed and accuracy, especially patients in critical stages, where patient care must compete against time. Point-of-care hematocrit testing without a good quality control management system can affect patient care safety. To create convenient and efficient operation, a web application was developed for use in the quality control process. The objectives were 1) to develop a web application for use in the quality control process of point-of-care hematocrit testing and 2) to develop a quality management system for point-of-care hematocrit testing. The study method was to create and evaluate the performance of a web application used to control the quality of hematocrit testing, which is divided into 3 phases: 1) before using web application; 2) after using the web application version 1.0; and 3) after using the web application version 2.0. The study was assessed by using quality control and test efficiency data as well as satisfaction questionnaires. Additionally, hospital executives, nurses, medical technologists, and laboratory staff were interviewed. The results of web application development showed that the satisfaction levels, regarding the quality control of hematocrit measurement and the use of the web application, increased. Coefficient of variation (%CV) of hematocrit testing within the specified criteria (%CV Limit < 4%) and the period for returning results tended to improve. Hospital executives and all QC personnel agreed that using web applications could save time, reduce workload, decrease cost, and benefit the organization.

*Corresponding author E-mail address: sumana.dak@mahidol.ac.th

In conclusion, the developed web application could be used as in-house information technology in the quality control management system for point-of-care hematocrit testing at Phukhiao Chalermprakiat Hospital, Chaiyaphum province, and ensure effectiveness, cost savings, and satisfaction of the user needs.

Keywords: Web application, Point-of-care hematocrit testing, Quality control process

Introduction

Point-of-care testing (POCT) is laboratory testing conducted outside of the traditional lab environment, providing convenience to physicians and patients for efficient medical care. The accuracy of these tests depends on the technicians' skills and the precision of the equipment used.^(1,2) The microcentrifuge method for measuring hematocrit (Hct) is a blood test parameter that determines the proportion (%) of red blood cells in the blood. It is the key parameter used to identify anemia. This basic laboratory test assists physicians in the preliminary diagnosis, treatment progress monitoring, and assessment of patient conditions in various settings, including inpatient wards, emergency rooms, and critical care units.⁽³⁻⁵⁾

At Phukhiao Chalermphrakiat hospital in Chaiyaphum province, discrepancies were found between the Hct results from POCT at various wards and those from the central laboratory. Additionally, the blood volume collected for these tests was often inadequate, leading to sample rejections and the need for repeated blood draws. Hct was done by non-laboratory technicians, such as nurses and nurse assistants. Hct measurement using the standard centrifugation method is recommended to include internal quality control (IQC), which is routinely performed by laboratory staff. Additionally, centrifuge performance is monitored through IQC blood

samples and periodic calibration twice per year.⁽⁶⁾ In contrast, Hct measurement by POCT methods is based on distinct principles, such as portable handheld devices enabling rapid analysis without the need for centrifugation.^(7,8) IQC of POCT using the centrifugation method varies, depending on the non-laboratory staff performing the procedure and the type of microcentrifuge used.^(1,4) This issue underscores the need for a review and improvement of the quality control (QC) processes for POCT. To address the need, for quality control of Hct testing, the researchers developed a web application to facilitate the recording, monitoring, and evaluation of quality control measures. This application aimed to minimize factors affecting test accuracy at the point-of-care.

Blood is a fluid that circulates within the blood vessels and constitutes about 7-8% of a normal human's body weight. There are three types of blood cells: red blood cells (RBCs), white blood cells (WBCs) and platelet (PLT).^(9,10) Hct levels can be determined using three main laboratory methods. 1) Microcentrifuge method, 2) Automated hematocrit analysis, and 3) Portable handheld devices.⁽¹¹⁻¹³⁾ The World Health Organization (WHO) has established criteria for POCT devices, summarized by the acronym ASSURED: Affordable (low-cost), Sensitive (low false-negative rate), Specific (low false-positive rate), User-friendly (simple procedures), Rapid & Robust (quick results

and no need for refrigeration), Equipment-free (no complex equipment required), and Delivered to end-users (results accessible to users).⁽¹⁴⁻¹⁶⁾

The web-based platform, developed using Python for database management, is proved for the effective implementation in collecting QC data, evaluating results, and visually presenting QC graphs and parameters to users. In addition, web applications are designed to facilitate data collection and interpretation, ensuring ease of use for non-laboratory staff. Consequently, POCT operators can input IQC data directly from their respective locations, enabling real-time identification of abnormalities in Hct measurements and facilitating timely corrective actions. Furthermore, the centralized aggregation of POCT IQC data allows the laboratory's QC manager to systematically assess the accuracy and precision of POCT-based Hct measurements across the hospital, thereby enhancing overall quality assurance.⁽¹⁶⁾ Therefore, this study aimed to develop a web application for use in the quality control process of point-of-care hematocrit testing and to develop a quality management system for point-of-care hematocrit testing in Phukhiao Chalermprakiat Hospital, Chaiyaphum Province.

Materials and Methods

1. Scope of study

This study used research and development (R&D) design across three phases: (1) before using the web application,

(2) after using the web application version 1.0, and (3) after using the web application version 2.0. The scope of the study includes: developing the web application using Python, conducting two surveys to gather opinions and satisfaction levels on the QC in Hct testing and the performance of the web application among 16 laboratory staffs and 24 nurses, evaluating the web application's efficiency by calculating the percentage coefficient of variation (%CV) of Hct values and turnaround time for returning QC values to the laboratory, and interviewing nurses, medical technologists (MTs), and five hospital executives with subsequent analysis of the interview scripts.

2. Tools and equipment

The tools and equipment used in this study included centrifuge equipment (Boeco H-240, Germany) for Hct testing, the QC materials from Horiba Thailand are classified into three levels: low, ranges from 16% to 19%; normal, ranges from 38% to 42%; and high, ranges from 47% to 53%, the developed web application, survey questionnaires (Table 2 and 3) and interview guides, derived from the study by Phumeechanya and Teamsriratchaneekorn, 2021,⁽¹⁷⁾ for collecting feedback from web application users and hospital executives. The questionnaire was then reviewed for accuracy and appropriateness by three experts, yielding an IOC (Index of item objective congruence) value ranging from 0.83 to 1.00.

3. Procedure

The study procedure involved conducting a meeting to explain the study and request coordination. The test materials were distributed to each POCT site once per month. The QC materials, consisting of three levels, were tested once per sample, and the point-of-care staff were responsible for conducting the tests, performing Hct tests according to standard procedures (microcentrifuge method),⁽¹¹⁾ recording results using the web application, and analyzing the collected data.

Phase 1: Before using the web application. Prior to system implementation, laboratory processes were entirely manual. Staff conducted all tests independently and recorded data on paper worksheets. The absence of digital tools resulted in time-consuming operations, slow information flow, and frequent inconveniences. (January 2021 - March 2023)

Phase 2: After using web application version 1.0. During this phase, laboratory staff and nurses conducted IQC testing by using a web application to record test results and perform data processing. The goal was

to improve operational efficiency and reduce manual workload. Although the system provided basic functions for data entry and analysis, it lacked automated alert systems and data security features. As a result, users had to manually monitor QC and ensure data accuracy without support from notification mechanisms or protective features. (April 2023 - December 2023)

Phase 3: After using web application version 2.0. In this phase, laboratory staff and nurses utilized the upgraded web application version 2.0 to support IQC processes. Testing was conducted by staff at POCT sites to evaluate the application's real-time performance and usability. The updated version introduced an instant notification feature that alerts users when values fall outside the acceptable range, significantly enhancing responsiveness and data accuracy. System security was also improved with user authentication through individual usernames and passwords, ensuring access control to the system. (January 2024 - April 2024)

Table 1 Comparison of quality recording for POC hematocrit measurement; phase1 - phase 3.

List	Phase 1 Before using web application	Phase 2 After using web application version 1.0	Phase 3 After using web application version 2.0
Responsibility	laboratory staff	laboratory staff/nurse	laboratory staff/nurse
Record form	work sheet	web application	web application
Process	laboratory staff conduct all tests	the staff at the patient care point are the testers	the staff at the patient care point are the testers
Notification	none	none	instant notification when values go outside the range
Access to usage	everyone	everyone	username & password
Duration	long time	low	very low
Ease of use	inconvenient	convenient	convenient
Data safety	low with the risk of loss	low	high
Data storage	paper	stored on the web host	own storage database server
Cost	none	If the data exceeds 100 MB, the server fee will be 300 THB per month.	The server service fee and quality control substances are free of charge.

4. Data collection

Data collection consisted of gathering records of internal quality control for Hct testing using a centrifuge at Phukhiao Chalermprakit hospital in Chaiyaphum province from 2020-2024, obtaining IQC records of POCT online. Interviews with hospital executives, nurses, medical technologists, and laboratory

staff, and feedback collection through user surveys were conducted after ethics committee approval. In Phase 1, laboratory staff and nurses evaluated the QC testing process for Hct. The questionnaire for opinions and satisfaction assessment of quality control of hematocrit testing (Table 2). In Phases 2 and 3, laboratory staff and nurses evaluated

both the QC testing process for Hct and the web application, while hospital executives provided their opinions through interviews. The questionnaire for opinions and satisfaction

assessment was based on Quality Control of Hematocrit Testing (Table 2) and Web Application Usability (Table 3).

Table 2 Questionnaire on opinions and satisfaction of service Users: Quality Control of Hematocrit Testing.

No.	Evaluation Topic	Rating
1	Convenience of accessing test samples	☐ Excellent ☐ Good ☐ Average ☐ Poor ☐ Very Poor
2	Clear and simple sample packaging format	☐ Excellent ☐ Good ☐ Average ☐ Poor ☐ Very Poor
3	User manual and test guidelines	☐ Excellent ☐ Good ☐ Average ☐ Poor ☐ Very Poor
4	safety and security of quality control sample	☐ Excellent ☐ Good ☐ Average ☐ Poor ☐ Very Poor
5	Testing guidance	☐ Excellent ☐ Good ☐ Average ☐ Poor ☐ Very Poor
6	Sample transportation to test points	☐ Excellent ☐ Good ☐ Average ☐ Poor ☐ Very Poor
7	Clarity in test result interpretation	☐ Excellent ☐ Good ☐ Average ☐ Poor ☐ Very Poor

Table 3 Questionnaire on opinions and satisfaction of service users: web application usability.

No.	Evaluation Topic	Rating
1	Ease of using the system	☐ Excellent ☐ Good ☐ Average ☐ Poor ☐ Very Poor
2	System suitability and meeting user needs	☐ Excellent ☐ Good ☐ Average ☐ Poor ☐ Very Poor
3	Responsiveness of the system	☐ Excellent ☐ Good ☐ Average ☐ Poor ☐ Very Poor
4	System functionality and accuracy	☐ Excellent ☐ Good ☐ Average ☐ Poor ☐ Very Poor
5	System security	☐ Excellent ☐ Good ☐ Average ☐ Poor ☐ Very Poor
6	Benefits of data storage within the system	☐ Excellent ☐ Good ☐ Average ☐ Poor ☐ Very Poor
7	System design	☐ Excellent ☐ Good ☐ Average ☐ Poor ☐ Very Poor
8	Presence of user guides and instructions	☐ Excellent ☐ Good ☐ Average ☐ Poor ☐ Very Poor
9	System compatibility with all devices and ability to display results accurately	☐ Excellent ☐ Good ☐ Average ☐ Poor ☐ Very Poor

5. Development of a web-based quality control application for point-of-care Hct testing

The web application developed for QC in point-of-care Hct testing version 1.0 and 2.0 was structured following the Model-View-Controller (MVC) architecture⁽¹⁷⁾ (Fig. 1). Development comprised two main

components: client-side and server-side. Web application version 1.0 was initially implemented in 2023, followed by version 2.0, which has provided improved efficiency from 2024 to the present. A comparison of the efficiency between the two versions is presented in Fig.1.

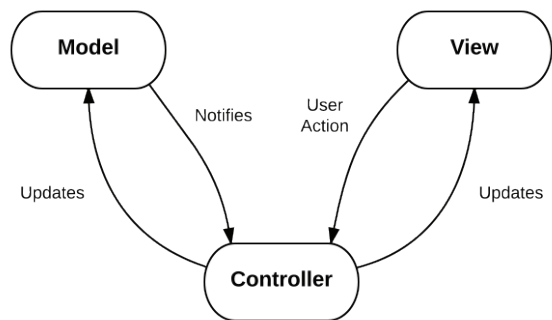


Fig. 1 The MVC (Model-View-Controller) architecture.

5.1 Client-side Components

The client-side component facilitated user interactions through a web browser supplemented by necessary plugins. Key functionalities developed included secure user authentication through username and password systems, a homepage dashboard designed to

present quality control metrics via a graphical “Monthly Summary,” which displayed mean, standard deviation (SD), and coefficient of variation (%CV) values monthly, and an integrated notification system utilizing “Line Notify” (Fig. 2 and Fig. 3).

5.2 Server-side Components

The server-side component encompassed the web application itself, programmed in Python using the PyCharm Integrated Development Environment (IDE). The XAMPP version 3.3.0 served as the web server environment, while Ngrok was employed to expose the local host to the public internet. The server operations were executed on hardware equipped with the Microsoft SQL operating system, featuring a 3.00 GHz ARM-based processor, 8.00 GB of RAM, and a 64-bit operating system.

6. Statistical analysis

The statistical methods used in this study included: (1) Hct value analysis using mean, standard deviation (SD), coefficient of variation (%CV), %CV limits, and percentage calculations; and (2) satisfaction evaluation using a 5-level rating scale: 4.51-5.00 (very high), 3.51-4.50 (high), 2.51-3.50 (moderate), 1.51-2.50 (low), and 1.00-1.50 (very low).

Results

1. Users' feedback and satisfaction regarding the developed web application in quality controlling of POC Hct testing

The evaluation was conducted across three phases:

1.1 Before using web application

Before implementing the web application, laboratory staff and nurses who

observed and monitored the process of POC Hct control showed the highest satisfaction with the convenience of result reporting, with a mean score of 3.63. The lowest satisfaction scores were for the safety of sample materials and convenience of usage instructions, with average scores of 3.19 and 3.20, respectively. Additionally, laboratory staff and nurses expressed the need for quicker, more user-friendly testing procedures to save time and reduce redundant data entry.

1.2 After using web application version 1.0

While laboratory staff reported the highest satisfaction with the design of the application (mean score of 3.50), nurses were satisfied most with the easiness of system usage (mean score of 3.50). Both groups reported the lowest satisfaction with system security, with an average score of 3.00 from laboratory staff and 3.04 from nurses. Additional feedback from both groups indicated that data processing was inconvenient, as it required re-entering data into Excel and lacked a notification system

1.3 After using web application version 2.0

The web application version 1.0 revealed security issues, as data was not secure, allowing everyone to input results for one another. Additionally, the system lacked notification features. Therefore, further development was carried out, leading to the phase of using web application version 2.0. The highest satisfaction among laboratory

staff was noted with system security, benefits of data retention, and usability across devices, all scoring as 4.69. Nurses rated the highest satisfaction with usability across devices, scoring as 4.75. Regarding the QC in Hct testing, the laboratory staff reported the highest satisfaction with the convenience of recording test results, with an average score of 4.69. Among nurses, the highest satisfaction was with the process of sending samples to the testing site, with an average score of 4.71. Most items were rated at high to very high levels of

satisfaction.

For additional feedback, the users indicated that the web application was well developed, modern, and easy to use. The application effectively incorporated technology into the work process, with a clear and well-designed format. Instructions were also clearly explained. AN suggestion was to display the application on the hospital’s website for more convenient use (Fig. 4 and Fig. 5)

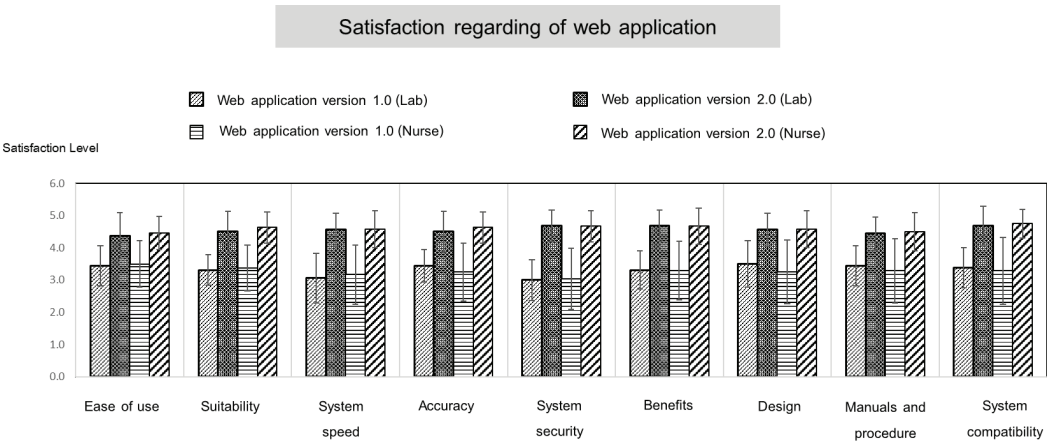


Fig. 4 Satisfaction levels regarding of web application.

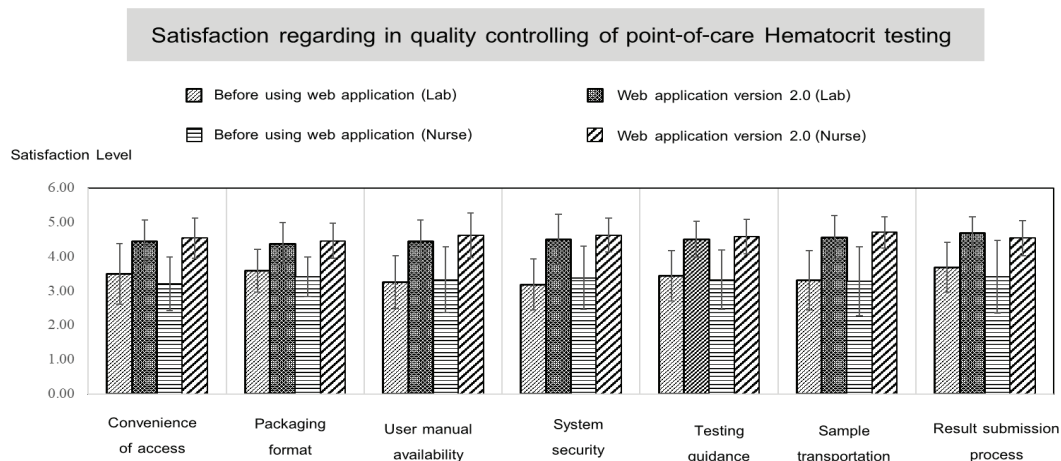


Fig. 5 Satisfaction levels regarding in quality controlling of point-of-care hematocrit testing.

2. Evaluation of effectiveness in quality management of POC Hct Testing

Evaluation was based on the %CV (with a 4% acceptance limit defined by CLIA 2019⁽¹⁸⁾ and the Thailand Medical Technology Council⁽⁶⁾) and turnaround times across three phases:

2.1 Before using web application

Medical technologists were responsible for conducting QC for Hct testing in the patient wards. The results showed that %CV values of QC material at normal levels met the standards, except for September 2020 (Fig. 6). The %CV values for low and high Hct measurements were outside the acceptable range, with %CVs of 5.6 and 4.1, respectively. Turnaround time data was not available for this phase.

2.2 After using web application version 1.0

The nurses in the patient wards conducted the QC tests for Hct and entered the results through web application version 1.0. The %CV values did not meet the standards more frequently, with a non-compliance rate of 33.3%. Turnaround time exceeded expectations by 12.5%.

2.3 After using web application version 2.0

The nurses in the patient wards conducted the QC tests for Hct and entered the results through web application version 2.0. The %CV values showed significant improvement with a compliance rate of 91.7%. Turnaround time exceeded expectations by 6.8%. Due to the improvements in web application version 2.0,

a notification system through Line application was added. The official Line account was set to send notifications for sample submissions and expiration dates. The web application allowed results to be entered by scanning QR

code and sent to the server. The information was up-to-date and secure, making the process more convinient. The system automatically calculated the %CV and provided notifications through Line notify. (Fig. 6)

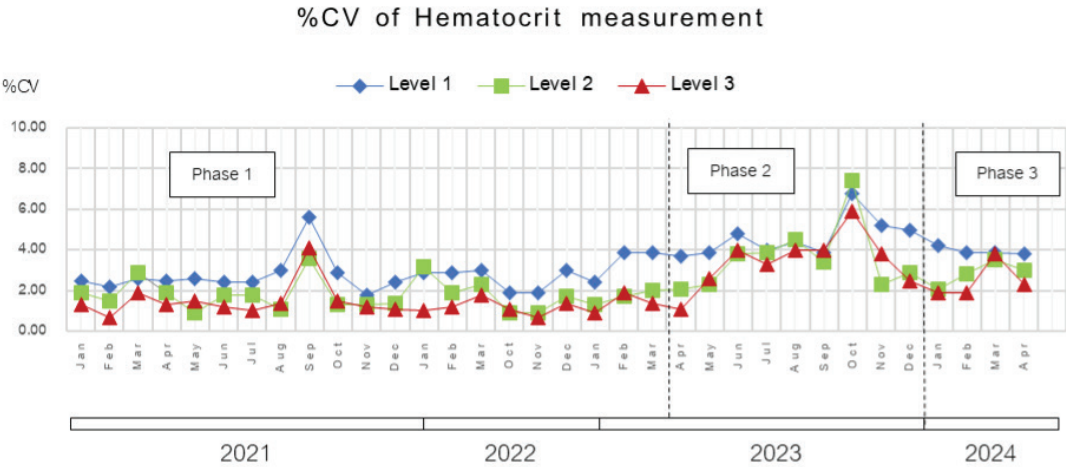


Fig. 6 Monthly %CV of hematocrit QC at three levels across 3 phases.

3. Analysis of management interviews

The hospital executive and all QC personnel interviews, conducted with a group of five executives including two doctors, one medical technologist, one professional nurse, and one computer scientist, revealed key insights. The interviews focused on six main questions: 1) The process of managing development and QC, 2) The benefits of developing the web application and the QC process, 3) The reduction in turnaround time before and after the development of the web application, 4) The reduction in workload before and after the development of the web application, 5) The reduction in costs, and

6) Suggestions for improvement.

The results showed positive outcomes in system development, continuous problem solving, and operational recommendations. The web application significantly improved convenience for laboratory staff in testing areas. Laboratory staff were not needed to go to the wards for QC because results could be easily entered and immediately accessed. The speed of processing was enhanced, as results can be entered online in real-time, ensuring that data remained up-to-date. Moreover, the web application reduced workload by eliminating the needs for manual record keeping in notebooks or Excel sheets.

In terms of cost savings, the web application was developed in-house; therefore, it helped reduce expenses. Additionally, it cuts costs by utilizing QC substances left over from daily inspections. Despite the project having a limited budget, the outcomes were beneficial for the organization. This discovery underscored the positive impact of the web application on improving both efficiency and QC in POCT, as reflected by user feedback and insights from management.

Discussion

Web application version 2.0 was developed using the MVC architecture, which ensured a clear separation of responsibilities and facilitates efficient system management and maintenance. It featured an authentication system, real-time responsiveness with alerts when values are out of range, and automatic monthly data processing. Additionally, the application was available for free.⁽¹⁷⁾ These tools were consistent with the educational approaches by Panwisut, 2019⁽¹⁹⁾ and Prasomsab and Suwantheeraangkoon, 2020.⁽²⁰⁾

Many hospitals conduct IQC for Hct testing by having laboratory personnel performing the tests at the point-of-care. However, some hospitals do not implement any IQC procedures. These QC tests are often performed by non-laboratory personnel, such as nurses or nursing assistants, who might have limited skills and knowledge in laboratory analysis. Therefore, a strict QC

management system is essential to ensure the accuracy of test results.^(1,2,4) According to POCT guidelines, ward staff are responsible for performing the tests.⁽¹⁵⁾ Medical laboratory standards recommended that the laboratory shall provide IQC materials to the POC units for testing.⁽⁶⁾ Additionally, ISO 15189:2022 guidelines suggested that the laboratory should oversee and support POCT conducted by various departments within the organization.⁽¹⁶⁾ Previous studies have shown that the use of web applications or related computer-based technologies can enhance efficiency and improve user satisfaction.⁽¹⁹⁻²¹⁾

Before using the web application, satisfaction levels among laboratory staff and nurses were moderate across all evaluation criteria. However, these satisfactory levels were significantly increased to the high and highest levels during the web application version 2.0 and subsequent improvements. Examples of improvements made during this phase included adding a notification for out-of-range results, visualizing data in graph format, analyzing data, and sending test result notifications via the Line application. The increase in satisfaction found in this study aligns with the study by Naknarin, *et al.*⁽²¹⁾ investigating the development of web applications to enhance marketing potentials of Tak beef cattle in Tak Province. They found high levels of satisfaction regarding the design of the web application and media.

Prior to the implementation of the web application, %CV values were low, ranging from 1-3%, probably because the tests were conducted by experienced laboratory staff. During the web application version 1.0 phase, the number of out-of-range significantly increased to 33.3%. This could be due to nurses, who were in charge of QC testing, possibly lacking experience. However, after web application version 2.0 was developed, and the QC results showed positive improvement and were within acceptable limits. This improvement was attributed to enhancements in the web application, including result management controls, notifications for out-of-range results, and the availability of a Line official for problem inquiries and coordination. The range of each level was the overall average, and with the development of the web application version 2.0 and systematic QC training and follow-up, improvements were observed, and %CV values were within the specified criteria.⁽¹⁸⁾ (Fig. 6)

In Phase 1, the delay in result returns occurred because laboratory staff conducted tests in patient wards, which consumed significant time, required one staff member solely for QC, and did not allow for assessing the skills of POCT personnel. In Phase 2, web application version 1.0 was introduced for recording and tracking QC results; however, it lacked a notification system for deadlines, leading to testers being unaware of result

submission timelines. In phase 2, the delayed return of results was 12.5%, due to the absence of a notification system and unclear documentation. In Phase 3, web application version 2.0 was implemented, incorporating deadline notifications via Line notify and Line official, which informed staff about QC sample submission schedules, increasing awareness and improving on-time result submissions. In phase 3, the results showed a positive trend in which the delayed return of results improved to 6.8%. This improvement was attributed to notifications being sent through the Line official to the responsible personnels and the availability of clear documentation guidelines. (Table 1)

Analysis of interviews with hospital executives revealed that all six aspects were positively aligned. These included having a good format, appropriateness, continuous development, convenience, efficiency, reduction in workflow steps, reduced time, reduced workload, and reduced costs.

This study demonstrates that the application of self-developed information technology in the management system of POC Hematocrit testing control at Phukhiao Chalermpkrakiat hospital, Chaiyaphum province, was proved to be effective and satisfy user needs. This encompasses QC in POC Hematocrit testing and usability of the web application, resulting in cost savings.

Acknowledgements

This research was successfully completed with gratitude for the kindness and valuable assistance from all the advisors. I would like to extend my heartfelt gratitude to all the faculty members of the Faculty of Medical Technology, Mahidol University. I also wish to thank the director and staff of Phukhieo Chalermprakit Hospital for their time and participation in this research project. Lastly, I express my deepest thanks to my beloved parents and family members, whose support has been integral to the success of my studies.

References

1. Sakaew P, Kongros K, Wongsri P, Apiratmateekul N, Treebuphachatsakul W. Performance of a hematocrit determination in health promotion hospitals when using different assigned values. *Int J Pharma Bio Sci* 2020; 11: 77-82.
2. Luene P, Napatsornweerawong N, Tientadakul P, Wongkrajang P, Kiartivich S, Opartkiattikul N. Point-of-care Glucose Testing: thirteen-year experience of quality improvement at the 2,000 bed medical school hospital. *J Med Tech Assoc Thailand* 2021; 49: 7676-95. (in Thai)
3. Altura MJ, Kim R, Binghay CJ, Smith K, Hashim IA. Correlation between blood hemoglobin measured by point of care instrument and hematocrit measured by the central laboratory. *Clinical Pathology Laboratory Week* (2023); A-028.
4. Khan AI, Pratumvinit B, Jacobs E, Kost GJ, Kary H, Balla J, *et al.* Point-of-care testing performed by healthcare professionals outside the hospital setting: consensus-based recommendations from the IFCC Committee on Point-of-Care Testing (IFCC C-POCT). *Clin Chem Lab Med* 2023; 61: 1572-9.
5. Pai S, Frater JL. Quality management and accreditation in laboratory hematology: Perspectives from India. *Int J Lab Hematology* 2019; 41: 177-83.
6. Jerdsermanan S, Manorom W, Rattanachaipornpun P. editors. *Medical Technology Standards 2022*. The Medical Technology Council; 2022; 1: 36-52. (in Thai)
7. Linko-Parvinen AM, Keranen K, Kurvinen K, Tienhaara A, HemoScreen hematology analyzer compared to Sysmex XN for complete blood count, white blood cell differential, and detection of leukocyte abnormalities. *E J Haem* 2022; 3: 1126-34.
8. Singh A, Dubey A, Sonker A, Chaudhary R. Evaluation of various methods of point-of-care testing of haemoglobin concentration in blood donors. *Blood Transfus* 2015; 13: 233-9.
9. McKenzie SB. *Clinical Laboratory Hematology*. New Jersey, Pearson Prentice Hall; 2004.

10. Billett HH. Hemoglobin and Hematocrit. In: Walker HK, Hall WD, Hurst JW, editors. *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations*. 3rd ed. Butterworths; Boston: 1990.
11. The recommended method for the determination of packed cell volume by centrifugation. In: World Health Organization; 2000. *Diagnostic imaging and laboratory technology* [Internet] [cited Jun 9 2024]. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66240>
12. HemataStat II Hematocrit Analyzer. EKF diagnostics. Point of care. Hematology, [internet] [cited Dec 3 2023]. Available from: <https://www.ekfdiagnostics.com/hematastat-II.html>
13. St John A, Price CP. Existing and Emerging Technologies for Point-of-Care Testing. *Clin Biochem Rev* 2014; 35: 155-67.
14. Shaw JLV. Practical challenges related to point of care testing. *Pract Lab Med* 2016; 4: 22-9.
15. National Guidelines of Point-of-Care Testing for Thailand. Yawongwiroj B. J Ministry of Public Health, editor Thailand Press; 2015.
16. ISO 15189:2022. Medical laboratories requirements for quality and competence. International Organization for Standardization; 2022.
17. Phumeechanya N, Teamsriratchaneekorn P. The development of m-learning with self-directed learning on basic python programming language for computer education students Nakhon Pathom Rajabhat University. *Khru Pibul Journal* 2021; 8: 1-13. (in Thai)
18. New CLIA proposed rules for acceptance limits for proficiency testing [internet]; 2019. Westgard QC [cited Mar 11 2024]. Available from: <https://www.westgard.com/2019-clia-changes.htm>.
19. Panwisut C. Development of a Web Application to Enhance Information Technology Skills for Level 2 Students at Anuban Ratchaburi School. Silpakorn University Library; 2019.
20. Prasomsab R, Suwantheeraangkoon S. Web Application for Program Education and Examination. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang; 2020.
21. Naknarin T, Wongruekdee J, Pongvirithon K, Wongwilairat S. Development of a Web Application Prototype to Enhance the Marketing Potential of Tak Cattle Entrepreneurs in Tak Province. *Journal of Administration and Local Innovation*; 2021.

เส้นกราฟการตอบสนองต่อปริมาณรังสีสำหรับความผิดปกติ ของโครโมโซมแบบไดเซนทริกที่เกิดจากรังสีแกมมา เพื่อการเตรียมพร้อมรับมือเหตุฉุกเฉินทางรังสีในประเทศไทย

เบญจวรรณ รังสิมาภรณ์^{1,2} นุชบา ฤกษ์อำนวยโชค² อีสริยา ชัยรัมย์³ ดารุณี พิขุนทด³
และ วันวิสา สุกประเสริฐ^{1*}

¹ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

²ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร

³กองพัฒนาระบบและมาตรฐานกำกับดูแลความปลอดภัย สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ

การประเมินปริมาณการได้รับรังสีก่อไอออนอย่างแม่นยำมีความสำคัญอย่างยิ่งในการใช้มาตรวัดรังสีทางชีวภาพ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมและประชากรศาสตร์เฉพาะถิ่นอาจมีผลต่อการตอบสนองต่อรังสี การศึกษานี้นำเสนอการพัฒนาเส้นกราฟการตอบสนองต่อปริมาณรังสีสำหรับความผิดปกติของโครโมโซมแบบไดเซนทริกที่เกิดจากรังสีแกมมาในลิมโฟไซต์ของมนุษย์ ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อเสริมสร้างความพร้อมในการรับมือเหตุฉุกเฉินทางรังสีในประเทศไทย โดยใช้ตัวอย่างเลือดจากอาสาสมัครเพศชายอายุ 39 ปีและเพศหญิงอายุ 32 ปี มาฉายรังสีแกมมาจากต้นกำเนิดโคบอลต์-60 อัตรารังสี 0.574 เกรย์ต่อนาที ในช่วงปริมาณรังสี 0-5 เกรย์ จากนั้นเพาะเลี้ยงลิมโฟไซต์และวิเคราะห์โครโมโซมแบบไดเซนทริกตามวิธีมาตรฐานที่แนะนำโดยทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA) สร้างเส้นกราฟการตอบสนองต่อปริมาณรังสีโดยใช้แบบจำลองเชิงเส้น-กำลังสองด้วยซอฟต์แวร์ Biodose Tools เวอร์ชัน 3.6.1 การประเมินความถูกต้องของเส้นกราฟที่สร้างขึ้นทั้งแบบกราฟแยกเพศและกราฟรวมพบว่า ค่าปริมาณรังสีที่ประเมินได้จากกราฟทั้งสองมีความใกล้เคียงกับปริมาณรังสีที่ได้รับจริง การวิเคราะห์ทางสถิติด้วย paired *t*-test และ ANOVA พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างค่าปริมาณรังสีที่ประเมินจากกราฟแยกเพศและกราฟรวม ผลการศึกษานี้ช่วยเสริมสร้างความสามารถของประเทศไทยในการประเมินการได้รับรังสีในสถานการณ์ฉุกเฉิน และยังเป็นการสนับสนุนความพยายามระดับโลกในการพัฒนามาตรวัดรังสีทางชีวภาพ โดยการจัดทำกราฟอ้างอิงที่เชื่อถือได้ขึ้นภายในประเทศ

คำสำคัญ: การเตรียมพร้อมรับมือเหตุฉุกเฉินทางรังสี มาตรวัดรังสีทางชีวภาพ ความผิดปกติของโครโมโซมแบบไดเซนทริก เส้นกราฟการตอบสนองต่อปริมาณรังสี เหตุการณ์ทางรังสี

*ผู้รับผิดชอบบทความ E-mail address: fsciwasu@ku.ac.th

รับบทความ: 20 พฤศจิกายน 2567

แก้ไขบทความ: 6 มกราคม 2568

รับตีพิมพ์บทความ: 21 มกราคม 2568

Dose-Response Curves for Gamma-Ray-Induced Dicentric Chromosomal Aberrations for Radiological Emergency Preparedness in Thailand

Benchawan Rungsimaphorn^{1,2}, Budsaba Rerkamnuaychoke², Issariya Chairam³,
Darunee Peekhunthod³ and Wanwisa Sudprasert^{1*}

¹*Department of Applied Radiation and Isotopes, Faculty of Science,
Kasetsart University, Bangkok, Thailand*

²*Department of Pathology, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital,
Mahidol University, Bangkok, Thailand*

³*Regulatory Technical Support Division, Office of Atoms for Peace, Bangkok, Thailand*

Abstract

Accurate assessment of ionizing radiation exposure is essential in the realm of biological dosimetry, particularly in regions where unique environmental and demographic factors may influence radiation responses. This study presents the development of dose-response curves for gamma-ray-induced dicentric chromosomal aberrations in human lymphocytes, intending to enhance radiological emergency preparedness in Thailand. Blood samples from a 39-year-old male and a 32-year-old female were irradiated with Co-60 gamma rays at a dose rate of 0.574 Gy/min across a dose range of 0–5 Gy. The lymphocytes were cultured and analyzed for dicentric chromosomal aberrations following standard procedures recommended by the International Atomic Energy Agency (IAEA). The dose-response curves were generated using a linear-quadratic model with Biodose Tools v3.6.1 software. Accuracy assessment of the generated curves, for both individual and pooled datasets, showed that the estimated radiation doses closely aligned with the actual delivered doses. Statistical analysis using paired *t*-test and ANOVA revealed no significant difference between the estimated doses from the individual and pooled curves. These findings strengthen Thailand's capability to assess radiation exposure in emergency situations and support global efforts in biological dosimetry by establishing a reliable, locally generated reference curve.

Keywords: Radiological emergency preparedness, Radiation biodosimetry, Dicentric chromosomal aberration, Dose-response curves, Radiological incidents

*Corresponding author E-mail address: fsciwasu@ku.ac.th

Introduction

Radiological emergency preparedness (REP) encompasses proactive measures aimed at mitigating the impact of radiological incidents or emergencies, which may result from nuclear accidents, radiological terrorism, or industrial mishaps. These events pose major threats to public health, the environment, and societal well-being, necessitating a comprehensive approach to planning, organizing, and implementing measures to address them effectively.

Central to REP is radiation biodosimetry—the assessment of radiation exposure in individuals through the analysis of biological samples such as blood or urine. This process is crucial for several reasons. First, it enables the accurate estimation of absorbed radiation doses in affected individuals, facilitating the evaluation of potential health risks and the implementation of appropriate medical management strategies. Second, biodosimetry aids in identifying individuals with high radiation doses, allowing emergency responders and healthcare professionals to prioritize medical treatment for those at increased risk of radiation-related health effects.⁽¹⁾ Third, radiation biodosimetry contributes to the broader public health response by providing data on radiation exposure and assisting public health authorities in assessing the overall impact of radiological incidents on affected populations. This information informs decisions regarding

resource allocation, medical team deployment, and the implementation of protective measures, such as evacuation or sheltering, to reduce the risk of exposure.⁽²⁾

The evolution of radiation biodosimetry capabilities and infrastructure in Thailand has been influenced by past radiological incidents, such as the Co-60 radiation accident in Samut Prakan province in 2000⁽³⁾ and the recent Cs-137 incident in Prachinburi province in 2023.⁽⁴⁾ These incidents underscore the importance of preparedness efforts and highlight the need for accurate dose estimation tools, such as dose-response curves, to assess radiation exposure accurately. In addition to these well-documented events, Thailand faces potential risks from radiation-related incidents in medical and industrial contexts. While specific reports or publications on such events in Thailand are limited, similar incidents reported in other countries provide insight into potential risks. For instance, accidental overexposure in hospitals caused by equipment malfunctions or operator errors during radiotherapy procedures has been documented in several countries.^(2, 3) Likewise, improper handling of radioactive materials in industrial applications, such as non-destructive testing or equipment calibration, poses a significant risk of radiation exposure if not managed appropriately.^(2, 3)

Although these incidents are often less severe than large-scale radiological emergencies, they underscore the ongoing risks associated with mismanagement of radiation

sources. Addressing these risks requires sustained efforts to enhance radiological emergency preparedness in Thailand, including the development of reliable biological dosimetry tools such as dose-response curves. These tools are essential for accurately assessing potential radiation exposure and guiding effective emergency responses.

To address these challenges, Thailand established the Thai Biodosimetry Network in 2015, with the Office of Atoms for Peace (OAP) playing a pivotal role as the main agency and coordinator. The Network's activities focus on action planning, public knowledge dissemination, and expertise advancement in biodosimetry through research. Central to these efforts is the construction of dose-response curves, essential tools for accurately estimating absorbed radiation doses and assessing associated health risks during radiological incidents or accidents.

Numerous techniques exist for radiobiological evaluation⁽⁵⁾, with the dicentric chromosome assay (DCA) being widely recognized as the gold standard due to its high accuracy.⁽⁶⁾ DCA entails identifying abnormalities in the chromosome structure, particularly dicentric chromosomes within lymphocytes, and quantifying structural abnormalities to construct dose-response curves. Standard dose-response curves from Co-60 radiation sources using the DCA technique have been established in various countries, including Malaysia,⁽⁷⁾ Spain,⁽⁸⁾

Germany,⁽⁹⁾ Vietnam,⁽¹⁰⁾ Brazil,⁽¹¹⁾ India,⁽¹²⁾ and China.⁽¹³⁾ In Thailand, there is a notable scarcity of standardized radiation dose-response curves. While some standard curves exist for gamma rays from Cs-137 sources using the DCA and premature chromosome condensation (PCC) techniques,⁽¹⁴⁾ these do not encompass the diversity of radiation sources used in various fields. Consequently, there is a pressing need to enhance personnel capabilities and maintain preparedness. Previous studies have suggested that biological factors, such as gender, may influence the frequency of chromosomal aberrations after radiation exposure, which could lead to variations in dose-response relationships.⁽¹⁵⁻¹⁷⁾ This study aimed to address this need by detailing the development of standardized Co-60 dose-response curves using the DCA technique, with a specific focus on gender comparisons to account for potential variations in radiation responses. Additionally, the paper rigorously assessed the accuracy of these curves by evaluating their performance in estimating unknown radiation doses.

Materials and methods

1. Blood collection

Approval for the research was obtained from the Ethical Clearance Committee, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University (Ref: COA. MURA2022/489), ensuring compliance with ethical guidelines. All blood donors provided informed consent prior to participation.

To minimize confounding factors in the development of dose-response curves, we carefully selected two healthy individuals—a 39-year-old male and a 32-year-old female—with normal complete blood count results and no recent history of radiation exposure.^(6,18) Additionally, we accounted for key variables that could influence chromosomal radiosensitivity, including the donors' occupational, lifestyle, environmental, and medical history. Both donors were non-smokers, had no history of chronic medical conditions, were not taking any medication that could affect radiation response, and had no recent exposure to diagnostic or therapeutic ionizing radiation. The donors were not engaged in occupations involving radiation or chemical exposure. Venous blood was collected using a needle into vacuum tubes containing lithium heparin as an anticoagulant, ensuring the integrity of samples for analysis.

2. Irradiation

Whole blood samples were collected in lithium heparin tubes and placed in a water-filled phantom to maintain a temperature of 37°C.⁽⁶⁾ Irradiation was conducted at the Bureau of Radiation and Medical Devices, Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, using a Co-60 radiation source at a dose rate of 0.574 Gy/min. Doses ranging from 0 to 5 Gy were administered. The irradiation doses were verified using a calibrated ionization chamber dosimeter positioned at the same location as the

samples during irradiation. The dosimeter was calibrated according to the standards set by the IAEA to ensure the accuracy and consistency of the delivered doses. Following irradiation, the blood samples were incubated at 37°C for 2 hours to facilitate DNA repair before cell culturing.⁽¹⁴⁾

3. Lymphocyte culturing and slide preparation

Short-term lymphocyte cultures were established using whole blood and aseptic techniques were applied throughout the process to maintain sample integrity. The culture medium consisted of RPMI1640 supplemented with 20% fetal bovine serum, 1% Penstrep, and phytohemagglutinin, along with Colcemid at final concentrations of 0.06 mg/mL and 0.05 µg/mL, respectively.⁽¹⁴⁾ The cultures were placed in a CO₂ incubator at 37°C for 48 hours to initiate cell division.⁽⁶⁾

Following incubation, the cells were harvested using a hypotonic solution (0.075M KCl), which helps to swell the lymphocytes and facilitate chromosome spreading. The harvested cells were then fixed with Carnoy's solution, spread onto slides, and stained with a 5% Giemsa solution in Wise buffer for analysis.⁽¹⁴⁾

4. Chromosome aberration scoring

An automated metaphase finding system, the Carl Zeiss Axio Imager and Metafer (MetaSystems; Germany), was utilized to locate and save cell images for

analysis. Chromosomes from metaphase cells were selected for analysis if they exhibited 45-46 centromeres, which corresponds to the expected number of centromeres in a normal diploid human cell. A typical healthy human cell contains 46 chromosomes, each with one centromere, but radiation exposure can induce the formation of dicentric chromosomes-chromosomes with two centromeres-leading to cells with 45 centromeres being included in the analysis.⁽⁶⁾ At least 100 dicentrics were examined from metaphase cells, or a minimum of 1,000 cells were analyzed per analysis, following standard procedures for biological dosimetry.⁽⁶⁾

5. Statistical Analysis

Linear-quadratic dose-response curves were generated using the Biodose Tools program (version 3.6.1), an open-source software developed under the umbrella of the Running the European Network of Biological and Retrospective Physical Dosimetry (RENEB).⁽¹⁹⁾ This software facilitated the analysis and interpretation of data obtained from the experiments, considering the linear-quadratic relationship between the number of chromosomal abnormalities and radiation dose.

The dispersion index (σ^2/y) and its normalized unit (u) for each dose were calculated to assess whether the dicentric frequency conformed to the anticipated Poisson distribution following gamma irradiation. The calculation utilized Equation (1) provided

in the International Atomic Energy Agency (IAEA) manual,⁽⁶⁾ where N represents the number of analyzed cells and X denotes the number of detected dicentrics.

$$u = \left(\frac{\sigma^2}{y} - 1 \right) \sqrt{\frac{N-1}{2\left(1-\frac{1}{X}\right)}} \quad (1)$$

Dispersion index values approaching 1 and u values within the range ± 1.96 suggest compliance with the Poisson distribution, whereas u values exceeding 1.96 indicate data overdispersion, and u values below -1.96 signify underdispersion.⁽⁶⁾

The goodness-of-fit test for homogeneity was conducted using the Biodose Tools software. The Pearson's correlation statistic was used to establish the correlation between the delivered dose and dicentric frequency, with significance assessed at the 5% level ($p \leq 0.05$).

6. Dose estimation in blind samples

To validate the accuracy of the generated dose-response curves, peripheral blood samples were collected from six volunteers (three males aged 30, 39, and 40 years, and three females aged 22, 22, and 32 years), with no history of occupational radiation exposure. Careful consideration was given to potential confounding factors related to the donors and blood sampling. All donors were non-smokers, free from chronic medical conditions, and not taking any medications that could influence radiation response.

The blood samples were exposed to blind doses of gamma radiation from a Co-60 source, with three doses equally distributed within the 0-5 Gy range for both sexes to facilitate comparative analysis. After a 48-hour incubation period, slides were meticulously prepared, and dicentric scoring was performed blindly to minimize bias, ensuring that scorers were unaware of the dose information. The radiation doses were then estimated using the established calibration curve equations. This comprehensive methodology was designed to rigorously evaluate the reliability and precision of the dose-response curves in accurately estimating radiation doses from the blind samples.

Results

1. Generation of gamma radiation dose-response curves

Blood samples from a male volunteer aged 39 years and a female volunteer aged 32 years were exposed to gamma radiation from a Co-60 radiation source at a rate of 0.574 Gy/min. Analysis revealed that at a radiation dose of 0 Gy (non-irradiated samples), no cytogenetic abnormalities were detected. However, as the radiation dose increased, a higher number of cytogenetic abnormalities were observed (Fig. 1), showing a clear dose-response relationship (Fig. 2).

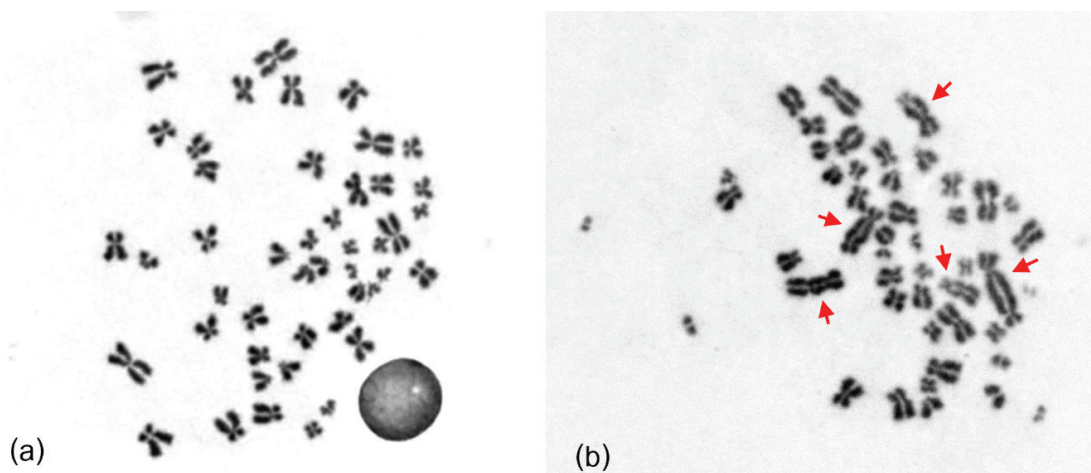


Fig. 1 Metaphase cells from (a) control group (0 Gy) and (b) those irradiated with 5 Gy showing dicentric chromosome abnormalities (indicated by pointed arrows).

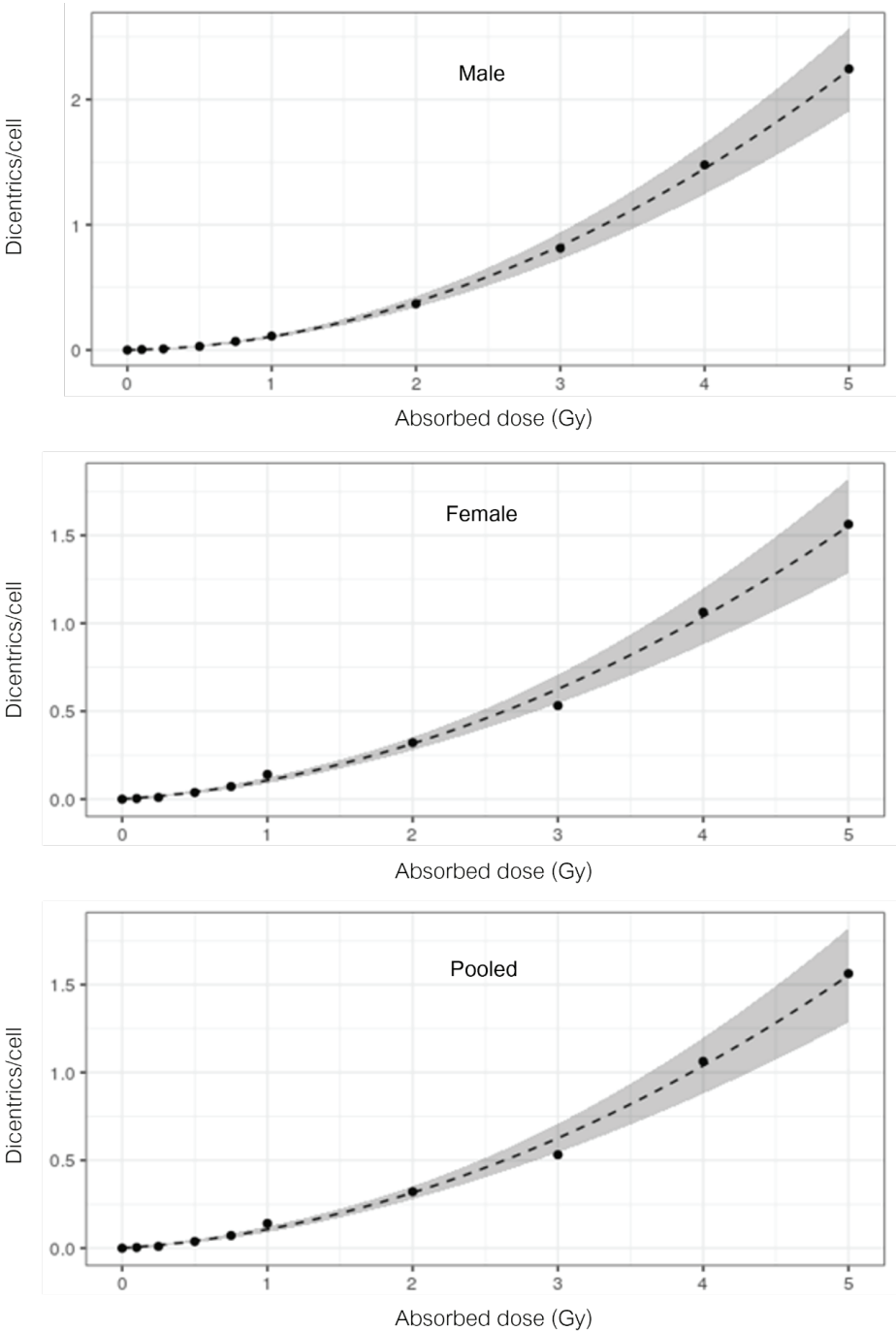


Fig. 2 Dose-response curves generated using Biodose Tools program for male, female, and combined male and female datasets.

The analysis of dicentric distribution in the blood samples from the male and female volunteers (Tables 1 and 2) demonstrated an association between dicentric frequency (Y) and an elevated radiation dose (D). The dicentric distribution was consistent with a Poisson distribution, with dispersion index (σ^2/Y) values mostly close to 1.

The population mean (u value) fell within the range ± 1.96 , with values ranging from -1.55 to 1.58 for males and from -1.82

to 0.99 for females, indicating an appropriately distributed dataset. Upon combining data from Tables 1 and 2, it was evident that the results were consistently aligned in the same direction. Specifically, the majority of dispersion index values were close to 1, with the population average remaining within the range ± 1.96 . An exception occurred at a radiation dose of 0.75 Gy, where the u value equaled -2.22, since a u value less than -1.96 implies an underdistribution (Table 3).

Table 1 Frequencies and distributions of dicentrics in male lymphocytes following 0-5 Gy ^{60}Co gamma irradiation.

Dose	Cells scored	Dicentrics	Distribution of dicentrics								Dicentrics/ cell (Y)	Dispersion index (σ^2/Y)	u value
			0	1	2	3	4	5	6	7			
0.0	1,000	0	1,000	0							0.000	-	-
0.10	1,000	4	996	4							0.004	1.00	-0.08
0.25	1,000	9	991	9							0.009	0.99	-0.19
0.50	1,000	29	972	27	1						0.029	1.04	0.93
0.75	1,000	69	931	69							0.069	0.93	-1.53
1.0	896	100	799	94	3						0.112	0.95	-1.08
2.0	271	100	193	59	16	3					0.369	1.13	1.58
3.0	123	100	59	35	22	7					0.813	1.06	0.44
4.0	69	102	13	22	25	7	1	1			1.478	0.75	-1.48
5.0	45	101	1	14	13	9	6	2			2.244	0.67	-1.55

Table 2 Frequencies and distributions of dicentrics in female lymphocytes following 0–5 Gy ^{60}Co gamma irradiation.

Dose	Cells scored	Dicentrics	Distribution of dicentrics								Dicentrics/ cell (γ)	Dispersion index (σ^2/γ)	<i>u</i> value
			0	1	2	3	4	5	6	7			
0.0	1,000	0	1,000								0.000	-	-
0.10	1,000	4	996	4							0.004	1.00	-0.08
0.25	1,000	10	990	10							0.010	0.99	-0.21
0.50	1,000	38	962	38							0.038	0.96	-0.84
0.75	1,000	72	928	72							0.072	0.93	-1.60
1.0	710	100	618	84	8						0.141	1.02	0.39
2.0	311	100	226	70	15						0.322	0.98	-0.23
3.0	188	100	104	69	14	1					0.532	0.81	-1.82
4.0	95	101	32	34	20	9					1.063	0.88	-0.85
5.0	64	100	14	21	16	9	2	1		1	1.562	1.18	0.99

Table 3 Frequencies and distributions of dicentrics in human lymphocytes following 0–5 Gy ^{60}Co gamma irradiation (pooled data from two donors).

Dose	Cells scored	Dicentrics	Distribution of dicentrics								Dicentrics/ cell (γ)	Dispersion index (σ^2/γ)	<i>u</i> value
			0	1	2	3	4	5	6	7			
0.0	2,000	0	2,000								0.000	-	-
0.10	2,000	8	1,992	8							0.004	1.00	-0.12
0.25	2,000	19	1,981	19							0.009	0.99	-0.29
0.50	2,000	67	1,934	65	1						0.033	1.00	-0.10
0.75	2,000	141	1,859	141							0.070	0.93	-2.22
1.0	1,606	200	1,417	178	11						0.124	0.99	-0.39
2.0	582	200	419	129	31	3					0.344	1.06	0.99
3.0	311	200	163	104	36	8					0.643	0.96	-0.50
4.0	164	203	45	56	45	16	1	1			1.238	0.84	-1.44
5.0	109	201	15	35	29	18	8	3		1	1.844	0.97	-0.18

Dose-response curves were generated using the Biodose Tools program for the analysis of data from Tables 1, 2, and 3 for radiation dose and dicentric frequency. The resulting curves conformed to a linear quadratic equation, $Y = C + \alpha D + \beta D^2$ where Y represents dicentric frequency and D represents the radiation dose (Fig. 2). The coefficients α and β , calculated from male, female, and combined data (Table 4), were validated for significance using the *t*-test. High *t*-values with low *p*-value (< 0.001) indicate that the coefficient is statistically significant.

The *t*-value for both linear (α) and quadratic (β) terms are relatively high, meaning the model's relationship with D is well-supported. The intercept (C), with its low *t*-value and high *p*-value, suggests it can be considered negligible or statistically insignificant.

Comparison of the dose-response curves between male and female groups using ANOVA, resulting in a very low *F*-statistic (6.46×10^{-6}) and a very high *p*-value (0.998), indicates that there is no statistically significant difference between the linear (α) and quadratic (β) coefficients of the male and female groups.

Table 4 Fitted linear (α) and quadratic (β) yield coefficients, goodness-of-fit parameters, and ANOVA comparison for male and female dose-response curves.

Donor	Coefficient	Estimate	Standard error	<i>t</i> -statistic	<i>p</i> -value
Male	C	0.00000	0.00000	0.000	1.000
	α	0.02225	0.00722	3.080	<0.001
	β	0.08499	0.00567	14.98	<0.001
Female	C	0.00000	0.00356	0.000	1.000
	α	0.05623	0.01212	4.638	<0.001
	β	0.05085	0.00547	9.299	<0.001
Pooled	C	0.00000	0.00202	0.000	1.000
	α	0.03964	0.00818	4.846	<0.001
	β	0.06621	0.00422	15.68	<0.001
ANOVA	Male and female comparison			$F = 6.46 \times 10^{-6}$	$p = 0.998$

2. Testing accuracy of generated dose-response curves

The accuracy of the generated dose-response curves was assessed separately for the male, female, and combined datasets (Table 5). The analysis shows that the estimated radiation doses from individual and pooled curves are relatively close, with variations from the actual dose delivered ranging between slight underestimations and overestimations. The largest negative variation is observed in Test 1 (M) for the pooled curve (-27.76%), while the individual curve shows a smaller deviation (-18.90%). In Test 2 (M) and Test 3 (M), pooled estimates tend to have a slightly higher positive deviation (e.g., 12.91% for Test 2) compared to individual estimates (e.g., 7.55% for Test 2). For the female group, the variations for both individual and pooled curves show smaller differences compared to

the male group, indicating more consistent dose estimation. Notably, Test 6 (F) shows minimal variation in the individual curve (-0.13%) but a larger negative deviation in the pooled curve (-7.06%).

These deviations from the delivered doses indicate that while pooled data can provide a general estimation, individual fitted curves potentially yield more tailored results. However, the statistical analysis of these estimates using a paired *t*-test show a large *p*-value (0.8955), and a *t*-value much smaller than the critical value. This finding is reinforced by the ANOVA test, where the *p*-value is also very high (0.9899), and the *F*-value is much smaller than the critical value. Both the paired *t*-test and ANOVA results indicate that there is no significant difference between the individual and pooled estimated doses.

Table 5 Estimation of absorbed dose in blind samples.

Test no.	Sex	Dose delivered (Gy)	Cells scored	Dicentrics	Dicentrics/cell	Estimated dose (Gy)			
						Individual fitted curve (95%CI)	Variation from dose delivered	Pooled fitted curve (95%CI)	Variation from dose delivered
1	M	0.5	1,000	23	0.023	0.41 (0.30-0.52)	-18.90%	0.36 (0.26-0.48)	-27.76%
2	M	1.50	389	100	0.257	1.61 (1.44-1.79)	7.55%	1.69 (1.50-1.89)	12.91%
3	M	3.0	127	100	0.787	2.92 (2.62-3.23)	-2.81%	3.16 (2.83-3.52)	5.44%
4	F	0.5	1,000	42	0.042	0.51 (0.40-0.64)	2.20%	0.55 (0.44-0.67)	10.20%
5	F	1.50	482	100	0.207	1.54 (1.35-1.74)	2.75%	1.49 (1.32-1.68)	-0.27%
6	F	3.0	160	100	0.625	2.99 (2.66-3.35)	-0.13%	2.79 (2.49-3.10)	-7.06%
Paired t-test: <i>t</i> -value = -0.1381, <i>p</i> -value (two-tail) = 0.8955, <i>t</i> crit (two-tail) = 2.5706									
ANOVA: <i>F</i> -value = 0.0002, <i>p</i> -value = 0.9899, <i>F</i> crit = 4.9646									

95% CI refers to the range of estimated radiation doses in Gy at the 95% confidence level.

Discussion

The findings of this study provide valuable insights into the generation and accuracy testing of gamma radiation dose-response curves, highlighting the dose-dependent nature of cytogenetic abnormalities. The observed increase in dicentric chromosome frequency with escalating radiation dose aligns with prior research, confirming a predictable biological response to gamma radiation exposure.⁽²⁰⁻²¹⁾ This trend supports the robustness of dicentric chromosome analysis as an effective biomarker for assessing radiation exposure. The analysis

demonstrated a clear association between dicentric frequency and increasing radiation dose, underscoring the stochastic nature of radiation-induced DNA damage. The consistency of dicentric distribution with a Poisson distribution, characterized by dispersion index values close to 1, aligns with the inherent randomness of chromosomal aberrations induced by ionizing radiation.⁽²²⁾ This stochastic characteristic was further supported by population mean (*u*) values remaining mostly within the range of ± 1.96 , validating the distribution's appropriateness.

The generation of dose-response curves using the linear quadratic equation ($Y = C + \alpha D + \beta D^2$) demonstrated the model's suitability for characterizing the relationship between radiation dose and dicentric frequency. The significance of the linear (α) and quadratic (β) coefficients, as confirmed by high t -values and low p -values (< 0.001), reinforced the reliability of the model. The F -test results further validated the use of this equation, confirming the appropriateness of linear-quadratic curves for describing biological responses to radiation exposure.^(6,23) These findings were consistent with earlier studies using gamma rays from cobalt-60 at a similar dose rate within the 0-5 Gy range,^(11,24-25) supporting the broader applicability of the study's methodology.

An interesting observation in this study was a u value of -2.22 at a radiation dose of 0.75 Gy, observed in pooled data, indicating underdistribution in the dicentric chromosome frequency. Underdistribution may arise due to several factors, including biological variability, experimental conditions, or methodological limitations. Biological factors, such as variations in cellular radiosensitivity or DNA repair mechanisms, may have contributed to this finding.⁽¹⁷⁾ Experimental conditions, including inconsistencies in cell handling or scoring, could also introduce variability. Additionally, methodological constraints, such as the number of scored cells at this dose level, might have amplified variability.⁽⁶⁾ Future studies should consider increasing the

number of scored cells at intermediate doses and incorporating a larger pool of donors to better understand and address such anomalies.

The current study adhered to standard biodosimetry procedures, analyzing at least 100 dicentrics or a minimum of 1,000 cells per sample, consistent with established guidelines. However, at lower radiation doses, where dicentric frequencies are low, scoring a larger number of cells becomes essential to reduce variability and improve the reliability of dose estimations.⁽⁶⁾ Increasing the number of scored cells at lower doses to enhance the precision and robustness of dose-response curves should be considered in further research.

Another limitation of this study is the small number of donors, which may impact the statistical power and generalizability of the findings. The current study included only two donors (a 39-year-old male and a 32-year-old female), selected to limit variability introduced by age-related factors. While this approach was suitable for a preliminary study, a larger sample size encompassing a broader range of donor ages and biological characteristics is needed for future research. Including at least three donors, as recommended by biodosimetry guidelines, would enhance the robustness of the dose-response curves. Expanding the demographic diversity of donors could also provide deeper insights into factors such as age- or gender-specific variations in radiation response, improving the applicability of the results.⁽¹⁵⁾

The accuracy testing of the generated dose-response curves revealed that estimated radiation doses from both individual and pooled data showed close alignment with actual delivered doses. While deviations were observed (e.g., -27.76% in pooled male estimates and -18.90% in individual male estimates), they remained within acceptable ranges for biological dose estimation. Notably, female-specific data exhibited smaller variations, suggesting more consistent dose estimations. These findings partially align with prior research, such as Narendran *et al.*,⁽¹⁵⁾ which identified potential gender-specific differences in radiation-induced chromosomal damage. They suggested that females exhibit lower frequencies of chromosomal aberrations, potentially due to biological factors such as hormonal influences or DNA repair mechanisms. The smaller percentage errors observed in female-specific estimations in this study corroborate these findings, although the limited sample size precludes definitive conclusions.

This study extends the work of Rungsimaphorn *et al.*,⁽¹⁴⁾ who previously established dose-response curves for Cs-137 gamma rays in Thailand using the dicentric chromosome assay. By focusing on Co-60 gamma radiation, this study broadens the scope of standardized dose-response curves available for use in Thailand, addressing different radiation sources relevant to various fields. Furthermore, this study introduces

gender-specific analyses and validates the generated curves using blind samples, enhancing their practical applicability in real-world radiological emergencies. These contributions not only fill critical gaps in Thailand's radiation biodosimetry capabilities but also provide a foundation for further research.

While the current findings contribute to understanding the generation and application of gamma radiation dose-response curves, further research is needed to enhance generalizability. Increasing the sample size in future studies would provide a more robust dataset to better explore potential gender-specific responses. Additionally, expanding the range of radiation doses studied could improve the understanding of dose-response relationships across different exposure scenarios, providing greater flexibility in practical applications of biodosimetry. These steps would significantly strengthen the reliability of dose-response curves and their application in diverse radiological contexts, ultimately enhancing radiological emergency preparedness in Thailand.

Conclusion

The successful development of standardized Co-60 dose-response curves using the dicentric chromosome assay marks a significant advancement in radiological emergency preparedness in Thailand. By providing a robust tool for accurately estimating radiation exposure, this work has strengthened the country's ability to respond effectively

to radiological incidents. The validated dose-response curves offer a reliable method for radiation dose estimation, ensuring precise assessments for individuals in the event of a radiological emergency. This advancement in radiation biodosimetry capabilities is crucial for prompt and effective response efforts and safeguarding public health and safety. In summary, the development of standardized Co-60 dose-response curves based on the dicentric chromosome assay represents an important contribution to enhancing radiological emergency preparedness in Thailand and ensuring the country's readiness to mitigate the impact of radiological incidents on its population.

Acknowledgements

This research was partially supported by the Regulatory Technical Support Division, Office of Atoms for Peace, as part of the project on Strengthening Scientific Coordinate of the National Biodose Network.

References

1. Escalona MB, Ryan TL, Balajee AS. Current developments in biodosimetry tools for radiological/nuclear mass casualty incidents. *Environ Adv* 2022; 9: 1002165. doi: 10.1016/j.envadv.2022.100265
2. Sudprasert W, Belyakov O, Tashiro S. Biological and internal dosimetry for radiation medicine: current status and future perspectives. *J Radiat Res* 2022; 63: 247-54. doi: 10.1093/jrr/rrab119
3. International Atomic Energy Agency (IAEA). The Radiological Accident in Samut Prakan. Vienna, Austria: IAEA; 2002.
4. The Nation Thailand. Hunt for missing radioactive caesium intensifies in Prachinburi as health worries grow. Bangkok (Thailand): Nation Group; 2023 [accessed 2024 Jan 23]. Available from: <https://www.nationthailand.com/thailand/general/40025715>
5. Sproull MT, Camphausen KA, Koblentz GD. Biodosimetry: a future tool for medical management of radiological emergencies. *Health Secur* 2017; 15: 599-610. doi: 10.1089/hs.2017.0050
6. International Atomic Energy Agency (IAEA). Cytogenetic dosimetry: Applications in preparedness for and response to radiation emergencies: EPR-biodosimetry. Vienna, Austria: IAEA; 2011.
7. Jamal N, Rahimah AR, Yusof N, *et al.* Establishment of in-vitro ^{60}Co dose calibration curve for dicentrics in national biodosimetry laboratory of Malaysia. *IFMBE Proc* 2009; 25: 578-81. doi: 10.1007/978-3-642-03902-7_166

8. Crespo RH, Domene MM, Rodríguez MJ. Biodosimetry and assessment of radiation dose. *Rep Pract Oncol Radiother* 2011; 16: 131-7. doi: 10.1016/j.rpor.2011.06.003
9. Romm H, Ainsbury E, Barnard S, *et al.* Automatic scoring of dicentric chromosomes as a tool in large scale radiation accidents. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen* 2013; 756: 174-83. doi: 10.1016/j.mrgentox.2013.05.013
10. Pham ND, Nguyen MH, Tran Q, *et al.* Determination of spontaneous dicentric frequencies and establishment of dose-response curves after exposure of human peripheral blood lymphocytes to low-and high-dose rate ^{60}Co gamma rays-the basis for cytogenetic biodosimetry in Vietnam. *Int J Radiat Biol* 2019; 95: 307-13. doi:10.1080/095553002.2019.1549754
11. Mendes ME, Mendonça JCG, Hwang S, Giorgio MD, Lima FF, Santos N. Calibration curves by ^{60}Co with low dose rate are different in terms of dose estimation - a comparative study. *Genet Mol Biol* 2020; 43. doi: 10.1590/1678-4685-GMB-2018-0370
12. Chaurasia RK, Shirsath KB, Desai UN, Bhat NN, Sapra BK. Establishment of in vitro calibration curve for ^{60}Co - γ -rays induced phosphor-53BP1 foci, rapid biodosimetry and initial triage, and comparative evaluations with γH2AX and cytogenetic assays. *Front Public Health* 2022; 10: 845200. doi: 10.3389/fpubh.2022.845200
13. Liu G. Revision of cytogenetic dosimetry in the IAEA manual 2011 based on data about radiosensitivity and dose-rate findings contributing. *FASEB J* 2022; 36: e22621. doi: 10.1096/fj.202200769RR
14. Rungsimaphorn B, Rerkamnuaychoke B, Sudprasert W. Establishment of dose-response curves for dicentrics and premature chromosome condensation for radiological emergency preparedness in Thailand. *Genome Integr* 2016; 7: 8. doi: 10.4103/2041-9414.197165
15. Narendran N, Luzhna L, Kovalchuk O. Sex difference of radiation response in occupational and accidental exposure. *Front Genet* 2019; 10: 260. doi: 10.3389/fgene.2019.00260
16. Tucker JD, Morgan WF, Awa AA. The impact of gender on radiation-induced chromosomal damage and repair: A review. *Radiat Res* 2005; 164: 470-7.
17. Vral A, Thierens H, De Ridder L. The influence of gender on individual radiation sensitivity and its impact on dose-response curves in biological dosimetry. *Int J Radiat Biol* 2011; 87: 1086-92.

18. Hayata I, Tabuchi H, Furukawa A, Okabe N, Yamamoto M, Sato K. Robot system for preparing lymphocyte chromosome. *J Radiat Res* 1992; 33: 231-41. doi: 10.1269/jrr.33.supplement_231
19. Hernández A, Endesfelder D, Einbeck J, *et al.* Biodose Tools: an R shiny application for biological dosimetry. *Int J Radiat Biol* 2023; 1-13. doi:10.1080/09553002.2023.2176564
20. Zafiropoulos D, Facco E, Sarchiapone L. Biological dosimetry of ionizing radiation: evaluation of the dose with cytogenetic methodologies by the construction of calibration curves. *Int J Mod Phys Conf* 2016; 44: 1660239. doi: 10.1142/S2010194516602398
21. De Guzman ACD, Padilla CD, Inocencio ET, Salonga EAG. Interim in vitro dose-response curve for the dicentric biodosimeter assay from a Philippine Radiotherapy Facility using a linear accelerator. *Acta Med Philipp* 2021; 55. doi: 10.47895/amp.v55i1.2932
22. O'Neill P. Radiation-induced damage in DNA. In: Charles D, Jonah BS, Madhava R, editors. *Studies in physical and theoretical chemistry*. Elsevier; 2001. p. 585-622. doi: 10.1016/S0167-6881(01)80023-9
23. Rastkhah E, Zakeri F, Ghoranneviss M, *et al.* The cytokinesis-blocked micronucleus assay: dose-response calibration curve, background frequency in the population and dose estimation. *Radiat Environ Bioph* 2016; 55: 41-51. doi: 10.1007/s00411-015-0624-3
24. Kang CM, Yun HJ, Kim H, Kim CS. Strong correlation among three biodosimetry techniques following exposures to ionizing radiation. *Genome Integr* 2016; 7. doi: 10.4103/2041-9414.197168
25. Top A, Coşkun M, Orta T. Biological dosimetry of Co-60 gamma irradiation. *Turk J Haematol* 2000; 17: 189-96.

Assessment of Phlebotomy Carts Designed for Bedridden Patients at Nopparat Rajathanee Hospital

Supit Phokhao*

Department of Clinical Pathology, Nopparat Rajathanee Hospital, Bangkok, Thailand

Abstract

Facilitating phlebotomy services to ensure that patients receive thorough care and maximum safety is a crucial aspect of medical laboratory management. This research aims to assess the appropriateness of phlebotomy carts designed for bedridden patients. The tools used in the study included the phlebotomy carts designed for bedridden patients and a questionnaire. The target groups were selected purposefully, consisting of 17 staffs of Nopparat Rajathanee Hospital, 9 patients, and 21 patients' relatives (in cases where patients could not provide information). Personal data was analyzed using descriptive statistics, presented in the form of frequency distribution, minimum value, maximum value, mean, and standard deviation. For continuous data with non-normal distribution, analyses were performed using the median and interquartile range (IQR), with the criteria being a median > 3.50 and an IQR ≤ 2.00 . The study results on the appropriateness scores of the phlebotomy carts designed for bedridden patients showed that the Nopparat Rajathanee Hospital staff rated the device at a medium level, with the highest scores in creativity, followed by modernity, ease of mobility, cleanliness of the materials and equipment for phlebotomy services, and durability, respectively. Patients rated the device as highly appropriate, with the highest scores in modernity, followed by safety, compactness, ease of mobility, creativity, and durability, respectively. Patients' relatives also rated the device as highly appropriate, with the highest scores in safety, followed by compactness, ease of mobility, creativity, modernity, and durability, respectively. To evaluate the appropriate of the phlebotomy carts designed for bedridden patients, it was found that the median appropriate rating from the Nopparat Rajathanee Hospital staff is approximately 4.0, with an interquartile range (IQR) between 3.5 and 4.5. Meanwhile,

*Corresponding author E-mail address: platoowaan@outlook.com

the median appropriate rating from the patients and patients' relatives is approximately 4.5, with an IQR between 4.0 and 5.0. The phlebotomy carts designed for bedridden patients is highly appropriate for use, as it facilitates convenience, ensures safety, and enhances the efficiency of services.

Keywords: Phlebotomy services, Phlebotomy carts designed for bedridden patients, Bedridden patients

การประเมินอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบ เพื่อผู้รับบริการเปลนอน โรงพยาบาลนพรัตนราชธานี

สุพิศ โพธิ์ขาว*

กลุ่มงานพยาธิวิทยา โรงพยาบาลนพรัตนราชธานี กรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ

การอำนวยความสะดวกในการเจาะเลือดให้ผู้รับบริการได้รับการดูแลอย่างทั่วถึงและมีความปลอดภัยสูงสุดเป็นเป้าหมายที่สำคัญอย่างยิ่งในการบริหารจัดการทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ อุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนและแบบสอบถามกลุ่มเป้าหมายคัดเลือกแบบเจาะจง ได้แก่ เจ้าหน้าที่เจาะเลือด ผู้รับบริการ และญาติของผู้รับบริการ (กรณี que ผู้รับบริการไม่สามารถให้ข้อมูลได้) จำนวนรวมทั้งหมด 17, 9 และ 21 คน ตามลำดับ วิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคลด้วยสถิติเชิงพรรณนา โดยนำเสนอในรูปแบบของการแจกแจงความถี่ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับข้อมูลต่อเนื่องที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ วิเคราะห์ด้วยค่ามัธยฐานและค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ โดยกำหนดค่ามัธยฐาน > 3.50 และค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ ≤ 2.00 ผลการศึกษาจะแนบความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนในภาพรวม พบว่า คะแนนความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ได้จากเจ้าหน้าที่เจาะเลือด อยู่ในระดับปานกลาง โดยคะแนนด้านความคิดสร้างสรรค์สูงสุด รองลงมาคือความทันสมัยสวยงาม ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย วัสดุและอุปกรณ์สำหรับใช้ในการเจาะเลือดสะอาด และแข็งแรงทนทาน ตามลำดับ ในขณะที่คะแนนความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ได้จากผู้รับบริการอยู่ในระดับสูงสุด โดยคะแนนด้านความทันสมัยสวยงามสูงสุด รองลงมาคือความปลอดภัย กะทัดรัดเหมาะสม ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ความคิดสร้างสรรค์ และความแข็งแรงทนทาน ตามลำดับ สำหรับคะแนนความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ได้จากญาติอยู่ในระดับสูงสุด โดยคะแนนด้านความปลอดภัยสูงสุด รองลงมาคือกะทัดรัดเหมาะสม ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ความคิดสร้างสรรค์ ความทันสมัยสวยงาม และความแข็งแรงทนทาน ตามลำดับ และในการประเมินความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนในภาพรวม พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดจากเจ้าหน้าที่เจาะเลือดมีค่ามัธยฐาน อยู่ประมาณ 4.0 และค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ อยู่ระหว่าง 3.5 ถึง 4.5 ในขณะที่ผลการประเมินความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดจากผู้รับบริการและญาติมีค่ามัธยฐาน อยู่ประมาณ 4.5 และ

*ผู้รับผิดชอบบทความ E-mail address: platoowaan@outlook.com

ค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ อยู่ระหว่าง 4.0 ถึง 5.0 อุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลงนอน เป็นอุปกรณ์เจาะเลือดที่เหมาะสมสำหรบนำมาให้บริการ เนื่องจากสามารถอำนวยความสะดวก สร้างความปลอดภัย และเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการได้อย่างไร้รอยต่อ

คำสำคัญ: การบริการเจาะเลือด อุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลงนอน ผู้รับบริการเปลงนอน

บทนำ

การเจาะเลือดเป็นการกระทำต่อร่างกายมนุษย์ อันมีอาจหลีกเลี่ยงได้และเป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการเก็บตัวอย่างทางแพทย์และดำเนินการด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการตรวจ ทดสอบ วิเคราะห์ วิจัย และรายงานผลการตรวจ เพื่อการวินิจฉัย การติดตามการรักษา การพยากรณ์โรค การป้องกันโรค หรือเพื่อการประเมินภาวะสุขภาพ⁽¹⁾ การเจาะเลือดเป็นการให้บริการด้านหน้าของห้องปฏิบัติการทางแพทย์ที่ผู้ให้บริการได้มีโอกาสสัมผัสใกล้ชิดกับ ผู้รับบริการโดยตรง ดังนั้นการให้บริการที่สะดวก รวดเร็ว ปลอดภัย และมีคุณภาพ จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้ผู้รับบริการได้รับการดูแลอย่างทั่วถึงและลด ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในการให้บริการ อย่างไรก็ตาม หากการบริหารจัดการไม่เหมาะสมและไม่ปลอดภัย อาจทำให้ผู้รับบริการได้รับบริการล่าช้า ระยะเวลาการรอคอยนาน ไม่ได้รับความสะดวกสบาย รวมถึง การเจาะเลือดไม่ครบ การเจาะเลือดผิดคน หรือการ เจาะเลือดหลายครั้ง ซึ่งอาจนำไปสู่การตรวจขั้นสุด รีดผิดพลาดและล่าช้า และอาจส่งผลให้การวินิจฉัย ผิดพลาดตามมา โดยผลร้ายแรงที่อาจเกิดขึ้นได้ คือผู้รับบริการเสียชีวิตโดยที่ไม่ควรจะเกิดขึ้น⁽²⁻⁴⁾

ห้องเจาะเลือดชั้น 1 อาคารเฉลิมพระเกียรติ โรงพยาบาลนพรัตนราชธานี มีภารกิจในการให้บริการ เจาะเลือดแก่ผู้รับบริการทั่วไป ผู้รับบริการรณี และ ผู้รับบริการเปลนอน โดยในแต่ละปีมีผู้มารับบริการ เป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2566 มีผู้มารับบริการจำนวนทั้งหมด 147,950 คน ในจำนวนนี้เป็นผู้รับบริการเปลนอนถึง 12,862 คน

คิดเป็นร้อยละ 8.7 จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่า สัดส่วนของผู้รับบริการเปลนอนค่อนข้างสูงเมื่อ เทียบกับผู้รับบริการทั่วไปและผู้รับบริการรณี ซึ่ง อาจทำให้ผู้รับบริการได้รับบริการล่าช้า ระยะเวลาการ รอคอยนาน และไม่ได้รับความสะดวกสบาย อย่างไรก็ตามห้องเจาะเลือดไม่ได้จัดพื้นที่เจาะเลือดเฉพาะ สำหรับผู้รับบริการเปลนอน ห้องเจาะเลือดมีพื้นที่ ประมาณ 5.1 x 5.4 x 3.2 เมตร มีประตูทางเข้า ออกทางเดียว และภายในห้องมีการแบ่งเคาน์เตอร์ เจาะเลือดเป็นรายบุคคลจำนวน 5 ช่อง แต่ละช่อง มีขนาด 1.0 x 1.0 เมตร มีกระจกใสกั้นระหว่างผู้ให้ บริการกับผู้รับบริการ โดยให้บริการเจาะเลือดตั้งแต่ ช่องบริการหมายเลข 4 ถึงหมายเลข 8 พื้นที่ดังกล่าว เหมาะสำหรับผู้รับบริการทั่วไป แต่ไม่เหมาะสำหรับผู้รับบริการเปลนอน (Fig. 1) ในการให้บริการเจาะเลือด แก่ผู้รับบริการเปลนอน เจ้าหน้าที่ต้องเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์สำหรับใช้ในการเจาะเลือดใส่ลงในตะกร้า พลาสติกและนำออกนอกพื้นที่เพื่อให้บริการ โดยวาง ตะกร้าดังกล่าวบนร่างกายของผู้รับบริการ (Fig. 2) ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่เหมาะสมและอาจไม่ปลอดภัย เนื่องจาก ตะกร้าอาจพลัดตกหล่น นอกจากนี้ยังพบปัญหาอื่น ๆ ในการเจาะเลือดนอกพื้นที่บริการ ได้แก่ การเตรียม วัสดุและอุปกรณ์ไม่พร้อม การเจาะเลือดไม่สำเร็จใน ครั้งเดียว การเจาะเลือดไม่ครบ การเจาะเลือดผิดคน การรวมขยะมีคมและขยะทั่วไปรวมถึงขยะติดเชื้อ ใส่ในตะกร้า การวางหมอนรองแขนและแขนของ ผู้รับบริการในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม ซึ่งจากประเด็น ปัญหาดังกล่าวส่งผลให้การบริการไม่ได้มาตรฐานและ ไม่ปลอดภัย



Fig. 1 Venipuncture services provided in the phlebotomy room on the first floor of the Chaloem Phrakiat Building.



Fig. 2 Venipuncture services with a small plastic basket containing necessary equipment.

ด้วยเหตุนี้ผู้ศึกษาจึงได้ริเริ่มหาวิธีการและแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยได้ออกแบบและจัดทำอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนจำนวน 1 เครื่อง เพื่อให้เป็นอุปกรณ์เจาะเลือดต้นแบบสำหรับนำมาทดลองใช้ในการให้บริการอุปกรณ์เจาะเลือดนี้ออกแบบสำหรับให้เจ้าหน้าที่นำไปให้บริการได้อย่างสะดวกและเหมาะสมเพื่อให้ผู้รับบริการได้รับการบริการที่มีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และเพิ่มความพึงพอใจในคุณภาพการบริการ

วัสดุและวิธีการ

1. การออกแบบอุปกรณ์เจาะเลือดสำหรับผู้รับบริการเปลนอน

ผู้ศึกษาได้ออกแบบและจัดทำอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนตามมาตรฐานด้านการยศาสตร์ (ergonomics) รวมถึงมาตรฐานการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อในโรงพยาบาล (infection control) เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายและความปลอดภัยให้กับผู้รับบริการ รวมถึงเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการของเจ้าหน้าที่อุปกรณ์เจาะเลือดดังกล่าวได้รับการรับรองจากคณะกรรมการบริหารจัดการนวัตกรรมการแพทย์และสิ่งประดิษฐ์คิดค้น โรงพยาบาลนพรัตนราชธานี ตามใบรับรองเลขที่ 1/2567 ลงวันที่ 1 พฤษภาคม 2567 และได้รับอนุญาตดำเนินโครงการนวัตกรรมในโรงพยาบาล ตามหนังสือ ส.ธ. 0306.28/218 ลงวันที่ 1 พฤษภาคม 2567

อุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนที่ได้ออกแบบและจัดทำขึ้นนี้มีโครงสร้างเป็นสแตนเลสทรงกระบอกกลม เพื่อให้แข็งแรงทนทาน และสะดวกสบายในการใช้งาน แบ่งเป็น 3 ชั้น ดังนี้:

ชั้นบน เป็นพื้นที่ปลอดภัยสำหรับผู้รับบริการเจาะเลือด ประกอบด้วย (1) ที่วางหมอนรองแขนที่สามารถปรับระดับและทิศทางได้ ออกแบบสำหรับวางแขนของผู้รับบริการ เพื่อให้ผู้รับบริการสามารถวางแขนในตำแหน่งที่เหมาะสม (2) ที่ใส่ขวดแอลกอฮอล์ 70% (3) ที่ใส่กล่องถุงมือ และ (4) ภาชนะทรงกระบอกกลมสามารถหมุนเข้าออก ออกแบบสำหรับเก็บวัสดุและอุปกรณ์สำหรับการเจาะเลือด เพื่อให้เจ้าหน้าที่ใช้งานสะดวก

ชั้นกลาง ประกอบด้วย (1) ถังขยะของมีคม (2) ถังขยะติดเชื้อ (3) ถังขยะทั่วไป ออกแบบสำหรับแยกขยะแต่ละประเภท เพื่อลดความเสี่ยงของการติดเชื้อ และการแพร่กระจายเชื้อโรค

ชั้นล่าง ประกอบด้วย (1) ภาชนะทรงกระบอกกลมมีตะแกรงสำหรับวางหลอดเลือดเจาะสำเร็จ ออกแบบสำหรับแยกหลอดเลือด เพื่อลดปัญหาการเจาะเลือดไม่ครบ (2) ที่ใส่สายยางรัดแขน ออกแบบสำหรับใส่สายยางรัดแขนที่ใช้งานแล้ว (3) ล้อเลื่อนมีที่ล็อกล้อ เพื่อป้องกันการเคลื่อนย้ายในขณะที่เจ้าหน้าที่กำลังให้บริการ (Fig. 3)

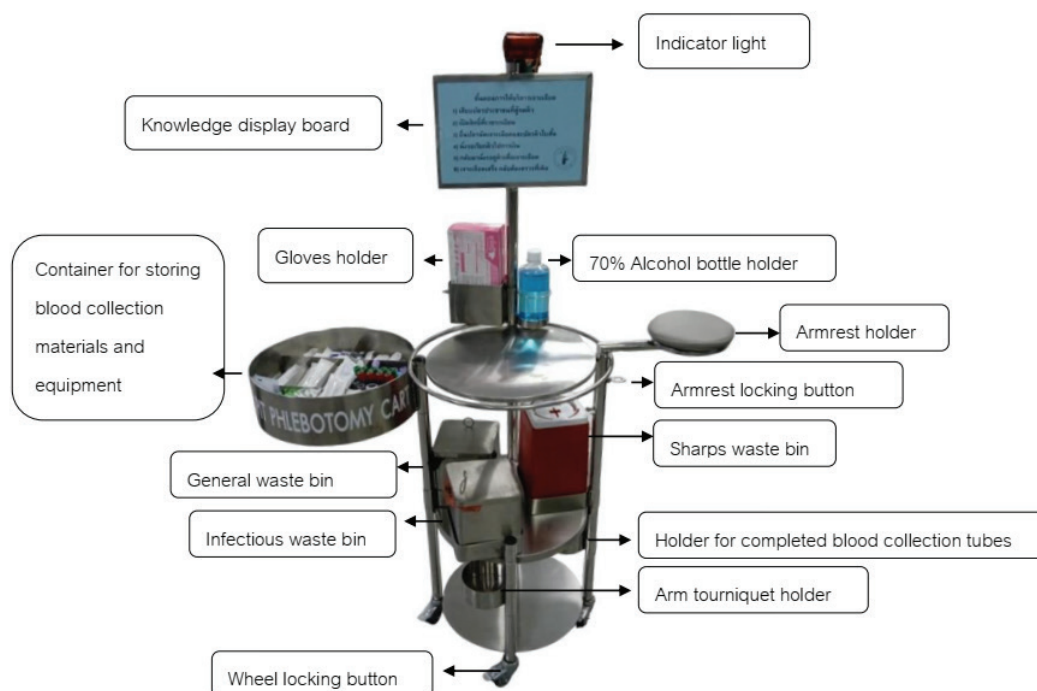


Fig. 3 Components of phlebotomy carts designed for bedridden patients.

2. การให้บริการเจาะเลือด

ขั้นตอนการให้บริการมีดังนี้ (1) ญาติขึ้นบันไดเจาะเลือดและไปติดต่อเจ้าหน้าที่ห้องเจาะเลือด และรอรับใบเสร็จสำหรับนำไปชำระเงิน (2) เมื่อชำระเงินสำเร็จ กลับมานั่งรอคิวสำหรับการให้บริการเจาะเลือด (3) เมื่อถึงคิวเจาะเลือด ให้นั่งบนเตียงเจาะเลือดและไปชำระเงินต่อเจ้าหน้าที่เจาะเลือด (4) เจ้าหน้าที่เตรียมหลอดเลือดตามที่ระบุไว้ในใบนัดเจาะเลือดและวางในตะแกรงหลอดเลือด (5) นำอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบ

เพื่อผู้รับบริการเปลี่ยนไปยังผู้รับบริการ (6) ปรับที่วางแขนตามระดับและทิศทางตามความเหมาะสม (7) ผู้รับบริการวางแขนบนที่วางแขน (8) เจ้าหน้าที่ปฏิบัติตามขั้นตอนการเจาะเลือด^(5,6) และ (9) หลอดเลือดเจาะสำเร็จใส่ลงในตะแกรงใส่หลอดเลือด เข็มทิ้งลงในถังขยะของมีคม กระบอกเจาะเลือด (syringe) ทิ้งลงในถังขยะติดเชื้อ และขยะทั่วไปทิ้งลงในถังขยะทั่วไป (Fig. 4)



Fig. 4 Venipuncture service with phlebotomy carts designed for bedridden patients.

3. แบบสอบถามความเหมาะสมเกี่ยวกับอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอน

ผู้ศึกษาได้จัดทำแบบสอบถามความเหมาะสมเกี่ยวกับอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนจำนวน 2 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 สำหรับเจ้าหน้าที่เจาะเลือด ประกอบด้วยแบบสอบถามจำนวน 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1) แบบสอบถามปลายเปิดและปลายปิด ให้เลือกคำตอบที่ตรงตามความเป็นจริงมากที่สุดเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย เพศ และอายุ ส่วนที่ 2) แบบสอบถามปลายปิด ให้เลือกตอบตามความเหมาะสมเกี่ยวกับอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอน คำถามมีดังนี้ (1) ปลอดภัย (2) ทันสมัย สวยงาม (3) กะทัดรัดเหมาะสม (4) แข็งแรงทนทาน (5) ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย (6) วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการเจาะเลือดออกแบบเหมาะกับ

เปลนอน (7) วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการเจาะเลือดออกแบบเหมาะสมต่อการใช้งาน (8) วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการเจาะเลือดเหมาะสมสำหรับนำมาให้บริการ (9) วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการเจาะเลือดสะอาด และ (10) ความคิดสร้างสรรค์ และส่วนที่ 3 แบบสอบถามปลายเปิด ให้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนและแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว คำถามดังนี้ ท่านมีข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนอย่างไร และ

ชุดที่ 2 สำหรับผู้รับบริการหรือญาติ (ในกรณี que ผู้รับบริการไม่สามารถให้ข้อมูลได้) ประกอบด้วยแบบสอบถามจำนวน 3 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 แบบสอบถามปลายเปิดและปลายปิด ให้เลือกคำตอบที่ตรงตามความเป็นจริงมากที่สุดเกี่ยวกับข้อมูล

ส่วนบุคคล ประกอบด้วย เพศ และอายุ ส่วนที่ 2 แบบสอบถามปลายปิด ให้เลือกคำตอบตามความเหมาะสมเกี่ยวกับอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลี่ยนนอนมากหรือน้อยเพียงใด คำถามมีดังนี้ (1) ปลอดภัย (2) ทันสมัยสวยงาม (3) กะทัดรัดเหมาะสม (4) แข็งแรงทนทาน (5) ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย และ (6) ความคิดสร้างสรรค์ ส่วนที่ 3 แบบสอบถามปลายเปิด ให้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลี่ยนนอนและแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว คำถามมีดังนี้ ท่านมีข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลี่ยนนอนอย่างไร

เกณฑ์การให้คะแนนความเหมาะสมเกี่ยวกับอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลี่ยนนอน ดังนี้ ความเหมาะสมมากที่สุดให้คะแนนเป็น 5, ความเหมาะสมมากให้คะแนนเป็น 4, ความเหมาะสมปานกลางให้คะแนนเป็น 3, ความเหมาะสมน้อยให้คะแนนเป็น 2, ความเหมาะสมน้อยที่สุดให้คะแนนเป็น 1 และไม่มีความเหมาะสมให้คะแนนเป็น 0

4. ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้คัดเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง ซึ่งประกอบด้วย เจ้าหน้าที่เจาะเลือด ได้แก่ พยาบาลวิชาชีพในห้องตรวจอายุรกรรม ห้องตรวจประกันสังคม และห้องคลอด จำนวนรวมทั้งหมด 17 คน ซึ่งได้ทดลองใช้อุปกรณ์เจาะเลือดในการให้บริการ ระหว่างวันที่ 1-15 มิถุนายน 2567 และผู้รับบริการและญาติในกรณีที่ผู้รับบริการไม่สามารถให้ข้อมูลได้ด้วยตนเอง จำนวน 9 และ 21 คน ตามลำดับ ที่มารับบริการ ณ ห้องเจาะเลือด ชั้น 1 อาคารเฉลิมพระเกียรติ โรงพยาบาลนพรัตนราชธานี ระหว่างวันที่ 1-30 พฤษภาคม 2567

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

วิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคลด้วยสถิติเชิงพรรณนา โดยนำเสนอในรูปแบบการแจกแจงความถี่ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับข้อมูลต่อเนื่องที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ วิเคราะห์ด้วยค่ามัธยฐาน (median) และค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (interquartile range) ซึ่งกำหนดให้ค่ามัธยฐาน (median) > 3.50 และค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (interquartile range) ≤ 2.00 โดยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายจากค่ามัธยฐาน (median) และค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (interquartile range) ดังนี้

1. เกณฑ์การแปลความหมายจากค่ามัธยฐาน (median) ดังนี้⁽⁷⁾

4.50 ถึง 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

3.50 ถึง 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

2.50 ถึง 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

1.50 ถึง 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย และ

1.00 ถึง 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

2. เกณฑ์การแปลความสอดคล้องจากค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (interquartile range) ค่าความแตกต่างระหว่างควอร์ไทล์ที่ 1 กับควอร์ไทล์ที่ 3 หากค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (interquartile range) ที่คำนวณได้ของความเหมาะสมมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.50 แสดงถึงความคิดเห็นของผู้ประเมินที่มีต่อความเหมาะสมนั้นสอดคล้องกัน (consensus) และหากพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ของความเหมาะสมที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 1.50 แสดงถึงความคิดเห็นของผู้ประเมินที่มีต่อความเหมาะสมนั้นไม่สอดคล้องกัน⁽⁸⁾

ผลการศึกษา

1. ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

เจ้าหน้าที่เจาะเลือดจำนวนรวมทั้งหมด 17 คน (เป็นเพศหญิงทั้งหมด) อายุต่ำสุด 23 ปี อายุสูงสุด 60 ปี (อายุเฉลี่ย 42.7 ± 12.83 ปี) ขณะที่ผู้รับบริการมีจำนวนรวมทั้งหมด 9 คน เพศชายจำนวน 4 คน อายุต่ำสุด 44 ปี อายุสูงสุด 91 ปี (อายุเฉลี่ย 78.9 ± 23.17 ปี) เพศหญิงจำนวน 5 คน อายุต่ำสุด 64 ปี

อายุสูงสุด 82 ปี (อายุเฉลี่ย 76.4 ± 7.09 ปี) และญาติ (กรณีผู้รับบริการไม่สามารถให้ข้อมูลได้) จำนวนรวมทั้งหมด 21 คน เป็นเพศชายจำนวน 3 คน อายุต่ำสุด 36 ปี อายุสูงสุด 63 ปี (อายุเฉลี่ย 48.0 ± 13.75 ปี) เป็นเพศหญิงจำนวน 18 คน อายุต่ำสุด 18 ปี อายุสูงสุด 89 ปี (อายุเฉลี่ย 51.5 ± 20.05 ปี) (Table 1)

Table 1 Age and gender of Nopparat Rajathanee Hospital staff, patients, and patients' relatives.

Age (years)	Number					
	Hospital staff		Patients		Patients' relatives	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female
<21	0	0	0	0	0	1
21-30	0	4	0	0	0	3
31-40	0	5	0	0	1	2
41-50	0	4	1	0	1	2
51-60	0	4	0	0	-	3
61-70	0	0	0	1	1	5
71-80	0	0	0	3	0	1
81-90	0	0	2	1	0	1
>90	0	0	1	0	0	0
total	0	17	4	5	3	18

2. การศึกษาคะแนนความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอน

คะแนนความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนที่ได้จากเจ้าหน้าที่เจาะเลือด ดังนี้ (1) ปลอดภัยมากที่สุด (3 คน), มาก (7 คน) และปานกลาง (7 คน) (2) ทนสมัยสวยงามมากที่สุด (6 คน), มาก (6 คน) และ

ปานกลาง (5 คน) (3) กะทัดรัดเหมาะสมมากที่สุด (6 คน), มาก (3 คน), ปานกลาง (6 คน) และน้อย (2 คน) (4) แข็งแรงทนทานมากที่สุด (6 คน), มาก (4 คน), ปานกลาง (5 คน) และน้อย (2 คน) (5) ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายมากที่สุด (6 คน), มาก (7 คน), ปานกลาง (2 คน) และน้อย (2 คน) (6) วัสดุและอุปกรณ์สำหรับใช้ในการเจาะเลือดเหมาะสมกับ

เปลนอนมากที่สุด (3 คน), มาก (6 คน), ปานกลาง (6 คน) และน้อย (2 คน) (7) วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการใช้ในการเจาะเลือดเหมาะต่อการใช้งานมาก (4 คน), ปานกลาง (7 คน), น้อย (5 คน) และน้อยที่สุด (1 คน) (8) วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการใช้ในการเจาะเลือดเหมาะสำหรับนำมาให้บริการมากที่สุด (1 คน), มาก (9 คน), ปานกลาง (3 คน) และน้อย (4 คน) (9) วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการใช้ในการเจาะเลือดสะอาดมากที่สุด (1 คน), มาก (13 คน) และปานกลาง (3 คน) และ (10) ความคิดสร้างสรรค์มากที่สุด (7 คน), มาก (5 คน) และปานกลาง (5 คน) จากข้อมูลดังกล่าว

จะเห็นว่าคะแนนความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ได้จากเจ้าหน้าที่เจาะเลือดอยู่ในระดับปานกลาง โดยคะแนนด้านความคิดสร้างสรรค์สูงสุด ตามมาด้วยความทันสมัยสวยงาม ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการใช้ในการเจาะเลือดสะอาด แข็งแรงทนทาน ปลอดภัย กะทัดรัดเหมาะสม วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการใช้ในการเจาะเลือดออกแบบเหมาะกับเปลนอน วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการใช้ในการเจาะเลือดเหมาะสำหรับนำมาให้บริการ และวัสดุและอุปกรณ์สำหรับการใช้ในการเจาะเลือดความเหมาะต่อการใช้งาน ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Appropriateness scores for Nopparat Rajathanee Hospital staff (N = 17).

Questionnaire	Appropriateness (n)						Appropriateness level
	Very	Appropriate	Moderate	Low	Least	None	
1) Safety	3	7	7	-	-	-	Appropriate
2) Modernity	6	6	5	-	-	-	Appropriate
3) Compactness	6	3	6	2	-	-	Appropriate
4) Durability	6	4	5	2	-	-	Appropriate
5) Ease of Mobility	6	7	2	2	-	-	Appropriate
6) The materials and equipment for phlebotomy services are suitable for stretcher.	3	6	6	2	-	-	Appropriate
7) The materials and equipment for phlebotomy services are suitable for use.	-	4	7	5	1	-	Moderately appropriate
8) The materials and equipment for phlebotomy services are provided services.	1	9	3	4	-	-	Appropriate
9) The materials and equipment for phlebotomy services are clean.	1	13	3	-	-	-	Appropriate
10) Creativity	7	5	5	-	-	-	Appropriate

ในขณะที่คะแนนความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ได้จากผู้รับบริการ ดังนี้ (1) ปลอดภัยมากที่สุด (5 คน) และมาก (4 คน) (2) ทันสมัยสวยงามมากที่สุด (6 คน) และมาก (3 คน) (3) กะทัดรัดเหมาะสมมากที่สุด (5 คน) และมาก (4 คน) (4) แข็งแรงทนทานมากที่สุด (4 คน), มาก (3 คน) และปานกลาง (2 คน) (5) ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายมากที่สุด (5 คน), มาก (3 คน) และ

ปานกลาง (1 คน) และ (6) ความคิดสร้างสรรค์มากที่สุด (5 คน), มาก (3 คน) และปานกลาง (1 คน) จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่าคะแนนความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ได้จากผู้รับบริการอยู่ในระดับสูงสุด โดยคะแนนด้านทันสมัยสวยงามสูงสุด ตามมาด้วยปลอดภัย กะทัดรัดเหมาะสม ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ความคิดสร้างสรรค์ แข็งแรงทนทาน ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 Appropriateness scores for patients.

Questionnaire	Appropriateness (n)						Appropriateness level
	Very	Appropriate	Moderate	Low	Least	None	
1) Safety	5	4	-	-	-	-	Very appropriate
2) Modernity	6	3	-	-	-	-	Very appropriate
3) Compactness	5	4	-	-	-	-	Very appropriate
4) Durability	4	3	2	-	-	-	Very appropriate
5) Ease of mobility	5	3	1	-	-	-	Very appropriate
6) Creativity	5	3	1	-	-	-	Very appropriate

สำหรับคะแนนความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ได้จากญาติ ดังนี้ (1) ปลอดภัยมากที่สุด (9 คน), มาก (11 คน) และปานกลาง (1 คน) (2) ทันสมัยสวยงามมากที่สุด (8 คน), มาก (8 คน), ปานกลาง (4 คน) และน้อย (1 คน) (3) กะทัดรัดเหมาะสมมากที่สุด (8 คน), มาก (11 คน) และปานกลาง (2 คน) (4) แข็งแรงทนทานมากที่สุด (7 คน), มาก (9 คน) และปานกลาง (5 คน) (5) ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายมากที่สุด (10 คน), มาก (10 คน)

และปานกลาง (1 คน) และ (6) ความคิดสร้างสรรค์มากที่สุด (7 คน), มาก (11 คน) และปานกลาง (3 คน) จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่าคะแนนความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ได้จากญาติอยู่ในระดับสูงสุด โดยคะแนนด้านปลอดภัยสูงสุด ตามมาด้วยกะทัดรัดเหมาะสม ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ความคิดสร้างสรรค์ ทันสมัยสวยงาม และแข็งแรงทนทาน ตามลำดับ (Table 4)

Table 4 Appropriateness scores for patients' relatives.

Questionnaire	Appropriateness (n)						Appropriateness level
	Very	Appropriate	Moderate	Low	Least	None	
1) Safety	9	11	1	0	0	0	Very appropriate
2) Modernity	8	8	4	1	0	0	Very appropriate
3) Compactness	8	11	2	0	0	0	Very appropriate
4) Durability	7	9	5	0	0	0	Appropriate
5) Ease of mobility	10	10	1	0	0	0	Appropriate
6) Creativity	7	11	3	0	0	0	Appropriate

3. การประเมินความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลี่ยนอน

การประเมินความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลี่ยนอนจากเจ้าหน้าที่เจาะเลือด ดังนี้ (1) ปลอดภัยมีค่า median 4.0 และ interquartile range 1.0 (2) ทนสมัยสวยงามมีค่า median 4.0 และ interquartile range 2.0 (3) กะทัดรัดเหมาะสมมีค่า median 4.0 และ interquartile range 2.0 (4) แข็งแรงทนทานมีค่า median 4.0 และ interquartile range 2.0 (5) เคลื่อนย้ายสะดวกมีค่า median 4.0 และ interquartile range 2.0 (6) วัสดุและอุปกรณ์สำหรับ

ใช้ในการเจาะเลือดออกแบบเหมาะสมสำหรับเปลี่ยนอนมีค่า median 4.0 และ interquartile range 1.0 (7) วัสดุและอุปกรณ์สำหรับใช้ในการเจาะเลือดเหมาะต่อการใช้งานมีค่า median 3.0 และ interquartile range 1.0 (8) วัสดุและอุปกรณ์เจาะเลือดเหมาะสมสำหรับนำมาให้บริการมีค่า median 4.0 และ interquartile range 1.0 (9) วัสดุและอุปกรณ์สำหรับใช้ในการเจาะเลือดสะอาดมีค่า median 4.0 และ interquartile range 0.0 และ (10) ความคิดสร้างสรรค์มีค่า median 4.0 และ interquartile range 2.0 (Table 5)

Table 5 Median and interquartile range of the appropriateness scores for phlebotomy carts designed for bedridden patients, as assessed by Nopparat Rajathanee Hospital staff: median > 3.50 and interquartile range ≤ 2.00 (N = 17).

Questionnaire	Median (Range)	Interquartile Range	Interpretation
1) Safety	4 (0-5)	1.00	Appropriateness
2) Modernity	4 (0-5)	2.00	Appropriateness
3) Compactness	4 (0-5)	2.00	Appropriateness
4) Durability	4 (0-5)	2.00	Appropriateness
5) Ease of mobility	4 (0-5)	2.00	Appropriateness
6) The materials and equipment for phlebotomy services are suitable for stretcher	4 (0-5)	1.00	Appropriateness
7) The materials and equipment for phlebotomy services are suitable for use	3 (0-5)	1.00	Inappropriateness
8) The materials and equipment for phlebotomy services are provided services	4 (0-5)	1.00	Appropriateness
9) The materials and equipment for phlebotomy services are clean	4 (0-5)	0.00	Appropriateness
10) Creativity	4 (0-5)	1.00	Appropriateness

ในขณะที่การประเมินความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดจากผู้รับบริการ ดังนี้ (1) ปอดคัย มีค่า median 5.0 และ interquartile range 1.0 (2) ทันสมัยสวยงามมีค่า median 5.0 และ interquartile range 1.0 (3) กะทัดรัดเหมาะสม มีค่า median 4.0 และ interquartile range 1.0

(4) แข็งแรงทนทานมีค่า median 4.0 และ interquartile range 2.0 (5) เคลื่อนย้ายสะดวก มีค่า median 5.0 และ interquartile range 1.0 และ (6) ความคิดสร้างสรรค์มีค่า median 5.0 และ interquartile range 1.0 (Table 6)

Table 6 Median and interquartile range of the appropriateness score for phlebotomy carts designed for bedridden patients, as assessed by patients: median > 3.50 and interquartile range ≤ 2.00 (N = 9).

Questionnaire	Median (Range)	Interquartile Range	Interpretation
1) Safety	5 (0-5)	1.00	Appropriateness
2) Modernity	5 (0-5)	1.00	Appropriateness
3) Compactness	4 (0-5)	1.00	Appropriateness
4) Durability	4 (0-5)	2.00	Appropriateness
5) Ease of mobility	5 (0-5)	1.00	Appropriateness
6) Creativity	5 (0-5)	1.00	Appropriateness

สำหรับการประเมินความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดจากญาติ ดังนี้ (1) ปลอดภัยมีค่า median 4.0 และ interquartile range 1.0 (2) ทันสมัยสวยงามมีค่า median 4.0 และ interquartile range 2.0 (3) กะทัดรัดเหมาะสมมีค่า median 4.0 และ interquartile range 1.0 (4) แข็งแรงทนทาน

มีค่า median 4.0 และ interquartile range 2.0 (5) เคลื่อนย้ายสะดวกมีค่า median 4.0 และ interquartile range 1.0 และ (6) ความคิดสร้างสรรค์มีค่า median 4.0 และ interquartile range 1.0 (Table 7)

Table 7 Median and interquartile range of the appropriateness score for phlebotomy carts designed for bedridden patients, as assessed by patients' relatives: median > 3.50 and interquartile range ≤ 2.00 (N = 21).

Questionnaire	Median (Range)	Interquartile Range	Interpretation
1) Safety	4 (0-5)	1.00	Appropriateness
2) Modernity	4 (0-5)	2.00	Appropriateness
3) Compactness	4 (0-5)	1.00	Appropriateness
4) Durability	4 (0-5)	2.00	Appropriateness
5) Ease of mobility	4 (0-5)	1.00	Appropriateness
6) Creativity	4 (0-5)	1.00	Appropriateness

การประเมินความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนในภาพรวม พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดจากเจ้าหน้าที่เจาะเลือดมีค่า median อยู่ประมาณ 4.0 และค่า interquartile range อยู่ระหว่าง 3.5 ถึง 4.5 ในขณะที่ผลการประเมินความ

เหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดจากผู้รับบริการมีค่า median อยู่ประมาณ 4.5 และค่า interquartile range อยู่ระหว่าง 4.0 ถึง 5.0 สำหรับผลการประเมินความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดจากญาติมีค่า median อยู่ประมาณ 4.5 และค่า interquartile range อยู่ระหว่าง 4.0 ถึง 5.0⁽⁹⁾ (Fig. 5)

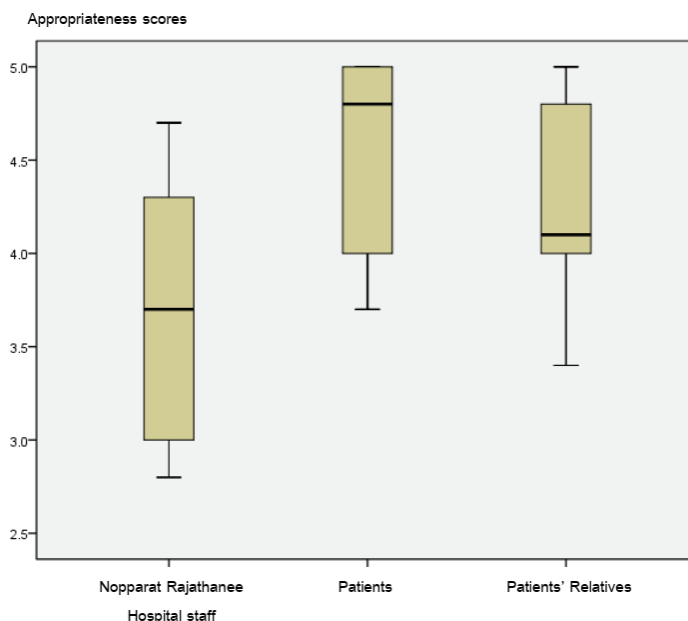


Fig. 5 Stem-and-leaf plot for Nopparat Rajathanee Hospital staff, patients and patients' relatives.

วิจารณ์

การศึกษาคะแนนความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนพบว่า คะแนนความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ได้จากเจ้าหน้าที่เจาะเลือด ผู้รับบริการ และญาติมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยคะแนนความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ได้จากเจ้าหน้าที่เจาะเลือดอยู่ในระดับปานกลาง โดยคะแนนด้านความคิดสร้างสรรค์สูงสุด ในขณะที่คะแนนความเหมาะสม

ของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ได้จากผู้รับบริการอยู่ในระดับสูงสุด โดยคะแนนด้านทันสมัยสวยงามสูงสุดสำหรับคะแนนความเหมาะสมที่ได้จากญาติอยู่ในระดับสูงสุด โดยคะแนนด้านความปลอดภัยสูงสุดจากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนได้รับการพัฒนาขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับบริบทในการให้บริการ

ข้อดีที่พบได้จากการศึกษานี้ ได้แก่ *ความครบถ้วนและการจัดเก็บวัสดุและอุปกรณ์* สำหรับใช้ในการเจาะเลือด อุปกรณ์เจาะเลือดดังกล่าว มีวัสดุและอุปกรณ์สำหรับการเจาะเลือดครบถ้วน และจัดเก็บเป็นระเบียบ ไม่ขาดตกบกพร่อง ทำให้สามารถให้บริการได้อย่างราบรื่น *ความชัดเจนในการใช้งาน* มีที่วางหมอนรองแขนของผู้รับบริการที่ชัดเจน และสามารถปรับระดับได้ ทำให้ผู้รับบริการสามารถวางแขนได้สะดวกและเหมาะสม ลดปัญหาการวางหมอนรองแขนและแขนของผู้รับบริการในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม *ความสะอาดและปลอดภัย* อุปกรณ์เจาะเลือดมีถังขยะแยกประเภทชัดเจน ทำให้สามารถจัดการกับขยะและวัสดุเหลือใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยงของการติดเชื้อและการแพร่กระจายของเชื้อโรค *ความสะดวกและรวดเร็ว* ทำให้เจ้าหน้าที่สามารถนำอุปกรณ์เจาะเลือดไปให้บริการได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ผู้รับบริการได้รับบริการอย่างทั่วถึงและปลอดภัย ซึ่งช่วยลดระยะเวลาการรอคอย และ *การลดปัญหาต่าง ๆ*: อุปกรณ์เจาะเลือดนี้ช่วยลดปัญหาการเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ไม่พร้อม การวางตะกร้าพลาสติกบนร่างกายของผู้รับบริการ การเจาะเลือดไม่ครบ และการวางหมอนรองแขนและแขนของผู้รับบริการในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม

การประเมินความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนในภาพรวมพบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดจากเจ้าหน้าที่เจาะเลือด ผู้รับบริการ และญาติมีความแตกต่างกัน ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจและมีความสำคัญอย่างยิ่งในการประเมินผลการพัฒนาอุปกรณ์เจาะเลือดดังกล่าว โดยพบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดจากเจ้าหน้าที่เจาะเลือดมีค่ามัธยฐาน (median) อยู่ที่ประมาณ 4.0 และค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (interquartile range)

อยู่ระหว่าง 3.5 ถึง 4.5 ทั้งนี้เนื่องจากอาจมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้งานจริง เช่น ความคุ้นเคยในการใช้อุปกรณ์เจาะเลือดใหม่ การปรับตัวในการให้บริการ หรือการเปรียบเทียบกับอุปกรณ์เจาะเลือดที่ใช้มาแล้ว ในทางกลับกันผลการประเมินความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดจากผู้รับบริการและญาติมีค่ามัธยฐาน (median) อยู่ที่ประมาณ 4.5 และค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (interquartile range) อยู่ระหว่าง 4.0 ถึง 5.0 ผลการประเมินความเหมาะสมนี้สะท้อนให้เห็นถึงความสะดวกสบายและความปลอดภัยในการได้รับบริการ ซึ่งผู้รับบริการสามารถวางแขนได้นั่งและสะดวก มีการจัดเก็บวัสดุและอุปกรณ์สำหรับการเจาะเลือดอย่างเป็นระเบียบ รวมถึงมีที่วางหมอนรองแขนชัดเจน และถังขยะแยกประเภท

อุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนช่วยลดปัญหาหลายประการ เช่น

1. ลดระยะเวลาการรอคอย: อุปกรณ์เจาะเลือดที่มีการจัดเก็บวัสดุและอุปกรณ์สำหรับการเจาะเลือดอย่างเป็นระเบียบ ช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถให้บริการได้รวดเร็วขึ้น
2. ลดปัญหาการเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ไม่พร้อม: การมีวัสดุและอุปกรณ์สำหรับการเจาะเลือดครบถ้วนช่วยให้การให้บริการไม่ขาดตกบกพร่อง
3. ลดปัญหาการวางตะกร้าพลาสติกบนร่างกายผู้รับบริการ: อุปกรณ์เจาะเลือดมีการจัดการที่ดี จึงไม่ต้องใช้ตะกร้าพลาสติกในการใส่วัสดุและอุปกรณ์สำหรับเจาะเลือด ทำให้ลดปัญหาการวางตะกร้าพลาสติกบนร่างกายผู้รับบริการ
4. ลดปัญหาการเจาะเลือดไม่ครบ: การมีวัสดุและอุปกรณ์สำหรับการเจาะเลือดที่พร้อมใช้งานช่วยให้การเจาะเลือดมีประสิทธิภาพ

5. ลดปัญหาการวางหมอนรองแขนและแขนของผู้รับบริการ: มีที่วางหมอนรองแขนที่ปรับระดับและทิศทางได้ ช่วยให้ผู้รับบริการสามารถวางแขนได้สะดวก

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า อุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนมีความเหมาะสมและความปลอดภัยสูงสำหรับนำมาใช้ในการให้บริการ ซึ่งเป็นผลจากการพัฒนาที่คำนึงถึงความต้องการและความสะดวกสบายของผู้ใช้จริง การมีวัสดุและอุปกรณ์สำหรับใช้ในการเจาะเลือดครบถ้วนและการจัดเก็บที่เป็นระเบียบ จึงทำให้การให้บริการมีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นและเพิ่มความพึงพอใจให้กับผู้รับบริการและญาติ

เมื่อพิจารณาอุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนและเทียบกับ mobile phlebotomy carts⁽¹⁰⁾ หรือ phlebotomy carts^(11, 12) ที่มีจำหน่ายในต่างประเทศ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ดังนี้ *การปรับระดับและทิศทางของที่วางแขน* อุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนมีที่วางแขนที่สามารถปรับระดับและทิศทางได้ ทำให้ผู้รับบริการสามารถวางแขนได้ถนัดและสะดวก ส่วน mobile phlebotomy carts และ phlebotomy carts ทั่วไปไม่มีที่วางแขนที่สามารถปรับระดับหรือทิศทางได้ *ความสะดวกสบายและปลอดภัย* อุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนช่วยให้เจ้าหน้าที่ให้บริการได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย ลดปัญหา

การวางหมอนรองแขนของผู้รับบริการ ส่วน mobile phlebotomy carts และ phlebotomy carts ทั่วไปไม่มีที่วางหมอนรองแขนที่ปรับระดับและทิศทางได้ ทำให้การให้บริการอาจไม่สะดวกสบายและมีความเสี่ยงสูงกว่า และ *การออกแบบที่เหมาะสมกับผู้รับบริการ* อุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนมีการออกแบบที่เหมาะสมกับความต้องการของผู้รับบริการ ทำให้การให้บริการสามารถทำได้ง่ายขึ้น ส่วน mobile phlebotomy carts และ phlebotomy carts ทั่วไปไม่มีที่วางแขนของผู้รับบริการ

นอกจากนี้ อุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลนอนสามารถนำมาประยุกต์ในการให้บริการเจาะเลือดแก่ผู้รับบริการรณัง (Fig. 6) ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้าน *การปรับให้เหมาะสมกับสรีระของผู้รับบริการ* อุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบมาเพื่อผู้รับบริการเปลนอนสามารถปรับให้เหมาะสมกับสรีระของผู้รับบริการรณังได้ ทำให้การเจาะเลือดสามารถทำได้ง่ายขึ้นและปลอดภัยมากขึ้น *การลดความกดดันของเจ้าหน้าที่* การใช้อุปกรณ์เจาะเลือดที่เหมาะสม จะช่วยลดความกดดันของเจ้าหน้าที่ในการให้บริการ ทำให้การให้บริการมีประสิทธิภาพมากขึ้น และ *การปรับปรุงความปลอดภัย* การใช้อุปกรณ์เจาะเลือดที่เหมาะสมจะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดภาวะแทรกซ้อน ทำให้การให้บริการได้มีความปลอดภัยมากขึ้น



Fig. 6 Venipuncture service for wheelchair-bound patients using phlebotomy carts designed for bedridden patients.

สรุป

ผลการศึกษาพบว่า การประเมินความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดจากเจ้าหน้าที่เจาะเลือด ผู้รับบริการ และญาติของผู้รับบริการมีความสอดคล้องกัน อย่างมีนัยสำคัญ โดยความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือดจากเจ้าหน้าที่เจาะเลือด ผู้รับบริการ และญาติต่างก็มีค่ามัธยฐาน (median) มากกว่า 3.50 และค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (interquartile range) ไม่เกิน 2.00 ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จึงสรุปผลการศึกษา ดังนี้:

1. ความเหมาะสมและความปลอดภัย อุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบเพื่อผู้รับบริการเปลบนอน มีความเหมาะสมตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีค่ามัธยฐาน (median) สูงกว่า 3.50 แสดงถึง เจ้าหน้าที่เจาะเลือด ผู้รับบริการ และญาติต่างก็มีความพึงพอใจในอุปกรณ์

เจาะเลือดในระดับสูง ขณะที่ค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (interquartile range) ไม่เกิน 2.00 แสดงถึงความคิดเห็นที่ได้รับจากเจ้าหน้าที่เจาะเลือด ผู้รับบริการ และญาติ เกี่ยวกับความเหมาะสมของอุปกรณ์เจาะเลือด มีความสอดคล้องกัน

2. การอำนวยความสะดวก อุปกรณ์เจาะเลือดที่ออกแบบให้มีการจัดเก็บวัสดุและอุปกรณ์สำหรับการเจาะเลือดอย่างเป็นระเบียบ ช่วยให้ผู้รับบริการสามารถเตรียมและใช้งานได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ลดระยะเวลาการรอคอย มีที่วางแขนปรับระดับและทิศทางได้ ทำให้ผู้รับบริการสามารถวางแขนได้สะดวกและเหมาะสม ลดปัญหาการวางหมอนรองแขนและแขนของผู้รับบริการในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม

3. การเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการ

- อุปกรณ์เจาะเลือดมีการจัดการถึงขยะแยกประเภท ทำให้สามารถจัดการกับขยะและวัสดุเหลือใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยงของการติดเชื้อและการแพร่กระจายของเชื้อโรค

- การจัดเก็บวัสดุและอุปกรณ์สำหรับใช้ในการเจาะเลือดอย่างเป็นระเบียบช่วยลดปัญหาการเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ไม่พร้อม ทำให้การเจาะเลือดมีประสิทธิภาพและครอบคลุมมากขึ้น

- ลดปัญหาการวางตะกร้าพลาสติกบนร่างกายผู้รับบริการ ทำให้การให้บริการเป็นไปอย่างสะดวกและปลอดภัยมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่เจาะเลือด ซึ่งได้แก่พยาบาลวิชาชีพในหน่วยงานห้องตรวจอายุรกรรม ห้องตรวจประกันสังคม และห้องคลอด ผู้รับบริการ และญาติของผู้รับบริการทุกท่านที่ได้กรุณาเสียเวลาอันมีค่าในการเป็นส่วนสำคัญในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ นายแพทย์สุภวุฒิ พญาวรรณันท์ หัวหน้ากลุ่มงานวิจัยและเทคโนโลยี คณะกรรมการบริหารจัดการนวัตกรรมทางการแพทย์ และสิ่งประดิษฐ์ โรงพยาบาลนพรัตนราชธานี

ขอขอบพระคุณบุคลากรกลุ่มงานวิจัยและประเมินเทคโนโลยี บรรณารักษ์ห้องสมุดโรงพยาบาลนพรัตนราชธานี บุคลากรโรงพยาบาลนพรัตนราชธานี และ อาจารย์ นายแพทย์เกรียงไกร นามโสงค์ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลนพรัตนราชธานี

เอกสารอ้างอิง

1. The Medical Technical Council. The Medical Technical Council regulations on restrictions and conditions for practicing the profession of medical technology, B.E. 2553. Royal Gazette. 2010; 127: 69-71. (in Thai)
2. Lima-Oliveira G, Lippi G, Salvagno GL, Picheth G, Guidi GC. Laboratory diagnostics and quality of blood collection. J Med Biochem 2015; 34: 288-94.
3. Lalongo C, Bernardini S. Phlebotomy, a bridge between laboratory and patient. Biochem Med (Zagreb) 2016; 26: 17-33.
4. Cortizas ME. The risks associated with phlebotomy decentralization, Lab Notes 1997; 7: 1-3.
5. WHO guidelines on drawing blood: best practices in phlebotomy. Geneva: World Health Organization; 2010.
6. Ministry of Public Health. Guideline of venipuncture, collection and transport for services units outside the hospital. To support the congestion reduction plan (4th). Bangkok: Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health; 2019. p. 11-13. (in Thai)
7. Ketusing, V. Mean and median: Simple things that can sometimes go wrong. Journal of Research. 1995. (in Thai)

8. Thongkam P. Educational measurement tools. Pattani: Prince of Songkla University; 1996. (in Thai)
9. Macmillan T. The delphi technique. Paper presented at the annual meeting of the California Junior Colleges Associations Committee on Research and Development. Monterey, California. 1971; 3-5.
10. Mobile phlebotomy carts. Org [homepage on the Internet]. London: Phlebotomy Carts online Resource, Inc.; c 2024-01 [cited 2024 Sep 20]. Available from: <http://www.medicushealth.com>.
11. Phlebotomy Carts. Org [homepage on the Internet]. Pennsylvania: Phlebotomy Carts online Resource, Inc.; c 2024-01 [cited 2024 Sep 20]. Available from: <http://www.clintonind.com>.
12. Phlebotomy Carts. Org [homepage on the Internet]. Florida: Phlebotomy Carts online Resource, Inc.; c 2024-01 [cite 2024 Sep 20]. Available from: <https://www.maketlab.com>.

Benjakul Water Extraction Prevents the Aging of Kidney Cells in High-Fat Diet-Induced Obese Rats

Kevalin Vounghoung^{1*}, Narongsuk Munkong², Nusiri Lerdvuthisophon³
Achiraya Kamchansuppasin⁴, Pornthep Temrangsee³ and Atthapan Morchang^{5,6}

¹*Medical Technology Program, Faculty of Science and Technology,
Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok, Thailand*

²*Department of Pathology, School of Medicine, University of Phayao, Phayao Province, Thailand*

³*Department of Preclinical Science, Faculty of Medicine, Thammasat University,
Pathum Thani Province, Thailand*

⁴*Institute of Nutrition, Mahidol University, Nakhon Pathom Province, Thailand*

⁵*School of Medicine, Mae Fah Luang University, Chiang Rai Province, Thailand*

⁶*Cancer and Immunology Research Unit (CIRU), Mae Fah Luang University,
Chiang Rai Province, Thailand*

Abstract

Study on the effects of Benjakul extract in preventing kidney cell aging in 18 male Sprague-Dawley obese rats, divided into 6 groups: a control group receiving a normal diet, a high-fat diet group, a high-fat diet group supplemented with a low-dose water extract of Benjakul, a high-fat diet group supplemented with a high-dose water extract of Benjakul, a group receiving a high-fat diet with wild betel leaf water extract, and a group receiving a high-fat diet with metformin. After a 4-week feeding period, the rats were assessed for body weight, blood sugar, insulin, blood urea nitrogen (BUN), creatinine, and senescence-associated β -galactosidase (SA- β -gal) in the kidneys. It was observed that the aqueous extract of Benjakul showed a tendency to reduce the body weight of rat starting from week 1, and it demonstrated the most significant weight reduction in weeks 3 and 4 when compared to the group receiving a high-fat diet. High-dose Benjakul water extract showed the highest insulin sensitivity, while low-dose Benjakul water extract and wild betel leaf water extract had a tendency to reduce BUN levels, indicating potential renal protection. In contrast, high-dose Benjakul water extract and metformin showed a trend towards increased BUN levels, suggesting potential kidney damage. Both low-dose and high-dose Benjakul water extracts demonstrated the ability to reduce the density of SA- β -gal staining in kidney cells, indicating a potential anti-aging effect on kidney cells in rat receiving a high-fat diet.

Keywords: Aging, Belly obesity, Benjakul water extraction, SA- β -gal, Kidney

*Corresponding author E-mail address: kvongthoung@gmail.com

สารสกัดน้ำเบญจกูลป้องกันการแก่ของเซลล์ไต ในหนูอ้วนที่ได้รับอาหารไขมันสูง

เกวณีน วงศ์โอง^{1*} ณรงค์ศักดิ์ มั่นคง² นุชสิริ เลิศวุฒิโสภณ³
อชิรญา คำจันทร์สุกสิน⁴ พรเทพ เต็มรังสี⁵ และ อัฐพันธ์ หมอช้าง^{5,6}

¹สาขาเทคนิคการแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร

²ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา

³สถานวิทยาศาสตร์พรีคลินิก คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี

⁴สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล จังหวัดนครปฐม

⁵สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย

⁶หน่วยวิจัยมะเร็งและภูมิคุ้มกันวิทยา มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย

บทคัดย่อ

การศึกษาฤทธิ์สารสกัดเบญจกูลป้องกันเซลล์ไตแก่ในหนูอ้วนสายพันธุ์ Sprague-Dawley เพศผู้ จำนวน 18 ตัว แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่ได้รับอาหารปกติ กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีไขมันสูง กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำเบญจกูลปริมาณต่ำ กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำเบญจกูลปริมาณสูง กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีไขมันสูงร่วมกับ สารสกัดน้ำชาพลูและกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีไขมันสูงร่วมกับยา Metformin หลังเลี้ยงหนูครบ 4 สัปดาห์ ชั่งน้ำหนักตัวของหนู ตรวจวัดระดับ insulin, BUN, creatinine และ SA- β -gal ในไต พบว่าสารสกัด น้ำเบญจกูลมีแนวโน้มว่าช่วยลดน้ำหนักตัวของหนูได้ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 และสามารถลดน้ำหนักตัวของ หนูได้ดีที่สุดในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง สารสกัดน้ำเบญจกูล ปริมาณสูงมีแนวโน้มที่มีความไวต่ออินซูลินมากที่สุด สารสกัดเบญจกูลปริมาณต่ำและสารสกัดน้ำชาพลู มีแนวโน้มที่สามารถลดระดับ BUN ได้จึงไม่ส่งผลต่อการทำงานของไต ในทางกลับกันสารสกัด เบญจกูลปริมาณสูงและยา metformin มีแนวโน้มที่เพิ่มระดับ BUN ได้ซึ่งเป็นผลจากการที่ไต ทำงานหนักขึ้นทำให้ไตหนูนั่นเสื่อมได้ สารสกัดเบญจกูลปริมาณต่ำและสารสกัดเบญจกูลปริมาณสูง สามารถลดความหนาแน่นของการติดสีของ SA- β -gal ในเซลล์ไตได้ แสดงให้เห็นว่าสารสกัดน้ำของ เบญจกูลมีแนวโน้มที่จะสามารถลดความแก่ของเซลล์ไตในหนูที่ได้รับอาหารไขมันสูงได้

คำสำคัญ: ความแก่ของเซลล์ ภาวะอ้วนลงพุง สารสกัดน้ำของเบญจกูล เอนไซม์เบต้ากาแลคโตซิเดส ไต

บทนำ

ปัจจุบันแนวโน้มการเพิ่มประชากรผู้สูงอายุมีมากขึ้น กระทรวงสาธารณสุขได้รายงานไว้ใน พ.ศ. 2545 มีจำนวนผู้สูงอายุ 6.3 ล้านคน พ.ศ. 2565 มีจำนวนผู้สูงอายุ 12.6 ล้านคน และมีการคาดการณ์ว่าในปี พ.ศ. 2566 เป็นต้นไปจะมีผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นปีละ 1 ล้านคน⁽¹⁾ ประเทศไทยเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ กระทรวงสาธารณสุขจึงกำหนดแผนดูแลสุขภาพผู้สูงอายุ เน้นการรักษา ส่งเสริม ป้องกัน และฟื้นฟู โดยเฉพาะด้านโภชนาการเพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่น ภาวะอ้วนลงพุง ไขมันและน้ำตาลในเลือดสูง คีโตนิน และความดันโลหิตสูง⁽²⁾ โรคไขมันพอกตับที่ไม่ได้เกิดจากแอลกอฮอล์ (non-alcoholic fatty liver disease หรือ NAFLD) โรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคไต ฯลฯ⁽³⁾ ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรังต่าง ๆ สาเหตุหลักของโรคอ้วนและภาวะแทรกซ้อนคือการบริโภคอาหารพลังงานสูง เช่น ไขมันและน้ำตาล ทำให้เซลล์ไขมันขยายตัวและหลังสารกระตุ้นการอักเสบในเซลล์ไขมันและคีโตนิน ส่งผลให้กรดไขมันอิสระสะสมในอวัยวะต่าง ๆ เช่น ตับ ตับอ่อน และไต นำไปสู่ภาวะอักเสบและเครียดออกซิเดชัน⁽⁴⁾

ปัจจุบันโรคอ้วนเป็นปัญหาสุขภาพโภชนาการที่พบมากที่สุดในโลก โรคอ้วนเป็นสภาวะทางการแพทย์ที่มีการสะสมไขมันในร่างกายมากถึงปริมาณที่อาจมีผลเสียต่อสุขภาพ ทำให้เกิดความเสื่อมหรือการที่เซลล์ร่างกายเข้าสู่ภาวะชรา (cellular aging) มีปัญหาสุขภาพเพิ่มขึ้น และทำให้มีอายุสั้นลง⁽⁵⁾ การวัดโรคอ้วนใช้ดัชนีมวลกาย (BMI) โดย BMI เกิน 30 ถือว่าเป็นโรคอ้วน และ 25-30 คือ น้ำหนักเกิน โรคอ้วนเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคหัวใจ เบาหวานชนิดที่ 2 และเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญในศตวรรษที่ 21⁽⁶⁾ โรคอ้วนที่ส่งผลร้ายต่อสุขภาพมี 2 ประเภท คือ อ้วนลงพุง เกิดจากไขมันสะสมในช่องท้องและอวัยวะภายใน เช่น ตับและไต และอ้วนทั้งตัว มีไขมันทั่วร่างกายเกินปกติ

ภาวะเครียดออกซิเดชัน (oxidative stress) เป็นเรื่องที่มีการศึกษาอย่างกว้างขวางจากผลที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อเซลล์ต่าง ๆ ภายในร่างกายซึ่งมีสาเหตุมาจากอนุมูลอิสระ (free radical) เข้าทำลายสารชีวโมเลกุลที่สำคัญที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์ทั้งโปรตีนและไขมัน⁽⁷⁾ เป็นเหตุทำให้เซลล์ทำหน้าที่ผิดปกติไปและนำไปสู่การตายของเซลล์ได้⁽⁸⁾ ภาวะเครียดออกซิเดชันเกิดกับทุกเซลล์จากการใช้ชีวิต การกินอาหาร การออกกำลังกาย และการนอนหลับทำให้เกิดกระบวนการอักเสบ แม้ไม่มีอาการชัดเจน แต่หากเกิดต่อเนื่องจะทำให้เซลล์แก่และเสื่อมสภาพ ส่งผลให้การทำงานลดลงและอาจนำไปสู่โรคเสื่อมของเซลล์และอวัยวะ เช่น โรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดหัวใจ ไขมันพอกตับ และโรคไต⁽⁹⁾

ความแก่ (aging) ที่เกิดขึ้นกับร่างกายเมื่อมนุษย์มีอายุขัยเพิ่มมากขึ้น มักสังเกตได้จากรูปลักษณะภายนอก เช่น การมีเส้นผมขาว ผิวหนังเหี่ยวย่น เป็นต้น เนื่องจากเมื่อเข้าสู่วัยชราอวัยวะและเนื้อเยื่อต่าง ๆ จะมีประสิทธิภาพในการทำงานที่ลดลงหรือมีการเสื่อมสภาพลง ทำให้ไม่สามารถต่อต้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไม่สามารถซ่อมแซมความเสียหายของเซลล์ที่เกิดขึ้นได้⁽¹⁰⁾ ซึ่งความเสื่อมหรือการที่เซลล์ร่างกายเข้าสู่ภาวะแก่ (cellular aging) นี่เป็นสิ่งที่ส่งผลทำให้เกิดความชราโดยรวมของร่างกาย

ความแก่ระดับเซลล์เกิดขึ้นกับเซลล์ในอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายและมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องยังไม่สามารถสรุปกระบวนการทั้งหมดได้ ภาวะแก่เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรค แต่ยังช่วยยับยั้งเซลล์ไม่ให้เติบโตจนกลายเป็นเซลล์มะเร็ง เซลล์แก่ไม่สามารถแบ่งตัวได้อีก ในปี ค.ศ. 1961 Hayflick และ Moorhead ทำทดลองพบว่าเซลล์ fibroblast มีการแบ่งเซลล์จำกัด ก่อนเข้าสู่ระยะพักจะไม่สามารถแบ่งได้อีก แม้จะมีสารอาหารเพียงพอ นักวิทยาศาสตร์กำลังศึกษากระบวนการและปัจจัยที่ทำให้เกิดภาวะแก่เพื่อควบคุมหรือชะลอภาวะแก่ที่เกิดขึ้นได้⁽¹¹⁾

งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์กล่าวโดยสรุปไว้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความแก่ ในระดับเซลล์นั้นมีสาเหตุมาจากกระบวนการต่าง ๆ คือการเกิดความเสียหายของ ดีเอ็นเอ (DNA damage) ซึ่งการเกิดความเสียหายที่สะสมขึ้นเรื่อย ๆ จะนำไปสู่การทำให้เซลล์ไม่สามารถแบ่งตัวได้และเข้าสู่ภาวะเซลล์ชรา การที่เซลล์มีการแบ่งตัวไปหลาย ๆ ครั้ง ส่งผลให้เกิดการหดสั้นของ เทโลเมียร์ (telomere shortening) ซึ่งเป็นส่วนปลายของโครโมโซมจนในที่สุดส่งผลให้เซลล์ไม่สามารถแบ่งตัวต่อไปได้ อย่างไรก็ตามกระบวนการความแก่ของเซลล์นั้นมีปัจจัยหลายอย่างเกี่ยวข้องจนไม่สามารถสรุปอย่างแน่ชัดได้ว่าเกิดมาจากปัจจัยใดเป็นหลัก⁽¹²⁾

เอนไซม์เบต้ากาแลคโตซิเดส (β -galactosidase) หรือ senescence-associated β -galactosidase (SA- β -gal) เป็นอีกหนึ่งสารภายในเซลล์ที่พบว่ามีค่าเฉพาะในเซลล์แก่ โดยที่เอนไซม์เบต้ากาแลคโตซิเดสนั้นเป็นเอนไซม์ที่มีอยู่ในไลโซโซม โดยในเซลล์ทั่วไปที่ยังไม่ได้อยู่ในภาวะแก่หรือยังสามารถแบ่งตัวได้ตามปกติจะตรวจพบเอนไซม์นี้ได้ที่สภาวะค่า pH ภายในเซลล์เท่ากับ 4 แต่ได้มีการศึกษาพบว่าสามารถตรวจพบเอนไซม์เบต้ากาแลคโตซิเดสที่ค่า pH 6 ได้ในเซลล์ที่ถูกกระตุ้นให้กลายเป็นเซลล์แก่ และเซลล์จากสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในวัยชราเท่านั้น และจะไม่พบเอนไซม์นี้ที่ภาวะค่า pH 6 ในเซลล์ปกติที่ยังสามารถแบ่งตัวได้⁽¹³⁾ แสดงให้เห็นว่าเอนไซม์เบต้ากาแลคโตซิเดสที่ภาวะค่า pH 6 นี้ มีความสัมพันธ์กับภาวะแก่ของเซลล์ โดยจะยิ่งพบเอนไซม์ชนิดนี้มากตามอายุของเซลล์ที่เพิ่มขึ้น เอนไซม์เบต้ากาแลคโตซิเดสที่ตรวจวัดได้ในเฉพาะเซลล์ชราที่ภาวะค่า pH 6 จึงถูกเรียกว่า SA- β -gal

ความผิดปกติในไตเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญที่ทำให้เกิดความผิดปกติของเมแทบอลิซึม ไตมีบทบาทในการดูดซึมกรดอะมิโนและกลูโคส รวมถึงปรับสมดุลน้ำเกลือแร่ และกรดต่าง กำจัดของเสีย และสร้างฮอร์โมนต่าง ๆ การกรองของเสียเกิดขึ้นเมื่อเลือดจากหัวใจไหลเข้าสู่

ไตผ่านหลอดเลือดแดง และเลือดไหลกลับสู่หัวใจผ่านหลอดเลือดดำของไต⁽¹⁴⁾ ไตมีบทบาทสำคัญในการควบคุมสมดุลน้ำและเกลือแร่ในร่างกาย เมื่อไตผิดปกติจะเกิดภาวะน้ำเกินหรือขาดน้ำและมีผลกระทบต่อนอสมและหัวใจ เช่น การหยุดเต้นของหัวใจจากโพแทสเซียมสูง ไตยังทำหน้าที่ขับกรดและของเสียจากร่างกาย เช่น ยูเรียและครีเอตินิน หากไตทำงานผิดปกติจะเกิดการคั่งค้างของสารเหล่านี้ ทำให้ร่างกายเกิดอาการอ่อนเพลีย เบื่ออาหาร คลื่นไส้ และอาจนำไปสู่การชัก โรคไตเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง และการบาดเจ็บที่ไต

โรคเบาหวานเป็นสาเหตุสำคัญของไตวายเรื้อรังและภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ ตาฝ้า และแขนขาชา โรคเบาหวานเกิดจากการที่ร่างกายไม่สามารถใช้น้ำตาลกลูโคสได้ตามปกติ เนื่องจากพว่องอินซูลินหรือไม่สามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดภาวะน้ำตาลคั่งในเลือด (hyperglycemia) ส่งผลให้หลอดเลือดไตหนาขึ้น ทำให้การไหลเวียนของเลือดลดลงและทำให้ไตเสื่อมลง ผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ควบคุมไม่ได้จะมีโปรตีนรั่วในปัสสาวะ และอาจมีภาวะความดันโลหิตสูง ติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ และอาการอื่น ๆ เช่น อ่อนเพลีย กระหายน้ำ และคันตามตัว⁽¹⁵⁾

ความดันโลหิตสูงเป็นสาเหตุสำคัญของโรคไตเรื้อรังทั้งในประเทศไทยและทั่วโลก โดยค่าความดันโลหิตที่ 140/90 มิลลิเมตรปรอทขึ้นไปถือเป็นโรคความดันโลหิตสูง ภาวะนี้อาจเกิดจากสาเหตุหลายอย่าง และสามารถเป็นทั้งเหตุและผลของโรคไตเรื้อรัง นอกจากนี้ยังทำให้เกิดโรคหัวใจ โดยเฉพาะในผู้สูงอายุ คนอ้วน และผู้สูบบุหรี่ การเกิดโรคไตจากความดันโลหิตสูงเกิดจากหลอดเลือดแดงเล็กหนาและแข็งตัว ทำให้เลือดไปเลี้ยงไตน้อยลง โรคไตมักไม่มีอาการชัดเจนจนกว่าไตทำงานลดลงเหลือ 25% อาการที่เริ่มปรากฏ ได้แก่ อ่อนเพลีย เบื่ออาหาร ชีต คันตามตัว บวมตามใบหน้าและขา ปัสสาวะมากตอนกลางคืน อาการเหล่านี้อาจคล้ายโรคหัวใจหรือโรคกระเพาะอาหาร

จึงต้องตรวจร่างกายเพื่อค้นหาความดันโลหิตสูง บวม และซีด รวมทั้งตรวจปัสสาวะและเลือดเพื่อวินิจฉัย ที่ถูกต้อง⁽¹⁵⁾

เบญจกูลเป็นตำรับยาสมุนไพรแผนไทย ที่สำคัญได้รับหนึ่งตามคัมภีร์วชิรโยคสาร ในการปรับธาตุ ให้สมบูรณ์ช่วยปรับสมดุลของร่างกาย และยังถูกบัญญัติ อยู่ในบัญชียาหลักแห่งชาติมีสรรพคุณในการใช้เป็น ยาปรับธาตุ บำรุงกองธาตุทั้ง 4⁽¹⁶⁾ ตำรับเบญจกูล ประกอบด้วยข้าวฟ่าง ติปิสี สะค้าน เจตมูลเพลิง และ จิงแห้ง ซึ่งพืชที่เป็นองค์ประกอบในตำรับนี้เป็นพืชที่สามารถหาได้ในตามท้องถื่นต่าง ๆ ของประเทศไทย มีรายงานพบว่ามียฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่สามารถนำไป ประยุกต์ใช้ในการรักษาความผิดปกติหรือโรคต่าง ๆ ได้ เช่น ฤทธิ์ต้านการเกิดกลุ่มอาการเมแทบอลิก ฤทธิ์กระตุ้น ภูมิคุ้มกัน ฤทธิ์ต้านการอักเสบ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านการเกิดเนื้องอก ฤทธิ์ต้านการติดเชื้อไวรัสและ แบคทีเรีย ฯลฯ⁽¹⁷⁾ การศึกษาในสัตว์ทดลองที่เป็นกลุ่ม อาการเมแทบอลิกพบว่า เบญจกูลสามารถลดระดับไขมัน คอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ในเลือดได้ นอกจากนั้น การศึกษาก่อนหน้านี้ยังพบว่าสารสกัดเบญจกูล ช่วยลด การแสดงออกของ pro - inflammatory gene (NF-KB p65) ในหนูที่ได้รับอาหารไขมันสูง⁽¹⁸⁾ จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ได้มีการศึกษาผลของสารสกัดน้ำ ของเบญจกูล (Benjakul extract) ต่อตับอ่อนของ หนูที่ได้รับอาหารไขมันสูง พบว่าช่วยลดความเข้มของ การติดสีของ β -galactosidase ในเซลล์ไอซ์เลตของ ตับอ่อนและลดปริมาณ malondialdehyde (MDA) ในตับอ่อน⁽¹⁹⁾ ซึ่งสารสกัดน้ำของเบญจกูลเป็นยาปรับธาตุ การรักษาแบบพื้นบ้านในประเทศไทย ใช้ยาต้มเบญจกูล ซึ่งเป็นยาปรับธาตุเพื่อลดน้ำตาลในเลือด พิเพอริน เป็นองค์ประกอบหลักใน HPLC fingerprint ของ เบญจกูลในรายงานก่อนหน้านี้ของ Rattarom *et al.*⁽¹⁴⁾

แสดงให้เห็นว่าพิเพอรินเป็นองค์ประกอบที่มีฤทธิ์ซึ่ง สามารถใช้เป็นตัวยับยั้ง α -glucosidase ของเบญจกูล แม้ว่าพิเพอรินจะเป็นหนึ่งในองค์ประกอบหลักในเบญจกูล และโสมเบญจกูลที่ถูกตรวจวัดโดย HPLC และมีปริมาณสูงคล้ายกับ *Piper interruptum* Opiz. แต่ผลการยับยั้งของเบญจกูลและโสมเบญจกูลไม่ดี กว่า *Piper interruptum* Opiz. อาจเนื่องมาจาก องค์ประกอบอื่น ๆ ในสารสกัดของเบญจกูลและ โสมเบญจกูล อย่างไรก็ตามสารสกัดที่ผ่านการย่อยของ โสมเบญจกูลแสดงฤทธิ์ยับยั้งที่ดีขึ้น เนื่องจากปริมาณ พิเพอรินลดลงมากในสารสกัดที่ผ่านการย่อย อาจเป็น ผลจากการเกิดเกลือไฮโดรคลอไรด์ที่ไม่ละลายใน คลอโรฟอร์ม การเปลี่ยนแปลงนี้อธิบายถึงการคงอยู่ ของฤทธิ์ยับยั้ง α -glucosidase ในสารสกัดเหล่านี้ นอกจากนี้ฤทธิ์ของสารสกัดที่ผ่านการย่อยยังสูงกว่า สารสกัดเอทานอลอีกด้วย สารพิเพอรินมีฤทธิ์ยับยั้ง เอนไซม์ α -glucosidase ได้ดีที่สุดและมีอยู่มากที่สุดใน สารสกัดเถาสะค้านซึ่งทำให้มีฤทธิ์ในการยับยั้งสูง สารพิเพอรินและสารสกัดเอทานอลของเถาสะค้านมีฤทธิ์ ยับยั้งเอนไซม์ α -glucosidase ดีกว่าอะกาโบส สารสกัด เบญจกูลและโสมเบญจกูลมีฤทธิ์ยับยั้งปานกลางจนถึงดี สูตรยาโสมเบญจกูลที่น่าจะนำมาใช้กับโรคเบาหวานคือ สูตรสำหรับธาตุน้ำและสูตรสำหรับธาตุลม⁽¹⁷⁾

อย่างไรก็ตามยังไม่เคยมีการศึกษาเกี่ยวกับ ฤทธิ์ต้าน ความแก่ของสารสกัดเบญจกูลในไต การศึกษาครั้งนี้จึงสนใจศึกษาผลของสารสกัดเบญจกูล ต่อการยับยั้งความแก่ของเซลล์ไต ซึ่งส่งผลให้ลด ความเสี่ยงในการเกิดโรคที่เกิดจากความเสื่อมของเซลล์ โดยเลือกใช้สัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารไขมันสูงเป็น รูปแบบจำลองของการเกิดกลุ่มอาการเมแทบอลิกที่คล้าย กับการเกิดในมนุษย์

วัสดุและวิธีการ

1. การสกัดน้ำของเบญจกูล

นำพืช 5 ชนิด ซึ่งมีอัตราส่วนดังนี้ *Piper retrofractum* Vahl. (fruit): ดอกคิปติ 2 ส่วน *Piper sarmentosum* Roxb. (root): รากข้าวพาลู 16 ส่วน *Piper interruptum* Opiz. (stem): เกลาะค้าน 8 ส่วน *Plumbago indica* Linn. (root): รากเจตมูลเพลิง 6 ส่วน *Zingiber mekongens* Gagnep. (rhizome): เหง้าจิงแห้ง 4 ส่วน นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 55°C จนแห้ง นำไปบด นำไปต้มในน้ำเดือดอุณหภูมิ 100°C สกัดส่วน น้ำ : พืช = 2 : 1 จนกระทั่งเหลือน้ำ 1 ส่วน ทำการกรองและทำให้แห้งด้วยเครื่อง lyophilizer ได้ % Yield คือ 6.6% yield จากนั้นทำให้แห้งที่อุณหภูมิ -20°C แล้วนำไป feed ให้หนู

2. การเลี้ยงหนู

เลี้ยงหนูขาวเพศผู้สายพันธุ์ Sprague - Dawley จำนวน 18 ตัว โดยจะเลี้ยงหนู 4 สัปดาห์ ให้อาหารหนูปกติ 1 สัปดาห์ โดยแบ่งหนูเป็น 6 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่ได้รับอาหารหนูปกติ 3 ตัว กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง 3 ตัว กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ (41.3 มิลลิกรัม/น้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม) 3 ตัว กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง (413 มิลลิกรัม/น้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม) 3 ตัว กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของข้าวพาลู 3 ตัว กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin 3 ตัว โดยได้รับการรับรองให้ดำเนินการวิจัยในสัตว์ทดลองเลขที่ AE 001/2015

3. การชั่งน้ำหนักตัวหนู

น้ำหนักตัวของหนูถูกบันทึกไว้ทุกวันตลอดระยะเวลาการศึกษา การคำนวณน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักตัวเริ่มต้นและน้ำหนักตัวสุดท้ายของหนูแต่ละตัวแสดงด้วยน้ำหนักตัวในวันแรกและวันสุดท้ายก่อนฆ่าหนูตามลำดับ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่อหนูแต่ละตัวคำนวณดังนี้ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (g) = น้ำหนักตัวสุดท้าย (g) - น้ำหนักตัวเริ่มต้น (g)

4. การเตรียมและการเก็บตัวอย่างเลือดและเนื้อเยื่อ

เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการวิจัยสัตว์จะถูกทำให้สลบและฆ่าด้วยการฉีด sodium pentobarbital (Nembutal) ปริมาณสูง (150 mg/kg) เข้าทางช่องท้อง หลังจากอดอาหารข้ามคืนประมาณ 16 ชั่วโมง⁽²⁰⁾ หนูถูกผ่าตัดตามยาวจากด้านบนของทรวงอกถึงบริเวณอุ้งเชิงกรานเพื่อเผยให้เห็นอวัยวะภายใน ภายใต้สภาวะปลอดเชื้ออย่างระมัดระวัง ไตจะถูกนำมาใส่ในบีกเกอร์ที่มีน้ำเกลือฟอสเฟตบัฟเฟอร์เย็น (4°C) หรือน้ำเกลือปกติ และค่อย ๆ ทำความสะอาดเนื้อเยื่อที่ปนเปื้อน การผ่าจะดำเนินการอย่างรวดเร็วที่สุด หลังจากการผ่าไตจะถูก fix ในฟอร์มอลิน 10% และเนื้อเยื่อจะถูกเก็บไว้ทำการวิเคราะห์ทางอิมมูโนฮิสโตเคมี

5. การวัดความเข้มข้นของอินซูลินในเลือดหนู

สัตว์ถูกอดอาหารเป็นเวลา 16 ชั่วโมง และเก็บตัวอย่างเลือดจากการเจาะหัวใจ เก็บหลอดตัวอย่างเลือดแช่แข็งก่อนนำไปเก็บ เป็นเวลา 5 นาที เก็บพลาสมาที่ไว้ที่อุณหภูมิ -20°C ก่อนทำการวิเคราะห์ระดับอินซูลินในพลาสมาด้วย ELISA kits โดย Mercodia Insulin

ELISA เป็น immunoassay ของเอนไซม์สองตัว ซึ่งขึ้นอยู่กับเทคนิค direct sandwich technique ซึ่ง monoclonal antibody สองตัวใช้เพื่อเป็นตัวตรวจวัดต่อโมเลกุลอินซูลิน

6. การย้อม SA-β-gal ด้วยอิมมูโนฮิสโตเคมี

อบสไลด์ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 30 นาที ก่อนเริ่มการตรวจอิมมูโนฮิสโตเคมีเพื่อตรวจหา SA-β-gal ในชิ้นเนื้อ deparaffinize เพื่อเอา Paraffin ที่เคลือบบนสไลด์ออกโดยการแช่สไลด์ใน Coplin jar ตามลำดับต่อไปนี้ ไซลีน 5 นาที 100% เอทานอล 3 นาที 95% เอทานอล 3 นาที 90% เอทานอล 3 นาที 80% เอทานอล 3 นาที 70% เอทานอล 3 นาที ขั้นตอน Rehydrate ล้างด้วยน้ำปราศจากไอออนเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นวางรอบชิ้นเนื้อด้วยปากกา PAPPen และจากขั้นตอนนี้ให้ทำในกล่องชื้นที่มืด ขั้นตอน antigen retrieval ด้วยเอนไซม์ไฮยาลูโรนิเดส (200 μL/ชิ้นเนื้อ) Incubate สไลด์ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 10 นาที ล้างสไลด์ในน้ำปราศจากไอออน (deionized water) 5 นาที ชะล้าง (quenching) เอนไซม์เปอร์ออกซิเดส ภายในเซลล์โดยการ incubate 37°C ด้วย 3% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในเมทานอล (200 μL/ชิ้นเนื้อ) เป็นเวลา 30 นาที ล้างด้วยน้ำปราศจากไอออน 3 ครั้ง จากนั้นล้างใน 1 x PBST 1 ครั้ง เป็นเวลา 5 นาที ขั้นตอนการ blocking background ที่เกิดจาก non-specific binding โดยการ Incubate ชิ้นเนื้อที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 30 นาที ด้วย 5% BSA ใน 1 x PBST (200 μL/ชิ้นเนื้อ) โดยห้ามล้างซีรัมออกหลัง incubate เติมน้ำ primary antibody (200 μL/ชิ้นเนื้อ) และ incubate ที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 16 ชั่วโมง ล้างด้วย 1 x PBST 5 ครั้ง ครั้งละ 5 นาที เติมน้ำ secondary antibody (200 μL/

ชิ้นเนื้อ) และ incubate ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 60 นาที ล้างด้วย 1 x PBST 5 ครั้ง ครั้งละ 5 นาที ตรวจจบบีด้วยสารละลาย DAB Kit (200 μL/ชิ้นเนื้อ) เป็นเวลา 5 นาที หยุดปฏิกิริยาการย้อมสีด้วยน้ำปราศจากไอออน (deionized water) counterstain ด้วยสี hematoxylin เป็นเวลา 5 นาที ล้างออกด้วยน้ำประปาเป็นเวลา 5 นาที ล้างด้วยน้ำปราศจากไอออน (deionized water) dehydrate โดยการแช่สไลด์ใน Coplin jar ตามลำดับต่อไปนี้ 95% เอทานอล 3 นาที 100% เอทานอล 3 นาที ไซลีน 5 นาที ไซลีน 5 นาที ไซลีน 5 นาที เมื่อชิ้นเนื้อแห้งแล้วใส่ mounting media แล้วปิดด้วย coverslip ปฏิกิริยา DAB จะเสถียร จึงสามารถวิเคราะห์ได้ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

7. วิวิธการติดสี SA-β-gal ด้วยโปรแกรม ZEN 2 lite

เปิดโปรแกรม ZEN 2 lite ปรับ scaling ไปที่ 100X@ERC5 ปรับ display histogram โดยกำหนดค่า Black 62 ค่า White 255 ปรับ exposure time ให้อยู่ที่ 24.00 ms วางสไลด์ที่แท่นวางสไลด์ และปรับเลนส์กล้องจุลทรรศน์ให้ข้อ Zeiss ไปที่ 100X คลิก Live เพื่อดู section slide และปรับ fine focus knob ของกล้องจุลทรรศน์เพื่อเลือกจุดที่ต้องการ analyze เมื่อได้จุดที่ต้องการ analyze แล้ว ให้คลิก snap ภาพแล้วคลิก scale bar คลิกที่ graphics เลือกรูปทรงสี่เหลี่ยม (square (diameter)) และลากรูปสี่เหลี่ยมบริเวณที่ต้องการ analyze จำนวน 5 fields ต่อ 1 section จากนั้นดูค่าที่ analyze เสร็จแล้วกดที่ burn in annotation จากนั้นคลิก measures และคลิกที่ create documents จะได้ค่า intensity ออกมา copy ค่า intensity ที่ได้ไปใส่ใน Microsoft Excel จากนั้น คำนวณหาค่า reciprocal intensity จากสูตรของ Devid Nguyen

คือ reciprocal intensity (r) = 250 - intensity (y)
คำนวณหาค่าผลรวมและค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่า reciprocal intensity ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel จากนั้นนำค่าเฉลี่ยของค่า reciprocal intensity ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยโปรแกรม SPSS Version 23

8. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ความเข้มข้นของการติดสีเฉลี่ยของ SA- β -gal ในไตโดยใช้โปรแกรม ZEN 2 lite ผลลัพธ์แสดงเป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิตบวกหรือลบความกระเจิงของค่าเฉลี่ย (standard error of the mean: SEM) โดยใช้โปรแกรม SPSS Version 23 ($p < 0.05$) ถือว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตรวจสอบการแจกแจงว่าเป็นปกติโดยใช้สถิติของการทดสอบ Kolmogorov-Smirnov Test หากผลการตรวจสอบพบว่า significance แต่ละกลุ่มตัวอย่างมีค่ามากกว่า 0.05 ($p > 0.05$) จะสรุปได้ว่าชุดข้อมูลมีการแจกแจงปกติ สามารถนำวิเคราะห์ความแปรปรวนได้

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) ในการเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเพื่อดูความแปรปรวนของชุดข้อมูลที่น่าสนใจเปรียบเทียบ หากผลการตรวจสอบพบว่า significance แต่ละชุดข้อมูลมีค่าน้อยกว่า 0.05 ($p < 0.05$) จะสรุปได้ว่าชุดข้อมูลมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ใช้สถิติทดสอบ Post hoc multiple comparisons โดยเลือกใช้สูตรคำนวณ Tukey HSD เพื่อเปรียบเทียบชุดข้อมูลตัวอย่างทุกชุดข้อมูล หากผลการตรวจสอบพบว่า significance แต่ละชุดข้อมูลมีค่าน้อยกว่า 0.05 ($p < 0.05$) จะสรุปได้ว่าชุดข้อมูลมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษา

1. ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักตัวหนูที่เพิ่มขึ้น (body weight; BW) ในแต่ละสัปดาห์

จากการเปรียบเทียบน้ำหนักตัวหนูที่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 1 พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของข้าวพลู มีค่าน้ำหนักตัวหนูที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า p -value = 0.012, 0.019 และ 0.044 ตามลำดับ และพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า p = 0.091 และ 0.198 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่ได้รับอาหารปกติ และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของข้าวพลู และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า p = 1.000, 0.918, 0.989 และ 0.806 ตามลำดับ แต่มีแนวโน้มของค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 1 ลดลง เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว

จากการเปรียบเทียบน้ำหนักตัวหนูที่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของข้าวพลู มีค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า p = 0.001, 0.002, 0.025 และ 0.005

ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่ได้รับ
อาหารปกติ และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับ
ยา Metformin ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
โดยมีค่า $p = 0.064$ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม
หรือกลุ่มที่ได้รับอาหารปกติ และกลุ่มที่ได้รับอาหาร
ไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ
กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูล
ปริมาณสูง กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำ
ของข้าวพลู และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับ
ยา metformin ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติ โดยมีค่า $p = 1.000, 0.835, 0.997$
และ 0.713 ตามลำดับ แต่มีแนวโน้มของค่าน้ำหนักตัว
ที่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 ลดลง เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับ
อาหารไขมันสูงอย่างเดียว

จากการเปรียบเทียบน้ำหนักตัวหนูที่เพิ่มขึ้นใน
สัปดาห์ที่ 3 พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว
กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูล
ปริมาณต่ำ และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับ
สารสกัดน้ำของข้าพหลู มีค่าน้ำหนักตัวหนูที่เพิ่มขึ้น
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p =$
0.009, 0.029 และ 0.012 ตามลำดับ และพบว่า
กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของ
เบญจกูลปริมาณสูง และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง
ร่วมกับยา Metformin ไม่มีความแตกต่างอย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 0.627$ และ
0.213 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่
ได้รับอาหารปกติ และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับ
สารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ กลุ่มที่ได้รับอาหาร
ไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณ
สูง กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำ

ของข้าวโพด และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 0.994, 0.495, 1.000$ และ 0.717 ตามลำดับ แต่มีแนวโน้มของค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 3 ลดลง เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว

จากการเปรียบเทียบน้ำหนักตัวหนูที่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของข้าวพุด มีค่าน้ำหนักตัวหนูที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 0.012$ และ 0.017 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่ได้รับอาหารปกติ และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 0.051, 0.583$ และ 0.372 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่ได้รับอาหารปกติ และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของข้าวพุด และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 0.983, 0.208, 1.000$ และ 0.543 ตามลำดับ แต่มีแนวโน้มของค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 ลดลง เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว ดังที่แสดงไว้ใน Fig. 1

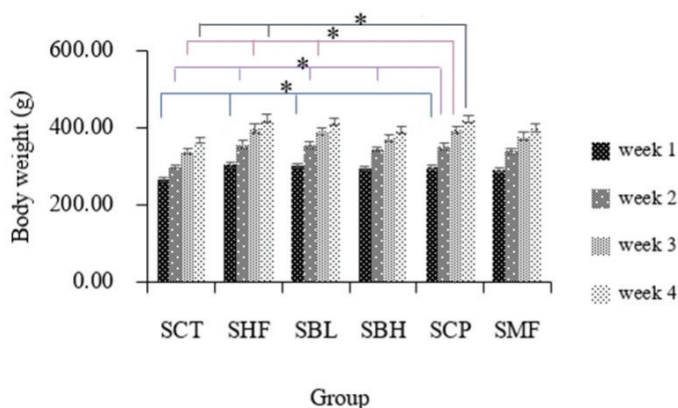


Fig. 1 Effects of Benjakul extracts on body weights. Body weights are presented as the mean $\pm$ SEM (Standard error of the mean) for 6 groups of rats, with 3 rats per group. SCT, a control group receiving a normal diet; SHF, high-fat diet group; SBL, a high-fat diet group supplemented with a low-dose water extract of Benjakul (41.3 mg/kg body weight of the rat); SBH, a high-fat diet group supplemented with a high-dose water extract of Benjakul (413 mg/kg body weight of the rat); SCP, a group receiving a high-fat diet with wild betel leaf water extract; SMF, a group receiving a high-fat diet with metformin. (*indicates statistically significant differences at $p < 0.05$ using one-way ANOVA).

2. ผลการเปรียบเทียบระดับอินซูลิน (insulin)

จากการเปรียบเทียบระดับอินซูลิน พบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของข้าวฟ่าง กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin มีระดับอินซูลิน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 0.904, 0.990, 0.998, 0.705$ และ 0.989 ตามลำดับ แต่มีแนวโน้มระดับอินซูลินเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่ได้รับอาหารหนูปกติ และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง

ร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin มีระดับอินซูลินลดลง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 0.995, 0.977$ และ 0.998 ตามลำดับ แต่มีแนวโน้มระดับอินซูลินลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของข้าวฟ่าง มีระดับอินซูลินเพิ่มขึ้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 0.997$ แต่มีแนวโน้มระดับอินซูลินเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว ดังที่แสดงไว้ใน Fig. 2

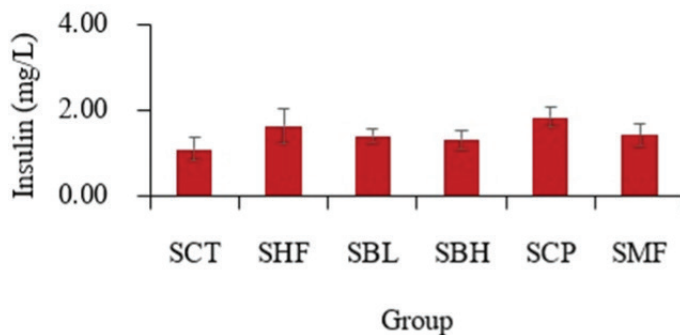


Fig. 2 Effects of Benjakul extracts on insulin levels. Insulin levels are presented as the mean $\pm$ SEM (Standard error of the mean) for 6 groups of rats, with 3 rats per group. SCT, a control group receiving a normal diet; SHF, high-fat diet group; SBL, a high-fat diet group supplemented with a low-dose water extract of Benjakul (41.3 mg/kg body weight of the rat); SBH, a high-fat diet group supplemented with a high-dose water extract of Benjakul (413 mg/kg body weight of the rat); SCP, a group receiving a high-fat diet with wild betel leaf water extract; SMF, a group receiving a high-fat diet with metformin.

3. ผลการเปรียบเทียบการตรวจหาระดับ blood urea nitrogen (BUN)

จากการเปรียบเทียบระดับ blood urea nitrogen (BUN) พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของข้าวฟ่าง กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin มีระดับ BUN แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 0.036$, 0.019 และ 0.027 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่ได้รับอาหารหนูปกติ กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียวและกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 0.995$ และ 0.966 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่ได้รับอาหารหนูปกติ และกลุ่มที่ได้รับอาหาร

ไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin มีระดับ BUN แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 0.042$ และ 0.035 ตามลำดับ มีระดับ BUN เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของข้าวฟ่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 0.028$ มีระดับ BUN ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 0.999$ แต่มีแนวโน้มของระดับ BUN ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว ดังที่แสดงไว้ใน Fig. 3

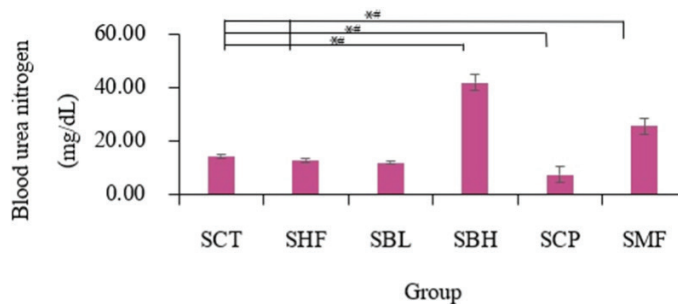


Fig. 3 Effects of Benjakul extracts on blood urea nitrogen (BUN) levels. BUN levels are presented as the mean $\pm$ SEM (Standard error of the mean) for 6 groups of rats, with 3 rats per group. SCT, a control group receiving a normal diet; SHF, high-fat diet group; SBL, a high-fat diet group supplemented with a low-dose water extract of Benjakul (41.3 mg/kg body weight of the rat); SBH, a high-fat diet group supplemented with a high-dose water extract of Benjakul (413 mg/kg body weight of the rat); SCP, a group receiving a high-fat diet with wild betel leaf water extract; SMF, a group receiving a high-fat diet with metformin. * indicates a statistically significant difference compared to the SCT group and # indicates a statistically significant difference compared to the SHF group at $p < 0.05$ using one-way ANOVA.

4. ผลการเปรียบเทียบระดับ creatinine (Cr)

จากการเปรียบเทียบระดับ creatinine พบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของชาพลู และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin มีระดับ creatinine แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 0.012, 0.032, 0.030$ และ 0.001 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่ได้รับอาหารหนูปกติ และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 0.060$

เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่ได้รับอาหารหนูปกติ และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของชาพลู และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin มีระดับ creatinine แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 0.030, 0.064, 0.060$ และ 0.003 ตามลำดับ มีระดับ Creatinine เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว ดังที่แสดงไว้ใน Fig. 4

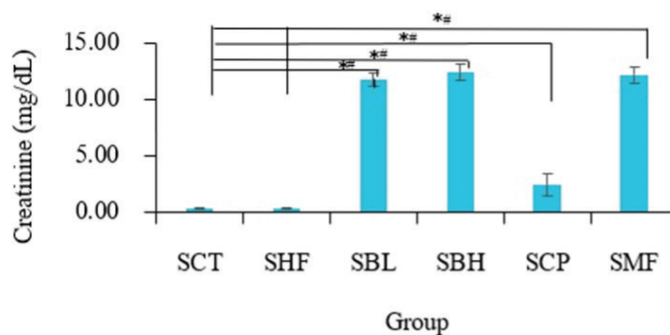


Fig. 4 Effects of Benjakul extracts on creatinine levels. Creatinine levels are presented as the mean $\pm$ SEM (Standard error of the mean) for 6 groups of rats, with 3 rats per group. SCT, a control group receiving a normal diet; SHF, high-fat diet group; SBL, a high-fat diet group supplemented with a low-dose water extract of Benjakul (41.3 mg/kg body weight of the rat); SBH, a high-fat diet group supplemented with a high-dose water extract of Benjakul (413 mg/kg body weight of the rat); SCP, a group receiving a high-fat diet with wild betel leaf water extract; SMF, a group receiving a high-fat diet with metformin. * indicates a statistically significant difference compared to the SCT group and # indicates a statistically significant difference compared to the SHF group at $p < 0.05$ using one-way ANOVA.

5. ผลการเปรียบเทียบค่า reciprocal intensity ของการย้อมอิมมูโนฮิสโตเคมีของ SA- β -gal ในไตหนู

จากการเปรียบเทียบ reciprocal intensity พบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของข้าวพาลู และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 0.563, 0.620, 0.619, 0.489$ และ 0.482 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่ได้รับอาหารหนูปกติ โดยจะพบการติดสีของเซลล์ไตของกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 1.000, 1.000$ และ 1.000 ตามลำดับ แต่มีแนวโน้มค่า reciprocal intensity ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง

อาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของข้าวพาลู และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin เข้มกว่ากลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่ได้รับอาหารหนูปกติ กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของข้าวพาลู ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 1.000$ แต่มีแนวโน้มค่า reciprocal intensity เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว โดยจะพบการติดสีของเซลล์ไต เข้มกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า $p = 1.000, 1.000$ และ 1.000 ตามลำดับ แต่มีแนวโน้มค่า reciprocal intensity ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง

อย่างเดี่ยว โดยจะพบการติดสีของเซลล์ไตของกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัด

น้ำของเบญจกูลปริมาณสูง และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา Metformin อ่อนกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดี่ยว ดังที่แสดงไว้ใน Fig. 5 และ Fig. 6

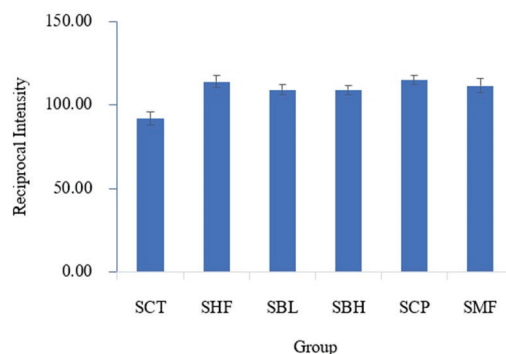


Fig. 5 Effects of Benjakul extracts on SA- β -gal in rat kidneys. Mean intensity of SA- β -gal in rat kidneys $\pm$ SEM (Standard error of the mean) ($n = 3$) SCT, a control group receiving a normal diet; SHF, high-fat diet group; SBL, a high-fat diet group supplemented with a low-dose water extract of Benjakul (41.3 mg/kg body weight of the rat); SBH, a high-fat diet group supplemented with a high-dose water extract of Benjakul (413 mg/kg body weight of the rat); SCP, a group receiving a high-fat diet with wild betel leaf water extract; SMF, a group receiving a high-fat diet with metformin.

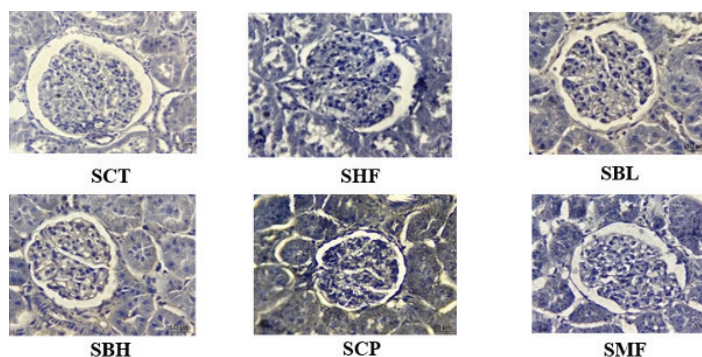


Fig. 6 Effects of Benjakul extracts on β -galactosidase in renal cells. β -galactosidase staining in renal cells of obese rats fed a high-fat diet across 6 groups, imaged under a microscope (400 $\times$ magnification, scale bar = 10 μ m). SCT, a control group receiving a normal diet; SHF, high-fat diet group; SBL, a high-fat diet group supplemented with a low-dose water extract of Benjakul (41.3 mg/kg body weight of the rat); SBH, a high-fat diet group supplemented with a high-dose water extract of Benjakul (413 mg/kg body weight of the rat); SCP, a group receiving a high-fat diet with wild betel leaf water extract; SMF, a group receiving a high-fat diet with metformin.

วิจารณ์

น้ำหนักตัวหนูในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin มีแนวโน้มของน้ำหนักตัวหนูที่ลดลงมากที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงแต่กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูงมีแนวโน้มที่สามารถลดน้ำหนักตัวของหนูได้ดีที่สุดในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของคุณอชิรญา คำจันทร์สุกสิน และคณะ ในปี พ.ศ. 2563 ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเบญจกูลช่วยเพิ่มการเผาผลาญไขมันในตับในหนูอ้วนที่ได้รับอาหารที่มีไขมันสูง หลังจากได้รับอาหารไขมันสูงเปรียบเทียบเป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยกลุ่มที่รับอาหารที่มีไขมันสูง กลุ่มที่รับอาหารที่มีไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำและกลุ่มที่รับอาหารที่มีไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง แสดงการเพิ่มน้ำหนักตัวขึ้น 24-39% เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม การย้อมและตรวจสอบภาพทางเนื้อเยื่อชีวภาพ H&E พบว่า เซลล์ไขมันในกลุ่มที่รับอาหารที่มีไขมันสูง มีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มที่รับอาหารที่มีไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง⁽²¹⁾

กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูงมีแนวโน้มในการไวต่ออินซูลิน (insulin sensitivity) มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของคุณอชิรญา คำจันทร์สุกสิน และคณะ ในปี พ.ศ. 2563 ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเบญจกูลช่วยเพิ่มการเผาผลาญไขมันในตับในหนูอ้วนที่ได้รับอาหารที่มีไขมันสูง พบว่าเมื่อมีภาวะดื้อต่ออินซูลินจึงส่งผลให้เกิดความผิดปกติ เช่น ระดับน้ำตาลในเลือดสูง ภาวะอินซูลินในเลือดสูง และภาวะไขมันในเลือดสูง ซึ่งเป็นสัญญาณสำคัญของกลุ่มอาการอ้วนลงพุง (metabolic syndrome) และเบาหวานชนิดที่ 2⁽²¹⁾ โดยที่กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับ

ยา metformin มีแนวโน้มที่สามารถลดระดับอินซูลินในเลือดได้ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของคุณเกวณิน วงศ์โคง และคณะ ในปี พ.ศ. 2559 ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของสารสกัดน้ำของเบญจกูลต่อตับอ่อนของหนูที่ได้รับอาหารไขมันสูงพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของข้าวพุดมีระดับอินซูลินในเลือดสูงที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารสกัดน้ำของข้าวพุดไม่สามารถลดระดับอินซูลินในเลือดได้ และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin สามารถลดระดับอินซูลินในเลือดได้ แสดงว่าสารสกัดน้ำของเบญจกูลทั้งปริมาณต่ำและปริมาณสูงสามารถลดระดับอินซูลินในเลือดได้⁽¹⁹⁾

กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของข้าวพุดและสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำมีแนวโน้มที่สามารถลดระดับ BUN ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของคุณจินตยา สุวรรณสม ในปี พ.ศ. 2565 ศึกษาเกี่ยวกับผลของสารสกัดเอทานอลของข้าวพุดต่อการลดน้ำตาลในเลือด เป็นเวลา 0, 15, 30, 45 และ 60 วัน โดยมีการทดสอบ renal function test พบว่าระดับ BUN ในกลุ่มที่ได้รับสารสกัดน้ำของข้าวพุดไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมปกติเมื่อให้สารสกัดน้ำของข้าวพุดปริมาณ 200 mg/kg ในหนูที่เป็นเบาหวานทำให้ระดับ BUN ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมปกติ⁽²²⁾

สารสกัดน้ำของเบญจกูลทั้งปริมาณต่ำ ปริมาณสูง สารสกัดน้ำของข้าวพุด และ ยา metformin เพิ่มระดับของ Creatinine อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งงานวิจัยคุณปะการัง จันทรโท และคณะ ในปี พ.ศ. 2560 ได้มีการศึกษาการใช้ยาตำรับเบญจกูลในปริมาณยา 100 mg/capsule (ในคน) พบว่าค่าการทำงานของไต (renal function test) อยู่ในเกณฑ์ปกติ⁽²³⁾ ซึ่งจากผลการวิจัย

ในครั้งนี้ใช้สารสกัดน้ำเบญจกูลที่มีปริมาณสูงกว่างานวิจัยของคุณปะการัง และให้ผล creatinine สูงทุกกลุ่ม แสดงว่าน่าจะเกิดจากการได้รับสารสกัดน้ำของเบญจกูลในปริมาณที่สูงเกินไป ดังนั้นแนะนำว่าการศึกษาในครั้งต่อไปควรใช้สารสกัดน้ำเบญจกูลที่มีปริมาณต่ำกว่า 41.3 mg/kg เพื่อให้การรักษาไม่ส่งผลเสียต่อไต

กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำและกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง ลดความหนาแน่นของการติดสีของ SA- β -gal ในเซลล์ไต จึงมีผลแสดงให้เห็นว่าสารสกัดน้ำของเบญจกูลสามารถลดการชราของเซลล์ไตในหนูที่ได้รับอาหารไขมันสูงได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของคุณเกวลิน วงศ์โกล และคณะ ในปี พ.ศ. 2559 ศึกษาผลของสารสกัดน้ำของเบญจกูลต่อดับอ่อนของหนูที่ได้รับอาหารไขมันสูง โดยศึกษาในหนูขาวเพศผู้สายพันธุ์ Sprague-Dawley ที่แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่ได้รับอาหารหนูปกติ กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของข้าวฟ่าง และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin เมื่อเลี้ยงหนูจนครบ 4 สัปดาห์พบว่าสารสกัดน้ำของเบญจกูลและสารสกัดน้ำของข้าวฟ่างสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือด และปรับปรุงโครงสร้างทางจุลกายวิภาคของเซลล์ไอส์เลตและเซลล์อะซินาร์ของตับอ่อนในหนูที่ได้รับอาหารไขมันสูงให้มีลักษณะที่ดีขึ้น นอกจากนี้สารสกัดทั้งสองชนิดสามารถทำให้ภาวะการอักเสบและการแก่ของตับอ่อนในหนูที่ได้รับอาหารไขมันสูงดีขึ้น⁽¹⁹⁾

กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำข้าวฟ่าง มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ย SA- β -gal ที่สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง เมื่อเปรียบเทียบกับ ส่งผลทำให้

มีการติดสีของ SA- β -gal ในไตของหนูติดสีเข้มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของคุณพรเทพ เต็มรังสี ในปี พ.ศ. 2562 ศึกษาผลการยับยั้งฤทธิ์อัลฟาไกลูโคซิเดสของเบญจกูล โสฬสเบญจกูลและส่วนประกอบของพืชพบว่าข้าวฟ่างไม่สามารถลดน้ำตาลในเลือดได้ เนื่องจากไม่สามารถยับยั้ง α -glucosidase ได้ โดยค่า IC₅₀ of α -glucosidase ที่ได้คือ $948.79 \pm 3.56 \mu\text{g/mL}$ เมื่อเทียบกับกลุ่ม positive control ค่าที่ได้คือ $142.77 \pm 1.05 \mu\text{g/mL}$ ข้าวฟ่างจึงไม่สามารถรักษาโรคเบาหวานได้ และมีการหลั่งกรดไขมันอิสระเข้าสู่กระแสเลือดไปสะสมที่ไต ส่งผลทำให้เกิดภาวะการอักเสบ ภาวะการเครียด และภาวะอ้วน เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความแก่ของเซลล์ไตได้⁽²⁴⁾

การเกิดความแก่ของเซลล์ไตในหนูที่ได้รับอาหารไขมันสูง มีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน โรคเบาหวานและโรคอ้วน⁽²⁵⁾ ซึ่งจากผลการวัดค่า reciprocal intensity ของการย้อมอิมมูโนฮิสโตเคมี SA- β -gal ในไตของหนูพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin มีการติดสี SA- β -gal อ่อนกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว แสดงว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin มีแนวโน้มที่สามารถลดการแก่ชราของเซลล์ไตได้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของคุณเพ็ญรักษ์ ร่วมเจริญ ในปี พ.ศ. 2558 ได้มีการศึกษาภาวะกรดในเลือดจากยา metformin ในผู้ป่วยโรคเบาหวานที่รักษาในโรงพยาบาลนครพนม โดยใช้ยา metformin ในการรักษาผู้ป่วยเบาหวานแล้วเกิดภาวะแทรกซ้อน metformin-induced metabolic acidosis จำนวน 62 ราย โดยมีปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญที่ส่งเสริม คือมีการทำงานของไตลดลง พบถึงร้อยละ 91.93 ซึ่งโรคเบาหวาน และโรคอ้วน เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดโรคชราภาพของไตและทำให้ไตมีการทำงานที่ผิดปกติ ดังนั้นจึงไม่แนะนำให้ใช้ยา metformin ในผู้ที่มีการทำงานของไตลดลง⁽²⁶⁾

สรุป

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าหนูทุกกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงมีแนวโน้มของน้ำหนักตัวสูงขึ้น การเกิดความแก่ของเซลล์ไตในหนูที่ได้รับอาหารไขมันสูงมีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน (oxidative stress) โรคเบาหวาน และโรคอ้วน ซึ่งจากผลการวัดค่า reciprocal intensity ของการย้อมอิมมูโนฮิสโตเคมีของ SA- β -gal ในไตของหนูอ้วนที่ได้รับอาหารไขมันสูง พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำและปริมาณสูงมีแนวโน้มที่จะสามารถลดน้ำหนัก น้ำตาลในเลือด และมีแนวโน้มที่จะช่วยลดการเกาะของเซลล์ไตในหนูอ้วนที่ได้รับอาหารที่มีไขมันสูง ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของข้าวฟ่างซึ่งกำหนดให้เป็นยาแผนโบราณมีแนวโน้มที่จะทำให้หนูเกิดภาวะคือต่ออินซูลิน สามารถชักนำให้เกิดโรคเบาหวานได้ในอนาคต กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำ กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง และกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับยา metformin ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อไต แต่กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำและปริมาณสูงจะช่วยลดการเกาะของเซลล์ไตในหนูอ้วนที่ได้รับอาหารไขมันสูงซึ่งไม่แนะนำให้ใช้ในกลุ่มที่มีการทำงานของไตบกพร่องเนื่องจากจะส่งผลให้ระดับ BUN และ creatinine เพิ่มขึ้น เมื่อดูการติดสีของ SA- β -gal จะเห็นได้ว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของข้าวฟ่างซึ่งกำหนดให้เป็นยาแผนโบราณ กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างเดียว และกลุ่มที่ได้รับอาหาร

ไขมันสูงร่วมกับยา Metformin ซึ่งกำหนดให้เป็นยาแผนปัจจุบัน พบว่ามีการติดสี SA- β -gal เข้มกว่ากลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่ได้รับอาหารหนูปกติ ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำและกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณสูง มีการติดสี SA- β -gal อ่อนกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงเล็กน้อย แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพสารสกัดเบญจกูลที่มีฤทธิ์ด้านการเกาะของเซลล์ไต ที่เกิดจาก metabolic syndrome สารอนุมูลอิสระ และโรคอ้วนได้ สำหรับข้อเสนอแนะจากการวิจัยพบว่าสารสกัดน้ำของเบญจกูลปริมาณต่ำและปริมาณสูงไม่แนะนำให้ใช้ในกลุ่มที่มีการทำงานของไตบกพร่อง และควรตรวจ BUN, creatinine และค่า estimated glomerular filtration rate ก่อนที่จะได้รับอาหารไขมันสูง และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับฤทธิ์ของสารสกัดน้ำเบญจกูลในการต้านการชราในอวัยวะอื่น ๆ เช่น ปอด หลอดเลือดและหัวใจ เป็นต้น เพื่อดูว่าสารสกัดน้ำเบญจกูลมีฤทธิ์ด้านการแก้ไขเซลล์เหล่านี้ด้วยหรือไม่

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สาขาวิชาเทคนิคการแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ผู้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณนักศึกษาสาขาเทคนิคการแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้แก่ นางสาวธนพร ลานตวน นางสาวณัฐกรณ์ อุปสาร นางสาวปิยะรัตน์ ไหญ่ปราง และนางสาวกนกขวัญ เหมทานนท์ ที่ได้ร่วมปฏิบัติงานวิจัยจนสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

1. Hong C, Sun L, Liu G, Guan B, Li C, Luo Y. Response of global health towards the challenges presented by population aging. *China CDC Wkly* 2023; 5: 884-7.
2. von Frankenberg AD, Marina A, Song X, Callahan HS, Kratz M, Utzschneider KM. A high-fat, high-saturated fat diet decreases insulin sensitivity without changing intra-abdominal fat in weight-stable overweight and obese adults. *Eur J Nutr* 2017; 56: 431-43.
3. Jitnarin N, Kosulwat V, Rojroongwasinkul N, Boonpradern A, Haddock CK, Poston WS. Prevalence of overweight and obesity in Thai population: results of the National Thai Food Consumption Survey. *Eat Weight Disord* 2011; 16: e242-9.
4. Arner P. The adipocyte in insulin resistance: key molecules and the impact of the thiazolidinediones. *Trends Endocrinol Metab* 2003; 14: 137-45.
5. Haslam DW, James WP. Obesity. *Lancet* 2005; 366: 1197-209.
6. Barness LA, Opitz JM, Gilbert-Barness E. Obesity: genetic, molecular, and environmental aspects. *Am J Med Genet A* 2007; 143A: 3016-34.
7. Dröge W. Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiol Rev* 2002; 82: 47-95.
8. Buttke TM, Sandstrom PA. Oxidative stress as a mediator of apoptosis. *Immunol Today* 1994; 15: 7-10.
9. Fabbrini E, Magkos F. Hepatic steatosis as a marker of metabolic dysfunction. *Nutrients* 2015; 7: 4995-5019.
10. Bürkle A, Moreno-Villanueva M, Bernhard J, *et al.* MARK-AGE biomarkers of ageing. *Mech Ageing Dev* 2015; 151: 2-12.
11. Hayflick L, Moorhead PS. The serial cultivation of human diploid cell strains. *Exp Cell Res* 1961; 25: 585-621.
12. López-Otín C, Blasco MA, Partridge L, Serrano M, Kroemer G. The hallmarks of aging. *Cell* 2013; 153: 1194-217.
13. Dimri GP, Lee X, Basile G, Acosta M, Scott G, Roskelley C, *et al.* A biomarker that identifies senescent human cells in culture and in aging skin *in vivo*. *Proc Natl Acad Sci USA* 1995; 92: 9363-7.
14. Li X, Zheng S, Wu G. Amino acid metabolism in the kidneys: nutritional and physiological significance. *Adv Exp Med Biol* 2020; 1265: 71-95.
15. Radabsri Y. The Development of the quality of life of the elderly in accordance with the Buddhist principles. *Vanam_434* 2021; 8, 109-22.
16. Itharat A, Sakpakdeejaroen I. Determination of cytotoxic compounds of Thai traditional medicine called Benjakul using HPLC. *J Med Assoc Thai* 2010; 93: S198-S203.

17. Rattarom R, Sakpakdeejaroen I, Hansakul P, Itharat A. Cytotoxic activity against small cell lung cancer cell line and chromatographic fingerprinting of six isolated compounds from the ethanolic extract of Benjakul. *J Med Assoc Thai* 2014; 97: S70-5.
18. Kim KJ, Lee MS, Jo K, Hwang JK. Piperidine alkaloids from *Piper retrofractum* Vahl. protect against high-fat diet-induced obesity by regulating lipid metabolism and activating AMP-activated protein kinase. *Biochem Biophys Res Commun* 2011; 411: 219-25.
19. Vongthoung K, Kamchansuppasin A, Temrangsee P, Munkong N, Kaendee N, Lerdvuthisopon N. Effects of Benjakul water extract on pancreas in high-fat fed rats. *Thammasat Med J* 2016; 16: 161-75.
20. Eu CH, Lim WY, Ton SH, bin Abdul Kadir K. Glycyrrhizic acid improved lipoprotein lipase expression, insulin sensitivity, serum lipid and lipid deposition in high-fat diet-induced obese rats. *Lipids Health Dis* 2010; 9: 81.
21. Kamchansuppasin A, Vongthoung K, Temrangsee P, Munkong N, Lerdvuthisopon N. Benjakul supplementation improves hepatic fat metabolism in high-fat diet-induced obese rats. *Trop J Pharm Res* 2020; 19: 797-803.
22. Kovesdy CP. Epidemiology of chronic kidney disease: an update 2022. *Kidney Int Suppl* (2011) 2022; 12: 7-11.
23. Chantor P, Rattanabanjerdkul H, Itharat A. Case studies of Benjakul recipes in treating stage 4 non — small cell lung cancer. *Thammasat Med J* 2017; 16: 172-81. (in Thai)
24. Temrangsee P, Itharat A, Sattaponpan C, Pipatratanaseree W. Inhibitory effect on alpha-glucosidase activity of Benjakul, Soros Benjakul and their plant component. *Thammasat Med J* 2019; 19: 645-53. (in Thai)
25. Wang M, Wang Z, Chen Y, Dong Y. Kidney damage caused by obesity and its feasible treatment drugs. *Int J Mol Sci* 2022; 23: 747.
26. Raumcharoen F. Metformin-induced metabolic acidosis in diabetic patients attending Nakhon Phanom hospital, 2010-2013. *J Health Sci* 2015; 24: 337-46. (in Thai)

Learning Management Strategy for Learning Outcome Achievement in Immunology Courses

Sarawut Suttirat^{*}, Taweebhorn Phunpanich, Natharinee Horata,
Issariya Ieamsuwan and Chakkaphan Runcharoen

*Faculty of Medical Technology, Huachiew Chalermprakiet University,
Samut Prakan Province, Thailand*

Abstract

The learning management in the immunology course for medical technology students revealed issues with understanding and integrating the components of the immune system, as well as calculating serum dilution. To address these problems, the instructors introduced a variety of activity formats designed to enhance both hard and soft skills of the students, in both groups and individual settings. Each activity was tailored to match the individual characteristics of the learners, based on the results of the learner analysis. The effectiveness of these activities was evaluated using scoring rubrics and knowledge tests that had been validated for reliability. The knowledge test results indicated that the activities improved students' understanding of the subject contents, while feedback from focus groups showed that students enjoyed the activities. When comparing the learning outcomes over the past five years, it was found that adjusting the learning management strategy led to better learning results and achievement of the course learning outcomes.

Keywords: Medical technology, Learning outcomes, Immunology, Learning management

^{*}Corresponding author E-mail address: sarawutsutti@gmail.com

กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อการบรรลุผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ ของนักศึกษาในรายวิชาวิทยาภูมิคุ้มกัน

ศราวุธ สุทธิรัตน์* ทวีพร พันธุ์พานิชย์ ญัฐริณี หอระตะ
อิสสรียา เอี่ยมสุวรรณ และ จักรพันธ์ รุณเจริญ

คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสมุทรปราการ

บทคัดย่อ

การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาภูมิคุ้มกันให้นักศึกษาเทคนิคการแพทย์ พบว่ามีปัญหาในด้านการทำความเข้าใจ การเชื่อมโยงองค์ประกอบของระบบภูมิคุ้มกัน และการคำนวณเกี่ยวกับการเจือจางซีรัม ผู้สอนจึงได้ปรับกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เพิ่มทั้งสมรรถนะทักษะและเจตคติให้นักศึกษาทั้งแบบเป็นกลุ่มและรายบุคคล และเหมาะสมกับลักษณะผู้เรียนตามผลการวิเคราะห์ผู้เรียน การประเมินผลของกิจกรรมใช้แบบประเมินที่ออกแบบขึ้นโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคและแบบทดสอบความรู้ที่ผ่านการหาค่าความเที่ยงและความตรง จากผลการประเมินด้วยแบบทดสอบความรู้พบว่ากิจกรรมดังกล่าวทำให้นักศึกษามีความเข้าใจเนื้อหาวิชามากขึ้น ผลการสนทนากลุ่มพบว่านักศึกษาได้รับความสนุกสนานจากการทำกิจกรรม เมื่อประเมินผลการเรียนในรายวิชาโดยการเปรียบเทียบห้าปีย้อนหลังพบว่ากลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนมีแนวโน้มผลการเรียนที่ดีขึ้น และบรรลุผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของรายวิชา

คำสำคัญ: เทคนิคการแพทย์ ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ วิทยาภูมิคุ้มกัน การจัดการการเรียนรู้

*ผู้รับผิดชอบบทความ E-mail address: sarawutsutti@gmail.com

บทนำ

รายวิชาวิทยาภูมิคุ้มกันของคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ เป็นรายวิชาในหมวดวิชาชีพของหลักสูตรเทคนิคการแพทย์⁽¹⁾ ประกอบด้วยรายวิชาวิทยาภูมิคุ้มกัน 1 เป็นวิทยาภูมิคุ้มกันพื้นฐาน และวิทยาภูมิคุ้มกัน 2 เป็นวิทยาภูมิคุ้มกันคลินิกและวิทยาภูมิคุ้มกันวินิจฉัยที่มีการปรับปรุงเนื้อหาให้ทันสมัย รวมถึงออกแบบวิธีการจัดการการเรียนรู้ให้มีความหลากหลาย ตอบทุกโจทย์ที่ควรบรรจุไว้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การส่งเสริมทักษะจำเป็นในศตวรรษที่ 21⁽²⁾ ทั้งในด้านสมรรถนะทักษะ (hard skills) และเจตคติทักษะ (soft skills) การส่งเสริมคุณธรรมจริยธรรม⁽³⁾ และการเรียนรู้เชิงรุก (active learning)⁽⁴⁻⁶⁾ โดยจากผลการศึกษา พบว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวทำให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของรายวิชาวิทยาภูมิคุ้มกันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อนำการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับหลักสูตรด้วยเกณฑ์ของ ASEAN University Network-Quality Assurance (AUN QA) มาใช้ จึงได้มีการนำปรัชญาการศึกษาของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ซึ่งคือ “จัดการศึกษาให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้จริง ปฏิบัติงานได้จริง มีคุณธรรมและอุทิศตนรับใช้สังคม”⁽⁷⁾ มาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้นักศึกษาได้มีส่วนร่วมในกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจและมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ได้เรียนรู้วิธีการเรียน และได้ใช้กระบวนการคิดในสิ่งที่จะทำแล้วจึงลงมือทำ ภายใต้การจัดการศึกษาที่เน้นผลลัพธ์การเรียนรู้ (outcome-based education; OBE) การกำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง (expected learning outcomes) ของรายวิชา (course learning outcomes; CLOs) และ

การออกแบบการจัดการเรียนรู้ รวมถึงการวัดและประเมินผลให้สอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักศึกษาได้บรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา

จากการสนทนากลุ่ม (focus group) นักศึกษาในปีการศึกษาที่ผ่านมา ประกอบกับผลการประเมินจากผู้ใช้บัณฑิต และแหล่งฝึกงาน รวมถึงผลการประเมินจากตัวนักศึกษาเองที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาวิทยาภูมิคุ้มกัน พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่ยังมีปัญหาในการอธิบายเนื้อหา รวมถึงการเชื่อมโยงองค์ประกอบของระบบภูมิคุ้มกัน เนื่องจากขาดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่มีมาก ซับซ้อน และมีความเป็นนามธรรมสูง นอกจากนี้ยังพบปัญหาในการคำนวณและปฏิบัติการการทำการเจือจาง (dilution) อีกด้วย (unpublished data)

คณาจารย์ผู้สอนในรายวิชาดังกล่าวจึงปรับเปลี่ยนวิธีการและรูปแบบกิจกรรมในรายวิชาวิทยาภูมิคุ้มกัน 1 ซึ่งเป็นวิชาที่เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการ “ต่อยอด” การเรียนรู้ในส่วนของวิทยาภูมิคุ้มกันคลินิกและวิทยาภูมิคุ้มกันวินิจฉัย เพื่อให้ นักศึกษาได้มีการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมถึงปรับวิธีการวัดและประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ให้มีความหลากหลาย และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อการบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชาโดยใช้รายวิชาวิทยาภูมิคุ้มกัน 1 เป็นโมเดลสำหรับการศึกษาในครั้งนี้

วัสดุและวิธีการ

1. กลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษาคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ที่ลงทะเบียนรายวิชา MT3433 วิทยาภูมิคุ้มกัน 1 ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 202 คน โดยงานวิจัยนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมงานวิจัย มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ เลขที่ HCU-EC1574/2567

2. การวิเคราะห์ผู้เรียน

จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ มาตราที่ 24 ที่เน้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน และองค์ประกอบด้านองค์ความรู้ในกรอบการพัฒนา อาจารย์มีอาชีพที่กำหนดให้ผู้สอนต้องวิเคราะห์ผู้เรียนก่อนการเรียน เพื่อนำข้อมูลมาจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม⁽⁸⁾ ผู้วิจัยจึงได้นำผลการวิเคราะห์ผู้เรียนที่ทำก่อนการเรียนมาจัดรูปแบบกิจกรรมและวิธีการประเมินผลที่เหมาะสม

3. การสร้างแบบประเมิน

สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีคที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์แต่ละกิจกรรม ตามรูปแบบผลลัพธ์การเรียนรู้ และแบบประเมินความรู้ ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบ Pre Midterm Exam และ Pre Final Exam แบบทวนสอบความรู้รวบยอด ข้อสอบกลางภาค และข้อสอบปลายภาค โดยทุกแบบประเมินความรู้ผ่านการประเมินความเที่ยง (reliability) โดยทดสอบกับกลุ่มนักศึกษาเทคนิคการแพทย์ ที่เคยเรียนในวิชาวิทยาภูมิคุ้มกันมาก่อน และความตรง (validity) โดยอาจารย์ในกลุ่มวิชาเป็นผู้ประเมิน⁽⁹⁾

4. วิธีการดำเนินการ

ผู้วิจัยวางแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาภูมิคุ้มกัน 1 ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โดยเปรียบเทียบกับวิชาดังกล่าว ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2563-2566 และ โดยพิจารณาทั้งเนื้อหา รายวิชา กิจกรรมการเรียนรู้ ปัญหาที่เกิดขึ้น ในแต่ละปีที่ผ่านมา ผลการวิเคราะห์ผู้เรียน ผลการประเมินนักศึกษา ทั้งจากผู้ใช้บัณฑิต แหล่งฝึกงาน รวมถึงการประเมินตนเองของนักศึกษา ได้ข้อสรุปของปัญหาที่พบ ได้แก่ ในส่วนของผลวิเคราะห์ผู้เรียน นักศึกษามีพฤติกรรมการเรียนรู้แบบอิสระร้อยละ 59.1 แบบร่วมมือร้อยละ 20.8 แบบมีส่วนร่วมร้อยละ 17.0

และแบบพึ่งพาร้อยละ 15.1 ส่วนที่เหลือจะเป็นแบบผสมระหว่างรูปแบบต่าง ๆ ผลการประเมินจากนักศึกษาเอง พบว่า นักศึกษาขาดความเข้าใจในการที่จะเชื่อมโยงองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบภูมิคุ้มกัน ทำให้กลายเป็นอุปสรรคสำคัญในการเรียนรู้และเข้าใจ จากระดับวิทยาภูมิคุ้มกันพื้นฐานไปสู่วิทยาภูมิคุ้มกันคลินิก นอกจากนี้ จากผลการประเมินของแหล่งฝึกงาน พบว่านักศึกษายังขาดความเข้าใจในการคำนวณและการเจือจาง อันเป็นพื้นฐานของการฝึกปฏิบัติการในวิชาวิทยาภูมิคุ้มกันอีกด้วย (unpublished data)

จากการพิจารณาปัญหาที่พบ จึงได้ออกแบบกิจกรรมเพื่อตอบโจทย์การจัดการเรียนรู้ที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุผลลัพธ์ที่คาดหวังดังนี้

1. กิจกรรมเพิ่มพูนทักษะ (upskill) การคำนวณ เพื่อติดตามพัฒนาการการเรียนรู้วิธีคำนวณและการปฏิบัติการในเนื้อหาเรื่องการทำการเจือจาง ซึ่งเป็นเนื้อหาสำคัญประเด็นหนึ่งในการทำงานในสาขาวิทยาภูมิคุ้มกัน โดยนักศึกษาจะได้ฝึกทำโจทย์คำนวณ จากง่ายไปยาก 4 ระดับ โดยในสามระดับแรก นักศึกษาแต่ละคนได้ฝึกทำโจทย์ด้วยตนเอง แล้วอธิบายให้อาจารย์ประจำกลุ่มฟังเป็นรายบุคคล อาจารย์จะมีการซักถามและเปลี่ยนโจทย์ในบางจุดเพื่อให้นักศึกษาฝึกคำนวณต่อหน้าอาจารย์ หลังจากนั้นจึงให้นักศึกษาประเมินการเรียนรู้ของตนเองในขณะที่เรียนรู้ (assessment as learning) ว่าติดขัดหรือไม่ เข้าใจตรงไหนหรือไม่ แล้วอาจารย์จึงอธิบายเพิ่มเติมรวมถึงแก้ไขความเข้าใจผิดในประเด็นนั้น ๆ เพื่อให้ นักศึกษาเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ซึ่งการประเมินดังกล่าวจะครอบคลุมในประเด็นให้ผู้เรียนตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ และการได้ความรู้จากการเรียนและกิจกรรมในครั้งนี้ ว่าวิธีการเรียนรู้ทำให้มีความเข้าใจสาระที่เรียนอย่างไร และจะยกระดับผลการเรียนรู้ในครั้งต่อไปอย่างไร ในด้านเกณฑ์การประเมินอาจารย์ประเมินผลการเรียนรู้ด้วย

แบบประเมินรูปรีด เพื่อให้ให้นักศึกษานำไปปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้และปรับแก้ในสิ่งที่ตนเองผิดพลาดจากผลการประเมินครั้งแรก ๆ (assessment for learning) ส่วนในระดับสุดท้าย จะเป็นการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ (assessment of learning) โดยการประเมินผลด้วยข้อสอบวัดความรู้

2. กิจกรรมการทบทวนความรู้ก่อนการสอบกลางภาค และปลายภาค เนื่องจากเนื้อหาในวิชาวิทยาภูมิคุ้มกันมีความต่อเนื่องและเชื่อมโยงกันขององค์ประกอบในระบบภูมิคุ้มกัน ดังนั้นการจดจำโดยปราศจากความเข้าใจ จะยิ่งสร้างปัญหาในระยะยาวสำหรับการเรียนรู้ จึงเกิดเป็นกิจกรรม “ต่อความยาวสาวความยืด” ขึ้น เนื่องจากเนื้อหาในช่วงสอบกลางภาคเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับองค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบภูมิคุ้มกัน กิจกรรมนี้ดำเนินการโดยให้นักศึกษาทั้ง 10 กลุ่ม เลือกที่จะแสดงบทบาทสมมติเป็นหนึ่งองค์ประกอบที่สนใจ ประกอบด้วย macrophage, neutrophil, NK cell, dendritic cell, complement, B lymphocyte, immunoglobulin, helper T lymphocyte, cytotoxic T lymphocyte และ primary-secondary lymphoid organ แล้วออกมาแสดงบทบาทสมมติเพื่อเชื่อมโยงบทบาทหน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ มีการร้อยเรียงเนื้อหาให้เป็นไปตามลำดับของกระบวนการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน โดยมีคณาจารย์ช่วยเสริมเนื้อหาในบางประเด็นที่ยังไม่ครอบคลุม และสรุปภาพรวม เพื่อให้เกิดความเข้าใจและเห็นภาพของการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบต่างๆ ในระบบภูมิคุ้มกันได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ทั้งยังได้ทบทวนเนื้อหาเพื่อเตรียมสอบกลางภาคอีกด้วย

นอกจากนี้ยังได้จัดกิจกรรม “เธอกับฉันเราสัมพันธ์กันอย่างไร” เพื่อสร้างความเข้าใจ และทบทวนเนื้อหาที่จะใช้สอบปลายภาค กิจกรรมนี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับกระบวนการนำเสนอและรับรู้แอนติเจน รวมถึงกลไกการกำจัดสิ่งแปลกปลอมประเภทต่าง ๆ

ดำเนินการโดยให้นักศึกษาทั้ง 10 กลุ่ม เลือกที่จะแสดงบทบาทสมมติเป็นหนึ่งองค์ประกอบที่สนใจ ประกอบด้วย macrophage, neutrophil, NK cell, dendritic cell, B lymphocyte, immunoglobulin, helper T lymphocyte, cytokine, cytotoxic T lymphocyte และ viral infected cell -tumor cell แล้วระบุนความสัมพันธ์กับองค์ประกอบอื่นให้ได้ อย่างถูกต้องครบถ้วน โดยมีคณาจารย์ช่วยเสริมเนื้อหาในบางประเด็นที่ยังไม่ครอบคลุม และสรุปภาพรวม

3. การทบทวนสอบผลลัพธ์การเรียนรู้ในวิชาวิทยาภูมิคุ้มกัน ตามที่ระบุในผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังของชั้นปีที่ 3 (year learning outcomes; YLOs) ซึ่งเป็นการสอบประเมินความรู้รวบยอดตามเนื้อหาของรายวิชาวิทยาภูมิคุ้มกัน 1 โดยถ้านักศึกษาได้คะแนนไม่ถึงร้อยละ 60 จะต้องสอบซ่อมในภายหลัง

มีการประเมินความรู้ความเข้าใจภายหลังการร่วมกิจกรรมต่าง ๆ โดยการสอบด้วยข้อสอบ Pre Exam ซึ่งผ่านการประเมินความเที่ยงโดยทดสอบกับกลุ่มนักศึกษาเทคนิคการแพทย์ปีที่ผ่านมา และความตรงจากอาจารย์ผู้สอนวิชาดังกล่าวจำนวน 5 ท่าน รวมถึงการใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีด เพื่อประเมินจรรยาบรรณ (soft skill) อีกด้วย และในช่วงสัปดาห์สุดท้ายของภาคการศึกษา คณาจารย์ทำกิจกรรมสนทนากลุ่มเพื่อให้นักศึกษาให้ข้อมูลสะท้อนกลับเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลไปปรับปรุงการดำเนินการในปีการศึกษาต่อไป

ผลการศึกษา

1. ผลการวิเคราะห์ผู้เรียนและการประเมินแบบทดสอบ

จากผลการวิเคราะห์ผู้เรียน ก่อนที่จะลงเรียนวิชาวิทยาภูมิคุ้มกัน 1 จำนวน 165 คน พบว่าส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการเรียนรู้แบบอิสระถึง

ร้อยละ 59.1 รองลงมาเป็นแบบร่วมมือร้อยละ 20.8 แบบมีส่วนร่วมร้อยละ 17.0 และแบบพึ่งพา ร้อยละ 15.1 ส่วนที่เหลือจะเป็นแบบผสมระหว่าง รูปแบบต่าง ๆ เช่น แบบอิสระผสมกับแบบร่วมมือ แบบอิสระ ผสมกับแบบแข่งขัน หรือแบบอิสระผสม แบบมีส่วนร่วม เป็นต้น (unpublished data) สำหรับ แบบอิสระ ผู้เรียนจะมีลักษณะตั้งใจเรียน ชอบคิดเอง ชอบทำงานคนเดียวมากกว่า แต่รับฟังความคิดเห็น ของคนอื่น เลือกเรียนรู้แต่สิ่งที่ตนเองคิดว่าสำคัญ เท่านั้น เชื่อมั่นในความสามารถเรียนรู้ของตนเอง และ ชอบที่จะได้ออกแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ แบบร่วมมือ จะเป็นผู้ที่มีความรู้ดีกว่าจะสามารถเรียนรู้ ได้ดีมากที่สุดด้วยการร่วมกันแสดงความคิดเห็นและ ร่วมกันใช้ความสามารถที่ทุกคนมีอยู่ และชอบทำงาน ร่วมกับผู้อื่น โดยมีความเห็นว่าห้องเรียนเป็นที่เหมาะสม กับการพบปะมีปฏิสัมพันธ์ไปพร้อม ๆ กับการเรียนรู้ ในวิชา สำหรับแบบมีส่วนร่วม ผู้เรียนแบบนี้ต้องการ เรียนรู้เนื้อหาวิชา ชอบเข้าห้องเรียน ชอบการบรรยาย แบบให้ผู้เรียนร่วมอภิปราย มีความรับผิดชอบ ในการเรียน พยายามรับรู้ให้มากที่สุดจากชั้นเรียน ให้ความร่วมมือและมีส่วนร่วมกับผู้อื่นในการทำใน สิ่งที่ต้องลงไว้ร่วมกัน และมีความรู้ดีกว่าควรจะมีส่วนร่วม

ในกิจกรรมของชั้นเรียนให้มากที่สุด แต่จะมีส่วนร่วม น้อยมากถ้าหากกิจกรรมนั้นเป็นกิจกรรมนอกหลักสูตร ผลวิเคราะห์ดังกล่าว จึงนำมาใช้ในการออกแบบกิจกรรม ให้หลากหลายและสอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ ของผู้เรียน ดังนี้ เนื่องจากส่วนใหญ่พบว่าพฤติกรรม การเรียนรู้เป็นแบบอิสระมากที่สุด รองลงมาคือ แบบร่วมมือ และแบบมีส่วนร่วม จึงได้นำมาออกแบบกิจกรรม การเรียนรู้ที่เหมาะสมโดยเน้นการจัดกิจกรรมที่มีทั้ง ให้นักศึกษาได้ทำงานเดี่ยว และงานกลุ่มขนาดเล็ก ประมาณ 2-3 คน โดยมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ และทำงานร่วมกันตามความสนใจภายในกลุ่มเพื่อให้ เกิดความร่วมมือ และสามารถทำงานกันได้อย่างอิสระ โดยมีการแจ้งเป้าหมายของกิจกรรมอย่างชัดเจนว่า ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาเรื่องใด และ พัฒนาผลการเรียนรู้ด้านใด อย่างไร มีการสร้าง ข้อตกลงต่าง ๆ เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน และ ส่งเสริมให้นักศึกษาได้มีปฏิสัมพันธ์กับอาจารย์และ เพื่อนอย่างสม่ำเสมอร่วมไปกับการเรียนรู้เนื้อหาวิชา

ในส่วนของการประเมินความเที่ยงของ แบบทดสอบ Pre Exam การสอบกลางภาค และ ปลายภาค รวมถึงแบบทดสอบความรู้รวบยอดที่จัดทำขึ้น และนำมาทดสอบ แสดงผลดัง Table 1

Table 1 Reliability of each examination, represented as Kuder-Richardson 20 (KR-20).

Tests	KR-20
Pre midterm examination	0.76
Pre final examination	0.83
Comprehensive examination	0.74
Midterm examination	0.93
Final examination	0.94

จากผลการประเมินแบบทดสอบต่าง ๆ พบว่า มีความเที่ยง อยู่ในระดับดี (ค่า KR-20 มากกว่า 0.7) ในทุกแบบทดสอบ โดยเฉพาะในส่วนข้อสอบ กลางภาคและปลายภาคที่มีความเที่ยงในระดับสูงมาก (ค่า KR-20 มากกว่า 0.9) ส่วนความตรงของ แบบทดสอบ ที่มหาวิทยาลัยสุโขทัยวิทยาภูมิคุ้มกัน จำนวน 5 ท่าน ได้ร่วมกันพิจารณาและปรับแก้ ในกรณีที่ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ มีข้อสอบที่ผลการวิเคราะห์ออกมาในระดับยาก หรือง่ายเกินไป เป็นต้น เพื่อความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการทดสอบต่อไป

2. ผลการประเมินการทวนสอบผลลัพธ์การเรียนรู้

การทวนสอบผลลัพธ์การเรียนรู้ เป็นการประเมินความรู้รอบยอดในภาพรวมของวิชา วิทยาภูมิคุ้มกัน 1 ครบทุกเนื้อหา โดยใช้แบบทดสอบ จำนวน 21 ข้อ เกณฑ์การประเมินคือร้อยละ 60 โดยนักศึกษาที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จะต้องสอบซ่อมอีกครั้ง โดยใช้ข้อสอบคู่ขนานกับข้อสอบชุดแรก และจะได้คะแนนไม่เกินที่กำหนด ผลการประเมินพบว่า จากนักศึกษาที่เข้าสอบทั้งหมด 202 คน มีคะแนนไม่ถึงเกณฑ์จำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 42.1 ภายหลังการสอบซ่อม มีการเฉลยคำตอบพร้อมทั้งอธิบายแนวทางในการตัดตัวเลือกที่ไม่ถูกต้องสำหรับในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ผลการสอบมีคะแนนไม่ถึงเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 44.6

จากการสอบถามนักศึกษาจำนวน 40 คน ในช่วงการสนทนากลุ่ม (focus group) พบว่านักศึกษา

จำนวน 36 คนมีความพึงพอใจกระบวนการทวนสอบ เพราะเป็นการทบทวนเนื้อหาในภาพรวมทั้งหมด โดยเป็นข้อสอบที่สร้างขึ้นมาจากแต่ละหัวข้อของเนื้อหา เพื่อให้บรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังของชั้นปี (YLOs) ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับรายวิชา แตกต่างจากข้อสอบ Pre Exam ซึ่งเป็นการออกข้อสอบเพื่อประเมินการเตรียมความพร้อมเพื่อสอบกลางภาคและปลายภาคก่อนการสอบจริง ในขณะที่นักศึกษา 3 คนไม่แสดงความคิดเห็น และมีนักศึกษา 1 คน เสนอว่า ข้อสอบค่อนข้างง่ายเกินไป

3. ผลการประเมินภาพรวมของกิจกรรมโดยนักศึกษา

จากการประเมินความพึงพอใจของ นักศึกษาต่อการนำกิจกรรมต่าง ๆ มาใช้ในรายวิชา มีการประเมินผลที่สอดคล้องกับรายวิชา และมีเกณฑ์การวัดผลในแต่ละกิจกรรมที่ชัดเจน โดยใช้เกณฑ์การประเมิน 5 ระดับ พบว่าคะแนนความพึงพอใจในสามหัวข้อ เท่ากับ 4.7 และนักศึกษามีความพึงพอใจในกิจกรรมที่ช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหา ได้แก่ กิจกรรม “ต่อความยาว สายความอึด” และ กิจกรรม “เธอกับฉัน เราสัมพันธ์กันอย่างไร” ซึ่งนอกจากความสนุกสนาน การมีส่วนร่วมของผู้เรียนที่ได้ฝึกการทำงานร่วมกันแล้ว ยังมีความเหมาะสมสำหรับการนำมาใช้เพื่อสรุปเนื้อหาก่อนสอบกลางภาคและปลายภาค เพื่อให้เห็นภาพรวมและเห็นความเชื่อมโยงขององค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบภูมิคุ้มกันได้เป็นอย่างดี บรรยายภาพของกิจกรรมดังกล่าว ดังแสดงใน Fig. 1 และ Fig. 2



Fig. 1 Atmospheric picture from the role play activity to improve understanding of the immune system.



Fig. 2 Atmospheric picture from the role play activity about antigen presentation.

4. ผลการประเมินรายวิชาโดยนักศึกษา

ผลจากการประเมินความคิดเห็นของนักศึกษาต่อการจัดการเรียนรู้ พบว่าทุกหัวข้อได้รับผลการประเมินในเกณฑ์ดีและดีมาก (ค่าเฉลี่ย > 4.00) เพิ่มขึ้นจากปีที่ผ่านมา โดยมี 5 หัวข้อที่ได้รับผลการประเมินมากที่สุด ประกอบด้วย มีการชี้แจงจุดประสงค์รายวิชา แผนการสอนที่ชัดเจน (4.79 จากเดิม 4.65) มีเกณฑ์การวัดและการประเมินผลกำหนดไว้ชัดเจนในคำอธิบายรายวิชา (4.78 จากเดิม 4.60) การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา (4.76 จากเดิม 4.62) มีความหลากหลายของกิจกรรมการเรียนการสอน (การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น PBL/ Case study/Clip VDO/e-learning/การฝึกงาน/ดูงานนอกสถานที่ (4.70 จากเดิม 4.61) และมีการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ และการดำเนินชีวิตตามแบบปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการสอนรายวิชา (4.64 จากเดิม 4.50) โดย

พบว่าคะแนนการประเมินทั้งห้าหัวข้อนี้มีระดับที่สูงกว่าปีที่ผ่านมาทุกหัวข้อ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างคะแนนสอบ Pre Exam (8%) สอบกลางภาค (28%) และสอบปลายภาค (26%) ระหว่างนักศึกษาที่ลงเรียนในภาคการศึกษา 2567 และ 2566 พบว่ามีคะแนนสูงขึ้นในทั้งสามแบบทดสอบ โดยคะแนน Pre Exam เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 3.7 เป็น 4.3 คะแนนสอบกลางภาคจากร้อยละ 12.6 เป็น 14.0 และคะแนนสอบปลายภาคจากร้อยละ 12.4 เป็น 13.0 ตามลำดับ

5. ผลการสอบวัดความรู้ ในรายวิชาวิทยาภูมิคุ้มกัน 1

จากการประเมินผลการเรียนรู้ ภายหลังการทำกิจกรรม วัดผลจากการสอบ Pre Exam และการสอบกลางภาค ปลายภาค รวมถึงการตัดเกรด ซึ่งผลข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี ให้ผลดังแสดงใน Table 2

Table 2 Data of students enrolled in the immunology I subjects in academic year 2020-2024.

Academic year	2020	2021*	2022	2023	2024
Number of students	146	207	146	237	202
Maximum score	85.5	85.8	83.2	88.2	89.8
Minimum score	38.5	42.5	36.9	42.5	46
Mean score	56.1	65.1	58.6	59.3	63.4
Standard deviation	8.8	9.4	8.1	9.4	10.2
Percentage of grade F	4.1	3.7	3.4	4.7	2.0
Percentage of grade D+ and D	53.4	24.0	56.2	52.3	37.3

* During the period of pandemic COVID-19, Learning and examinations were conducted online with no mid-term and final exams, but rather multiple examinations.

จาก Table 2 แสดงผลการประเมินผล การเรียนรู้ย้อนหลัง 5 ปี ตั้งแต่ปีการศึกษา 2563-2567 ซึ่งพบว่า นักศึกษามีผลคะแนนเพิ่มขึ้น และ จำนวนผู้ที่สอบผ่านก็มากขึ้นด้วยเช่นกัน ยกเว้นใน ภาคการศึกษา 2564 ซึ่งเป็นช่วงของการเรียนการสอนออนไลน์ เนื่องจากการระบาดของโรค COVID-19 และต้องปรับการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับสภาพ ดังกล่าว และการประเมินผลออนไลน์ ทำให้ผลการประเมินแตกต่างจากการประเมินในปีอื่น

6. ผลการสนทนากลุ่มนักศึกษา (focus group)

จากการสอบถามตัวแทนนักศึกษาที่เรียนวิชา ดังกล่าวเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียน รวมถึง เนื้อหาในรายวิชาภายหลังสิ้นสุดการเรียน จำนวน 40 คน ซึ่งประกอบด้วยนักศึกษาที่เรียนตามแผน และมีผล การเรียนในระดับดี ปานกลาง และอ่อน รวมถึง นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนซ้ำในรายวิชา ที่ได้เกรด D หรือ D+ เพื่อเพิ่มเกรดให้มากขึ้น ว่านักศึกษามีความพอใจในการแบ่งสัดส่วนคะแนน ที่มีทั้ง การสอบกลางภาค ปลายภาค การสอบ Pre Exam ก่อนสอบกลางภาค ปลายภาค และกิจกรรมเสริม การเรียนรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่กลุ่มวิชาจัดทำขึ้น โดยนักศึกษา 10 คนจาก 40 คน เสนอให้มีการแบ่ง การสอบย่อยให้ดีขึ้น และนักศึกษา 36 คน เห็นด้วย กับการสอบ Pre Exam รวมถึงการประกาศคะแนน เพื่อให้นักศึกษาได้เตรียมความพร้อมก่อนการสอบ กลางภาค และปลายภาค ในส่วนของกิจกรรม นักศึกษามีความพึงพอใจ และเห็นด้วยกับกิจกรรม “ต่อความยาว สาวความอ้อม” และ “เธอกับฉันเรา สัมพันธ์กันอย่างไร” ที่เป็นการทบทวนก่อนสอบ และ เป็นกิจกรรมแบบเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งสามารถกระตุ้นให้ ทุกคนได้ฝึกคิด และเชื่อมโยงองค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบ

ภูมิคุ้มกัน โดยเฉพาะการให้โจทย์ก่อนหนึ่งสัปดาห์ เพื่อให้นักศึกษาได้ศึกษาองค์ประกอบทางภูมิคุ้มกัน ที่กลุ่มของตนเองรับผิดชอบ และเตรียมการนำเสนอ โดยมีอาจารย์เป็นผู้ดำเนินรายการและสรุปเนื้อหา เป็นการปิดท้าย

ในส่วนของกิจกรรมเสริมทักษะการเรียนรู้ ที่ได้ดำเนินการมาเป็นประจำทุกปีอยู่แล้ว รวมถึง กิจกรรมต่อจิ๊กซอว์เทคนิคทางภูมิคุ้มกัน กิจกรรม “ขาดฉันแล้วเธอจะรู้สึก” และกิจกรรมบอกใบ้ให้ทาย ซึ่งเป็นกิจกรรมที่นักศึกษาให้ความเห็นว่า ช่วยทำให้ การเรียนในชั้นเรียนไม่เครียดจนเกินไป สนุก และ ได้ร่วมกันทบทวนเนื้อหาการเรียนในภาพรวม รวมถึง ทำให้จำคำศัพท์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชานี้ได้ดีขึ้นด้วย ส่วนกิจกรรม “Immuno’s so simple” เป็นกิจกรรม ที่ให้นักศึกษาจัดกลุ่มขนาดเล็ก (2-3 คน) เลือกหัวข้อ ที่สนใจจากการเรียนมานำเสนอในรูปแบบของคลิป หรือการแสดงสดในลีลาตามความถนัด เพื่ออธิบาย หัวข้อเรื่องนั้นให้ง่ายแก่การทำความเข้าใจ ซึ่ง นักศึกษาบางส่วนเสนอให้ทำเป็นกลุ่มใหญ่กว่าเดิม ขณะที่บางส่วนต้องการให้เป็นงานเดี่ยว ซึ่งกลุ่มวิชา จะนำไปพิจารณาจัดกิจกรรมเพื่อความเหมาะสมต่อไป

ในส่วนของการประเมินการสอบปฏิบัติและ การทวนสอบความรู้รวบยอด นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจทั้งในการประเมินการสอบการเจือจาง และสอบความรู้รวบยอดที่ให้โอกาสนักศึกษาที่สอบได้ คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 60 มีโอกาสในการซ่อม แม้ว่า จะได้คะแนนไม่เกินข้อกำหนดที่ให้ไว้ก็ตาม นักศึกษา ส่วนหนึ่ง ซึ่งเป็นกลุ่มเรียนดี ให้ความเห็นว่า ข้อสอบ ง่ายเกินไป แต่ในขณะเดียวกันก็เข้าใจว่า การสอบ ดังกล่าวเป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เฉพาะ ในส่วนที่จำเป็นต้องรู้จริง ๆ เท่านั้น

สำหรับกิจกรรมเพิ่มพูนทักษะ (Upskill) การคำนวณ เป็นกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้ชี้แจงให้นักศึกษาเข้าใจก่อนล่วงหน้า ว่าเกิดขึ้นจากผลการประเมินจากผู้ใช้บัณฑิตและจากผลการนิเทศฝึกงาน ซึ่งนักศึกษามีปัญหาในการทำและคำนวณ dilution รวมถึงปัญหาในการอธิบายวิธีการคำนวณให้ผู้อื่นเข้าใจ จึงจัดกิจกรรมเพื่อเพิ่มระดับความรู้ความเข้าใจและฝึกการอธิบายโดยประเมินเป็นรายบุคคลโดยใช้โจทย์ที่แตกต่างกันตามระดับการเรียนรู้ ซึ่งนักศึกษามีความพอใจและต้องการให้มีกิจกรรมดังกล่าวต่อไป นอกจากนี้ นักศึกษายังมีความพึงพอใจที่มีการชี้แจงและให้ข้อมูลเกี่ยวกับเกณฑ์การประเมินทุกครั้ง ก่อนล่วงหน้าประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อจะได้รู้ว่าจะต้องเตรียมตัวในการสอบหรือการทำกิจกรรมนั้นอย่างไร

เนื่องจากการเรียนการสอนในวิชาดังกล่าว มีนักศึกษาจำนวนมากและต้องแบ่งเป็น 4 กลุ่มย่อย (section) นักศึกษาที่อยู่ใน section หลัง ๆ ให้ความเห็นในเรื่องการสอบในคาบปฏิบัติการว่า ข้อสอบมีความแตกต่างกันในแต่ละ section ทำให้เสียเปรียบเพื่อนที่อยู่ใน section แรก ๆ ขณะที่กลุ่มที่อยู่ใน section แรก ๆ ก็ให้ความเห็นว่า เป็นกลุ่มที่ต้องสอบก่อน ทำให้เสียเปรียบเพื่อนที่อยู่ใน section หลัง เช่นกัน ซึ่งผู้วิจัยได้อธิบายเรื่องการจัดทำข้อสอบ และคะแนนเพื่อให้นักศึกษาได้เข้าใจวัตถุประสงค์ของการสอบย่อยมากขึ้น

วิจารณ์

กล้วยไม้มีดอกช้า	ฉันใด
การศึกษาเป็นไป	เช่นนั้น
แต่ดอกออกคราวไร	งามเด่น
งานสั่งสอนปลูกปั้น	เสร็จแล้วแสนงาม ⁽¹⁰⁾

จากบทโคลงสี่สุภาพที่หม่อมหลวงปิ่น มาลากุล อดีตนักการศึกษาสำคัญท่านหนึ่งของไทยได้ประพันธ์ขึ้น แสดงให้เห็นถึงความงดงามของความสำเร็จที่เกิดขึ้น

จากผลลัพธ์การเรียนรู้ ซึ่งย่อมไม่ใช่เรื่องง่ายสำหรับ “ครู” ในการสร้างและส่งสมความรู้ คุณค่า ให้บังเกิดขึ้นแก่ “ศิษย์” ภายในช่วงเวลาอันสั้น หากต้องใช้ระยะเวลาในการเพาะบ่ม การปรับเปลี่ยนประยุกต์ใช้กระบวนการเรียนการสอนรวมถึงการประเมิน เพื่อนำไปสู่ปลายทางของความสำเร็จในบั้นปลาย ซึ่งในส่วนของวิชาวิทยุ ภูมิคุ้มกัน อันเป็นหนึ่งในวิชาชีพของหลักสูตรเทคนิคการแพทย์ ก็นับเป็นเพียงส่วนหนึ่งขององค์ความรู้ เช่นเดียวกับแนวทางการศึกษาในยุคปัจจุบันที่มุ่งเน้นผลลัพธ์ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถ และเจตคติตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งจะช่วยยกระดับคุณภาพการเรียนการสอน เตรียมผู้เรียนให้พร้อมในการเรียนรู้ มีความยืดหยุ่นและอิสระในการเรียนรู้ในแบบของตน เพื่อบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ รวมถึงการเตรียมผู้เรียนสำหรับการจ้างงานในอนาคต⁽¹¹⁾

Lee และ Omar ได้กล่าวถึงการศึกษาที่เน้นผลลัพธ์การเรียนรู้ ว่ามีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ช่วยจัดทำแนวทางเชิงกลยุทธ์เพื่อยกระดับคุณภาพการเรียนการสอน เตรียมนักเรียนให้พร้อมในการเรียนรู้โดยจัดให้มีการรอบการจัดการเรียนการสอน และวิธีการประเมินอย่างชัดเจน⁽¹²⁾ การจัดการเรียนการสอนและกิจกรรมต่าง ๆ จึงได้ออกแบบขึ้นโดยมีกรอบการเรียนการสอนและการประเมินอย่างชัดเจน เพื่อให้นักศึกษาได้รู้เกณฑ์ในการประเมินล่วงหน้า โดยมีทั้งรูปแบบการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ การประเมินเพื่อการเรียนรู้ โดยใช้การสังเกต พูดคุย สอบถาม ซึ่งครูจะเป็นผู้ประเมินแล้วให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักศึกษา และการประเมินผลเป็นการเรียนรู้โดยผู้เรียนประเมินตนเอง ซึ่งในท้ายภาคการศึกษา ผู้วิจัยได้จัดการสนทนากลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้สะท้อนการเรียนรู้ของตนเองและผู้สอนได้นำผลการสะท้อนคิดของนักศึกษามาใช้เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในปีต่อไป

สมชาย เทพแสง และคณะ⁽¹¹⁾ ได้เปรียบเทียบ การศึกษาแบบปกติและการศึกษาแบบมุ่งผลลัพธ์ไว้ อย่างน่าสนใจว่า การศึกษาแบบปกติ จะเน้นการออกแบบ การเรียนรู้ตามขั้นตอนโดยครูและผู้เชี่ยวชาญ เป็นการ จัดหลักสูตรที่ตายตัว การเรียนรู้เป็นรายวิชา โดยมีวิธี การประเมินตามวัตถุประสงค์โดยการสอบ ซึ่งมีเป้าหมาย หรือผลลัพธ์คือคะแนนสอบ โดยเน้นเป็นรายกลุ่ม ในขณะที่การศึกษาแบบมุ่งผลลัพธ์ จะเน้นการมีส่วนร่วม ของผู้เรียน มีการจัดหลักสูตรที่ยืดหยุ่น การเรียนรู้ ในรูปแบบบูรณาการโดยผู้เรียนเป็นสำคัญ การประเมินผล ยึดผลลัพธ์ซึ่งจะใช้วิธีการที่หลากหลาย และเป้าหมาย หรือผลลัพธ์ คือทักษะชีวิต ความสามารถ และเจตคติ โดยเน้นเป็นรายบุคคล

จากการศึกษาเรื่องภาวะหมดไฟในนักศึกษา เทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 3 และ 4 ของ ศราวุธ สุทธิรัตน์ และคณะ⁽¹³⁾ พบปัญหาในปัจจุบันด้านความอ่อนล้า ทางอารมณ์สูงสุด รองลงมาคือด้านประสิทธิภาพการเรียนรู้ และเกิดภาวะเมินเฉยตามลำดับ โดยเฉพาะกลุ่ม นักศึกษาที่ไม่เรียนตามแผนจะพบมากกว่านักศึกษา ที่เรียนตามแผนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเมื่อ พิจารณาในกลุ่มที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาภูมิคุ้มกัน ในภาคการศึกษาล่าสุดนี้ พบว่าเป็นนักศึกษาที่ลง ทะเบียนเรียนซ้ำในรายวิชา ที่ได้เกรด D หรือ D+ เพื่อ เพิ่มเกรดให้มากขึ้น และสอบไม่ผ่านจากการลงเรียน ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2566 เป็นจำนวนมาก ถึงร้อยละ 19.8 (40 คนจาก 202 คน) กิจกรรม การเรียนการสอน ที่ผู้สอนได้นำมาปรับใช้สร้างเสริม ความเข้าใจในเนื้อหาต่าง ๆ จึงได้คำนึงถึงปัจจัยของ การเรียนรู้ในเรื่อง “เพลิน (Plearn)” เพื่อแก้ไข ปัญหาที่พบ เพราะการเรียนเพียงอย่างเดียว มักจะเป็น กระบวนการที่นิ่งและเฉยเพราะการเรียนเป็นเรื่อง เคร่งเครียด แต่การเล่นเป็นเรื่องสนุก ซึ่งสอดคล้องกับ บทความของ ชัยอนันต์ สมุทวณิช ได้ให้ความเห็นไว้ อย่างน่าสนใจว่า การเพลินหรือการเล่นเรียน (Play

+ Learn) เรามักจะเข้าใจว่าเป็นเรื่องของเด็กปฐมวัย และจำกัดอยู่ตั้งแต่เด็กแรกเกิดจนถึง 5-6 ขวบ เมื่อเข้าเรียนกระบวนการเพลินก็เริ่มลดลง กลายเป็น กระบวนการเรียนการสอนที่น่าเบื่อ⁽¹⁴⁾ กิจกรรมต่าง ๆ ที่ทางกลุ่มวิชานำมาใช้ จึงเป็นการตอบโจทย์ เพื่อ สร้างสมดุลของการเรียนรู้และความเพลิดเพลินจาก การเรียนรู้ไปพร้อมกัน ซึ่งผลตอบรับจากการประเมิน อยู่ในระดับสูง แต่ในเวลาเดียวกันกระบวนการประเมิน เพื่อให้นักศึกษาได้มีเป้าหมายสำหรับการเรียนรู้ก็เป็น สิ่งสำคัญไม่แพ้กัน ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงเครื่องมือ สำหรับใช้ในการประเมินในแต่ละกิจกรรม รวมถึง แบบประเมินความรู้ (แบบทดสอบ Pre Exam การสอบกลางภาคและปลายภาค) โดยเปรียบเทียบ ย้อนหลังให้เห็นถึง การพัฒนารูปแบบการประเมิน และผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งแสดงให้เห็นใน Table 1 และ Table 2 ตามลำดับและพบว่ากลุ่มนักศึกษาซึ่งไม่ได้ เรียนตามแผน สามารถเพิ่มเกรดในภาคการศึกษานี้ ได้มากขึ้น

สรุป

การปรับกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ของ นักศึกษาในรายวิชาวิทยาภูมิคุ้มกันโดยเน้นผลลัพธ์ การเรียนรู้มีความสำคัญต่อการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นไป ตามเป้าหมายของหลักสูตร นั่นคือเพื่อพัฒนาคุณลักษณะ ของผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้ตามเป้าหมายที่คาดหวัง การปรับกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้อย่างช่วยให้ผู้เรียน มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากในรายวิชาภูมิคุ้มกัน 1 หรือวิทยาภูมิคุ้มกัน พื้นฐานนั้น เป็นวิชาสำหรับต่อยอดไปยังวิชาวิทยา ภูมิคุ้มกัน 2 หรือวิทยาภูมิคุ้มกันคลินิก จึงอาจจะมี การประเมินผู้เรียนที่ผ่านขึ้นไปยังวิชาตัวต่อไปด้วย เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้รอบยอดของกระบวนการ เรียนในสาขาวิชานี้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Huachiew Chalermprakiet University: Bachelor of Science program in Medical Technology (Revised B.E. 2021) TQF02. 10 April 2022. (in Thai)
2. Suttirat S, Phunpanich T, Ieamsuwan I. Participatory Learning Management for Development of Immunology Learning Outcomes and 21st Century Skills. HCU J Health Sci 2019; 23: 267-78. (in Thai)
3. Suttirat S, Phunpanich T. New Approach to Medical Technology Instruction for Inculcating Professional Ethics. J Med Tech Assoc Thailand 2004; 32: 860-72. (in Thai)
4. Suttirat S, Phunpanich T. Evaluation of Student Center Instruction in Complement Topic for Medical Technology Students, Huachiew Chalermprakiet University. J Med Tech Assoc Thailand 2004; 32: 594-604. (in Thai)
5. Suttirat S, Phunpanich T. Immuno Memo: Achievement Motivation Development for Immunology Learning. J Med Tech Assoc Thailand 2006; 34: 1565-74. (in Thai)
6. Suttirat S, Phunpanich T, Horata N. Lesson learned from immunology teaching using learning form activity “Who am I in the immune system?”. J Med Tech Assoc Thailand 2014; 42: 4852-61. (in Thai)
7. Huachiew Chalermprakiet University [homepage on the Internet]. Vision Mission Educational philosophy; Samutprakarn [cited 2024 June 10]. Available from: <https://www.hcu.ac.th/>. (in Thai)
8. Department of General Education, Ministry of Education National Education Act B.E.1999 and essential analysis. The Printing House of the Teachers’ Council Lat Phrao; Bangkok: Thailand 1999, 89. (in Thai)
9. Meehanpong P, Chatdokmaiprai K. Assessing Quality of Research Instrument in Nursing Research. J Royal Thai Army Nurs 2018; 19: 9-15. (in Thai)
10. Malakul P. M.L. Kwam Dee Nun Mai Tai. (1st). 20. Bangkok: Amarin Printing & Publishing; Thailand 2002. (in Thai)
11. Thepseng S, Naruekhoskittikirati K. Outcome-based Education (OBE): Important Key in Student-Centered Learning Management 2023. J Interdiscip Res Educ Innov Thailand 2023; 2: 39-52. (in Thai)
12. Lee Y H, Rahim A A, Thamrin N M, Nor’aini A J, Mohd Asrol Alias N, Omar N. An Outcome Based approach to delivery and assessment of a course in Control System Design. Proc Int Conf Eng 2009; 97: 167-72. (in Thai)

13. Suttirat S, Phunpanich T, Horata N, Ieamsuwan I, Wikainapakul K, Keereekorn K, Sokantat P, Mekkhunthod L, Boonpim P. Learning Burnout of the 3rd and 4th Year Medical Technology Students Huachiew Chalermprakiet University. J Med Tech Assoc Thailand 2023; 51: 8615-26. (in Thai)
14. Samudavanija C. PLEARN. Bangkok: Edison Press Products: Thailand 1998: 392-3. (in Thai)

The Study of Application of Active Learning Activities for Development of Learning Outcomes in Clinical Chemistry and Soft Skills of Medical Technology Students

Chompunoot Sinthupibulyakit*, Jirawat Pratoomwan, Penpak Moolthiya,
Kornwipa Wikainapakul, Panthip Rattanasinganchan, Nontawit Pirat
and Pavadee Chuaicharoen

*Faculty of Medical Technology, Huachiew Chalermprakiet University,
Samut Prakan Province, Thailand*

Abstract

This research aims to 1) develop learning outcomes in Clinical Chemistry and soft skills through active learning activities, and 2) evaluate the students' attitudes toward active learning activities. The sample group consisted of 227 students enrolled in the Clinical Chemistry 3 course at the Faculty of Medical Technology, Huachiew Chalermprakiet University. The research tools included: 1) four active learning formats with three activities, 2) pre- and post-tests for active learning activities, 3) an evaluation form for social skills across four aspects, 4) an attitude assessment form for active learning activities, and 5) focus group discussions. The findings revealed that students demonstrated significant development in Clinical Chemistry learning outcomes, ranging from moderate to highly advanced levels, with statistically significant improvement in post-learning test scores ($p < 0.001$). Soft skills scores also showed a statistically significant increase after the active learning activities ($p < 0.001$), particularly in collaboration and teamwork skills, which were rated highly advanced development. Additionally, students expressed an excellent positive attitude toward active learning activities, with an average score of 4.56, (S.D. = 0.44). In conclusion, the active learning approach effectively enhanced students' understanding of the course content and fostered desirable soft skills.

Keywords: Active learning, Learning outcome, Soft skill, Medical Technology student

*Corresponding author E-mail address: chompunoot.sint@gmail.com

Received: 27 December 2024

Revised: 13 March 2025

Accepted: 5 April 2025

การศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อพัฒนาผลลัพธ์ การเรียนรู้วิชาเคมีคลินิกและทักษะทางสังคมของ นักศึกษาเทคนิคการแพทย์

ชมพูนุท ลินธิพิบูลยกิจ* จิรวาส ประทุมวัน เพ็ญพัศตร์ มุลธิยะ
กรวิภา วิภยณากุล ปานทิพย์ รัตนศิลป์ กัลลชาณู นนทวิชญ์ ไพรัตน์
และ ภาวดี ช่วยเจริญ

คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสมุทรปราการ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้วิชาเคมีคลินิกและทักษะทางสังคม โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) และศึกษาเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเคมีคลินิก 3 คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ จำนวน 227 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งมี 4 รูปแบบ 3 กิจกรรม แบบทดสอบความรู้ก่อนและหลังกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก แบบประเมินทักษะทางสังคม 4 ด้าน แบบประเมินเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้เชิงรุก และการสนทนากลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีพัฒนาการด้านผลลัพธ์การเรียนรู้วิชาเคมีคลินิกในระดับต้นถึงระดับสูงมาก โดยมีคะแนนความรู้เพิ่มขึ้นหลังการจัดการเรียนรู้เชิงรุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) มีคะแนนทักษะทางสังคมสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยมีพัฒนาการด้านทักษะการร่วมมือและการทำงานเป็นทีมในระดับสูงมาก และมีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยรวมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.56, ค่าเบี่ยงเบน 0.44) สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกช่วยให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนเพิ่มมากขึ้นและช่วยเสริมสร้างคุณลักษณะที่พึงประสงค์ด้านทักษะทางสังคม

คำสำคัญ: การเรียนรู้เชิงรุก ผลลัพธ์การเรียนรู้ ทักษะทางสังคม นักศึกษาเทคนิคการแพทย์

*ผู้รับผิดชอบบทความ E-mail address: chompunoot.sint@gmail.com

รับบทความ: 27 ธันวาคม 2567

แก้ไขบทความ: 13 มีนาคม 2568

รับตีพิมพ์บทความ: 5 เมษายน 2568

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีคลินิก 3 สำหรับนักศึกษาเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจและมีทักษะวิชาชีพ ซึ่งเป็นสมรรถนะทักษะ (hard skills) ในการตรวจวิเคราะห์พิเศษ (special test) ทางห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก รวมถึงส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยจัดการเรียนรู้ทั้งในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ผลจากการเรียนการสอนที่ผ่านมาของรายวิชานี้พบปัญหาสำคัญ คือเนื้อหาที่มีความยากและซับซ้อนมาก และต้องอาศัยความรู้พื้นฐานจากรายวิชาเคมีคลินิก 1 และรายวิชาเคมีคลินิก 2 มาเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้ในการเรียน ซึ่งทำให้นักศึกษาต้องใช้เวลาและความพยายามในการเรียนรู้อย่างมากเพื่อทำความเข้าใจเนื้อหา การเรียนรายวิชาเคมีคลินิก 3 ส่งผลให้นักศึกษาเกิดความเครียดและรู้สึกกดดันกับการเรียน ซึ่งทำให้นักศึกษาเหนื่อยล้า ขาดแรงจูงใจในการเรียน และเกิดภาวะหมดไฟ (burn out)⁽¹⁾ นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ การศึกษาของศราวุธ สุทธิรัตน์ และคณะ⁽²⁾ พบว่านักศึกษาเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 3-4 มีความสุขของ ความอ่อนล้าทางอารมณ์ในระดับสูง ซึ่งเกิดจากการเรียนที่มีเนื้อหาค่อนข้างหนักทำให้เกิดความอ่อนล้าและรู้สึกเครียด นอกจากนี้ปัญหาการระบาดของโรคโควิด-19 ทำให้การเรียนการสอนต้องจัดในรูปแบบออนไลน์ ซึ่งไม่สามารถทดแทนการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงได้ โดยเฉพาะการสอนในภาคปฏิบัติการ ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ ทำให้นักศึกษามีความเข้าใจเนื้อหาลดลง และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนและผู้เรียนกับผู้เรียนลดลง⁽³⁾ ทำให้นักศึกษาขาดการฝึกฝนทักษะ (soft skills) หรือทักษะทางสังคม ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 อันจะเอื้อต่อการเรียนรู้ การปรับตัวและการทำงานให้ประสบความสำเร็จในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่าง

รวดเร็ว⁽⁴⁻⁵⁾ ตามเป้าหมายของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ยุทธศาสตร์แห่งชาติระยะ 20 ปี และแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 โดยสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา⁽⁶⁾ ที่มุ่งเน้นการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนมีความรู้ คุณลักษณะ และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อพัฒนาศักยภาพและเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม และมีปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้กับผู้เรียนด้วยกันเองและกับผู้สอนผ่านการปฏิบัติเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่กำหนดและสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ และคุณลักษณะพึงประสงค์ของผู้เรียนที่กำหนด โดยบทบาทของผู้สอน จะเปลี่ยนจากผู้บรรยายหรือผู้ถ่ายทอดความรู้เป็นผู้จัดกระบวนการเรียนรู้หรือผู้อำนวยกระบวนการเรียนรู้ (facilitator)⁽⁷⁾ ซึ่งสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย⁽⁸⁾ เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ (collaborative learning) การเรียนรู้แบบแผนผังความคิด (concept mapping) การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (game-based learning) การเรียนรู้แบบใช้กรณีศึกษาเป็นฐาน (case-based learning) การเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (project-based learning) การสร้างแบบทดสอบ (student generated exam questions) การเรียนรู้แบบแลกเปลี่ยนความคิด (think-pair-share) การเรียนรู้แบบโต้เถียง (student debates) การเรียนรู้แบบทบทวนโดยผู้เรียน (student-led review sessions) ผลการศึกษาก่อนหน้านี้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบ active learning ในนักศึกษาในระดับอุดมศึกษาพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ active learning ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน^(9,10) และทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 เช่น การคิดวิเคราะห์ การสื่อสารและแสดงออก ความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแก้ปัญหา การร่วมมือและการทำงานเป็นทีม⁽¹¹⁻¹³⁾ ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบ active learning ซึ่งเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้และทักษะทางสังคมให้กับนักศึกษาเทคนิคการแพทย์ โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้วิชาเคมีคลินิกและทักษะทางสังคมของนักศึกษาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ active learning และเพื่อศึกษาเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ active learning

วัสดุและวิธีการ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) ชนิดกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังดำเนินการวิจัย งานวิจัยนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ (HCU-EC1467/2567)

1. ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเคมีคลินิก 3 คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 229 คน โดยมีเกณฑ์คัดเข้า คือ นักศึกษาที่ลงทะเบียนรายวิชาดังกล่าวและให้ความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย และเกณฑ์คัดออก คือนักศึกษาที่ลงทะเบียนรายวิชาดังกล่าวแต่ไม่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัยหรือถอนรายวิชาระหว่างภาคการศึกษา ตลอดจนการวิจัยมีนักศึกษาเข้าร่วมการวิจัยจนสิ้นสุดโครงการทั้งสิ้น จำนวน 227 คน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยตัวแปรต้น คือการจัดการเรียนรู้แบบ active learning ตัวแปรตาม คือ ผลลัพธ์การเรียนรู้ ทักษะทางสังคม และเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ active learning

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีขั้นตอนดำเนินการวิจัย 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย

2.1 ขั้นก่อนดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยทำการชี้แจงวัตถุประสงค์และรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แก่นักศึกษา และให้ผู้เรียนทำแบบประเมินความรู้ก่อนการจัดการเรียนรู้ (pre-test)

2.2 ขั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 3 กิจกรรม กิจกรรมละ 3 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยสังเกตและจดบันทึกพฤติกรรมในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.3 ขั้นหลังดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนทำแบบประเมินความรู้หลังการจัดการเรียนรู้ (post-test) ในแต่ละกิจกรรม และประเมินทักษะทางสังคมของตนเองและเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นอกจากนี้ ยังมีการจัดสนทนากลุ่ม (focus group) เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก จำนวน 3 กิจกรรม ดังนี้

- กิจกรรมที่ 1 การเรียนรู้แบบร่วมมือ (collaborative learning) ทำโดยมอบหมายให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มนำคำศัพท์ที่ผู้สอนกำหนดให้มาออกแบบป้ายคำศัพท์และเรียบเรียงเป็นแผนผังอธิบายกลไกการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ ความผิดปกติของระบบต่อมไร้ท่อ และเชื่อมโยงกับการทดสอบทาง

ห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องเพื่อนำเสนอต่อผู้สอน หลังเสร็จกิจกรรม ผู้สอนอธิบายสรุปสาระสำคัญและตอบข้อสงสัยให้กับผู้เรียน

- กิจกรรมที่ 2 การเรียนรู้แบบใช้กรณีศึกษา (case study) ร่วมกับการเรียนรู้แบบใช้เกมเป็นฐาน (game-based learning) ทำโดยมอบหมายให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มเรียนรู้เกี่ยวกับความปกติของฮอร์โมนไทรอยด์ผ่านกิจกรรมย่อย ได้แก่ การอภิปรายกรณีศึกษาที่ผู้สอนจัดให้และเล่นเกมแข่งขันเพื่อประเมินความเข้าใจเมื่อจบการอภิปราย และจัดการแข่งขันในกลุ่มย่อยโดยใช้บอร์ดเกมจับคู่เกี่ยวกับความผิดปกติของฮอร์โมนไทรอยด์และการทดสอบทางห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง หลังกิจกรรมเกมเสร็จ กลุ่มที่ชนะได้รับคำชมและผู้สอนอธิบายและสรุปสาระสำคัญให้กับผู้เรียน

- กิจกรรมที่ 3 การเรียนรู้แบบผู้เรียนสร้างแบบทดสอบ (student generated exam questions) ร่วมกับการเรียนรู้แบบใช้เกมเป็นฐาน (game-based learning) ทำโดยมอบหมายให้ผู้เรียนจัดกลุ่มแบ่งงานตามความถนัดและความสนใจเพื่อทบทวนเนื้อหา ค้นคว้าและสร้างแบบทดสอบในเนื้อหาของรายวิชาเคมีคลินิก 3 โดยสร้างแบบทดสอบกลุ่มละ 1 หัวข้อ จำนวน 10 ข้อ จากนั้นผู้สอนคัดเลือกคำถามเพื่อนำมาใช้ในเกมแข่งขันกดไฟตอบคำถาม โดยกำหนดให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทน 2 คนเข้าร่วมแข่งขันตอบคำถามในแต่ละข้อและเวียนจนครบทุกคนเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการเล่น เมื่อจบคำถามแต่ละข้อ ผู้สอนอธิบายและสรุปสาระสำคัญ ที่เกี่ยวข้องกับคำถามและตอบข้อสงสัยของผู้เรียน และหลังการเล่น เกม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดจะได้รับรางวัล

3.2 เครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

- แบบทดสอบความรู้ก่อนและหลังกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1, 2 และ 3 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก เกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกต้องได้ 1 คะแนน

ตอบผิดไม่ได้คะแนน นำคะแนนมารวมกันแล้วคิดคะแนนรวมเป็นร้อยละ โดยแบบทดสอบนี้ได้รับการพิจารณาความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน และมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และมีค่าความเชื่อมั่น (reliability) ซึ่งแสดงด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha) เท่ากับ 0.944

- แบบประเมินทักษะทางสังคม 4 ด้านของสุดาพร ปัญญาฤกษ์⁽¹⁴⁾ ได้แก่ ด้านการสื่อสารและแสดงออก (communication) ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (creativity) ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (critical thinking & problem solving) และด้านการร่วมมือและการทำงานเป็นทีม (collaboration and teamwork) โดยใช้แบบประเมินมาตรฐานค่า 5 ระดับ

- แบบประเมินเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของชไมพร รังสิยานพงศ์ และคณะ⁽¹⁵⁾ เป็นแบบประเมินมาตรฐานค่า 5 ระดับ

- คำถามปลายเปิดสำหรับการสนทนากลุ่ม (focus group)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความรู้ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ active learning โดยการหาร้อยละ (percentage) ค่ามัธยฐาน (median) ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (interquartile range) และใช้สถิติ Wilcoxon-signed rank test โดยมีเกณฑ์การแปลผล 3 ระดับ ดังนี้ คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 60 หมายถึงมีความรู้ระดับพอใช้ คะแนนร้อยละ 60-79 หมายถึงมีความรู้ระดับดี และคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไปหมายถึงมีความรู้ระดับดีมาก

4.2 วิเคราะห์ความก้าวหน้าของการเรียนรู้ของนักศึกษาโดยใช้สูตรคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (relative gained score) ของศิริชัย กาญจนวาสี⁽¹⁶⁾

$$\text{คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (\%)} = \frac{(\text{คะแนนหลังเรียน} - \text{คะแนนก่อนเรียน})}{(\text{คะแนนเต็ม} - \text{คะแนนก่อนเรียน})} \times 100$$

เกณฑ์การแปลผลคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ คือ

- 76-100 คะแนน หมายถึง พัฒนาการระดับสูงมาก
- 51-75 คะแนน หมายถึง พัฒนาการระดับสูง
- 26-50 คะแนน หมายถึง พัฒนาการระดับปานกลาง และ
- 1-25 คะแนน หมายถึง พัฒนาการระดับต้น
- 0 คะแนน หมายถึง ไม่มีพัฒนาการ และคะแนนติดลบหมายถึงพัฒนาการลดลง

4.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทักษะทางสังคมของนักศึกษา ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ active learning โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ และใช้สถิติ Wilcoxon-signed rank test โดยแปลผลทักษะ 5 ระดับ ตามเกณฑ์ ดังนี้

- 4.51-5.00 คะแนน หมายถึง มีทักษะทางสังคมในระดับดีมาก
- 3.51-4.50 คะแนน หมายถึง มีทักษะทางสังคมในระดับดี
- 2.51-3.50 คะแนน หมายถึง มีทักษะทางสังคมในระดับปานกลาง
- 1.51-2.50 คะแนน หมายถึง มีทักษะทางสังคมในระดับพอใช้ และ
- 1.00-1.50 คะแนน หมายถึง มีทักษะทางสังคมในระดับน้อย

4.4 วิเคราะห์ความก้าวหน้าของทักษะทางสังคมของนักศึกษา โดยใช้สูตรคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (relative gained score) และแปลผลตามเกณฑ์ของศิริชัย กาญจนวาสี⁽¹⁶⁾

4.5 วิเคราะห์เจตคติของนักศึกษาต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ active learning โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กำหนดเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้

- 4.51-5.00 คะแนน หมายถึง มีเจตคติในระดับดีมาก
- 3.51-4.50 คะแนน หมายถึง มีเจตคติในระดับดี
- 2.51-3.50 คะแนน หมายถึง มีเจตคติในระดับปานกลาง
- 1.51-2.50 คะแนน หมายถึง มีเจตคติในระดับพอใช้ และ
- 1.00-1.50 คะแนน หมายถึง มีเจตคติในระดับน้อย

ผลการศึกษา

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษา ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ active learning

1.1 ผลประเมินความรู้ของนักศึกษา

ผลประเมินความรู้ของนักศึกษาโดยใช้แบบประเมินความรู้สำหรับกิจกรรมที่ 1, 2 และ 3 พบว่า นักศึกษามากกว่าร้อยละ 70 มีคะแนนความรู้ก่อนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 กิจกรรมอยู่ในระดับพอใช้ (ตอบคำถามถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ 60) หลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้แบบ active learning นักศึกษา

ส่วนใหญ่มีกะแนนความรู้กิจกรรมที่ 1 และ 2 ในระดับดีมาก โดยสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 (Table 1) เมื่อเปรียบเทียบผลประเมินความรู้ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ active learning พบว่า นักศึกษามีค่ามัธยฐานของคะแนนความรู้หลังการจัดการเรียนรู้แบบ active learning มากกว่าคะแนนก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ตามลำดับ (Table 2)

Table 1 Knowledge levels of students before and after active learning activities (N = 227).

Activity	Percentage of correct answers	Pre-test		Post-test		Interpretation
		N	Percent	N	Percent	
Activity 1	< 60%	177	78.0	27	11.9	Fair
	60-79%	31	13.7	40	17.6	Good
	> 80%	19	8.4	160	70.5	Excellence
Activity 2	< 60%	170	74.9	70	30.8	Fair
	60-79%	39	17.2	44	19.4	Good
	> 80%	18	7.9	113	49.8	Excellence
Activity 3	< 60%	195	85.9	144	63.4	Fair
	60-79%	25	11.0	54	23.8	Good
	> 80%	7	3.1	29	12.8	Excellence

Table 2 Pre-test and post-test scores.

Activity	Total score	Pre-test score	Post-test score	<i>p</i>
		Median (interquartile range)	Median (interquartile range)	
Activity 1	100	20.0 (20.0, 40.0)	80.0 (60.0, 100.0)	0.000*
Activity 2	100	40.0 (20.0, 60.0)	60.0 (40.0, 80.0)	0.000*
Activity 3	100	41.7 (33.3, 50.0)	50.0 (41.7, 66.7)	0.000*

* $p < 0.001$, compared to pre-test scores (Wilcoxon signed-rank test)

1.2 คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ด้านความรู้ ของนักศึกษา

เมื่อพิจารณาคะแนนความรู้ของนักศึกษาก่อน
การจัดการเรียนรู้ พบว่ามีนักศึกษาที่ได้คะแนนเต็มใน
กิจกรรมที่ 1 และ 2 จำนวน 4 และ 1 คน ตามลำดับ
และเมื่อพิจารณาคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ พบว่า
นักศึกษามีคะแนนความรู้เพิ่มมากขึ้นหลังการจัด
การเรียนรู้แบบ active learning ในกิจกรรมที่ 1

จำนวน 205 คน จาก 223 คน กิจกรรมที่ 2
จำนวน 160 คน จาก 226 คน และกิจกรรมที่ 3
จำนวน 159 คน จาก 227 คน คิดเป็นร้อยละ 91.9, 70.8
และ 70.0 ตามลำดับ นักศึกษาส่วนใหญ่มีพัฒนาการด้าน
ความรู้ในระดับสูงมากหลังการจัดการเรียนรู้กิจกรรมที่
1 และ 2 และมีพัฒนาการด้านความรู้ในระดับต้น
หลังการจัดการเรียนรู้กิจกรรมที่ 3 (Fig. 1)

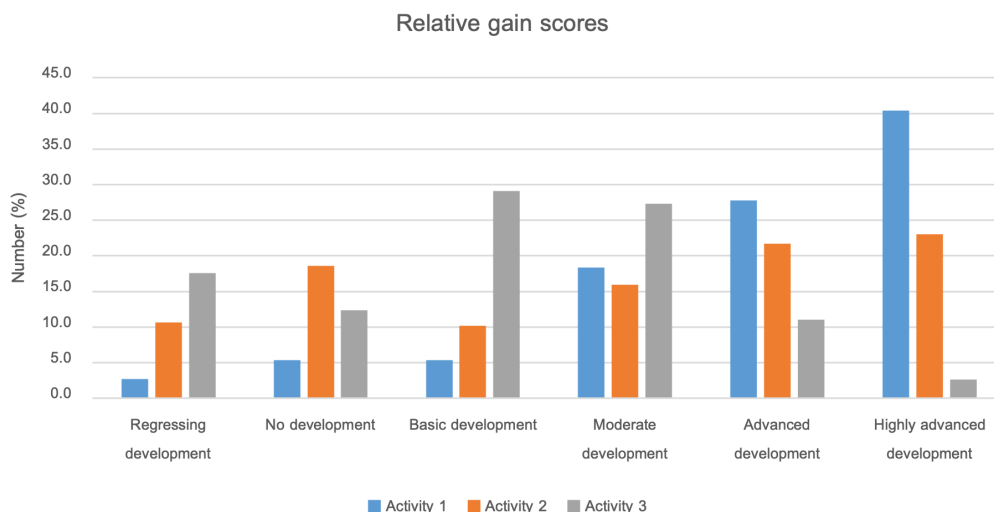


Fig. 1 Relative gained score after active learning activities.

2. ทักษะทางสังคมของนักศึกษาก่อนและหลัง การจัดการเรียนรู้แบบ active learning

2.1 ทักษะทางสังคมของนักศึกษา

ผลการประเมินทักษะทางสังคม พบว่า
หลังการจัดการเรียนรู้ นักศึกษาส่วนใหญ่มีทักษะทาง
สังคมด้านการสื่อสารและแสดงออก (communication)
ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (creativity) และ
ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

(critical thinking & problem solving) เพิ่มขึ้น
จากระดับปานกลางเป็นระดับดี และด้านการร่วมมือ
และการทำงานเป็นทีม (collaboration & teamwork)
เพิ่มขึ้นจากระดับดีเป็นระดับดีมาก และคะแนนทักษะ
ทางสังคมทั้ง 4 ด้านมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
($p < 0.001$) เมื่อเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้แบบ
active learning (Table 3-5)

Table 3 Soft skills of students before and after active learning activities (N = 227).

Soft skill	Average scores	Pre-activity		Post-activity		Interpretation
		N	Percent	N	Percent	
Communication	1.00-1.50	2	0.9	0	0.0	Very poor
	1.51-2.50	21	9.3	2	0.9	Poor
	2.51-3.50	92	40.5	31	13.7	Fair
	3.51-4.50	71	31.3	100	44.1	Good
	4.51-5.00	41	18.1	94	41.4	Excellence
Creativity	1.00-1.50	3	1.3	1	0.4	Very poor
	1.51-2.50	34	15.0	3	1.3	Poor
	2.51-3.50	87	38.3	32	14.1	Fair
	3.51-4.50	62	27.3	113	49.8	Good
	4.51-5.00	41	18.1	78	34.4	Excellence
Critical thinking & problem solving	1.00-1.50	2	0.9	1	0.4	Very poor
	1.51-2.50	26	11.5	2	0.9	Poor
	2.51-3.50	86	37.9	27	11.9	Fair
	3.51-4.50	70	30.8	104	45.8	Good
	4.51-5.00	43	18.9	93	41.0	Excellence
Collaboration & teamwork	1.00-1.50	0	0.0	1	0.4	Very poor
	1.51-2.50	10	4.4	2	0.9	Poor
	2.51-3.50	48	21.1	19	8.4	Fair
	3.51-4.50	96	42.3	72	31.7	Good
	4.51-5.00	73	32.2	133	58.6	Excellence

Table 4 Individual soft skill items before and after active learning activities.

Items	Pre-activity			Post-activity		
	Mean	SD	Interpretation	Mean	SD	Interpretation
Communication						
1. You can communicate with others accurately and appropriately.	3.43	1.08	Fair	4.14	0.82	Good
2. You can communicate and exchange thoughts, knowledge, feelings, and perspectives in various forms, including speaking, writing, and gestures.	3.42	1.12	Fair	4.17	0.86	Good
3. You can interact and build good relationships with others.	3.76	1.04	Good	4.33	0.77	Good
4. You can explain tasks or introduce things to others in a way they can understand.	3.34	1.10	Fair	4.12	0.77	Good
5. You listen effectively.	3.74	0.96	Good	4.35	0.69	Good
Creativity						
6. You can use text, images, animations, sound, or various multimedia in your work.	3.69	1.00	Good	4.37	0.72	Good
7. You often propose new ideas or approaches to work.	3.44	1.08	Fair	4.09	0.84	Good
8. You can create or design various works using different methods.	3.55	1.04	Good	4.26	0.79	Good
9. You can apply knowledge in real-life situations.	3.46	1.00	Fair	4.29	0.74	Good
Critical thinking and problem solving						
10. You can analyze problems, identify their causes, and find solutions, as well as distinguish different aspects of issues during work or activities.	3.34	1.04	Fair	4.15	0.79	Good
11. When receiving information, news, or stories, you take time to carefully consider before believing them.	3.58	1.06	Good	4.26	0.77	Good
12. You can plan work systematically, think analytically, and act with reason.	3.57	1.03	Good	4.27	0.73	Good
13. You have confidence, make decisions boldly, express ideas in teamwork, and face challenging situations.	3.42	1.12	Fair	4.14	0.83	Good
14. When assigned tasks require revisions, you make improvements to enhance the work.	3.75	0.96	Good	4.41	0.73	Good

Table 4 Individual soft skill items before and after active learning activities. (Cont.)

Items	Pre-activity			Post-activity		
	Mean	SD	Interpretation	Mean	SD	Interpretation
Collaboration and teamwork						
15. You can fulfill your role and responsibilities in teamwork.	3.91	0.96	Good	4.43	0.71	Good
16. You can collaborate with others smoothly.	3.95	0.94	Good	4.48	0.77	Good
17. You carry out activities or tasks with consideration for the good cause.	4.11	0.87	Good	4.51	0.70	Excellence
18. In group work, you actively participate in discussions.	3.85	1.05	Good	4.36	0.83	Good
19. In group work, you always listen to your teammates' opinions.	4.25	0.85	Good	4.60	0.67	Excellence
20. You demonstrate cooperation and shared responsibility.	4.23	0.82	Good	4.58	0.72	Excellence

Table 5 Pre-activity and post-activity scores of soft skills.

Soft skill	Total score	Pre-activity scores	Post-activity scores	<i>p</i>
		Median (interquartile range)	Median (interquartile range)	
Communication	100	68.0 (56.0, 84.0)	84.0 (76.0, 96.0)	0.000*
Creativity	100	70.0 (60.0, 85.0)	85.0 (80.0, 100.0)	0.000*
Critical thinking and problem solving	100	68.0 (60.0, 84.0)	84.0 (80.0, 96.0)	0.000*
Collaboration and teamwork	100	80.0 (70.0, 96.7)	96.7 (80.0, 100.0)	0.000*

* $p < 0.001$, compared to pre-activity scores (Wilcoxon signed-rank test)

2.2 คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ด้านทักษะทางสังคมของนักศึกษา

เมื่อพิจารณาคะแนนประเมินด้านทักษะทางสังคมของนักศึกษาก่อนจัดการเรียนรู้ พบว่าเมื่อนักศึกษาที่ประเมินตนเองได้เต็มในทักษะด้านการสื่อสารและแสดงออก จำนวน 35 คน ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จำนวน 27 คน ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและ

การแก้ปัญหา จำนวน 31 คน และด้านการร่วมมือและการทำงานเป็นทีม จำนวน 52 คนตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ด้านทักษะทางสังคม พบว่านักศึกษามีคะแนนทักษะทางสังคมเพิ่มมากขึ้นหลังการจัดการเรียนรู้แบบ active learning ในด้านการสื่อสารและแสดงออก (170 คน จาก 192 คน) ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (173 คน จาก 200 คน)

ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (169 คน จาก 196 คน) และด้านการร่วมมือและการทำงานเป็นทีม (135 คน จาก 175 คน) คิดเป็นร้อยละ 88.5, 86.5, 86.2 และ 77.1 ตามลำดับ นักศึกษาส่วนใหญ่มีพัฒนาการ

ในด้านการสื่อสารและแสดงออก ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาในระดับปานกลาง ด้านการร่วมมือและการทำงานเป็นทีมในระดับสูงมาก (Fig. 2)

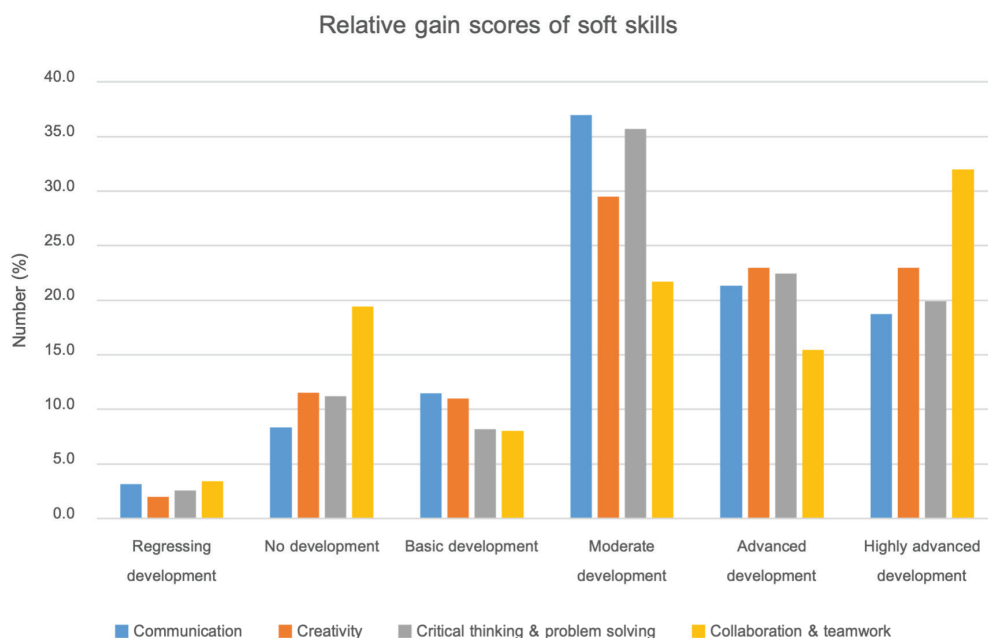


Fig. 2 Relative gain scores of soft skills after active learning activities.

3. เจตคติของนักศึกษาภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบ active learning

3.1 เจตคติของนักศึกษาต่อการจัดการเรียนรู้แบบ active learning

ผลประเมินเจตคติของนักศึกษาภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบ active learning โดยใช้เกณฑ์ประเมิน 5 ระดับ พบว่านักศึกษามีเจตคติในระดับดีมากต่อการจัดการเรียนรู้แบบ active learning โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ย 4.56 ± 0.44 คะแนน ผลประเมินทุกข้ออยู่ในระดับดีขึ้นไป (คะแนนเฉลี่ยรายข้อมากกว่า

3.51 คะแนน) โดยข้อที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ ข้าพเจ้าคิดว่าจะสามารถนำความรู้ที่ได้จากรายวิชาเคมีคลินิก 3 มาใช้ในวิชาชีพ (4.65 ± 0.51 คะแนน) รองลงมา คือกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ active learning ทำให้ข้าพเจ้าเกิดความสุขสนุกสนาน (4.64 ± 0.54 คะแนน) และขณะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ active learning ทำให้ข้าพเจ้ามีส่วนร่วมในการเรียนรายวิชาเคมีคลินิก 3 (4.62 ± 0.54 คะแนน) ตามลำดับ (Table 6)

Table 6 Attitudes toward active learning activities.

Items	Mean	SD	Interpretation
1. I like Clinical Chemistry 3 when active learning activities are held.	4.61	0.51	Excellence
2. Active learning activities make me feel enjoyable.	4.64	0.54	Excellence
3. During active learning activities, I think these activities help me developing systematic thinking.	4.52	0.57	Excellence
4. I am confident in joining active learning activities of Clinical Chemistry 3.	4.44	0.65	Good
5. Active learning activities help me gain a better understanding of the lessons of Clinical Chemistry 3.	4.56	0.56	Excellence
6. While active learning activities are held, I become more engaged in class of Clinical Chemistry 3.	4.62	0.54	Excellence
7. While active learning activities are held, I have the opportunity to interact with my classmates.	4.59	0.59	Excellence
8. I am enthusiastic about learning in Clinical Chemistry 3 during active learning activities.	4.56	0.56	Excellence
9. I believe I will be able to apply the knowledge gained from Clinical Chemistry 3 in my profession.	4.65	0.51	Excellence
10. During active learning activities, I am able to answer questions in class effectively.	4.45	0.63	Good
Total	4.56	0.44	Excellence

3.2 ความคิดเห็นของนักศึกษาต่อการจัดการเรียนรู้แบบ active learning

ผลการรวบรวมความคิดเห็นของนักศึกษาจากการสนทนากลุ่ม (focus group) พบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบ active learning ทำให้รู้สึกสนุก ผ่อนคลาย ได้ทบทวนเนื้อหาและค้นคว้าเพิ่มเติม บูรณาการเชื่อมโยงความรู้ในแต่ละหัวข้อ จับประเด็นเนื้อหาได้ดีขึ้น ทำให้เข้าใจและจดจำเนื้อหาบทเรียนได้มากขึ้น ช่วยให้ปฏิบัติสัมพันธ์

กับเพื่อนเพิ่มมากขึ้น กล้าแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนและอาจารย์ ได้ฝึกการพูดและการนำเสนอ แลกเปลี่ยนความรู้และไอเดียในการทำงานกับเพื่อน เสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ เรียนรู้การวางแผนและการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า การทำงานร่วมกัน วิธีการสื่อสารกับเพื่อน เรียนรู้การประนีประนอม การจัดสรรงานตามความถนัด การเสนอและยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อน ความรับผิดชอบต่องาน และการบริหารเวลาเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย

วิจารณ์

ในงานวิจัยนี้ใช้การเรียนรู้ แบบ active learning ที่เน้นการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน จำนวน 4 รูปแบบ 3 กิจกรรม ได้แก่ การเรียนรู้แบบร่วมมือ การใช้กรณีศึกษา ร่วมกับการใช้เกมเป็นฐาน และการเรียนรู้แบบผู้เรียนสร้างแบบทดสอบ ร่วมกับการใช้เกมเป็นฐาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาเคมีคลินิก และศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ แบบ active learning ต่อการพัฒนาทักษะทางสังคมของนักศึกษา รวมถึงเจตคติของนักศึกษาต่อการจัดการเรียนรู้ แบบ active learning เพิ่มเติมด้วย ซึ่งพัฒนาแนวคิดจากการศึกษาของพัชรวดี พระยาโล⁽¹⁷⁾ ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบ active learning พัฒนาประสิทธิภาพการเรียนรู้ ในรายวิชาเคมีคลินิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้รูปแบบการใช้คำถาม การแลกเปลี่ยนความคิด ร่วมกับแผนผังความคิด การแลกเปลี่ยนความคิด ร่วมกับการเขียนจดหมายข่าว และการให้ผู้เรียนสร้างแบบทดสอบ

ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้ แบบ active learning ทั้ง 3 กิจกรรม ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนเพิ่มมากขึ้น โดยผู้เรียนมีคะแนนการทดสอบความรู้หลังการเข้าร่วมกิจกรรมเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย การใช้กรณีศึกษา การสร้างแบบทดสอบนั้น นักศึกษาจำเป็นต้องเข้าใจในเนื้อหาและสรุปความคิดรวบยอดจึงจะสามารถคิดชิ้นงาน ดำเนินการอภิปรายหรือสร้างแบบทดสอบได้ นอกจากนี้ ข้อมูลการสนทนากลุ่มและการสังเกตโดยผู้สอน พบว่า นักศึกษารู้สึกสนุก ผ่อนคลาย และมีความตั้งใจตลอดระยะเวลาที่ร่วมกิจกรรม การใช้เกมเข้ามามีส่วนร่วมกับการจัดการเรียนรู้ ช่วยสร้างบรรยากาศที่ผ่อนคลาย ลดความเครียด และดึงดูดความสนใจของผู้เรียน กระตุ้นให้เกิดความกระตือรือร้นในกระบวนการเรียนรู้⁽¹⁸⁾ ซึ่งเอื้อต่อ

การพัฒนาการเรียนรู้มากกว่าการเรียนรู้ที่เน้นการบรรยายเพียงอย่างเดียว เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าของการเรียนรู้ พบว่า นักศึกษามีพัฒนาการด้านความรู้ในระดับสูงมากในกิจกรรมที่ 1 และ 2 และมีพัฒนาการด้านความรู้ในระดับต้นในกิจกรรมที่ 3 ซึ่งกิจกรรมที่ 1 และ 2 เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเองในทุกขั้นตอน ส่วนกิจกรรมที่ 3 เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมบางส่วนเนื่องจากในการแข่งขันตอบคำถาม จะรวบรวมคำถามที่ออกโดยผู้เรียนทุกกลุ่ม โดยมอบหมายให้แต่ละกลุ่มออกคำถามเพียงหัวข้อเดียว ทำให้เข้าใจในเนื้อหาส่วนที่กลุ่มของตนรับผิดชอบมากที่สุด ประกอบกับเนื้อหาในกิจกรรมมีความหลากหลายจึงอาจทำให้ผู้เรียนไม่สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาทั้งหมดได้ในเวลาที่ทำกิจกรรม อย่างไรก็ตามมีนักศึกษบางส่วนที่ไม่มีพัฒนาการหรือมีพัฒนาการลดลงหลังร่วมกิจกรรมการเรียนรู้แบบ active learning ซึ่งอาจเกิดจากรูปแบบกิจกรรมไม่สัมพันธ์กับลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน^(19,20) โดยผู้เรียนที่มีลักษณะการเรียนรู้แบบอิสระและแบบหลีกเลี่ยง มักจะชอบค้นคว้าและทำงานด้วยตนเอง ไม่ชอบร่วมกิจกรรมในห้องเรียน ทำให้ผู้เรียนขาดความสนใจและความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ระหว่างร่วมกิจกรรม

ผลการศึกษาด้านทักษะทางสังคม พบว่าคะแนนประเมินตนเองด้านทักษะทางสังคมหลังการจัดการเรียนรู้แบบ active learning มีค่ามากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากข้อมูลการสนทนากลุ่มพบว่ารูปแบบกิจกรรมกลุ่มช่วยให้นักศึกษาได้ฝึกทักษะในการทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ได้แก่ การสื่อสารภายในกลุ่ม การนำเสนอต่อเพื่อนและอาจารย์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการออกแบบและนำเสนองาน การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศหรือแอปพลิเคชัน การวางแผนการทำงาน การบริหารจัดการเวลาเพื่อให้งานสำเร็จ การวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการเตรียมงานและการนำเสนอ การแบ่งงานให้เหมาะสม

ตามความถนัด การประนีประนอม การแสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับความคิดเห็นของเพื่อนทักษะเหล่านี้จัดเป็นทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (lifelong learning skills) ที่สำคัญในศตวรรษที่ 21⁽²¹⁾ เมื่อพิจารณาจะแผนพัฒนาการสัมพัทธ์ด้านทักษะทางสังคมของนักศึกษา พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีพัฒนาการด้านการสื่อสารและแสดงออกมากที่สุดรองลงมา ได้แก่ ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา และด้านการร่วมมือและการทำงานเป็นทีมตามลำดับ โดยมีพัฒนาการในทักษะด้านการสื่อสารและแสดงออก ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาในระดับปานกลาง ทักษะการร่วมมือและการทำงานเป็นทีมในระดับสูงมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุดาพร ปัญญาพฤษ⁽¹²⁾ ที่พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ active learning รูปแบบต่าง ๆ ช่วยพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะด้านการร่วมมือและทำงานเป็นทีม สำหรับกลุ่มนักศึกษาที่ไม่มีพัฒนาการหรือพัฒนาการด้านทักษะทางสังคมลดลง พบว่า อาจเกิดเนื่องจากปัญหาการทำงานภายในกลุ่ม เช่น การสื่อสาร การจัดสรรหน้าที่ความรับผิดชอบ และการบริหารจัดการเวลาในการทำงานได้ไม่ดี

ผลการศึกษาเจตคติของนักศึกษา พบว่านักศึกษามีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบ active learning ในระดับดีมาก จากข้อมูลการสนทนากลุ่มพบว่า เมื่อได้ร่วมกิจกรรมนักศึกษารู้สึกสนุก ผ่อนคลาย รู้สึกมีส่วนร่วมในชั้นเรียน มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและอาจารย์โดยสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนและอาจารย์ได้อย่างอิสระ กล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น มีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน จับประเด็นเนื้อหาได้ดีขึ้น และต้องการให้จัดกิจกรรมลักษณะเช่นนี้อีก สอดคล้องกับการศึกษาของ Welsh⁽²²⁾ ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบ active learning ทำให้ผู้เรียน

รู้สึกกระตือรือร้น มีความสนใจในการเรียนมากขึ้น ได้รับข้อมูลย้อนกลับจากผู้สอน รวมถึงได้รับการอธิบายเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง ทำให้เข้าใจในบทเรียนมากขึ้น และการศึกษาของ Gong และคณะ⁽²³⁾ ในนักศึกษาแพทย์ที่พบว่านักศึกษามีทัศนคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ active learning มากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายเพียงอย่างเดียว

สรุป

การศึกษาค้นคว้านี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้วิชาเคมีคลินิกและทักษะทางสังคมของนักศึกษาเทคนิคการแพทย์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) และศึกษาเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกซึ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ช่วยส่งเสริมให้นักศึกษามีความสนใจในบทเรียน กระตุ้นให้นักศึกษาทำความเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น โดยนักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติ สืบค้น วิเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเอง ทำให้มีผลลัพธ์การเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น การจัดกิจกรรมกลุ่มโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ การใช้กรณีศึกษา การเรียนรู้แบบผู้เรียนสร้างแบบทดสอบ และการใช้เกมเป็นฐาน ยังช่วยพัฒนาทักษะทางสังคมด้านการสื่อสารและแสดงออก (communication) ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (creativity) ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (critical thinking & problem solving) โดยเฉพาะด้านการร่วมมือและการทำงานเป็นทีม (collaboration and teamwork) ให้กับนักศึกษา พัฒนาคูณลักษณะของผู้เรียนให้มีทั้งความรู้และทักษะสำหรับศตวรรษที่ 21 และพบว่านักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในระดับดีมาก ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุก ชอบ และมีความสนใจกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น รู้สึกมีส่วนร่วม และเสริมสร้างบรรยากาศที่ดีในชั้นเรียน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ และนักศึกษา เทคนิคการแพทย์ที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาเป็นอย่างดี ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศราวุธ สุทธิรัตน์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัชรินทร์ รังษิภาณรัตน์ ที่ให้คำปรึกษา และข้อเสนอแนะในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Taikerd K, Ruaman K, Preecharlerdsin N, Nuallaong W, Rojpibulstit P. Prevalence and associated factors of burnout syndrome in preclinical medical students, Thammasat University. Thammasat Med J 2019; 19: 127-38. (in Thai)
2. Suttirat S, Phunpanich T, Horata N, Ieamswan I, Wikainapakul K, Keereekorn K, Sokantat P, Mekkhunthod L, Boonpim P. Learning burnout of the 3rd and 4th year Medical Technology students Huachiew Chalermprakiet University. J Med Tech Assoc Thailand 2023; 51: 8615-26. (in Thai)
3. Inthason S. COVID - 19 and online teaching case study: web programming course. J Manag Sci Rev 2020; 22: 203-14. (in Thai)
4. Lemke C. Engage 21st Century Skills: digital literacies for a digital age. 2002
5. Mawan S, Noinaul K, Buaduang J, Intarasakol T, Suwannachom P, Yomkrathok S, Rojanatrakul T. Important skills for future Graduates. J Local Manag Dev Pibulsongkram Rajabhat University 2022; 2: 87-99. (in Thai)
6. Official of the Education Council. The National education plan B.E. 2560-2579. Bangkok: Prigwhangraphics. 2017. (in Thai)
7. Chularut P. Learning Management for Students in the Thailand 4.0 Era. Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and arts) 2018; 11: 2363-80. (in Thai)
8. Srinon R, Srinon U, Yomdit V, Kitnopkiat K. Active Learning Management in the Era of Thailand 4.0. J Edu Adm Silpakorn University 2018; 9: 331-43. (in Thai)
9. Suttirat S, Phunpanich T, Ieamswan I. Participatory learning management for development of Immunology learning outcomes and 21st century skills. HCU J 2019; 23: 267-78. (in Thai)
10. Lungka P. Effects of game-based learning on learning achievement of undergraduate students in early childhood education course. J Edu Res 2021; 16: 112-23. (in Thai)
11. Bubpamas C and Songserm U. The development of activity based learning to enhance critical thinking ability of early childhood teacher students. Acad J Phetchaburi Rajabhat University 2023; 13: 125-35. (in Thai)
12. Panyaprouks S. The development of the 21st century skills by active learning for teacher students, Faculty of Education, Chiang Rai Rajabhat University. J Kasetsart Edu Rev 2019; 34: 31-40. (in Thai)

13. Tananchai A. The effectiveness of active learning techniques in business presentation course. *Humanit Soc Sci Nakhon Sawan Rajabhat University Acad J* 2020; 7: 48-63. (in Thai)
14. Panyaprouks S. Development of 21st Century Skills (4C's) Based on Contemplative Education, Coaching & Mentoring System and Research-based Learning (CCR) for Teacher Students. *Silpakorn Education Res J* 2021; 13: 371-88. (in Thai)
15. Rangsiyanuphong C, Srithus R, Varasunun P. Development achievement, behavior of group work and attitude of studying mathematics in probability of students in mattayom 5/3 of Amphawan Witthayalai based on STAD. *Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University* 2016; 3: 87-103. (in Thai)
16. Kanjanawasee S. Classical test theory. 7th ed. Bangkok: Chulalongkorn University Printing House; 2013. (in Thai)
17. Prayalow P. The effective achievement of various active learning managements in Clinical Chemistry course. *J Educ Innov Learn* 2022; 2: 87-96. (in Thai)
18. Gutierrez-Puertas L, Marquez-Hernandez VV, Roman-Lopez P, Rodriguez-Arrastia MJ, Roperio-Padilla C, Molina-Torres G. Escape rooms as a clinical evaluation method for nursing students. *Clin Simul Nurs* 2020; 49: 73-80.
19. Pragobpol S. Learner analysis: learning styles. *J Edu Stud* 2020; 14: 1-14. (in Thai)
20. Grasha A, Reichman S. Workshop handout on learning styles. Ohio: Faculty Research Center, University of Cincinanti; 1975.
21. Chaiya S. The developing lifelong learning skills of students in the 21st century. *Srinakharinwirot Acad J Edu* 2019; 20: 168-80. (in Thai)
22. Welsh A. Exploring undergraduates' perceptions of the use of active learning techniques in science lectures. *J Coll Sci Teach* 2012; 42: 80-7.
23. Gong J, Ruan M, Yang W, Peng M, Wang Z, Ouyang L, *et al.* Application of blended learning approach in clinical skills to stimulate active learning attitudes and improve clinical practice among medical students. *PeerJ* 2021; 9: e11690 <https://doi.org/10.7717/peerj.11690>

The Significance of Film Array Blood Culture Identification Panel (FA-BCID) for Managing Patients with Positive Blood Cultures

Widyasari K, Lee S, Cho OH, Hong SI, Ryu BH, Kim S.

Diagnostics (Basel) 2023; 13: 3335.

อภิวิชญ์ ถานุก

ห้องปฏิบัติการทางอณูชีววิทยา โรงพยาบาลพญาไท 2 กรุงเทพมหานคร

Aphiwit Lanut

Bio Molecular Laboratory, Phyathai 2 Hospital, Bangkok, Thailand

ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด (sepsis) ก่อให้เกิดความเจ็บป่วยและทำให้มีอัตราการเสียชีวิตในโรงพยาบาลสูงขึ้น ซึ่งเป็นภาระทางด้านสุขภาพและเศรษฐกิจในหลายประเทศ ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือดจึงจัดเป็นปัญหาที่รุนแรงและคาดว่าจะเพิ่มสูงขึ้นตามจำนวนประชากรผู้สูงอายุที่เพิ่มขึ้น โดยอัตราการเสียชีวิตจากภาวะนี้ในประเทศเกาหลี ระหว่างปี พ.ศ. 2555 ถึง พ.ศ. 2565 อยู่ที่ประมาณร้อยละ 30 ดังนั้นการให้ยาต้านจุลชีพที่เหมาะสมกับเวลาของการติดเชื้อมีความสำคัญอย่างมากกับการรอดชีวิตของผู้ป่วย นอกจากนี้ การวินิจฉัยที่แม่นยำและรวดเร็วจะช่วยให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาอย่างเหมาะสม มีผลการรักษาที่ดีขึ้น ลดระยะเวลาการพักรักษาในหอผู้ป่วยหนัก (Intensive care unit, ICU) ลดค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพ และลดอัตราการเสียชีวิตลงได้ การทบทวนบทความนี้ได้ทำการคัดเลือกการศึกษาวิจัยในฐานข้อมูล PubMed ซึ่งเป็นบทความที่ตีพิมพ์ในปี พ.ศ. 2566

โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยดังกล่าวคือเพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องทางคลินิกและประสิทธิภาพด้านเวลาที่ใช้ในการตรวจวินิจฉัยและรายงานผล เมื่อใช้วิธี Film Array blood culture identification (FA-BCID) กับวิธี Matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS)

วิธี FA-BCID อาศัยหลักการ polymerase chain reaction (PCR) ร่วมกับ multiplex PCR ซึ่งสามารถตรวจจับ DNA หรือ RNA ของเชื้อก่อโรคหลายชนิดในเวลาเดียวกันได้ด้วยความแม่นยำสูง โดยนำยาในชุดตรวจที่อยู่ในรูปของ freeze-dried reagent จะถูก rehydrate ด้วยการเติม rehydration solution ในระบบสุญญากาศ เพื่อให้พร้อมต่อการทำปฏิกิริยา หลังจากการผสมตัวอย่างกับ sample/buffer mixture แล้วจะมีการฉีดตัวอย่างเข้าไปใน pouch ด้วยระบบสุญญากาศ ในบริเวณ processing

*ผู้รับผิดชอบบทความ E-mail address: jamesaphiwit@gmail.com

รับบทความ: 25 ตุลาคม 2567

แก้ไขบทความ: 8 พฤศจิกายน 2567

รับตีพิมพ์บทความ: 26 กุมภาพันธ์ 2568

ซึ่ง DNA processing control (freeze-dried yeast) จะถูกผสมกับตัวอย่างแล้วเข้าสู่กระบวนการสกัดสารพันธุกรรมโดยอาศัยหลักการ bead beating และ capture สารพันธุกรรมด้วย magnetic bead จากนั้นเข้าสู่กระบวนการ multiplex nested PCR โดยมีกระบวนการ massively multiplexed reaction (PCR1) เพื่อทำการเพิ่มจำนวนสารพันธุกรรมเป้าหมายและกระบวนการ multiple single plex second-stage PCR reaction (PCR2) เพื่อทำการเพิ่มจำนวนสารพันธุกรรมที่ได้จากกระบวนการ PCR1 จากนั้นตรวจจับสัญญาณและวิเคราะห์ผลโดยอาศัย endpoint melting curve data ของพันธุกรรมแต่ละเป้าหมายที่ในแต่ละ target อ่านผลแบบ triplicate

การศึกษานี้ทำการศึกษาในตัวอย่างเลือดจากผู้ป่วยโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยแห่งชาติของซังเมืองเซาหวอน ประเทศเกาหลี ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2561 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2562 จำนวน 272 ราย แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 212 ราย ใช้วิธี MALDI-TOF MS ในการตรวจหาเชื้อ และกลุ่มทดลอง จำนวน 60 ราย ใช้ทั้งวิธี MALDI-TOF MS และ FA-BCID ในการตรวจหาเชื้อ ในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม MedCalc (MedCalc Software รุ่น 18.5, Ostend, Belgium) ในการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยกำหนดให้ค่า $p < 0.05$ ถือว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเปรียบเทียบตัวแปรเชิงปริมาณระหว่างสองกลุ่มใช้สถิติ t -test และสถิติ chi-squared test สำหรับตัวแปรเชิงหมวดหมู่

ผลการตรวจวิเคราะห์และเปรียบเทียบความหลากหลายของเชื้อที่แยกได้จากตัวอย่างเลือดที่ให้ผลบวกจำนวน 60 ตัวอย่างในกลุ่มทดลอง ซึ่งใช้ทั้งวิธี MALDI-TOF MS และ FA-BCID พบว่าวิธี MALDI-TOF MS สามารถระบุเชื้อได้ 67 สายพันธุ์ ในขณะที่ วิธี FA-BCID ระบุได้ 76 สายพันธุ์ ผลการระบุชนิดของเชื้อจุลินทรีย์จาก

ตัวอย่างเลือดที่ให้ผลบวก พบว่าร้อยละ 73 (44/60) ให้ผลตรงกันทั้งสองวิธี และพบเป็นการติดเชื้อเพียงชนิดเดียว (monomicrobial growth) จำนวน 43 ตัวอย่าง นอกจากนี้ วิธี FA-BCID ยังสามารถตรวจพบยีน *mecA* ในเชื้อ *Staphylococcus spp.* จำนวน 7 ตัวอย่าง ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับวิธีมาตรฐานในการทดสอบความไวของเชื้อต่อยาต้านจุลชีพ (antimicrobial susceptibility testing) จำนวน 6 ตัวอย่าง และตรวจพบยีน *KPC* ใน *Escherichia coli* จำนวน 1 ตัวอย่าง และ *Klebsiella pneumoniae* อีก 1 ตัวอย่าง อย่างไรก็ตาม ผลของการดื้อยาสอดคล้องกับผลการทดสอบความไวของเชื้อต่อยาต้านจุลชีพในเชื้อ *Klebsiella pneumoniae* เท่านั้น ชุดตรวจ FA-BCID มีความสามารถในการตรวจจับเชื้อเป้าหมายได้ 27 สปีชีส์ และยีนที่บ่งชี้การดื้อยาต้านจุลชีพ 3 ชนิด ในการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างเลือดที่ให้ผลบวกด้วยวิธี MALDI-TOF MS พบว่าสามารถระบุเชื้อจุลินทรีย์ได้ทั้งสิ้น 64 สปีชีส์ โดยมีความสอดคล้องกับเชื้อในวิธี FA-BCID ที่พบ 63 สปีชีส์ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่ามีเพียง 1 สายพันธุ์ของ *Enterococcus spp.* ที่ถูกตรวจพบเฉพาะวิธี MALDI-TOF MS เท่านั้น ผลการศึกษานี้แสดงถึงประสิทธิภาพที่สอดคล้องกันระหว่างวิธี FA-BCID และวิธีมาตรฐาน MALDI-TOF MS ในการระบุเชื้อก่อโรค นอกจากนี้ ยังพบความแตกต่างในการตรวจหาเชื้อบางชนิด โดยพบว่ามีเชื้อจุลินทรีย์ 3 สปีชีส์ ได้แก่ *Shewanella algae*, *Clostridium tertium* และ *Bacteroides fragilis* ที่สามารถตรวจพบได้เฉพาะวิธี MALDI-TOF MS และในทางตรงกันข้าม การตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี FA-BCID สามารถระบุเชื้อจุลินทรีย์ได้ 14 สปีชีส์ที่ตรวจไม่พบด้วยวิธี MALDI-TOF MS แต่ที่น่าสนใจคือมี 8 สปีชีส์ที่ถูกจำแนกเป็น *Proteus spp.*

ในด้านประสิทธิภาพของระยะเวลาในการตรวจวินิจฉัยและการรายงานผล (turnaround time; TAT) สำหรับการระบุเชื้อก่อโรคจากตัวอย่างเลือดที่ให้ผลบวก ค่ามัธยฐานในกลุ่มทดลองที่ใช้วิธี FA-BCID อยู่ที่ 3.6 ชั่วโมง ในขณะที่กลุ่มควบคุมที่ใช้วิธี MALDI-TOF MS อยู่ที่ 28.5 ชั่วโมง ซึ่งวิธี FA-BCID มีระยะเวลาการรายงานผลที่รวดเร็วกว่า ซึ่งจะเร็วกว่าวิธีทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.0001$) อย่างไรก็ตาม เมื่อประเมินผลลัพธ์ทางคลินิก พบว่ากลุ่มที่ใช้วิธี FA-BCID และกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เช่น สถานะผู้ป่วยหลังการรักษา ระยะเวลาของการรักษาในโรงพยาบาล และอัตราการเสียชีวิต โดยอัตราการฟื้นตัวของผู้ป่วยจากการติดเชื้อในกระแสเลือดในกลุ่มที่ใช้วิธี FA-BCID และกลุ่มควบคุม อยู่ที่ร้อยละ 75 และร้อยละ 74.5 ตามลำดับ ระยะเวลาเฉลี่ยในการพักรักษาตัวในโรงพยาบาลในกลุ่มที่ใช้วิธี FA-BCID และกลุ่มควบคุม อยู่ที่ 18 วัน และ 15 วัน ตามลำดับ ($p = 0.7201$) อัตราการเสียชีวิตภายใน 30 วันในกลุ่มที่ใช้วิธี FA-BCID และกลุ่มควบคุม อยู่ที่ร้อยละ 16.7 และร้อยละ 14.2 ตามลำดับ ($p = 0.6278$) ขณะที่อัตราการกลับเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลภายใน 30 วันด้วยการติดเชื้อชนิดเดิมในกลุ่มที่ใช้วิธี FA-BCID และกลุ่มควบคุม อยู่ที่ร้อยละ 1.7 และร้อยละ 0.5 ตามลำดับ ($p = 0.3325$) ในทำนองเดียวกัน ผลลัพธ์ทางจุลชีววิทยาระหว่างสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยการติดเชื้อ *C. difficile* หรือเชื้อดื้อยาหลายขนาน (multidrug-resistant organisms) พบว่ามีอัตราใกล้เคียงกันในทั้งสองกลุ่ม ($p = 0.7503$)

จากงานวิจัยข้างต้น วิธี FA-BCID มีความไวและความจำเพาะสูงในการตรวจหาเชื้อ โดยมีความไวถึงร้อยละ 96.5 และความจำเพาะร้อยละ 99.7 ส่วนข้อจำกัดสำคัญของการศึกษานี้ คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างยังมีจำนวนน้อยและวิธี FA-BCID มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง มีจำนวนเชื้อที่บรรจุในชุดตรวจที่จำกัด

บทความนี้เสนอข้อมูลที่ทันสมัยและเป็นปัจจุบันที่สุดในรอบปีที่ผ่านมา โดยชี้ให้เห็นแนวทางนวัตกรรมใหม่ในการประยุกต์ใช้องค์ความรู้เพื่อใช้ในการตรวจวิเคราะห์หาเชื้อจุลชีพในผู้ป่วยที่มีภาวะติดเชื้อในกระแสเลือดได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำที่เทียบเคียงได้กับวิธีการตรวจวินิจฉัยแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ ยังช่วยเร่งกระบวนการของการทดสอบความไวต่อยาต้านจุลชีพที่สำคัญได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการรักษา ช่วยลดระยะเวลาในการวินิจฉัย เริ่มการรักษาที่เหมาะสมได้รวดเร็วยิ่งขึ้น และลดอัตราการเสียชีวิต อย่างไรก็ตาม ในการพิจารณานำวิธี FA-BCID มาประยุกต์ใช้ในทางคลินิก จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายประการ อาทิ ความคุ้มค่า การพัฒนาศักยภาพบุคลากรให้มีความเชี่ยวชาญ และการปรับปรุงแนวทางเวชปฏิบัติให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีใหม่ ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้กับผู้ป่วยในวงกว้างต่อไปจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบในระยะยาว โดยการทบทวนความรู้ในบทความนี้ถือเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการต่อยอดงานวิจัยในอนาคตต่อไปได้



วารสาร เทคนิคการแพทย์

สมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย ในพระอุปถัมภ์ พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี กรมหมื่นสุทธนารีนาถ

Suggestion for Authors

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

นโยบายการรับพิจารณาบทความ

วารสารเทคนิคการแพทย์ เป็นวารสารทางวิชาการของสมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย ในพระอุปถัมภ์ พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี กรมหมื่นสุทธนารีนาถ

มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการ และผลงานวิจัยโดยมีหลักเกณฑ์การพิจารณาบทความดังนี้

1. เป็นบทความด้านเทคนิคการแพทย์ (สาขาเคมีคลินิก สาขาจุลชีววิทยาคลินิก สาขาภูมิคุ้มกันวิทยาคลินิก สาขาจุลทรรศน์ศาสตร์คลินิก สาขาปรสิตวิทยาทางการแพทย์ สาขาโลหิตวิทยา สาขาเวชศาสตร์การธนาคารเลือด รวมถึง เทคนิคการแพทย์ ศึกษาและเทคนิคการแพทย์ชุมชน) วิทยาศาสตร์การแพทย์และสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้องกับงานทางห้องปฏิบัติการทางคลินิก

2. บทความต้องไม่เคยนำไปเผยแพร่ในวารสารฉบับอื่นมาก่อน และไม่อยู่ระหว่างการพิจารณาลงในวารสารใดๆ

3. บทความจะต้องมีการอ่านตรวจทานต้นฉบับ จากคณะกรรมการหรือผู้ทรงคุณวุฒิเฉพาะสาขาจากภายนอกอย่างน้อย 3 ท่าน ทั้งนี้เพื่อให้วารสารมีคุณภาพในระดับมาตรฐานสากลและนำไปอ้างอิงได้

4. บทความที่ดีมีพลังในวารสารเทคนิคการแพทย์แล้วถือว่าเป็นลิขสิทธิ์ของวารสารเทคนิคการแพทย์ สมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย ในพระอุปถัมภ์ พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี กรมหมื่นสุทธนารีนาถ

5. ข้อเขียนและข้อคิดเห็นใดๆ ในวารสารนี้เป็นความคิดเห็นส่วนตัว และเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียนทั้งสิ้น ไม่ใช้ความเห็นของคณะกรรมการวารสารเทคนิคการแพทย์ และสมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย ในพระอุปถัมภ์ พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี กรมหมื่นสุทธนารีนาถ

6. การถอนบทความระหว่างขั้นตอนการพิจารณาโดยไม่มีเหตุผลสมควร กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์รับพิจารณาตีพิมพ์บทความครั้งต่อไปเป็นระยะเวลา 2 ปี

7. บทความประเภทนิพนธ์ต้นฉบับ รายงานกรณีศึกษา และบทความวิจัยอย่างสั้น ผู้นิพนธ์ต้องแนบหนังสือรับรองที่ได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน (Ethic committee)

8. บทความปริทัศน์ที่ดีมีพลังในวารสาร ผู้เขียนตั้งคำถามให้ผู้อ่านตอบแบบทดสอบ ลักษณะคำถามเป็นปรนัย มี 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ หรือ 10 ข้อ ตอบบทความแล้วแต่กรณี โดยผู้เขียนและผู้อ่านที่ตอบแบบสอบถามถูกต้องทุกข้อจะได้หน่วยคะแนน ในกิจกรรมประเภทที่ 4 กิจกรรมชนิดที่ 16 การศึกษาด้วยตนเองผ่านสื่อสำเร็จรูป และผู้เขียนจะได้หน่วยคะแนน จากกิจกรรมประเภทที่ 5 กิจกรรมชนิดที่ 25 การตีพิมพ์ผลงานวิชาการทางเทคนิคการแพทย์ ในวารสารวิชาการ จากศูนย์การศึกษาต่อเนื่องเทคนิคการแพทย์ สภาเทคนิคการแพทย์ ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่เว็บไซต์ www.mtcouncil.org

ค่าธรรมเนียมการเผยแพร่ ไม่เสียค่าใช้จ่าย

ประเภทของบทความ แบ่งออกเป็น 6 ประเภท คือ

1. **บทความวิชาการ (Editorials)** เป็นบทความซึ่งวิเคราะห์ผลงานทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่มีความสำคัญในวิชาชีพเทคนิคการแพทย์ หรือวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง หรืออาจจะเป็นข้อคิดเห็นเพื่อประโยชน์ในด้านการยกระดับวิชาชีพเทคนิคการแพทย์ให้สูงขึ้น

2. **บทความปริทัศน์ (Review Article)** เป็นบทความเพื่อฟื้นฟูวิชาการซึ่งรวบรวมผลงานเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ ที่เคยลงตีพิมพ์ในวารสารอื่นมาแล้วโดยนำเรื่องมาวิเคราะห์ วิจัย และเปรียบเทียบเพื่อให้เกิดความกระจ่างแก่ผู้อ่านเกี่ยวกับเรื่องนั้น

3. **นิพนธ์ต้นฉบับ (Original Article)** เป็นรายงานเกี่ยวกับผลการวิจัยทางด้านเทคนิคการแพทย์และวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่เกี่ยวข้องโดยไม่เคยตีพิมพ์ที่ไหนมาก่อน

4. **รายงานกรณีศึกษา (Case Report)** เป็นรายงานเกี่ยวกับการวินิจฉัยโรคในผู้ป่วยรายที่ น่าสนใจทั้งทางด้านประวัติผลการตรวจร่างกาย และการตรวจทางห้องปฏิบัติการคลินิกร่วมกัน

5. **บทความวิจัยอย่างสั้น (Short Communication)** เป็นบทความวิจัยฉบับย่อ เป็นรูปแบบการรายงานการศึกษาแบบกระชับ อันเนื่องมาจากข้อจำกัดของการศึกษา แต่มีความสมบูรณ์ในเนื้อหาที่น่าสนใจ รูปแบบที่เขียนเป็นลักษณะคล้ายนิพนธ์ต้นฉบับ แต่จะสั้นและกระชับกว่า

6. **จดหมายถึงบรรณาธิการ (Letter to the Editor)** เป็นบทความซึ่งเสนอข้อคิดเห็นและประสบการณ์ทางด้านวิชาการที่เกี่ยวข้องกับงานในสาขาวิชาชีพเทคนิคการแพทย์อย่างสั้นๆ ในรูปของจดหมายถึงบรรณาธิการ

การเตรียมต้นฉบับ

เพื่อให้การตีพิมพ์บทความเป็นไปอย่างถูกต้องและรวดเร็วผู้พิมพ์จะต้องปฏิบัติตามรายละเอียด ดังนี้

1. ภาษา ให้ใช้ได้ 2 ภาษาคือภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษ ถ้าต้นฉบับเป็นภาษาไทยควรพยายามใช้ถ้อยคำและศัพท์ภาษาไทยมากที่สุด โดยใช้ตามพจนานุกรมศัพท์แพทย์อังกฤษ-ไทย และพจนานุกรมศัพท์วิทยาศาสตร์ฉบับราชบัณฑิตยสถาน สำหรับคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่บัญญัติเป็นภาษาไทยแล้วแต่ยังไม่เป็นที่ทราบกันอย่างแพร่หลาย หรือแปลแล้วเข้าใจยาก ให้กำกับภาษาเดิม (อังกฤษ) ในวงเล็บ หรืออนุโลมให้ใช้ภาษาอังกฤษได้

2. ต้นฉบับ พิมพ์ด้วยโปรแกรม Word for Windows ด้วยอักษร Cordia New ขนาด 14 และพิมพ์เลขหน้าที่ตรงกลางขอบล่างของทุกหน้าพร้อมเลขบรรทัด โดยไม่ต้องพิมพ์ชื่อสกุลผู้พิมพ์ในต้นฉบับ โดยเนื้อหาต้นฉบับทั้งหมดควรรูปภาพ/ตาราง ไม่ควรเกิน 12 หน้ากระดาษ A4 รูปภาพ/ตารางรวมกันไม่ควรเกิน 5 รูป/ตาราง

ส่งต้นฉบับของบทความหรือบทความต่าง ๆ ทางเว็บไซต์ของวารสารฯ ผ่านระบบจัดการวารสารอิเล็กทรอนิกส์ Thai Journals Online (ThaiJo) <https://heo1.tci-thaijo.org/index.php/jmt-amtt>

3. ชื่อเรื่อง ชื่อผู้พิมพ์ ชื่อหน่วยงานและสถาบันให้แยกไฟล์ต่างหาก

3.1 ชื่อเรื่อง มีทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ซึ่งควรให้สั้นแต่ได้ใจความ ไม่ควรใช้คำย่อในเรื่อง ยกเว้นคำที่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไป เช่น NADH ความยาวของชื่อเรื่องควรมีความชัดเจน สามารถบ่งบอกผู้อ่านให้ทราบถึงสาระสำคัญของเนื้อหาและรายละเอียดในตัวบทความ

3.2 ชื่อผู้พิมพ์และผู้ร่วมนิพนธ์ทุกคน ให้เขียนชื่อต้นและนามสกุลตัวเต็มทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไม่ต้องระบุปริญญา ตำแหน่งทางวิชาการ หรือ ตำแหน่งทางราชการ ในกรณีที่มีผู้แต่งหลายคนระบุชื่อผู้รับผิดชอบบทความและ E-mail address ที่สามารถติดต่อได้

3.3 ผู้ร่วมนิพนธ์ทุกคนให้ระบุชื่อหน่วยงานและสถาบัน สถานที่ และ E-mail address ที่สามารถติดต่อได้

4. รายละเอียดของนิพนธ์ต้นฉบับและบทความวิจัยอย่างสั้นให้เรียงหัวข้อ ตามลำดับต่อไปนี้

1) บทคัดย่อ (Abstract) มีทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ความยาวไม่เกิน 300 คำ
 2) คำสำคัญ (keywords) มีทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ จำนวน 3-5 คำ
 3) บทนำ (introduction) ประกอบด้วยเหตุผลและวัตถุประสงค์ ในการวิจัย
 4) วัสดุและวิธีการ (materials and methods) รายละเอียดของเครื่องมือและน้ำยา รวมทั้งขั้นตอนที่สำคัญควรระบุให้ชัดเจน
 5) ผลการวิจัย (results) เขียนใจความสั้นและชัดเจน ตารางหรือภาพคำอธิบายภาพ และตาราง ให้เป็นภาษาอังกฤษ
 6) วิจารณ์ (discussion)
 7) สรุป (conclusion)
 8) กิตติกรรมประกาศ (acknowledgements)
 9) เอกสารอ้างอิง (references) ให้เรียงลำดับเลขตามที่เราปรากฏก่อนหลังในเนื้อเรื่อง

5. ตาราง แผนภูมิ ภาพประกอบ ให้แทรกในเนื้อหาในตำแหน่งที่เหมาะสม สำหรับภาพเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ให้บันทึกภาพโดยใช้นามสกุล .jpg หรือ .tif สำหรับข้อความและคำอธิบายในตารางและภาพ ใช้เป็นภาษาอังกฤษ

6. การเขียนเอกสารอ้างอิง ให้ใช้ตามระบบ Vancouver ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ถ้ามาจากเอกสารภาษาอังกฤษ ให้ใช้ชื่อผู้พิมพ์เป็นภาษาอังกฤษ เขียนชื่อสกุลตัวเต็ม นำหน้าตามด้วยอักษรย่อของชื่อต้น

2. ถ้ามาจากเอกสารภาษาไทย ให้แปลเป็นภาษาอังกฤษและต่อท้ายด้วย (in Thai)

3. ถ้ามาจากภาษาอื่นให้แปลเป็นภาษาอังกฤษ และให้วงเล็บภาษาเดิมไว้ตอนท้าย

4. ปีที่อ้างอิงเป็นแบบ ค.ศ.

5. การอ้างอิงเอกสารให้ใช้ชื่อย่อของวารสารที่นำมาอ้างอิงตามแบบของ Index Medicus ปีที่ตีพิมพ์ ฉบับที่ (volume) หน้าต้นและหน้าสุดท้าย

6.1 ตัวอย่างการอ้างอิงเอกสาร

6.1.1 ผู้พิมพ์ตั้งแต่ 1 คนถึง 6 คน ใส่ชื่อผู้แต่งทุกคน ถ้ามีผู้พิมพ์มากกว่า 6 คน ให้ใส่ชื่อผู้แต่งเพียง 3 คนแรกตามด้วยคำว่า *et al.*

- Solter NA, Wasserman SI, Austern KF, *et al.* Cold urticaria: release into the circulation of histamine and eosinophilic chemotactic factor of anaphylaxis during cold challenge. *N Engl J Med* 1976; 294: 687-90.

- Manakul S, Inthachang N. Rapid haemocultures report. *J Med Tech Assoc Thailand*. 2012; 40: 4300-10. (in Thai)

6.1.2 ผู้พิมพ์เป็นคณะหรือกลุ่มบุคคล

- The committee on Enzymes of the Scandinavian Society for Clinical Chemistry and Clinical Physiology, Recommended method for the determination of gamma-glutamyltransferase in blood. *Scand J Clin Lab Invest* 1976; 36: 119-25.

6.1.3 ไม่มีชื่อผู้พิมพ์ Anonymous.

- Coffee drinking and cancer of the pancreas (Editorial). *Br Med J* 1981; 283: 628.

6.1.4 วารสารประเภท supplement

- Frumin AM, Nussbaum J, Esposito M. Functional asplenia: demonstration of splenic activity by bone marrow scan (abstract). *Blood* 1979; 54 (suppl 1): 26a.

6.2 ตัวอย่างการอ้างอิงหนังสือ

6.2.1 ผู้พิมพ์คนเดียว

- Eisen HN. Immunology: an Introduction to molecular and cellular principle of the immune response, 5th ed. New York: Harper and Row; 1974: 406

- Wijarm B. The Management of Knowledge toward Performance. Bangkok: Expernet Company; 2004. (in Thai)

- Chomeya R. Organizational Effectiveness on Health Care Criteria for Performance Excellence Framework in Government Hospitals in Public Health Region 6. [Ph.D. Thesis in Applied Behavioral Science Research]. Bangkok: Faculty of Graduate School, Srinakharinwirot University; 2003. (in Thai)

6.2.2 ผู้นิพนธ์เป็นคณะหรือกลุ่มบุคคล

- American Medical Association Department of Drugs. AMA drug evaluations. 3rd ed. Littleton: Publishing Sciences Group, 1977.

6.2.3 บรรณาธิการ ผู้รวบรวม ประ찬เป็นผู้แต่ง

- Finegold SM, Martin WJ. Diagnostic Microbiology. 6th ed. St.Louis: C.V. Mosby Company, 1982.

6.2.4 บทในหนังสือ

- Weinstein L, Swartz MN. Pathogenic properties of invading Microorganisms. In: Sodenman Wa Jr., Sidenman Wa, editors. Pathologic physiology: mechanisms of disease. Philadelphia: WB Saunders; 1974. p. 457-72.

- Tienboon P. Anthropometric nutritional assessment. In: Chardapisak W, Gosarat C, editors. Ambulatory Pediatrics. Chiang Mai: Sangsilp Publishing; 2007. p. 363-9. (in Thai)

6.2.5 สิ่งตีพิมพ์ขององค์กรต่างๆ

- National Center for Health Statistics. Acute condition: incidence and associated disability, United State July 1968-June 1969. Rockville, MD: National Center for Health Statistics, 1972 (Vital and health statistics, Series 10: Data from the National Health Survey, no 69) (DHEW publication no. (HSM) 72-1036).

6.2.6 หนังสือรายเดือนและรายปักษ์

- Roueche B. Annals of medicine: the Santa Claus culture. The New York 1971 Sep. 4: 66-81.

6.2.7 หนังสือพิมพ์รายวัน

- Shaffer RA. Advances in chemistry are starting to unlock mysteries of the brain : discoveries should help cure alcoholism and insomnia, explain mental illness. How the messengers work. Wall Street Journal 1977 Aug. 12:1 (col 1), 10 (col 1).

6.3 ตัวอย่างการอ้างอิงเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

6.3.1 CD-ROM

- Anderson SC, Poulsen KB, Anderson's electronic atlas of hematology [CD-ROM]. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2002.

6.3.2 บทความวารสารทางอินเทอร์เน็ต (Journal article on the Internet)

- Sanders GD, Bayourni AM, Holodnity M, *et al.* Cost-effectiveness of HIV screening in patients older than 55 year of age. Ann Intern Med [serial on the Internet]. 2008 Jun [cited 2008 Oct 7]; 148 (12). Available from: <http://www.annals.org/cgi/reprint/148/12/889.pdf>

6.3.3 หนังสือทางอินเทอร์เน็ต (Monograph on the Internet)

- Foley KM, Gelband H, editors. Improving palliative care for cancer [monograph on the Internet]. Washington: National Academy Press; 2001 [cited 2002 Jul 9]. Available form: <http://www.nep.edu/books/0309074029/html/>

6.3.4 โฮมเพจ/เว็บไซต์ (Homepage/Website)

- Cancer-Pain. org [homepage on the Internet]. New York: Association of Cancer Online Resources, Inc.; c 2000-01 [cited 2008 Oct 3]. Available from: <http://www.cancer-pain.org/>



วสส.

เทคนิคการแพทย์

สมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย ในพระอุปถัมภ์ พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี กรมหมื่นสุทธนารีนาถ

Check list การเตรียมต้นฉบับ วสส.เทคนิคการแพทย์

เอกสารประกอบพิจารณา และความรับผิดชอบของผู้แต่งหรือคณะผู้แต่ง

- ☐ ผู้แต่งหรือคณะผู้แต่งออกหนังสือรับรองว่า กำลังส่งบทความให้วารสารเทคนิคการแพทย์พิจารณาเท่านั้น บทความนี้หรือบางส่วนของบทความไม่เคยตีพิมพ์ที่ไหนมาก่อน ถ้าบทความได้รับการตอบรับจากกองบรรณาธิการ บทความและบางส่วนของบทความนี้ จะตีพิมพ์โดย “วารสารเทคนิคการแพทย์” เพียงแห่งเดียวเท่านั้น
- ☐ การเสนอชื่อผู้ทรงคุณวุฒิเป็น Reviewer โดยผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้มีผลงานวิชาการอย่างสม่ำเสมอ และต้องเป็นบุคคลจากภายนอกสถาบันของผู้แต่ง 3 ท่าน พร้อมสถานที่ทำงาน โทรศัพท์ และ E-mail address
- ☐ หนังสือรับรองที่ได้รับอนุญาตจากกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (Ethic committee) (สำหรับบทความประเภทนิพนธ์ต้นฉบับ และรายงานผู้ป่วย)

การพิมพ์ต้นฉบับ

- ☐ พิมพ์ต้นฉบับด้วยโปรแกรม Microsoft Word for Window
- ☐ ตั้งค่ากระดาษ ขนาด A4
- ☐ ตัวอักษร Cordia New ขนาด 14
- ☐ ตารางแทรกในเนื้อหาในตำแหน่งที่เหมาะสม และเขียนคำว่า (Table...) ใน text
- ☐ รูปภาพ มีความคมชัด ความละเอียดไม่ต่ำกว่า 300 pixels/inches และเขียนคำว่า (Fig. ...) ใน text
- ☐ คำย่อ: ใช้เฉพาะที่เป็นสากลเท่านั้น และเขียนคำเต็ม วงเล็บคำย่อครั้งแรกใน Abstract บทคัดย่อหรือ text
- ☐ ชื่อยาหรือสารเคมีใช้ generic name เท่านั้น
- ☐ บทความภาษาไทย: การเขียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ให้ยึดหลักการเขียนทับศัพท์หรือใช้ศัพท์บัญญัติตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน ยกเว้นคำที่แปลแล้วอาจได้ใจความไม่ชัดเจน ให้ใช้คำศัพท์ภาษาอังกฤษหรือเขียนคำแปลเป็นภาษาไทยแล้ววงเล็บศัพท์ภาษาอังกฤษ ปีให้ใช้เป็นปี พ.ศ. โดยไม่ต้องวงเล็บปี ค.ศ. โดยรวมควรใช้เป็นภาษาไทยให้มากที่สุด

การอ้างอิงเอกสาร: วิทยานิพนธ์ไม่สามารถนำมาเป็นเอกสารอ้างอิงได้

- ☐ ใส่หมายเลขเรียงลำดับที่อ้างอิงถึง
- ☐ พิมพ์กระดาษเหนือข้อความและมีวงเล็บ
- ☐ อ้างอิงท้ายบทความตามคำแนะนำผู้แต่ง (Suggestion for Authors)

หน้าแรก (title page) เขียนเป็นภาษาไทย และ อังกฤษ

- | | | |
|--|----------------------------------|-------------------------------------|
| ☐ ชื่อเรื่อง | ☐ ภาษาไทย | ☐ ภาษาอังกฤษ |
| ☐ ชื่อ-สกุล ของผู้แต่งและคณะ | ☐ ภาษาไทย | ☐ ภาษาอังกฤษ |
| ☐ สถานที่ทำงานของผู้แต่งและคณะ | ☐ ภาษาไทย | ☐ ภาษาอังกฤษ |
| ☐ E-mail address ของผู้แต่งและคณะ | | |
| ☐ หมายเลขโทรศัพท์ผู้รับผิดชอบบทความ | | |

ประเภทบทความ

- | | | |
|---|--|--|
| ☐ บทบรรณาธิการ | ☐ บทความปริทัศน์ | ☐ นิพนธ์ต้นฉบับ |
| ☐ บทความวิจัยอย่างสั้น | ☐ จดหมายถึงบรรณาธิการ | ☐ รายงานกรณีศึกษา |

นิพนธ์ต้นฉบับและบทความวิจัยอย่างสั้น ให้ลำดับเนื้อหาดังต่อไปนี้

- | | |
|---|--|
| ☐ บทคัดย่อ ไม่เกิน 300 คำ | ☐ คำสำคัญ (เรียงตามอักษร) จำกัด 3-5 คำ |
| ☐ Abstract ไม่เกิน 300 คำ | ☐ Keywords (เรียงตามอักษร) จำกัด 3-5 คำ |
| ☐ เนื้อหา ประกอบด้วย | |
| ☐ บทนำ (Introduction) | |
| ☐ วัสดุและวิธีการ (Materials and methods) | |
| ☐ ผลการศึกษา (Results) | |
| ☐ วิจัย (Discussions) | |
| ☐ สรุป (Conclusion) | |
| ☐ เอกสารอ้างอิง (References) เป็นภาษาอังกฤษ (ตามคำแนะนำ) | |
| ☐ ตาราง และ รูปภาพ เป็นภาษาอังกฤษ (ตามคำแนะนำ) | |

บทความปริทัศน์

อนุโลมตามผู้แต่ง แต่ให้มีขอบข่ายรูปแบบการเขียน ประกอบด้วย บทคัดย่อ บทนำ เนื้อเรื่อง สรุป

- | | |
|--|--|
| ☐ บทคัดย่อ ไม่เกิน 300 คำ | ☐ คำสำคัญ (เรียงตามอักษร) จำกัด 3-5 คำ |
| ☐ Abstract ไม่เกิน 300 คำ | ☐ Keywords (เรียงตามอักษร) จำกัด 3-5 คำ |

ลงชื่อ ผู้รับผิดชอบบทความ

(.....)

Clinical Immunology Products

Immunology Analyzer

maccura



I1000

mindray



CL-900i

Clinical Hematology Products

CBC Analyzer

sysmex



XN-1500

Coagulation Analyzer

maccura



H-2600 Coagulation Analyzer

Clinical Chemistry Products

Chemistry Analyzer

FURUNO

CA-800 Automate chemistry
Analyzer with rack load



mindray

BS-430



Infectious and Genetic diseases

Genematrix



**SIEMENS
Healthineers**

Fast Track
DIAGNOSTICS



Vitassay



UNI-MEDICA



Allergy Testing

ProteomeTech Inc.

PROTIA Food IgG a
[Food Intolerance]



PROTIA Allergy-Q
96M Panel

Molecular Point of Care Testing (Molecular POCT)

COYOTE

Coyote Sample-to-result
Molecular POCT for
infectious diseases



OPTION 2

VTM

Transfer sample into the cartridge

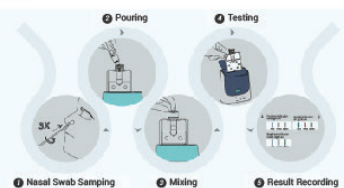


200 copies/mL
(SARS-CoV-2)



pluslife

Nucleic Acid testing analyzer:
FAST, ACCURATE and
EASY in 35 mins



AEC Healthcare Co., Ltd. (Head Office)

44/6 ถนนสุทธิสารวินิจัย แขวงสามเสนนอก เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310
44/6 Sutthisarnvinitchai Rd., Samsaenok, Huay Kwang, Bangkok 10310, Thailand
Tel : (66) 0 2274 8867-9 | Fax : (66) 0 2274 8870

info@aechealthcare.com

@aechealthcare

AEC Healthcare



SCAN ME

Find us more :
www.aechealthcare.com