ISSN 2774-1338 (Online)

จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

Bulletin of the Academy of Science
The Royal Society of Thailand

ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๔
(ตุลาคม–ธันวาคม ๒๕๖๕)

สารบัญ

ส.ค.ส. ปีใหม่ ๒๕๖๖

สารจากกองบรรณาธิการ ก
สุดา เกียรติกำจรวงศ์ และ วิยงค์ กังวานศุภมงคล

บทความพิเศษ : บทเรียนจากกรณีไฟไหม้ Mountain B ๑
วรศักดิ์ กนกนุกูลชัย

โรคโลหิตและเทคโนโลยีใหม่ในการรักษา ๖
สุรพล อิสรไกรศีล

พยาธิแพทย์วินิจฉัยตัวอย่างชิ้นเนื้อว่าเป็นเนื้องอกร้ายหรือไม่ร้าย จากหลักฐานอะไร ๑๔
สัญญา สุขพณิชนันท์

จุดจบของโรคโควิด-๑๙ : โรคประจำถิ่นหรือโรคประจำฤดูกาล ๑๙
ยง ภู่วรวรรณ

นวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาการเคลื่อนไหวในผู้สูงวัยจากมุมมองของประสาทแพทย์ ๒๖
รุ่งโรจน์ พิทยศิริ

น้ำปลาโซเดียมต่ำเพื่อสุขภาพ ๓๑
ณฐมล จินดาพรรณ ลักษิกา งามวงศ์ล้ำเลิศ และ สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา

ภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ๓๕
วิยงค์ กังวานศุภมงคล

การรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ ๔๒
สฤทธิ์เดช พัฒนเศรษฐพงษ์ และ ปารเมศ ชุติมา

การวัดความพร้อมของอุตสาหกรรม ๔.๐ ในประเทศไทย โดยใช้เครื่องมือ ชุดดัชนีชี้วัดความพร้อมของอุตสาหกรรม ๔.๐ สำหรับประเทศไทย ๕๑
ชูศักดิ์ พรสิงห์ รวีภัทร ผุดผ่อง เจนกฤษณ์ คณาธารณา และ ศุภชัย ปทุมนากุล

กิจกรรมและผลงานของสำนักวิทยาศาสตร์ ๖๑

จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

ISSN 2774-1338 (Online)

Bulletin of the Academy of Science
The Royal Society of Thailand

ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๔
๒๕๖๕

ที่ปรึกษา

ศาสตราจารย์ ดร.วัลลภ สุระกำพลธร	ราชบัณฑิต	ประธานสำนักวิทยาศาสตร์
ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.มงคล เดชนครินทร์	ราชบัณฑิต	
นางสาวอารี พลดี	ผู้อำนวยการกองวิทยาศาสตร์	

บรรณาธิการประจำฉบับ

ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.สุดา เกียรติกำจรวงศ์	ราชบัณฑิต	
ดร.วิยงค์ กังวานศุภมงคล	ภาคีสมาชิก	

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.สวัสดิ์ ตันตระรัตน์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ดร.ครรชิต มาลัยวงศ์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาเทคโนโลยี
ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.สุดา เกียรติกำจรวงศ์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาเทคโนโลยี
ศาสตราจารย์ ดร.สาวิตรี ลิ่มทอง	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ
ศาสตราจารย์ ดร.ชิดชนก เหลือสินทรัพย์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.สายชล เกตุษา	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร. ทพญ.วรานันท์ บัวจีบ	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. ภก.สมพล ประคองพันธ์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.มะลิ หุ่นสม	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย ปทุมนากุล	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาเทคโนโลยี
ดร.วิยงค์ กังวานศุภมงคล	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาเทคโนโลยี
ศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา เรืองแสง	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาเทคโนโลยี
ศาสตราจารย์ ดร.นวดล เหล่าศิริพจน์	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาเทคโนโลยี
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. นพ.สิริฤกษ์ ทรงศิวิไล	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ
ศาสตราจารย์ ดร.อรัญ อินเจริญศักดิ์	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ
ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญหา	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ
ดร.ก่องกานดา ชยามฤต	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ
ศาสตราจารย์ ดร.สุภา หารหนองบัว	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.อรอนงค์ นัยวิกุล	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.สายสมร ลำยอง	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.อุทัยรัตน์ ณ นคร	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.อานัฐ ตันโช	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.ธีรภาพ เจริญวิริยะภาพ	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ นพ.ก้องเกียรติ กูณฑ์กันทรากร	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร. นพ.ณัฐชัย ศรีสวัสดิ์	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ นพ.รุ่งโรจน์ พิทยศิริ	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ นพ.กีรติ เจริญชลวานิช	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ นพ.มานพ พิทักษ์ภากร	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร. ภก.พรศักดิ์ ศรีอมรศักดิ์	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
ศาสตราจารย์ ดร. นพ.นรัตถพล เจริญพันธุ์	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
ศาสตราจารย์ ดร. ภกญ.พรอนงค์ อร่ามวิทย์	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
ศาสตราจารย์ ดร.เกศินี โชติวานิช	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
นางสาวมณฑิรา เกษมสุข	นักวรรณศิลป์ชำนาญการ	ผู้ประสานงานสำนักวิทยาศาสตร์
นางสาวกนกพร ชื่นใจดี	นักวรรณศิลป์ชำนาญการ	ผู้ช่วยผู้ประสานงานสำนักวิทยาศาสตร์

ราชบัณฑิตยสภา

ที่ทำการราชบัณฑิตยสภา เรือนเจ้าจอมมารดาเลื่อน เขตดุสิต กรุงเทพฯ

ส.ค.ส. ปีใหม่ ๒๕๖๖

ลุปีใหม่สองห้าหกสิบหก
ขอทุกท่านอ่านพรนี้ให้มีพลัง
จะทำงานทำการใดไม่ติดขัด
ให้ครอบครัวหลานลูกอยู่สุขสบาย
อำนวยพรปีใหม่ให้มีโชค
ให้สำเร็จเรื่องที่หวังตั้งใจคอย
ทำวิจัยเรื่องใด ๆ ให้ก้าวหน้า
งานเขียนคล่องลื่นไหลได้อย่างสบาย
ให้สมองแจ่มใสไม่เกิดสโตรก
ทั้งครอบครัวอยู่เป็นสุขทุกเวลา
ตลอดศกให้สุขใจและสมหวัง
จะลุกนั่งเดินเหินเพลิดเพลินกาย
ผ่านตัววัดทุกประเด็นเห็นจุดหมาย
ไร้โรคร้ายมากวนใจให้เศร้าเอยฯ
ไร้ความโศกความเศร้าความเหงาหงอย
ไม่ถดถอยแรงพลังทั้งใจกาย
งานค้นคว้าล้วนสมหวังดังมุ่งหมาย
งานบรรยายไม่ติดขัดอัดอั้นอุรา
ให้ปลอดโรคไวรัสร้ายไม่ถามหา
มากเงินตราบารมีทั้งปีเอยฯ

ดร.ครรชิต มาลัยวงศ์ ราชบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการสื่อสาร ประเภทวิชาเทคโนโลยี ประพันธ์
คณะผู้แต่งและบรรณาธิการจุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๔ พ.ศ. ๒๕๖๕

สารจากกองบรรณาธิการ

จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นฉบับที่ ๔ (ตุลาคม-ธันวาคม ๒๕๖๕) ของปีปฐมฤกษ์ ประกอบด้วยบทความพิเศษจำนวน ๑ เรื่องที่ถอดบทเรียนจากกรณีการเกิดเพลิงไหม้สถานบริการเมาน์เทนบีผับ ซึ่งเป็นโศกนาฏกรรมที่ก่อให้เกิดความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สิน เหตุการณ์ครั้งนี้มิใช่ครั้งแรกที่เกิดขึ้น ผู้แต่งได้เสนอแนะวิธีการก่อสร้างภายในอาคารตามหลักวิศวกรรมโครงสร้างที่ถูกต้อง ทั้งโครงสร้างและการใช้วัสดุภายในรวมถึงสิ่งที่พึงปฏิบัติเพื่อให้ผู้คนสามารถออกจากอาคารที่เกิดไฟไหม้ได้ภายใน ๓ นาทีตามมาตรฐานสากล ซึ่งจะช่วยให้เกิดความสูญเสียในชีวิตคนและทรัพย์สินน้อยลง และคาดหวังว่าจะไม่เกิดประวัติศาสตร์ซ้ำรอยเช่นนี้ในอนาคต นอกจากนี้ ยังมีบทความกลุ่มวิชาการแพทย์สมัยใหม่และการประเมินหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรม ๔.๐ ที่สำคัญต่อการพัฒนาประเทศไทย ซึ่งราชบัณฑิตและภาคีสมาชิกในประเภทวิชาต่าง ๆ ของสำนักวิทยาศาสตร์นิพนธ์ขึ้น

บทความในจุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ฉบับนี้จะให้ความรู้ที่หลากหลายและทันสมัยแก่ผู้อ่าน มีการใช้รูปแบบการเขียนด้วยภาษาที่อ่านเข้าใจได้ง่ายสำหรับบุคคลทั่วไป บทความที่ ๑ ผู้แต่งเป็นศาสตราจารย์นายแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านโรคโลหิตและเทคโนโลยีใหม่ในการรักษาโรคนี้ บทความที่ ๒ ผู้แต่งเป็นศาสตราจารย์นายแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านพยาธิวิทยา อธิบายให้เข้าใจง่าย ๆ ให้เห็นภาพว่า พยาธิแพทย์วินิจฉัยตัวอย่างชิ้นเนื้อว่าเป็นเนื้องอกร้ายหรือไม่ร้ายจากหลักฐานอะไร ซึ่งสำคัญมากต่อการรักษาโรคต่อไป บทความที่ ๓ ผู้แต่งเป็นศาสตราจารย์นายแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาการระบาด (epidemiology) ของโรคโควิด-๑๙ ได้ให้คำแนะนำแก่รัฐบาลและประชาชนในการใช้วัคซีนต่าง ๆ ในระหว่างเกิดโรคระบาด และยังแนะนำการใช้วัคซีนแบบไขว้จนในที่สุดองค์การอนามัยโลกเห็นพ้องกับหลักการฉีดวัคซีนแบบไขว้นี้และแนะนำให้ใช้ได้ไปทั่วโลก ด้วยประสบการณ์และผลงานการวิจัยจำนวนมากที่วิจัยภายในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย ผู้แต่งบทความจึงสามารถชี้นำว่า แนวโน้มของโรคโควิด-๑๙ จะกลายเป็นโรคระบาดตามฤดูกาลต่อไป บทความที่ ๔ ศาสตราจารย์นายแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านโรคพาร์คินสัน (Parkinson's disease) และกลุ่มโรคการเคลื่อนไหวผิดปรกติ ได้นำเสนอนวัตกรรมทางเลือกเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาของผู้สูงวัยจำนวนหนึ่งที่มีความบกพร่องทางการเคลื่อนไหว ทำให้ผู้ป่วยสามารถเข้าถึงการรักษาที่ถูกต้องและดีขึ้นโดยที่ผู้ป่วยเองก็ได้มีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาการเคลื่อนที่หรือเดินของตนเองได้อย่างปลอดภัย ส่วนบทความที่ ๕ เกี่ยวข้องกับด้านสุขภาพด้วยการบริโภคน้ำปลาโซเดียมต่ำที่เป็นมิตรต่อสุขภาพ ซึ่งผู้แต่งเป็นศาสตราจารย์สาขาวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวเคมีได้อธิบายถึงการผลิตน้ำปลาโซเดียมต่ำด้วยกระบวนการแยกสารผ่านเยื่อด้วยไฟฟ้า ซึ่งน้ำปลาโซเดียมต่ำนี้ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคความดันโลหิตสูงในผู้บริโภคทั่วไปได้ และใช้ได้กับผู้ป่วยโรคไตที่ไม่สามารถบริโภคโพแทสเซียมคลอไรด์ได้ บทความที่ ๖ ผู้แต่งเป็นผู้เชี่ยวชาญสาขาเทคโนโลยีวัสดุได้กล่าวถึงแหล่งที่มาและชนิดของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เป็นอันตรายต่อชีวิตผู้สัมผัสฝุ่น PM ขนาดเล็กมากหลายระดับ พร้อมทั้งอธิบายกลไกการเข้าสู่ร่างกายและอันตรายของฝุ่นละอองขนาดเล็กต่ออวัยวะสำคัญที่มีผลต่อสุขภาพและชีวิต รวมถึงเสนอแนะนำวิธีการป้องกันด้วยการสวมใส่หน้ากากให้ตรงเหตุการณ์และแนะนำให้หลีกเลี่ยงสถานที่ที่มีฝุ่นมาก ๆ

ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคุณภาพการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์และการพัฒนาอุตสาหกรรมไทยเข้าสู่อุตสาหกรรม ๔.๐ นั้น จำเป็นต้องเสนอรูปแบบในการเตรียมวิศวกรในหลักสูตรสาขาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้สามารถทำงานได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพในอุตสาหกรรมภายหลังสำเร็จการศึกษา บทความที่ ๗ นี้ ผู้แต่งเป็นศาสตราจารย์สาขาวิชาระบบการผลิตได้ให้รายละเอียดการกำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพของหลักสูตรดังกล่าวตามข้อกำหนดของสภาวิศวกรและให้โอกาสแก่สถาบันการศึกษาเข้ารับการประเมินหลักสูตรโดยความสมัครใจ การประเมินนี้สามารถรับรองหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์จำนวน ๑๔ หลักสูตรตามเกณฑ์มาตรฐานของสภาวิศวกรและวิศวกรที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรเหล่านี้สามารถเข้าทำงานในอุตสาหกรรมทั้งในและนอกประเทศ บทความที่ ๘ ศาสตราจารย์สาขาเทคโนโลยีการจัดการผู้แต่งหลักได้กล่าวถึงการใช้เครื่องมือในระดับสากลคือ ชุดดัชนีชี้วัดความพร้อมของอุตสาหกรรม ๔.๐ สำหรับประเทศไทย (Thailand i4.0 Readiness Index) และได้ดำเนินการนำร่องในการ

ตรวจวัดระดับความพร้อมของบริษัทจำนวน ๑๐๐ บริษัท ทำให้ได้ภาพรวมระดับมหภาคด้านความพร้อมในการเข้าสู่อุตสาหกรรม ๔.๐ ของประเทศไทย ฐานข้อมูลอุตสาหกรรมที่ได้รับนี้ยังสามารถแยกเป็นรายอุตสาหกรรมในมิติต่าง ๆ ที่ภาครัฐสนใจ เพื่อการวางแผนเชิงนโยบายขับเคลื่อนอุตสาหกรรมของประเทศที่อยู่บนพื้นฐานของข้อมูล (data-driven policy) ได้ และสามารถนำข้อมูลการวัดระดับความพร้อมนี้ไปใช้ในการเปรียบเทียบ (benchmarking) สถานะของบริษัทกับกลุ่มบริษัทในอุตสาหกรรมเดียวกันได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม เพื่อการเทียบเคียงระดับความพร้อมในระดับภูมิภาคและระดับนานาชาติ ควรมีการเทียบเคียงดัชนีชี้วัดและการวัดหลายระดับ รวมถึงคุณลักษณะ และควรเทียบเคียงกับดัชนีชี้วัดอุตสาหกรรม ๔.๐ อื่น ๆ เช่น SIRI, iBench 4.0 หรือ IMPULS

คณะผู้นิพนธ์บทความทั้งหมดนี้และคณะบรรณาธิการ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า บทความทั้ง ๙ บทความในจุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๔ พ.ศ. ๒๕๖๕ นี้ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่านที่สนใจไม่มากก็น้อย อย่างไรก็ตาม หากมีข้อสงสัย ข้อคิดเห็น หรือประสงค์จะสอบถามรายละเอียดเกี่ยวกับบทความเพิ่มเติม สามารถติดต่อผู้นิพนธ์บทความได้โดยตรงตามที่อยู่หรือทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (อีเมล) ในบทความนั้น ๆ และหากมีข้อเสนอแนะและ/หรือข้อติชมประการใดเพื่อปรับปรุงจุลสารให้ดียิ่งขึ้น โปรดแจ้งมาที่ประธานสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา เพื่อปรับปรุงในโอกาสต่อไป ท้ายนี้คณะผู้นิพนธ์บทความและคณะบรรณาธิการที่อาสามาทำงานนี้ขอขอบพระคุณความเอื้อเฟื้อจากศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.มงคล เดชนครินทร์ ราชบัณฑิต, ผู้อำนวยการกองวิทยาศาสตร์ สำนักงานราชบัณฑิตยสภา และศาสตราจารย์ ดร.อรัญ อินเจริญศักดิ์ ภาคีสมาชิก สาขาวิชาชีวเคมี ในการตรวจทานบทความต้นฉบับในจุลสารฉบับนี้

ในวาระดิถีขึ้นปีใหม่ ๒๕๖๖ นี้ คณะผู้นิพนธ์บทความและคณะบรรณาธิการจุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ฯ ขอขอบพระคุณ ดร.ครรชิต มาลัยวงศ์ ราชบัณฑิต สำนักวิทยาศาสตร์ ที่ประพันธ์บทร้อยกรองอวยพรปีใหม่ในบัตรปีใหม่ ๒๕๖๖ โดยมีภาพอาคารเรือนเจ้าจอมมารดาเลื่อน เขตดุสิต กรุงเทพฯ ที่จะเป็นอาคารที่ทำการแห่งใหม่ของราชบัณฑิตยสภา และขอขอบคุณ นายนคร เชียงของ นายช่างศิลป์ชำนาญงาน สำนักงานราชบัณฑิตยสภา ผู้ออกแบบบัตรอวยพรปีใหม่และบรรจุบทร้อยกรองอวยพรปีใหม่ลงในบัตรนี้ รวมทั้งนายญาณัฏฐ์ ไทรงาม นักวรรณศิลป์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานราชบัณฑิตยสภา ผู้ประสานงานในการจัดทำบัตรอวยพรปีใหม่นี้

ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.สุดา เกียรติกำจรวงศ์ ราชบัณฑิต และ
ดร.วิยงค์ กังวานศุภมงคล ภาคีสมาชิก
สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา
บรรณาธิการจุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสถา
ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๔ พ.ศ. ๒๕๖๕

บทความพิเศษ

บทเรียนจากกรณีไฟไหม้ Mountain B

วรศักดิ์ กนกนุกูลชัย[๑,๒,๓]

[๑]ราชบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

[๒]ผู้อำนวยการ สถาบันนวัตกรรมบูรณาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, worsak.k@chula.ac.th

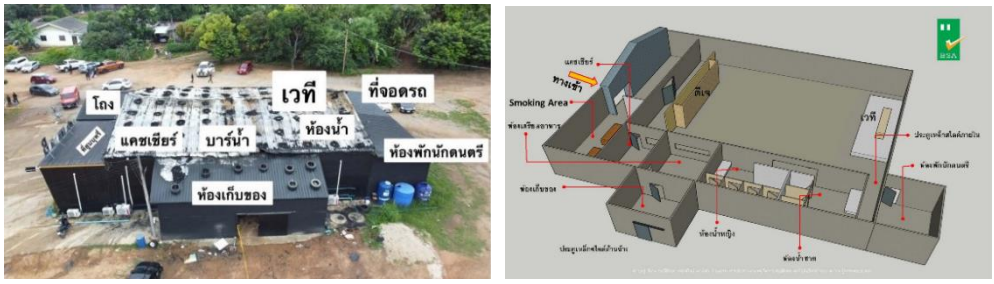
[๓]ที่ปรึกษาอาวุโส สมาคมผู้ตรวจสอบอาคาร, worsak@gmail.com

บทนำ

ตามที่ทราบโดยทั่วกันแล้วว่า การเผาไหม้ หรือ เพลิงไหม้นั้นเกิดขึ้นได้ ต้องมีองค์ประกอบสำคัญ ๓ ประการ ได้แก่ แหล่งความร้อน เชื้อเพลิง และออกซิเจน ดังนั้น มาตรการการป้องกันเพลิงลุกไหม้ คือ การควบคุม ๓ องค์ประกอบนี้ให้แยกจากกัน โดยธรรมชาติการเผาไหม้เมื่อไฟจุดติดแล้วจะมอดได้มีอยู่สองกรณี กรณีแรกคือ เชื้อเพลิงถูกไหม้จนหมด หรือ กรณีที่สองคือ ออกซิเจนถูกใช้จนหมด ในกรณีหลัง มักเป็นไฟไหม้ในอาคารที่ปิดทึบและขาดการถ่ายเทตามธรรมชาติ แต่อาศัยระบบปรับอากาศซึ่งหยุดทำงานในระหว่างเพลิงไหม้ เมื่อออกซิเจนที่มีอยู่ถูกใช้ในการเผาไหม้จนเหลือจำกัด ไฟก็จะค่อย ๆ มอดลง แต่ด้วยความร้อนที่เกิดขึ้นจากเชื้อเพลิงที่ไหม้ไปบางส่วนกลับมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นในพื้นที่ที่ไม่มีทางระบาย จนทำให้เกิดกระบวนการที่เรียกว่า ไพโรไลซิส (pyrolysis) ซึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนสภาพเชื้อเพลิงด้วยความร้อนโดยไม่ต้องมีการเผาไหม้ ให้กลายสภาพเป็นถ่าน (charcoal) น้ำมันดิน (bio-oil) และแก๊สพิษที่ไม่สามารถควบแน่นได้ (non-condensable gas) ล้วนมีค่าทางความร้อนสูงมากและพร้อมจะเกิดเพลิงไหม้ประทุอย่างรุนแรงทันทีที่มีออกซิเจนกลับเข้ามาใหม่ทางช่องเปิด โดยจะเกิดระเบิดเป็นลูกไฟ (fireball) พุ่งสวนออกมาในช่องเปิดอย่างรุนแรง ปรากฏการณ์ข้างต้นนี้ เรียกว่า backdraft ซึ่งเกิดขึ้นแล้วในกรณีเพลิงไหม้สถานบริการเมาน์เทนบีผับ (Mountain B Pub) ที่สัตหีบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย

สันนิษฐานสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้

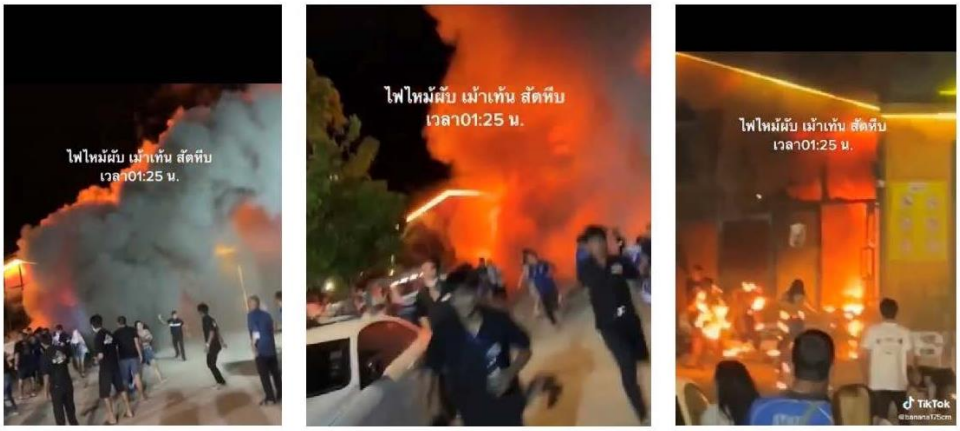
อาคารผับแห่งนี้เป็นอาคารที่ปิดทึบ (ภาพที่ ๑) และมีวัสดุเชื้อเพลิงมากมาย เช่น วัสดุฝ้าและผนังฟองน้ำรังไข่ซับเสียง แต่เดิมอาคารนี้ได้ขออนุญาตเป็นร้านอาหารเท่านั้น แต่กลับเปลี่ยนเป็นสถานบริการที่เรียกว่า pub มีการบรรเลงดนตรีที่ส่งเสียงดังมาก จึงใช้วัสดุที่ติดไฟง่ายไปอุดตามช่องว่างต่าง ๆ ตามบริเวณผนัง (ภาพที่ ๒) เพื่อไม่ให้เสียงลอดออกไปได้ ทำให้กลายเป็นเชื้อเพลิงอย่างดี



ภาพที่ ๑ รายละเอียดการแบ่งพื้นที่ใช้งานภายใน [ภาพโดยความอนุเคราะห์ของสมาคมผู้ตรวจสอบอาคาร]

ภาพที่ ๒ การตรวจสอบหลังเพลิงไหม้ พบการใช้วัสดุติดไฟอุดตามช่องเปิดตามผนังเพื่อกันเสียงเล็ดลอดออกนอกอาคาร [ภาพโดยความอนุเคราะห์ของสมาคมผู้ตรวจสอบอาคาร]

จากการตรวจสอบของสมาคมผู้ตรวจสอบอาคาร (Kanok-Nukulchai, 2022; สมาคมผู้ตรวจสอบอาคาร, ๒๕๖๕) เชื่อว่า การลุกของไฟในเบื้องต้นอาจเกิดจากประกายความร้อนเนื่องจากไฟฟ้าลัดวงจร เมื่อเกิดเพลิงไหม้ในระยะแรก เพลิงไฟลุกลามอย่างรวดเร็วด้วยเชื้อเพลิงจำนวนมากในอาคาร เมื่อไหม้ไปสักพักหนึ่ง ออกซิเจนในอาคารถูกดึงมาใช้ในการเผาไหม้จนเหลือน้อยลง ไฟก็ค่อย ๆ มอด ต่อมาเป็นไปได้ว่า หลังคาอาคารทนความร้อนไม่ได้ เกิดทะลุหรือพังทลายลงมา ทำให้เกิดเป็นช่องเปิดนำเอาออกซิเจนเข้ามาเติมในอาคาร เชื้อเพลิงที่อยู่ในสภาพแก๊สพิษหลังกระบวนการไพโรไลซิส เกิดประทุอย่างรุนแรง จนระเบิดเป็นลูกไฟพุ่งออกจากหลังคาอาคารอย่างรวดเร็วและรุนแรงพร้อมด้วยควันดอกเห็ดที่ปรากฏเป็นสีน้ำตาลหรือสีดำ ที่เต็มไปด้วยเขม่าจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์เมื่อมองจากภายนอก ปรากฏการณ์ backdraft นี้แสดงดังภาพที่ ๓ จะไม่เกิด ถ้าสถานบริการแห่งนี้ดำเนินการตามกฎหมายที่ให้อาคารทึบที่ไม่มีช่องระบายอากาศสู่ภายนอกโดยตรง ต้องมีการติดตั้งระบบควบคุมการแพร่กระจายของควัน เช่น พัดลมสำหรับดูดควันไฟออกจากพื้นที่ในขณะเกิดเพลิงไหม้ สายไฟฟ้าของระบบควบคุมการแพร่กระจายของควันต้องเป็นชนิดทนไฟได้ไม่น้อยกว่าหนึ่งชั่วโมงตามมาตรฐาน



ภาพที่ ๓ สภาพการเกิดไฟไหม้ที่เกิดปรากฏการณ์ backdraft [ภาพโดยความอนุเคราะห์ของสมาคมผู้ตรวจสอบอาคาร]

ความผิดปรกติของอาคาร

บทสรุปเหตุการณ์ไฟไหม้ครั้งนี้ นับว่าเป็นบทเรียนที่ชัดเจนมากสำหรับการไม่ปฏิบัติตาม “หลักการพื้นฐานของการบริหารความปลอดภัยจากอัคคีภัย” ทุกขั้นตอน ซึ่งพอสรุปให้เข้าใจง่าย ๆ ดังนี้

(๑) ขั้นตอนการป้องกันเพลิงไหม้ – มาตรการคือ การแยกเชื้อเพลิงออกจากแหล่งความร้อน กรณีอาคารประเภทที่มีกิจกรรมชุมนุมชน และไม่สามารถควบคุมแหล่งความร้อนได้เต็มร้อยเปอร์เซ็นต์ แนวทางปฏิบัติเพื่อลดความเสี่ยงคือ การงดใช้วัสดุ (เชื้อเพลิง) ที่ติดไฟได้ ตามกฎหมายที่กำหนดไว้แล้วว่า “อาคารสถานบริการต้องใช้วัสดุตกแต่งภายในและผนังกันเสียงที่ไม่ติดไฟ” นอกจากนี้ ระบบไฟฟ้าต้องตัดไฟฟ้าอัตโนมัติทันที เมื่อมีไฟฟ้ารั่ว เพื่อกันประกายความร้อน

(๒) ระบบป้องกันไฟลาม – ทันทีที่เกิดเหตุไฟลุก อาคารต้องจัดให้มีระบบดับเพลิงอัตโนมัติ เช่น ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเองทันที โดยครอบคลุมพื้นที่สถานบริการทั้งหมด อีกทั้งต้องติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงตามจุดต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อจำกัดพื้นที่การลามของเพลิงไหม้

(๓) ระบบช่วยชีวิตคนในอาคาร – สถานบริการที่มีการชุมนุมคนลักษณะนี้ ต้องมีระบบส่งสัญญาณเตือนเหตุเพลิงไหม้ และระบบแสงสว่างฉุกเฉิน ที่สำคัญที่สุดคือ ช่องทางหนีไฟออกสู่นอกอาคารต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดให้ ผู้ติดอยู่ในอาคารในขณะเพลิงไหม้สามารถออกสู่นอกอาคารได้ภายใน ๓ นาที สำหรับสถานบริการเมาน์เทนบีผับแห่งนี้ คำนวณไว้ว่าสามารถบรรจุผู้ใช้บริการได้ราว ๒๐๐-๔๐๐ คน ดังนั้นช่องทางออกต้องมีไม่น้อยกว่า ๓ ประตู แต่ละประตูต้องกว้างอย่างน้อย ๓ เมตร

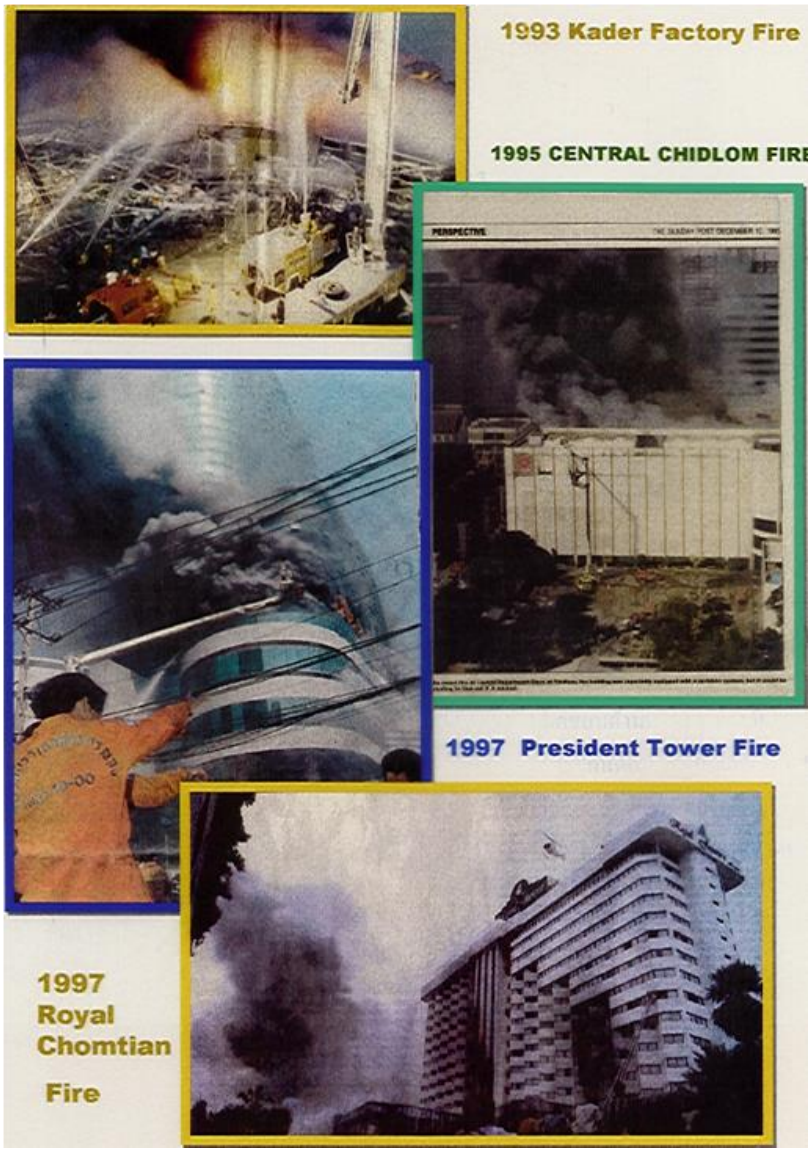
ประวัติศาสตร์ที่ซ้ำรอย

ในอดีตก่อน พ.ศ. ๒๕๕๒ เคยมีเหตุการณ์เพลิงไหม้อาคารสาธารณะอยู่จำนวนหลายครั้ง (ภาพที่ ๔) แต่กรณีที่มีผู้เสียชีวิตจำนวนมากมีอยู่สามเหตุการณ์ ได้แก่ เหตุการณ์เพลิงไหม้โรงงานตุ๊กตาเคเดอร์เมื่อวันที่ ๑๐ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๓๖ เหตุการณ์เพลิงไหม้โรงแรมรอยัลจอมเทียนเมื่อวันที่ ๑๑ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๔๐ และเหตุการณ์เพลิงไหม้สถานบริการแซนติก้าผับเมื่อคืนย่างเข้าสู่วันที่ ๑ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๒ ซึ่งเปรียบเหมือนเป็นกรณีต้นแบบให้แก่กรณีเพลิงไหม้สถานบริการเมาน์เทนบีผับ ทั้งสองเหตุการณ์มีบริบทคล้ายกันมากจนเรียกว่า **ประวัติศาสตร์ซ้ำรอย**

ใน พ.ศ. ๒๕๕๒ ภายหลังเหตุการณ์ไฟไหม้สถานบริการแซนติก้าผับ คณะอนุกรรมการศึกษาวิจัยและพัฒนาด้านอัคคีภัย ในคณะกรรมการอุบัติภัยแห่งชาติ (กปอ.) ได้วิเคราะห์หาสาเหตุและจุดอ่อนของอาคารอย่างละเอียด และทำรายงาน (คณะกรรมการป้องกันอุบัติภัยแห่งชาติ, ๒๕๕๒) เสนอต่อรัฐบาล ที่ครอบคลุมถึงความผิดปรกติในการขออนุญาต งานวิศวกรรม และงานการตกแต่งภายใน

การใช้วัสดุในงานการตกแต่งภายใน นับเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการลุกลามอย่างรวดเร็วของเพลิงไหม้ เนื่องจากวัสดุติดไฟ เช่น วัสดุพอลิสไตรีน โฟมฟองน้ำทำจากพอลิยูรีเทน และเรซินไฟเบอร์กลาสส์ ที่สถานบริการประเภทผับมักนำมาตกแต่งภายในอาคารจำนวนมาก เพื่อเป็นฉนวนซับเสียงและกันความร้อน วัสดุเหล่านี้เมื่อเกิดเพลิงไหม้จะก่อให้เกิดความร้อน ควันไฟ และแก๊สพิษที่เป็นอันตรายต่อชีวิตได้ จากเหตุการณ์ครั้งนั้นนำไปสู่การออกกฎหมายเพื่อเพิ่มมาตรการต่าง ๆ โดยเฉพาะกฎหมายว่าด้วยการตรวจสอบองค์ประกอบอาคารและอุปกรณ์ดับเพลิงในอาคาร โดยวิศวกรผู้เชี่ยวชาญที่ต้องขึ้นทะเบียนกับรัฐไว้ ซึ่งนำไปสู่การจัดตั้ง สมาคมผู้ตรวจสอบอาคารในภายหลัง ตลอดจนมีการกำหนดจำนวนและความกว้างของประตู

ทางออกให้เพียงพอและให้สามารถอพยพคนออกจากอาคารได้ภายใน ๓ นาที ซึ่งหมายความว่า ประตูทางออกทุกบานต้องไม่มีกุญแจล็อกตลอดเวลา



ภาพที่ ๔ เหตุการณ์เพลิงไหม้อาคารสาธารณะในประเทศไทย ก่อนกรณีเพลิงไหม้สถานบริการแซนติก้าผับและเมาน์เทนบีผับ (วรศักดิ์ กนกนุกูลชัย และพิชญะ จันทรานุวัฒน์, ๒๕๔๗)

จะเห็นว่า หลังการเกิดเหตุการณ์เพลิงไหม้ใหญ่แต่ละครั้ง หน่วยงานที่เกี่ยวข้องภาครัฐ ได้แก่ คณะกรรมการป้องกันอุบัติภัยแห่งชาติ และภาคเอกชน ได้แก่ สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ได้จัดตั้งคณะทำงานเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและจุดอ่อนของอาคารอย่างละเอียด ผลพวงที่ได้จากเหตุการณ์ไฟไหม้แต่ละครั้ง คือ การปรับปรุงกฎหมายและมาตรฐานทางวิชาชีพที่ทำอยู่หลายครั้งหลายหน จนถึงปัจจุบันถือได้ว่า มาตรการด้านความปลอดอัคคีภัยของประเทศไทยมีมาตรฐานตามสากลแล้ว ดังนั้น ประเด็นปัญหากรณีเพลิงไหม้สถานบริการเมาน์เทนบีผับ ไม่ได้เกิดจากจุดอ่อนของกฎหมาย แต่เกิดจากมาตรการการบังคับการใช้กฎหมายอย่างเคร่งครัด

บทสรุป

จากเหตุการณ์ไฟไหม้ครั้งนี้ ผู้นิพนธ์เรื่องนี้ขออนุญาตให้คำแนะนำผู้ที่จะไปใช้สถานบริการและแหล่งบันเทิงประเภทชุมนุมคนในอาคารต่าง ๆ ที่ปิดล้อมทึบเช่นนี้ว่า สิ่งแรกที่ท่านควรกระทำ คือ การสำรวจทางเข้าทางออกของอาคารว่า มีกี่ช่องทาง และลองซ้อมว่า ถ้าเกิดเพลิงไหม้และท่านจะต้องหนีไฟออกในแต่ละช่องทาง ท่ามกลางความมืดและความชุลมุนนั้น ท่านสามารถนำตัวท่านออกจากอาคารได้ภายใน ๓ นาที ตามมาตรฐานสากลได้หรือไม่ ถ้าท่านทำไม่ได้ ท่านไม่ควรใช้บริการและควรออกจากสถานบริการและแหล่งบันเทิงนั้นทันที

เอกสารอ้างอิง

คณะอนุกรรมการศึกษาวิจัยและพัฒนาด้านอุบัติภัย ใน คณะกรรมการป้องกันอุบัติภัยแห่งชาติ (๒๕๕๒) รายงานข้อเสนอมาตรการเร่งด่วนเพื่อป้องกันอัคคีภัยในสถานบริการ กรุงเทพฯ วันที่ ๒๐ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๒, ๔๐ หน้า

วรศักดิ์ กนกนุกูลชัย และพิชญะ จันทรานุวัฒน์ (๒๕๔๗) กลยุทธ์การพัฒนากลไกการป้องกันอัคคีภัยของประเทศไทย การสัมมนาวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติครั้งที่ ๑, วันที่ ๒๘-๓๑ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๔๗ สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ กรุงเทพฯ ๖ หน้า

สมาคมผู้ตรวจสอบอาคาร (๒๕๖๕) กรณีศึกษาเหตุไฟไหม้เมาน์เทนบี สัตหีบ จังหวัดชลบุรี กรุงเทพฯ วันที่ ๖ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕, ๕๑ หน้า

Kanok-Nukulchai, W. (2022) Lessons from Mountain B Fire, Bangkok Post, Published on August 24, 2022. [https://www.bangkokpost.com/opinion/opinion/2375595/lessons-from-the-mountain-b-fire, accessed on August 24, 2022]

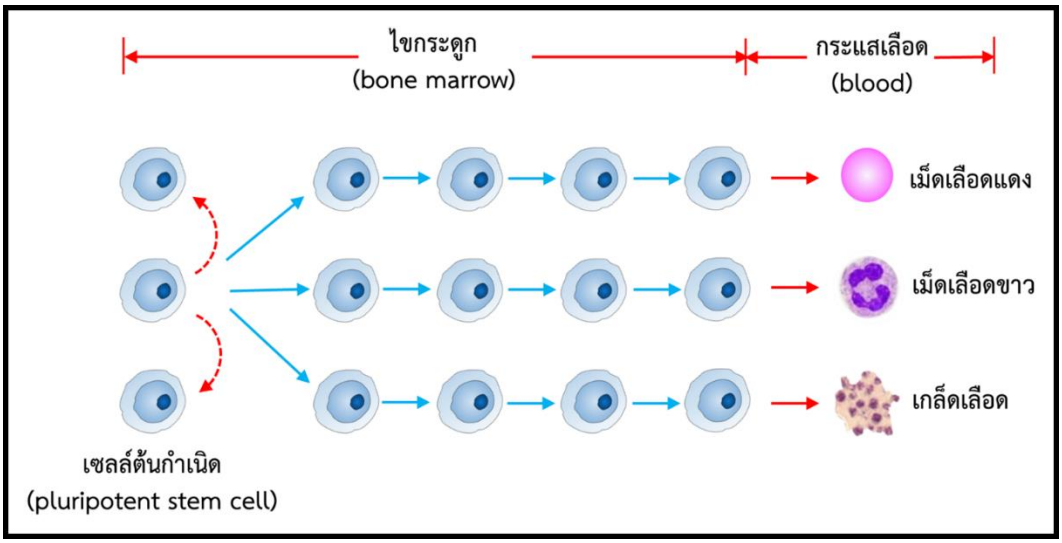
โรคโลหิตและเทคโนโลยีใหม่ในการรักษา

สุรพล อิสรไกรศีล

ราชบัณฑิต สาขาวิชาอายุรศาสตร์ ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา, surapolsi@gmail.com

บทนำ

โรคโลหิตหรือโรคเลือด หมายถึง โรคหรือความผิดปรกติของเม็ดเลือด ได้แก่ เม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด ดังแสดงในภาพที่ ๑ โรคของไขกระดูกซึ่งเป็นแหล่งสร้างเม็ดเลือด โรคของระบบ reticuloendothelium ได้แก่ ตับ และม้าม ซึ่งทำหน้าที่ทำลายเม็ดเลือดที่หมดอายุ โรคของต่อมน้ำเหลืองและระบบภูมิคุ้มกัน รวมทั้งโรคที่มีความผิดปรกติของปัจจัยการแข็งตัวของเลือด



ภาพที่ ๑ ไขกระดูกและแหล่งที่มาของเม็ดเลือดชนิดต่าง ๆ

ผู้ป่วยที่เป็นโรคเลือด อาจมีอาการต่าง ๆ ที่เป็นอาการนำให้ผู้ป่วยมาโรงพยาบาล ที่พบบ่อย ได้แก่

๑. ภาวะโลหิตจาง เป็นอาการสำคัญที่พบบ่อยที่สุด โดยที่ผู้ป่วยมีจำนวนเม็ดเลือดแดงลดลง ทำให้มีอาการเหนื่อยง่าย ซีด ถ้าเป็นมากอาจมีหัวใจวาย อาการของภาวะโลหิตจางขึ้นกับว่าโลหิตจางเกิดเร็วมากน้อยเพียงใดและโลหิตจางนั้นเป็นมากน้อยแค่ไหน ถ้าโลหิตจางเกิดขึ้นเฉียบพลัน จะมีอาการมากและเร็วแม้ไม่ซีดมาก แต่ถ้าเกิดโลหิตจางเรื้อรัง ร่างกายปรับตัวได้อาจมีอาการค่อยเป็นค่อยไป ไม่รุนแรงมาก การตรวจทางห้องปฏิบัติการที่บ่งชี้ว่ามีภาวะโลหิตจาง คือ การวัดค่าฮีโมโกลบินและค่าฮีมาโตคริต ถ้าน้อยกว่าปรกติแสดงว่ามีภาวะโลหิตจาง

๒. อาการไข้ ผู้ป่วยที่มีจำนวนเม็ดเลือดขาวต่ำ อาจมีโรคติดเชื้อและทำให้มีไข้ได้ ผู้ป่วยที่ได้รับยาเคมีบำบัดจะมีจำนวนเม็ดเลือดขาวต่ำ ทำให้เกิดโรคติดเชื้อได้ ผู้ป่วยที่ไม่ได้เป็นโรคเลือดแต่มีโรคติดเชื้อจากแบคทีเรีย ก็มีจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิดนิวโตรฟิลสูง ในผู้ป่วยที่เป็นโรคลิมโฟมาหรือมะเร็งต่อมน้ำเหลืองอาจมีไข้ได้ โดยที่ไม่มีโรคติดเชื้อร่วมด้วย

๓. ต่อมน้ำเหลืองโต เป็นอาการนำของผู้ป่วยโรคลิมโฟมา มีต่อมน้ำเหลืองโตที่คอ รักแร้ และขาหนีบ อาจมีต่อมน้ำเหลืองในช่องทรวงอกและช่องท้องโตได้ ต่อมน้ำเหลืองที่โตอาจไปกดท่อน้ำเหลือง กดหลอดเลือดดำใหญ่ ทำให้เกิดการบวมได้ ที่พบบ่อยคือ กลุ่มอาการที่เกิดจากต่อมน้ำเหลืองในช่องทรวงอกโตและกดหลอดเลือดดำใหญ่ (superior vena cava) ทำให้มีอาการหน้าบวม คอบวม นอกจากนี้ อาจพบอาการอื่น ๆ เช่น น้ำหนักลด มีไข้ เหงื่อออกตอนกลางคืน ผู้ป่วยบางรายอาจมีตับม้ามโตร่วมด้วย

๔. ม้ามโต ผู้ป่วยอาจมีม้ามโต ทำให้คลำได้ก้อนในท้องด้านซ้ายเป็นอาการนำ ซึ่งพบบ่อยในผู้ป่วยโรคลิวคีเมียเรื้อรัง (chronic myeloid leukemia) และโรคอื่น ๆ ในกลุ่มโรค myeloproliferative disorder

๕. ภาวะเลือดออก ถ้าเลือดออกเฉพาะที่ จะมีเลือดออกเพียงตำแหน่งเดียว หากมีเลือดออกเกิน ๑ ตำแหน่ง หรือเลือดออกเองโดยที่ไม่ได้รับภยันตรายใด ๆ หรือเลือดออกมากแม้เพียงได้รับภยันตรายเพียงเล็กน้อย จัดเป็นภาวะเลือดออกผิดปรกติ ที่พบบ่อยเกิดจากจำนวนเกล็ดเลือดต่ำ พบมีเลือดออกที่ผิวหนังเป็นจุดแดงคล้ายยุงกัด (petechiae) หรือเป็นปื้น (ecchymosis) อาจมีเลือดออกตามไรฟัน เลือดกำเดาไหล เลือดประจำเดือนออกมากหรือปัสสาวะเป็นเลือด ในรายที่เป็นรุนแรง อาจมีเลือดออกในสมอง

๖. ภาวะหลอดเลือดอุดตัน ผู้ป่วยโรค myeloproliferative disorder ที่มีการสร้างเม็ดเลือดแดงมากที่เรียกว่า polycythemia vera อาจมาโรงพยาบาลด้วยเรื่องหลอดเลือดแดงที่สมองอุดตันเหมือน stroke ผู้ป่วยที่มีหลอดเลือดดำที่ขาอุดตัน ทำให้ขาบวม ผู้ป่วยกลุ่มนี้มักเป็นผู้ป่วยที่อยู่โรงพยาบาลนาน ๆ ที่นอนติดเตียง

ชนิดของโรคเลือด

โรคเลือดอาจแบ่งได้เป็น ๒ กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

๑. กลุ่มโรคเลือดที่ไม่ใช่มะเร็ง

๑.๑ โรคที่มีภาวะโลหิตจาง ภาวะนี้ที่พบบ่อย คือ ผู้ป่วยที่มีภาวะโลหิตจางเรื้อรัง มีอาการเหนื่อยง่าย ซีด และอาจมีหัวใจวายในรายที่มีอาการรุนแรง

ภาวะโลหิตจางจากการขาดธาตุเหล็ก เกิดจากการเสียเลือดเรื้อรังจากทางเดินอาหาร เช่น ริดสีดวงทวาร แผลในกระเพาะอาหาร มะเร็งลำไส้ใหญ่ มะเร็งกระเพาะอาหาร ในผู้หญิงอาจเกิดจากเลือดระดูออกมากจากเนื้องอกในมดลูก (myoma uteri) รักษาได้โดยการให้ธาตุเหล็กทดแทนและรักษาที่ต้นเหตุ

โรคธาลัสซีเมีย เป็นโรคทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากบิดามารดาสู่บุตร บิดามารดาเป็นพาหะหรือธาลัสซีเมียแฝง มักไม่มีอาการหรือมีโลหิตจางเพียงเล็กน้อย ถ้าไม่ตรวจเลือดจะวินิจฉัยไม่ได้เลย สามีและภรรยาที่เป็นพาหะหรือธาลัสซีเมียแฝง มีโอกาสที่บุตรจะเป็นโรคร้อยละ ๒๕ มีบุตรที่เป็นพาหะ หรือธาลัสซีเมียแฝงเหมือนบิดามารดาร้อยละ ๕๐ และมีบุตรที่ปรกติร้อยละ ๒๕

โรคธาลัสซีเมียที่พบบ่อยในประเทศไทย คือ โรคธาลัสซีเมียชนิด hemoglobin E/β-thalassemia ผู้ป่วยมักมีอาการแตกต่างกันในแต่ละคน บางรายมีอาการน้อย รายที่มีอาการมากจะมีโลหิตจาง ตัวเหลือง ตาเหลือง หน้าตาเปลี่ยน ตัวเล็ก ตับและม้ามโต ผิวคล้ำ มีภาวะเหล็กเกิน โรคธาลัสซีเมียอีกชนิดหนึ่งคือ โรค hemoglobin H มักมีอาการไม่มาก แต่ถ้ามีไข้หรือมีโรคติดเชื้อ เม็ดเลือดแดงจะแตกเฉียบพลันและจะซีดลงอย่างรวดเร็ว

โลหิตจางเรื้อรังที่พบได้แต่ไม่บ่อย ได้แก่ โลหิตจางจากการขาดโฟเลตและวิตามินบี ๑๒ และโลหิตจางที่เกิดจากเม็ดเลือดแดงแตกง่ายที่เรียก paroxysmal nocturnal hemoglobinuria ผนังเม็ดเลือดแดงของ

ผู้ป่วยโรคนี้ขาดโปรตีนบางอย่าง ทำให้เม็ดเลือดแดงไวต่อคอมพลิเมนต์มากกว่าปรกติ มีผลให้เม็ดเลือดแดงแตกในกระแสเลือด พบมีโลหิตจางและปัสสาวะสีดำ

ภาวะโลหิตจางเรื้อรังนั้น อาจพบได้ในผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรัง และโรคเรื้อรังอื่น ๆ ก็ได้ด้วย

ภาวะโลหิตจางเฉียบพลันพบไม่บ่อยนัก ผู้ป่วยมักสบายดีมาก่อน และเกิดอาการซีดลงจากเม็ดเลือดแดงแตก เกิดขึ้นเป็นวันหรือไม่เกินหนึ่งสัปดาห์ ที่พบได้เกิดจากภาวะพร่องเอนไซม์จี ๖ พีดี ซึ่งจะมีมีเม็ดเลือดแดงแตกภายหลังมีโรคติดเชื้อ หรือได้รับยาบางอย่าง อันตรายที่สำคัญในผู้ป่วยโรคนี้ คือ การที่มีโพแทสเซียมในเลือดสูง และมีภาวะไตวายได้ เม็ดเลือดแดงแตกง่ายเฉียบพลัน อีกโรคหนึ่ง คือ autoimmune hemolytic anemia เม็ดเลือดแดงแตกจากการที่ร่างกายสร้าง autoantibody ต่อเม็ดเลือดแดงของตัวเอง มักเกิดภายหลังมีโรคติดเชื้อหรือมีความเครียด บางรายมีโรคออโตอิมมูนอื่นร่วมด้วย เช่น systemic lupus erythematosus หรือ SLE

๑.๒ โรคที่มีความผิดปรกติของไขกระดูก โลหิตจางอะพลาสติก (aplastic anemia) หรือโรคไขกระดูกฝ่อ เกิดจากการที่ไขกระดูกสร้างเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือดได้น้อยลง ทำให้มีอาการเหนื่อยง่าย ซีด ไม่มีแรง เป็นไข้ มีโรคติดเชื้อ มีจ้ำเลือดและเลือดออกผิดปรกติ พยาธิกำเนิดของโรคนี้ส่วนใหญ่เกิดจากกลไกทางอิมมูน การรักษาที่ได้ผลดีคือ การใช้ยากดภูมิคุ้มกันและแอนติบอดีต่อลิมโฟไซต์ (lymphocyte) การปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือดสามารถรักษาผู้ป่วยให้หายขาดจากโรคได้

โรคไขกระดูกเสื่อม (myelodysplastic syndrome, MDS) โรคในกลุ่มนี้มีการเพิ่มจำนวนของเซลล์ต้นกำเนิดในไขกระดูก แต่เซลล์ที่เจริญและต่อมาตายในไขกระดูก ทำให้มีจำนวนเม็ดเลือดในเลือดลดลง ทั้งเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด มักพบในคนสูงอายุ มีโอกาสที่โรคจะเปลี่ยนเป็นโรคลิวคีเมียเฉียบพลันได้

โรคไขกระดูกสร้างเม็ดเลือดมาก (myeloproliferative neoplasm) ซึ่งอาจเป็นเม็ดเลือดแดงเรียกโรค polycythemia vera หรือ PV ผู้ป่วยจะมีหน้าแดงอาจมีหลอดเลือดแดงที่สมองอุดตัน มีอาการแขนขาอ่อนแรงเหมือน stroke ผู้ป่วยที่มีจำนวนเกล็ดเลือดเพิ่มจำนวน เรียกว่า โรค essential thrombocythemia หรือ ET มีจำนวนเกล็ดเลือดมากเกิน ๑ ล้านเซลล์/ลบ.มม. อาจทำให้มีหลอดเลือดแดงอุดตัน หรือมีเลือดออกก็ได้ ผู้ป่วยที่มีพังผืดมากในไขกระดูกเรียก chronic myelofibrosis มีภาวะโลหิตจางและม้ามโต

๑.๓ โรคที่มีภาวะเลือดออกผิดปรกติ โรคที่พบบ่อยคือ โรคเลือดออกจากการที่มีจำนวนเกล็ดเลือดต่ำ หรือ idiopathic thrombocytopenic purpura หรือ ITP เกิดจากการมี autoantibody ต่อเกล็ดเลือดของตัวเอง

โรคเลือดออกผิดปรกติที่พบไม่บ่อย ได้แก่ โรคเลือดไหลไม่หยุดฮีโมฟิเลีย (hemophilia) ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากความผิดปรกติทางพันธุกรรม ทำให้ขาดปัจจัยสำคัญของการแข็งตัวของเลือด (factor VIII) โรคเลือดออกผิดปรกติจากอื่น ๆ เช่น โรคตับ ภาวะลิ่มเลือดกระจายทั่วไปในหลอดเลือด

๒. กลุ่มโรคมะเร็งระบบโลหิต

๒.๑ โรคลิวคีเมียหรือมะเร็งเม็ดเลือดขาว (leukemia) เกิดจากมีความผิดปรกติของเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือดขาว โดยมีการเพิ่มจำนวนอย่างไม่มีขีดจำกัด ถ้าเซลล์มะเร็งที่เพิ่มจำนวนไม่สามารถเจริญ (differentiation) ต่อไปได้ จะมีเซลล์มะเร็งลิวคีเมียในไขกระดูกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้การสร้างเม็ดเลือดปรกติในไขกระดูกลดลง จึงมีเม็ดเลือดลดลงทั้งเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด และเซลล์ลิวคีเมีย

จะออกมาอยู่ในกระแสเลือด เรียกว่า โรคลิวคีเมียเฉียบพลัน ผู้ป่วยจะมีอาการรุนแรงและอาจเสียชีวิตในระยะเวลาอันสั้น หากได้รับการรักษาไม่ถูกต้อง

ถ้าเซลล์ลิวคีเมียสามารถเจริญต่อไปได้ เซลล์ลิวคีเมียจะออกไปสู่กระแสเลือดไปที่ม้ามและตับ ทำให้ตับม้ามโต เรียกว่า โรคลิวคีเมียเรื้อรัง ผู้ป่วยมักมีอาการไม่มาก อาจตรวจพบโดยการเจาะเลือด พบมีจำนวนเม็ดเลือดขาวเพิ่มเป็นหมื่นเป็นแสนเซลล์/ลบ.มม. บางรายมาด้วยก้อนในท้องด้านซ้าย จากการที่มีม้ามโต โรคลิวคีเมียเรื้อรังที่เรียก chronic myeloid leukemia หรือ CML ปัจจุบันพบว่าเกิดจากยีนที่ผิดปรกติเรียกว่า bcr-abl ซึ่งจะทำให้มีการสร้างโปรตีนที่ไปกระตุ้นเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือดขาวซึ่งทำให้เกิดโรค การรักษาด้วยวิธีมุ่งเป้าที่ได้ผลดี คือ การใช้ยากลุ่ม tyrosine kinase inhibitor ซึ่งไปยับยั้งการสร้างโปรตีนที่ผิดปรกติดังกล่าว ทำให้สามารถควบคุมโรคได้

๒.๒ โรคลิมโฟมาหรือมะเร็งต่อมน้ำเหลือง (lymphoma) เกิดจากความผิดปรกติของเซลล์เม็ดเลือดขาวที่เรียกว่า ลิมโฟไซต์ (lymphocyte) ที่ต่อมน้ำเหลือง ตับ และม้าม ทำให้มีต่อมน้ำเหลืองโต หรือมีก้อนในท้องจากการที่ม้ามโต อาจมีอาการอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น มีไข้ น้ำหนักลด เหงื่อออกตอนกลางคืน การวินิจฉัยโรคอาศัยการตัดต่อมน้ำเหลืองเพื่อตรวจทางพยาธิ การทำ PET-CT Scan ช่วยในการบอกระยะของโรค ซึ่งจะสามารถบอกการดำเนินโรคได้

๒.๓ โรคมะเร็งไขกระดูก multiple myeloma (MM) เกิดจากการเพิ่มจำนวนของเซลล์พลาสมาในไขกระดูก ทำให้มีการสร้างโปรตีนที่ผิดปรกติที่เรียกว่า globulin มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นและพบ M protein ในเลือด และมีส่วนประกอบของโมเลกุลของโกลบูลินที่เรียกว่า free light chain สูงขึ้นในเลือด ผู้ป่วยโรคนี้มักมีอาการโลหิตจาง ซีด ปวดกระดูก บางรายหกล้มกระดูกหัก อาจมีไตผิดปรกติ ไตวายได้ พบระดับแคลเซียมในเลือดสูง ทำให้ท้องผูก ผู้ป่วยโรค MM บางครั้งไม่ได้มาพบโลหิตแพทย์แต่แรก ทำให้การวินิจฉัยโรคล่าช้า แพทย์ทั่วไปจึงควรต้องนึกถึงโรค MM ไว้ด้วย และควรส่งปรึกษาโลหิตแพทย์เพื่อให้การวินิจฉัยโรคแต่เนิ่น ๆ

การรักษาโรคมะเร็งระบบโลหิต

๑. การรักษาเพื่อให้โรคสงบ (complete remission หรือ complete response) ได้แก่ การให้ยาเคมีบำบัดร่วมกับยามุ่งเป้าเป็นชุด ๆ จนโรคสงบ ซึ่งสามารถประเมินได้ด้วยการตรวจทางห้องปฏิบัติการต่าง ๆ และการทำ PET CT Scan

๒. การรักษาเพื่อป้องกันไม่ให้โรคกลับมาเป็นใหม่ ผู้ป่วยโรคมะเร็งระบบโลหิตที่ได้รับการรักษาจนโรคสงบแล้ว มีโอกาสที่โรคจะเป็นกลับมาใหม่ได้ จึงต้องให้การรักษาเพื่อป้องกันไม่ให้โรคเป็นกลับมาใหม่ เช่น การให้ยาเคมีบำบัดขนาดสูงร่วมกับการปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือด (hematopoietic stem cell transplant) การให้ยาเคมีบำบัดเป็นระยะที่เรียก consolidation therapy การให้ยาเคมีบำบัดขนาดน้อย ๆ หรือการให้ยามุ่งเป้าเป็นเวลานาน ๆ ต่อเนื่องกันที่เรียก maintenance therapy ซึ่งการเลือกวิธีการรักษาแบบใดขึ้นกับชนิดของมะเร็งและระยะของโรค

๓. การรักษาโรคที่เป็นกลับมาใหม่ (relapse) หรือโรคที่ดื้อต่อการรักษา (refractory) ผู้ป่วยที่โรคผันกลับมาใหม่ภายหลังการรักษาโดยเฉพาะภายใน ๑-๒ ปีแรก หรือผู้ป่วยที่โรคดื้อต่อการรักษา มักมีการพยากรณ์โรคไม่ดี รักษายากและได้ผลไม่ดี

ความสำคัญในการรักษาโรคมะเร็งระบบโลหิต คือ การวินิจฉัยโรคให้ได้แต่เนิ่น ๆ ให้การรักษาที่เหมาะสมอย่างทันท่วงที มีการวางแผนการรักษาที่เป็นขั้นตอน โรคมะเร็งระบบโลหิตเป็นโรคมะเร็งที่ร้ายที่สุด

ความร่วมมือในการรักษาทั้งตัวผู้ป่วยเอง ญาติพี่น้อง แพทย์และพยาบาล มีความสำคัญยิ่งในการที่จะทำการรักษาผู้ป่วยให้ประสบความสำเร็จ ผู้ป่วยและญาติควรได้รับความรู้จากแพทย์อย่างละเอียดเกี่ยวกับโรคที่เป็น การเกิดโรคและแนวทางการรักษา ในปัจจุบันมีความก้าวหน้าในการรักษาโรคมะเร็งระบบโลหิตอย่างมากและรวดเร็ว ทำให้สามารถรักษาโรคเหล่านี้ให้หายขาดได้ หรืออย่างน้อยก็สามารถทำให้มีชีวิตยืนยาวขึ้นและมีคุณภาพชีวิตที่ดีได้ ผู้ป่วยต้องมีกำลังใจที่ดีและมั่นใจในการรักษาว่า แพทย์จะให้การรักษาที่เหมาะสมและดีที่สุดที่จะทำให้โรคหายได้ ผู้ป่วยที่เป็นมะเร็ง มิใช่จะเป็นผู้ที่มีโชคร้ายและเป็นทุกข์ แต่ผู้ป่วยควรจะหาคำตอบว่าเป็นมะเร็งแล้วได้อะไรบ้าง ผู้เขียนเคยเห็นผู้ป่วยมะเร็งระบบโลหิตที่ได้ใช้โอกาสขณะเป็นมะเร็งปรับตัวจากคนสมบูรณ์แบบ (perfectionist) เป็นคนที่มองโลกในมุมมองบวกและยืดหยุ่น

เทคโนโลยีการรักษาโรคมะเร็งระบบโลหิต

๑. การปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือดหรือการปลูกถ่ายไขกระดูก เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการปลูกถ่ายไขกระดูกหรือเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือดให้กับผู้ป่วยซึ่งมีความผิดปรกติของเซลล์ต้นกำเนิดหรือ stem cell ในไขกระดูก สามารถใช้รักษาโรคต่าง ๆ ที่การรักษาด้วยวิธีอื่นไม่ได้ผลหรือได้ผลไม่ดี ด้วยวิธีนี้ทำให้ผู้ป่วยหายจากโรคได้ ตัวอย่างเช่น โลหิตจางอะพลาสติก โรคธาลัสซีเมีย โรคลิวคีเมีย โรคลิมโฟมา โรคมะเร็งไขกระดูก MM

เซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือดได้จากไขกระดูก เลือดสายสะดือ และ mobilized peripheral blood stem cell สำหรับเซลล์ต้นกำเนิดจากไขกระดูก ต้องเจาะไขกระดูก และต้องใช้ปริมาณมาก ในปัจจุบันสามารถใช้ G-CSF (Granulocyte-colony-stimulating factor) เคลื่อนย้ายเซลล์ต้นกำเนิดจากไขกระดูกให้ออกมาในกระแสเลือด และสามารถเก็บเซลล์ต้นกำเนิดได้จากเลือด วิธีนี้จึงสะดวกกว่าการเจาะไขกระดูก

การปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือดแบ่งเป็น ๒ ชนิด คือ การปลูกถ่ายโดยใช้เซลล์ต้นกำเนิดของผู้ป่วยเอง (autologous stem cell transplant) และการปลูกถ่ายโดยใช้เซลล์ต้นกำเนิดจากผู้บริจาค (allogeneic stem cell transplant) การเลือกว่าจะใช้วิธีใดขึ้นกับโรคที่เป็น ถ้าเป็นโรคลิมโฟมา หรือมะเร็งไขกระดูก MM ใช้เซลล์ต้นกำเนิดของผู้ป่วยเองได้ในการปลูกถ่าย แต่ถ้าเป็นโลหิตจางอะพลาสติก โรคธาลัสซีเมีย หรือโรคลิวคีเมียต้องใช้เซลล์ต้นกำเนิดของบุคคลอื่นในการปลูกถ่าย

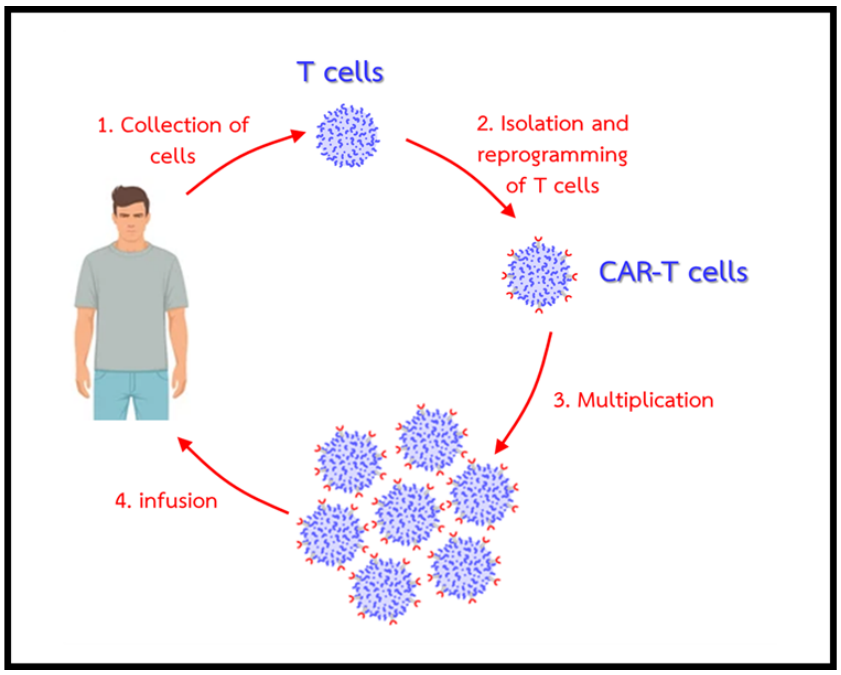
สำหรับ autologous stem cell transplant ในผู้ป่วยลิมโฟมาและมะเร็งไขกระดูก MM เพื่อป้องกันโรคเป็นกลับมาใหม่ ขั้นตอนแรกคือ การเก็บเซลล์ต้นกำเนิดจากเลือด โดยการให้ยา cyclophosphamide ร่วมกับการให้ยา G-CSF แล้วเก็บเซลล์ต้นกำเนิดจากเลือดโดยใช้เครื่องที่เรียก leukapheresis machine หลังจากนั้น อาจให้ผู้ป่วยพักนาน ๑-๒ สัปดาห์ จึงเริ่มกระบวนการปลูกถ่ายในห้องปลอดเชื้อ โดยใช้ยาเคมีบำบัดขนาดสูงที่จะไปทำลายเซลล์ที่ผิดปรกติให้หมด ตามด้วยการปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิด หลังจากนั้นไม่เกิน ๒ สัปดาห์จึงมี engraftment และมีการสร้างเม็ดเลือดเป็นปรกติ

การปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดจากผู้บริจาคที่เรียก allogeneic stem cell transplant สามารถใช้เซลล์ของผู้ให้ ซึ่งอาจเป็นพี่น้องหรือบุคคลอื่นที่มี HLA เหมือนกับผู้ป่วย หรืออาจใช้เซลล์ต้นกำเนิดของผู้ให้ที่มี HLA เหมือนกันครึ่งหนึ่ง เช่น ผู้ให้ที่เป็นบิดา มารดา พี่น้อง หรือบุตรธิดา การปลูกถ่ายแบบนี้เริ่มด้วยการให้ยาเคมีบำบัดเพื่อทำลายเซลล์ที่ผิดปรกติ ให้ยากดภูมิคุ้มกันเพื่อป้องกันปัญหาทางภูมิคุ้มกันตามด้วยการปลูกถ่าย ซึ่งก็คือ การนำเซลล์ต้นกำเนิดมาให้ทางหลอดเลือด เซลล์ต้นกำเนิดจะเจริญเติบโต เพิ่มจำนวนและพัฒนาเป็นเซลล์เม็ดเลือดชนิดต่าง ๆ ที่ปรกติภายใน ๒ สัปดาห์ หลังจากนั้น ผู้ป่วยต้องได้รับยากดภูมิคุ้มกันอีกนาน ๖ เดือน การปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดจากบุคคลอื่นทำให้โรคหายขาด จากการที่มี graft versus tumor effect ร่วมกับผลของยาเคมีบำบัด การปลูกถ่ายแบบนี้อาจมีภาวะแทรกซ้อนที่เรียก graft-versus-host disease (GVHD)

ซึ่งถ้าเกิดภายใน ๓ เดือนแรกเรียก acute GVHD ผู้ป่วยมีผื่นผิวหนัง ตัวเหลือง ตาเหลือง และอุจจาระเหลว ต้องได้รับยากดภูมิคุ้มกัน และอาจมีปัญหาโรคติดเชื้อแทรกซ้อนตามมา ภาวะแทรกซ้อนนี้อาจเกิดภายหลังปลูกถ่ายแล้วนานเกิน ๓ เดือน เรียกว่า chronic GVHD ทำให้มีอาการผิวหนังแข็ง ตาแห้ง แผลในปาก ปอดผิดปรกติ มีการหายใจลำบาก กลืนลำบาก เป็นต้น

๒. การปลูกถ่ายโดยใช้เซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือดจากผู้ให้ที่มี HLA เหมือนกับผู้ป่วยเพียงครึ่งหนึ่ง (haploidentical stem cell transplant) ปัจจุบันมีการคิดค้นการเตรียมผู้ป่วยก่อนการปลูกถ่ายที่มีประสิทธิภาพและมียากดภูมิคุ้มกันที่ดี โดยเฉพาะการให้ยา cyclophosphamide ภายหลังการปลูกถ่าย ทำให้สามารถปลูกถ่าย haploidentical stem cell transplant ประสบความสำเร็จ และได้ผลดีเหมือนกับการปลูกถ่ายโดยใช้พี่น้องที่มี HLA เหมือนกัน เทคโนโลยีนี้ทำให้สามารถปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดได้ในผู้ป่วยทุกรายโดยใช้ผู้ให้ที่เป็นบิดา มารดา หรือ พี่น้อง หรือ บุตรธิดา ที่มี HLA เหมือนกันครึ่งหนึ่ง ก่อนที่จะมีการพัฒนาวิธีการรักษาวิธีนี้ ต้องใช้เซลล์ต้นกำเนิดจากผู้ให้ที่เป็นบุคคลอื่น (unrelated donor) ในการปลูกถ่าย ซึ่งต้องใช้เวลาในการหาผู้ให้ที่เหมาะสม ซึ่งต้องใช้เวลานานเป็นหลายเดือน บางครั้งโรคอาจเป็นกลับมาใหม่ ทำให้ไม่สามารถปลูกถ่ายได้ การปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดโดยใช้ผู้ให้ที่มี HLA เหมือนกันครึ่งหนึ่งทำให้สามารถทำการปลูกถ่ายได้ในผู้ป่วยทุกรายที่มี บิดา มารดา พี่น้อง และบุตรธิดาที่ยังมีชีวิตอยู่ นับเป็นความก้าวหน้าที่สำคัญสำหรับการปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือด

๓. การพัฒนาวิธีการรักษาด้วยวิธี CAR-T cell immunotherapy (ภาพที่ ๒)



ภาพที่ ๒ วิธีการรักษาด้วยวิธี CAR-T cell immunotherapy

วิธี CAR-T cell immunotherapy (ภาพที่ ๒) เป็นวิธีการรักษาโรคมะเร็งด้วยภูมิคุ้มกัน เป็นวิธีใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูง โดยการพัฒนาลิมโฟไซต์ชนิด ที ของผู้ป่วยให้สามารถจับและทำลายเซลล์มะเร็งได้ดี ในปัจจุบันสามารถนำมาใช้ในการรักษาโรคลิวคีเมียเฉียบพลันชนิด B-acute lymphoblastic leukemia, B-ALL, ลิมโฟมาชนิด diffuse large B cell lymphoma, DLBCL และโรคมะเร็งไขกระดูก MM ที่ดื้อต่อการรักษา หรือ โรคเป็นกลับมาใหม่

สำหรับแนวทางในการพัฒนา CAR-T cell immunotherapy ในอนาคตมีหลายประการ อาทิ การให้การรักษาวิธีนี้แก่ผู้ป่วยตั้งแต่ระยะแรก รวมทั้งการใช้การรักษาวิธีนี้ในโรคมะเร็งอื่น ๆ (solid tumor) การพัฒนาให้ CAR-T cell มีความจำเพาะกับเซลล์มะเร็งให้มากที่สุดและมีภาวะแทรกซ้อนให้น้อยที่สุด สำหรับโรคมะเร็งชนิด solid tumor มักมีโปรตีนบนผิวเซลล์มะเร็งหลากหลายชนิด ทำให้การใช้ CAR-T cell ที่มีผลต่อ single target อาจไม่ได้ผล จำเป็นต้องพัฒนา CAR-T cell ที่ได้ผลกับโปรตีนของเซลล์มะเร็งที่เป็น marker หลาย ๆ ชนิด นอกจากนี้ มะเร็งบางชนิดอาจไม่มี marker ทำให้ไม่สามารถใช้ CAR-T cell ในการรักษาได้

๔. Immune check point inhibitors ในภาวะปรกติ ลิมโฟไซต์ที จะไม่สามารถทำลายเซลล์มะเร็งได้ เนื่องจากมี “immune check point” ซึ่งออกฤทธิ์ผ่าน CTLA-4, PD1 และ PD-L1 ในปัจจุบันมียาที่เป็นแอนติบอดีชนิดโมโนโคลนอล (monoclonal antibody) ที่ยับยั้ง CTLA-4, PD1 และ PD-L1 ที่นำมาใช้บ่อย คือ pembrolizumab และ nivolumab ทำให้ลด immune check point บนลิมโฟไซต์ที ทำให้ลิมโฟไซต์ทำลายและฆ่าเซลล์มะเร็งได้ สามารถนำมาใช้ในโรคมะเร็งระบบโลหิต คือ ลิมโฟมา และโรคมะเร็งอื่น ๆ เช่น มะเร็งปอด มะเร็งไต

๕. Tyrosine kinase inhibitors. Tyrosine kinase เป็นเอนไซม์ที่ใช้ในการสร้าง bcr-abl protein ซึ่งทำให้เกิดโรค chronic myeloid leukemia จึงมีการนำ tyrosine kinase inhibitors มาใช้ในการรักษาโรคนี้ ทำให้ผู้ป่วยมีโรคสงบ มีคุณภาพชีวิตที่ดีและมีชีวิตยืนยาว ยาในกลุ่มนี้ ได้แก่ imatinib, nilotinib, dasatinib นอกจากนี้ ยังใช้รักษาโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวเฉียบพลันชนิด ALL ที่มี Philadelphia chromosome บวก อีกด้วย

๖. แอนติบอดีเฉพาะสำหรับโรคมะเร็งระบบโลหิตต่าง ๆ การค้นพบ monoclonal antibody ต่อ CD20 บนผิวเซลล์ของลิมโฟไซต์ชนิด บี ที่เรียกว่า rituximab ได้นำมาใช้ในการรักษาโรคต่าง ๆ เช่น โรคลิมโฟมาชนิด DLBCL โรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ โรคหลอดเลือดอักเสบบางชนิด ซึ่งพบว่าได้ผลดีมาก การรักษาด้วย rituximab ร่วมกับเคมีบำบัด CHOP ทำให้การรักษาโรค DLBCL ในปัจจุบันได้ผลดีมาก

ในโรคมะเร็งไขกระดูก MM มีการใช้แอนติบอดีในการรักษา ได้แก่ daratumumab เป็นแอนติบอดีต่อ CD38, elotuzumab เป็นแอนติบอดีต่อโปรตีน SLAMF7

๗. Bruton’s tyrosine kinase (BTK) inhibitor BTK เป็นเอนไซม์ที่มีความสำคัญสำหรับลิมโฟไซต์ชนิด บี โดยเกี่ยวข้องกับการเจริญและการทำงาน (signaling) มีการนำ BTK inhibitor มาใช้ในการรักษามะเร็งที่เกิดกับลิมโฟไซต์ชนิด บี เช่น ลิมโฟมาชนิดแมนเทิล, มะเร็งเม็ดเลือดขาวเรื้อรัง (CLL/SLL) ตัวอย่างของยาในกลุ่มนี้ ได้แก่ ibrutinib และ acalabrutinib

บทสรุป

ความก้าวหน้าในระยะเวลา ๒๐ ปีที่ผ่านมา ทำให้แพทย์และนักวิทยาศาสตร์สามารถเข้าใจพยาธิกำเนิดของโรคเลือดต่าง ๆ โดยเฉพาะมะเร็งระบบโลหิต ทำให้มีการพัฒนาวิธีการรักษาต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะ การรักษามุ่งเป้า (targeted therapy) และการรักษาโรคแม่นยำจำเพาะ (precision therapy) โดยอาศัยข้อมูลทางพันธุกรรมและข้อมูลระดับโมเลกุล ซึ่งสามารถเลือกรูปแบบของการรักษา เลือกใช้ยาที่จำเพาะสำหรับผู้ป่วยแต่ละโรค ทำให้สามารถรักษาผู้ป่วยได้ผลดี ให้หายขาดจากโรคที่เป็น หรือทำให้โรคสงบและมีคุณภาพชีวิตที่ดีได้

บรรณานุกรม

American Society of Hematology. (2021) ASH Precision Medicine Initiative. [https://www.hematology.org/research/precision-medicine-initiative, accessed on October 10, 2022]

Ghosh, K. (2022) Monoclonal Antibodies Used for Management of Hematological Disorders. Expert Rev. Hematol. 15, 443-455.

Hatic, H., Sampat, D. and Goyal, G. (2021) Immune Checkpoint Inhibitors in Lymphoma. Ann. Transl. Med. 9, 6148-5177.

Ma, L., Han, X., Jiang, S. and Meng, Q. (2020) Haploidentical Stem Cell Transplantation vs. Matched Unrelated Donor Transplantation in Adults with Hematologic Malignancies. Hematol. 25, 356-365.

Saglio, G., Kim, D.W., Issaragrisil, S., Coutre, P., Etienne, G., Lobo, C., Pasquini, R., Clark, R.E., Hochhaus, A., Timothy, P. Hughes, T.P., Gallagher, N., Hoenekopp, A., Dong, M., Haque, A., Larson, R.A. and Kantarjian, H.M. (2010) Nilotinib versus Imatinib for Newly Diagnosed Chronic Myeloid Leukemia. NEJM. 362, 2251-2259.

Shirley, M.B. (2022) Tyrosine Kinase Inhibitors in B-cell Malignancies: Their Use and Differential Features. Target Oncol. 17, 69-84.

Sterner, R.C. and Sterner, R. (2021) CAR-T Cell Therapy: Current Limitations and Potential Strategies. Blood Cancer J: C. 11, 69-80.

พยาธิแพทย์วินิจฉัยตัวอย่างชิ้นเนื้อว่าเป็นเนื้องอกร้ายหรือไม่ร้าย จากหลักฐานอะไร

สัญญา สุขพณิชนันท์[๑,๒]

[๑]ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

[๒]ภาคีสมาชิก สาขาวิชาเวชศาสตร์ชันสูตร ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ราชบัณฑิตยสภา, sanya.suk@mahidol.ac.th

บทนำ

คำถามข้างต้นเป็นคำถามของ ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. นพ.สมชัย บวรกิตติ ราชบัณฑิตอาวุโส กรุณาส่งมาถามผู้นิพนธ์ทางอีเมล์เมื่อวันที่ ๒๔ เมษายน ๒๕๖๕ เพราะท่านอาจารย์กำลังรวบรวมข้อมูลเพื่อโต้แย้งทางวิชาการในกรณีที่จะมีบทความตีพิมพ์ในวารสารฉบับหนึ่ง ซึ่งมีการถกเถียงกันมากว่าสามารถดูว่าเป็นเนื้องอกไม่ร้าย (benign tumor) หรือมะเร็ง (cancer) ได้จากการดูเซลล์เลยหรือไม่

คำตอบคือ ใช่และไม่ใช่

ใช่ เพราะการดูเซลล์สามารถดูว่าเป็นเนื้องอกไม่ร้ายหรือมะเร็ง โดยไม่ดูในบริบทอื่น มีผู้เชี่ยวชาญที่เชื่อว่า แม้ได้เซลล์มะเร็ง (cancer cell) มาเพียงเซลล์เดียวก็สามารถดูและบอกได้ว่าเป็นเซลล์มะเร็ง (DeMay, 2007)

ไม่ใช่ เพราะโดยทั่วไปแล้ว มักเข้าใจกันว่า เซลล์มะเร็งแตกต่างไปจากเซลล์ปรกติ (normal cell) โดยไม่มีข้อสงสัยดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น อย่างไรก็ตาม เซลล์ที่ถูกกระตุ้นด้วยเหตุต่าง ๆ โดยไม่กลายเป็นเซลล์มะเร็งนั้นเกิดขึ้นได้ และอาจดูแยกจากเซลล์มะเร็งได้ยาก เช่น เซลล์ลิมฟอยด์ที่ถูกปลุกฤทธิ์ (activated lymphoid cell) อาจมีลักษณะคล้ายเซลล์มะเร็งลิมฟอยด์ (malignant lymphoid cell) หรือที่นิยมเรียกกันว่าเซลล์ลิมโฟมาหรือเซลล์มะเร็งต่อมน้ำเหลือง (lymphoma cell) ได้ (สัญญา สุขพณิชนันท์, ๒๕๔๘)

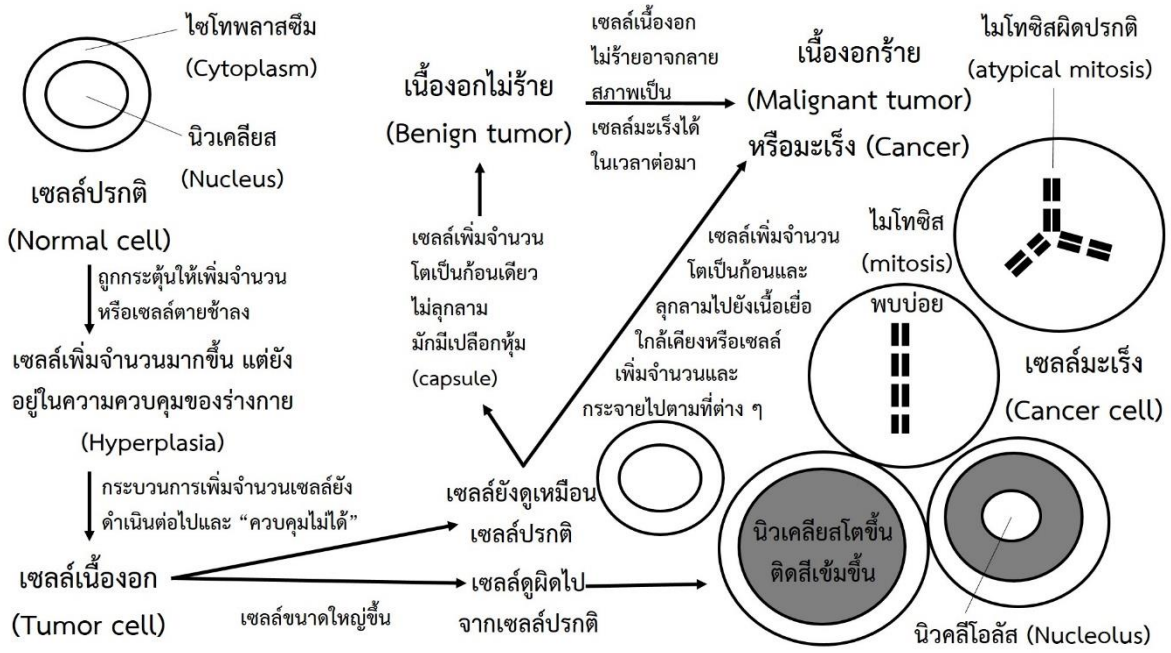
เซลล์ปรกติ-เซลล์เนื้องอกไม่ร้าย-เซลล์มะเร็ง

ความยากในการจำแนกเซลล์ออกเป็นเซลล์ปรกติกับเซลล์มะเร็งนั้นมีให้พบเห็นอยู่เสมอในการทำงานของพยาธิแพทย์ ซึ่งต้องวินิจฉัยตัวอย่างชิ้นเนื้อ (tissue sample) ที่ส่งตรวจว่าเป็นเนื้องอกหรือไม่ และถ้าเป็นเนื้องอกแล้ว สามารถบอกได้หรือไม่ว่าเป็นเนื้องอกไม่ร้ายหรือเนื้องอกร้าย (malignant tumor) ซึ่งนิยมเรียกว่า มะเร็ง การพิจารณาว่าเป็นเซลล์ปรกติ เซลล์เนื้องอกไม่ร้าย (benign tumor cell) เซลล์เนื้องอกร้าย (malignant tumor cell) หรือเซลล์มะเร็งนั้น โดยหลักการแล้ว จะพิจารณานิวเคลียสเป็นสำคัญ โดยที่เซลล์มะเร็งมักจะมีปริมาณโครโมโซมหรือสารพันธุกรรมมากกว่าเซลล์ปรกติหรือเซลล์เนื้องอกไม่ร้าย จึงมักสังเกตได้ว่านิวเคลียสจะมีขนาดใหญ่ขึ้น ติดสีย้อมนิวเคลียสเข้มขึ้น มีนิวคลีโอลัส (nucleolus) ที่ใหญ่ชัดเจนหรือมีจำนวนมากขึ้น และมักพบการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็งมากขึ้นโดยตรวจพบได้ในเรื่องของไมโทซิส (mitosis) ที่พบได้บ่อยขึ้น (mitotic figure) และอาจพบลักษณะการแบ่งตัวของนิวเคลียสที่ผิดปรกติ (atypical mitosis) (ภาพที่ ๑)

ลักษณะทางพยาธิวิทยาที่ช่วยแยกระหว่างเนื้องอกไม่ร้ายกับมะเร็ง

อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงของนิวเคลียสในเซลล์มะเร็งนั้นมีหลายระดับ ตั้งแต่น้อยไปหามาก ในกรณีที่เป็นปัญหาในการวินิจฉัย คือ นิวเคลียสเปลี่ยนแปลงน้อย ทำให้แยกได้ยากจากเซลล์ปรกติหรือเซลล์

เนื้องอกไม่ร้าย แต่พยาธิแพทย์ก็ยังสามารถบอกได้ว่าเป็นมะเร็งหรือไม่ โดยอาศัยลักษณะรวมทั้งหมดของมะเร็ง ประเด็นที่สำคัญในการตรวจตัวอย่างชิ้นเนื้อคือ การตรวจพบเซลล์มะเร็งลุกลามในเนื้อเยื่อปรกติ (invasion) ดังนั้น แพทย์ผู้ตัดชิ้นเนื้อส่งตรวจจากก้อนที่พบในผู้ป่วยมักจะตัดบริเวณรอยต่อระหว่างก้อนกับเนื้อเยื่อปรกติโดยรอบ (transition zone) ให้ได้เนื้อทั้งภายในก้อนและภายนอกก้อน เพื่อให้พยาธิแพทย์ได้ตรวจดูว่ามีเซลล์มะเร็งลุกลามเข้าไปในเนื้อเยื่อปรกติหรือไม่ หรือถ้าแพทย์ตัดก้อนออกทั้งหมด ก็มักจะตัดเนื้อเยื่อปรกติโดยรอบก้อนให้ติดออกมาด้วย ทั้งนี้ เพื่อให้แน่ใจว่าตัดก้อนออกได้หมดและเผื่อไว้ในกรณีที่เป็นมะเร็งมีเซลล์ลุกลามออกมานอกก้อนซึ่งไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า



ภาพที่ ๑ เซลล์ปรกติ เซลล์เนื้องอกไม่ร้าย และเซลล์มะเร็ง

สำหรับลักษณะที่ตรวจพบด้วยกล้องจุลทรรศน์ (microscopic finding) อื่น ๆ นั้น มักจะไม่ได้บ่งชี้ว่าเป็นมะเร็งอย่างแน่นอน เช่น การตายของเซลล์ภายในก้อน ซึ่งมักพบในมะเร็งได้บ่อยกว่าเนื้องอกไม่ร้าย ตลอดจนการมีแคลเซียมเกาะตามหลังการตายของเซลล์ (dystrophic calcification) นอกจากนี้ ยังมีพฤติกรรมของมะเร็งที่นำมาใช้พิจารณา เช่น ก้อนมีขนาดใหญ่ (แต่ก็ยังแยกได้ยากจากเนื้องอกไม่ร้ายที่อาจมีขนาดใหญ่มาก ๆ ได้) ก้อนโตเร็ว ซึ่งต้องอาศัยการติดตามเป็นระยะ หรือเรื่องที่สำคัญที่สุด คือ การแพร่กระจายของมะเร็ง (metastasis) ซึ่งไม่มีใครอยากให้เกิดขึ้น (อย่างไรก็ตาม เนื้องอกไม่ร้ายบางชนิดอาจแพร่กระจายได้ เช่น เนื้องอกของกล้ามเนื้อเรียบที่พบได้ในมดลูก) จะเห็นได้ว่า การตรวจทางรังสีวิทยาให้ได้ภาพแสดงรายละเอียดของก้อนเนื้องอกนั้นก็อาศัยสิ่งที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เพื่อแยกระหว่างเนื้องอกไม่ร้ายกับมะเร็ง ไม่ว่าเป็นการลุกลาม ขนาดของก้อน การเปลี่ยนแปลงภายในก้อน และการแพร่กระจายของมะเร็ง แต่การตรวจทางรังสีวิทยาไม่สามารถประเมินเรื่องเซลล์ได้ จึงเป็นหน้าที่ของพยาธิแพทย์ในการตรวจดูเซลล์ในตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ส่งตรวจทางพยาธิวิทยาว่าเป็นเซลล์มะเร็งหรือไม่ (Kumar et al., 2021; Goldblum et al., 2017)

ประเด็นที่ยากที่สุดคือ การที่เซลล์มะเร็งอาจมีลักษณะแตกต่างไปจากเซลล์ปรกติหรือเซลล์เนื้องอกไม่ร้ายน้อยมาก ในปัจจุบัน ต้องอาศัยการตรวจทางพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล (molecular genetics) เพื่อค้นหา

ว่ามีความผิดปรกติใดที่จำเพาะสำหรับเซลล์มะเร็ง เช่น มะเร็งเซลล์ไขมัน (liposarcoma) สามารถแยกได้จากเนื้องอกไขมัน (lipoma) โดยการตรวจพบการแสดงออกของยีน *MDM2* (*MDM2* gene expression) ใน well-differentiated liposarcoma ซึ่งบางครั้งแยกได้ยากจาก lipoma ที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจาก lipoblast อาจตรวจพบได้ไม่ชัดเจน และตรวจการลุกลามของเซลล์มะเร็งออกนอกก้อนได้ยากเนื่องจากก้อนมีขนาดใหญ่มาก และเซลล์มะเร็งเองอาจไม่ค่อยลุกลามออกนอกก้อน ดังนั้น การตรวจหาการแสดงออกของยีน MDM2, CDK4 และ p16 จึงช่วยการวินิจฉัยแยกโรคระหว่างมะเร็งเซลล์ไขมันกับเนื้องอกไขมันได้ (Kammerer-Jacquet et al., 2017)

พยาธิแพทย์มีความเห็นต่างกันในการวินิจฉัยได้ จะป้องกันไม่ให้วินิจฉัยผิดได้อย่างไร

ประเด็นที่ยากที่สุดอีกประเด็นหนึ่งที่ ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. นพ.สมชัย บวรกิตติ ราชบัณฑิต อาวุโส ได้ให้ข้อสังเกตไว้ก็คือ การที่พยาธิแพทย์คนหนึ่งวินิจฉัยก้อนในปอดว่าเป็นมะเร็งแพร่กระจายชนิดมะเร็งเซลล์บุต่อมไทรอยด์ที่เจริญเป็นปุ่ม (papillary thyroid carcinoma) ซึ่งคงมีต้นกำเนิดในต่อมไทรอยด์ (thyroid gland) แต่ผู้ป่วยไม่มีรอยโรคในต่อมไทรอยด์ เมื่อให้พยาธิแพทย์อาวุโสหรือพยาธิแพทย์ผู้เชี่ยวชาญระบบทางเดินหายใจและปอดทบทวนตรวจซ้ำ (pathological review หรือ review) ก็วินิจฉัยว่าเป็นเนื้องอกเซลล์บุทางเดินหายใจที่มีเนื้อแข็ง (sclerosing pneumocytoma) ที่สมัยก่อนเรียกชื่อว่า เนื้องอกไม่ร้ายของหลอดเลือดที่มีเนื้อแข็ง (sclerosing hemangioma) โดยมีลักษณะตรวจพบด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่เห็นเซลล์เนื้องอกเจริญเป็นปุ่ม (papillary pattern) ได้ เหตุการณ์เช่นนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร สิ่งที่เป็นไปได้คือ การตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ของชิ้นเนื้อจากปอดคงต้องพบเซลล์เรียงตัวกันรอบแกนที่มีหลอดเลือดฝอย เห็นเป็นปุ่ม (papillary structure) ทำให้พยาธิแพทย์คนแรกนึกเทียบกับ papillary thyroid carcinoma แต่อาจลืมนึกไปว่ามีรอยโรคของปอดเองที่อาจมีลักษณะเช่นนี้ได้ คือ papillary pattern ของ sclerosing pneumocytoma (sclerosing hemangioma) ซึ่งเมื่อก่อนเชื่อกันว่าเป็นเนื้องอกไม่ร้ายของหลอดเลือด แต่มีเซลล์ที่บุทางเดินหายใจส่วนล่างนั้นเจริญคลุมไว้ตลอด ทำให้เห็นเป็นปุ่มได้เหมือนกัน อย่างไรก็ตาม ความก้าวหน้าทางวิทยาการสามารถพิสูจน์ได้ว่า รอยโรคนี้เป็นเนื้องอกไม่ร้ายของเซลล์บุทางเดินหายใจส่วนล่างซึ่งในปัจจุบันจึงเรียกชื่อว่า sclerosing pneumocytoma (papillary pattern) (Beasley et al., 2015) แน่นอนว่า รอยโรคนี้สร้างปัญหาให้แก่พยาธิแพทย์ที่ไม่เคยมีประสบการณ์เกี่ยวกับรอยโรคนี้มาก่อน และไปนึกถึงรอยโรคที่พบได้บ่อยกว่า เช่น papillary thyroid carcinoma ซึ่งมีลักษณะทางจุลทรรศน์ที่คล้ายกัน (แต่ไม่เหมือนกัน เพราะพยาธิแพทย์ที่มีประสบการณ์จะสามารถแยกระหว่างรอยโรคทั้งสองนี้ออกจากกันได้) คำถามที่น่าสนใจก็คือ รอยโรคที่ดูคล้ายกันในลักษณะนี้พบเห็นได้ในชีวิตการทำงานของพยาธิแพทย์ จึงน่าสนใจว่าพยาธิแพทย์แต่ละคนมีข้อมูลหรือสังเกตอะไรบ้างก่อนที่จะวินิจฉัยรอยโรคหนึ่ง ๆ ออกไป เพราะถ้าวินิจฉัยถูกต้องภายในเวลาอันสั้น ก็จะเป็นประโยชน์แก่การดูแลรักษาผู้ป่วย แต่ถ้าวินิจฉัยผิด ไม่ว่าจะเป็นการวินิจฉัยรอยโรคที่ไม่ใช่มะเร็งผิดไปเป็นมะเร็ง หรือการวินิจฉัยรอยโรคที่เป็นมะเร็งพลาดไปว่าไม่ใช่มะเร็ง ล้วนก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผู้ป่วยทั้งนั้น

จากประสบการณ์ ผู้นิพนธ์พบว่า ข้อมูลทางคลินิกมีความสำคัญเป็นอันดับแรก ตัวอย่างเช่น กรณีของรอยโรคที่เป็นปัญหาข้างต้น ถ้าพยาธิแพทย์ทราบว่า รอยโรคนี้ตัดออกหมดแล้ว ผู้ป่วยสบายดี ไม่ได้มีต่อมไทรอยด์โตแต่อย่างใด พยาธิแพทย์ที่ทราบข้อมูลทางคลินิกที่สำคัญนี้ก็คงจะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษว่า ต้องแน่ใจเป็นที่สุดว่าลักษณะทางพยาธิวิทยาที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์นั้นต้องชัดเจน ไม่มีข้อกังขาใด ๆ ให้คนอื่นมีความเห็นเป็นอย่างอื่นไปได้เวลาที่วินิจฉัยโรคทางพยาธิวิทยา ซึ่งคงต้องพิจารณาอย่างรอบคอบที่สุดว่า มีรอยโรคใดที่เกิดขึ้นเฉพาะในเนื้อปอดในลักษณะนี้ได้บ้าง แต่ในกรณีที่เกิดขึ้นแล้ว พยาธิแพทย์คนแรกทราบแต่

เพียงว่า รอยโรคนี้ถูกตัดออกมาจากปอด ในขณะนั้นไม่มีการตรวจร่างกายหรือการสืบค้นอย่างละเอียดว่ามีก้อนอยู่ที่อื่นใดหรือไม่ ดังนั้น ลักษณะทางพยาธิวิทยาที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์นั้นเป็นข้อมูลเพียงอย่างเดียวที่พยาธิแพทย์คนแรกใช้ในการวินิจฉัยโรค ซึ่งแน่นอนว่า ถ้าไม่มีประสบการณ์มากพอหรือไม่เคยเห็นรอยโรคเช่นนี้มาก่อน ก็คงไปเทียบกับรอยโรคที่พบเห็นได้บ่อยกว่า คือ papillary thyroid carcinoma ซึ่งทำให้แพทย์ที่ดูแลรักษาต้องไปสืบค้นมากมาย โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับต่อมไทรอยด์ แต่เมื่อไม่พบรอยโรคใด ๆ จึงได้ร้องขอให้ทบทวนตรวจซ้ำโดยพยาธิแพทย์ที่มีประสบการณ์สูงกว่าหรือมีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านดังที่ได้กล่าวไปแล้ว

มีผู้วิเคราะห์การวินิจฉัยของพยาธิแพทย์ว่า มีองค์ประกอบสำคัญ ๔ อย่าง (Pena & Andrade-Filho, 2009) คือ

๑) กระบวนการคิด (cognitive domain) เกี่ยวข้องกับการรับรู้ (perception) ของข้อมูลทางพยาธิวิทยาที่เห็นด้วยตาเปล่า ด้วยกล้องจุลทรรศน์ (ประเด็นนี้ พยาธิแพทย์อาจเห็นต่างกันได้มาก) ความสนใจ (attention) ในรายละเอียด ซึ่งข้อมูลทางคลินิกที่ให้มาในใบส่งตรวจมีความสำคัญและทำให้เกิดความสนใจใส่ใจต่างกันได้ ความจำ (memory) ของพยาธิแพทย์ในรายละเอียดเฉพาะของรอยโรค รวมทั้งการรู้จำแบบรูปต่าง ๆ ได้ (pattern recognition) การสืบค้นข้อมูล (search) ตลอดจนการคิดหาวิธีในการตรวจสอบเพิ่มเติม มาประกอบการตั้งสมมติฐาน (hypothesis) เพื่อจะได้วินิจฉัยโรคโดยมีความน่าจะเป็นมากที่สุด (creation) และการพิสูจน์ยืนยันการวินิจฉัยโรคทางพยาธิวิทยานั้นว่าถูกต้องเชื่อถือได้หรือไม่ (verification) คงจะเห็นได้ว่ากระบวนการคิดของพยาธิแพทย์นั้นแตกต่างกันได้มากตามแต่ละคน แม้ได้รับการฝึกอบรมมาในสถาบันเดียวกัน แต่ความเป็นปัจเจกและพื้นฐานทางความคิดที่แตกต่างกันย่อมส่งผลให้เกิดกระบวนการคิดที่ต่างกันได้

๒) ทักษะทางด้านการติดต่อสื่อสาร (communicative domain) หมายรวมถึงการซักถามให้ได้ข้อมูลทางคลินิกเพื่อสนับสนุนข้อมูลทางพยาธิวิทยาและสรุปให้ได้ผลการวินิจฉัย

๓) ความถูกต้องทางเทคนิคและหลักเกณฑ์ในการทำงานทางพยาธิวิทยา (normative domain) การวินิจฉัยโรคทางพยาธิวิทยาต้องสามารถตรวจสอบความถูกต้องทางเทคนิค มีหลักการในการเลือกส่งตรวจเพิ่มเติมเพื่อช่วยการวินิจฉัย และการยอมรับในการวินิจฉัยจากเพื่อนร่วมงานที่ช่วยพิจารณาผลการตรวจ (ถ้ามี) (หมายเหตุ: ในกรณีที่ไม่ยอมรับ ก็ควรหาพยาธิแพทย์คนที่ ๓ หรือ ๔ ช่วยให้ความเห็นเพิ่มเติม หรือส่งไปให้ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ ช่วยวินิจฉัย)

๔) จรรยาบรรณทางแพทย์ (medical conduct domain) การวินิจฉัยโรคทางพยาธิวิทยาต้องอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นและผลที่ตามมาในมุมมองของตัวพยาธิแพทย์เองและแพทย์ผู้ส่งตรวจ ซึ่งควรสอดคล้องกัน และมีความรับผิดชอบต่อการวินิจฉัยโรคทางพยาธิวิทยาที่ให้ไปนั้น ดังนั้น ถ้าไม่แน่ใจ พยาธิแพทย์ที่รับผิดชอบตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ส่งตรวจทางพยาธิวิทยานั้น ต้องส่งปรึกษาพยาธิแพทย์ที่ตนคิดว่ามีประสบการณ์มากกว่าโดยเฉพาะเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น

เนื่องจากการวินิจฉัยโรคทางพยาธิวิทยาอาจแตกต่างกันในระหว่างพยาธิแพทย์ด้วยกันได้ ดังนั้น จึงมีการเสนอให้ขอความเห็นเพิ่มเติมจากพยาธิแพทย์คนอื่น (second opinion) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องการวินิจฉัยมะเร็ง เพื่อลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ (Middleton et al., 2014; Goldblum et al., 2017) ซึ่งมักจะให้ทบทวนตรวจซ้ำก่อนเริ่มให้การรักษาจำเพาะสำหรับโรคมะเร็ง เพื่อให้แน่ใจว่าการวินิจฉัยโรคมะเร็งทางพยาธิวิทยานั้นถูกต้อง

บทสรุป

พยาธิแพทย์วินิจฉัยตัวอย่างชิ้นเนื้อว่าเป็นเนื้องอกร้ายหรือไม่ร้าย โดยอาศัยหลักฐานหลายอย่างร่วมกัน ไม่ว่าเป็นการตรวจดูเซลล์ว่าเป็นเซลล์เนื้องอกไม่ร้ายหรือเซลล์มะเร็ง ดูการเจริญเติบโตของเนื้องอกที่มีต่อเนื้อเยื่อข้างเคียงรวมทั้งการแพร่กระจาย อาจมีการตรวจเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลมากขึ้น ซึ่งเป็นการย้อมพิเศษต่าง ๆ ไปจนถึงการตรวจทางพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล ข้อมูลทางคลินิกมีความสำคัญมากในการวินิจฉัย และในกรณีที่เป็นการวินิจฉัยมะเร็งครั้งแรก การขอความเห็นเพิ่มเติมจากพยาธิแพทย์คนอื่นจะลดความผิดพลาดในการวินิจฉัยได้

เอกสารอ้างอิง

สัญญา สุขพณิชนันท์ (๒๕๔๘) Lymphoma: การวินิจฉัยและความรู้ทางโลหิตพยาธิวิทยา (Diagnosis and Knowledge in Hematopathology). โครงการตำรา-ศิริราช: กรุงเทพฯ.

Beasley, M.B. and Travis, W.D. (2015) Sclerosing Pneumocytoma. *In*: Travis, W.D., Brambilla, E., Burke, A.P., Marx, A., Nicholson, A.G. (Eds.) WHO Classification of Tumours of the Lung, Pleura, Thymus, and Heart, 4th Edition; IARC: Lyon, France, pp. 110-1.

DeMay, R. (2007) Practical Principles of Cytopathology. American Society for Clinical Pathology Press: Chicago.

Goldblum, J.R., Lamps, L.W., McKenney, J.K. and Myers, J.L. (2017) Rosai and Ackerman's Surgical Pathology. 11th Edition; Elsevier: New York.

Kammerer-Jacquet, S-F., Thierry, S., Cabillic, F., Lannes, M., Burtin, F., Henno, S., Dugay, F., Bouzillé, G., Rioux-Leclercq, N., Belaud-Rotureau, M-A., and Stock, N. (2017) Differential Diagnosis of Atypical Lipomatous Tumor/well-differentiated Liposarcoma and Dedifferentiated Liposarcoma: Utility of p16 in Combination with MDM2 and CDK4 Immunohistochemistry. Hum. Pathol. 59, 34-40.

Kumar, V., Abbas, A.K. and Aster, J.C. (2021) Robbins & Cotran Pathologic Basis of Disease. 10th Edition. Elsevier: Philadelphia, PA.

Middleton, L.P., Feeley, T.W., Albright, H.W., Walters, R. and Hamilton, S.H. (2014) Second-opinion Pathologic Review is a Patient Safety Mechanism that Helps Reduce Error and Decrease Waste. J. Oncol. Pract. 10(4), 275-280.

Pena, G.P. and Andrade-Filho, J.S. (2009) How does a Pathologist Make a Diagnosis? Arch. Pathol. Lab. Med. 133(1), 124-132.

จุดจบของโรคโควิด-๑๙: โรคประจำถิ่นหรือโรคประจำฤดูกาล

ยง ภู่วรวรรณ

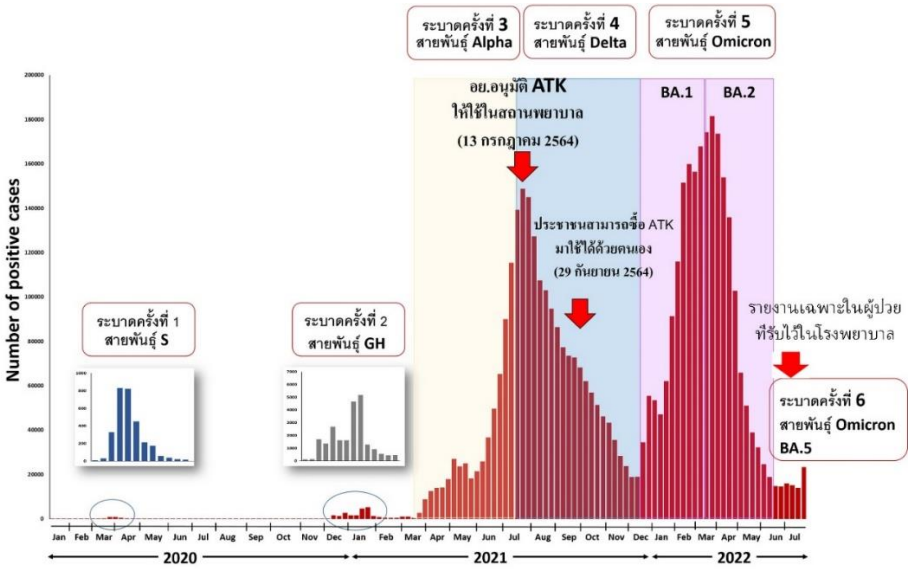
ราชบัณฑิต สาขาวิชากุมารเวชศาสตร์ ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทย์ศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา, Yong.P@chula.ac.th

บทนำ

ในอดีตมีการระบาดใหญ่ของโรคอุบัติใหม่ในประเทศไทยเกิดขึ้นในทุก ๑๐๐ ปี ดังเช่นใน พ.ศ. ๒๕๖๓ สมัยรัชกาลที่ ๒ ได้เกิดการระบาดใหญ่ของอหิวาตกโรคซึ่งในสมัยนั้นเรียกว่า “โรคห่า” หรือที่เรียกกันว่า “ห่าลงปีมะโรง” มีผู้เสียชีวิตถึง ๓ หมื่นคน จากบันทึกของกรมพระยาดำรงราชานุภาพ (วิภา จิรภาไพศาล, ๒๕๖๔) อีก ๑๐๐ ปีต่อมา ใน พ.ศ. ๒๔๖๑ สมัยรัชกาลที่ ๖ เกิดการระบาดของไข้หวัดใหญ่สเปน จากบันทึกในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ ๓๖ หน้าที่ ๑๑๙๓-๑๒๐๒ ลงวัน ๒๗ กรกฎาคม ๒๔๖๒ (ราชกิจจานุเบกษา, ๒๔๖๒) มีผู้ป่วยทั้งสิ้น ๒,๓๑๗,๖๖๒ คน ผู้เสียชีวิตจากโรคดังกล่าวมีจำนวนถึง ๘๐,๒๒๓ คน คิดเป็นอัตราการป่วยตายร้อยละ ๓.๔๖ ในขณะนั้น ประเทศไทยมีประชากรทั้งสิ้น ๘,๔๗๙,๕๖๖ คน อัตราการเสียชีวิตอยู่ที่ร้อยละ ๑ ของประชากรทั้งหมด โรคดังกล่าวระบาดนานเป็นระยะเวลา ๑ ปี หลังจากนั้น ประเทศไทยก็มีโรคระบาดเกิดขึ้นเป็นครั้งคราว ดังที่เห็นได้จากการระบาดของไข้หวัดนก H5N1 (Centers for Disease Control and Prevention, 2004) โรคมือเท้าปาก (Puenpa et al., 2013) ไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ ๒๐๐๙ (Prachayangprecha et al., 2011) ไข้ปวดข้อยุงลาย (Khongwichit et al., 2021) และมีการระบาดใหญ่มากในอีกประมาณ ๑๐๐ ปีต่อมา นับจาก พ.ศ. ๒๔๖๑ คือ การระบาดของโรคโควิด-๑๙ เริ่มในต้น พ.ศ. ๒๕๖๓ โรคดังกล่าวอุบัติขึ้นครั้งแรกในประเทศจีน ที่เมืองอู่ฮั่น มณฑลหูเป่ย ในเดือนธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๒ (Page et al, 2021) การระบาดได้กระจายเป็นวงกว้าง ข้ามทวีปอย่างรวดเร็ว เป็นการระบาดไปทั่วโลก องค์การอนามัยโลกได้ประกาศเป็นโรคระบาดอย่างกว้างขวาง (pandemic) ในวันที่ ๑๑ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ (World Health Organization, 2020a)

โรคโควิด-๑๙ เข้าสู่ประเทศไทย พบผู้ป่วยรายแรกในต้นเดือนมกราคม พ.ศ. ๒๕๖๓ เป็นหญิงนักท่องเที่ยวชาวจีน (World Health Organization, 2020b) หลังจากนั้นได้เกิดการระบาดเป็นระลอก (waves) รวมทั้งสิ้นถึงปัจจุบันเป็น ๖ ระลอก (กรมควบคุมโรค, ๒๕๖๕) มีจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้นมาโดยตลอด ดังที่แสดงในภาพที่ ๑ การระบาดในระลอกแรกเกิดขึ้นที่สนามมวยและสถานบันเทิงในกรุงเทพฯ ในเดือนมีนาคม ถึง เมษายน พ.ศ. ๒๕๖๓ ขณะนั้นมีผู้ป่วยเป็นจำนวนหลักสิบต่อวัน ทางกระทรวงสาธารณสุขและผู้ดูแลควบคุมโรคได้พยายามหยุดยั้งการระบาด โดยปิดบ้านปิดเมือง งดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการเว้นระยะห่าง รณรงค์ล้างมือและสุขอนามัย เพื่อควบคุมโรค สามารถควบคุมได้เป็นอย่างดี และสามารถหยุดการระบาดของโรคได้ ต่อมามีการระงับการเดินทางจากต่างประเทศ ผู้ที่จะเข้ามาจะต้องอยู่ในสถานที่ควบคุมกักกันตรวจสอบอาการเป็นระยะเวลา ๑๔ วัน เพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีโรค หรือเชื้อโควิด-๑๙ ที่จะเข้ามาแพร่กระจาย เราสามารถดูแลได้เป็นอย่างดี จึงเริ่มมีการผ่อนคลายมากขึ้นเป็นระยะ ต่อมาในปลายปี ราวกลางเดือนธันวาคม

พ.ศ. ๒๕๖๓ เกิดการระบาดของโรคที่ตลาดกลางกุ้ง จังหวัดสมุทรสาคร โดยมีการติดเชื้อจากแรงงานต่างด้าว จึงเกิดการระบาดในระลอกที่ ๒ มีผู้ป่วยเพิ่มขึ้นเป็นหลักร้อยต่อวัน ได้มีความพยายามที่จะปิดล้อม (bubble and seal) โดยเฉพาะการระบาดในโรงงานต่าง ๆ ที่มีแรงงานต่างด้าว (Yorsaeng et al., 2022) การระบาดในระลอกที่ ๒ เกิดขึ้นจากการติดเชื้อสายพันธุ์แอลฟา (อังกฤษ) จากประเทศเพื่อนบ้านทางด้านทิศตะวันออก จนระบาดในสถานบันเทิงที่ซอยทองหล่อ กรุงเทพมหานคร ในเดือนมีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๔ มีผู้ป่วยเป็นหลักพันต่อวัน การระบาดยังไม่ทันจะลดลงมาก ก็เกิดการระบาดในระลอกที่ ๔ ในอีก ๒ เดือนต่อมา เริ่มจากแรงงานก่อสร้างต่างด้าวที่หลักสี่ กรุงเทพมหานคร ครั้งนี้เป็นสายพันธุ์เดลตา (อินเดีย) การระบาดสายพันธุ์นี้มีผู้ป่วยเป็นหลักหมื่นต่อวัน และระบาดอยู่นานหลายเดือน จนกระทั่งช่วงปีใหม่ พ.ศ. ๒๕๖๕ ได้มีการระบาดในระลอกที่ ๕ จากสายพันธุ์โอมิครอน โดยช่วงแรกเป็นสายพันธุ์ย่อย BA.1 ตามมาด้วยสายพันธุ์ BA.2 ที่ติดได้ง่ายกว่า (Puenpa et al., 2022) ผู้ป่วยมีจำนวนมากเกินกว่าจำนวนนับ การนับจึงนับเฉพาะผู้ป่วยยืนยันผลด้วย RT-PCR ไม่นับผลจาก ATK จนกระทั่งกลางเดือนมิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๕ เกิดการระบาดในระลอกที่ ๖ ครั้งนี้ยังคงเป็นสายพันธุ์โอมิครอนอย่างเดิม แต่สายพันธุ์ย่อยได้เปลี่ยนไปเป็น BA.5 ซึ่งติดต่อได้ง่ายกว่า ทำให้มียอดผู้ป่วยเป็นจำนวนมาก และยากแก่การรายงาน เพราะผู้ป่วยส่วนใหญ่มีอาการไม่มาก การระบาดแต่ละระลอกมีจำนวนผู้ป่วยต่อวันเพิ่มขึ้นโดยตลอด ในระยะแรกมีการรายงานผู้ป่วยอย่างเข้มข้นทุกวัน หลังจากที่มีการระบาดด้วยสายพันธุ์โอมิครอนที่ติดได้ง่ายและจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้นจำนวนมาก จากข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุข จนถึงปัจจุบัน (วันที่ ๒๔ กรกฎาคม ๒๕๖๕) มีผู้ป่วยหรือผู้ติดเชื้อทั้งสิ้น ๔,๕๗๕,๘๕๓ คน และมีผู้เสียชีวิตทั้งสิ้น ๓๑,๑๕๗ คน (กรมควบคุมโรค, ๒๕๖๕) อัตราการป่วยตายโดยรวมอยู่ที่ร้อยละ ๐.๖๘ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศทางตะวันตก ในยุโรปและอเมริกา จึงถือว่าต่ำกว่ามาก ด้วยมาตรการการป้องกัน ดูแล และรักษาของประเทศไทยทำได้เป็นอย่างดี ทำให้อัตราการเสียชีวิตของผู้ป่วยในประเทศไทยในแต่ละรอบลดลงมาโดยตลอด จนมาถึงปัจจุบันอัตราการเสียชีวิตต่อจำนวนผู้ติดเชื้อน่าจะน้อยกว่าร้อยละ ๐.๑ (กรมควบคุมโรค, ๒๕๖๕) หรือลดลงมาใกล้เคียงกับโรคไข้หวัดใหญ่



ภาพที่ ๑ แผนภาพแสดงการระบาดของโควิด-๑๙ ในประเทศไทย จากระลอกทั้งหมด ๖ ระลอก

โควิด-๑๙ ยากที่จะควบคุม

ผู้ที่ติดเชื้อไวรัสก่อโรคโควิด-๑๙ ส่วนใหญ่มีอาการน้อย เหมือนพีระมิด (pyramid) หรือภูเขาน้ำแข็ง โดยที่ฐานส่วนใหญ่จะเป็นผู้มีอาการไม่มาก ในการระบาดระยะแรกใน พ.ศ. ๒๕๖๓ ร้อยละ ๘๐ ของผู้ป่วยเป็นผู้มีอาการน้อยหรือเรียกว่าอยู่ที่ระดับสีเขียว ประมาณร้อยละ ๑๕ ที่มีอาการมากต้องได้รับการรักษาหรือที่เรียกว่าระดับสีเหลือง และมีส่วนน้อยประมาณร้อยละ ๓ ถึง ๕ ที่อยู่ในขั้นวิกฤต ต้องอยู่ในหอผู้ป่วยวิกฤต (ICU) ต่อมาใน พ.ศ. ๒๕๖๕ ผู้ป่วยสีเขียวยิ่งเพิ่มจำนวนมากขึ้น เป็นที่ทราบกันดีว่า โรคระบาดนั้นถ้าผู้ป่วยส่วนใหญ่มีอาการน้อย จะสามารถควบคุมการระบาดได้ยาก เพราะมีผู้ป่วยส่วนหนึ่งที่มีอาการน้อยและอาจไม่ทราบว่าตนเองติดเชื้อ สามารถเดินทางไปได้ไกล พร้อมที่จะแพร่เชื้อกระจายต่อไปได้อีก จึงทำให้ควบคุมโรคได้ยาก จะเห็นได้ชัดในระยะหลังว่า อาการยิ่งน้อยลง ยิ่งไม่ทราบว่าการติดเชื้อนั้นติดเชื้อมาจากผู้ใด จึงไม่ได้มีการตรวจสอบ timeline กันอีกต่อไป (กรมควบคุมโรค, ๒๕๖๕)

ความรุนแรงของโรคลดน้อยลง

นับตั้งแต่เริ่มมีการระบาดในประเทศจีนเป็นต้นมา ในระยะแรกมีผู้ป่วยปอดบวมเป็นจำนวนมาก ซึ่งต่อมาเสียชีวิตจากภาวะหายใจล้มเหลวร้อยละ ๓-๕ เมื่อระบาดเข้าสู่ทวีปยุโรป จะเห็นได้ชัดว่าในประเทศอิตาลีระยะแรกมีอัตราการเสียชีวิตสูงถึงร้อยละ ๕-๑๐ หลังจากนั้นเมื่อมีการรับมือได้ดีขึ้น มีการดูแลในระบบสาธารณสุขดีขึ้น อัตราการเสียชีวิตเริ่มลดลง ความรุนแรงของโรคเริ่มลดลง มีปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้องหลายอย่าง

ปัจจัยทางด้านไวรัส ไวรัสมีการกลายพันธุ์โดยตลอด ในการกลายพันธุ์แต่ละครั้งมันจะหลบหลีกระบบภูมิต้านทานของร่างกาย และมีการกระจาย หรือติดต่อโรคได้ง่ายขึ้น ในขณะเดียวกันโรคก็ลดความรุนแรงลง เห็นได้ชัดในการกลายพันธุ์มาถึงสายพันธุ์โอมิครอน ความรุนแรงของโรคลดลงชัดเจนในทุกประเทศทั่วโลก แต่การติดต่อหรือแพร่กระจายของโรคเกิดได้ง่ายขึ้น ทำให้มีผู้ป่วยเป็นจำนวนมาก

การสร้างเสริมภูมิต้านทานด้วยวัคซีน หลังจากที่ได้พัฒนาวัคซีนมาใช้อย่างฉุกเฉิน และได้เริ่มนำมาใช้ตั้งแต่ปลาย พ.ศ. ๒๕๖๓ เป็นต้นมา ได้มีการระดมฉีดวัคซีนเป็นจำนวนมาก ทำให้ประชากรส่วนใหญ่มีภูมิต้านทานเกิดขึ้น ประกอบกับมีประชากรส่วนหนึ่งติดเชื้อมามากแล้ว ในการกระตุ้นภูมิต้านทานให้สูงขึ้น ระบบภูมิต้านทานที่ได้รับจากวัคซีนและการติดเชื้อจะช่วยลดความรุนแรงของโรค ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถป้องกันการติดโรคได้อย่างสมบูรณ์ แนวโน้มความรุนแรงของโรคก็ได้ลดลงมาตลอด จนปัจจุบันนี้ ในประเทศไทย อัตราการเสียชีวิตน้อยกว่าร้อยละ ๐.๑ ของผู้ที่ติดเชื้อ และในอนาคตก็มีแนวโน้มที่จะลดลงอีก

แนวทางการดูแลรักษาที่ดีขึ้น เริ่มมียาต้านไวรัสที่เหมาะสมมาใช้มากขึ้น ในระยะแรกประเทศไทยไม่มียาที่ใช้รักษา แต่ได้หยิบยืมยาที่ใช้รักษาโรคอื่นมารักษาโรคโควิด-๑๙ เช่น ยารักษาไข้มาลาเรีย (chloroquine) ยารักษาไข้หวัดใหญ่ (favipiravia) ยารักษา HIV โดยอาศัยทฤษฎีวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และความน่าจะเป็น ไม่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ทางคลินิกมาสนับสนุน โดยเฉพาะการศึกษาวิจัยแบบเปรียบเทียบการใช้ยาจริงกับยาหลอก ทำนองเดียวกันได้มีการนำสมุนไพรจำนวนมากมาใช้กัน ไม่ว่าสมุนไพรไทยหรือจีน แต่ก็ยังไม่พบเหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน ในขณะนี้ องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้ยา

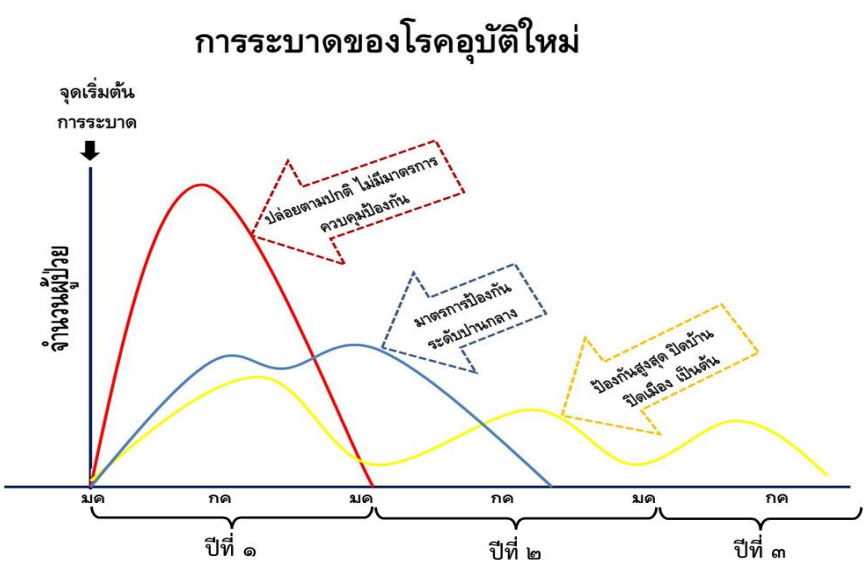
ต้านไวรัสที่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ยืนยัน ในการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบกลุ่มให้ยาจริงกับให้ยาหลอก ว่ามีประสิทธิภาพในการป้องกันและรักษา รวมทั้งลดปริมาณไวรัสในผู้ป่วยและลดระยะเวลาการป่วยไข้ คือ molnupiravir, nirmatrelvir/ritonavir และ remdesivir โดยจำเป็นต้องให้ยาภายใน ๕ วันหลังเริ่มมีอาการ ซึ่งจะลดเวลาการอยู่ในโรงพยาบาล และการเสียชีวิตลงได้ (World Health Organization, 2022) ยาทั้ง ๓ ชนิดนี้ปัจจุบันมีใช้อยู่ในประเทศไทย แต่จะใช้ในกลุ่มเสี่ยง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดความรุนแรงของกลุ่มเสี่ยงและอัตราการเสียชีวิต

การเปลี่ยนแปลงจากโรคระบาดร้ายแรงเข้าสู่โรคประจำถิ่นหรือโรคตามฤดูกาล

ในอดีตการระบาดของโรคติดต่อ โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับไวรัส จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และเมื่อประชากรส่วนใหญ่ได้ติดเชื้อไปแล้ว ก็จะมีภูมิต้านทานเกิดขึ้น เรียกว่า ภูมิต้านทานหมู่ (Herd immunity) โรคระบาดก็จะหยุดลง และหลังจากนั้นก็จะพบโรคในลักษณะโรคประจำถิ่นหรือตามฤดูกาลที่ไม่ได้เป็นการระบาดอย่างรุนแรง ยกตัวอย่างเช่น ไข้หวัดใหญ่ ในกรณีของไข้หวัดใหญ่สเปน (Influenza A H1N1) การระบาดเกิดขึ้นทั่วโลกอย่างรวดเร็ว และใช้เวลาในการระบาดเพียง ๑ ปี ประชากรส่วนใหญ่ก็ติดเชื้อไปเป็นจำนวนมาก หลังจากนั้นเมื่อเข้าสู่ปีที่ ๒ และ ๓ โรคนี้ก็ยังคงอยู่และเปลี่ยนไปเป็นไข้หวัดใหญ่ตามฤดูกาลตามมาเป็นระยะเวลายาวนาน เช่นเดียวกันกับไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ 2009 (H1N1 ๒๐๐๙) ซึ่งระบาดอย่างมากใน ค.ศ. ๒๐๐๙ และหลังจากนั้นในปีต่อมาก็ยังพบโรคได้ค่อนข้างมาก ไข้หวัดใหญ่นี้ได้เปลี่ยนเป็นไข้หวัดใหญ่ A H1N1 ตามฤดูกาลจนถึงทุกวันนี้ก็ยังมีเชื้อไวรัสตัวนี้อยู่

มาตรการในการควบคุมโรคเมื่อมีการระบาดใหญ่ของโรค

โดยทั่วไปในสมัยก่อนการระบาดของโรคจะถูกปล่อยไปตามธรรมชาติ จึงมีการติดต่อในประชากรส่วนใหญ่ ทั้งโรครุนแรงและไม่รุนแรง การระบาดได้ใช้เวลาเพียงปีเดียวโรคก็สงบ เช่น ไข้หวัดใหญ่สเปน แต่มีผู้ป่วยจำนวนมาก ระบบสาธารณสุขจะรองรับไม่ได้ มีการสูญเสียจำนวนมาก



ภาพที่ ๒ ลักษณะการระบาดและมาตรการในการควบคุมป้องกัน

เมื่อมีมาตรการควบคุมดูแลป้องกันก็ลดจำนวนผู้ป่วยในระยะแรก แต่การระบาดของโรคได้ยืดยาวนานออกไป และถ้ามีมาตรการสูงสุด ปิดบ้านปิดเมือง ทำทุกอย่าง ระยะเวลาการระบาดก็จะยาวไปอีก เกิดการระบาดเป็นระลอก (wave) ดั่งเช่นโควิด-๑๙ ระบาดในประเทศไทยขณะนี้ และจะเข้าสู่โรคประจำฤดูกาล

โรคโควิด-๑๙ ทำไมจึงระบาดยาวนาน

เมื่อระบาดครั้งแรก โควิด-๑๙ สามารถติดต่อได้ง่าย เราได้ใช้มาตรการต่าง ๆ พยายามป้องกันไม่ให้เกิดการติดต่อ หรือให้มีการติดเชื้อน้อยที่สุด และรอวัคซีนที่จะมาสร้างภูมิต้านทานแทนการติดเชื้อ ต่อมาพบว่าไวรัสได้กลายพันธุ์ เกิดเป็นสายพันธุ์ใหม่ ทำให้ระบบภูมิต้านทานที่สร้างด้วยวัคซีนไม่สามารถป้องกันการติดเชื้อได้ จึงทำให้โรคเกิดการระบาดยืดเยื้อจนเข้าสู่ปีที่ ๓ เกิดสายพันธุ์ใหม่ที่หลบหลีกภูมิต้านทานของวัคซีนและโรคแพร่กระจายได้ง่ายขึ้น ทำให้ประชากรส่วนใหญ่ในขณะนี้มีแนวโน้มที่จะติดเชื้อเพิ่มขึ้น แต่อาการของโรคลดความรุนแรงลง จากการที่มีภูมิต้านทานแล้ว ไวรัสเองก็มีความรุนแรงลดลง และเมื่อประชากรติดเชื้อมากเข้า ส่วนใหญ่ก็จะมีภูมิต้านทานแบบลูกผสมที่สามารถป้องกันและลดความรุนแรงของโรคได้ดี อย่างไรก็ตาม ไวรัสตัวนี้ไม่ได้หมดไปจากโลกเรา เมื่อถึงฤดูกาลของโรคทางเดินหายใจ ก็จะพบการระบาดของโรคเพิ่มขึ้นตามฤดูกาล เช่น ในประเทศซีกโลกเหนือ จะพบการระบาดมากในช่วงฤดูหนาว คือ เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม ในประเทศในซีกโลกใต้ก็จะพบการระบาดในฤดูหนาว ในเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคมของทุกปี สำหรับประเทศไทย ถึงแม้ว่าจะอยู่เหนือเส้นศูนย์สูตร หรือกล่าวว่าเป็นประเทศซีกโลกเหนือ แต่ด้วยสภาพดินฟ้าอากาศของประเทศไทยไม่มีฤดูหนาวที่ชัดเจน การระบาดของโรคทางเดินหายใจ จะพบมากในช่วงฤดูฝน ตั้งแต่เดือนมิถุนายนจนถึงเดือนกันยายน ซึ่งเป็นช่วงเดียวกันกับการระบาดของโรคทางเดินหายใจในประเทศทางซีกโลกใต้

ในอนาคตการระบาดของโรคโควิด-๑๙ จะเป็นไปตามฤดูกาล

ลักษณะของโรคโควิด-๑๙ ในอนาคตก็คงหนีไม่พ้นที่จะเป็นโรคทางเดินหายใจประจำฤดูกาล (ภาพที่ ๒) ซึ่งจะพบในช่วงฤดูฝน หรือช่วงเปิดเทอมแรกของโรงเรียน ทำให้มีการกระจายและเพิ่มจำนวนของผู้ติดโรคได้มาก ถ้ามีวัคซีนที่จำเป็นจะต้องฉีดประจำปี ฤดูกาลที่ใช้ในการฉีดวัคซีนก็ควรเป็นเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม เพื่อสร้างภูมิต้านทานก่อนที่จะเข้าสู่ฤดูฝน หรือช่วงที่มีการระบาดของโรคประจำฤดูกาล เราจะต้องอยู่กับโควิด-๑๙ ตลอดไป

บทสรุป

โควิด-๑๙ เป็นโรคอุบัติใหม่ที่ได้ระบาดในประเทศไทยนานกว่า ๒ ปี ๖ เดือน มีการระบาดเป็น ๖ ระลอก ตามสายพันธุ์ที่กลายพันธุ์ไป และมีจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้นตลอดมาในแต่ละระลอก แต่ความรุนแรงของโรคได้ลดลง โรคมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนเป็นโรคระบาดตามฤดูกาลต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. DDC OPENDATA Covid19 Thailand. [https://covid19.ddc.moph.go.th, เข้าถึงเมื่อวันที่ ๒๙ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕]

ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ ๓๖ หน้าที่ ๑๑๙๓-๑๒๐๒ ลงวัน ๒๗ กรกฎาคม ๒๔๖๒ [http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2462/D/1193.PDF, เข้าถึงเมื่อวันที่ ๒๙ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕]

วิภา จิรภาไพศาล โรคระบาดใหญ่ของสยาม อหิวา, ไข้ทรพิษ, กาฬโรค ช่วง ๔๒ ปี ป่วย ๑.๕ แสน ทั้งเจ้านาย, ชาวต่างชาติ, ขุนนาง. เผยแพร่ วันพุธที่ ๑ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๔ [https://www.silpa-mag.com/history/article_24493, เข้าถึงเมื่อวันที่ ๒๙ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕]

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2004) Outbreaks of Avian Influenza A (H5N1) in Asia and Interim Recommendations for Evaluation and Reporting of Suspected Cases--United States. MMWR Morb. Mortal. Wkly. Rep. 53(5), 97-100. PMID: 14961001.

Khongwichit, S., Chansaenroj, J., Thongmee, T., Benjamanukul, S., Wanlapakorn, N., Chirathaworn, C. and Poovorawan, Y. (2021) Large-scale Outbreak of Chikungunya Virus Infection in Thailand, 2018-2019. PLoS. One. 16(3), e0247314.

Page, J., Hinshaw, D. and McKay, B. (2021) In Hunt for Covid-19 Origin, Patient Zero Points to Second Wuhan Market - The Man with the First Confirmed Infection of the New Coronavirus Told the WHO Team that His Parents had Shopped There. The Wall Street Journal. [https://www.wsj.com/articles/in-hunt-for-covid-19-origin-patient-zero-points-to-second-wuhan-market-11614335404, accessed on August 29, 2022]

Prachayangprecha, S., Makkoch, J., Vuthitanachot, C., Vuthitanachot, V., Payungporn, S., Chieochansin, T., Theamboonlers, A. and Poovorawan, Y. (2012) Epidemiological and Serological Surveillance of Human Pandemic Influenza A Virus Infections during 2009-2010 in Thailand. Jpn. J. Infect. Dis. 64(5), 377-381.

Puenpa, J., Chieochansin, T., Linsuwanon, P., Korkong, S., Thongkomplew, S., Vichaiwattana, P., Theamboonlers, A. and Poovorawan, Y. (2013) Hand, Foot and Mouth Disease Caused by Coxsackievirus A6, Thailand, 2012. Emerg. Infect. Dis. 19(4), 641-643.

Puenpa, J., Rattanakomol, P., Saengdao, N., Chansaenroj, J., Yorsaeng, R., Suwannakarn, K., Thanasitthichai, S., Vongpunsawad, S. and Poovorawan, Y. (2022) Molecular Characterisation and Tracking of the Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2, Thailand, 2020–2022. Res. Square. [Preprint].

Yorsaeng, R., Suntronwong, N., Thongpan, I., Chuchaona, W., Lestari, F.B., Pasittungkul, S., Puenpa, J., Atsawawaranunt, K., Sharma, C., Sudhinaraset, N., Mungaomklang, A., Kitphati, R., Wanlapakorn, N. and Poovorawan, Y. (2022) The Impact of COVID-19 and Control Measures on Public Health in Thailand, 2020. PeerJ. 10, e12960.

World Health Organization. (2020a) WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020. [https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19, accessed on August 29, 2022]

World Health Organization. (2020b) Novel coronavirus – Thailand (ex-China). [https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2020-DON234, accessed on August 29, 2022]

World Health Organization. (2022) WHO recommends highly successful COVID-19 therapy and calls for wide geographical distribution and transparency from originator. [https://www.who.int/news/item/22-04-2022-who-recommends-highly-successful-covid-19-therapy-and-calls-for-wide-geographical-distribution-and-transparency-from-originator, accessed on August 29, 2022]

นวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาการเคลื่อนไหวในผู้สูงวัยจากมุมมองของประสาทแพทย์

รุ่งโรจน์ พิทยศิริ[๑,๒]

[๑]ภาคีสมาชิก สาขาวิชาอายุรศาสตร์ ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ราชบัณฑิตยสภา

[๒]ศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์โรคพาร์กินสัน และกลุ่มโรคความเคลื่อนไหวผิดปกติ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, rbh@chulapd.org

บทนำ

ใน พ.ศ. ๒๕๖๕ ประเทศไทยมีผู้สูงอายุมากกว่า ๑๒ ล้านคน ซึ่งเท่ากับร้อยละ ๑๘.๓ ของประชากรโดยรวม (กรมกิจการผู้สูงอายุ, ๒๕๖๕) ประมาณร้อยละ ๕๘ ของผู้สูงอายุมีปัญหาการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยมีสาเหตุสำคัญจากโรคความเสื่อมทางระบบประสาท เช่น โรคอัลไซเมอร์ โรคพาร์คินสัน โรคหลอดเลือดสมอง จากการศึกษาวิทยาการระบาดที่ต่อเนื่องในช่วง ๒๐ ปีที่ผ่านมาพบว่า โรคพาร์คินสันเป็นโรคความเสื่อมทางระบบประสาทที่นอกจากมีความชุกที่เพิ่มขึ้นตามอายุจากร้อยละ ๑ ในช่วงอายุ ๖๐ ปีขึ้นไป สู่ร้อยละ ๓ ในช่วงอายุที่มากกว่า ๘๐ ปีขึ้นไป โรคนี้ยังจัดเป็นโรคที่มีผู้ป่วยเพิ่มขึ้นด้วยอัตราที่สูงที่สุดในกลุ่มโรคทางระบบประสาท (Bhidayasiri et al., 2011; GBD 2016 Parkinson's Disease Collaborators, 2018) ผู้ป่วยจะมีปัญหาทางด้านการเคลื่อนไหวเป็นอาการหลัก เช่น การเดินที่ช้า ซอยเท้าถี่ และเมื่อมีอาการมากขึ้นจะมีอาการเดินติด ก้าวเท้าไม่ออก (freezing of gait) ส่งผลต่อชีวิตประจำวัน คุณภาพชีวิต และเพิ่มความเสี่ยงต่อการหกล้มและเกิดอุบัติเหตุ

อาการเดินติด ก้าวเท้าไม่ออก ไม่ได้พบเฉพาะในผู้ป่วยสูงวัยในโรคพาร์คินสันเท่านั้น ยังพบในผู้ป่วยโรคระบบประสาทอื่น ๆ เช่น โรคหลอดเลือดสมอง โรคโพรงสมองโต โรคพาร์คินสันเทียม โดยมีสาเหตุจากสมองเสื่อมหรือไม่ทำงานในหลาย ๆ ส่วนที่เชื่อมต่อกันไม่ว่าเป็นในส่วนของก้านสมอง (brainstem) และสมองส่วนในที่เรียกว่า เบซาลแกงเกลีย (basal ganglia) ซึ่งทำหน้าที่ประสานสัญญาณจากสมองในส่วนต่าง ๆ เป็นวงจรที่ทำให้เดินได้ และกลีบสมองส่วนหน้า (frontal lobe) ที่ทำหน้าที่วางแผนการตัดสินใจ การศึกษาในผู้ป่วยกลุ่มนี้ทำให้เกิดความรู้ในเชิงลึกว่า การเดินของมนุษย์นั้นไม่ได้เป็นการเคลื่อนไหวแบบอัตโนมัติ ดังที่คนส่วนใหญ่เข้าใจกัน แต่เป็นการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนโดยอาศัยการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง และส่วนปลายที่เชื่อมต่อกันเป็นวงจร ทำให้มนุษย์นั้นสามารถเริ่มก้าวเดินที่เป็นจังหวะ หยุด และเลี้ยว และสามารถทรงตัวได้บนขาทั้ง ๒ ข้าง อาการเดินติดและก้าวเท้าไม่ออกมีลักษณะเฉพาะ คือ อาการเกิดขึ้นเป็นช่วง ๆ ไม่ได้เกิดขึ้นตลอดเวลา มักเกิดขึ้นขณะเริ่มเดิน เลี้ยว หรือในขณะที่เดินและทำอย่างอื่นไปพร้อม ๆ กัน (dual tasking) โดยที่ผู้ป่วยจะมีความรู้สึกว่ายกเท้าทั้ง ๒ ข้างไม่ขึ้น เหมือนมีกาวติดอยู่ใต้เท้า หรือรู้สึกว่าเท้าทั้ง ๒ ข้างหนักและไม่มีแรง ในช่วงที่ก้าวเดินได้ก็จะยกเท้าไม่สูง ก้าวเท้าสั้น ๆ (ภาพที่ ๑) ในขณะที่ใจของผู้ป่วยอยากจะก้าวเดินได้ยาวและเร็วกว่านั้น ทำให้ลำตัวส่วนบนของผู้ป่วยบางรายพุ่งไปข้างหน้า (festination) มีผลให้ทรงตัวไม่อยู่และหกล้ม

ภาพที่ ๑ ภาพรอยเท้าของผู้ป่วยที่มีอาการเดินติด ก้าวเท้าไม่ออก แสดงถึงอาการที่เกิดขึ้นเป็นช่วง ๆ

เนื่องจากอาการเดินติด ก้าวเท้าไม่ออก เป็นอาการที่เกิดขึ้นเป็นช่วง ๆ ไม่ได้เกิดขึ้นตลอดช่วงการเดิน มีทั้งปัจจัยกระตุ้น เช่น การทำกิจกรรมอื่นขณะเดิน ในทางกลับกันความตั้งใจและสมาธิในการเดินจะช่วยให้อาการเดินติดเบาลง ซึ่งมักเกิดในช่วงที่ผู้ป่วยเดินให้แพทย์ดูขณะตรวจร่างกายที่ดูเหมือนเดินได้ปกติไม่มีอาการเดินติด สร้างความแปลกใจแก่คนในครอบครัวว่าทำไมการเดินของผู้ป่วยขณะพบแพทย์นั้นดีกว่าเวลาเดินในบ้าน นอกจากนี้สาเหตุของการเดินติด ก้าวเท้าไม่ออกที่เกิดจากสมองเสื่อมหรือไม่ทำงานในหลายๆส่วนของวงจรของการเดิน ทำให้การรักษาด้วยยาของโรคที่เป็นสาเหตุได้ผลเพียงบางส่วนไม่ชัดเจน เช่น ยากลุ่มโดพามีนช่วยลดความถี่ของการเดินติด ก้าวเท้าไม่ออกได้ประมาณร้อยละ ๕๐ ในผู้ป่วยพาร์คินสัน ทำให้ผู้ป่วยหลาย ๆ รายได้พยายามหาวิธีให้ตนเองสามารถเดินได้ดีขึ้น ผู้ป่วยส่วนหนึ่งให้ข้อสังเกตว่าอาการเดินติดนั้นจะลดลง ถ้ามีสัญญาณเตือนในช่วงก่อนที่จะก้าวเดินเปรียบเสมือนสัญญาณที่บอกให้ผู้ป่วยนั้นก้าวเดินได้ (cueing) สัญญาณเตือนนั้นอาจมีลักษณะเป็นเส้น สิ่งกีดขวาง หรือเท้าของผู้ดูแลที่อยู่ข้างหน้าผู้ป่วย (visual cues) หรือเป็นเสียงที่ออกมาเป็นจังหวะ (auditory cues) ผู้ป่วยรายหนึ่งเดินในโรงพยาบาลด้วยไม้เท้า ๒ ชิ้น โดยที่ไม้เท้าชิ้นแรกถือเดินเหมือนไม้เท้าปกติ ในขณะที่ไม้เท้าอีกชิ้นวางอยู่บนพื้นข้างหน้าผู้ป่วย ซึ่งเปรียบเสมือนตัวให้สัญญาณทางสายตาทำให้ผู้ป่วยก้าวเดินได้ เมื่อจะเดินก้าวถัดไป ผู้ป่วยรายนั้นก็ต้องใช้ไม้เท้าที่ถืออยู่เขี่ยไม้เท้าที่อยู่บนพื้นให้มาอยู่ข้างหน้าเพื่อให้ตนเองสามารถก้าวข้ามและเดินต่อไปได้ (ภาพที่ ๒) ผู้ป่วยรายนี้เดินด้วยไม้เท้า ๒ ชิ้นเข้ามาตรวจที่โรงพยาบาลด้วยท่าทีที่คล่องแคล่วบ่งบอกได้ว่า น่าจะเดินด้วยไม้เท้า ๒ ชิ้นมาระยะหนึ่งแล้ว

ภาพที่ ๒ การเดินของผู้ป่วยรายหนึ่งที่ใช้ไม้เท้าที่อยู่บนพื้น เป็นเสมือนสัญญาณเตือนทางสายตาที่ช่วยลดอาการเดินติดก้าวเท้าไม่ออก

การค้นพบของผู้ป่วยที่เป็นกรณีศึกษานำสู่นวัตกรรมการรักษา

การแก้ไขปัญหาการเดินติดก้าวเท้าไม่ออกด้วยผู้ป่วยเองโดยหาสัญญาณเตือนที่เหมาะกับตนเอง อาจไม่ใช่เรื่องใหม่ ผู้ป่วยแต่ละรายอาจช่วยให้ตนเองเดินติดน้อยลงด้วยวิธีที่แตกต่างกันไป แต่การสังเกตจากผู้ป่วยถึงเทคนิคที่ผู้ป่วยคิดขึ้นเอง เพื่อช่วยให้อาการดีขึ้นเปรียบเสมือนส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ของแพทย์ที่ควรมีอย่างต่อเนื่อง (lifelong learning) การสังเกตจากผู้ป่วยพาร์คินสันในกรณีเช่นนี้เปรียบเสมือนข้อคิดที่คอยเตือนให้แพทย์ถามผู้ป่วยรายอื่น ๆ ที่อาจมีอาการหรือปัญหาที่แตกต่างกันไปว่า ผู้ป่วยแต่ละรายนั้นแก้ไขปัญหาของตนเองอย่างไร การสังเกตจากผู้ป่วยรายนี้ที่เดินด้วยไม้เท้า ๒ ชิ้น ทำให้ได้พบว่าผู้ป่วยรายอื่น ๆ คิดหาวิธีที่แตกต่าง เพื่อช่วยให้ก้าวเดินได้ในรูปแบบที่แตกต่างกันไป ไม่ว่าเป็นร่มที่ถูกดัดแปลงให้ส่วนปลายสามารถต่อออกมาเป็นแท่งในแนวขวาง หรือไม้เท้าที่สร้างจากท่อน้ำประปาโดยมีข้อต่อส่วนปลายที่หักมุม ทำ

ให้ต่อท่อออกมาในแนวขวางได้ (ภาพที่ ๓) ข้อสังเกตจากวิธีการที่ผู้ป่วยเหล่านี้ใช้แก้ปัญหาของตนเองนั้น เปรียบเสมือนนวัตกรรมของแต่ละคนที่มีพื้นฐานคล้ายคลึงกันคือ การหาสัญญาณเตือนทางสายตาที่ช่วยลดอาการเดินติด ความหมายของคำว่า **นวัตกรรม** ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. ๒๕๕๔ พบว่า นวัตกรรม หมายถึง การกระทำหรือสิ่งที่ทำขึ้นใหม่หรือแปลกจากเดิมซึ่งอาจเป็นความคิด วิธีการ หรืออุปกรณ์ เป็นต้น ผู้ป่วยเหล่านี้ควรได้รับการชื่นชม เพราะมีสติและมุมมองเชิงบวกกับปัญหาที่ตนเองมีอยู่ ทำให้เกิดปัญญาและมีทางออกที่ช่วยให้ตนเองเดินได้ดีขึ้น การสังเกตผู้ป่วยทำให้แพทย์ได้เรียนรู้ และนำสิ่งที่สังเกตมาพัฒนาต่อเป็นนวัตกรรมเพื่อการรักษาอาการเดินติด ก้าวเท้าไม่ออก

ภาพที่ ๓ (ซ้าย) ร่มที่ผู้ป่วยพัฒนามาใช้เป็นไม้เท้า (ขวา) ไม้เท้าที่ต่อขึ้นเองจากท่อน้ำประปาเป็นรูปตัวแอล (L)

ถึงแม้ว่านวัตกรรมไม้เท้าของผู้ป่วยเป็นแนวคิดที่ดี แต่ยังคงมีข้อจำกัดในหลายด้าน ที่สำคัญคือ แนวขวางที่ผู้ป่วยสร้างขึ้นนั้น ถึงแม้ว่าจะทำให้ผู้ป่วยก้าวเดินได้ แต่การยกเท้าได้ไม่สูงพอที่จะก้าวข้ามสิ่งกีดขวางก็ทำให้ผู้ป่วยหลายรายหกล้มจากแนวขวางที่ตนเองสร้างขึ้น นอกจากนี้ มือของผู้ป่วยพาร์คินสันสั่นและเกร็ง ทำให้ใช้มือและแขนควบคุมไม้เท้าให้ก้าวเดินได้ยาก ข้อจำกัดที่สำคัญอีกข้อหนึ่งคือ สัญญาณเตือนทางสายตาต้องเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่พอดีก่อนที่ผู้ป่วยจะก้าวเดินในระยะห่างที่พอเหมาะเพื่อให้ผู้ป่วยก้าวได้ต่อเนื่อง การเรียนรู้ถึงข้อจำกัดเหล่านี้ทำให้เกิดการพัฒนาร่วมของแพทย์ วิศวกร นักออกแบบ และผู้ป่วย โดยอาศัยแนวคิดการออกแบบที่ตอบปัญหา การแก้ข้อจำกัด (design meets disability) เป็นนวัตกรรมไม้เท้าเลเซอร์ (laser-guided walking stick) โดยใช้แสงเลเซอร์ที่มีลักษณะเฉพาะเป็นสัญญาณเตือนทางสายตาเพื่อช่วยให้ผู้ป่วยก้าวเดินได้ แสงเลเซอร์ที่พัฒนาขึ้นนี้มีความเข้มข้นสูงเห็นได้ชัดทั้งในช่วงเวลากลางวัน กลางคืน ทั้งในและนอกสถานที่ โดยไม่เป็นอันตรายต่อดวงตา เป็นแสงที่ออกมาในแนวขวางที่ยาวพอให้ผู้ป่วยเห็นได้ชัดและอยู่ข้างหน้าผู้ป่วยขณะยืน และต้องสามารถปรับระยะได้ตามระยะก้าวของผู้ป่วยที่อาจไม่เท่ากันในแต่ละคน สิ่งที่สำคัญคือ ผู้ป่วยสามารถควบคุมให้แสงเลเซอร์ส่องออกได้ด้วยตนเองในช่วงก่อนก้าวเดินในแต่ละก้าว โดยใช้ผ่ามือกดที่หัวไม้เท้าที่มีแผ่นเซ็นเซอร์รองรับ ทำให้เกิดแสงเลเซอร์ออกจากไม้เท้าได้ในช่วงจังหวะการเดินตามที่ผู้ป่วยแต่ละคนต้องการ หัวไม้เท้าได้รับการออกแบบให้เหมาะกับมือของผู้ป่วย ทำให้สามารถจับหัวไม้เท้าได้แน่นกระชับ ถึงแม้ว่ามีอาการเกร็งหรือสั่นที่มือ ส่วนล่างของไม้เท้ามีการหักมุม ๑๕ องศา ออกในแนวข้างเพื่อลดปัญหาผู้ป่วยที่มีข้อเข่าเสื่อม ขาโก่งที่อาจจะเดินและเตะโดนไม้เท้าทำให้หกล้ม เมื่อมองจากภายนอก ไม้เท้าเลเซอร์มีลักษณะใกล้เคียงกับไม้เท้าปกติ ทำให้ผู้ใช้ยอมรับได้ง่าย (ภาพที่ ๔) (Bhidayasiri, 2020) ไม้เท้าเลเซอร์นี้ได้ผ่านการศึกษาทางคลินิกในผู้ป่วยพาร์คินสันที่มีปัญหาการเดินติด ก้าวเท้าไม่ออกว่าช่วยลดจำนวนการเดินติด ทำให้ผู้ป่วยก้าวเท้าได้ยาวขึ้น และเดินได้เร็วขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ ๕) เป็นการรักษาเสริมแต่ไม่ใช่การทดแทนการรักษาด้วยยาและกายภาพบำบัดที่ผู้ป่วยควรทำอย่างต่อเนื่อง (Buated et al., 2012)

ภาพที่ ๔ ไม้เท้าเลเซอร์ขณะที่ผู้ป่วยใช้งาน

ภาพที่ ๕ ลักษณะการเดินของผู้ป่วย เปรียบเทียบขณะเดินโดยไม่ใช้ไม้เท้า (บน) และขณะใช้ไม้เท้าเลเซอร์ (ล่าง)

จากแนวคิดผู้ป่วยสู่นวัตกรรมและการนำไปใช้ในวงกว้างระดับประเทศ

การพัฒนานวัตกรรมเพื่อลดความเหลื่อมล้ำในสังคมสูงอายุได้รับการพิจารณาให้เป็นวาระแห่งชาติ ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ ๑๒ (พ.ศ. ๒๕๖๐-๒๕๖๔) ซึ่งรวมถึงการพัฒนานวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาการเดินและหกล้มที่มีผลทางลบต่อชีวิตประจำวันและคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ การพัฒนาไม้เท้าเลเซอร์ในช่วงแรกได้รับเงินบริจาคจากโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ มูลนิธิต่าง ๆ ที่ไม่แสวงหากำไร และสำนักงานจัดหารายได้ สภากาชาดไทย ภายใต้โครงการเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี พ.ศ. ๒๕๕๓ (พระอิสริยยศในขณะนั้น) และได้รับพระราชทานนามว่า **ไม้เท้าพาร์กินสันพระราชทาน** ทำให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อแก้ไขปัญหาของผู้ป่วยที่เป็นผู้ใช้ (user research) จนถึงรุ่นที่ ๘ ในปัจจุบัน (ไม้เท้าพาร์กินสัน ในโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, ๒๕๖๐) และได้รับการสนับสนุนต่อเนื่องจนถึงงบประมาณแผ่นดิน พ.ศ. ๒๕๖๒ ภายใต้แผนบูรณาการผ่านทางกรมกิจการผู้สูงอายุ กระทรวงพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ ในการผลิตไม้เท้าพาร์กินสันพระราชทานจำนวน ๑๒,๓๒๕ ชิ้น เพื่อแจกจ่ายให้แก่ผู้ป่วยที่มีอาการเดินติด ก้าวเท้าไม่ออกทั่วประเทศ เพื่อเป็นการเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ พระบรมราชชนนีพันปีหลวง ซึ่งในปัจจุบันได้มอบให้แก่ผู้ป่วยมากกว่า ๑๐,๐๐๐ รายทั่วประเทศ และได้รับการรับรองจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยว่า มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจด้วยผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน (social return on investment, SROI) ๒.๑๗ เท่า เทียบเท่าผลประโยชน์ทางสังคมสุทธิมีมูลค่า ๖,๙๓๖.๕๖ บาทต่อผู้ป่วย ๑ ราย

บทสรุป

เนื่องจากประเทศไทยมีจำนวนผู้สูงวัยที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และมีจำนวนมากขึ้น ผู้ป่วยที่มีปัญหาทางด้านการเคลื่อนไหวที่เกิดจากโรคทางระบบประสาทก็มีโอกาสจำนวนเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน อาการเดินติด ก้าวเท้าไม่ออกเป็นตัวอย่างของปัญหาการเคลื่อนไหวที่สำคัญของผู้ป่วยในกลุ่มนี้ ซึ่งการรักษาควรเป็นองค์รวมที่ประกอบด้วยการรักษาด้วยยา กายภาพบำบัด และอุปกรณ์ช่วยเหลือด้านการเคลื่อนไหวที่อาจไม่ซับซ้อนและไม่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง หรือมีราคาแพง แต่เป็นการพัฒนาจากแนวคิดของผู้ป่วยมาเป็นนวัตกรรมร่วมที่สามารถนำมาใช้ได้ในชีวิตจริง ไม้เท้าพาร์กินสันพระราชทานเป็นตัวอย่างของนวัตกรรมในรูปแบบดังกล่าวซึ่งได้นำแนวคิดของผู้ป่วยมาพัฒนาต่อเนื่องโดยผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการรักษาโรคพาร์คินสันหลาย ๆ สาขาร่วมกับองค์กรที่เกี่ยวข้อง นำมาสู่การใช้งานจริงที่ช่วยให้ผู้ป่วยเดินได้ดีขึ้น ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น และมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ การพัฒนานวัตกรรมไม้เท้าพาร์กินสันพระราชทานนี้สามารถนำมาเป็นตัวอย่างที่ดีของการพัฒนานวัตกรรมอื่น ๆ สำหรับผู้ป่วยโรคเรื้อรัง เพื่อช่วยให้การรักษาผู้ป่วยเหล่านี้มีทางเลือกมากขึ้น เข้าถึงการรักษาที่ดีขึ้น และผู้ป่วยมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาของตนเอง

เอกสารอ้างอิง

Bhidayasiri, R., Wannachai, N., Limpabandhu, S., Choeytim, S., Suchonwanich, Y., Tananyakul, S, Tharathep, C., Panjapiyakul, P., Srismith, R., Chimabutra, K., Phanthumchinda, K. and Asawavichienjindaet, T. (2011) A National Registry to Determine the Distribution and Prevalence of Parkinson's Disease in Thailand: Implications of Urbanization and Pesticides as Risk Factors for Parkinson's Disease. Neuroepidemiology. 37(3-4), 222-230.

Bhidayasiri, R. (2020) Assistive Technologies in Parkinson's Disease. In: Martin, C.R. and Preedy, V.R., Editors. The Neuroscience of Parkinson's Disease. 1st Edition; Academic Press: London. p. 713-728.

Buated, W., Sriyudthsak, M., Sribunruangrit, N. and Bhidayasiri, R. (2012) A Low-cost Intervention for Improving Gait in Parkinson’s Disease Patients: A Cane Providing Visual Cues. Eur. Geriatr. Med. 3(2), 126-130.

GBD 2016 Parkinson’s Disease Collaborators (2018) Global, Regional, and National Burden of Parkinson's Disease, 1990-2016: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study, Lancet Neurol. 17(11), 939-953.

กรมกิจการผู้สูงอายุ (๒๕๖๕) สถิติผู้สูงอายุไทย ปี ๒๕๖๕ [https://www.dop.go.th/th/know/side/1/1/1159, เข้าถึงเมื่อวันที่ ๙ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๕]

ไม้เท้าพาร์กินสัน’ ใน สารานุกรม ฉบับผู้สูงวัย โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว พิมพ์ครั้งที่ ๑ พ.ศ. ๒๕๖๐, หน้า ๒๕๐

น้ำปลาโซเดียมต่ำเพื่อสุขภาพ

ณฐมล จินดาพรรณ[๑] ลักษิกา งามวงศ์ล้ำเลิศ[๒] และ สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา[๒,๓]

[๑]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

[๒]ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[๓]ภาคีสมาชิก สาขาวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวเคมี ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ราชบัณฑิตยสภา, sakamon.dev@kmutt.ac.th

บทนำ

น้ำปลาเป็นเครื่องปรุงรสชนิดหนึ่ง มีรสเค็ม สีน้ำตาลใส และมีกลิ่นเฉพาะ ซึ่งเป็นที่นิยมของผู้บริโภคในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ น้ำปลาผลิตโดยการหมักปลา ๑-๔ ส่วนกับเกลือ (โซเดียมคลอไรด์) ๑ ส่วน เป็นเวลา ๘-๑๒ เดือน ทั้งนี้ ปริมาณเกลือที่ใช้ในการหมักต้องมากพอที่จะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค ในขณะที่จุลินทรีย์ที่ชอบความเค็ม ซึ่งมีบทบาทสำคัญในกระบวนการหมักน้ำปลา ต้องเจริญได้ กระบวนการหมักน้ำปลาเกิดจากการย่อยโปรตีนด้วยเอนไซม์ในกล้ามเนื้อและลำไส้ของปลา และเอนไซม์ที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้น กระบวนการหมักก่อให้เกิดกรดแอมิโนและสารอื่น ๆ ซึ่งมีกลิ่นรสอันเป็นคุณลักษณะเฉพาะของน้ำปลา

แม้โซเดียมคลอไรด์มีความสำคัญแก่การเจริญเติบโตของมนุษย์ แต่ก็ควรได้รับในปริมาณที่เหมาะสม การได้รับโซเดียมคลอไรด์ในปริมาณที่สูงเกินความต้องการของร่างกายเป็นสาเหตุอย่างหนึ่งที่ก่อให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ และโรคไต สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ได้กำหนดปริมาณที่แนะนำต่อวัน (Thai Recommended Daily Intake, RDI) ของโซเดียมในบัญชีสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวัน สำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ ๖ ปีขึ้นไป ไว้ที่ ๒,๐๐๐ มิลลิกรัมต่อวัน (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, ๒๕๖๑) อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติ ผู้บริโภคจำนวนมากยังได้รับโซเดียมเกินปริมาณที่แนะนำดังกล่าว โดยแหล่งสำคัญของโซเดียมแหล่งหนึ่งคือน้ำปลา ทั้งนี้ เนื่องจากน้ำปลาที่จำหน่ายโดยทั่วไปมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์สูงกว่าร้อยละ ๒๐ (ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ ๒๕-๒๘) เมื่อนำไปใช้เป็นเครื่องปรุงรสในอาหาร ตลอดจนเป็นส่วนประกอบหลักของน้ำจิ้ม ผู้บริโภคจึงได้รับโซเดียมปริมาณมากตามไปด้วย ดังนั้น น้ำปลาจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคที่ห่วงใยสุขภาพและ/หรือมีปัญหาสุขภาพควรหลีกเลี่ยง แม้ว่าในปัจจุบันจะมีการผลิตน้ำปลาโซเดียมต่ำโดยใช้โพแทสเซียมคลอไรด์มาทดแทนโซเดียมคลอไรด์บ้างแล้วก็ตาม แต่ก็ไม่สามารถทดแทนได้ในปริมาณที่สูงมากนัก เนื่องจากโพแทสเซียมคลอไรด์อาจทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเฝื่อนขม ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวยังไม่เหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคไตบางชนิด (ภาพที่ ๑) จึงนำไปสู่ความต้องการที่จะผลิตน้ำปลาโซเดียมต่ำโดยใช้วิธีการอื่น ซึ่งในที่นี้คือกระบวนการแยกสารผ่านเยื่อด้วยไฟฟ้า ทั้งนี้ เป้าหมายของการพัฒนาผลิตภัณฑ์คือน้ำปลาที่ยังมีกลิ่นรสอันเป็นคุณลักษณะเฉพาะในระดับที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากหัวน้ำปลาแท้ ไม่ผ่านการเติมแต่งกลิ่นรสโดยการเติมองค์ประกอบอื่นใด

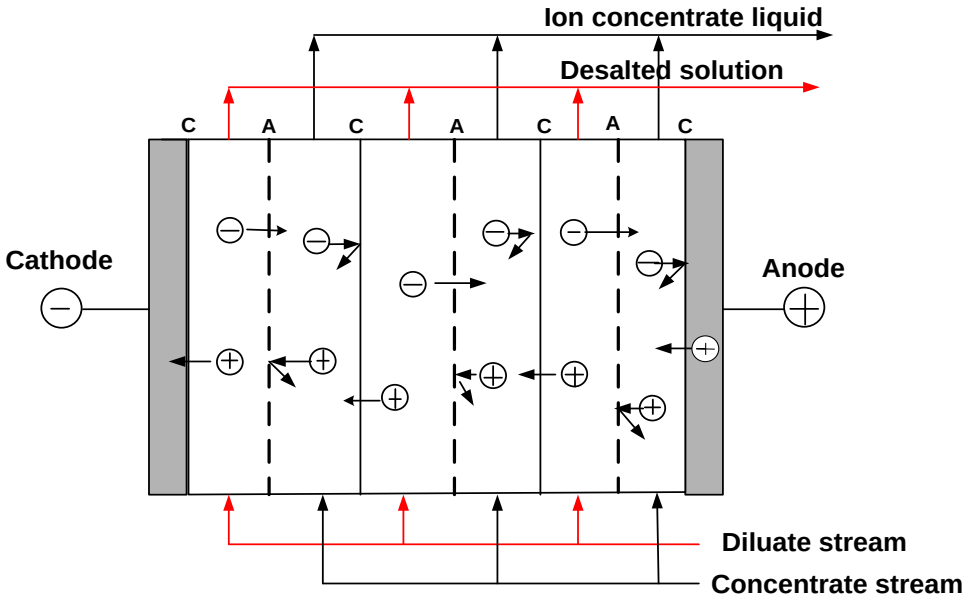
การแยกสารผ่านเยื่อด้วยไฟฟ้า

การแยกสารผ่านเยื่อด้วยไฟฟ้า (electrodialysis) เป็นกระบวนการแยกสารโดยอาศัยความต่างศักย์ไฟฟ้า ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างขั้วแอโนด (anode) กับขั้วแคโทด (cathode) เป็นแรงขับดันให้เกิดการแยก

ไอออนผ่านเยื่อแลกเปลี่ยนไอออน (ion-exchange membranes) ๒ ชนิด ซึ่งวางสลับกันระหว่างขั้วทั้งสอง การแยกสารเริ่มจากการดูดสารละลายเจือจาง (dilute stream) ซึ่งในที่นี้ก็คือน้ำปลาที่มีโซเดียมคลอไรด์สูง และสารละลายเข้มข้น (concentrated stream) ซึ่งมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์เริ่มต้นต่ำ เข้าสู่ช่องการไหลระหว่างเยื่อแลกเปลี่ยนไอออน ดังแสดงในภาพที่ ๒ เมื่อป้อนความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรงระหว่างขั้วทั้งสอง โซเดียมคลอไรด์จะแตกตัวเป็นไอออน โดยที่ไอออนที่มีประจุบวก (Na^+) จะเคลื่อนที่ไปยังแคโทดผ่านเยื่อแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation-exchange membrane, C) และถูกกั้นไว้โดยเยื่อแลกเปลี่ยนแอนไอออน (anion-exchange membrane, A) ส่วนไอออนที่มีประจุลบ (Cl^-) จะเคลื่อนที่ไปยังแอโนดผ่านเยื่อแลกเปลี่ยนแอนไอออน และถูกกั้นไว้โดยเยื่อแลกเปลี่ยนแคตไอออน เป็นผลให้ความเข้มข้นของไอออนสูงขึ้นและต่ำลงสลับกันไปในช่องการไหลแต่ละช่อง (Chindapan et al., 2009) น้ำปลา (desalted solution ในภาพที่ ๒) จึงมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ลดลง ในขณะที่สารละลายเข้มข้น (ion concentrated liquid ในภาพที่ ๒) มีปริมาณโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นหลังผ่านการแยกสารผ่านเยื่อด้วยไฟฟ้า

ในทางทฤษฎี อาจลดปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในน้ำปลาลงได้จนเป็นศูนย์ อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติไม่อาจกระทำเช่นนั้นได้ เนื่องจากน้ำปลาจะสูญเสียสารให้กลิ่นรสไปเป็นปริมาณมากจนขาดคุณลักษณะเฉพาะที่พึงประสงค์

ภาพที่ ๑ ผลิตภัณฑ์ลดโซเดียมที่ใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนโซเดียมคลอไรด์
(ที่มา: เครือข่ายลดเค็ม, https://www.bangkokbiznews.com/pr-news/biz2u/219681)



ภาพที่ ๒ หลักการแยกสารผ่านเยื่อด้วยไฟฟ้า
(ที่มา: Chindapan et al., 2009)

ภาพที่ ๓ เครื่องแยกสารผ่านเยื่อด้วยไฟฟ้าระดับอุตสาหกรรม
(ที่มา: Jundee et al., 2012)

การผลิตน้ำปลาโซเดียมต่ำ

หลักการดังกล่าวข้างต้นได้รับการพัฒนาเป็นเครื่องแยกสารผ่านเยื่อด้วยไฟฟ้าระดับอุตสาหกรรมที่มีความสามารถในการลดปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในน้ำปลาได้ครั้งละ ๑๐๐ ลิตร (ภาพที่ ๓) เครื่องดังกล่าวสามารถขจัดโซเดียมคลอไรด์ออกจากน้ำปลาได้ถึงประมาณร้อยละ ๔๐ เมื่อเทียบกับปริมาณเริ่มต้น (จากร้อยละ ๒๕ เหลือร้อยละ ๑๔) โดยที่ผลิตภัณฑ์ยังคงมีสี กลิ่น และรสชาติตามธรรมชาติของน้ำปลา เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Chindapan et al., 2011) และสามารถใช้เป็นผลิตภัณฑ์ปรุงแต่งรสอาหารที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรค

ความดันโลหิตสูงในผู้บริโภคทั่วไปได้ และใช้ได้กับผู้ป่วยโรคไตที่ไม่สามารถบริโภคโพแทสเซียมคลอไรด์ได้ ด้วยเหตุผลว่า นอกจากจะสามารถลดปริมาณโซเดียมคลอไรด์ลงได้อย่างมีนัยสำคัญแล้ว ปริมาณโพแทสเซียมก็ยังลดลงไปได้มากกว่าร้อยละ ๕๐ อันเป็นผลจากการแตกตัวของ K^+ และ Cl^- และการที่ไอออนดังกล่าวถูกกั้นไว้โดยเยื่อแลกเปลี่ยนไอออนระหว่างการแยกสารผ่านเยื่อด้วยไฟฟ้านั่นเอง น้ำปลาโซเดียมต่ำที่ผลิตได้มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่า ๙ กรัมต่อลิตร (คิดเป็นปริมาณโปรตีนทั้งหมด ๖๒ กรัมต่อลิตร) ซึ่งเทียบเท่ากับน้ำปลาแท้สูตรปกติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๒๐๓ อีกทั้งปลอดภัยจากแบคทีเรียก่อโรคและโลหะหนัก

นอกจากใช้ในการผลิตน้ำปลาโซเดียมต่ำแล้ว การแยกสารผ่านเยื่อด้วยไฟฟ้ายังอาจประยุกต์ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์อื่น เช่น ซีอิ๊วหรือซอสปรุงรสชนิดอื่น ตลอดจนการลดโซเดียมในสารละลายที่เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการแปรรูปอาหาร ก่อนนำไปผ่านกระบวนการอื่นเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพที่มีมูลค่าเพิ่มได้อีกด้วย

บทสรุป

การแยกสารผ่านเยื่อด้วยไฟฟ้าสามารถใช้ผลิตน้ำปลาโซเดียม (และโพแทสเซียม) ต่ำที่ยังมีกลิ่นรสอันเป็นคุณลักษณะเฉพาะในระดับที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากหัวน้ำปลาแท้ ไม่ผ่านการเติมแต่งกลิ่นรสโดยการเติมองค์ประกอบอื่นใด น้ำปลาดังกล่าวใช้เป็นผลิตภัณฑ์ปรุงแต่งรสอาหารที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูงในผู้บริโภคทั่วไปได้ และใช้ได้กับผู้ป่วยโรคไตที่ไม่สามารถบริโภคโพแทสเซียมคลอไรด์ได้

เอกสารอ้างอิง

กรุงเทพธุรกิจ (๒๕๕๙) มิติใหม่การลดบริโภคเค็มกับอนาคตของสังคมไทย [https://www.bangkokbiznews.com/pr-news/biz2u/219681, เข้าถึงเมื่อวันที่ ๑๓ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕]

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (๒๕๔๓) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๒๐๓ เรื่อง น้ำปลา [http://food.fda.moph.go.th/law/data/announ_moph/P203.pdf, เข้าถึงเมื่อวันที่ ๑๓ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕]

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (๒๕๖๑) ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง คำชี้แจงประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๓๙๒ [http://food.fda.moph.go.th/law/data/announ_fda/No.392.pdf, เข้าถึงเมื่อวันที่ ๑๓ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕]

Chindapan, N., Devahastin, S. and Chiewchan, N. (2009) Electrodialysis Desalination of Fish Sauce. J. Food Sci. 74(7), E363-E371.

Chindapan, N., Devahastin, S., Chiewchan, N. and Sablani, S.S. (2011) Desalination of Fish Sauce by Electrodialysis: Effect on Selected Aroma Compounds and Amino Acid Compositions. J. Food Sci. 76 (7), S451-S457.

Jundee, J., Devahastin, S. and Chiewchan, N. (2012) Development and Testing of a Pilot-scale Electrodialyser for Desalination of Fish Sauce. Proc. Eng. 32, 97-103.

ภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

วิยงค์ กังวานศุภมงคล[๑,๒]

[๑]ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

[๒]ภาคีสมาชิก สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ ประเภทวิชาเทคโนโลยี สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา, wiyong@nanotec.or.th

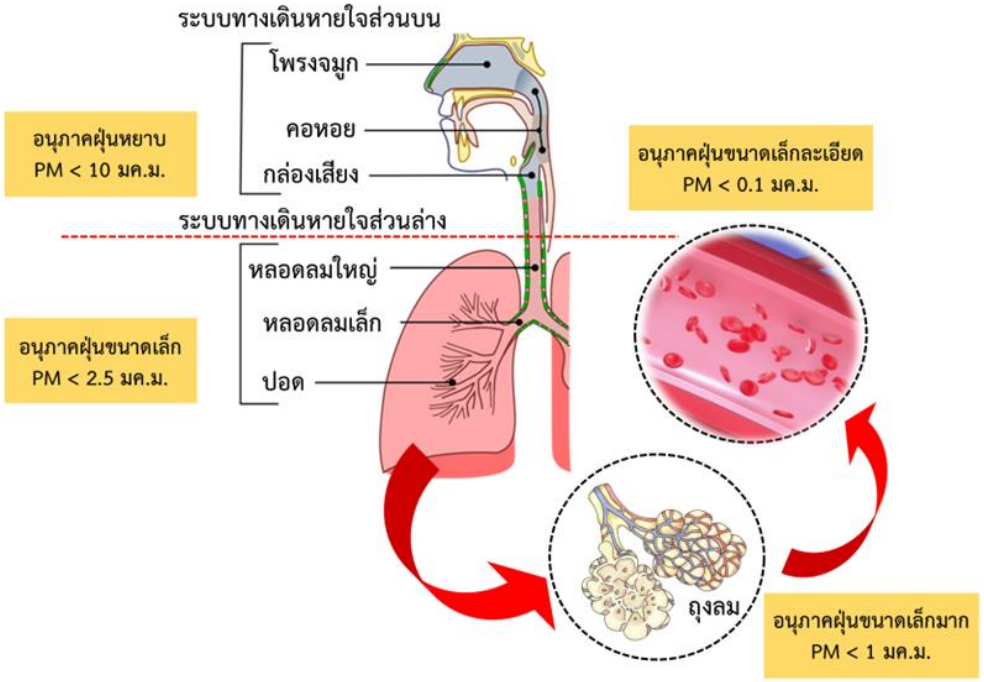
บทนำ

"ละอองธุลี" หรือ particulate matter (PM) หรือที่ทุกคนรู้จักกันโดยทั่วไปว่า "ฝุ่นละออง" เป็นอนุภาคที่ล่องลอยอยู่ในอากาศ มักอยู่ในรูปฝุ่นควัน เขม่าควัน ละอองของเหลว และสามารถลอยอยู่ในอากาศเป็นเวลานาน คนสามารถมองเห็นอนุภาคที่มีขนาดใหญ่บางอนุภาคได้ด้วยตาเปล่า เช่น ควันจากการสูบบุหรี่ บางอนุภาคมีขนาดเล็กไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ต้องส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนจึงจะมองเห็นได้ แต่ถ้ามีฝุ่นละอองปริมาณสูงมาก ๆ ในอากาศ เมื่อดูมีสภาพคล้ายกับมีหมอกควัน ฝุ่นละอองขนาดเล็กจัดเป็นมลพิษทางอากาศชนิดหนึ่งที่มีความหลากหลายทางด้านกายภาพและองค์ประกอบ เช่น แร่ธาตุต่าง ๆ ไอออนประจุบวกและประจุลบ รวมถึงผงคาร์บอนซึ่งขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิด (วิยงค์ กังวานศุภมงคล และคณะ, ๒๕๖๕) สาเหตุส่วนใหญ่ของฝุ่นละอองมาจากการจราจร (ไอเสียจากรถยนต์) การเผาเศษพืชผลทางการเกษตร การใช้ฟืนในการหุงต้ม โรงงานอุตสาหกรรม ฝุ่นดิน ฝุ่นถนน ละอองจากเกลือทะเล และจากหมอกควันข้ามแดน อาจมีสภาพเป็นของแข็งหรือของเหลว ฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นาน มักเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า ๒.๕ ไมโครเมตร) เนื่องจากฝุ่นละอองตกลงสู่ด้านล่างด้วยมีความเร็วต่ำ หากมีแรงกระทำจากภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศ กระแสลม รวมถึงปัจจัยทางสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ ภาวะความกดอากาศสูงที่ทำให้เกิดสภาพอากาศปิด จึงทำให้ฝุ่นละอองแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมากขึ้น ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า ๑๐๐ ไมโครเมตร อาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้เพียง ๒-๓ นาที แต่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า ๐.๕ ไมโครเมตร อาจแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานเป็นปี ฝุ่นละอองในบรรยากาศอาจแยกได้เป็น ๒ ประเภทตามแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง ได้แก่ ฝุ่นละอองปฐมภูมิและฝุ่นละอองทุติยภูมิ สำหรับฝุ่นละอองปฐมภูมิคือ ฝุ่นละอองที่แพร่กระจายจากแหล่งกำเนิดสู่บรรยากาศโดยตรง เนื่องจากการเผาในที่โล่ง การคมนาคม การขนส่ง การผลิตไฟฟ้า และอุตสาหกรรมการผลิต ส่วนฝุ่นละอองทุติยภูมิคือ ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นภายหลังจากทำปฏิกิริยาต่าง ๆ ในบรรยากาศ เช่น การรวมตัวของฝุ่นละอองด้วยกัน การรวมตัวกับแก๊ส ของเหลว หรือของแข็งด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ เคมี หรือเคมีเชิงแสง (photochemical reactions) โดยมีสารเคมีกลุ่มซัลเฟอร์ หรือกลุ่มไนโตรเจน และแอมโมเนียเป็นสารตั้งต้น รวมทั้งสารเคมีต่าง ๆ ที่เป็นอันตราย เช่น ปรอท แคดเมียม อาร์เซนิก พอลิไซคลิกแอโรแมติกไฮโดรคาร์บอน และสารก่อมะเร็งอื่น ๆ จำนวนมาก

ผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$

เมื่อเราหายใจเอาฝุ่นละออง (PM) เข้าสู่ร่างกาย ฝุ่นละอองขนาดปานกลางและขนาดใหญ่ประมาณร้อยละ ๙๙ ถูกกรองไว้ที่โพรงจมูกหรือระบบทางเดินหายใจส่วนบน ทำให้ฝุ่นละอองไม่สามารถเข้าไปในทางเดินหายใจส่วนล่างได้ แต่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กโดยเฉพาะฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ นี้สามารถรวมตัวกับสารมลพิษ เช่น สารไฮโดรคาร์บอน ไอออนที่ละลายน้ำ โลหะหนัก ด้วยขนาดของ $PM_{2.5}$ ที่เล็กมาก จึงสามารถเล็ด

ลอดผ่านการกรองของขนจมูกไปยังหลอดลม และลงลึกจนถึงถุงลมของปอดและซึมเข้าสู่กระแสเลือด ก่อให้เกิดผลเสียต่อร่างกายดังปรากฏในภาพที่ ๑ ซึ่งแสดงระบบทางเดินหายใจของมนุษย์และเส้นทางการแทรกซึมของฝุ่นละออง PM ขนาดต่าง ๆ ที่สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจผ่านการรับสัมผัสโดยการหายใจ ทั้งนี้ **อนุภาคฝุ่นหยาบ**ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน ๑๐ ไมโครเมตร (PM_{10}) สะสมอยู่ภายในระบบทางเดินหายใจส่วนบน และ**อนุภาคฝุ่นขนาดเล็ก**ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน ๒.๕ ไมโครเมตร ($PM_{2.5}$) ตัวอนุภาคสามารถเข้าไปสะสมที่บริเวณทางเดินหายใจส่วนล่างได้ เมื่อคนหายใจเข้าไปก็เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจได้สูง และหาก**อนุภาคฝุ่นขนาดเล็กมากขนาดไม่เกิน ๑ ไมโครเมตร (PM_1)** หรือ**อนุภาคฝุ่นขนาดเล็กละเอียดไม่เกิน ๐.๑ ไมโครเมตร ($PM_{0.1}$)** จะยิ่งสามารถแทรกซึมเข้าไปได้ถึงในถุงลม ซึ่งเป็นส่วนที่แลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างหลอดเลือดฝอยกับถุงลม ถ้าเข้าไปในถุงลมจะทำให้การแลกเปลี่ยนอากาศได้น้อยลง ทำให้หายใจสั้น และหัวใจทำงานหนักมากขึ้นเพื่อทดแทนปริมาณการแลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนที่ลดลง โดยเฉพาะผู้ที่มีปัญหาของโรคระบบทางเดินหายใจ เช่น หอบหืด โรคถุงลมโป่งพอง รวมทั้งโรคหัวใจด้วย ก็ยิ่งทวีผลกระทบมากขึ้น



ภาพที่ ๑ ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์และเส้นทางการแทรกซึมของฝุ่นละออง PM ขนาดต่าง ๆ ที่สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจผ่านการรับสัมผัสโดยการหายใจ

(ที่มา: ดัดแปรจาก “Eritrocitet” by Edonasela, CC BY-SA 4.0; “Illu conducting passages” by Jmarchn, L.A., Public domain; “202007 alveolus” by DataBase Center for Life Science, CC BY 4.0)

ผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ ดังนี้

๑. ระดับความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ที่ได้รับ

๒. ระยะเวลาที่ร่างกายได้รับสะสม

๓. สัดส่วนของสารประกอบชนิดต่าง ๆ ในฝุ่นละออง $PM_{2.5}$

๔. สภาวะของร่างกายขณะได้รับฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ (เช่น ทารกในครรภ์มารดาและช่วงวัยต่าง ๆ ความไวต่อมลพิษของบุคคล ความเจ็บป่วยที่มีอยู่เดิม สภาพความแข็งแรงของร่างกาย)

นอกจากนั้น ฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านี้เป็นพิษต่ออวัยวะต่าง ๆ โดยตรง เช่น ปอด ตับ หรือไต เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคเรื้อรัง และฝุ่นขนาดเล็กเหล่านี้ หากมีสภาพความเป็นกรด เช่น อนุภาคของซัลเฟอร์ไดออกไซด์เมื่อเข้าไปในระบบทางเดินหายใจ อนุภาคกรดเหล่านี้เมื่อรวมกับความชื้นในระบบทางเดินหายใจ ก็จะกลายเป็นแอนไอออนซัลเฟต และกลายเป็นกรดซัลฟิวริกซึ่งเป็นสารกัดกร่อนมาก ก่อความระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ลดความสามารถของร่างกายในการจัดการเชื้อแบคทีเรีย และทำให้ระบบทางเดินหายใจติดเชื้อง่ายขึ้น ข้อมูลจากสมาคมโรคหัวใจของสหรัฐอเมริกา (Brook et al., 2004) ชี้ว่า หากคนที่มีโรคประจำตัว เช่น โรคความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ โรคเส้นเลือดในสมอง ได้หายใจเอาฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เข้าไปเพียงเวลาไม่นาน ตัวฝุ่นจะไปกระตุ้นให้เกิดหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน หัวใจวาย เส้นเลือดในสมองตีบ ซึ่งหัวใจเต้นผิดจังหวะ สามารถเพิ่มอัตราการเสียชีวิตได้ ตารางที่ ๑ แสดงผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจากการสัมผัสฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เมื่อสัมผัสในระยะเวลาสั้นและระยะเวลายาว ดังนั้น องค์การอนามัยโลก (World Health Organization, 2015) จึงได้กำหนดให้ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เป็น ๑ ในสารก่อมะเร็ง โดยเฉพาะมะเร็งปอด ตั้งแต่ พ.ศ. ๒๕๕๖ อีกทั้งยังเป็นสาเหตุหลักให้ ๑ ใน ๘ ของประชากรโลกเสียชีวิตก่อนวัยอันควร

ตารางที่ ๑ ผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจากการสัมผัสฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เมื่อสัมผัสในระยะเวลาสั้นและระยะเวลายาว

ผลจากการสัมผัสในระยะเวลาสั้น	ผลจากการสัมผัสในระยะเวลายาว
■ ทางเดินหายใจอักเสบ หายใจลำบาก แสบจมูก ไอมีเสมหะ แน่นหน้าอก ถุงลมแฟบ สมรรถภาพปอดลดลง ภูมิแพ้และหืดกำเริบ ■ ทำลายภูมิคุ้มกัน เกิดการติดเชื้อในปอดและในทางเดินหายใจได้ง่าย เช่น โรคไข้หวัดใหญ่ โรคหลอดลมอักเสบ โรคหูอักเสบ ■ พัฒนาการของเด็กล่าช้า ■ ผลต่อระบบสืบพันธุ์ ทำให้มีบุตรยาก	■ โรคมะเร็งปอด ■ การอักเสบของเส้นเลือด อาจเกิดโรคหัวใจขาดเลือด โรคอัมพาตจากหลอดเลือดสมอง โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน ■ โรคหลอดลมอุดกั้นเรื้อรัง ■ โรคทางผิวหนังหรือตาอักเสบ ■ ผิวมีจุดด่างดำและรอยย่น ดูแก่กว่าวัย

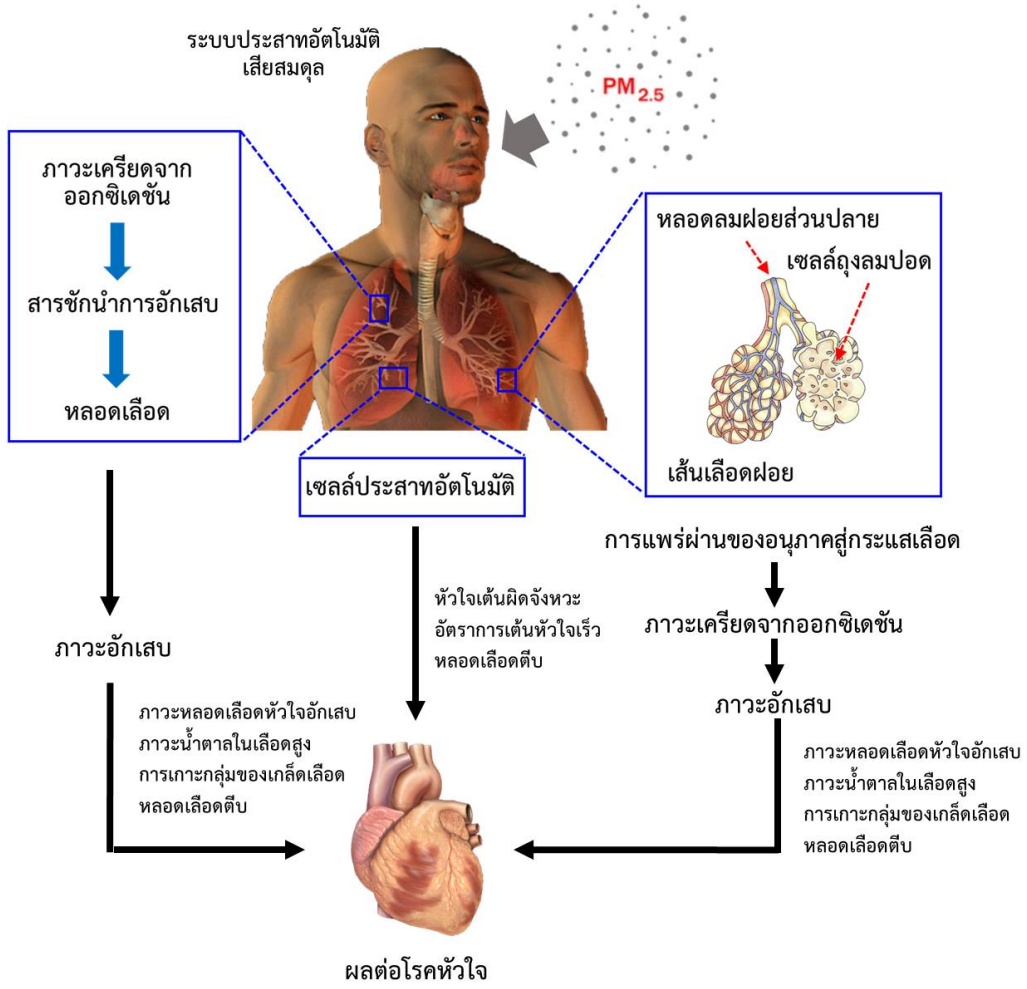
(ที่มา: https://tmc.or.th/pdf/tmc_knowlege-90.pdf)

กลไกการก่อให้เกิดโรคของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในร่างกาย

การหายใจเอาฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เข้าสู่ร่างกายผ่านทางเดินหายใจ ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ บางส่วนสามารถเข้าสู่กระแสเลือดผ่านทางเข้า-ออกของแก๊สระหว่างอากาศในถุงลมกับเลือดในหลอดเลือด (blood-air barrier) ส่งผลให้เกิดภาวะเครียดจากออกซิเดชัน ตามด้วยภาวะอักเสบของปอดและระบบต่าง ๆ ดังที่แสดงในภาพที่ ๒

กลไกที่ก่อให้เกิดโรคของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ (Cho et al., 2018) คือ ภาวะเครียดจากออกซิเดชัน (oxidative stress) การตอบสนองต่อการอักเสบ (inflammatory response) และความเป็นพิษต่อยีน (genotoxicity) ในระดับเซลล์ กลไกต่าง ๆ ดังกล่าวอยู่ในระดับโมเลกุลและมีวิถีการส่งสัญญาณที่แตกต่างกันไป (ภาพที่ ๓) องค์ประกอบที่มีความเป็นพิษต่อเซลล์จากฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ได้แก่ อนุมูลอิสระ (free radicals) สารเคมีอินทรีย์ (organic chemicals) และโลหะทรานซิชัน (transition metals) โดยสารเหล่านี้เหนี่ยวนำไปสู่การสร้างอนุมูลอิสระของออกซิเจนที่มีความไวหรืออาร์โอเอส (reactive oxygen species, ROS) (Ghio et al., 2012) การที่จำนวนอนุมูลอิสระของออกซิเจนเพิ่มขึ้นและการที่ความสามารถของเซลล์ในการต้านอนุมูลอิสระลดลง ทำให้เซลล์เกิดภาวะเครียดจากออกซิเดชัน อนุมูลอิสระของออกซิเจนที่เพิ่มขึ้นทำให้ระบบต้านอนุมูลอิสระเสียไปโดยทำให้ nuclear factor, erythroid-2-related factor (Nrf2) ลดลง ส่วนความสามารถของ

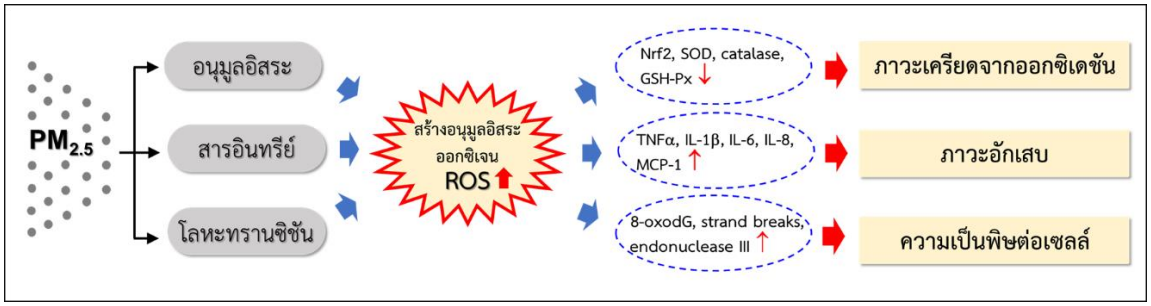
เซลล์ในการต้านอนุมูลอิสระลดลง เกิดจากเอนไซม์ที่ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant enzymes) มีปริมาณลดลง เช่น superoxide dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GSH-Px), catalase ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สามารถกระตุ้นเซลล์อักเสบให้สร้างอนุมูลอิสระออกซิเจนและก่อเกิดภาวะเครียดจากออกซิเดชัน



ภาพที่ ๒ แผนผังแสดงเส้นทางและผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจจากการได้รับสัมผัสฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ (ที่มา: ดัดแปรจาก “202007 Alveolus” by DataBase Center for Life Science, CC BY 4.0; “Heart Anterior Exterior View” by Lynch, P.J., CC BY 2.5;“ Respiratory Function” by Brandenburg, B., CC BY-SA 3.0)

ภาวะการอักเสบมีบทบาทสำคัญและเกี่ยวข้องกับผลร้ายของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ต่อสุขภาพ อนุมูลอิสระออกซิเจนที่เป็นผลมาจากฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เพิ่มการสร้างปัจจัยการอักเสบ (pro-inflammatory factors) (Ryu et al., 2019; Hong et al., 2016) ได้แก่ tumor necrotic factor-α (TNF-α), interleukin-1β (IL-1β), interleukin-6 (IL-6), interleukin-8 (IL-8), monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1) อนุมูลอิสระออกซิเจนสามารถเพิ่มการอักเสบในพยาธิกำเนิดของโรคหลายชนิดได้เช่นกัน ดังที่แสดงในภาพที่ ๒

ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อยีน โดยปริมาณของ 7-hydro-8-oxo-2’-deoxyguanosine (8-oxodG) ที่เพิ่มขึ้นเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญของการที่ดีเอ็นเอถูกทำลาย (oxidative DNA damage) อนุมูลอิสระของออกซิเจนที่เกิดจากฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เข้าทำลายดีเอ็นเอโดยทำให้สายดีเอ็นเอแตก ทำให้เพิ่มปริมาณ 8-oxodG และ endonuclease III ในเซลล์ (Lee et al., 2014)



ภาพที่ ๓ กลไกสำคัญของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในการก่อให้เกิดภาวะและการกำเริบของโรค

การป้องกันสุขภาพจากฝุ่นละออง $PM_{2.5}$

สำหรับคนที่อยู่ในพื้นที่มีค่าฝุ่นละอองเกินค่ามาตรฐานนั้น ขอแนะนำให้ตรวจสอบค่าฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จากเว็บไซต์ของกรมควบคุมมลพิษหรือผ่านทางแอปพลิเคชัน Air4Thai โดยปัจจุบัน **ค่าเฉลี่ย ๒๔ ชั่วโมง มีค่ามาตรฐานฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ไม่เกิน ๕๐ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร** และตั้งแต่วันที่ ๑ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๖ จะปรับค่ามาตรฐาน**ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$** นี้มีค่า**ไม่เกิน ๓๗.๕ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร**

คำแนะนำทั่วไปสำหรับประชาชนคือ ประชาชนควรสวมใส่หน้ากากป้องกันฝุ่นทุกครั้งที่ออกจากที่พักอาศัย หรือไปในพื้นที่เสี่ยง เช่น พื้นที่แออัดและอากาศไม่ถ่ายเท รวมทั้งหลีกเลี่ยงกิจกรรมกลางแจ้ง และหากมีอาการผิดปรกติ ควรรีบไปพบแพทย์ และควรระมัดระวังเป็นพิเศษสำหรับผู้ที่มีปัญหาด้านระบบทางเดินหายใจติดเชื้อได้ง่ายโดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ วิธีการป้องกันสุขภาพอนามัยส่วนบุคคลจากการสัมผัสและหลีกเลี่ยงการหายใจเอาฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกายที่ดีที่สุดคือ การเลือกสวมใส่หน้ากากที่เหมาะสม เช่น หน้ากากอนามัยแบบ เอ็น-๙๕ (N-95) ซึ่งมีชั้นกรองอากาศอย่างน้อย ๔ ชั้น ประกอบด้วยผ้าที่ผลิตจากเส้นใยพอลิโพรพิลีนชนิดไม่ถักทอทั้ง ๔ ชั้น ชั้นนอกและชั้นในเป็นผ้าแบบสปันบอนด์ (spunbond) มีลักษณะโครงสร้างของเส้นใยยาวต่อเนื่องที่สานกันอย่างหลวม ๆ มีช่องว่างระหว่างเส้นใยกับผ้าชั้นนอกเคลือบด้วยสารกันน้ำ เพื่อกรองอนุภาคฝุ่นขนาดใหญ่และป้องกันการซึมผ่านของละอองน้ำหรือสารคัดหลั่งเข้าร่างกาย ส่วนชั้นในของหน้ากากไม่เคลือบด้วยสารกันน้ำเพื่อให้สามารถดูดซับความชื้นหรือของเหลวได้ดี ป้องกันไม่ให้เชื้อโรคแพร่กระจายสู่คนอื่นและเพื่อความปลอดภัยต่อผิวหน้าของผู้สวมใส่ หน้ากากต้องไม่ระคายเคืองผิวและไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้แก่ผู้สวมใส่ ส่วนชั้นตรงกลางเป็นผ้าแบบเมลต์โบลน (meltblown) ซึ่งมีลักษณะทางโครงสร้างของเส้นใยเล็กละเอียดแต่ไม่เป็นเส้นยาวต่อเนื่องที่สานกันอย่างหนาแน่น จึงมีช่องว่างระหว่างเส้นใยที่มีขนาดเล็กกว่าของผ้าแบบสปันบอนด์ ทำหน้าที่กรองสิ่งต่าง ๆ ได้แก่ ละอองลอย ฝุ่นต่าง ๆ และเชื้อโรค และมีชั้นกรองชนิดที่ผลิตจากเส้นใยที่มีสมบัติด้านไฟฟ้าสถิตเพิ่มขึ้นอีก ๑ ชั้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกรองฝุ่น $PM_{2.5}$ และเชื้อโรค ซึ่งมีประสิทธิภาพการกรองอนุภาคขนาด ๐.๓ ไมโครเมตร ได้มากกว่าร้อยละ ๙๕

ปัจจุบันมีการพัฒนาหน้ากากให้มีความหลากหลายชนิดมากยิ่งขึ้น เช่น หน้ากากที่ติดตั้งระบบระบายอากาศที่ดีขึ้น หรือหน้ากากที่มีการใช้เส้นใยนาโนเพื่อให้สามารถกรองฝุ่นที่มีขนาดเล็กมาก ๆ ได้โดยที่ผู้ใช้ยังหายใจได้สะดวก หน้ากากที่มีระบบเติมตัวเร่งปฏิกิริยาเชิงแสงเพื่อกำจัดสารปนเปื้อนชนิดอื่นและเชื้อโรค อีกทั้งหน้ากากที่ผลิตจากวัสดุฐานธรรมชาติ เช่น เส้นใยจากต้นกัญชง เส้นใยจากกากเมล็ดกาแฟ และเส้นใยจากพอลิเมอร์ฐานชีวภาพ เพื่อลดปริมาณขยะหน้ากากชนิดใช้ครั้งเดียว ลดปัญหาขยะพลาสติกทั้งชนิดไมโครพลาสติก/นาโนพลาสติก รวมถึงการใช้เครื่องกรองอากาศชนิดที่สามารถดักจับฝุ่นละอองขนาดเล็กได้ ทั้งนี้ ประชาชนควรหลีกเลี่ยงการเข้าไปอยู่ในสถานที่ที่มีฝุ่นปริมาณมาก สำหรับมาตรการการแก้ปัญหาของแต่ละประเทศนั้นมีความเหมือนและแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับกิจกรรมของประชาชนในแต่ละพื้นที่และสภาพประเทศนั้น ๆ โดยส่วนใหญ่

มุ่งเน้นที่การจัดการแหล่งกำเนิดฝุ่น เช่น การจราจร การเผาในที่โล่ง การเผาเศษวัสดุการเกษตร การเผาขยะ การเผาไหม้เชื้อเพลิงอุตสาหกรรม การก่อสร้างอาคาร การสูบบุหรี่ การใช้เตาปิ้งย่างที่ทำให้เกิดควัน และสถานประกอบการต่าง ๆ เช่น อู่ซ่อมรถ พ่นสีรถ

บทสรุป

ปัญหามลพิษทางอากาศโดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็กหรือฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น ไอเสียของเครื่องยนต์ ควันจากการเผาขยะ เผาหญ้า ควันธูปหรือบุหรี่ กระบวนการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในโรงงาน ซึ่งนอกจากจะสร้างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในอากาศแล้ว ยังปล่อยมลพิษอื่น ๆ ออกมาอีกด้วย เช่น สารไฮโดรคาร์บอน โลหะหนัก เมื่อเราหายใจเอาฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เข้าไปในร่างกาย ก่อผลกระทบต่อสุขภาพและเป็นอันตรายต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกายอย่างมาก จึงควรป้องกันตัวเองให้ดีเพื่อลดผลกระทบต่อสุขภาพจากอันตรายของฝุ่นละอองเหล่านี้ การป้องกันตัวที่ดีจะช่วยลดความเสี่ยงต่อความเจ็บป่วยจากโรคต่าง ๆ ที่มีปัจจัยมาจากฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในภายหลังได้ นอกจากนี้ ผู้อยู่อาศัยหรือชุมชนต้องช่วยกันดูแลรักษาคุณภาพอากาศให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมแก่การดำรงชีวิตเพื่อทุกคนในพื้นที่จะได้มีสุขภาพที่ดี

เอกสารอ้างอิง

วิยงค์ กังวานศุภมงคล, อรรณพ คล้ำชื่น, ศศิธร เอื้อวิริยะวิทย์, รัฐพร แสนเมืองชิน, พิชญา หมื่นศรี, ศิริมา ปัญญาเมธีกุล และ ธัญภัสสร์ ทองเย็น (๒๕๖๕) รายงานฉบับสมบูรณ์ การตรวจวิเคราะห์หาการกระจายขนาดและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพมหานคร

Brandenburg, B. (2006) Respiratory Function. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Respiratory_function_by_Bryan_Brandenburg.jpg, accessed on October 10, 2022]

Brook, R.D., Franklin, B., Cascio, W., Hong, Y., Howard, G., Lipsett, M., Luepker, R., Mittleman, M., Samet, J., Smith, S.C. Jr. and Tager, I. (2004) Expert Panel on Population and Prevention Science of the American Heart Association. Air pollution and Cardiovascular Disease: a Statement for Healthcare Professionals from the Expert Panel on Population and Prevention Science of the American Heart Association. Circulation. 109, 2655–2671.

Cho, C.C., Hsieh, W.Y., Tsai, C.H., Chen, C.Y., Chang, H.F. and Lin, C.S. (2018) In Vitro and In Vivo Experimental Studies of $PM_{2.5}$ on Disease Progression. Int. J. Environ. Res. Public Health. 15(7), 1380.

DataBase Center for Life Science. (2007) 202007 Alveolus. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:202007_alveolus.svg, accessed on October 10, 2022]

Edonasela. (2015) Eritrocitet. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eritrocitet.jpg, accessed on October 10, 2022]

Ghio, A.J., Carraway, M.S. and Madden, M.C. (2012) Composition of Air Pollution Particles and Oxidative Stress in Cells, Tissues, and Living Systems. J. Toxicol. Environ. Health B Crit. Rev. 15, 1-21.

Hong, Z., Guo, Z., Zhang, R., Xu, J., Dong, W., Zhuang, G. and Deng, C. (2016) Airborne Fine Particulate Matter Induces Oxidative Stress and Inflammation in Human Nasal Epithelial Cells. Tohoku J. Exp. Med. 239(2), 117-125.

Jmarchn, L.A. (2010) Illu conducting passages. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Illu_conducting_passages.svg, accessed on October 10, 2022]

Lee, M.S., Eum, K.D., Fang, S.C., Rodrigues, E.G., Modest, G.A. and Christiani, D.C. (2014) Oxidative Stress and Systematic Inflammation as Modifiers of Cardiac Autonomic Responses to Particulate Air Pollution. Int. J. Cardiol. 176(1), 166-170.

Lynch, P.J. (2006) Heart Anterior Exterior View. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Heart_anterior_exterior_view.jpg, accessed on October 10, 2022]

Ryu, Y.S., Kang, K.A., Piao, M.J., Ahn, M.J., Yi, J.M., Hyun, Y.M., Kim, S.H., Ko, M.K., Park, C.O. and Hyun, J.W. (2019) Particulate Matter Induces Inflammatory Cytokine Production via Activation of NFκB by TLR5-NOX4-ROS Signaling in Human Skin Keratinocyte and Mouse Skin. Redox Biol. 12, 101080.

World Health Organization. (2015) Resolution WHA68.8. Health and the Environment: Addressing the Health Impact of Air Pollution. In: Sixty-eighth World Health Assembly, Geneva, 18–26 May 2015. Geneva: World Health Organization. [https://apps.who.int/iris/handle/10665/253237, accessed on October 10, 2022]

การรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์

สฤทธิ์เดช พัฒนเศรษฐพงษ์[๑] และ ปารเมศ ชุติมา[๒,๓]

[๑]ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[๒]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[๓]ภาคีสมาชิก สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา, cparames@chula.ac.th

บทนำ

ปัจจุบัน การพัฒนาด้านวิศวกรรมศาสตร์ได้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากนวัตกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้รับการพัฒนาขึ้นอย่างมากและต่อเนื่อง ส่งผลให้หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ที่เคยใช้สอนกันอยู่ในอดีตจำเป็นต้องได้รับการปรับให้เข้ากับยุคสมัยของวิชาการที่เปลี่ยนแปลงไป แต่การที่จะบอกว่าหลักสูตรใดเหมาะสมหรือทันสมัยหรือไม่นั้นแทบจะเป็นไปไม่ได้เลย หากไม่มีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานอันเป็นที่ยอมรับในวงกว้างขึ้นมา นอกจากนี้ การได้รับการประเมินผลการดำเนินงานจากหน่วยงานภายนอกที่เป็นอิสระและมีความรู้ความชำนาญเฉพาะด้าน นับเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการยอมรับผลการประเมินที่ได้เช่นกัน ดังนั้น การรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมากต่อการพัฒนาหลักสูตรวิศวกรรมของประเทศไทยในอนาคต

การรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์เกิดขึ้นเป็นครั้งแรกในประเทศไทย โดยหน่วยงานที่มีอำนาจหน้าที่ในการกำกับดูแล ควบคุม ส่งเสริม และสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาการประกอบวิชาชีพด้านวิศวกรรมอย่างต่อเนื่อง ทันต่อวิทยาการและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ซึ่งก็คือ “สภาวิศวกรแห่งประเทศไทย (Council of Engineers Thailand)” โดยอาศัยแนวคิดของการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาตามเกณฑ์ผลลัพธ์ (outcome-based accreditation) เพื่อตรวจสอบว่า หลักสูตรที่ขอการรับรองนั้นมีผลการดำเนินงานและคุณภาพสอดคล้องกับมาตรฐานและคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ดังนั้น จึงถือได้ว่าการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาเป็นการประกันคุณภาพการศึกษาอย่างหนึ่ง

นอกจากการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์จะเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมมาตรฐานทางการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ภายในประเทศแล้ว ยังเป็นเครื่องมือในการคัดกรองคุณภาพทางการศึกษาระหว่างประเทศได้อีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวทีความร่วมมือระดับสากล ซึ่งมีหนึ่งในเป้าหมายก็คือ การทำให้เกิดแนวทางในเคลื่อนย้ายของวิศวกรวิชาชีพ (chartered professional engineer) ที่ต้องการทำงานในกลุ่มประเทศ APEC และ ASEAN ทั้งนี้ เนื่องจากข้อตกลงระหว่างประเทศในการเคลื่อนย้ายวิศวกรวิชาชีพได้กำหนดว่า วิศวกรผู้ขอรับใบอนุญาตต้องสำเร็จการศึกษาจากสถาบันการศึกษาที่ได้รับการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ในระดับหลักสูตร

ในความเป็นจริงแล้ว หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ที่จัดการเรียนการสอนขึ้นในประเทศไทยสามารถขอรับการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาได้จากหลายองค์กรที่มีชื่อเสียงในต่างประเทศ เช่น Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) หรือ Asian University Network – Quality Assurance (AUN-QA) แต่ปัญหาที่หลักสูตรต้องเผชิญก็คือ การขอการรับรองดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายสูง

มาก เอกสารที่ต้องใช้ในการของการรับรองทั้งหมดต้องเตรียมขึ้นเป็นภาษาอังกฤษ นอกจากนั้น ภาษาที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างการตรวจประเมินก็เป็นภาษาอังกฤษด้วยเช่นกัน ซึ่งประเด็นดังกล่าวก่อให้เกิดภาระต่อหลักสูตรที่มีการเรียนการสอนเป็นภาษาไทยในการขอรับการรับรองมาตรฐานพอสมควร ทั้งในด้านของบุคลากรและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้น หากมีหน่วยงานหรือองค์กรใดก็ตามในประเทศไทยที่สามารถให้การรับรองมาตรฐานดังกล่าวได้ด้วยค่าใช้จ่ายที่ไม่สูงมากนัก และผลของการรับรองนั้นเป็นที่ยอมรับในระดับสากล ก็จะทำให้ปัญหาดังกล่าวนี้หมดไป และได้แนวทางในการปรับปรุงหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ให้มีคุณภาพทัดเทียมนานาประเทศ

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการรับรองมาตรฐาน

สภาวิศวกรเป็นองค์กรวิชาชีพซึ่งมีหน้าที่กำกับและส่งเสริมมาตรฐานการประกอบวิชาชีพของวิศวกรในประเทศไทย และเป็นหน่วยงานขึ้นทะเบียนและกำกับการประกอบวิชาชีพสำหรับวิศวกรรมข้ามชาติ สภาวิศวกรได้รับมติเห็นชอบจากที่ประชุมใหญ่สามัญสภาวิศวกร ประจำปี พ.ศ. ๒๕๕๘ ให้จัดตั้งระบบรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ตามเกณฑ์ผลลัพธ์ขึ้นภายใต้สภาวิศวกร เพื่อสร้างความเชื่อมั่นในคุณภาพการศึกษาว่า คุณภาพการศึกษาของหลักสูตรมีมาตรฐานสูงเพียงพอที่จะสามารถผลิตวิศวกรที่มีความรู้ความสามารถ ทักษะและมีความพร้อมเข้าสู่การประกอบวิชาชีพได้อย่างมั่นใจ ส่งผลให้สภาวิศวกรสามารถกำกับ ดูแล และควบคุม การประกอบวิชาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังก่อให้เกิดประโยชน์ในวงกว้างต่อสังคมโดยรวมอีกด้วย ปัจจุบันสภาวิศวกรเป็นเพียงหน่วยงานเดียวที่ให้การรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ในประเทศไทย

นอกเหนือจากสภาวิศวกรซึ่งทำหน้าที่เป็นเจ้าภาพหลักของการจัดตั้งระบบการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ตามเกณฑ์ผลลัพธ์แล้ว ยังมีอีกหลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชนที่เข้ามามีส่วนร่วมอีกด้วย เช่น สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ สภาคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์แห่งประเทศไทย สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย สมาคมวิชาชีพต่าง ๆ และองค์กรความร่วมมือทางด้านวิชาชีพวิศวกรรมในระดับสากล เช่น International Engineering Alliance

ภารกิจที่สภาวิศวกรต้องดำเนินการ

ตามที่สภาวิศวกรมีมติให้จัดตั้งระบบรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาตามเกณฑ์ผลลัพธ์ขึ้นในสภาวิศวกรนั้น สภาวิศวกรจึงมีคำสั่งแต่งตั้งคณะอนุกรรมการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ (Thailand Accreditation Board of Engineering Education: TABEE) ขึ้นใน พ.ศ. ๒๕๕๘ โดย TABEE เป็นหน่วยงานที่ไม่แสวงหาผลกำไรและไม่ได้เป็นหน่วยงานของภาครัฐ ซึ่งดำเนินงานอยู่ภายใต้สภาวิศวกร มีความเป็นอิสระในการให้การรับรองระบบงาน รวมถึงการกำหนดนโยบาย หลักเกณฑ์ กระบวนการรับรองระบบงาน และดำเนินการให้การรับรองหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์อีกด้วย โดย TABEE มีหน้าที่และความรับผิดชอบ ๑๒ ประการที่สำคัญ ดังนี้

๑. รับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ในประเทศตามหลักเกณฑ์และข้อปฏิบัติที่กำหนดโดยสภาวิศวกร

๒. บริหารและพัฒนาระบบงานรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ให้เป็นที่ยอมรับ ในด้านมาตรฐานคุณภาพการศึกษา และการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมในระดับสากล

๓. เสนอแก้ไขข้อบังคับสภาวิศวกร และระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์

๔. จัดทำแผนการดำเนินงานและงบประมาณเพื่อรองรับการพัฒนาระบบการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์

๕. พัฒนาทรัพยากรบุคคล และผู้ตรวจประเมินมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์

๖. ประชาสัมพันธ์ ประสานงาน และถ่ายทอดประสบการณ์การรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ในระดับสากลไปสู่สถาบันการศึกษา ผู้ปฏิบัติวิชาชีพ และผู้มีส่วนได้เสียที่เกี่ยวข้อง

๗. จัดเตรียมเอกสารตามข้อตกลงที่เกี่ยวข้องกับการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ในระดับสากล

๘. ประชาสัมพันธ์สถาบันการศึกษาที่ได้รับการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์จากสภาวิศวกร

๙. ให้ข้อแนะนำการพัฒนาคุณภาพการศึกษาในหลักสูตรของสถาบันการศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ในการประกอบอาชีพวิศวกรรม

๑๐. เสนอคณะกรรมการสภาวิศวกรพิจารณาแต่งตั้งคณะทำงานเพื่อสนับสนุนการดำเนินงานตามความจำเป็น

๑๑. รายงานผลการดำเนินงานต่อคณะกรรมการสภาวิศวกร

๑๒. ดำเนินงานอื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการสภาวิศวกร

คณะอนุกรรมการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ได้มีการกำหนดวัตถุประสงค์ของการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ไว้ ๓ ประการ คือ

๑. เพื่อประเมินผลลัพธ์การศึกษา และการจัดการคุณภาพของหลักสูตรการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ให้สอดคล้องกับเกณฑ์ข้อตกลงสากลด้านการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ สภาวิศวกร ตามที่ TABEE กำหนด

๒. เพื่อส่งเสริมให้สถาบันการศึกษาจัดการเรียนการสอนและการศึกษาที่ดีให้กับนิสิตนักศึกษา และมีการพัฒนาคุณภาพการศึกษาอย่างต่อเนื่อง

๓. เพื่อประชาสัมพันธ์ให้ผู้ที่สนใจเข้าเรียน ประชาชน และสังคม ได้ตระหนักรู้ และมีความมั่นใจว่าบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรที่ผ่านการรับรองคุณภาพการศึกษาเป็นหลักสูตรที่สามารถผลิตบัณฑิตตรงตามลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรม และสอดคล้องกับข้อตกลงสากลด้านการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์

TABEE ได้รับการยอมรับจากกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และได้เข้าร่วมเป็นสมาชิกชั่วคราวของ Washington Accord ตั้งแต่ พ.ศ. ๒๕๖๒ โดยมีสถาบันการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์แห่งไต้หวัน (Institute of Engineering Education Taiwan, IEET) เป็นที่ปรึกษาของ TABEE และภายหลังจากการปรับระบบการทำงานให้เข้ากับแนวปฏิบัติสากลตามคำแนะนำของที่ปรึกษา TABEE ก็ได้ยื่นใบสมัครสำหรับสถานะผู้ลงนาม (signatory status) ของ Washington Accord ใน พ.ศ. ๒๕๖๕ จากนั้น Washington Accord

Signatories ก็ได้อนุมัติการจัดตั้งทีมการทบทวนการตรวจสอบ (verification review) เพื่อตรวจเยี่ยมการดำเนินงานของ TABEE ในปี พ.ศ. ๒๕๖๕

เกณฑ์การรับรองมาตรฐานคุณภาพหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์

คณะอนุกรรมการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ จะรับรองมาตรฐานการจัดการเรียนการสอนเฉพาะหลักสูตรการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตในประเทศไทย ที่มีระยะเวลาศึกษา ๔ ปี และมีจำนวนหน่วยกิตในหลักสูตรตั้งแต่ ๑๒๐ ถึง ๑๕๐ หน่วยกิต ในระบบทวิภาค หรือเทียบเท่า โดยหลักสูตรที่จะขอรับการรับรองต้องมีลักษณะดังนี้ หลักสูตรเต็มเวลา หลักสูตรการศึกษาใหม่ หลักสูตรสหวิทยาการ หลักสูตรที่มีแขนงวิชาให้เลือกเรียน หลักสูตรที่มีการจัดการเรียนหลายวิทยาเขต หรือหลักสูตรภายใต้โครงการร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษาภายในประเทศกับสถาบันการศึกษาต่างประเทศ

หลักเกณฑ์การรับรอง นโยบาย และขั้นตอนการรับรองของคณะอนุกรรมการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ ได้รับการจัดทำขึ้นเป็นครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. ๒๕๖๐ ซึ่งภายใต้หลักเกณฑ์ดังกล่าว ปรากฏว่ามีเพียง ๔ หลักสูตรได้รับการรับรอง และต่อมาคณะอนุกรรมการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ก็ได้จัดทำมาตรฐานฉบับปรับปรุง (second revision) ขึ้นเมื่อ พ.ศ. ๒๕๖๒ เพื่อนำไปปฏิบัติในรอบการรับรองมาตรฐานตั้งแต่ พ.ศ. ๒๕๖๒ ถึง พ.ศ. ๒๕๖๗ ซึ่งเกณฑ์การรับรองมาตรฐานของคณะอนุกรรมการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์นี้ มีความใกล้เคียงกับแนวทางการรับรองมาตรฐานของนานาชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Washington Accord ซึ่งนำมาปรับให้เข้ากับบริบทของประเทศไทยตามความจำเป็น เกณฑ์การรับรองคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ของคณะอนุกรรมการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย ๘ เกณฑ์ ดังนี้

เกณฑ์ข้อที่ ๑. นิสิตนักศึกษา: หลักสูตรที่จะขอรับการรับรองจะต้องมีกระบวนการประเมินผลการเรียนรู้ของนิสิตนักศึกษา พร้อมให้คำแนะนำแก่นิสิตนักศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมเพื่อพัฒนาอาชีพของตนอย่างเพียงพอ นอกจากนั้น หลักสูตรต้องมีการการประเมินระหว่างการดำเนินการกับการประเมินสรุปผล และมีการติดตามการดำเนินงานตลอดระยะเวลาของหลักสูตร เพื่อให้แน่ใจว่านิสิตนักศึกษาจะมีทั้งคุณภาพและคุณลักษณะตรงตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ของหลักสูตร โดยประเด็นสำคัญที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย หลักเกณฑ์การคัดเลือกและรับนิสิตนักศึกษาเข้าศึกษาในหลักสูตร, การประเมินผลลัพธ์การศึกษา ผลลัพธ์การเรียนรู้ของนิสิตนักศึกษาและผู้สำเร็จการศึกษา หลักเกณฑ์การเทียบ ย้าย โอนหน่วยกิตการศึกษาจากสถาบันการศึกษาอื่น การให้คำแนะนำและปรึกษาในการศึกษาและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพ การเทียบหน่วยกิตในหลักสูตร การศึกษาร่วมสถาบันภายใต้ความร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษากับองค์กรอื่น, เกณฑ์อนุมัติจบการศึกษา และใบระเบียนผลการศึกษาของผู้สำเร็จการศึกษา

เกณฑ์ข้อที่ ๒. วัตถุประสงค์ของหลักสูตร: หลักสูตรที่จะขอรับการรับรองต้องมีถ้อยแถลงที่อธิบายถึงวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ซึ่งบ่งชี้ถึงผลลัพธ์ที่คาดหวังของผู้สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรที่ต้องบรรลุสำหรับการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมในสาขาวิชาของหลักสูตร โดยประเด็นสำคัญที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย พันธะกิจของสถาบันการศึกษา วัตถุประสงค์การศึกษา ความสอดคล้องของวัตถุประสงค์หลักสูตรต่อพันธะกิจของสถาบันการศึกษา ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการจัดการหลักสูตร และกระบวนงานทบทวนวัตถุประสงค์หลักสูตร (หมายเหตุ: ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในที่นี้หมายถึง กลุ่มของบุคคลและองค์กรที่ได้รับผลกระทบจากการบริหารและการดำเนินงานของหลักสูตร ได้แก่ นิสิตนักศึกษา ผู้ปกครอง ศิษย์เก่าและสมาคมนิสิตเก่า ผู้ว่าจ้าง สมาคมวิชาชีพ และภาครัฐและภาคอุตสาหกรรม)

เกณฑ์ข้อที่ ๓. ผลลัพธ์การศึกษา: หลักสูตรที่จะขอรับการรับรองจะต้องมีการกำหนดผลลัพธ์การศึกษาของหลักสูตร ซึ่งเป็นข้อความที่ระบุถึงความคาดหวังในตัวผู้สำเร็จการศึกษาของหลักสูตรว่า ต้องมีความรู้ ทักษะทางวิชาชีพ และคุณลักษณะทางพฤติกรรม ตรงตามความต้องการในการปฏิบัติวิชาชีพของสาขาวิศวกรรมดังกล่าว โดยประเด็นสำคัญที่ถูกนำมาพิจารณาประกอบด้วย ลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์จำนวน ๑๑ ประการ (อันประกอบด้วย ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์, การวิเคราะห์ปัญหาวิศวกรรม, การออกแบบและค้นหาคำตอบสำหรับปัญหาวิศวกรรมที่ซับซ้อน, การสืบค้น, การใช้เครื่องมือที่ทันสมัย, การทำงานเดี่ยวและทำงานเป็นทีม, การสื่อสาร, สังคม สิ่งแวดล้อม ความยั่งยืน และวิชาชีพวิศวกรรม, จรรยาบรรณวิชาชีพ, การบริหารโครงการและการลงทุน, และการเรียนรู้ตลอดชีพ) และความเชื่อมโยงระหว่างผลลัพธ์การศึกษาของนิสิตนักศึกษากับวัตถุประสงค์หลักสูตร

เกณฑ์ข้อที่ ๔. การพัฒนาต่อเนื่อง: หลักสูตรที่จะขอรับการรับรองจะต้องมีกระบวนการดำเนินงานที่เหมาะสมและจัดทำเป็นเอกสารสำหรับการติดตาม ประเมินผล และการประเมินผลลัพธ์ของหลักสูตรที่นิสิตนักศึกษาและผู้สำเร็จการศึกษาของหลักสูตรพึงได้รับ โดยที่ผลลัพธ์ของการประเมินเหล่านี้ต้องนำไปใช้อย่างเป็นระบบเพื่อเป็นข้อมูลป้อนเข้าอย่างต่อเนื่องสำหรับการปรับปรุงหลักสูตรต่อไป โดยประเด็นสำคัญที่ถูกนำมาพิจารณาประกอบด้วย ผลลัพธ์การศึกษา การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และข้อมูลเพิ่มเติมที่จำเป็น

เกณฑ์ข้อที่ ๕. หลักสูตร: หลักสูตรที่จะขอรับการรับรองต้องมีการกำหนดขอบเขตเนื้อหาความรู้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ทางการศึกษาและผลลัพธ์ที่จำเป็นของหลักสูตรสำหรับการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมในแต่ละสาขา นอกจากนี้ หลักสูตรจะต้องจัดให้มีการปฏิบัติทางวิศวกรรมและโครงงานทางวิศวกรรมที่สร้างให้นิสิตนักศึกษามีประสบการณ์ในการออกแบบและการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อนในปีสุดท้ายของการศึกษา ซึ่งจะเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ใช้ความรู้และทักษะที่ได้เรียนมาจากหลักสูตรมาผสมผสานกับมาตรฐานทางวิศวกรรมที่เหมาะสมและข้อจำกัดที่เกิดขึ้นจริงต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยประเด็นสำคัญที่จะนำมาพิจารณาประกอบด้วยประมวลรายวิชา (course syllabus)

เกณฑ์ข้อที่ ๖. คณาจารย์: หลักสูตรที่จะขอรับการรับรองต้องมีจำนวนอาจารย์ที่เพียงพอ อาจารย์ต้องมีวุฒิการศึกษาที่ตรงกับความสามารถด้านวิชาชีพของสาขาวิชาของหลักสูตร อาจารย์ต้องให้คำแนะนำแก่นิสิตนักศึกษาอย่างเพียงพอเกี่ยวกับการพัฒนาวิชาชีพและกิจกรรมอื่นที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพทั้งด้านสังคมและอุตสาหกรรม นอกจากนี้ อาจารย์ต้องสอนและประเมินผลการเรียนการสอนของอาจารย์และนิสิตนักศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพการสอนอย่างต่อเนื่องเพื่อให้บรรลุผลการเรียนรู้ โดยประเด็นสำคัญที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย คุณวุฒิอาจารย์ ภาระงานอาจารย์ จำนวนอาจารย์ การพัฒนาวิชาชีพ และบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของอาจารย์

เกณฑ์ข้อที่ ๗. สิ่งอำนวยความสะดวก: หลักสูตรที่จะขอรับการรับรองต้องให้การสนับสนุนอย่างต่อเนื่องในการจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวก ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ ห้องสมุด และโครงสร้างพื้นฐานสนับสนุนอื่น ๆ อย่างเพียงพอ เพื่อรองรับสภาพแวดล้อมทางวิชาการ การพัฒนาวิชาการ กิจกรรมทางวิชาชีพของนิสิตนักศึกษา หลักสูตรยังต้องสร้างโอกาสในการเรียนรู้ให้กับนิสิตนักศึกษาอย่างต่อเนื่องโดยการจัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ทันสมัย เทคโนโลยีสารสนเทศ และเครือข่ายการสื่อสารสำหรับนิสิตนักศึกษาและคณาจารย์ เพื่อตอบสนองความต้องการในการพัฒนาวิชาการและกิจกรรมนอกหลักสูตรตามวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของหลักสูตร โดยประเด็นสำคัญที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย สำนักงานธุรการ ห้องเรียน และห้องปฏิบัติการศูนย์เรียนรู้และระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ, เอกสารคู่มือและแนะนำการใช้อุปกรณ์และการ

บริการศูนย์เรียนรู้และระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ, การซ่อมบำรุงสิ่งอำนวยความสะดวก, การบริการห้องสมุด, และสรุปข้อคิดเห็นจากแบบสำรวจการให้บริการสิ่งอำนวยความสะดวก

เกณฑ์ข้อที่ ๘. การสนับสนุนของสถาบันการศึกษา: หลักสูตรที่จะขอรับการรับรองต้องได้รับการสนับสนุนจากสถาบันการศึกษาและผู้บริหารหลักสูตรอย่างเพียงพอเพื่อให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพและความต่อเนื่องของหลักสูตร การสนับสนุนทางการเงินของสถาบันการศึกษาที่จัดให้กับหลักสูตรต้องเพียงพอกับความต้องการของหลักสูตร ทรัพยากรที่มีอยู่ในหลักสูตรต้องเพียงพอต่อการส่งเสริม รักษา และเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวิชาชีพอย่างต่อเนื่องของคณาจารย์ ทรัพยากรต้องเพียงพอต่อการได้มา บำรุงรักษา และดำเนินการเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐาน สิ่งอำนวยความสะดวก และอุปกรณ์ ที่เหมาะสมกับหลักสูตร เพื่อทำให้ผลลัพธ์การศึกษาสามารถบรรลุได้ นอกจากนี้ สถาบันการศึกษาต้องจัดให้มีเจ้าหน้าที่สนับสนุนและบริการทางการศึกษาอย่างเพียงพอสำหรับการเรียนการสอนและการจัดการของหลักสูตร โดยประเด็นสำคัญที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย การนำองค์กร งบประมาณและการสนับสนุนด้านการเงิน บุคลากรสายสนับสนุน การรับสมัครและการพัฒนาคณาจารย์ และการสนับสนุนการพัฒนาวิชาชีพของอาจารย์

การตรวจประเมิน

การขอการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์เป็นไปตามความสมัครใจของสถาบันการศึกษา และเพื่อให้เกิดการตรวจประเมินมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สภาวิศวกรได้กำหนดให้มีผู้ตรวจประเมินจำนวน ๓ ท่าน ที่มาจาก ๒ ภาคส่วนคือ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการศึกษาในสาขาวิชาที่ขอการรับรอง (ภาคการศึกษา) และผู้ปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมในสาขาวิชาของหลักสูตรที่ขอการรับรอง (ภาคอุตสาหกรรม และ/หรือ สมาคมวิชาชีพ) โดยผู้ตรวจประเมินจะต้องสำเร็จการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์ในสาขาที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรที่ขอการรับรอง และต้องสอบผ่านหลักสูตรการเป็นผู้ตรวจประเมินรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาจากสภาวิศวกร ทั้งนี้ สภาวิศวกรจะแต่งตั้งหนึ่งในคณะผู้ตรวจประเมินให้ทำหน้าที่เป็นหัวหน้าผู้ตรวจประเมิน หน้าที่และความรับผิดชอบของคณะผู้ตรวจประกอบด้วย การตรวจสอบเอกสารเบื้องต้น การตรวจเยี่ยมสถาบันการศึกษา การสรุปภาพรวมการตรวจประเมินในการประชุมปิดท้ายกิจกรรมการตรวจเยี่ยม และการเขียนรายงานผลการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาเพื่อส่งให้กับสภาวิศวกรพิจารณา

การตรวจเยี่ยมสถาบันการศึกษาตามปรกติใช้เวลา ๒ วัน ซึ่งจะต้องดำเนินการตามกำหนดการที่นัดหมายกันกันไว้ล่วงหน้ากับหลักสูตรที่ขอรับการประเมิน โดยกิจกรรมที่คณะผู้ตรวจประเมินจะดำเนินการในระหว่างการตรวจเยี่ยมประกอบด้วย

๑. ตรวจสอบเอกสารการจัดการเรียนการสอนรายวิชาที่เกี่ยวกับวิศวกรรมพื้นฐานและวิศวกรรมเฉพาะทางที่สอนในหลักสูตร

๒. ประชุมร่วมกับคณบดี ประธานหลักสูตร และผู้บริหารหลักสูตร เพื่อรับฟังการนำเสนอภาพรวมการดำเนินงานของสถาบันการศึกษา แผนการพัฒนา และการจัดการหลักสูตร

๓. ประเมินกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน อุปกรณ์ปฏิบัติการ การจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ห้องสมุด ระบบสนับสนุนเทคโนโลยีสารสนเทศ และสภาพแวดล้อมทางวิชาการ

๔. สัมภาษณ์ผู้บริหารหลักสูตร คณาจารย์ ครูปฏิบัติการ และเจ้าหน้าที่สายสนับสนุน เพื่อประเมินการจัดการคุณภาพของหลักสูตร การบรรลุวัตถุประสงค์ด้านเรียนการสอนของหลักสูตร ผลลัพธ์การศึกษาของหลักสูตร และคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรม

๕. สัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาของหลักสูตร เพื่อยืนยันผลลัพธ์การศึกษา และคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรม

๖. สัมภาษณ์บัณฑิตของหลักสูตร เพื่อยืนยันลักษณะของบัณฑิตของหลักสูตรในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรม

๗. สัมภาษณ์ศิษย์เก่าของหลักสูตร เพื่อยืนยันลักษณะของบัณฑิตของหลักสูตรในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรม

๘. ประชุมสรุปปิดท้ายกิจกรรมการตรวจเยี่ยมสถาบันการศึกษา ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อเสร็จสิ้นการตรวจเยี่ยมสถาบันการศึกษาแล้ว โดยคณะผู้ตรวจประเมินจะประชุมร่วมกับผู้บริหารสถาบันและผู้บริหารหลักสูตรในการประชุมปิดท้ายกิจกรรมการตรวจเยี่ยม เพื่อแจ้งประเด็นสำคัญต่าง ๆ ดังนี้ อธิบายขั้นตอนที่คณะผู้ตรวจประเมินจะรายงานผลการรับรองมาตรฐานการศึกษาโดยย่อ แจ้งรายการข้อเท็จจริงที่พบในระหว่างการตรวจเยี่ยม และแถลงข้อแนะนำในภาพรวมเบื้องต้นตามที่คณะผู้ตรวจประเมินคิดว่าจำเป็น

หลังจากการตรวจตรวจเยี่ยมสถาบันการศึกษาเสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์ คณะผู้ตรวจประเมินจะจัดทำรายงานผลการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษา เพื่อเสนอให้กับคณะทำงานกลั่นกรองรายงานผลการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาตรวจทาน ก่อนที่จะนำเสนอต่อคณะอนุกรรมการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพิจารณาต่อไป ในการประชุมพิจารณาผลการรับรอง (decision meeting) หัวหน้าคณะผู้ตรวจประเมินจะเป็นผู้นำเสนอรายงานต่อคณะอนุกรรมการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำเสนอต่อให้กับกรรมการสภาวิศวกรเพื่ออนุมัติและแจ้งสถาบันการศึกษารับทราบผล โดยผลการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น ๕ ประเภท คือ

๑. รับรอง (full Accreditation): หลักสูตรมีคุณภาพและมีการจัดการเรียนการสอนและการศึกษาที่ดีให้กับนิสิตนักศึกษา และมีการพัฒนาคุณภาพการศึกษาอย่างต่อเนื่องตามเกณฑ์ ซึ่งจะมีระยะเวลาที่ให้การรับรอง ๖ ปี

๒. รับรองแบบมีเงื่อนไข (accreditation with requirements): หลักสูตรได้รับการรับรองเป็นระยะเวลาไม่เกิน 3 ปี โดยหลักสูตรจะต้องจัดทำรายงานเกี่ยวกับการประเมินผลการปรับปรุงแก้ไขการจัดการกระบวนการคุณภาพของหลักสูตรให้มีการพัฒนาคุณภาพการศึกษาตามข้อเสนอแนะและตามที่ระบุในเงื่อนไขการรับรอง

๓. รับรองชั่วคราว (provisional): การรับรองประเภทนี้จะใช้สำหรับหลักสูตรใหม่ที่ได้ดำเนินการมาแล้วไม่ต่ำกว่า ๓ ปี และยังไม่มีผู้สำเร็จการศึกษา ระยะเวลาในการรับรองชั่วคราวไม่เกิน ๓ ปี โดยหลักสูตรจะต้องยื่นขอการรับรองอีกครั้งหลังจากเมื่อมีผู้สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรแล้ว ๒ รุ่น

๔. รอผลการปรับปรุงแก้ไข (defer accreditation): ยังไม่รับรองเนื่องจากการจัดการหลักสูตรที่ยังไม่มีคุณภาพและการจัดการเรียนการสอนและการศึกษายังไม่เพียงพอตามเกณฑ์ที่กำหนด จึงให้รอผลการปรุงปรุงแก้ไขในระยะเวลา ๑ ปี โดยหลักสูตรจะต้องส่งเอกสารแสดงการปรับปรุงแก้ไขการจัดการกระบวนการคุณภาพหลักสูตรมาให้พิจารณาอีกครั้งเมื่อมีระดับคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์

๕. ไม่รับรองหรือยกเลิกการรับรอง (decline accreditation or revoke accreditation): หลักสูตรไม่ได้รับการรับรองเนื่องจากมีการจัดการคุณภาพไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และสมควรให้หลักสูตรใช้เวลาไม่น้อยกว่า ๒ ปีเพื่อปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะสมัครขอรับการรับรองใหม่

ประโยชน์ที่สถาบันการศึกษาพึงได้รับ

จากข้อมูลในเว็บไซต์ของ TABEE (https://tabee.coe.or.th/accredited-programs/) สืบค้น ณ วันที่ ๖ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๕ พบว่า หลักสูตรที่ผ่านการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์สภาวิศวกรแล้วนั้น มีจำนวนทั้งสิ้น ๑๔ หลักสูตร (รวมทั้งที่ได้รับการรับรองและได้รับการรับรองแบบมีเงื่อนไข) ดังแสดงในตารางที่ ๑ ซึ่งเป็นหลักสูตรจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยหลักสูตร Chemical Engineering และ Mechanical Engineering เป็นหลักสูตรที่ได้รับการรับรองมากที่สุด

ตารางที่ ๑ หลักสูตรที่ได้รับการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์โดย TABEE

ชื่อหลักสูตร	จำนวนหลักสูตร
Civil Engineering	๒
Computer Engineering	๑
Chemical Engineering	๓
Mechanical Engineering	๓
Environmental Engineering	๑
Survey Engineering	๑
Industrial Engineering	๑
Manufacturing Automation and Robotics Engineering	๑
Polymer Engineering	๑
รวมทั้งสิ้น	**๑๔**

จะเห็นได้ว่า นอกจากการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับหลักสูตรของสถาบันการศึกษาแล้ว ยังมีประโยชน์อื่นอีกเป็นจำนวนมากที่จะได้รับหลังจากที่สถาบันการศึกษาผ่านการรับรองมาตรฐานคุณภาพหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์แล้ว อันได้แก่ บัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรมีคุณสมบัติที่สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมและข้อกำหนดในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรม บัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรจะได้รับการยอมรับว่ามีความสามารถในการประกอบอาชีพวิศวกรรมในระดับสากล และบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรจะมีโอกาสศึกษาต่อต่างประเทศและสามารถพัฒนาตนเองเป็นผู้ประกอบวิชาชีพในระดับสากลได้

ในทางตรงกันข้าม ถ้าหากไม่มีวิศวกรที่เรียนจบในประเทศไทยสำเร็จจากหลักสูตรที่ได้รับการรับรองมาตรฐานคุณภาพหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์เลย ก็อาจจะส่งผลให้เกิดปัญหากับวิศวกรไทยดังต่อไปนี้ คือ มีโอกาสที่น้อยจะได้งานทำในต่างประเทศ มีโอกาสน้อยที่จะไปศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยในต่างประเทศที่มีคุณภาพสูง และเป็นไปได้ยากที่จะตามทันเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว นอกจกนั้น ยังทำให้อนาคต

ของการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยีและวิศวกรรมในประเทศจะน้อยลง ซึ่งสิ่งที่ตามมาก็คือ การเสื่อมความเชื่อถือในตัววิศวกรไทยในที่สุด

บทสรุป

การรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิชาต่าง ๆ ที่บรรจุในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ของประเทศไทยที่พัฒนาขึ้นโดยสภาวิศวกร ใช้หลักการของการรับรองคุณภาพการศึกษาตามเกณฑ์ผลลัพธ์ เพื่อประกันคุณภาพการศึกษาว่า ระบบการศึกษาของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ที่ขอการรับรองนั้น มีความสอดคล้องกับมาตรฐานคุณภาพที่ได้กำหนดไว้ โดยในระยะเริ่มแรกมีขอบเขตการรับรองเฉพาะการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาตรีในประเทศก่อน และการขอการรับรองเป็นไปโดยความสมัครใจของสถานศึกษา การประเมินมาตรฐานคุณภาพการศึกษาอาศัยเกณฑ์ ๘ เกณฑ์ ซึ่งหากหลักสูตรใดเป็นหลักสูตรที่มีคุณภาพดี มีการจัดการเรียนการสอนที่ดีให้แก่นิสิต นักศึกษา และมีการพัฒนาคุณภาพการศึกษาอย่างต่อเนื่อง ก็จะผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และจะได้รับการรับรองเป็นระยะเวลา ๖ ปี การรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ที่กำลังดำเนินการโดยสภาวิศวกรในปัจจุบัน จะทำให้หลักสูตรที่ผ่านการรับรองสามารถยืนยันได้ว่า หลักสูตรดังกล่าวมีการดำเนินการในองค์ประกอบการศึกษาที่จำเป็นในการผลิตบัณฑิต และมีจัดการเรียนการสอนที่มีคุณภาพตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น เพื่อทำให้บัณฑิตที่สำเร็จการศึกษามีความพร้อมในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมในอนาคต ซึ่งถือนอกจากเป็นการยกระดับมาตรฐานคุณภาพการศึกษาของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ของประเทศไทยให้เป็นสากลแล้ว ยังส่งผลให้เกิดการผลิตบัณฑิตที่มีพื้นฐานความรู้และสามารถสนองตอบต่อความต้องการของหน่วยงานที่จะรับบัณฑิตไปทำงานในยุคโลกาภิวัตน์อันมีนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่ทันสมัยเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาอีกด้วย

บรรณานุกรม

สฤทธิ์เดช พัฒนเศรษฐพงษ์ (๒๕๖๐) เอกสารประกอบการอบรม “ระบบการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาตามเกณฑ์ผลลัพธ์”, สภาวิศวกร.

สภาวิศวกร (๒๕๖๐) การรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาฯ. [https://www.coe.or.th/coe2/tabee/coe.main.php/, เข้าถึงเมื่อวันที่ ๑ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๐]

สภาวิศวกร (๒๕๖๒) ขั้นตอนและวิธีการรับรองมาตรฐานคุณภาพวิศวกรรมศาสตร์ (ปรับปรุงครั้งที่ ๒), TABEE Thailand Accreditation Board for Engineering Education. [https://tabee.coe. or.th/, เข้าถึงเมื่อวันที่ ๖ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๕]

การวัดความพร้อมของอุตสาหกรรม ๔.๐ ในประเทศไทย
โดยใช้เครื่องมือชุดดัชนีชี้วัดความพร้อมของอุตสาหกรรม ๔.๐ สำหรับประเทศไทย

ชูศักดิ์ พรสิงห์[๑,๒] รวีภัทร ผุดผ่อง[๒] เจนกฤษณ์ คณาธารณา[๒] และ ศุภชัย ปทุมนากุล[๓]

[๑]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม

[๒]เขตนวัตกรรมระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EECi) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) วังจันทร์ ระยอง

[๓]ภาคีสมาชิก สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ประเภทวิชาเทคโนโลยี สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา, supachai.p@mhesi.go.th

บทนำ

ปัจจุบัน โลกกำลังเข้าสู่การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ ๔ (The Fourth Industrial Revolution) ซึ่งเป็นการปฏิวัติที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเทคโนโลยีดิจิทัล แตกต่างจากการปฏิวัติทั้ง ๓ ครั้งที่ผ่านมา ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป อุตสาหกรรม ๑.๐ เป็นอุตสาหกรรมที่พึ่งพาระบบเครื่องจักรกลและกลจักรไอน้ำในการขับเคลื่อนการผลิต อุตสาหกรรม ๒.๐ เป็นอุตสาหกรรมที่เป็นการผลิตในรูปแบบสายงานการผลิต สายงานประกอบ ผลิตสินค้าที่เป็นมาตรฐานแบบเดียวกันในปริมาณมาก ๆ (mass production) แต่ยังต้องพึ่งพาแรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ อุตสาหกรรม ๓.๐ เป็นช่วงของอุตสาหกรรมที่เริ่มมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (information technology) และคอมพิวเตอร์มาช่วยในการผลิต และเริ่มเปลี่ยนไปสู่ระบบการผลิตแบบอัตโนมัติมากขึ้น แต่ในขณะปัจจุบัน อุตสาหกรรมการผลิตกำลังก้าวเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม ๔.๐ ซึ่งระบบอุตสาหกรรมที่อยู่บนฐานของเทคโนโลยีดิจิทัล การเชื่อมต่อกันผ่านระบบอินเตอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง (internet of things) การใช้ปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligent) มาช่วยในการผลิต (Gooneratne et al., 2020)

การยกระดับของอุตสาหกรรมไทยเพื่อเข้าสู่อุตสาหกรรม ๔.๐ เพื่อให้เท่าทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีจึงมีความสำคัญต่อศักยภาพการแข่งขันของประเทศ และเพื่อให้การปรับเปลี่ยนยกระดับอุตสาหกรรมของประเทศไทย (ราชอาณาจักรไทย) เกิดประสิทธิภาพสูงสุดคุ้มค่าต่อการลงทุนในการปรับเปลี่ยน การดำเนินการจึงต้องทำอย่างเป็นระบบและเป็นขั้นตอน ซึ่งสามารถแบ่งการดำเนินการ ได้เป็น ๓ ขั้นตอน คือ ๑) ขั้นเริ่มต้น (initiation) เป็นการวิเคราะห์และประเมินสถานภาพปัจจุบันของผู้ประกอบการเพื่อให้เข้าใจสภาพปัญหาและรับทราบความพร้อมของตนเองในปัจจุบัน ๒) ขั้นระบุเทคโนโลยีที่เหมาะสม (solutioning) เป็นการวางแผนที่นำทาง (roadmap) การยกระดับความพร้อม และการจัดหาเทคโนโลยีที่ตอบโจทย์ปัญหาของผู้ประกอบการ และ ๓) ขั้นลงมือปฏิบัติและประยุกต์ใช้ (implementation and operation) เป็นการติดตั้งและประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีเพื่อใช้งานจริงในสถานประกอบการ ทำให้เกิดการยกระดับความพร้อมของภาคอุตสาหกรรมได้อย่างเป็นระบบ กระบวนการยกระดับความพร้อมนี้ จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่เป็นมาตรฐาน และมีความเหมาะสมกับบริบทของ อุตสาหกรรมอย่างแท้จริง หลายประเทศทั่วโลกมีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ชี้วัดความพร้อมซึ่งอาจเรียกว่า readiness index หรือ maturity Index ยกตัวอย่างเช่น Smart Industry Readiness Index (SIRI) ของสาธารณรัฐสิงคโปร์, Industries ๔.๐

Readiness Check ของสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี, Maturity Measurement of Productivity Again (iBench 4.0) ของสาธารณรัฐจีน (ไต้หวัน), Industry 4 WRD Readiness Assessment ของประเทศมาเลเซีย (ผู้ที่สนใจสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก Anbumozhi et al., 2020) แต่เนื่องจากบริบททางสังคมและอุตสาหกรรมของแต่ละประเทศที่มีความแตกต่างกัน ดังนั้น ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องมีดัชนีชี้วัดระดับความพร้อมของอุตสาหกรรมเป็นของตนเองเพื่อความสอดคล้องเหมาะสมต่อการทำงานในระบบอุตสาหกรรมไทยและมีความเหมาะสมกับบริบทประเทศและสังคมไทยมากที่สุด นอกจากนี้ การมีดัชนีชี้วัดของไทยยังเป็นการสร้างองค์ความรู้ ผู้เชี่ยวชาญภายในประเทศ ลดการพึ่งพิงระบบการประเมินของต่างประเทศ ช่วยลดความเสี่ยงของข้อมูลรั่วไหล เกิดการหมุนเวียนของเศรษฐกิจภายในประเทศ จากการเพิ่มอัตราการจ้างงานภายในประเทศโดยมีการสร้างอาชีพที่ปรึกษา (consultant) และผู้รับเหมาระบบ (system integrator: SI) ให้เกิดขึ้นในราชอาณาจักรไทย ดังนั้น สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) จึงได้ร่วมมือกับสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ส.อ.ท.) ภายใต้การสนับสนุนจากกองทุนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พร้อมด้วยพันธมิตรจากหลายหน่วยงานในภาคอุตสาหกรรม พัฒนาดัชนีชี้วัดระดับความพร้อมของอุตสาหกรรมไทย หรือเรียกว่า Thailand i4.0 Index ขึ้นเพื่อดำเนินการให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว

Lin et al. (2019) ได้เลือกใช้ SIRI ที่พัฒนาขึ้นโดย Economic Development Board (EDB) ของสาธารณรัฐสิงคโปร์ ซึ่งเป็นดัชนีวัดความพร้อมที่ได้รับการพัฒนาขึ้นจาก Reference Architectural Model Industries 4.0 (RAMI 4.0) ที่พัฒนาโดยสมาคมผู้ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี และ Industries 4.0 Maturity Index สิ่งที่ SIRI ได้รับการยอมรับคือ การพัฒนาเครื่องมือที่ชื่อว่า prioritization matrix ที่สามารถบ่งชี้ช่องว่าง (gap) และประเด็นสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมเพื่อการปรับปรุงสู่ความเป็นอุตสาหกรรม ๔.๐ ได้ งานวิจัยนี้ได้แสดงการประเมินสี่เสาหลักซึ่งประกอบไปด้วย การดำเนินงาน (operations) อัตโนมัติ (automation) การเชื่อมต่อ (connectivity) และความชาญฉลาด (intelligence) โดยอาศัยตารางการวัดระดับเพื่อสร้างคำถามสำหรับการสัมภาษณ์และการสำรวจสำหรับพนักงานระดับผู้จัดการ วิศวกร ช่างเทคนิค และผู้ปฏิบัติงานของอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง งานวิจัยนี้ยังแสดงให้เห็นถึงความยืดหยุ่นของการนำดัชนีชี้วัดดังกล่าวไปประยุกต์และยังสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการในการเข้าถึงข้อมูล เพื่อการตัดสินใจวัดระดับอุตสาหกรรมได้อีกหลากหลายทาง เช่น การประชุมกลุ่มย่อย การออกแบบสอบถาม การสนทนา Lazanyi & Lambovska (2020) ได้ประเมินดัชนีความพร้อมอุตสาหกรรม ๔.๐ ของกลุ่มประเทศกลุ่มวิแชกราด ๔ (Visegrad 4) ได้แก่ สาธารณรัฐเชค ประเทศฮังการี สาธารณรัฐโปแลนด์ และสาธารณรัฐสโลวัก (สโลวาเกีย) โดยได้เลือกใช้ Digital Economy and Society Index (DESI) ที่อาศัยข้อมูลทุติยภูมิในการประเมิน โดยดัชนี DESI มีประเด็นหลักที่พิจารณาอยู่ ๕ มิติด้วยกัน คือ ทุนมนุษย์ (human capital) การใช้อินเทอร์เน็ต (use of internet) การเชื่อมต่อ (connectivity) การบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล (integration of digital technology) และบริการสาธารณะดิจิทัล (digital public service) ทั้งนี้ ดัชนี DESI นับว่าเป็นดัชนีที่อาศัยข้อมูลทุติยภูมิของประเทศที่ทำการประเมิน และไม่สามารถนำมาประเมินอุตสาหกรรมเป็นรายอุตสาหกรรมหรือเป็นรายบริษัทได้ อย่างไรก็ดี ในระดับนโยบายถือว่ามีประโยชน์อย่างยิ่งในการทำความเข้าใจสถานะปัจจุบันของประเทศ การเทียบเคียงกับต่างประเทศ และการกำหนดทิศทางหรือนโยบายระดับมหภาคของประเทศในการพัฒนาประเทศไปสู่อุตสาหกรรม ๔.๐ ที่มีเทคโนโลยีดิจิทัลเป็นแกนกลาง ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า สามารถนำข้อมูลทุติยภูมิระดับมหาภาคมาประเมินและเทียบเคียงความสามารถและบ่งชี้อุปสรรคและข้อจำกัดที่ต้องจัดการเพื่อการพัฒนาไปสู่อุตสาหกรรม ๔.๐ ได้

Ramanathan & Samaranayake (2022) ได้นำเสนอ Industry 4.0 Readiness Assessment Framework (I4.0RAF) สำหรับอุตสาหกรรมการผลิต โดยได้ออกแบบการประเมินไว้ ๘ ตัวกำหนดด้วยกัน คือ กลยุทธ์และองค์กร (strategy and organization) โรงงานและอุปกรณ์ (plant and equipment) การจัดการระบบสารสนเทศและข้อมูล (IT systems and data management) ทรัพยากรมนุษย์ (human resources) นิยามการผลิต (production definition) การจัดการพลังงาน (energy consumption management) การจัดการคุณภาพ (quality management) การจัดการโซ่อุทาน (supply chain management) แต่ละตัวกำหนดนี้มีเกณฑ์การประเมินแตกต่างกันพร้อมกับการกำหนดรายละเอียดและคำอธิบายของแต่ละระดับในเกณฑ์ประเมินนั้น ๆ เช่น ตัวกำหนดโรงงานและอุปกรณ์ ประกอบไปด้วย ๔ เกณฑ์ประเมินคือ โรงงานและอุปกรณ์สำหรับอุตสาหกรรม ๔.๐ (plant and equipment for Industry 4.0) เครื่องจักรและระบบโครงสร้างพื้นฐาน (machine and system infrastructure) นำร่องชิ้นงานอัตโนมัติ (autonomously guided workpieces) การซ่อมบำรุงโรงงานและอุปกรณ์ (maintenance of plant and equipment) และแต่ละเกณฑ์ประเมินก็แบ่งออกเป็น ๕ ระดับด้วยกัน แต่ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทดลองใช้ดัชนีความพร้อมอุตสาหกรรม ๔.๐ นี้กับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่แห่งหนึ่งโดยดำเนินการในลักษณะการประเมินตนเองของโรงงานตามแนวทางที่ดัชนีได้กำหนดไว้ให้ การวิจัยนี้บ่งชี้ว่า I4.0RAF สามารถใช้ในการประเมินความพร้อมอุตสาหกรรม ๔.๐ ได้ดี เนื่องจากสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย สามารถทำการประเมินด้วยตนเองผ่านการประชุมระดมความคิดของผู้ที่เกี่ยวข้องในบริษัทได้ อย่างไรก็ดีผู้วิจัยได้ให้ความเห็นถึงข้อจำกัดของ I4.0RAF ที่พัฒนาขึ้นจากดัชนีความพร้อมอื่น ๆ ที่มีอยู่แล้วและจากรายงานของที่ปรึกษาหรือรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งขาดข้อมูลตรงจากอุตสาหกรรม ดังนั้นอาจมีการปรับปรุงโดยรับข้อเสนอแนะหลังจากผู้นำดัชนีนี้ไปปฏิบัติในอนาคต

Castelo-Branco et al. (2022) ได้พัฒนากรอบการทำงาน (framework) ในการวัดความพร้อมของอุตสาหกรรมในการปรับตัวสู่อุตสาหกรรม ๔.๐ และได้ออกแบบให้สามารถในไปใช้ได้ทั้งอุตสาหกรรมการผลิตและอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการบริการ ผู้วิจัยได้นำเสนอตัวชี้วัด ๓๘ ตัว ใน ๕ กลุ่มด้วยกัน ตัวชี้วัดเหล่านี้ได้มาจากการทบทวนวรรณกรรมและการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้เชี่ยวชาญด้านอุตสาหกรรม ๔.๐ กรอบการทำงานนี้ได้ถูกนำไปใช้วัดระดับความพร้อมของอุตสาหกรรมในประเทศโปรตุเกส ซึ่งเป็นบริษัทขนาดกลางและขนาดย่อมจำนวน ๒๗๗ บริษัท และบริษัทขนาดใหญ่จำนวน ๔๖ บริษัท ซึ่งประกอบไปด้วยอุตสาหกรรมผลิต อุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมเกษตร โรงแรมและร้านอาหาร อุตสาหกรรมการค้า และอุตสาหกรรมบริการอื่น ๆ ผลพบว่า กรอบการทำงานที่นำเสนอสามารถวัดความพร้อมของอุตสาหกรรมได้ดี ทั้งยังสามารถใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างบริษัทและระหว่างกลุ่มอุตสาหกรรมได้อีกด้วย อย่างไรก็ตามในหลาย ๆ ตัวชี้วัดยังเป็นลักษณะเชิงคุณภาพที่ต้องใช้ประสบการณ์และความเข้าใจของผู้ประเมินและตัดสินใจ

จากความตื่นตัวในการสร้างองค์ความรู้ด้านดัชนีวัดระดับความพร้อมอุตสาหกรรม ๔.๐ ของแต่ละประเทศ การสร้างดัชนีวัดระดับความพร้อมอุตสาหกรรม ๔.๐ สำหรับประเทศไทย (Thailand i4.0 Index) จึงมีผลอย่างมากต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) และเป็นการยกระดับมาตรฐานของอุตสาหกรรมไทย โดยจะเข้าไปช่วยทำให้โรงงานอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการมีองค์ความรู้เรื่องการปรับปรุงองค์กรให้เป็นมาตรฐานเพิ่มขึ้น ทราบว่าจะต้องปรับปรุงองค์กรของตนในด้านใด และควรเริ่มปรับปรุงด้านใดก่อนเพื่อให้ก้าวไปสู่องค์กรแห่งยุคอุตสาหกรรม ๔.๐ ได้อย่างมีกลยุทธ์สูงสุด

บทความนี้ได้แบ่งออกเป็น ๔ ส่วน ประกอบด้วย (๑) การอธิบายถึงมิติต่าง ๆ และรายละเอียดของชุดดัชนีชี้วัดความพร้อมอุตสาหกรรม ๔.๐ สำหรับประเทศไทย (Thailand i4.0 Readiness Index) (๒) ผลการนำไปใช้ประเมินเบื้องต้นในอุตสาหกรรมตัวอย่าง (๓) การวิเคราะห์ถึงองค์ประกอบที่สำคัญที่อุตสาหกรรมของ

ประเทศไทยจะได้ต้องได้รับการพัฒนา และ (๔) ข้อเสนอแนะแนวทางในการพัฒนาเชิงนโยบายของภาครัฐการสนับสนุนส่งเสริมอุตสาหกรรมในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้อุตสาหกรรมไทยได้ก้าวสู่อุตสาหกรรม ๔.๐ ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

เครื่องมือชุดดัชนีชี้วัดความพร้อมอุตสาหกรรม ๔.๐ สำหรับประเทศไทย

เครื่องมือชุดดัชนีชี้วัดความพร้อมอุตสาหกรรม ๔.๐ สำหรับราชอาณาจักรไทย ได้แบ่งระดับความพร้อมของอุตสาหกรรมออกเป็น ๖ มิติหลัก (dimensions) ประกอบด้วย (๑) มิติด้านเทคโนโลยี (technology) คือ ความพร้อมของระบบการผลิต ระบบบริหารและธุรการขององค์กร และระบบการจัดการสิ่งอำนวยความสะดวก (facility) ที่เป็นแบบอัตโนมัติ (automation) และมีโครงข่ายสารสนเทศ (network) ที่เชื่อมต่อกันแบบไร้รอยต่อ ยังแบ่งออกเป็น ๖ มิติย่อย (๒) มิติด้านการปฏิบัติการแบบชาญฉลาด (smart operation) คือ ความสามารถของระบบการผลิต ระบบบริหารและธุรการขององค์กร และระบบการจัดการสิ่งอำนวยความสะดวก (facility) ที่เป็นแบบชาญฉลาดและการบริหารจัดการที่ปรับเปลี่ยนในตัวระบบเอง ในมิตินี้ยังแบ่งออกได้อีก ๓ มิติย่อย (๓) มิติด้านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการส่งถ่ายข้อมูล (IT system & data transaction) คือ การบูรณาการระบบและการจัดการภายในองค์กรและระหว่างองค์กรที่อยู่ในห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งแบ่งออกเป็น ๒ มิติย่อย (๔) มิติด้านการตลาดและลูกค้า (market & customer) คือ การบริหารและจัดการที่เกี่ยวข้องความต้องการของตลาด การพัฒนาผลิตภัณฑ์และการจัดการตลอดช่วงอายุของผลิตภัณฑ์ แบ่งออกเป็น ๒ มิติย่อย (๕) มิติด้านกลยุทธ์และองค์กร (strategy & organization) คือ การบริหารจัดการทางกลยุทธ์และโคร้างสร้างการบริหารงานขององค์กร ซึ่งแบ่งออกเป็น ๓ มิติย่อย และมิติที่ (๖) มิติด้านทุนมนุษย์ (human capital) คือ การบริหารและจัดการทางทรัพยากรบุคคลขององค์กร ประกอบด้วย ๑ มิติย่อย ทั้งนี้ แบ่งจาก ๖ มิติหลักเป็น ๑๗ มิติย่อย ดังแสดงในตารางที่ ๑ และภาพที่ ๑ ทั้งนี้ เพื่อให้การวัดระดับความพร้อมของโรงงานและบริษัทมีความชัดเจนเพียงพอในการพิจารณา และแต่ละมิติย่อยมีการกำหนดระดับความพร้อมออกเป็น ๖ ระดับ (๖ band) เรียงจากคุณลักษณะของอุตสาหกรรม ๑.๐-๔.๐ ในแต่ละบริบทของมิติย่อย โดยให้ระดับความพร้อมของอุตสาหกรรมอยู่ระหว่าง band ๑ หมายถึง อุตสาหกรรมนั้นอยู่ในระดับอุตสาหกรรม ๑.๐ ส่วน band ๒ หมายถึง อุตสาหกรรมนั้นอยู่ในระดับอุตสาหกรรม ๒.๐ ระหว่าง band ๓ กับ ๔ หมายถึง อุตสาหกรรมนั้นอยู่ในระดับอุตสาหกรรม ๓.๐ และตั้งแต่ band ๕ ขึ้นไป หมายถึง อุตสาหกรรมนั้นอยู่ในระดับอุตสาหกรรม ๔.๐ ตัวอย่างคุณลักษณะของการจัดแบ่ง band ของมิติด้านเทคโนโลยี มิติย่อยด้านการผลิตอัตโนมัติ (production automation) แสดงในตารางที่ ๒

ตารางที่ ๑ มิติในการประเมินความพร้อมของอุตสาหกรรม ๔.๐

มิติหลัก		มิติย่อย		คำอธิบาย
๑	ด้านเทคโนโลยี (Technology)	๑.๑	การผลิตอัตโนมัติ (Production Automation)	พิจารณาที่เทคโนโลยีที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน หรือเฝ้าติดตามสภาวะของเครื่องจักร/อุปกรณ์/เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับตัวผลิตภัณฑ์
		๑.๒	การบริหารและธุรการอัตโนมัติ (Enterprise Automation)	พิจารณาที่เทคโนโลยีหรือโปรแกรมและอุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินงานและช่วยอำนวยความสะดวกในกระบวนการด้านงานบริหารและธุรการ ซึ่งได้แก่ การตลาด การขาย การวางแผนการผลิตและวัตถุดิบ การจัดซื้อ การจัดการคลัง การเงินและบัญชี การจัดการทรัพยากรบุคคล

		๑.๓	สิ่งอำนวยความสะดวกอัตโนมัติ (Facility Automation)	พิจารณาที่เทคโนโลยีที่ใช้ในการควบคุมหรือเฝ้าติดตามการทำงานของระบบ/เครื่องจักร/อุปกรณ์ ที่ดูแลสถานที่/อาคาร/สิ่งปลูกสร้าง ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินธุรกิจขององค์กร เทคโนโลยีในกลุ่มนี้ เช่น ระบบการจัดการ HVAC, ระบบปรับอากาศ, ระบบดูแลความปลอดภัยของอาคาร ระบบสาธารณูปโภค (น้ำ ไฟ ความร้อน) ระบบแสงสว่าง และระบบจัดการน้ำเสีย
		๑.๔	โครงข่ายสารสนเทศที่ใช้ในการผลิต (Production Network)	พิจารณาที่ความสามารถในการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครื่องจักร/อุปกรณ์/เครื่องมือ กับโครงข่ายที่ใช้ในกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์
		๑.๕	โครงข่ายสารสนเทศที่ใช้ในการบริหารและธุรการ (enterprise network)	พิจารณาที่ความสามารถในการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ เครื่องมือ ระบบคอมพิวเตอร์ กับโครงข่ายที่ใช้ในกระบวนการด้านงานบริหารและธุรการ
		๑.๖	โครงข่ายสารสนเทศที่ใช้ในการจัดการสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ (facility network)	พิจารณาที่ความสามารถในการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ เครื่องจักร ระบบคอมพิวเตอร์ กับโครงข่ายที่ใช้ในกระบวนการดูแลสถานที่ อาคาร สิ่งปลูกสร้าง ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินธุรกิจขององค์กร
๒	ด้านการปฏิบัติการแบบชาญฉลาด (smart operation)	๒.๑	การผลิตแบบชาญฉลาด (smart production)	พิจารณากระบวนการการใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่ได้จากเครื่องจักร อุปกรณ์ เครื่องมือในกระบวนการผลิตและกระบวนการสนับสนุนการผลิต เพื่อนำไปเพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินธุรกิจ
		๒.๒	การบริหารและธุรการ (smart enterprise)	พิจารณากระบวนการใช้ประโยชน์ของข้อมูลจากอุปกรณ์ เครื่องมือ ระบบคอมพิวเตอร์ และโครงข่ายที่ใช้ในกระบวนการด้านงานบริหารและธุรการ เพื่อนำไปเพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินธุรกิจ
		๒.๓	สิ่งอำนวยความสะดวก (smart facility)	พิจารณากระบวนการใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ เครื่อง จักร ระบบคอมพิวเตอร์ และโครงข่ายที่ใช้ในกระบวนการดูแลสถานที่ อาคารและสิ่งปลูกสร้าง เพื่อนำไปเพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินธุรกิจ
๓	ด้านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการส่งถ่ายข้อมูล (IT System & Data Transaction)	๓.๑	การบูรณาการภายในองค์กร (internal integration)	พิจารณาการบูรณาการใช้และแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างลำดับชั้นภายในองค์กรกับการเชื่อมต่อกันในโครงข่าย ซึ่งทำให้การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ และการประมวลผลของข้อมูลมีประสิทธิภาพ การดำเนินการตัดสินใจมีความยืดหยุ่นและอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลจริงที่เป็นปัจจุบัน สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด
		๓.๒	การบูรณาการภายนอกองค์กร (internal integration)	พิจารณาการบูรณาการใช้และการแลกเปลี่ยนข้อมูลในระดับองค์กรกับองค์กรในห่วงโซ่อุปทาน กระบวนการระดับองค์กร หมายรวมถึง การรับคำสั่งซื้อ การวางแผนการผลิต การจัดซื้อ การจัดหาและโลจิสติกส์ และบริการหลังการขาย ในขณะที่องค์กรในห่วงโซ่อุปทานนั้นหมายรวมถึงซัพพลายเออร์และลูกค้า

๔	ด้านการตลาดและลูกค้า (market & customer)	๔.๑	การวิเคราะห์การตลาด (market analysis)	พิจารณากระบวนการการรวบรวมข้อมูลของตลาดและกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย เช่น ใคร (อายุ เพศ อาชีพ ความชอบ ฯลฯ) ขนาดตลาด ความสามารถในการซื้อ ลักษณะการใช้จ่าย เป็นต้น เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดกลยุทธ์ทางธุรกิจและเป็นปัจจัยหลักในการรักษาความ สามารถในการแข่งขันขององค์กร
		๔.๒	วงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (product life cycle)	พิจารณากระบวนการการดูแล จัดการ การเข้าถึงและการป้องกันข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ และการผลิตครอบคลุมขั้นตอนตั้งแต่การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ การสร้างต้นแบบทางวิศวกรรม การออกแบบกระบวนการผลิต การทดลองผลิต การเริ่มการผลิต การส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า การบริการหลังการขาย ตลอดจนการยุติการผลิตและการจำหน่ายผลิตภัณฑ์
๕	ด้านกลยุทธ์และองค์กร (strategy & organization)	๕.๑	การจัดการแบบบนลงล่าง (top-down management)	การพิจารณาความพร้อมของคณะผู้บริหารองค์กรทุกระดับในความเข้าใจและความสามารถในการประยุกต์แนวความคิดอุตสาหกรรม ๔.๐ มาเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันขององค์กร เพื่อให้องค์กรบรรลุเป้าหมายของการยกระดับความพร้อมสู่อุตสาหกรรม ๔.๐ ได้ผลสำเร็จ
		๕.๒	กลยุทธ์อุตสาหกรรม ๔.๐ (i4.0 strategy)	การพิจารณาการวางแผนและดำเนินการตามแผนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายระยะเวลาขององค์กรในการปรับตัวสู่อุตสาหกรรม ๔.๐ ซึ่งอาจหมายรวมถึงการจัดลำดับความสำคัญในด้านที่จำเป็นต้องเร่งดำเนินการ การจัดทำแผนที่นำทางสำหรับการยกระดับความพร้อมขององค์กร การพัฒนาระบบและกลไกการบริหารจัดการภายในองค์กร กระบวนการและการดำเนินการต่าง ๆ ที่จะทำให้วิสัยทัศน์ขององค์กรเปลี่ยนเป็นผลลัพธ์ทางธุรกิจได้อย่างเป็นรูปธรรม
		๕.๓	ความร่วมมือระหว่างบริษัท (inter-company collaboration)	การพิจารณากระบวนการทำงานร่วมกับพันธมิตรภายนอกอย่างสร้าง สรรค์เพื่อให้บรรลุวิสัยทัศน์และวัตถุประสงค์ร่วมกัน นวัตกรรมจากความร่วมมือกันถือเป็นกลไกขององค์กรที่มีความทันสมัย คล่องตัว ช่วยสร้างความสามารถขององค์กรในการบุกเบิกความคิดใหม่ ๆ ที่มีความสุดขั้วได้ และยังเป็นกลไกที่ช่วยให้องค์กรตลอดห่วงโซ่อุปทานได้มีส่วนร่วมในการทำให้เกิดโมเดลธุรกิจรูปแบบใหม่ ๆ
๖	ด้านทุนมนุษย์ (human capital)	๖.๑	การเรียนรู้ของกำลังคน (workforce learning)	การพิจารณากระบวนการของวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะ ขีดความ สามารถของบุคลากร เพื่อให้องค์กรมุ่งสู่ความเป็นเลิศ

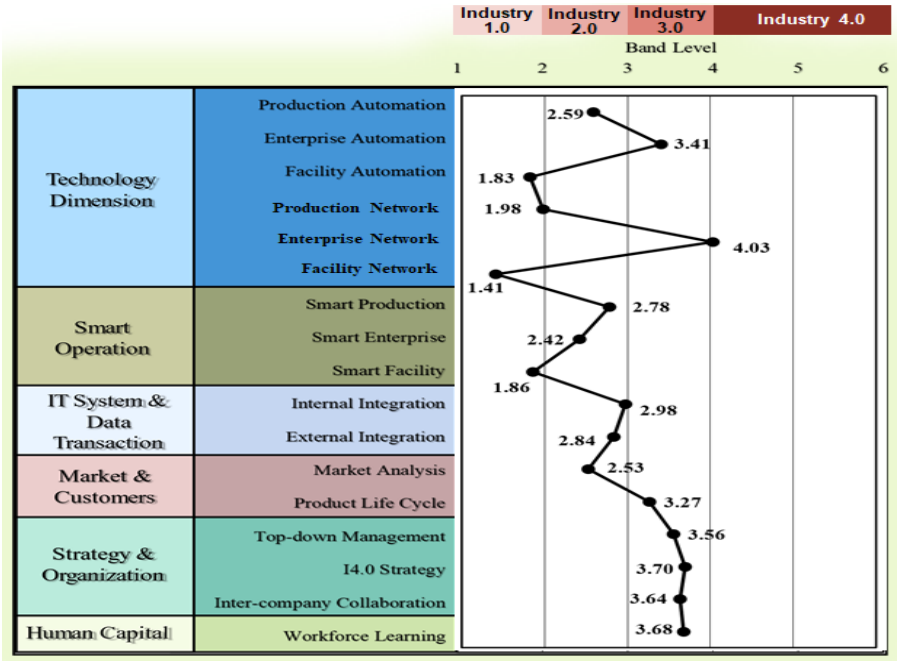
ภาพที่ ๑ กรอบการประเมินตามดัชนีชี้วัดความพร้อมอุตสาหกรรม ๔.๐ สำหรับประเทศไทย ๖ มิติ ๑๗ มิติย่อย

ตารางที่ ๒ ตัวอย่างคุณลักษณะของการจัดแบ่ง band ของมิติด้านเทคโนโลยี มิติย่อยด้านการผลิตอัตโนมัติ

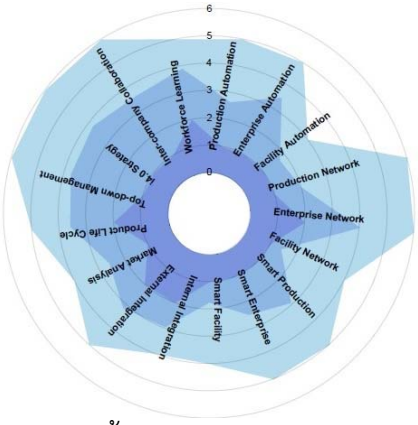
ระดับความพร้อม (band)	ความเป็นอัตโนมัติ (automation)	โครงข่ายสารสนเทศ (network)	ความชาญฉลาด (smart)	การบูรณาการ (integration)
๖	อัตโนมัติทั่วทั้งบริษัท (company-wide automation)	ปรับเปลี่ยนและทำซ้ำได้ง่าย (easy change and duplication)	ระบบที่สามารถพยากรณ์และปรับเปลี่ยนล่วงหน้า (forecastable and adaptable system)	การทำให้เหมาะสมที่สุด (optimisation)
๕	อัตโนมัติแบบยืดหยุ่น (flexible automation)	โครงข่าย ฯ มีความปลอดภัย (secured network)	ระบบป้องกันความเสียหายล่วงหน้า (precaution enabled system)	บูรณาการการวางแผนและการลงมือปฏิบัติ (integrated planning and implementation)
๔	สายการผลิตอัตโนมัติ (automation line)	การสื่อสารในเวลาจริง (real-time communication)	ระบบวิเคราะห์ (analytical system)	มีการแบ่งปัน (sharing)
๓	อัตโนมัติเป็นฐาน (automation oriented)	เครื่องจักรกับเครื่องจักรสื่อสารกันเอง (machine-machine communication)	ระบบแจ้งเตือน (notifiable system)	ซอฟต์แวร์สารสนเทศแบบแยกส่วน (separated IT software)
๒	อัตโนมัติบางส่วน (partial automation)	เครื่องจักรสื่อสารผ่านระบบโครงข่าย ฯ (machine-network communication)	ระบบโปรแกรมล่วงหน้า (pre-programming system)	มีขั้นตอนการทำงานเป็นทางการ (formal procedure)
๑	แรงงานเป็นฐาน (labor oriented)	เครื่องจักรต่างไม่เชื่อมต่อกัน (stand-alone machines)	อนาล็อกเป็นฐาน (analog oriented)	การทำงานแบบโดดเดี่ยว (individual oriented)

๓. ผลการประเมินอุตสาหกรรมไทย

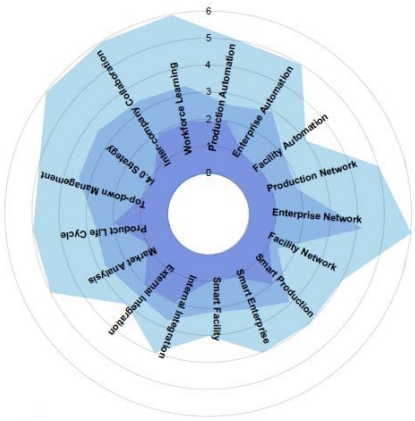
ได้นำเครื่องมือชุดดัชนีชี้วัดความพร้อมอุตสาหกรรม ๔.๐ สำหรับประเทศไทย (Thailand i4.0 Readiness Index) ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ไปทดลองการประเมินอุตสาหกรรมไทย ๑๐๐ บริษัท โดยแบ่งเป็นกลุ่มอุตสาหกรรม ๔ กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน ๔๐ กิจการ กลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ๒๑ กิจการ กลุ่มอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ๑๘ กิจการ และกลุ่มอุตสาหกรรมอื่น ๆ ๒๑ กิจการ หากแบ่งตามขนาดของอุตสาหกรรม ได้อุตสาหกรรมขนาดเล็ก ๑๓ กิจการ อุตสาหกรรมขนาดกลาง ๒๙ กิจการ และอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ๕๘ กิจการ อุตสาหกรรมส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ภาคกลางของประเทศคิดเป็นประมาณ ๖๓ กิจการ ผลการประเมินทั้ง ๑๐๐ กิจการ (ภาพที่ ๒) พบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับความพร้อมอยู่ที่ระดับ ๒.๘๕ ซึ่งหมายความว่า อุตสาหกรรมในประเทศไทยโดยเฉลี่ยยังอยู่ในระดับอุตสาหกรรม ๒.๐ ที่มุ่งเน้นการผลิตแบบสายงานการผลิต สายงานประกอบ ผลิตสินค้าที่เป็นมาตรฐานแบบเดียวกันในปริมาณมาก ๆ (mass production) และยังต้องพึ่งพาแรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ มิติหลักด้านทุนมนุษย์ (human capital) และด้านกลยุทธ์และองค์กร (strategy & organization) เป็นมิติหลักที่อุตสาหกรรมมีความพร้อมสูงสุด มีคะแนนความพร้อมในทุกมิติย่อยมากกว่า ๒.๕ ในขณะที่มิติหลักด้านการปฏิบัติการแบบชาญฉลาด (smart operation) มีระดับความพร้อมต่ำสุด เมื่อพิจารณาในมิติย่อย ดัชนีที่มีคะแนนสูงสุดคือ ด้านโครงข่ายสารสนเทศการบริหารจัดการ (enterprise network) มีค่าคะแนนที่ ๔.๐๓ ในขณะที่ดัชนีที่มีคะแนนต่ำสุดคือด้านโครงข่ายสารสนเทศสิ่งอำนวยความสะดวก (facility network) มีค่าคะแนนเพียง ๑.๔๑ ทั้งนี้สามารถแยกวิเคราะห์รายกลุ่มอุตสาหกรรมในลักษณะแผนภูมิเรดาร์ดังแสดงในภาพที่ ๓ ในรูปที่ ๓ (ก) เป็นผลการประเมินของกลุ่มยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์จำนวน ๔๐ บริษัท สีม่วงเข้มคือ ค่าเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม ในขณะที่สีฟ้าคือค่าดีที่สุดของกลุ่ม เช่น มิติย่อยสิ่งอำนวยความสะดวกอัตโนมัติ (facility automation) มีค่าเฉลี่ยที่ ๑.๘ ในขณะที่ค่าที่ดีที่สุดของกลุ่มอยู่ที่ ๓.๐ แผนภูมิเรดาร์ทั้งสี่แผนภูมิแสดงให้เห็นถึงทิศทางที่สมควรได้รับการพัฒนา เพื่อให้อุตสาหกรรมของประเทศไทยเข้าสู่อุตสาหกรรม ๔.๐ ได้อย่างสมบูรณ์



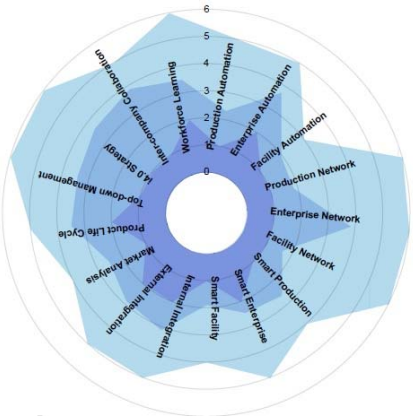
ภาพที่ ๒ ค่าดัชนีระดับความพร้อมของอุตสาหกรรมจำนวน ๑๐๐ บริษัท



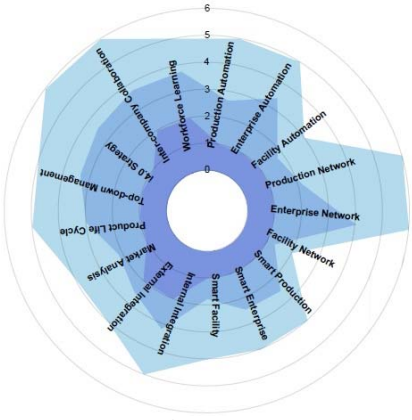
(ก) กลุ่มชิ้นส่วนยานยนต์ ๔๐ บริษัท



(ข) กลุ่มอาหารและเครื่องดื่ม ๒๑ บริษัท



(ค) กลุ่มไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ๑๘ บริษัท



(ง) กลุ่มอื่น ๆ ๒๑ บริษัท

ภาพที่ ๓ แผนภูมิเรดาร์ค่าดัชนีระดับความพร้อมของอุตสาหกรรมแยกกลุ่ม

บทสรุป

การเข้าถึงระดับความพร้อมของอุตสาหกรรมด้านการวางแผนในการยกระดับอุตสาหกรรมเพื่อเข้าสู่อุตสาหกรรม ๔.๐ ได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และยั่งยืนนั้น จำเป็นต้องมีเครื่องมือสำหรับการชี้วัดพร้อมทั้งขั้นตอนในการยกระดับอย่างเป็นระบบ ความจริงราชอาณาจักรไทยได้มีนโยบายในการยกระดับอุตสาหกรรมเพื่อเข้าสู่อุตสาหกรรม ๔.๐ อย่างชัดเจนในทุกมิติ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนาเครื่องมือหรือดัชนีชี้วัดความพร้อมของอุตสาหกรรมที่เหมาะกับบริบทของประเทศ ด้วยการสนับสนุนจากกองทุนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติได้มีความร่วมมือกับสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ได้จัดตั้งคณะทำงานเฉพาะกิจจากทั้งภาคเอกชน ภาคการศึกษา และภาครัฐ ในการพัฒนาดัชนีชี้วัดความพร้อมอุตสาหกรรม ๔.๐ สำหรับประเทศไทย (Thailand i4.0 Readiness Index) และได้ดำเนินการนำร่องในการตรวจวัดระดับความพร้อม ๑๐๐ บริษัท ทำให้ได้ภาพรวมระดับมหภาคด้านความพร้อมในการเข้าสู่อุตสาหกรรม ๔.๐ ของประเทศ ฐานข้อมูลอุตสาหกรรมที่ได้รับยังสามารถแยกเป็นรายอุตสาหกรรมในมิติต่าง ๆ ที่ภาครัฐสนใจ เพื่อการวางแผนเชิงนโยบายขับเคลื่อนอุตสาหกรรมของประเทศที่อยู่บนพื้นฐานของข้อมูล (data-driven policy) ได้ ยังสามารถนำข้อมูลการวัดระดับความพร้อมไปใช้ในการเปรียบเทียบ (benchmarking) สถานะของบริษัทกับกลุ่มบริษัทในอุตสาหกรรม

เดียวกันได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม เพื่อการเทียบเคียงระดับความพร้อมในระดับภูมิภาคและระดับนานาชาติ ควรมีการเทียบเคียงดัชนีชี้วัดและการวัดระดับต่าง ๆ รวมถึงคุณลักษณะและเทียบเคียงกับดัชนีชี้วัดอุตสาหกรรม ๔.๐ อื่น ๆ เช่น SIRI, iBench 4.0 หรือ IMPULS

เอกสารอ้างอิง

Anbumozhi, V., Ramanathan, K. and Wyes, H. (2020) Assessing the Readiness for Industry 4.0 and the Circular Economy, ISBN: 978-6-025460-28-9, Economic Research Institute for ASEAN and East Asia, Jakarta Indonesia.

Atik, H. and Ünlü, F. (2019) The Measurement of Industry 4.0 Performance through Industry 4.0 Index: An Empirical Investigation for Turkey and European Countries. Procedia Comput. Sci. 158, 852-860.

Castelo-Branco, I., Oliveira, T., Simões-Coelho, P., Portugal, J. and Filipe, I. (2022) Measuring the Fourth Industrial Revolution through the Industry 4.0 Lens: The Relevance of Resources, Capabilities and the Value Chain. Comput. Ind. 138(C), 103639.

Gooneratne, C.P., Magana-Mora, A., Otalvora, W.C., Affleck, M., Singh, P., Zhan, G.D. and Moellendick, T.E. (2020) Drilling in the Fourth Industrial Revolution—Vision and Challenges. IEEE Eng. Manag. Rev. 48(4), 144-159.

Lazanyi, K. and Lambovska, M. (2020) Readiness for Industry 4.0 Related Changes: A Case Study of the Visegrad Four. Ekonomicko-manazerske spektrum. 14(2), 100-113.

Lin, W.D., Low, M.Y., Chong, Y.T. and Teo, C.L. (2019) Application of SIRI for Industry 4.0 Maturity Assessment and Analysis *in* 2019 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), pp. 1450-1454.

Ramanathan, K. and Samaranayake, P. (2022) Assessing Industry 4.0 Readiness in Manufacturing: A Self-diagnostic Framework and An Illustrative Case Study. J. Manuf. Technol. Manag. 33(10), 468-488.

Thailand i4.0 Index เครื่องมือชุดดัชนีชี้วัดอุตสาหกรรม 4.0 สำหรับประเทศไทย [https://www.thindex.or.th, เข้าถึงเมื่อวันที่ ๒ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๕]

กิจกรรมและผลงานของสำนักวิทยาศาสตร์

(สิงหาคม-ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๕)

การจัดการประชุมวิชาการนานาชาติเชิงปฏิบัติการ

สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา เป็นเจ้าภาพร่วมกับ IPSJ Special Interest Group on Audio Visual and Multimedia Information Processing (IPSJ-AVM); Thammasat University, Sirindhorn International Institute of Technology และ Artificial Intelligence Association of Thailand จัดการประชุมวิชาการนานาชาติเชิงปฏิบัติการด้านระบบสื่อสารข้อมูลอัจฉริยะในภูมิภาคเอเชีย (The 2022 International Workshop on Smart Info-Media System in Asia – SISA 2022) ณ กรุงเทพฯ ประเทศไทย ระหว่างวันที่ ๑๕-๑๖ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๕ ในรูปแบบออนไลน์ด้วยเวลาการประชุมภายใต้สามโซนเวลา การจัดประชุมครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจาก Smart Info-Media Systems (SIS) Technical Committee, Engineering Sciences Society (ESS), The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers (IEICE)

การบรรยายทางวิชาการในที่ประชุมสำนักวิทยาศาสตร์

วันพุธที่ ๓ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- เรื่อง “ความหลากหลายของยีสต์ในป่าพรุและการค้นหาสายพันธุ์เพื่อใช้ในการเกษตร โดยศาสตราจารย์ ดร.สาวิตรี ลิ่มทอง ราชบัณฑิต ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ สาขาวิชาจุลชีววิทยา
- เรื่อง “การค้นหายาด้วยวิธีเคมีคอมพิวเตอร์” โดย ศาสตราจารย์ ดร.สุภา หารหนองบัว ภาคีสมาชิก ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ สาขาวิชาเคมี
- เรื่อง “ยาผสมชนิดขนาดยาคงที่” โดย ศาสตราจารย์ ดร.ภก.พรศักดิ์ ศรีอมรศักดิ์ ภาคีสมาชิก ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ สาขาวิชาเภสัชศาสตร์

วันพุธที่ ๑๗ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- เรื่อง “หอยสองฝา: ดัชนีตรวจสอบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก” โดย ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญหา ภาคีสมาชิก ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ สาขาวิชาสัตววิทยาและสัตวศาสตร์
- เรื่อง “การพัฒนาอุตสาหกรรม ๔.๐ ในประเทศไทย” โดย ศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย ปทุมนากุล ภาคีสมาชิก ประเภทวิชาเทคโนโลยี สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการ
- เรื่อง “ทำไมแป้งจึงไม่ใช่สตาร์ช” โดย ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.อรอนงค์ นัยวิกุล ภาคีสมาชิก ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร และสัตวแพทยศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและเทคโนโลยี

วันพุธที่ ๗ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๕

- เรื่อง “ทันตกรรมในช่วงการระบาดของโรคโควิด 19” โดย ศาสตราจารย์ ดร. ทพญ.วรานันท์ บัวจีบ ราชบัณฑิต ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ สาขาวิชาทันตแพทยศาสตร์

- เรื่อง “การผลิตไฮโดรเจนสะอาดจากกระบวนการแยกน้ำด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาเชิงแสง Au/TiO_2” โดย ศาสตราจารย์ ดร.มะลิ หุ่นสม ภาคีสมาชิก ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีเคมี
- เรื่อง “หุ่นยนต์ช่วยผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม” โดย ศาสตราจารย์ นพ.กีรติ เจริญชลวานิช ภาคีสมาชิก ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ สาขาวิชาศัลยศาสตร์ ออร์โทพีดิกส์

วันพุธที่ ๒๑ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๕

- เรื่อง “หลักสูตรนวัตกรรมบูรณาการเพื่อสร้างบัณฑิตสำหรับโลกอนาคต” โดย ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.วรศักดิ์ กนกนุกูลชัย ราชบัณฑิต ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
- เรื่อง “ยุทธศาสตร์การบริหารวัคซีนโรคโควิด 19” โดย ศาสตราจารย์ ดร. นพ.สิริฤกษ์ ทรงศิวิไล ภาคีสมาชิก ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ สาขาวิชาชีววิทยาระดับโมเลกุล และศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. นพ. สมชัย บวรกิตติ ราชบัณฑิต ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ สาขาวิชาอายุรศาสตร์
- เรื่อง “สมรรถนะของผิวทางคอนกรีตที่ปรับปรุงด้วยน้ำยางพารา” โดย ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข ภาคีสมาชิก ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
- เรื่อง “พยาธิแพทย์วินิจฉัยตัวอย่างชิ้นเนื้อว่าเป็นเนื้องอกร้ายหรือไม่ร้าย จากหลักฐานอะไร” โดย ศาสตราจารย์ นพ.สัญญา สุขพณิชนันท์ ภาคีสมาชิก ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ สาขาวิชาเวชศาสตร์ชันสูตร

วันพุธที่ ๕ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- เรื่อง “ตัวรับเชิงกลในเซลล์กระดูก” โดย ศาสตราจารย์ ดร. นพ.นรัตถพล เจริญพันธุ์ ภาคีสมาชิก ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ สาขาวิชาสรีรวิทยา
- เรื่อง “การเพิ่มประสิทธิภาพไซยาโนแบคทีเรียเพื่อผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ” โดย ศาสตราจารย์ ดร. อรัญ อินเจริญศักดิ์ ภาคีสมาชิก ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ สาขาวิชาชีวเคมี
- เรื่อง “การพัฒนาชุดตรวจแล็กเทตเพื่อคัดกรองภาวะการติดเชื้อในกระแสโลหิตในระยะเริ่มต้น” โดย รองศาสตราจารย์ ดร. นพ.ณัฐชัย ศรีสวัสดิ์ ภาคีสมาชิก ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ สาขาวิชาอายุรศาสตร์

วันพุธที่ ๑๙ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- เรื่อง “การถอดรหัสพันธุกรรมแบบเซลล์เดี่ยวและโครงการแผนที่เซลล์มนุษย์” โดย ศาสตราจารย์ นพ. มานพ พิทักษ์ภากร ภาคีสมาชิก ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ สาขาวิชาอายุรศาสตร์
- เรื่อง “กลูเทน : โปรตีนที่มีประโยชน์หรือโทษกันแน่?” โดย ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.อรอนงค์ นัยวิกุล ภาคีสมาชิก ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร และสัตวแพทยศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและเทคโนโลยี
- เรื่อง “การพัฒนาสูตรสารเคลือบเพื่อควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารพืช” โดย ดร.วิยงค์ กังวานศุภมงคล ภาคีสมาชิก ประเภทวิชาเทคโนโลยี สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ

ราชบัณฑิตและภาคีสมาชิกเผยแพร่บทความทางวิชาการระดับชาติและนานาชาติ รวม ๗๘ ฉบับ และ book chapter ๑ เล่ม

ราชบัณฑิตและภาคีสมาชิกสำนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการเชิดชูเกียรติ ปริญญาดุษฎีบัณฑิตกิตติมศักดิ์ รางวัล โล่ และตำแหน่งสำคัญอื่น ๆ

กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศาสตราจารย์ ดร.จงรักษ์ ผลประเสริฐ ราชบัณฑิต ที่ได้รับโล่กิตติการจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เมื่อวันพุธที่ ๒๗ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา เรืองแสง ภาคีสมาชิก ได้รับรางวัลนักเรียนทุนรัฐบาลไทยดีเด่น ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๕ สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ จากสมาคมนักเรียนทุนรัฐบาลไทย

สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศาสตราจารย์ ดร.ปกรณ์ อดุลพันธุ์ ราชบัณฑิต ได้รับการแต่งตั้งเป็นกรรมการในคณะกรรมการสรรหาอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เมื่อวันพุธที่ ๒ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล ราชบัณฑิต ได้รับแต่งตั้งให้เป็นกรรมการสภาสถาบันผู้ทรงคุณวุฒิ ของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ตั้งแต่วันที่ ๒๑ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศาสตราจารย์ ดร.ปกรณ์ อดุลพันธุ์ ราชบัณฑิต ได้รับเชิญจาก Operations Research Network of Thailand (ORNET) ให้เป็นที่ปรึกษาของเครือข่าย เมื่อวันจันทร์ที่ ๔ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.สายสมร ลำยอง ภาคีสมาชิก ได้รับการเชิดชูเกียรติด้านการวิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๕ ให้เป็น “นักวิจัยยอดเยี่ยม” อาจารย์/นักวิจัยที่มีผลงานตีพิมพ์ได้รับการอ้างอิงสูง (High Citation) และได้รับทุนศาสตราจารย์วิจัยดีเด่น ประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๕ จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ให้ทำวิจัย เรื่อง การประยุกต์ใช้สารออกฤทธิ์ชีวภาพจากราเพื่ออุตสาหกรรมอาหารสุขภาพ การนำไปใช้ทางการแพทย์เพื่อการค้นหายา และการตรวจหาสารพิษด้วยวิธีทางภูมิคุ้มกันวิทยา

- ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.สายสมร ลำยอง ภาคีสมาชิก ได้รับคัดเลือกให้ได้รับรางวัล “2021 Distinguished Asian Mycologist Award” ในการประชุมวิชาการนานาชาติ Asian Mycological Congress 2021 จัดขึ้นที่ Thailand Science Park Convention Center, Pathum Thani เมื่อวันที่ ๓-๕ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศาสตราจารย์เกียรติคุณ นพ.สุรพล อิสรไกรศีล ราชบัณฑิต ได้รับพระราชทานปริญญาแพทยศาสตรดุษฎีบัณฑิตกิตติมศักดิ์ มหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อวันจันทร์ที่ ๒๔ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต ราชบัณฑิต ได้รับวุฒิบัตรการพัฒนาตามหลักสูตรส่งเสริมคุณภาพกรรมการสภาสถาบันอุดมศึกษาและผู้บริหารระดับสูง รุ่นที่ ๑ จากกระทรวงการอุดมศึกษาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

- ศาสตราจารย์ ดร. นพ.สิริฤกษ์ ทรงศิวิไล ภาคีสมาชิก ได้รับแต่งตั้งจากสภามหาวิทยาลัยมหิดล ให้ดำรงตำแหน่งศาสตราจารย์เกียรติคุณ สาขาวิชาวิทยาภูมิคุ้มกัน คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

- ศาสตราจารย์ นพ.รุ่งโรจน์ พิทยศิริ ภาคีสมาชิก ได้รับรางวัลชนะเลิศนวัตกรรมแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๕ ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ประเภทหน่วยงานภาคเอกชน จากสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

กิจกรรมอื่น ๆ ของราชบัณฑิตและภาคีสมาชิก

กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. นพ.สมชัย บวรกิตติ ราชบัณฑิต ได้รับเชิญจากมูลนิธิสถาบันวิจัยนโยบายเศรษฐกิจการคลัง (มูลนิธิ สวค.) เข้าร่วมระดมความคิดเห็นในโครงการวิจัยความสูญเสียโอกาสเชิงเศรษฐกิจและสุขภาพจากพฤติกรรมการใช้บุหรี่ไฟฟ้าในประเทศไทย เมื่อวันพฤหัสบดีที่ ๒๑ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๕ ณ ห้องประชุม Infinity 1 Pullman Bangkok King Power

- ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.มงคล เดชนครินทร์ ราชบัณฑิต ได้รับเชิญเป็นวิทยากรเรื่องภาษาไทยในหนังสือและตำราวิชาการ ในการสัมมนาเรื่อง “แนวทางการเขียน จัดพิมพ์ เผยแพร่ตำราและหนังสือวิชาการ” เมื่อวันพฤหัสบดีที่ ๒๑ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๕ ณ โรงแรมแมนดาริน กรุงเทพฯ โดยสำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศาสตราจารย์ ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ ราชบัณฑิต ได้รับเชิญเป็นวิทยากร บรรยาย เรื่อง “เขียนผลงานวิจัยอย่างไรให้ได้ตีพิมพ์ใน Q1” ในรูปแบบออนไลน์ เมื่อวันพุธที่ ๒๙ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๕ จัดโดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

- ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.สายสมร ลำยอง ภาคีสมาชิก ได้รับเชิญเป็น Keynote speaker บรรยายในหัวข้อ “Current insight into the diversity and BCG application of fungi” และได้รับคัดเลือกให้ได้รับรางวัล “2021 Distinguished Asian Mycologist Award” ในการประชุมวิชาการนานาชาติ Asian Mycological Congress 2021 จัดขึ้นที่ Thailand Science Park Convention Center, Pathum Thani เมื่อวันที่ ๓-๕ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญหา ภาคีสมาชิก ได้ร่วมเป็น “Scientific Committee” ในการประชุมวิชาการ SAGE 2022 MANILA: 4th Southeast Asian Gateway Biodiversity, Manila, The Philippines ระหว่างวันที่ ๘-๑๒ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕ ณ กรุงมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์

- ศาสตราจารย์ ดร.สนิท อักษรแก้ว ราชบัณฑิต ได้รับเชิญให้บรรยายพิเศษ เรื่อง Moving a Natural Resource and Environment Management ในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติด้านสิ่งแวดล้อม The 7th International Conference on Environmental Development Administration 2022 ภายใต้หัวข้อเรื่อง “The Nexus between Environment and Sustainability for the Next Decade” เมื่อวันเสาร์ที่ ๑๓ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕ ผ่านระบบออนไลน์ MS Teams

- ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.วรศักดิ์ กนกนุกูลชัย ราชบัณฑิต เขียนบทความเรื่อง ไฟไหม้ Mountain B : ทุกองค์ประกอบขัดต่อมาตรฐาน ลงในสำนักข่าวอิศรา เมื่อวันจันทร์ที่ ๑๕ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศาสตราจารย์ ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ ราชบัณฑิต

๑) มอบ เครื่องฆ่าเชื้อไวรัส COVID-19 ด้วยรังสี UVC ซึ่งเป็นผลงานวิจัยของ ศาสตราจารย์ ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ และทีมวิจัย ให้แก่ โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน ๑๐ เครื่อง โดย ศาสตราจารย์ นพ.ปิยะมิตร ศรีธรา คณบดีคณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี เป็นผู้รับมอบ ฯ เมื่อวันอังคารที่ ๑๖ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕ ณ อาคาร FIBO มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

๒) มอบหนังสือ เรื่อง “Solar-Driven Water Treatment : Re-engineering and Accelerating Nature’s Water Cycle” ซึ่ง ศาสตราจารย์ ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ และทีมวิจัย เป็น Editor และจัดพิมพ์โดย สำนักพิมพ์ Academic Press (Elsevier) ให้แก่ ห้องสมุดสตางค์ มงคลสุข จำนวน ๑ เล่ม หอสมุดและคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล (หอสมุดกลาง) จำนวน ๑ เล่ม โดย หัวหน้างานสารสนเทศและห้องสมุดสตางค์ มงคลสุข เป็นผู้รับมอบ เมื่อวันศุกร์ที่ ๑๙ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕ ณ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

- ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.วรศักดิ์ กนกนุกุลชัย ราชบัณฑิต เขียนบทความเรื่อง Lessons from the Mountain B fire ลงในหนังสือพิมพ์ Bangkok Post เมื่อวันพุธที่ ๒๔ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศาสตราจารย์เกียรติคุณ นพ.ยงยุทธ วัชรดุลย์ ราชบัณฑิต เป็นวิทยากร เรื่อง “การกำหนดหัวข้อวิจัยแบบสหวิทยาการ เรื่อง “ชื่อตัว ชื่อรอง และชื่อสกุลของคนไทย” และ ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ ราชบัณฑิต เป็นวิทยากร เรื่อง “การเชื่อมโยงฐานข้อมูลชื่อตัว ชื่อรอง และชื่อสกุลของคนไทย” ในการประชุมวิชาการเรื่อง “ชื่อตัว ชื่อรอง และชื่อสกุลของคนไทย” จัดโดยคณะกรรมการสหวิทยาการเพื่อการวิจัยและพัฒนา สำนักงานราชบัณฑิตยสภา เมื่อวันจันทร์ที่ ๕ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๕ ณ สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี และผ่านระบบ ZOOM Cloud Meetings

- ศาสตราจารย์ ดร.สนิท อักษรแก้ว ราชบัณฑิต เป็นประธานเปิดการประชุมวิชาการนานาชาติ International Symposium of Mycotoxicology 2022 & International Conference of Mycotoxicology and Food Security 2022 จัดแบบออนไลน์ โดยสมาคมสารพิษจากเชื้อราแห่งประเทศไทย ร่วมกับ Japanese Society of Mycotoxicology ณ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระหว่างวันที่ ๖-๙ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศาสตราจารย์ ดร.สาวิตรี ลิ่มทอง ราชบัณฑิต ได้รับเชิญเป็น invited speaker บรรยายในหัวข้อ “Biocontrol of aflatoxin-producing Aspergillus flavus by yeasts produced volatile organic compounds” ในการประชุมวิชาการนานาชาติ International Symposium of Mycotoxicology 2022 & International Conference of Mycotoxicology and Food Security 2022 จัดแบบออนไลน์ โดยสมาคมสารพิษจากเชื้อราแห่งประเทศไทย ร่วมกับ Japanese Society of Mycotoxicology เมื่อวันศุกร์ที่ ๙ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร. นสพ.ณรงค์ศักดิ์ ชัยบุตร ราชบัณฑิต หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง “การศึกษาประสิทธิผลของวัคซีน African horse sickness serotype 1 เชื้อตาย และการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันวิทยาเพื่อป้องกันโรคกาฬโรคแอฟริกาในม้า” พร้อมคณะนักวิจัย จากสถานเสาวภา สภากาชาดไทย และคณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้นำเสนอผลงานในการแถลงข่าว ความสำเร็จกับการพัฒนาต้นแบบวัคซีนเชื้อตายโรคกาฬโรคแอฟริกาในม้าในประเทศไทย และการพัฒนาต้นแบบชุดตรวจไวรัสโรคกาฬโรค

แอฟริกาในม้าจากตัวอย่างเลือดและน้ำลายของม้า เมื่อวันอังคารที่ ๒๗ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๕ ณ ห้องประชุมวิชาการ ตึกอำนวยการ สถานเสาวภา สภากาชาดไทย กรุงเทพฯ

ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศาสตราจารย์ ดร.สนิท อักษรแก้ว ราชบัณฑิต ได้รับเชิญเป็นวิทยากร บรรยายในหัวข้อ “BCG Economy Model” ในการประชุม เศรษฐกิจ BCG ขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ความยั่งยืน ผ่านระบบออนไลน์ เมื่อวันจันทร์ที่ ๓ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศาสตราจารย์ ดร.สนิท อักษรแก้ว ราชบัณฑิต ประธานคณะอนุกรรมการติดตามโครงการภายใต้แผนงานสร้างความเข้มแข็งแก่เศรษฐกิจฐานราก รับฟังการรายงานผลความก้าวหน้าการดำเนินโครงการและประชุมหารือกับคณะผู้บริหารและอาจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ในการดำเนินโครงการยกระดับเศรษฐกิจและสังคมรายตำบลแบบบูรณาการ เมื่อวันจันทร์ที่ ๑๗ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๕ ณ สหกรณ์การเกษตรนาโยง อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง