



ราชบัณฑิตยสภา

จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

Bulletin of the Academy of Science
The Royal Society of Thailand

ปีที่ ๒ ฉบับที่ ๑

(มกราคม-มีนาคม ๒๕๖๖)

สารบัญ

จุลสาร.....วิชาการราชบัณฑิต	ก
บรรณาธิการประจำฉบับแถลง สวัสดิ์ ตันตระรัตน์ สมชาย วงศ์วิเศษ	ข
โรคความดันโลหิตสูง นิภา จรูญเวสม์	๑
ภาวะแทรกซ้อนทางระบบประสาทร่วมกล้ามเนื้อในโรคโควิด-19 ก้องเกียรติ ภูณท์กันทรารกร	๖
การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับการป้องกันการเกิดบาดแผล และลดการลุกลามของแผลกดทับ พรอนงค์ อร่ามวิทย์ ศุภมาส นภาวิชยานันท์ ชูติรัตน์ ประมุขสรรพศรี	๑๐
บทบาทของอาหารไทยในผู้สูงวัย เพื่อความเป็นอยู่วัยวัฒนะ และการป้องกันโรคพาร์คินสัน รุ่งโรจน์ พิทยศิริ	๑๕
การจัดการการผลิตไฟฟ้าภายในประเทศ ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ์ สวัสดิ์ ตันตระรัตน์ ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง สุทัศน์ ยกส้าน นวตล เหล่าศิริพจน์ ศุภชาติ จงไฟบุลย์พัฒนะ ชวลิต พิชาลัย อารี พลดี กนกพร ชื่นใจดี สมชาติ โสภณธรณฤทธิ์	๒๐
การใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งในการอบแห้งและคั่วอาหาร ลักกมณ เทพหัสดิน ณ อยุธยา	๒๕
การระบายความร้อนจากแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า ปิยธิดา ไตรนุรักษ์ กิตตินันท์ บุญมา ณพล ปฏีมาพรเทพ ยศพงษ์ ลออนวล สมชาย วงศ์วิเศษ	๓๐



ศาสตราจารย์ ดร.วัลลภ สุระกำพลธร
ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.มงคล เดชนครินทร์
นางสาวอารี พลดี

ราชบัณฑิต ประธานสำนักวิทยาศาสตร์
ราชบัณฑิต
ผู้อำนวยการกองวิทยาศาสตร์

ศาสตราจารย์ ดร.สวัสดิ์ ตันตระรัตน์
ศาสตราจารย์ ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ

ราชบัณฑิต
ราชบัณฑิต

ศาสตราจารย์ ดร.สวัสดิ์ ตันตระรัตน์
ศาสตราจารย์ ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ
ดร.ครรชิต มาลัยวงศ์
ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.สุดา เกียรติกำจรวงศ์
ศาสตราจารย์ ดร.สาวิตรี ลิ้มทอง
ศาสตราจารย์ ดร.ชิตชนก เหลือสินทรัพย์
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.สายชล เกตุษา
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์
ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ
ศาสตราจารย์ ดร. ทพญ.วรานันท์ บัวจิบ
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. ภก.สมพล ประครองพันธ์
ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุตินา
ศาสตราจารย์ ดร.ลักกมณ เทพหัสดิน ณ อยุธยา
ศาสตราจารย์ ดร.มะลิ หุ่นสม
ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ หอพิบูลสุข
ศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย ปทุมนากุล
ดร.วิยงค์ กังวานศุภมงคล
ศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา เรืองแสง
ศาสตราจารย์ ดร.นวดล เหล่าศิริพจน์
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. นพ.สิริฤกษ์ ทรงศิวิไล
ศาสตราจารย์ ดร.อริฎ อินเจริญศักดิ์
ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญหา
ดร.ก้องกานดา ชยาภฤต
ศาสตราจารย์ ดร.สุภา หารหนองบัว
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.อรอนงค์ นัยวิกุล
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.สายสมร ลำยอง
ศาสตราจารย์ ดร.อุทัยรัตน์ ณ นคร
ศาสตราจารย์ ดร.อานัฐ ตันโช
ศาสตราจารย์ ดร.ธีรภาพ เจริญวิริยะภาพ
ศาสตราจารย์ นพ.ก้องเกียรติ ภูณท์กันทรการ
รองศาสตราจารย์ ดร. นพ.ณัฐชัย ศรีสวัสดิ์
ศาสตราจารย์ นพ.รุ่งโรจน์ พิทยศิริ
ศาสตราจารย์ นพ.กิริติ เจริญชลวานิช
ศาสตราจารย์ นพ.มานพ พิทักษ์ภากร
ศาสตราจารย์ ดร. ภก.พรศักดิ์ ศรีอมรศักดิ์
ศาสตราจารย์ ดร. นพ.นรุตถพล เจริญพันธุ์
ศาสตราจารย์ ดร. ภกญ.พรอนงค์ อร่ามวิทย์
ศาสตราจารย์ ดร.เกศินี โชติวานิช

[illegible][illegible]

นางสาวมณฑิรา เกษมสุข	นักวรรณศิลป์ชำนาญการ
นางสาวกนกพร ชื่นใจดี	นักวรรณศิลป์ชำนาญการ



จุดสาร....วิชาการราชบัณฑิต

จุดสารนี้สูงค่ากว่าที่คิด
จุดสารนี้งามพรั่งช่างเลิศเลอ

สำนักวิทยร่วมือใจทำนำเสนอ
ฝากให้เธอเมื่อจำเป็นเน้นไว้ใช้

เริ่มเล่มแรกโอกาสดีปีหกหก
อยากให้เป็นของขวัญฝากจากหัวใจ

ดูจากปกก็รู้แน่มอแต่ไหน
ทำดีให้สังคมสมอรา

ดูภายในมีค่าสตร์มากหลากหลาย
ทุกบทความไว้อ่านเพิ่มเสริมปัญญา

วิศวะมาแพทย์ก็เปี่ยมเปี่ยมเนื้อหา
ให้ประชาเ้ามีความรู้คู่แผ่นดิน

ท้ายสุดขอมอบพรขวัญนี้ใหม่
พูดอะไรคนรอฟังทั้งธานีนทร์

ทำสิ่งใดให้สมหวังตั้งถวิล
สุขดวงจันต์สุดยอดตลอดปีเทอญ

ศาสตราจารย์ ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ ผู้ประพันธ์
ราชบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์

บรรณาธิการประจำฉบับแถลง

จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นปีที่ ๒ ฉบับที่ ๑ ประกอบด้วยบทความทางวิชาการสั้นๆ จำนวน ๗ เรื่อง จากประเภทวิชาต่าง ๆ ในสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา ได้แก่ ประเภทวิชา แพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ จำนวน ๓ เรื่อง ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ จำนวน ๑ เรื่อง และประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน ๓ เรื่อง ขอขอบคุณ ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.มงคล เดชนครินทร์ ที่ได้ช่วยตรวจสอบการเขียนตามหลักภาษาไทย ขอขอบคุณผู้เขียนทุกท่านที่ได้ช่วยกันส่งบทความมาลงในจุลสารฉบับนี้ และเนื่องจากจุลสารฉบับนี้เป็นฉบับแรกของปีพุทธศักราช ๒๕๖๖ กองบรรณาธิการประจำฉบับจึงขอใช้โอกาสในโอกาสขึ้นปีใหม่ปีนี้ ขออาราธนาคุณพระศรีรัตนตรัย และสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลาย จงดลบันดาลให้ ผู้อ่าน ราชบัณฑิต ภาควิชา และเจ้าหน้าที่สำนักงาน ราชบัณฑิตยสภาทุกท่านพร้อมครอบครัวประสบแต่ความสุขด้วยจตุรพิธพรชัย สมบูรณ์พูนผลในสิ่งที่พึงปรารถนาทุกประการตลอดไป

ศาสตราจารย์ ดร.สวัสดิ์ ตันตระรัตน์
ศาสตราจารย์ ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ
ราชบัณฑิต ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์
สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา
บรรณาธิการประจำฉบับ

โรคความดันโลหิตสูง

นิภา จรูญเวสม์

ราชบัณฑิต สาขาวิชาอายุรศาสตร์ ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์
สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตสภา, nibhajaronvesama@gmail.com

บทนำ

โรคความดันโลหิตสูงนั้นเมื่อเป็นตอนแรก ๆ มักจะไม่มีอาการอะไรเลยก็ได้ หรือถ้ามีอาการก็จะไม่รุนแรงมากนัก เช่นอาการปวดศีรษะเป็นเพียงอาการไม่สำคัญ เพราะอาจเกิดจากโรคอื่น ๆ ได้ ทำให้คนเป็นโรคนี้ไม่รู้ตัว หรือรู้แต่ก็รู้สึกสบายดี ความดันโลหิตสูงระดับอ่อน ๆ มักไม่แสดงอาการ ผู้ป่วยอาจเป็นโรคนี้นานถึง ๑๐ ปีเนื่องจากร่างกายจะปรับตัวให้ทันกับความดันโลหิตที่ค่อย ๆ สูงขึ้นทีละน้อย แต่ระหว่างนั้นอวัยวะต่าง ๆ จะถูกทำลายไปโดยไม่มีอาการ จนเมื่ออวัยวะต่าง ๆ ถูกทำลายมากขึ้น จะเกิดภาวะแทรกซ้อน เช่น เป็นอัมพาต หัวใจวาย กล้ามเนื้อหัวใจตาย และไตล้มเหลว ผู้ป่วยอาจเสียชีวิตโดยไม่รู้ตัว โรคนี้จึงได้ชื่อว่า “ฆาตกรเงียบ”

คนปกติจะมีความดันโลหิต ๑๒๐/๘๐ – ๑๓๐/๘๕ มม.ปรอท การวัดความดันโลหิตต้องทำอย่างถูกต้อง การวัดความดันโลหิตไม่จำเป็นต้องวัดทุกวัน อาจวัดสัปดาห์ละครั้งหรือเมื่อมีอาการเครียดหรือปวดศีรษะ เพราะธรรมชาติของความดันโลหิตจะไม่คงตัวตลอดทั้งวัน ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม ถ้าวัดถี่ ผู้ป่วยจะเครียด และมักจะปรับยาเองไปตามความดันโลหิตที่วัดได้ หรือหยุดกินยาเอง ทำให้ไม่สามารถควบคุมความดันโลหิตได้

โรคความดันโลหิตสูง ทั้งซิสโตลิก (SBP) และไดแอสโตลิก (DBP)

โรคความดันโลหิตสูงมี ๒ อย่าง คือ

๑. โรคความดันโลหิตสูงที่ไม่ทราบสาเหตุ (ความดันโลหิตสูงปฐมภูมิ) พบมากกว่าร้อยละ ๙๐ – ๙๕ สาเหตุที่น่าจะเป็นไปได้ได้แก่
 - ๑.๑ กรรมพันธุ์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่แก้ไขไม่ได้ ผู้ที่มีบิดามารดาเป็นโรคความดันโลหิตสูงมีโอกาสเป็นโรคความดันโลหิตสูงมากกว่าผู้ที่มีบิดามารดาไม่เป็นโรคนี้ และถ้าทั้งบิดาและมารดาเป็น บุตรจะมีโอกาสเป็นสูงมาก เมื่อมีอายุมากขึ้น
 - ๑.๒ สิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสาเหตุที่แก้ไขได้ ได้แก่ อ้วน เป็นโรคเบาหวาน กินอาหารเค็ม ดื่มสุรา สูบบุหรี่ และเครียด
๒. โรคความดันโลหิตสูงที่มีสาเหตุ (ความดันโลหิตสูงทุติยภูมิ) พบน้อยกว่าร้อยละ ๑๐ แต่มักเป็นโรคที่รักษาให้หายขาดได้น้อย เพราะสาเหตุที่พบบ่อยคือโรคไต ส่วนสาเหตุอื่น ๆ คือ หลอดเลือดเลี้ยงไตตีบ เนื้องอกในต่อมหมวกไต ยาคุมกำเนิด นั้น เมื่อขจัดสาเหตุออก ผู้ป่วยก็จะหายได้ แต่พบได้น้อยมาก

การวินิจฉัยโรคความดันโลหิตสูง

ในทางเวชปฏิบัติทั่วไป แพทย์จะวินิจฉัยโรคความดันโลหิตสูงเมื่อตรวจพบว่า ผู้ป่วยมีความดันโลหิตตั้งแต่ ๑๔๐/๙๐ มม.ปรอทขึ้นไป

การวัดความดันโลหิต

สำหรับผู้ป่วยที่มาตรวจครั้งแรก ให้วัดความดันโลหิตหลังจากให้ผู้ป่วยนอนหงาย ๕ นาที และให้ลุกขึ้นยืนทันทีและยืนนาน ๓ นาที ถ้าความดันโลหิตซิสโตลิกทำยื่นต่ำกว่าความดันโลหิตทำนอนมากกว่า ๒๐ มม.ปรอท ให้วินิจฉัยว่ามีภาวะความดันโลหิตต่ำตามท่า (Postural hypotension) สำหรับผู้ป่วยที่มาติดตามการรักษาโรคความดันโลหิตสูง ให้ผู้ป่วยนั่งในท่าสบายบนเก้าอี้มีพนักพิงนาน ๕ นาที แล้วจึงจัดแขนที่จะวัดให้อยู่ระดับหัวใจ ผู้ป่วยต้องไม่ดื่มชา กาแฟ หรือสูบบุหรี่ ก่อนวัด ๓๐ นาที ไม่กลืนปัสสาวะ และอยู่ในสถานที่เงียบ สบาย ไม่หนาวหรือไม่ร้อนเกินไป

ภาวะของความดันโลหิตเป็นดังที่สรุปไว้ในตารางข้างล่างนี้

ภาวะของความดันโลหิต	ความดันโลหิตซิสโตลิก (มม.ปรอท)	ความดันโลหิตไดแอสโตลิก (มม.ปรอท)	
ดีที่สุด	<๑๒๐ และ	<๘๐	ปรกติดี
ปรกติ	๑๒๐-๑๒๙ และ/หรือ	๘๐-๘๔	ปรกติ
สูงกว่าปรกติ	๑๓๐-๑๓๙ และ/หรือ	๘๕-๘๙	เริ่มเป็น
ความดันโลหิตสูง	≥๑๔๐/๙๐		เป็นแล้ว
ระดับ ๑ (ระดับอ่อน)	๑๔๐-๑๕๙ และ/หรือ	๙๐-๙๙	
ระดับ ๒ (ระดับปานกลาง)	๑๖๐-๑๗๙ และ/หรือ	๑๐๐-๑๐๙	
ระดับ ๓ (ระดับรุนแรง)	≥๑๘๐ และ/หรือ	≥๑๑๐	

ความดันโลหิตเกิดจากการที่หัวใจบีบตัวฉีดเลือดไปเลี้ยงอวัยวะต่าง ๆ ทั่วร่างกาย มี ๒ ค่า คือ ค่าบนเป็นความดันซิสโตลิก (Systolic SBP) และค่าล่างเป็นความดันไดแอสโตลิก (Diastolic DBP) เฉพาะค่าล่าง เป็นความดันโลหิตส่วนปลาย (Peripheral Resistance = PR) เกิดจากสาเหตุของการต้านเพิ่มขึ้นของหลอดเลือดแดงส่วนปลาย เพราะขนาดรูหลอดเลือด ทำให้มีแรงดิ่งที่ผนังของหลอดเลือดแดง จึงทำให้ความดันในหลอดเลือดแดงส่วนปลายของผู้ป่วยสูงกว่าของคนที่มีความดันโลหิตปรกติ

การตรวจร่างกายผู้ป่วยความดันโลหิตสูง

การตรวจร่างกายมีจุดประสงค์ ๓ ประการ คือ

๑. เพื่อวินิจฉัยว่าเป็นโรคความดันโลหิตสูงที่มีสาเหตุหรือไม่
๒. เพื่อประเมินว่า ความดันโลหิตที่สูงมีผลต่ออวัยวะต่าง ๆ มากน้อยเท่าใด
๓. ประเมินความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและโรคหลอดเลือดก่อนวัยอันสมควร

หลังจากวัดได้ว่าความดันโลหิตสูงชัดเจน หรือทราบว่าเป็นโรคนี้และได้กินยาอยู่ การซักประวัติถึงระยะเวลาที่เป็น ยาที่ลดความดันโลหิต รวมถึงยาที่อาจต่อต้านฤทธิ์ของยาลดความดันโลหิต เช่น สเตียรอยด์ ยาคุมกำเนิด ยาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทซิมพะเทติก การรับประทานอาหารเค็ม การดื่มแอลกอฮอล์ รวมทั้งการซักถามประวัติความดันโลหิตสูงในครอบครัว และอาการของโรคความดันโลหิตสูงที่มีสาเหตุ เช่น ใจสั่น เหนื่อยออกเป็นพัก ๆ กล้ามเนื้ออ่อนแรง และอาการที่มีอวัยวะถูกทำลาย เช่น แขนขาอ่อนแรงซีกหนึ่ง ตามัว เจ็บหน้าอก บวม หายใจลำบาก อาการกังวล ตลอดจนอาการที่ส่วนใหญ่เกี่ยวกับทางจิตใจ

เช่น ได้รับความรู้จากเพื่อน อ่านหนังสือแล้วนำมาเปรียบเทียบกับอาการของตัวเอง อาการปวดศีรษะไม่สัมพันธ์กับระดับความดันโลหิตสูง แต่สัมพันธ์กับความกังวลต่อการได้รับการวินิจฉัย

การตรวจร่างกายเพิ่มเติม

นอกจากการวัดความดันโลหิตอย่างถูกต้องแล้ว ควรตรวจหาร่องรอยการทำลายอวัยวะ หลักระยะ เวชกรรมที่จะช่วยวินิจฉัยโรคความดันโลหิตสูงที่มีสาเหตุ ได้แก่

ลักษณะทั่วไป : การกระจายของไขมันในร่างกาย ความผิดปกติของผิวหนัง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการรับรู้

ลำคอ : คลำและฟัง หลอดเลือดแดง แคโรติก และไทรอยด์

หัวใจ : ขนาด จังหวะและการเต้น เสียงหัวใจ

ปอด : มีเสียงหวีดจากหลอดลมตีบหรือไม่

ท้อง : ก้อนที่ไต เสียงฟู่จากหลอดเลือด เอออร์ตา หรือหลอดเลือดแดงที่ไต ซีพจรบริเวณ

ขาหนีบ เส้นรอบเอว (ผู้ชายไม่เกิน ๙๐ ซม./ผู้หญิง ๘๐ ซม.)

แขน ขา : ซีพจรแขนขา อาการบวมที่ขา

ระบบประสาท : ตรวจการทำงานของสมองและระบบประสาท

ดวงตา : ดูการเปลี่ยนแปลงของจอตา หลอดเลือดแดงในลูกตาและข้อประสาทตา

การตรวจทางห้องปฏิบัติการ

การตรวจพื้นฐาน

- คูสีเลือด (hemoglobin)
- ตรวจปัสสาวะ คูอัลบูมินและโรคไต
- ตรวจเลือดหาระดับน้ำตาล เพื่อวินิจฉัยว่าเป็นเบาหวานหรือไม่ ครีเอตินิน อิเล็กโทรไลต์ ดูหน้าที่ไตหรือโรคไต หาระดับไขมัน HDL-C ซึ่งถ้าสูงถือว่าดี แต่โคเลสเตอรอล ไทรกลีเซอไรด์ และ LDL-C ซึ่งถ้าสูงจะทำให้อัตราการตายจากโรคหลอดเลือดหัวใจตีบเพิ่มสูงขึ้นมาก ระดับกรดยูริก ในเลือดอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง
- ตรวจหัวใจ โดยคลื่นไฟฟ้า เพื่อหาภาวะผนังเวนทริเคิลซ้ายของหัวใจหนา และการนำไฟฟ้าของหัวใจผิดปกติ

ภาวะแทรกซ้อนของความดันโลหิตสูง

- ตกเลือดในสมอง
- ผนังเวนทริเคิลซ้ายของหัวใจหนา ภาวะหัวใจล้มเหลวเพิ่มขึ้น ๓ เท่าเมื่อเทียบกับคนที่มีความดันโลหิตปกติ
- ภาวะไตเสื่อม จาก Nephrosclerosis, Interstitial fibrosis

ภาวะแทรกซ้อนจากภาวะผนังของหลอดเลือดแดงแข็ง (Atherosclerosis)

- หลอดเลือดสมองตีบ ทำให้เป็นอัมพาต
- หลอดเลือดหัวใจตีบ กล้ามเนื้อหัวใจตาย ทำให้เสียชีวิตเฉียบพลัน
- ปวดแขนขาเนื่องจากการขาดเลือด (claudication syndrome)

แผนการรักษา

การรักษาโรคความดันโลหิตสูงจะทำได้โดยการปรับพฤติกรรม คือ หยุดสูบบุหรี่ ลดน้ำหนักตัว (ถ้าอ้วน) ลดหรือเลิกการดื่มแอลกอฮอล์ ออกกำลังกาย ลดการกินเกลือ เพิ่มการกินผักผลไม้ และลดการกินไขมันอิ่มตัว จำกัดไขมันรวม

ผู้ป่วยที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงไม่มาก ไม่ควรให้ยาลดความดันโลหิต ควรติดตามอย่างใกล้ชิด จะเริ่มรักษาด้วยยาเมื่อความดันโลหิตไม่ลดลง

การรักษาด้วยยาลดความดันโลหิต

ยาลดความดันโลหิตมี ๕ กลุ่ม คือ ยาขับปัสสาวะ ยาต้านแคลเซียม (Calcium Antagonist, CA) ยา Angiotensin Converting Enzyme Inhibitor (ACEI), Angiotensin Receptor Blocker (ARB) และ β -Blocker อาจให้ยาชนิดเดียวหรือร่วมกันหลายชนิด

การใช้ยาลดความดันโลหิตชนิดเดียวขนาดต่ำในผู้ป่วยที่มีโรคความดันโลหิตสูงไม่มาก เป้าหมายที่ต้องการคือลดความดันโลหิตต่ำกว่า ๑๔๐/๙๐ มม.ปรอท

การใช้ยาลดความดันโลหิตหลายชนิดรวมกันในผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูง ต้องใช้ยาลดความดันโลหิต ๒ ชนิด เพื่อลดความดันโลหิตให้ได้ต่ำกว่า ๑๔๐/๙๐ มม.ปรอท หลังใช้ยาชนิดเดียวแล้วยังคุมความดันโลหิตไม่ได้ถึงเป้าหมาย

ยาลดความดันโลหิตที่นิยมใช้ : Thiazide (ยาขับปัสสาวะ), Angiotensin Converting Enzyme Inhibitor (ACEI), Angiotensin Receptor Blocker (ARB), β -blocker, Calcium Antagonist (CA)

บทสรุป

โรคความดันโลหิตสูงควรกำหนดเป้าหมายการรักษาดังต่อไปนี้

๑. เป้าหมายแรกคือการลดอัตราการเป็นโรค และลดอัตราการตายจากโรคหลอดเลือดในระยะยาว
๒. บำบัดโรคความดันโลหิตสูง และแก้ไขปัจจัยเสี่ยงไปด้วยกัน เช่น การสูบบุหรี่ ภาวะไขมันในเลือดผิดปกติ โรคอ้วนลงพุง เบาหวาน และภาวะเวชกรรมที่พบ
๓. ผู้ป่วยทุกรายควรลดความดันโลหิตให้ต่ำกว่า ๑๔๐/๙๐ มม.ปรอท และต่ำลงไปอีก ถ้าผู้ป่วยทนได้
๔. ผู้ป่วยเบาหวานมีความเสี่ยงสูงมากต่อการเกิดโรคหัวใจและโรคหลอดเลือดในระยะ ๑๐ ปี และผู้ป่วยที่มีอาการทางคลินิกแล้ว เช่น โรคหลอดเลือดสมอง กล้ามเนื้อหัวใจตาย ไตเสื่อมสมรรถภาพ มีโปรตีนในปัสสาวะ ควรลดความดันโลหิตให้ต่ำกว่า ๑๓๐/๘๐ มม.ปรอท
๕. ควรให้ยาลดความดันโลหิต ก่อนที่จะเป็นอันตรายจากการเกิด การทำลายหัวใจและหลอดเลือด

เอกสารอ้างอิง

พีระ บุรณะกิจเจริญ. โรคความดันโลหิตสูงปฐมภูมิ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์หมอชาวบ้าน; ๒๕๕๒.

Appel LJ, Champahne CM, Harsha DW, et al. For the Writing Group of the PREMIER Collaborative Research Group. Effects of comprehensive lifestyle modification on blood pressure control: main results of the PREMIER clinical trial. JAMA 2003;289:2083-93.

Chobanian AV, Bakris GL, Bak HR, et al. Seventh report of The Joint National Committee on the Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure. Hypertension 2003;32:1206-52.

Dahlof B, Sever Ps, Poulter NR et al. Prevention of cardiovascular events with an Antihypertensive regimen of amlodipine adding perindoprilas required versus atenolol adding bendroflumethizide as required in the Anglo-Scandinavian Cardiac outcomes Trial- blood pressure Lowering ARM (ASCOT-BPLA) multicentres randomized control trial. Lancet 2005;366:885-906.

Dominiczak AF, Negrin DC, Clark, et al. Genes and hypertension. Hypertension 2000;35:164-72.

Jood K, Jern C, Wilhelmsen L, Rosengren A. Body mass index in mild-life is associated with a first stroke in men: a prospective population study over 28 years. Stroke 2004;35:2364-9.

Kannel WB. Blood pressure as a cardiovascular risk factor. JAMA 1996;275:1571-6.

The task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC). 2007 Guidelines for the management of arterial hypertension. J Hypertension 2007;25:1105-87.

ภาวะแทรกซ้อนทางระบบประสาทร่วมกล้ามเนื้อในโรคโควิด-19

ก้องเกียรติ กุณท์กันทรการ

คณะแพทยศาสตร์ ม. ธรรมศาสตร์

ภาควิชาอายุรศาสตร์ สาขาวิชาอายุรศาสตร์ ประสาทวิทยาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์

สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา, kongkiat@tu.ac.th

บทนำ

การติดเชื้อไวรัส SARS-CoV2 หรือที่รู้จักกันในนาม โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือโรคโควิด-19 (COVID-19) โรคนี้มีการระบาดทั่วโลกตั้งแต่ช่วงปลาย ค.ศ. 2019 จนถึงปัจจุบัน อาการหลักมักเกิดที่ระบบทางเดินหายใจ เป็นได้ทั้งแบบไม่มีอาการจนถึงแบบที่ปอดอักเสบรุนแรง ในผู้ที่มีภาวะหายใจล้มเหลวมักมีอาการในระบบอื่น ๆ ร่วมด้วย ภาวะแทรกซ้อนทางระบบประสาทที่พบได้ทั้งที่สมอง ไขสันหลัง เส้นประสาท และกล้ามเนื้อ พบได้ราวหนึ่งในสี่ของผู้ป่วยที่รักษาตัวในโรงพยาบาล โดยที่อาการปวดกล้ามเนื้อ (myalgia) เป็นอาการที่พบบ่อยที่สุด บทความนี้จะกล่าวถึงภาวะที่พบบ่อยในสถานการณ์ต่าง ๆ

ภาวะแทรกซ้อนจากการติดเชื้อโดยตรง

โรคเส้นประสาทอักเสบเฉียบพลัน (Guillain Barre syndrome , GBS)

โรคนี้เกี่ยวข้องกับการติดเชื้อไวรัสได้หลายชนิด ซึ่งสัมพันธ์กับแอนติบอดีที่เกิดขึ้นจากการติดเชื้อ ทำให้เกิดการอักเสบของเส้นประสาท จึงเกิดอาการอ่อนแรงในบริเวณต่าง ๆ ของร่างกาย ตั้งแต่ใบหน้า การกลืน จนแขนขาอ่อนแรงทั้งตัวในที่สุด ผู้ป่วย GBS จากการติดเชื้อไวรัสโคโรนามีลักษณะทางเวชกรรมไม่ต่างจากผู้ป่วย GBS ทั่วไป เชื่อกันว่า โรคนี้เกิดจากปฏิกิริยาภูมิคุ้มกันหลังจากการติดเชื้อ ส่วนประเด็นที่ควรนำมาพิจารณาคือการฉีดวัคซีน ซึ่งอาจมีผลต่อการเกิด GBS ได้ แต่ข้อมูลนี้ยังไม่บอกชัดเจนถึงความสัมพันธ์ระหว่าง GBS กับวัคซีน ภาพรวมในการดูแลรักษาผู้ป่วยนั้นไม่ต่างจากการรักษาผู้ป่วย GBS ทั่วไป

โรคเส้นประสาทและกล้ามเนื้อหลังภาวะวิกฤต

ผู้ป่วยโรคเส้นประสาทและกล้ามเนื้อชนิดนี้มักมีอาการรุนแรงเนื่องจากโรคทางกายที่เป็นอยู่เดิม เช่น ผู้ป่วยที่ต้องอยู่ในหอผู้ป่วยวิกฤตเป็นเวลานาน ใช้เครื่องช่วยหายใจ ได้รับยาจำนวนมาก โดยเฉพาะยาหย่อนกล้ามเนื้อและสเตียรอยด์ เชื่อว่าในขณะที่ป่วยหนักจะเกิดปฏิกิริยาอักเสบทั่วร่างกาย ทำให้เส้นประสาทหรือกล้ามเนื้อเสื่อมลง แล้วเกิดอาการอ่อนแรงทั่วตัว ภาวะนี้พบได้บ่อยในผู้ป่วยวิกฤตจากเหตุอื่นได้เช่นกัน ซึ่งมักได้รับการวินิจฉัยล่าช้า เนื่องจากการประเมินการทำงานของระบบประสาทผู้ป่วยในภาวะวิกฤตทำได้ลำบาก ส่วนใหญ่ต้องรอให้ผู้ป่วยมีระดับสติและอาการโดยรวมดีขึ้นก่อน จึงจะประเมินกำลังหรือการรับรู้ความรู้สึกได้อย่างถูกต้อง การตรวจเพิ่มเติมมักใช้การตรวจทางไฟฟ้าวินิจฉัยเพื่อประเมินการทำงานของเส้นประสาทและกล้ามเนื้อและแยกโรคที่มีอาการคล้ายกันออก การรักษาเป็นแบบประคับประคอง และมีการพยากรณ์โรคไม่แน่นอน ผู้ป่วยใช้เวลาในการฟื้นตัวนานหลายเดือน

ความเสี่ยงจากการติดเชื้อกระตุ้นหรือทำให้โรคเส้นประสาทร่วมกล้ามเนื้อเดิมแสดงอาการ

ผู้ป่วยโรคเส้นประสาทร่วมกล้ามเนื้อมีความเสี่ยงในการติดเชื้อโควิด-19 มากกว่าคนปกติเนื่องจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น การอ่อนแรงของกล้ามเนื้อที่มีผลต่อการหายใจ ทำให้ติดเชื้อได้ง่าย ป้องกันตนเองได้ไม่ดี และมีอาการของโรคโควิด-19 รุนแรงขึ้น จนหายใจเองไม่ได้ รายที่ได้รับยากดภูมิคุ้มกันจะติดเชื้อง่ายขึ้น บางรายมีภาวะแทรกซ้อนเดิมอยู่แล้วจากโรคกล้ามเนื้อ เช่น กล้ามเนื้อหัวใจผิดปกติ เบาหวาน

เมื่อผู้ป่วยติดเชื้อแล้ว จะส่งผลกระทบต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกาย รวมทั้งการหายใจ จึงทำให้อาการของโรคเส้นประสาทร่วมกล้ามเนื้อเดิมแสดงอาการชัดเจนขึ้น ซึ่งแพทย์ควรวินิจฉัยโรคเดิมให้ได้ก่อน หากผู้ป่วยหายใจได้ไม่เพียงพอ ต้องใส่ท่อช่วยหายใจเป็นเวลานาน หรือไม่สามารถหยาเครื่องช่วยหายใจได้ ก็จะต้องพบทวนการวินิจฉัยและให้การรักษาที่จำเพาะถ้าเป็นไปได้ ส่วนภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นจากการช่วยหายใจนั้นก็รักษาตามปกติมาตรฐานเดิมในช่วงนั้น

ความเสี่ยงจากการรักษาด้วยยากดภูมิคุ้มกันในผู้ป่วยโรคระบบประสาทส่วนรอบเหตุภูมิคุ้มกัน

ผู้ป่วยกลุ่มโรคระบบประสาทส่วนรอบที่ได้รับยากดภูมิคุ้มกันย่อมเสี่ยงต่อการติดเชื้อไวรัสโคโรนาได้ง่ายขึ้น และเสี่ยงที่จะมีอาการรุนแรงมากขึ้น เช่นเดียวกับผู้ที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่อง เป็นมะเร็งหรือโรคภูมิคุ้มกันต้านตัวเองอื่น การดูแลผู้ป่วยกลุ่มนี้จึงต้องทำด้วยความระมัดระวัง และชั่งน้ำหนักระหว่างยาที่ใช้รักษาโรคเดิมกับความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ ปัจจัยที่เพิ่มความเสี่ยงต่อการติดเชื้อหรือมีส่วนทำให้โรครุนแรงขึ้น ได้แก่ อายุมาก การรักษาด้วยยากดภูมิคุ้มกันโดยเฉพาะหลายชนิดหรือในขนาดสูงหรือให้ยาต่อเนื่องเป็นเวลานาน โรคเดิมที่มีความรุนแรงสูง มีปัญหาการกลืนหรือการหายใจอยู่เดิม มีโรคร่วมอื่น เช่น โรคปอด ความดันในปอดสูง การทำงานของไตบกพร่อง เบาหวาน หัวใจขาดเลือด เม็ดเลือดขาวต่ำ โรคตับ และการตั้งครรภ์

โดยทั่วไป ผู้ป่วยที่มีอาการคงที่ควรกักกันตามปกติ ไม่แนะนำให้หยุดยา ยกเว้นถ้าสงสัยว่าขณะนั้นมีการติดเชื้อไวรัสโคโรนาอยู่ ต้องได้รับการตรวจประเมินโดยเร็ว เพื่อพิจารณาปรับยาหรือหยุดยากดภูมิคุ้มกันชั่วคราวในช่วงนั้น แต่อาจมีความเสี่ยงจากการกำเริบของโรคได้ ในกรณีทั่วไปสามารถหยุดยากดภูมิคุ้มกันอื่นได้ในช่วงสั้น แต่ไม่ควรหยุดยาสแตียรอยด์ถ้าไม่จำเป็นจริง ๆ หากผู้ป่วยมีอาการคงที่ แพทย์อาจพิจารณาใช้โทรเวชกรรมเพื่อติดตามอาการของผู้ป่วย เพื่อว่าผู้ป่วยจะได้ไม่ต้องเข้ามาในสถานพยาบาล สามารถส่งยาต่อเนื่องได้ โดยส่งยาทางไปรษณีย์ หรือเปลี่ยนสถานที่ให้ยาฉีดจากโรงพยาบาลมาที่บ้านแทน

ความเสี่ยงจากวัคซีน

วัคซีนเป็นมาตรการที่สำคัญมากในการป้องกันการระบาดและบรรเทาอาการของโรค เพื่อลดอัตราการป่วยและเสียชีวิต ปัจจุบันมีวัคซีนหลายชนิดที่ได้รับการยอมรับจากองค์การอนามัยโลก ใช้ในการควบคุมโรคในภาวะฉุกเฉิน ผู้ป่วยโรคระบบประสาทร่วมกล้ามเนื้อนั้นควรได้รับวัคซีนเหมือนกับประชาชนทั่วไป โดยเฉพาะผู้ที่ปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ กลุ่มคนเหล่านี้ถือเป็นกลุ่มเสี่ยงสูง จึงควรได้รับวัคซีนที่มีประสิทธิภาพสูง และฉีดกระตุ้นให้แน่ใจว่ามีภูมิคุ้มกันเพียงพอ ในบางรายที่ได้รับยากดภูมิคุ้มกันหลายชนิดหรือในขนาดสูง อาจพิจารณาเจาะวัดระดับภูมิคุ้มกัน เพื่อให้แน่ใจว่าผู้ป่วยได้รับการป้องกันที่มีประสิทธิภาพ

ภาวะแทรกซ้อนระยะยาวทางระบบประสาทส่วนรอบหลังจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019

หลังจากผู้ป่วยหายจากโรคโควิด-19 แล้ว ผู้ป่วยกว่าครึ่งหนึ่งอาจมีอาการทางกายหรือทางระบบประสาทหลงเหลืออยู่ หรือรู้สึกว่าการทำงานของสมองช้าลง นอนไม่หลับ เหนื่อย เพลีย ปวดตามตัวหรือข้อ หรือประสาทเสรีผิปกติ (เช่น หัวใจเต้นเร็วแม้จะออกแรงเพียงเล็กน้อย เหงื่อออกกลางคืน อุจจาระผิดปกติ มือเท้าเย็น) ฯลฯ กลุ่มอาการเหล่านี้เรียกว่า **กลุ่มอาการหลังโควิด** (long-haul COVID, long COVID, post-acute COVID syndrome) ปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญคือความรุนแรงของโรคในช่วงเฉียบพลัน การรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤต โรคปอดเดิม ภาวะอ้วน สูงอายุ เพศหญิง ฯลฯ อาการที่ไม่รุนแรงเหล่านี้มักเป็นในช่วงไม่กี่สัปดาห์และหายไปได้เอง แต่ส่วนหนึ่งจะมีอาการต่อเนื่องในระยะยาว บางรายมีอาการทางจิตเวชหรือมีรอยโรคที่ปอดหรือโรคหัวใจ ทำให้เกิดความพิการในระยะยาว สาเหตุของอาการเหล่านี้ยังไม่แน่ชัด แต่มีสมมติฐานหลายอย่าง เช่น โรคเดิมก่อนป่วยที่อาการแย่ลง ผลจากการป่วยที่มีการทำลายอวัยวะที่เกี่ยวข้อง ปฏิกริยาทางภูมิคุ้มกัน หรือมีไวรัสหลงเหลือในร่างกาย ปัจจุบันมีผู้ป่วยที่หายจากโรคโควิด-19 จำนวนมากทั่วโลก จึงน่าจะมีผู้ป่วยกลุ่มอาการดังกล่าวนี้อยู่เป็นจำนวนมากเช่นกัน ผู้ป่วยที่มีอาการมากจึงควรได้รับการตรวจประเมินหรือเฝ้าระวังกลุ่มอาการในระบบต่าง ๆ และควรได้รับการดูแลตามความเหมาะสมต่อไป

ระบบการดูแลผู้ป่วย

เนื่องจากการระบาดของโรคเป็นไปอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน และมีแนวโน้มต่อเนื่องในระยะยาว ระบบในการดูแลผู้ป่วยโรคระบบประสาทส่วนรอบเรื้อรังจึงต้องปรับเปลี่ยนให้เหมาะสม เพื่อลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อทั้งฝ่ายแพทย์และบุคลากรในกลุ่มเสี่ยงสูง ควรหลีกเลี่ยงการให้ผู้ป่วยเข้ามาพบแพทย์ด้วยตนเอง ในรายที่อาการคงที่ จะสามารถใช้ระบบโทรเวชกรรมทดแทนเพื่อติดตามอาการ และสามารถตรวจร่างกายคร่าว ๆ ได้ด้วยการสังเกต โดยให้ผู้ป่วยแสดงท่าทางต่าง ๆ ให้เห็นพร้อมกับการบรรยาย

การตรวจสัญญาณชีพและการตรวจการรู้คิดสามารถกระทำได้ไม่ยากนัก โดยผ่านอุปกรณ์สื่อสารหรือการพูดคุย การตรวจเส้นประสาทสมองอาจทำได้เฉพาะส่วนที่สำคัญ เช่น การกลอกตา การเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อใบหน้า หรือลิ้น ในการตรวจระบบการเคลื่อนไหว อาจให้ผู้ป่วยเปิดส่วนที่ต้องการตรวจให้ดู หรือประเมินกำลังกล้ามเนื้อจากกิจกรรมที่สั่งให้ผู้ป่วยกระทำ เช่น ยกแขน ขา มือ สังเกตการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติ ถ้าเป็นไปได้ ผู้ป่วยควรเดินหรือยืนให้ดู แต่ควรระวังการล้ม การตรวจการรับรู้สีก็อาจทำได้ยาก แต่พอที่จะให้ผู้ป่วยชี้ตำแหน่งที่ผิดปกติได้ อย่างไรก็ตาม แพทย์ควรคำนึงถึงข้อจำกัดและความน่าเชื่อถือในการประเมินระบบประสาทด้วยเทคนิคทางโทรเวชกรรมด้วย

อย่างไรก็ดี หัตถการในการตรวจที่ต้องกระทำแก่ตัวผู้ป่วยที่กำลังติดเชื้อหรือเพิ่งหายจากโรค อาจเลื่อนไปก่อนหรือกระทำด้วยความระมัดระวัง และลดระยะเวลาในการตรวจเพื่อลดเวลาสัมผัส ร่วมกับการใช้มาตรการป้องกันระหว่างบุคคลอย่างเข้มงวดเพื่อป้องกันการติดเชื้อ อุปกรณ์ต่าง ๆ ควรทำความสะอาดอย่างดี และใช้อุปกรณ์เสริมที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง เช่น เข็ม อิเล็กโทรด จากการศึกษาถึงประสิทธิภาพและความพึงพอใจของโทรเวชกรรม ทั้งด้านการดูแลผู้ป่วยและการฟื้นฟู พบว่ามีประสิทธิภาพเป็นที่น่าพอใจไม่ต่างไปจากการ

ตรวจรักษาปกติ ผู้ป่วยสามารถลดจำนวนครั้งการเข้าห้องฉุกเฉินหรือโรงพยาบาลลงได้ ผู้ป่วยพึงพอใจที่ได้รับการสื่อสารแบบสองทาง มีการประยุกต์แบบสอบถามมาตรฐานเพื่อติดตามอาการเป็นระยะได้

สรุป

โรคโควิด-19 เป็นโรคระบาดที่ส่งผลกระทบต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกายหลายระบบ รวมทั้งกลุ่มโรคระบบประสาทส่วนรอบที่เป็นได้ทั้งโรคที่เกิดขึ้นร่วมกับการติดเชื้อและโรคที่เกิดขึ้นหลังจากการติดเชื้อ ผู้ป่วยกลุ่มนี้มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อมากกว่าคนทั่วไปจากอาการหรือความผิดปกติของโรคเอง หรือยากดภูมิคุ้มกันที่ได้รับ ผู้ป่วยที่ติดเชื้อมักมีอาการรุนแรงสูงขึ้น จำเป็นต้องให้การรักษารวดเร็ว และมีปัจจัยหลายอย่างส่งผลต่อการรักษาหรือภาวะแทรกซ้อนที่ตามมา ภาวะแทรกซ้อนทางระบบประสาทส่วนรอบนี้เป็นได้ในทุกตำแหน่ง ตั้งแต่เส้นประสาท รอยต่อกล้ามเนื้อร่วมประสาทไปจนถึงกล้ามเนื้อ จึงมักมีอาการหลากหลายซึ่งต้องวินิจฉัยแยกโรคให้ถูกต้อง ปัจจุบันมีการรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยในด้านต่าง ๆ มากขึ้น รวมถึงข้อมูลในระยะยาวของผู้ป่วยกลุ่มนี้ที่มีความสำคัญมากขึ้นเรื่อย ๆ

เอกสารอ้างอิง

- Gasmi A, Tippairote T, Mujawdiya PK, Gasmi Benahmed A, Menzel A, Dadar M, et al. Neurological Involvements of SARS-CoV2 Infection. *Mol Neurobiol*. 2021;58(3):944-9.
- Andalib S, Biller J, Di Napoli M, Moghimi N, McCullough LD, Rubinos CA, et al. Peripheral Nervous System Manifestations Associated with COVID-19. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2021;21(3):9.
- Suh J, Amato AA. Neuromuscular complications of coronavirus disease-19. *Curr Opin Neurol*. 2021;34(5):669-74.
- Klein NP, Lewis N, Goddard K, Fireman B, Zerbo O, Hanson KE, et al. Surveillance for Adverse Events After COVID-19 mRNA Vaccination. *JAMA*. 2021;326(14):1390-9.
- Shasha D, Bareket R, Sikron FH, Gertel O, Tsamir J, Dvir D, et al. Real-world safety data for the Pfizer BNT162b2 SARS-CoV-2 vaccine: historical cohort study. *Clin Microbiol Infect*. 2022;28(1):130-4.
- Živković SA, Gruener G, Narayanaswami P. Doctor-Should I get the COVID-19 vaccine? Infection and immunization in individuals with neuromuscular disorders. *Muscle Nerve*. 2021;63(3):294-303.
- Costamagna G, Abati E, Bresolin N, Comi GP, Corti S. Management of patients with neuromuscular disorders at the time of the SARS-CoV-2 pandemic. *J Neurol*. 2021;268(5):1580-91.

การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับการป้องกันการเกิดบาดแผล และลดการลุกลามของแผลกดทับ

พรอนงค์ อร่ามวิทย์^{๑,๒}, ศุภมาส นภาวิชยานันท์^๒, ชุตติรัตน์ ประมุขสรรค์^๓

^๑ ภาควิชาชีวเคมี สาขาวิชาเภสัชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสถาน, aramwit@gmail.com

^๒ ภาควิชาเภสัชกรรมปฏิบัติ คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางสาร
ทรงฤทธิ์ทางชีวภาพเพื่อนวัตกรรมทางคลินิก คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

๑๐๓๓๐

^๓ กลุ่มงานอายุรกรรม โรงพยาบาลตำรวจ กรุงเทพมหานคร ๑๐๓๓๐

บทนำ

ปัจจุบันทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย กำลังเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความต้องการเฉพาะและต้องการได้รับการดูแลเป็นพิเศษ ทั้งนี้เนื่องจากผู้สูงอายุมักมีประสิทธิภาพในการรับประทานอาหาร การเดิน การทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับประชากรในกลุ่มอื่น ทำให้จำเป็นต้องมีกลุ่มผลิตภัณฑ์เฉพาะเพื่อบรรเทาและส่งเสริมคุณภาพชีวิตของประชากรกลุ่มดังกล่าว ปัญหาหนึ่งที่ผู้สูงอายุมักพบอยู่เสมอคือ ปัญหาด้านการเดิน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโรคประจำตัว โรคเกี่ยวกับข้อเข่าและกระดูกที่เสื่อมสภาพ น้ำหนักตัวที่เพิ่มสูงขึ้น ปัญหาทางระบบประสาทซึ่งส่งผลไปยังการทรงตัว ฯลฯ ทำให้ประชากรในกลุ่มนี้มากกว่าครึ่งหนึ่งต้องติดเตียงหรือใช้รถเข็นเป็นประจำต่อเนื่องทุกวัน จากพฤติกรรมติดเตียงหรือติดรถเข็นทำให้เกิดปัญหาอื่น ๆ ตามมาที่สำคัญ ได้แก่ การเกิดบาดแผลกดทับ ซึ่งเกิดได้ทั้งบริเวณหู หลัง น่องหรือก้นกบ อันเนื่องมาจากการนอนและเกิดการเสียดสีนาน ๆ โดยแผลกดทับนั้นแบ่งออกเป็น ๔ ระยะ คือระยะที่ ๑ เป็นระยะที่มีความรุนแรงต่ำ เกิดเป็นเพียงรอยแดงบริเวณบาดแผล ระยะที่ ๒ เป็นระยะที่ผิวหนังบริเวณชั้นหนังกำพร้าและหนังแท้บางส่วนถูกทำลาย ส่งผลให้ผู้ป่วยมีอาการเจ็บบริเวณบาดแผล ระยะที่ ๓ เป็นบาดแผลที่มีโพรงลึก ชั้นผิวหนังถูกทำลายค่อนข้างมาก และลุกลามถึงเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง พบกลิ่นเหม็นบริเวณแผลได้ และระยะที่ ๔ เป็นบาดแผลที่รุนแรงที่สุด ชั้นผิวหนังและเนื้อเยื่อใต้ผิวหนังถูกทำลายทั้งหมด รวมถึงกล้ามเนื้อ กระดูก และข้อ และพบการเกิดเนื้อตาย (Moore, 2005) นอกจากนี้ยังมักพบการติดเชื้อบริเวณบาดแผลร่วมอีกด้วย ซึ่งการรักษาแผลกดทับนั้นอาจจะต้องใช้เวลานานและค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง การป้องกันการเกิดแผลกดทับจึงเป็นสิ่งที่สำคัญและควรคำนึงถึงเป็นอันดับแรก แม้ว่าจะมีความพยายามในการให้คำแนะนำให้ผู้ป่วยพลิกตัวบ่อย ๆ หรือใช้อุปกรณ์ช่วยป้องกันการเกิดบาดแผลกดทับก็ตาม แต่เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านั้นมักมีราคาสูง มีประสิทธิภาพในการป้องกันได้ไม่สมบูรณ์ ประกอบกับต้องมีผู้ดูแลตลอดเวลา จึงทำให้การรักษาหรือป้องกันการเกิดแผลกดทับค่อนข้างทำได้ยากในปัจจุบัน ดังนั้นการพยายามหาทางเลือกอื่น ๆ ร่วมด้วยเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาแผลกดทับดังกล่าวจึงเป็นสิ่งที่น่าจะได้ผลดีต่อผู้ป่วย ด้วยเหตุนี้จึงมีการวิจัยและพัฒนาครีมที่สามารถเคลือบผิว มีส่วนประกอบของสารสกัดธรรมชาติที่กระตุ้นการสร้างคอลลาเจนเพื่อทำให้ผิวหนังแข็งแรงขึ้นร่วมกับสารสกัดจากธรรมชาติที่มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อ ป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย และสามารถติดผิวได้เป็นระยะเวลานาน เพื่อป้องกันการเกิดบาดแผลและลดการลุกลามของแผลกดทับ โดยพบว่าปัจจุบันยังไม่มีครีมลักษณะนี้อยู่ในท้องตลาด มีเพียงครีมที่มีส่วนประกอบของพอลิเมอร์ที่ช่วยลดการเสียดสี แต่เนื่องจากพอลิเมอร์เป็นสารสังเคราะห์ที่อาจก่อให้เกิดการแพ้โดยเฉพาะกับผิวหนังที่บอบบางได้ อีก

ทั้งครีมที่มีอยู่ในท้องตลาดยังขาดคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ จึงทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดบาดแผลกดทับค่อนข้างต่ำ และเนื่องจากครีมพอลิเมอร์นี้ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศทำให้มีราคาสูง ผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุบางรายไม่สามารถเข้าถึงผลิตภัณฑ์ได้

การวิจัยและพัฒนาครีมสำหรับการป้องกันการเกิดบาดแผลและลดการลุกลามของแผลกดทับ

โปรตีนกาวไหม เป็นสารสกัดจากธรรมชาติ ที่ได้จากการสกัดรังไหมด้วยความดันและอุณหภูมิที่เหมาะสม มีคุณสมบัติในการเร่งเซลล์ไฟโบรบลาสต์ให้เกิดการสร้างคอลลาเจน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการหายของบาดแผล (Aramwit et al., 2009) และมีความเป็นพิษต่ำ จากการศึกษาในหลอดทดลอง พบว่าการเลี้ยงเซลล์ไฟโบรบลาสต์ด้วยสารสกัดโปรตีนกาวไหมเป็นเวลา ๗๒ ชั่วโมง สามารถเพิ่มจำนวนเซลล์ไฟโบรบลาสต์และช่วยกระตุ้นการสร้างคอลลาเจนได้มากกว่าเซลล์ที่ไม่ได้รับสารสกัดโปรตีนกาวไหม (Tsubouchi et al., 2005) ผลการศึกษาการพัฒนาวิจัยสารสกัดโปรตีนกาวไหมในรูปแบบครีมในสัตว์ทดลอง พบว่า บาดแผลของสัตว์ทดลองที่ได้รับการรักษาด้วยสารสกัดโปรตีนกาวไหมที่มีความเข้มข้นร้อยละ ๘ มีขนาดเล็กลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับบาดแผลที่ไม่ได้รับสารสกัดโปรตีนกาวไหม และพบว่าบริเวณบาดแผลมีปริมาณคอลลาเจนในเนื้อเยื่อมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับโปรตีนกาวไหม โดยปราศจากผลข้างเคียงทางผิวหนังอีกด้วย (Aramwit and Sangcakul, 2007) ส่วนผลการศึกษาในมนุษย์ จากการศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นปิดแผลที่ประกอบด้วยโปรตีนกาวไหมร้อยละ ๓ ในการรักษาบาดแผลของผู้ป่วยที่ถูกตัดผิวหนังบางส่วนเพื่อการปลูกถ่ายพบว่า ระยะเวลาการหายของบาดแผลที่รักษาด้วยแผ่นปิดแผลที่มีส่วนประกอบของโปรตีนกาวไหมดังกล่าว น้อยกว่าแผ่นปิดแผลควบคุมทางการค้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Siritientong et al., 2014) นอกจากนี้ยังพบว่าการรักษาบาดแผลของผู้ป่วยที่ถูกตัดผิวหนังบางส่วนเพื่อการปลูกถ่ายด้วยแผ่นปิดแผลที่ประกอบด้วยโปรตีนกาวไหมร้อยละ ๑ สามารถเร่งระยะเวลาการหายของบาดแผล ลดความเจ็บปวดของบาดแผล และเร่งกระบวนการคืนสภาพของผิวหนังได้ดีกว่าแผ่นปิดแผลควบคุมทางการค้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย (Hasatsri et al., 2015)

ไคโทซานเป็นสารสกัดที่ได้จากการสกัดเปลือกกุ้ง ปู หรือ แมลง ซึ่งเป็นส่วนที่เหลือทิ้งจำนวนมากจากกระบวนการผลิตอาหาร (Azuma et al., 2014) ไคโทซานมีความปลอดภัย เป็นพิษต่ำ และสามารถเข้ากับเนื้อเยื่อได้เป็นอย่างดี และยังมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังพบรายงานว่ากลูโคซามีนที่พบในโครงสร้างของไคโทซานยังสามารถช่วยเร่งกระบวนการหายของบาดแผลได้ดี (Prudden et al., 1970) จากการศึกษาการใช้แผ่นปิดแผลเซลลูโลสที่มีส่วนประกอบของไคโทซานในการรักษาบาดแผลในสุนัขพบว่า เนื้อเยื่อของบาดแผลที่ได้รับการรักษาด้วยแผ่นปิดแผลที่มีส่วนประกอบของไคโทซานสามารถกระตุ้นการหายของบาดแผลได้ดีกว่าแผ่นปิดแผลที่ไม่มีส่วนประกอบของไคโทซาน (Ueno et al., 1999) จากการศึกษาในมนุษย์โดยใช้แผ่นปิดแผลไคโทซานในการรักษาบาดแผลที่ถูกตัดผิวหนังบางส่วนของผู้ป่วยยังพบว่า บาดแผลที่รักษาด้วยไคโทซานมีผลการรักษาดีกว่าการรักษาด้วยกลุ่มควบคุม (แผ่นปิดแผลทางการค้า) (Azad et al., 2004) และการใช้แผ่นปิดแผลที่ประกอบด้วยไคโทซานในการรักษาบาดแผลที่ถูกตัดผิวหนังบางส่วนในผู้ป่วย ๒๐ ราย ช่วยให้สีของบาดแผลบริเวณที่ปิดด้วยแผ่นปิดแผลที่ประกอบด้วยไคโทซานกลับมาใกล้เคียงกับผิวหนังปกติได้เร็วกว่าแผ่นปิดแผลทางการค้ากลุ่มควบคุมอีกด้วย (Stone et al., 2000) นอกจากนี้ไคโทซานยังสามารถออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในบาดแผลได้ โดยมีโครงสร้างที่มีประจุบวกไปจับกับประจุลบของโปรตีนของเยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรีย นำไปสู่การตายของแบคทีเรีย (Jayakumar et al., 2011) โดยไคโทซานสามารถยับยั้งเชื้อแกรมบวกและเชื้อแกรมลบได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Zheng and Zhu, 2003) และการใช้แผ่นปิดแผลที่มีส่วนประกอบของไคโทซานเข้มข้นร้อยละ ๑ สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อดังกล่าวได้ (Cai et al.,

2010) ดังนั้นโคโทซานจึงเป็นที่นิยมและถูกใช้อย่างแพร่หลายในวัสดุสำหรับรักษาบาดแผล เช่น เจล ฟิล์ม และ แผ่นปิดแผล เป็นต้น (Jayakumar et al., 2011)

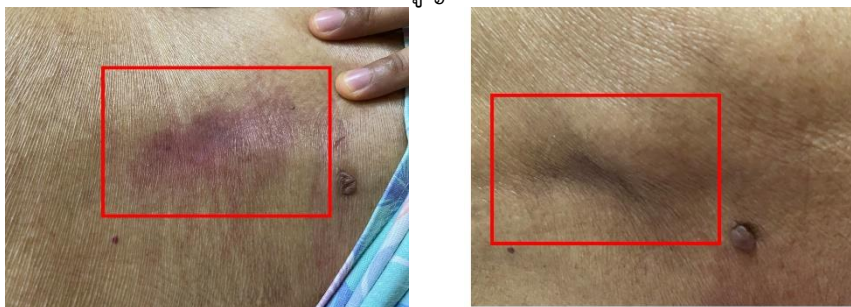
จากประสิทธิภาพของสารสกัดโปรตีนกาวไหมและสารสกัดโคโทซานดังกล่าวข้างต้น จึงได้มีการวิจัยและพัฒนาครีมสำหรับการป้องกันการเกิดบาดแผลและลดการลุกลามของแผลกดทับ โดยใช้สารสกัดโปรตีนกาวไหมและโคโทซานเป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งพบว่าครีมที่พัฒนาขึ้นมีความคงตัวดี ติดทนนาน มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสูง จึงเป็นทางเลือกใหม่ของผู้ที่ต้องการป้องกันการเกิดบาดแผลและลดการลุกลามของแผลกดทับ

การศึกษาประสิทธิภาพและความปลอดภัยของครีมโปรตีนกาวไหมและโคโทซานในอาสาสมัคร

จากการทดสอบทางคลินิกแบบปิดบังทางเดียว แบบสุ่ม โดยมีกลุ่มควบคุม เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและความปลอดภัยของครีมโปรตีนกาวไหมและโคโทซานสำหรับการป้องกันการเกิดบาดแผลและลดการลุกลามของแผลกดทับ ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลตำรวจ โดยทำการศึกษาในอาสาสมัครที่มีผลการประเมินแผลกดทับไม่เกินระยะที่ ๒ ทั้งหมด ๒๐ บาดแผล แบ่งแบบสุ่มออกเป็น ๒ กลุ่ม เพื่อให้มีโอกาสเท่า ๆ กันในการได้รับครีมโปรตีนกาวไหมและโคโทซาน หรือครีมทางการค้า (กลุ่มควบคุม) โดยมีกลุ่มที่ได้รับครีมโปรตีนกาวไหมและโคโทซาน ๑๐ บาดแผล และกลุ่มควบคุมที่ได้รับครีมทางการค้า ๑๐ บาดแผล

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้ดูแลอาสาสมัครเป็นผู้ทาครีมดังกล่าวให้แก่อาสาสมัคร โดยทาววันละ ๒ ครั้ง หลังอาบน้ำทุกวันเป็นเวลา ๓ สัปดาห์ แต่หากมีการชำระล้างบริเวณที่ทาครีมระหว่างวัน เช่น บริเวณที่ทาครีมปนเปื้อนอุจจาระหรือปัสสาวะ แล้วมีการชำระล้างทำความสะอาดบริเวณนั้น ๆ จะทาครีมซ้ำทุกครั้งที่มีการชำระล้าง เพื่อให้มีครีมทดสอบบนบาดแผลกดทับตลอด ๒๔ ชั่วโมง เก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินบาดแผลโดยใช้แบบประเมินแผลกดทับ วัดค่าการอักเสบของบาดแผล การป้องกันการลุกลามของการเปลี่ยนแปลงของเม็ดสีที่เกิดขึ้นจากการเกิดการอักเสบของบาดแผล และการป้องกันการสูญเสียน้ำของบาดแผล



ภาพที่ ๑ ภาพตัวอย่างแผลกดทับของอาสาสมัครก่อน (ภาพซ้าย) และหลัง (ภาพขวา) การรักษาด้วยครีมโปรตีนกาวไหมและโคโทซาน

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาประสิทธิภาพและความปลอดภัยของครีมโปรตีนกาวไหมและโคโทซานสำหรับการป้องกันการเกิดบาดแผลและลดการลุกลามของแผลกดทับพบว่า การใช้ครีมโปรตีนกาวไหมและโคโทซาน หรือครีมทางการค้า (กลุ่มควบคุม) เป็นระยะเวลา ๑, ๒, และ ๓ สัปดาห์ มีประสิทธิภาพและความปลอดภัย โดยสามารถป้องกันการเพิ่มขึ้นของขนาดบาดแผลกดทับในผู้ที่มีบาดแผลกดทับ (ภาพที่ ๑) และป้องกันการเกิดบาดแผลกดทับในผู้ที่มีความเสี่ยงที่จะเป็นแผลกดทับได้ สามารถป้องกันการลุกลามของการอักเสบของ

บาดแผล ป้องกันการลุกลามของการเปลี่ยนแปลงของเม็ตส์ที่เกิดหลังจากการเกิดการอักเสบของบาดแผล ช่วยป้องกันการสูญเสียเนื้อของบาดแผลได้อีกด้วย นอกจากนี้ครีมโปรตีนกาวไหมและโคโทซานยังมีความปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดอาการข้างเคียงจากการใช้ครีมโปรตีนกาวไหมและโคโทซาน โดยไม่พบการแพ้ของผิวหนัง ไม่พบผื่นแดง ผื่นนูน ตุ่มน้ำใสขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ในขณะที่พบการเกิดอาการผื่นแดงในกลุ่มที่ได้รับครีมทางการค้าร้อยละ ๑๐ ถึง ๒๐

บทสรุป

ผลิตภัณฑ์ครีมโปรตีนกาวไหมและโคโทซานที่พัฒนามีประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการป้องกันการเกิดบาดแผลและลดการลุกลามของแผลกดทับ ซึ่งอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในผู้ที่ต้องการป้องกันการเกิดบาดแผลและลดการลุกลามของแผลกดทับไม่เกินระยะที่ ๒ ได้

เอกสารอ้างอิง

- Moore Z. Pressure ulcer grading. Nurs Stand. 2005;19(52):56-64.
- Aramwit P, Kanokpanont S, De-Eknamkul W, Kamei K, Srichana T. The effect of sericin with variable amino-acid content from different silk strains on the production of collagen and nitric oxide. J Biomater Sci Polym Ed. 2009;20(9):1295-1306.
- Tsubouchi K, Igarashi Y, Takasu Y, Yamada H. Sericin enhances attachment of cultured human skin fibroblasts. Biosci Biotechnol Biochem. 2005;69(2):403-405.
- Aramwit P, Sangcakul A. The effects of sericin cream on wound healing in rats. Biosci Biotechnol Biochem. 2007;71(10):2473-2477.
- Siritientong T, Angspatt A, Ratanavaraporn J, Aramwit P. Clinical potential of a silk sericin-releasing bioactive wound dressing for the treatment of split-thickness skin graft donor sites. Pharm Res. 2014;31(1):104-116.
- Hasatsri S, Angspatt A, Aramwit P. Randomized Clinical Trial of the Innovative Bilayered Wound Dressing Made of Silk and Gelatin: Safety and Efficacy Tests Using a Split-Thickness Skin Graft Model. Evid Based Complement Alternat Med. 2015;2015:8.
- Azuma K, Ifuku S, Osaki T, Okamoto Y, Minami S. Preparation and biomedical applications of chitin and chitosan nanofibers. J Biomed Nanotechnol. 2014;10(10):2891-2920.
- Prudden JF, Migel P, Hanson P, Friedrich L, Balassa L. The discovery of a potent pure chemical wound-healing accelerator. Am J Surg. 1970;119(5):560-564.
- Ueno H, Yamada H, Tanaka I, Kaba N, Matsuura M, Okumura M, et al. Accelerating effects of chitosan for healing at early phase of experimental open wound in dogs. Biomaterials. 1999;20(15):1407-1414.
- Azad AK, Sermsintham N, Chandkrachang S, Stevens WF. Chitosan membrane as a wound-healing dressing: characterization and clinical application. J Biomed Mater Res B Appl Biomater. 2004;69(2):216-222.
- Stone CA, Wright H, Clarke T, Powell R, Devaraj VS. Healing at skin graft donor sites dressed with chitosan. Br J Plast Surg. 2000;53(7):601-606.

- Jayakumar R, Prabakaran M, Sudheesh Kumar PT, Nair SV, Tamura H. Biomaterials based on chitin and chitosan in wound dressing applications. *Biotechnol Adv.* 2011;29(3):322-337.
- Zheng L-Y, Zhu J-F. Study on antimicrobial activity of chitosan with different molecular weights. *Carbohydrate Polymers.* 2003;54(4):527-530.
- Cai ZX, Mo XM, Zhang KH, Fan LP, Yin AL, He CL, et al. Fabrication of chitosan/silk fibroin composite nanofibers for wound-dressing applications. *Int J Mol Sci.* 2010;11(9):3529-3539.

บทบาทของอาหารไทยในผู้สูงอายุ เพื่อความเป็นอายุวัฒนะ และการป้องกันโรคพาร์คินสัน

รุ่งโรจน์ พิทยศิริ^{๑, ๒}

^๑ภาควิชาอายุรศาสตร์ สาขาวิชาอายุรศาสตร์ ประสาทวิทยาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

^๒ศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์โรคพาร์คินสัน และกลุ่มโรคความเคลื่อนไหวผิดปกติ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย rbh@chulapd.org

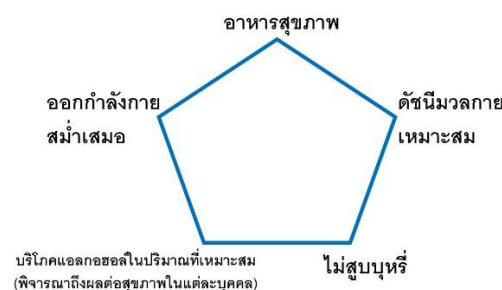
บทนำ

“You are what you eat.” เป็นวลีที่เราได้ยินกันเป็นประจำ ที่มีรากฐานมาจากภาษาฝรั่งเศส (Dis-moi ce que tu manges, je te dirai ce que tu es) และเยอรมัน (Der Mensch ist, was er ißt) ในปัจจุบันมีผู้นำมาใช้บ่อยครั้งในภาษาอังกฤษ การมีสุขภาพที่ดีนั้นเป็นผลมาจากการเลือกอาหารรับประทาน อาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย (Lindlahr, 1942) การวิจัยในช่วง ๑๐ ปีที่ผ่านมาได้ให้ข้อมูลที่ชัดเจนมากขึ้นว่าการบริโภคอาหารสุขภาพ (Healthy eating) มีผลต่ออายุขัย เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ชีวิตยืนยาวขึ้น และสามารถชะลอหรือป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-communicable diseases, NCD) หลาย ๆ โรคที่ถึงแม้ยังไม่ทราบสาเหตุแน่ชัด แต่มีปัจจัยเสี่ยงร่วมทางด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งรวมถึงอาหารและพันธุกรรม เช่น โรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดสมอง โรคอัลไซเมอร์ โรคพาร์คินสัน ดังนั้นในปัจจุบันการเลือกรับประทานอาหารสุขภาพจึงได้รับความนิยมมากขึ้นทั้งในผู้สูงอายุและคนรุ่นใหม่ ในบทความนี้ผู้เขียนจะกล่าวถึงงานวิจัยเกี่ยวกับอาหารสุขภาพและการนำข้อมูลเหล่านี้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ รวมทั้งบทบาทของอาหารไทยที่น่าจะมีประโยชน์แก่สุขภาพและการป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง

อาหารสุขภาพกับอายุวัฒนะ : ความเชื่อหรือความจริง

“การไม่มีโรค เป็นลาภอันประเสริฐ (อาโรคยะยะประระมา ลาภา)” เป็นอภิวาทหนึ่งที่ได้ยินอยู่เป็นประจำเพราะสุขภาพที่ดีคือกุญแจสำคัญที่ช่วยให้ชีวิตของเราทุกคนมีความสุขและสามารถก้าวเดินต่อไปสู่ความสำเร็จในทุก ๆ ด้านของชีวิต นอกจากการไม่มีโรคแล้ว การมีอายุที่ยืนยาว (Longevity) ร่วมกับการมีสุขภาพและคุณภาพชีวิตที่ดีนั้นสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของแผนผู้สูงอายุแห่งชาติฉบับที่ ๒ ซึ่งมุ่งหวังให้ผู้สูงอายุมีคุณภาพชีวิตที่ดีที่รวมถึงการมีสุขภาพที่ดีทั้งกายและจิตใจ คำว่า “อายุวัฒนะ” มีอยู่ในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. ๒๕๕๔ ซึ่งได้กำหนดความหมายไว้ว่า อายุวัฒนะ น. เรียกยาที่ถือว่ากินแล้วมีอายุยืนว่า ยาอายุวัฒนะ. (ป.). อาหารสุขภาพนั้นมีคุณค่าเปรียบเสมือนยาอายุวัฒนะที่รับประทานอยู่ทุกวัน การศึกษาโดย Li และคณะ (Li et al., 2018) โดยใช้ประชากรจำนวนมากว่าหนึ่งแสนรายในประเทศสหรัฐอเมริกาและศึกษาต่อเนื่อง ๓๔ ปี ได้ให้ข้อมูลที่น่าสนใจว่าการมีวิถีชีวิตสุขภาพนั้นมีองค์ประกอบหลักที่สำคัญอยู่ ๕ ด้าน (รูปที่ ๑) ได้แก่ ไม่สูบบุหรี่ มีดัชนีมวลกายอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ดื่มแอลกอฮอล์ในปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งควรพิจารณาถึงผลต่อสุขภาพที่อาจแตกต่างกันในแต่ละบุคคล และรับประทานอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ผลการศึกษาได้แสดงว่ากลุ่มประชากรที่ใช้วิถีชีวิตสุขภาพดังกล่าวมีอัตราการ

เสียชีวิตก่อนวัยอันควรต่ำลง และมีอายุที่ยืนยาวขึ้นทั้งในประชากรเพศชายและหญิง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มประชากรทั่วไป (Li et al., 2018) ผลการศึกษานี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของประชากรไทยได้โดยมีข้อควรคำนึงว่า การปรับใช้วิถีชีวิตสุขภาพนั้นมืองค์ประกอบหลายอย่างที่ต้องปฏิบัติอย่างต่อเนื่องไปพร้อม ๆ กัน ไม่ใช่รับประทานอาหารสุขภาพอย่างเดียวจะได้ผลถ้าวิถีชีวิตอย่างอื่นยังไม่ได้รับการแก้ไข การปรับวิถีชีวิตสุขภาพในเชิงบวก เช่น การออกกำลังกายที่สม่ำเสมอ ควรทำร่วมกับการเลิกใช้วิถีชีวิตในเชิงลบ เช่น ควรเลิกสูบบุหรี่ การศึกษานี้ได้เน้นถึงเรื่องอาหารที่มีประโยชน์แก่สุขภาพโดยรวม ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ผัก ผลไม้ ถั่วและธัญพืช ไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นส่วนใหญ่ และมีเกลือและเนื้อแดงน้อย ผลประโยชน์ที่ได้จะยิ่งชัด ถ้าเริ่มเร็ว ตั้งแต่ก่อนเริ่มป่วยและปฏิบัติต่อเนื่องจนเป็นนิสัย ผลประโยชน์ที่ได้จากอาหารสุขภาพนั้นน่าจะมาจากการบริโภคสารอาหารหลาย ๆ ชนิดร่วมกันในปริมาณที่เหมาะสม ไม่ใช่เกิดจากสารอาหารเพียงชนิดใดชนิดหนึ่งและสารอาหารเหล่านั้นมีกลไกออกฤทธิ์ผ่านกลไกต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น การลดการอักเสบเรื้อรัง การเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระ การลดปริมาณสารอนุมูลอิสระ และการสร้างสมดุลของแบคทีเรียในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งจะส่งผลโดยรวมให้เซลล์ในร่างกายเสื่อมช้าลง ทำให้กลุ่มคนที่มีวิถีชีวิตสุขภาพเหล่านี้มีโรคเรื้อรังน้อยลงและส่งผลทางอ้อมให้มีอายุยืนยาวขึ้น นอกจากนี้งานวิจัยในระดับพื้นฐานจำนวนมากยังแสดงถึงผลของอาหารสุขภาพที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของเทโลเมียร์ (Telomere dynamics) ซึ่งมีผลต่อเนื่องไปถึงอายุขัยอีกด้วย (Ng et al., 2022) การวิจัยอาหารสุขภาพนั้นก้าวหน้าไปอย่างมาก เริ่มมีการศึกษาว่าอาหารสุขภาพนั้นสามารถชะลอวัยได้หรือไม่ (Anti-ageing effect) ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลที่ชัดเจน

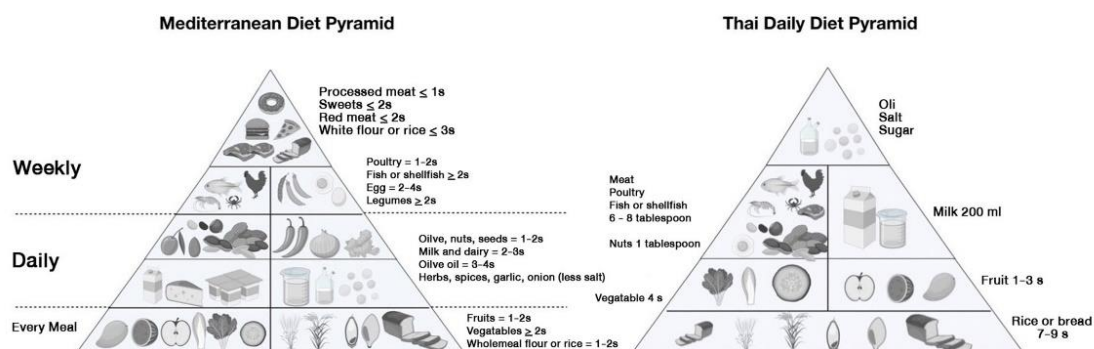


รูปที่ ๑: วิถีชีวิตสุขภาพ ๕ ด้าน

อะไรคืออาหารสุขภาพและสามารถป้องกันหรือชะลอโรคไม่ติดต่อเรื้อรังได้หรือไม่

การศึกษาถึงประสิทธิภาพของอาหารสุขภาพที่มีผลต่อการชะลอหรือป้องกันโรคที่ผ่านมา ส่วนใหญ่จะเน้นเรื่องโรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง และโรคเมตาบอลิก ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรในลำดับต้น ๆ ของผู้สูงอายุ อาหารเมดิเตอร์เรเนียน (Mediterranean diet, MEDI) ได้ถูกเลือกเป็นตัวอย่างของอาหารสุขภาพในการศึกษาจำนวนมาก อาหารดังกล่าวมีองค์ประกอบของผักและผลไม้หลายชนิด โดยมีถั่วและธัญพืชเป็นหลัก มีอัตราส่วนของไขมันไม่อิ่มตัวต่อไขมันอิ่มตัวสูงในรูปแบบของน้ำมันมะกอกเป็นส่วนใหญ่ มีองค์ประกอบของโปรตีนจากปลาในระดับปานกลางและมีเนื้อแดงและผลิตภัณฑ์จากนมต่ำ ทั้งนี้ปริมาณและความถี่ของการรับประทานอาหารเมดิเตอร์เรเนียนตามสัดส่วนของสารอาหารต่าง ๆ สามารถแสดงออกได้ในรูปแบบของพีระมิด (Mediterranean diet pyramid, รูปที่ ๒) การวิจัยที่เปรียบเทียบประสิทธิภาพของ

อาหารเมดิเตอร์เรเนียนกับอาหารไขมันต่ำในผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดหัวใจนั้น (โครงการวิจัย PREDIMED) พบว่ากลุ่มที่รับประทานอาหารเมดิเตอร์เรเนียนอย่างสม่ำเสมอตลอดช่วงประมาณ ๕ ปีของการศึกษามีอุบัติการณ์ของโรคกล้ามเนื้อหัวใจตาย หลอดเลือดสมองอุดตัน และการเสียชีวิตที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่รับประทานอาหารไขมันต่ำแต่เพียงอย่างเดียว (Estruch et al., 2018)



รูปที่ ๒: พีระมิดอาหารเมดิเตอร์เรเนียนเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารไทยในด้านคุณค่าทางโภชนาการ

โรคพาร์คินสันเป็นตัวอย่างของโรคความเสื่อมทางระบบประสาทที่ในปัจจุบันมีอุบัติการณ์ของโรคสูงที่สุดโรคหนึ่ง และพบมากขึ้นเป็นสัดส่วนตามอายุที่เพิ่มขึ้นจาก ๑% ในผู้สูงวัยที่มีอายุมากกว่า ๖๐ ปี สู่ ๓% ในผู้สูงวัยที่มีอายุมากกว่า ๘๐ ปี มีระยะเวลาของการดำเนินโรคที่ยาวนานมากกว่า ๒๐ ปี และมีช่วงระยะเวลาของอาการเสี่ยง (Prodromal stage) ก่อนที่จะมีอาการของโรคพาร์คินสันประมาณ ๑๐ ปี ทำให้โรคพาร์คินสันเป็นตัวอย่างของโรคที่เหมาะสมแก่การศึกษาป้องกัน หลักฐานทางการวิจัยในปัจจุบันได้ให้ข้อมูลใหม่ที่ต่างกับสมัยก่อนที่เชื่อว่าโรคพาร์คินสันนั้นไม่สามารถป้องกันได้ กลุ่มผู้ป่วยพาร์คินสันที่รับประทานอาหารเมดิเตอร์เรเนียนอย่างสม่ำเสมอมีการดำเนินโรคที่ช้าลงเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ป่วยพาร์คินสันที่รับประทานอาหารทั่วไป การรับประทานอาหารเมดิเตอร์เรเนียนในกลุ่มผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงแต่ยังไม่เป็นโรคพาร์คินสัน ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคพาร์คินสันในอนาคตได้เช่นเดียวกัน (Malaki et al., 2019) ทั้งนี้ศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์โรคพาร์คินสันฯ ได้ร่วมกับทางสภากาชาดไทยริเริ่มโครงการระดับประเทศเพื่อค้นหาผู้ป่วยหรือผู้มีความเสี่ยงต่อโรคพาร์คินสันตามวิธีเชิงรุกด้วยการตรวจผ่านระบบดิจิทัลเพื่อการป้องกันและการรักษาที่รวดเร็ว และชะลอการดำเนินโรคโดยใช้อาหารไทยสุขภาพที่มีความใกล้เคียงกับอาหารเมดิเตอร์เรเนียน การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ และการนอนที่ถูกระบุ (Eat, Move, Sleep Campaign) ร่วมกับการรักษาด้วยยาในผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคพาร์คินสันแล้ว การใช้ระบบค้นหาผู้ป่วยด้วยการตรวจแบบดิจิทัลนี้จะทำให้ค้นหาผู้ป่วยได้เร็วและทั่วถึง รวมทั้งกลุ่มที่มีความเสี่ยง เพื่อประโยชน์แก่ผู้ป่วยแต่ละรายในการรักษาเร็วขณะที่อาการยังไม่มาก การให้การป้องกันเพื่อลดการดำเนินโรคในกลุ่มเสี่ยงทำให้เกิดผลประโยชน์โดยรวมในการลดภาระค่าใช้จ่ายทางสาธารณสุขของประเทศสำหรับการรักษาโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงวัยที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ ๑๓

อาหารไทยสุขภาพ กับบทบาทของการป้องกันและชะลอโรคไม่ติดต่อเรื้อรังสำหรับประชาชนไทยและชาวโลก

ถึงแม้ว่าอาหารเมดิเตอร์เรเนียนจะเปรียบเสมือนแม่แบบของอาหารสุขภาพที่ถูกนำไปใช้ในการศึกษาเพื่อการรักษาป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรังดังที่ได้กล่าวข้างต้น แต่เมื่อมาประเมินถึงส่วนประกอบของอาหารเมดิเตอร์เรเนียนแล้วก็พบว่ามีองค์ประกอบของสารอาหารที่คล้ายคลึงกับอาหารไทย (Vetrani et al., 2022) นอกจากนี้ประเทศไทยยังเป็นแหล่งอาหารโลกอันเป็นที่มาของผัก ผลไม้ ธัญพืช และสมุนไพรหลาย ๆ ชนิดซึ่งนอกจากจะมีประโยชน์แล้ว ยังเป็นที่นิยมของคนทั้งในและนอกประเทศและเป็นสินค้าส่งออกที่ทำรายได้ให้กับประเทศอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะนำแนวคิดอาหารสุขภาพแบบเมดิเตอร์เรเนียนมาประยุกต์ใช้กับอาหารไทย ในปัจจุบันได้มีการสร้างแบบประเมินมาตรฐานของอาหารเมดิเตอร์เรเนียนที่ใช้เทียบเคียงกับอาหารอื่น ๆ รูปที่ ๓ แสดงตัวอย่างของอาหารไทยที่มีการเทียบเคียงและมีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับอาหารเมดิเตอร์เรเนียนโดยที่รูปแบบ การปรุง และส่วนผสมของอาหารอาจแตกต่างกันไปในแต่ละภูมิภาคตามวัตถุดิบอาหาร อาหารเหล่านี้จะนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้ในโครงการชะลอโรคพาร์คินสันต่อไป

Authentic Thai Cuisine



รูปที่ ๓: ตัวอย่างของอาหารไทยที่ได้มีการเทียบเคียงคุณค่าของสารอาหารว่าใกล้เคียงกับอาหารเมดิเตอร์เรเนียน (ตัวเลขในภาพแสดงถึงค่าประเมินตามแบบประเมินมาตรฐานอาหารเมดิเตอร์เรเนียนโดยมีค่าต่ำสุดที่ ๐ และสูงสุดที่ ๑๐)

บทสรุป

การรักษาโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่ผ่านมามักจะมองถึงประสิทธิภาพของยาชนิดใหม่ ๆ โดยที่การรักษา นั้นเป็นแบบตั้งรับ ซึ่งหมายถึงว่ารอให้กลุ่มเสี่ยงเหล่านี้เริ่มป่วยเป็นโรคก่อนแล้วค่อยรักษา เป็นการรักษาที่ปลายเหตุทำให้สูญเสียบุคลากรและทรัพยากรทางสาธารณสุขของประเทศเป็นอย่างมาก ในปัจจุบันการป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรังก่อนที่จะมีอาการในกลุ่มเสี่ยงได้รับความสนใจมากขึ้น และหลักฐานทางการวิจัยในการป้องกันโรคกลุ่มนี้ก็มีมากขึ้น เป็นการป้องกันรักษาเชิงรุกที่มองไปยังสาเหตุก่อนที่จะเกิดปัญหาจะเกิด การศึกษาวิจัยที่มีมาตรฐานในระดับสูงในปัจจุบันได้บ่งบอกว่าอาหารมีส่วนสำคัญในการป้องกันหรือชะลอโรคไม่ติดต่อเรื้อรังหลาย ๆ โรคโดยที่ประสิทธิภาพน่าจะได้มาจากผลรวมของสารอาหารหลาย ๆ ชนิดผ่านหลาย ๆ

กลไกที่ทำให้การเสื่อมของเซลล์ในร่างกายนั้นลดลง การศึกษาโดยส่วนใหญ่ใช้อาหารเมดิเตอร์เรเนียนเป็นต้นแบบซึ่งทำให้เกิดแนวคิดต่อเนื่องในการประยุกต์อาหารไทยที่ใช้องค์ประกอบหลักที่มีความคล้ายคลึงของสารอาหาร ส่วนผสม และคุณค่าที่สามารถเทียบได้กับอาหารเมดิเตอร์เรเนียน ร่วมกับวิถีชีวิตสุขภาพอื่น ๆ เพื่อการป้องกันและรักษาโรคพาร์คินสันในประเทศไทย แนวทางนี้จะพลิกโฉมระบบสาธารณสุขเชิงรุกในการค้นหา กลุ่มเสี่ยงหรือผู้ป่วยในระยะแรกและให้การป้องกันที่ตรงกับสาเหตุ เป็นต้นแบบของการป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรังอื่น ๆ ที่จะช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายทางสาธารณสุขของประเทศในระยะยาวและเสริมสร้างให้ผู้สูงวัยในประเทศไทยมีสุขภาพที่ดีถ้วนหน้าอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- Lindlahr VH. You Are What You Eat. National Nutrition Society Inc., 1942.
- Li Y., Pan A., Wang DD., et al. Impact of Healthy Lifestyle Factors on Life Expectancies in the US Population. *Circulation* 2018;138:345-355.
- Ng G., Hande V., Ong MH., et al. Effects of Dietary Interventions on Telomere Dynamics. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen.* 2022 Apr-May;876-877:503472.
- Estruch R., Ros E., Salas-Salvado J., et al. Primary Prevention of Cardiovascular Disease with a Mediterranean Diet Supplemented with Extra-Virgin Olive Oil or Nuts. *N Eng J Med.* 2018;378:e34.
- Malaki MI., Yannakoulia M., Stamelou M., et al. Mediterranean Diet Adherence is Related to Reduced Probability of Prodromal Parkinson's Disease. *Mov Disord* 2019;34:48-57.
- Vetrani C., Piscitelli P., Muscogiuri G., et al. "Planterreanea": An Attempt to Broaden the Beneficial Effects of the Mediterranean Diet Worldwide. *Front Nutr* 2022;9:973757.

การจัดการการผลิตไฟฟ้าภายในประเทศ

ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ์^{๑,๔} สวัสดิ์ ตันตวรรัตน์^{๑,๕} ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง^๒ สุทัศน์ ยกส้าน^{๒,๖}
นวลตล เหล่าศิริพจน์^{๒,๘} ศุภชาติ จงไพบูลย์พัฒนา^๒ ขวลิศ พิชาลัย^๒ อารี พลดี^๒ กนกพร ชื่นใจดี^๒
และ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์^{๓,๗,*}

^๑ กรรมการที่ปรึกษา ในคณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมศัพท์พลังงาน

^๒ กรรมการ ในคณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมศัพท์พลังงาน

^๓ ประธานกรรมการ ในคณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมศัพท์พลังงาน

^๔ ราชบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

^๕ ราชบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

^๖ ราชบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์และดาราศาสตร์ ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

^๗ ราชบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการเกษตร ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

^๘ ภาควิชาฟิสิกส์ สาขาวิชาสาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน ประเภทวิชาเทคโนโลยี สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

* somchart.sop@kmutt.ac.th

พลังงานมีความสำคัญมากสำหรับการดำรงชีพในยุคปัจจุบัน การขาดแคลนพลังงานจากการจัดหาพลังงานที่ไม่เพียงพอกับความต้องการของประเทศจะทำให้ราคาพลังงานสูงขึ้น ส่งผลต่ออัตราเงินเฟ้อและค่าครองชีพที่เพิ่มขึ้น ดังตัวอย่างที่ชัดเจนจากผลของสงครามรัสเซีย-ยูเครน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีนโยบายพลังงาน (energy policy) หรือแบบแผนความคิดที่ใช้เป็นหลักยึดในการจัดทำนโยบายพลังงาน ซึ่งประกอบด้วยการจัดหาพลังงานที่จะนำมาใช้ให้มีหลากหลายชนิดมากขึ้น เพื่อตอบสนองต่อความต้องการได้อย่างเพียงพอและทั่วถึง รวมทั้งผู้ใช้พลังงานสามารถเข้าถึงได้ง่ายในราคาที่เหมาะสม สามารถพึ่งพาแหล่งพลังงานในประเทศและลดการนำเข้า มีการกระจายแหล่งพลังงานเพื่อลดความเสี่ยงในการจัดหาโดยไม่พึ่งพาแหล่งพลังงานชนิดใดชนิดหนึ่งมากเกินไป ส่งเสริมการพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน รวมทั้งต้องใช้ความรอบคอบและระมัดระวังที่จะให้กิจกรรมด้านการผลิตและใช้พลังงานส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของชุมชนน้อยที่สุด

การจัดหาพลังงาน ซึ่งปรกติหมายถึงพลังงานขั้นต้น (primary energy) หรือพลังงานที่จัดหามาได้โดยยังไม่มีกระบวนการแปรรูป แปรรูป หรือดัดแปลงใด ๆ พลังงานขั้นต้นนี้อาจอยู่ในรูปของพลังงานที่พร้อมใช้งาน เช่น ชีวมวลจำพวกฟืน ไฟฟ้าที่นำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้าน น้ำมันสำเร็จรูป ถ่านหินลิกไนต์ หรือในรูปของพลังงานที่ยังไม่พร้อมใช้งาน เช่น น้ำมันดิบ ซึ่งจะต้องผ่านการแปรรูปโดยกระบวนการกลั่นลำดับส่วนเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานของแต่ละประเทศ เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล เกรดต่าง ๆ ที่พร้อมใช้งาน เมื่อพลังงานขั้นต้นผ่านกระบวนการแปรรูป แปรรูป หรือดัดแปลงใด ๆ ดังกล่าวแล้ว จะต้องมีการใช้พลังงานและมีการสูญเสียพลังงานบางส่วนไปตามกฎเกณฑ์ด้านพลังงาน พลังงานที่เหลือพร้อมใช้งานนี้เรียกว่า พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด (total final energy) นอกจากนี้ ยังอาจมีการนำผลิตภัณฑ์ส่วนหนึ่งที่ได้จากพลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมดนี้ ไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตในภาคเศรษฐกิจอื่นที่ไม่ใช่พลังงาน เช่น ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี พลังงานที่เหลืออยู่ ณ ขั้นตอนนี้เรียกว่าพลังงานขั้นสุดท้าย (final energy) ซึ่งหมายถึงพลังงานที่พร้อมใช้งานในภาคเศรษฐกิจพลังงาน (ดูภาพที่ ๑ ประกอบ)

เมื่อจำแนกพลังงานขั้นสุดท้ายที่ใช้ตามชนิดของพลังงาน โดยใช้หน่วยเป็นพันตันน้ำมันดิบเทียบเท่า และคิดเป็นร้อยละของพลังงานขั้นสุดท้ายที่ใช้ทั้งหมด (๘๐,๕๓๒ พันตันน้ำมันดิบเทียบเท่า) มีรายละเอียดดังนี้ (ข้อมูลปี ๒๕๖๐ จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, ๒๕๖๑)

๑. น้ำมันสำเร็จรูป	๔๐,๕๐๑ พันตันน้ำมันดิบเทียบเท่า	คิดเป็นร้อยละ ๕๐.๑
๒. ไฟฟ้า	๑๖,๕๑๙ พันตันน้ำมันดิบเทียบเท่า	คิดเป็นร้อยละ ๒๐.๕
๓. พลังงานหมุนเวียน	๗,๓๒๒ พันตันน้ำมันดิบเทียบเท่า	คิดเป็นร้อยละ ๙.๑
๔. แก๊สธรรมชาติ	๕,๗๖๗ พันตันน้ำมันดิบเทียบเท่า	คิดเป็นร้อยละ ๗.๑
๕. ถ่านหินและลิกไนต์	๕,๓๒๗ พันตันน้ำมันดิบเทียบเท่า	คิดเป็นร้อยละ ๖.๖
๖. พลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม	๕,๓๑๖ พันตันน้ำมันดิบเทียบเท่า	คิดเป็นร้อยละ ๖.๖

จากตัวเลขข้างต้นสามารถวิเคราะห์และสรุปได้ว่า ประเทศไทยมีปัญหาเรื่องความมั่นคงด้านพลังงาน เนื่องจากใช้น้ำมันสำเร็จรูปมากกว่าร้อยละ ๕๐ ของพลังงานขั้นสุดท้าย ซึ่งต้องนำเข้าน้ำมันดิบมากกว่าร้อยละ ๘๐ เพื่อนำมากลั่นเป็นน้ำมันสำเร็จรูป เมื่อพิจารณาปริมาณไฟฟ้าที่ใช้จะพบว่า มีตัวเลขต่ำกว่าของน้ำมันสำเร็จรูปมากก็จริง แต่หากคิดถึงการแปลงรูปพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลไปเป็นไฟฟ้า ซึ่งต้องสูญเสียพลังงานระหว่างการแปลงรูปประมาณร้อยละ ๖๐ ไฟฟ้าที่นำจะเป็นชนิดของพลังงานขั้นสุดท้ายที่มีความสำคัญมาก โดยเฉพาะประเด็นการปล่อยแก๊สเรือนกระจก ดังนั้น เนื้อหาที่จะกล่าวต่อไปในบทความนี้จะเน้นเรื่องการผลิตไฟฟ้าของประเทศเป็นหลัก

การผลิตไฟฟ้าของประเทศจำเป็นต้องมีการจัดการการผลิตไฟฟ้า (electricity generation management) ที่มีประสิทธิภาพ โดยต้องคำนึงถึงดุลยภาพระหว่างอุปสงค์ของกำลังการผลิตไฟฟ้ากับอุปทานของกำลังไฟฟ้า โดยทั่วไปมักจะให้มีกำลังผลิตไฟฟ้าสำรอง (reserved margin; reserved capacity) ไม่เกินร้อยละ ๑๕ ของอุปทานของกำลังไฟฟ้า ทั้งนี้ ระดับการผลิตที่เหมาะสมที่สุดจะต้องตอบสนองต่อความต้องการใช้ไฟฟ้าเท่าที่จำเป็นและสม่ำเสมอตลอดทั้งปี ด้วยการจัดการการใช้ไฟฟ้าอย่างถูกวิธี เพื่อลดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของระบบ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมควรปรับเปลี่ยนช่วงเวลาในการผลิตสินค้าจากช่วงความต้องการใช้ไฟฟ้าของระบบในช่วงพีก (peak) ในเวลากลางวัน ไปผลิตในเวลากลางคืนและวันเสาร์-อาทิตย์ ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ความต้องการใช้ไฟฟ้าของระบบอยู่ในช่วงออฟพีก (off peak) ด้านการจัดการการผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้าต้องบริหารต้นทุนการผลิตไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพ ใช้เชื้อเพลิงในราคาที่เหมาะสม กระจายแหล่งเชื้อเพลิง และเลือกชนิดของโรงไฟฟ้าให้สอดคล้องกับศักยภาพที่ทำให้ระบบการผลิตไฟฟ้าของประเทศสามารถพึ่งพาได้ รวมทั้งต้องตอบสนองความต้องการการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาต่าง ๆ ของแต่ละวัน เพื่อผลิตไฟฟ้าได้อย่างเพียงพอ มีเสถียรภาพ ปฏิบัติตามมาตรฐานสิ่งแวดล้อม และสร้างความมั่นคงในการจัดหาไฟฟ้าให้กับประเทศได้อย่างยั่งยืน

แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าระยะยาวของประเทศไทยได้กำหนดให้มีโรงไฟฟ้าภาระงานฐาน (base load) ทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้าตามความต้องการกำลังไฟฟ้าต่ำสุดโดยเฉลี่ยตลอดระยะเวลายาวนานตามที่กำหนด การผลิตภาระงานฐานที่มีประสิทธิภาพที่สุดได้จากโรงไฟฟ้าที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานในภาวะคงตัว (steady state) เช่น โรงไฟฟ้าถ่านหิน โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โรงไฟฟ้าวัฏจักรร่วม ภาระงานฐานเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า **ไฟฟ้าฐาน** โดยเดินเครื่องตลอด ๒๔ ชั่วโมง นอกจากนี้ยังได้กำหนดให้โรงไฟฟ้าบางแห่งทำหน้าที่เป็น **กำลังผลิตสำรองรอจ่าย (standby reserve)** เพื่อความมั่นคงของระบบไฟฟ้า ซึ่งตามมาตรฐานสากลจะกำหนดไว้ที่ระดับประมาณร้อยละ ๑๒ ของกำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศ หากมีมากเกินไปจะทำให้ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าสูงขึ้น ทั้งนี้โรงไฟฟ้าที่สามารถเดินเครื่องเพื่อผลิตไฟฟ้าเข้าระบบได้อย่างรวดเร็วจะมีคุณลักษณะ

เหมาะสมที่จะเป็นกำลังผลิตไฟฟ้าสำรองของระบบไฟฟ้า ได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังน้ำและโรงไฟฟ้าดีเซล หากว่าในอนาคตเทคโนโลยีและนวัตกรรมการผลิตแบบเตอร์เจริญก้าวหน้าถึงระดับที่สามารถเก็บไฟฟ้าได้ในปริมาณมาก และมีต้นทุนต่อหน่วยต่ำมาก โดยอยู่ในระดับที่ผลตอบแทนการลงทุนสูงเพียงพอที่จะขยายไปสู่เชิงพาณิชย์ จะทำให้การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนบางประเภท เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ สามารถผลิตไฟฟ้าเก็บไว้ในแบตเตอรี่เพื่อเป็นกำลังผลิตไฟฟ้าสำรองของระบบไฟฟ้า และจะช่วยลดระดับกำลังผลิตไฟฟ้าสำรองของระบบลงได้ส่วนหนึ่งด้วย นอกจากนี้ โรงไฟฟ้าของรัฐและเอกชนทุกแห่งจะถูกกำหนดให้เดินเครื่องไม่เต็มกำลังการผลิตไฟฟ้า กำลังผลิตที่เหลืออีกส่วนหนึ่งจะถูกกันไว้เพื่อสำรองและพร้อมที่จะผลิตเพื่อจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบได้ในทันที เมื่อศูนย์ควบคุมระบบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) สั่งการ โดยทั่วไปปริมาณกำลังผลิตสำรองพร้อมจ่ายทันที (spinning reserve) ทั้งหมดของทุกแห่งรวมกันจะมีประมาณเท่ากับกำลังผลิตของโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่สุดจำนวน ๑ แห่ง หรืออยู่ที่ระดับประมาณร้อยละ ๓ ของกำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศ กำลังผลิตไฟฟ้าสำรองของระบบผลิตไฟฟ้ารวมกับกำลังผลิตไฟฟ้าสำรองพร้อมจ่ายจะเท่ากับกำลังผลิตไฟฟ้าสำรองของประเทศ

ในการผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้าจะต้องคำนึงถึงปัจจัย ๓ ประการ ได้แก่ ความพร้อมในการเดินเครื่องของโรงไฟฟ้า ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้าผลิตได้ และจำนวนชั่วโมงที่โรงไฟฟ้าผลิตได้ค่อนข้างแน่นอนในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งซึ่งระบบสามารถพึ่งพาได้ เรียกรวม ๆ ว่า **แพลนต์แฟกเตอร์ (plant factor)** โรงไฟฟ้าแต่ละแห่งจะมี**สภาพพร้อมเดินเครื่อง (availability)** ซึ่งหมายถึงจำนวนชั่วโมงในแต่ละช่วงเวลา เช่น รายสัปดาห์ รายเดือน รายปี ที่โรงไฟฟ้าแจ้งต่อการไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.) ว่า มีความพร้อมเดินเครื่องผลิตไฟฟ้า เช่น โรงไฟฟ้ากังหันแก๊สแจ้งต่อ กฟผ. ว่า มีจำนวนชั่วโมงที่พร้อมเดินเครื่องผลิตไฟฟ้า ๕,๐๐๐-๖,๐๐๐ ชั่วโมงจากจำนวนชั่วโมงทั้งหมดใน ๑ ปี (๘,๗๖๐ ชั่วโมง) บางครั้งอาจจะระบุเป็น**แฟกเตอร์ความพร้อมเดินเครื่อง (availability factor)** ซึ่งหมายถึงอัตราส่วนร้อยละของจำนวนชั่วโมงที่โรงไฟฟ้าพร้อมเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าต่อจำนวนชั่วโมงทั้งหมดในรอบ ๑ ปี (๘,๗๖๐ ชั่วโมง) การที่โรงไฟฟ้าต้องหยุดเดินเครื่องในบางช่วงเวลาเนื่องจากโรงไฟฟ้าจำเป็นต้องซ่อมบำรุงตามแผนหรือเมื่อโรงไฟฟ้าเกิดเหตุฉุกเฉิน นอกจากความหมายที่คำนึงถึงจำนวนชั่วโมงที่โรงไฟฟ้าพร้อมเดินเครื่องแล้ว แฟกเตอร์ความพร้อมเดินเครื่องยังมีความหมายรวมถึงปริมาณพลังงานไฟฟ้า (เมกะวัตต์-ชั่วโมง, MWh) ที่โรงไฟฟ้ามีความพร้อมในการผลิตด้วยก็ได้ เช่น โรงไฟฟ้าขนาด ๗๐๐ เมกะวัตต์ มีความพร้อมเดินเครื่อง ๕๒๕ เมกะวัตต์ เป็นระยะเวลา ๒๔ ชั่วโมง จะมีปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่พร้อมในการผลิต ๑๒,๖๐๐ เมกะวัตต์-ชั่วโมง แฟกเตอร์ความพร้อมเดินเครื่องมีความหมายคล้ายกับ**แคพาซิตีแฟกเตอร์ (capacity factor)** ซึ่งหมายถึงอัตราส่วนร้อยละของปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้าผลิตได้ในรอบ ๑ ปี ต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ติดตั้ง ซึ่งเกิดจากผลคูณของขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้าติดตั้งกับจำนวนชั่วโมงทั้งหมดในรอบ ๑ ปี

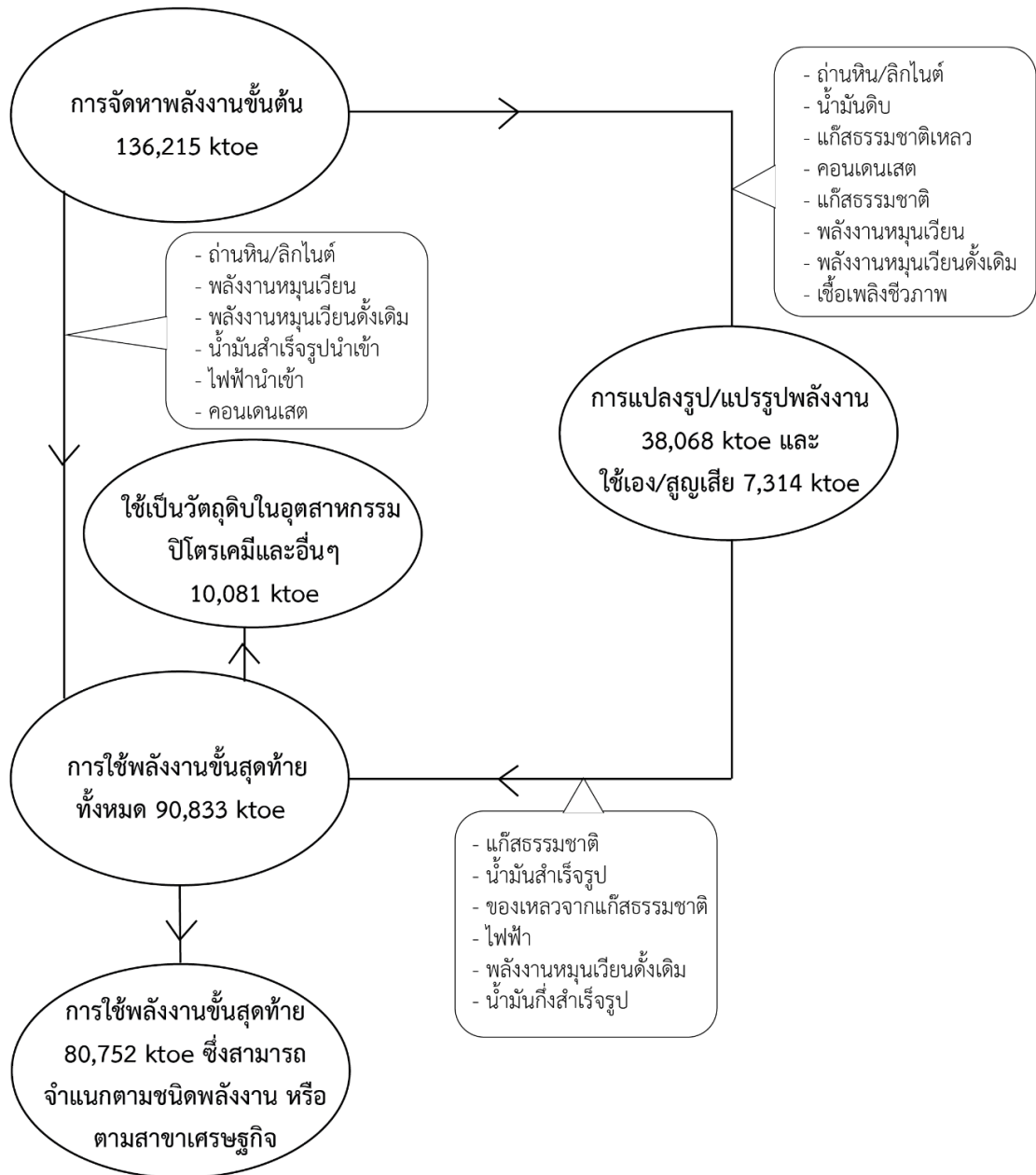
แฟกเตอร์ความเชื่อถือได้ (reliability factor) ของโรงไฟฟ้าจะบอกถึงข้อจำกัดของโรงไฟฟ้าได้ดี โดยเฉพาะโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนบางประเภท สามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนร้อยละของจำนวนชั่วโมงที่เป็นไปได้ ซึ่งโรงไฟฟ้ามีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าในช่วงเวลา ๑ ปี ต่อจำนวนชั่วโมงทั้งหมดในรอบ ๑ ปี (๘,๗๖๐ ชั่วโมง) เช่น โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และโรงไฟฟ้าพลังงานลม จะมีจำนวนชั่วโมงที่มีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าได้ในรอบ ๑ ปี คิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ ๑๕-๒๐ ขณะที่โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนโดยทั่วไปจะทำได้ร้อยละ ๘๐-๙๐ ดังนั้น หากโรงไฟฟ้าโรงใดมีค่าแฟกเตอร์ความเชื่อถือได้ของระบบต่ำ ก็จะเป็นข้อจำกัดที่ทำให้ระบบการผลิตไฟฟ้าของประเทศพึ่งพาโรงไฟฟ้าประเภทนี้ได้น้อยลงด้วย

นอกจากด้านการผลิตไฟฟ้าแล้ว ยังมีการวัดประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าโดยพิจารณาจาก**โหลดแฟกเตอร์ (load factor)** ซึ่งหมายถึงอัตราส่วนร้อยละระหว่างภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยกับภาระการใช้พลังงาน

ไฟฟ้าสูงสุด ในกรณีที่ใช้ไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอและมีจำนวนชั่วโมงการใช้ไฟฟ้าในแต่ละวันสูงใกล้เคียงกับ ๒๔ ชั่วโมงตลอดทั้งปี ภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยจะเข้าใกล้ภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าเข้าใกล้ค่าสูงสุดด้วย

การจัดการการผลิตไฟฟ้าและการจัดการการใช้ไฟฟ้าที่ดีจะช่วยป้องกันการเกิด**แบล็กเอาต์ (blackout)** ซึ่งทำให้ไม่มีไฟฟ้าใช้ในบริเวณกว้างเนื่องจากกำลังการผลิตไฟฟ้าถูกตัดออกจากระบบ เช่น เหตุการณ์ไฟฟ้าดับทั้ง ๑๔ จังหวัดในภาคใต้ของประเทศไทย เมื่อวันที่ ๒๑ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๕๖ สาเหตุเกิดจากฟ้าผ่าระบบสายส่งไฟฟ้าจากภาคกลางสู่ภาคใต้

ในการส่งเสริมโครงการประหยัดพลังงานหรือพลังงานทดแทนให้มีการผลิตหรือใช้อย่างแพร่หลาย รัฐสามารถใช้ภาษีเป็นเครื่องมือในการจูงใจผู้ลงทุนโครงการ ซึ่งเรียกว่า **สิ่งจูงใจด้านภาษีพลังงาน (tax incentive for energy)** ซึ่งจะช่วยลด**สิ่งกีดขวาง (barrier)** ทางเศรษฐศาสตร์อันเกิดจากการขาดสิ่งจูงใจทางการเงินที่สูงเพียงพอหรือเกิดจากความไม่แน่นอนในการลงทุน ตัวอย่างของสิทธิประโยชน์ทางภาษีพลังงาน เช่น การให้เครดิตภาษีสำหรับอุปกรณ์ประหยัดพลังงานหรืออุปกรณ์สำหรับการผลิตพลังงานทดแทน โดยทั่วไปเครดิตภาษีจะคิดเป็นสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายอุปกรณ์ทั้งหมด ทั้งนี้ สิทธิประโยชน์ทางพลังงานอาจอยู่ในรูปแบบอื่นที่ไม่ใช่ภาษีด้วยก็ได้ เช่น การให้สิ่งจูงใจด้านราคาซื้อขายไฟฟ้าที่ใช้พลังงานทดแทนเป็นเชื้อเพลิง เพื่อให้สะท้อนต้นทุนที่แท้จริงและให้ผลตอบแทนการลงทุนของโครงการอยู่ในระดับที่เหมาะสม เครื่องมือเหล่านี้ เช่น แอดเดอร์ (adder) อัตราซื้อขายไฟฟ้า (เอฟไอที) [Feed-in Tariff (FIT)]



ภาพที่ ๑ แผนภาพอย่างง่ายแสดงการจัดหาพลังงานขั้นต้นและการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศไทยใน พ.ศ. ๒๕๖๐ โดยใช้ข้อมูลจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (๒๕๖๑)

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. ๒๕๖๑ รายงานดุลยภาพพลังงานของประเทศไทยปี ๒๕๖๐

การใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งในการอบแห้งและคั่วอาหาร

สั๊กมอน เทพหัสดิน ณ อยุธยา^{๑,๒}

^๑ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

^๒ภาคีสมาชิก สาขาวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวเคมี ประเพณีวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา, sakamon.dev@kmutt.ac.th

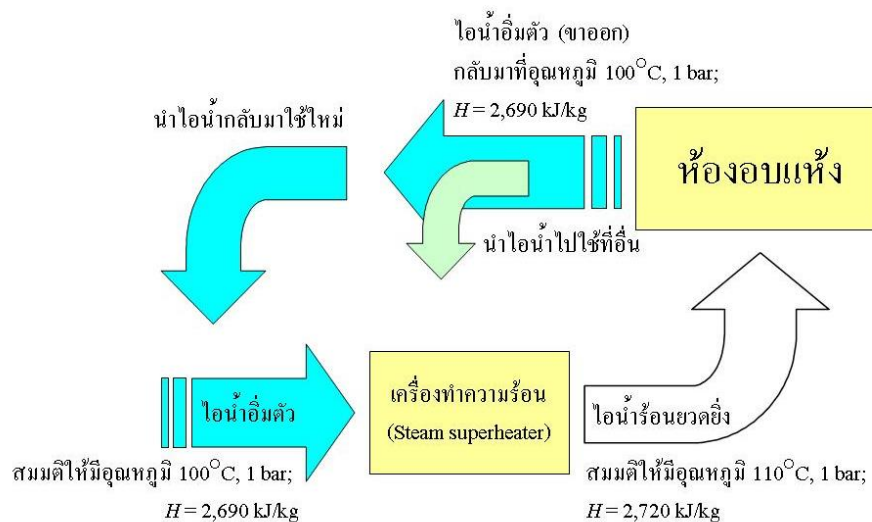
บทนำ

การอบแห้งเป็นกระบวนการแปรรูปอาหารที่สำคัญมากกระบวนการหนึ่ง เนื่องจากสามารถลดความชื้นของอาหารจนอยู่ในระดับที่ปลอดภัยสำหรับการเก็บรักษา นอกจากเหตุผลในแง่ของการยืดอายุการเก็บรักษาแล้ว การอบแห้งยังเป็นวิธีการสำคัญในการผลิตอาหารที่มีคุณลักษณะพิเศษและไม่สามารถผลิตขึ้นได้โดยกระบวนการแปรรูปอื่น โดยทั่วไป ผู้แปรรูปอาหารนิยมใช้อากาศร้อนเป็นตัวกลางในการอบแห้ง เนื่องจากสะดวกและมีค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนัก ตลอดจนสามารถจัดหาเครื่องอบแห้งและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องได้โดยง่าย อย่างไรก็ตาม ผลผลิตที่อบแห้งด้วยอากาศร้อนมักมีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปจากวัตถุดิบเริ่มต้นค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในแง่ของสี เนื้อสัมผัส รูปร่าง ตลอดจนคุณค่าทางอาหาร ด้วยเหตุนี้ จึงมีผู้พัฒนากระบวนการอบแห้งทางเลือกต่าง ๆ ขึ้น การอบแห้งที่ใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งเป็นตัวกลางในการอบแห้งนับเป็นทางเลือกทางหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากสามารถลดข้อด้อยบางประการของการอบแห้งโดยใช้อากาศร้อนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อประยุกต์ใช้กับผัก ผลไม้ และสมุนไพร นอกจากจะใช้เป็นตัวกลางในการอบแห้งแล้วยังสามารถใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งเป็นตัวกลางในการคั่วอาหารและวัสดุทางการเกษตร เช่น เมล็ดข้าว เมล็ดกาแฟ เมล็ดงา เมล็ดทานตะวัน ได้อีกด้วย

การอบแห้งโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง

ภาพที่ ๑ แสดงหลักการพื้นฐานของการอบแห้งโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง (superheated steam drying) ทั้งนี้ ไอน้ำร้อนยวดยิ่งก็คือไอน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอิ่มตัว หรือกล่าวง่าย ๆ คือ อุณหภูมิสูงกว่าจุดเดือดของน้ำที่ความดันค่าหนึ่ง ๆ การอบแห้งโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งเริ่มจากป้อนไอน้ำอิ่มตัวจากหม้อน้ำเข้าสู่เครื่องทำความร้อนเพื่อเปลี่ยนไอน้ำอิ่มตัวเป็นไอน้ำร้อนยวดยิ่ง ไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะถ่ายเทความร้อนให้แก่อาหาร และรับความชื้นที่ระเหยออกจากอาหาร ทำให้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งมีอุณหภูมิลดลง กลายเป็นไอน้ำอิ่มตัวดังเดิม ดังนั้น ไอน้ำที่ไหลออกจากห้องอบแห้งจึงอยู่ในภาวะอิ่มตัว สามารถนำกลับไปให้ความร้อนและเปลี่ยนเป็นไอน้ำร้อนยวดยิ่งได้ใหม่ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากปริมาณไอน้ำที่ไหลออกจากห้องอบแห้งมีค่าสูงกว่าปริมาณที่ป้อนเข้าสู่ห้องอบแห้ง โดยปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับปริมาณความชื้นที่ระเหยออกจากอาหาร ดังนั้น จึงต้องระบายไอน้ำส่วนเกินนี้ออกจากกระบวนการ เพื่อไม่ให้เป็นการสะสมความร้อนกับเครื่องทำความร้อน ทั้งนี้ อาจนำไอน้ำส่วนเกินนี้ไปใช้ในกระบวนการแปรรูปอาหารอื่น หรืออาจควบแน่นไอน้ำดังกล่าวให้กลายเป็นน้ำร้อน ซึ่งสามารถนำไปใช้ในกระบวนการอื่นได้เช่นกัน จุดเด่นที่สำคัญของการอบแห้งโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งจึงอยู่ที่ความสามารถในการนำพลังงานส่วนใหญ่ที่ป้อนให้แก่เครื่องอบแห้งกลับมาใช้ได้ใหม่ หรือแม้กระทั่งนำไปใช้ในกระบวนการอื่น จึงประหยัดพลังงานที่ต้องใช้ในการอบแห้งได้มาก จุดเด่นที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือการที่ไม่มีออกซิเจนในการอบแห้ง (หรือมีในปริมาณต่ำมาก) เนื่องจากอากาศที่อยู่ภายในห้อง

อบแห้งจะถูกแทนที่ด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมด ส่งผลให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ การเกิดออกซิเดชันของลิพิด ตลอดจนปฏิกิริยาการเสื่อมสลายของวิตามินที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ เกิดขึ้นไม่ได้ (หรือเกิดขึ้นน้อย) นอกจากนี้ การอบแห้งโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งยังช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งอาจปนเปื้อนมากับอาหาร ทั้งนี้ เนื่องจากการอบแห้งโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งใช้อุณหภูมิค่อนข้างสูง (สูงกว่า ๑๐๐ องศาเซลเซียสที่ความดันบรรยากาศ) อีกทั้งอุณหภูมิของอาหารยังเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการอบแห้ง อันเป็นผลจากการควบแน่นของไอน้ำบนผิวของอาหาร การที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับ การอบแห้งโดยใช้อากาศร้อน ซึ่งอุณหภูมิของอาหารเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ทำให้จุลินทรีย์เจริญหรือสร้างสารพิษได้ก่อนถูกยับยั้งไป (สั๊กมน, ๒๕๕๕)



ภาพที่ ๑ หลักการพื้นฐานของการอบแห้งโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง. H คือเอนทัลปีของไอน้ำ (ที่มา: สั๊กมน, ๒๕๕๕)

การใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งเป็นตัวกลางในการอบแห้งยังทำให้เกิดกระบวนการอื่น ๆ พร้อมไปกับการอบแห้ง เช่น การลวก ทั้งนี้ เนื่องจากการใช้อุณหภูมิสูงในการอบแห้งดังกล่าวแล้วข้างต้น จุดเด่นอีกประการหนึ่งของการอบแห้งโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งคือผลิตภัณฑ์อบแห้งมักมีความพรุนสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอบแห้งโดยใช้อากาศร้อน ทั้งนี้ เนื่องจากการเดือดของความชื้น (น้ำ) ในอาหารระหว่างการอบแห้ง กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ การที่น้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอ ทำให้น้ำเพิ่มปริมาตรขึ้นอย่างมาก โครงสร้างภายในของอาหารถูกดันให้ขยายตัวออก ความพรุนจึงมีค่าสูงขึ้น ลักษณะเช่นนี้ทำให้อาหารที่อบแห้งโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งสามารถคืนตัว (หรือดูดน้ำกลับ) ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรมอาหารทั้งสำเร็จรูปเป็นอย่างไร้

เนื่องจากการอบแห้งโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่ความดันบรรยากาศเป็นการอบแห้งที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง จึงไม่เหมาะแก่การอบแห้งวัสดุที่อาจเสื่อมสภาพได้ง่ายที่อุณหภูมิสูง เช่น ผัก ผลไม้ สมุนไพร ด้วยเหตุนี้ จึงมีการพัฒนากระบวนการอบแห้งแบบใหม่ ซึ่งรวมเอาข้อดีของการอบแห้งโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งเข้ากับความสามารถในการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ โดยอาศัยหลักการที่ว่า น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิต่ำลงหากความดันของ

ระบบลดลง จึงสามารถผลิตไอน้ำร้อนยวดยิ่งได้ที่อุณหภูมิต่ำลง (Devahastin et al., 2004) การอบแห้งโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่สภาวะความดันต่ำ (low-pressure superheated steam drying) ได้รับการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จนปัจจุบันมีเครื่องอบแห้งที่อาศัยหลักการดังกล่าวในระดับอุตสาหกรรม (ภาพที่ ๒) ซึ่งใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์อบแห้งคุณภาพสูงหลากหลายชนิดได้ในประเทศ (ภาพที่ ๓)



ภาพที่ ๒ เครื่องอบแห้งไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่สภาวะความดันต่ำระดับอุตสาหกรรม
(ที่มา: บริษัท เนเชอรัล โปรดิวซ์เชส จำกัด)



ภาพที่ ๓ ตัวอย่างอาหารที่อบแห้งโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่สภาวะความดันต่ำ
(ที่มา: บริษัท เนเชอรัล โปรดิวซ์เชส จำกัด)

การคั่วโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง

การคั่วเป็นกระบวนการแปรรูปอาหารที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนและมวลสารเช่นเดียวกับการอบแห้ง ในระหว่างการคั่ว ความร้อนจากตัวกลางให้ความร้อนจะส่งผ่านไปยังอาหาร ในขณะที่ความชื้นและสารประกอบที่ระเหยได้เคลื่อนที่จากอาหารสู่ตัวกลางให้ความร้อน การใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งเป็นตัวกลางให้ความร้อนระหว่างการคั่วมีข้อดี คือ สามารถเพิ่มอุณหภูมิของอาหารได้เร็วกว่ากรณีการใช้อากาศร้อน จึงจำกัดการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ไม่พึงประสงค์บางปฏิกิริยา ตลอดจนลดเวลาที่ต้องใช้ในการคั่วลงได้ นอกจากนี้เนื่องจากการคั่วสามารถทำได้ที่ภาวะออกซิเจนต่ำ อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ไม่พึงประสงค์จึงลดลงเป็นอย่างมาก ส่งผลให้เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ไขมันสูง ได้นานขึ้นโดยปราศจากกลิ่นหืน (Yodkaew et al., 2017)

ในกรณีของกาแฟโรบัสตา ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่เพาะปลูกมากทางภาคใต้ของประเทศไทย การคั่วโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งทำให้เมล็ดกาแฟโรบัสตามีปริมาณน้ำตาลสูงขึ้น ขณะที่ปริมาณกรดอะซิติก ซึ่งให้กลิ่นและรสไม่พึงประสงค์ มีแนวโน้มลดลง อีกทั้งไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณกาเฟอีนและกรดสำคัญ ๆ ที่ให้กลิ่นและรสพึงประสงค์ในกาแฟ เช่น กรดซิตริก กรดมาลิก กรดฟumaric นอกจากนี้ จากการประเมินเชิงประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีของสมาคมกาแฟพิเศษอเมริกา (Specialty Coffee Association of America) ซึ่งประกอบด้วยการประเมินกลิ่นหอม รสชาติ รสที่ค้างในคอ สัดส่วนรสเค็มกับเปรี้ยว สัดส่วนรสขมกับหวาน ความรู้สึกในปาก และคุณภาพ พบว่า กาแฟที่ชงจากเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่คั่วโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งได้คะแนนรวมสูงกว่ากาแฟที่ชงจากเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่คั่วโดยใช้อากาศร้อน (Chindapan et al., 2019; Chindapan et al., 2021) นอกจากนี้ การคั่วโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิสูง (๒๕๐ องศาเซลเซียส) ยังช่วยลดปริมาณแอคริลาไมด์และพอลิไซคลิกแอโรแมติกไฮโดรคาร์บอนในเมล็ดกาแฟที่คั่วแบบเข้มได้อีกด้วย (Rattanasarat et al., 2021)

บทสรุป

การอบแห้งและการคั่วโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการอบแห้งโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่สภาวะความดันต่ำ เป็นกระบวนการที่สามารถใช้ในการผลิตอาหารอบแห้งและคั่วคุณภาพสูง ทั้งในแง่ของสี เนื้อสัมผัส และคุณค่าทางอาหาร จึงเป็นกระบวนการที่มีศักยภาพสูงในเชิงพาณิชย์ แม้จะมีค่าใช้จ่ายสำหรับเครื่องจักรและการดำเนินการสูงกว่ากระบวนการที่ใช้อากาศร้อนเป็นตัวกลางให้ความร้อนอยู่บ้างก็ตาม

เอกสารอ้างอิง

- สั๊กมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา. (๒๕๕๕) การอบแห้งอาหารและวัสดุชีวภาพ. สำนักพิมพ์ท็อป กรุงเทพฯ ฯ
- Chindapan, N., Soydok, S., Devahastin, S. (2019) Roasting kinetics and chemical composition changes of Robusta coffee beans during hot air and superheated steam roasting. *J. Food Sci.* 84, 292-302.
- Chindapan, N., Puangngoen, C., Devahastin, S. (2021) Profiles of volatile compounds and sensory characteristics of Robusta coffee beans roasted by hot air and superheated steam,” *Int. J. Food Sci. Technol.* 56, 3814-3825.
- Devahastin, S., Suvarnakuta, P., Soponronnarit, S., Mujumdar, A.S. (2004) A comparative study of low-pressure superheated steam and vacuum drying of a heat-sensitive material. *Drying Technol.* 22, 1845-1867.
- Rattanasarat, P., Chindapan, N., Devahastin, S. (2021) Comparative evaluation of acrylamide and polycyclic aromatic hydrocarbons contents in Robusta coffee beans roasted by hot air and superheated steam. *Food Chem.* 341, 128266.
- Yodkaew, P., Chindapan, N., Devahastin, S. (2017) Influences of superheated steam roasting and water activity control as oxidation mitigation methods on physicochemical properties, lipid oxidation and free fatty acids compositions of roasted rice. *J. Food Sci.* 82, 69-79.

การระบายความร้อนจากแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า

ปิยธิดา ไตรนุรักษ์^๑ กิตตินันท์ บุญมา^๑ ณพล ปฏิมพรเทพ^๑ ยศพงษ์ ลอนนวล^๑ สมชาย วงศ์วิเศษ^{๑,๒}

^๑ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

^๒ ราชบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตสภา
somchai.won@kmutt.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันปัญหาด้านมลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะปัญหาฝุ่นขนาดเล็กไม่เกิน ๒.๕ ไมครอน (PM2.5) มีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ฝุ่น PM2.5 ซึ่งมีขนาดเพียงครึ่งหนึ่งของขนาดเม็ดเลือดสามารถเล็ดลอดเข้าสู่ร่างกายผ่านเข้าไปยังเส้นเลือดฝอยและกระจายไปยังอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย (Greenpeace 2016) ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในประเทศ สาเหตุสำคัญที่ทำให้ปริมาณฝุ่น PM2.5 มีแนวโน้มสูงขึ้นมาจากภาคอุตสาหกรรมและการขนส่ง ทำให้การใช้ยานยนต์ไฟฟ้าได้รับความนิยมเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากไม่ปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ แบตเตอรี่ถือเป็นหัวใจหลักของยานยนต์ไฟฟ้า โดยแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออน (lithium-ion battery หรือ Li-ion battery) เป็นแบตเตอรี่ที่นิยมใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากมีน้ำหนักเบา มีค่าพลังงานจำเพาะ (specific energy) สูง มีอัตราการคายประจุในตัวเอง (self-discharge) ต่ำ ทำให้กักเก็บพลังงานได้นานแม้ไม่ใช้งาน รวมถึงอายุการใช้งาน (life cycle) ที่ยาวนานเมื่อเปรียบเทียบกับแบตเตอรี่ชนิดอื่น ๆ อย่างไรก็ดี การใช้งานแบตเตอรี่ทั้งในขณะอัดประจุ (ชาร์จแบตเตอรี่) หรือคายประจุ ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์แบตเตอรี่ส่งผลให้เกิดความร้อนภายในเซลล์ โดยปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจะสัมพันธ์กับปริมาณกระแสไฟฟ้าในขณะอัดหรือคายประจุ เช่น ในขณะเหยียบคันเร่งจนสุดอย่างรวดเร็ว แบตเตอรี่จะคายประจุไฟฟ้าด้วยอัตราการคายประจุที่สูง ส่งผลให้เกิดความร้อนสะสมในเซลล์แบตเตอรี่มากขึ้น ทำให้แบตเตอรี่มีอุณหภูมิสูงขึ้น และหากอุณหภูมิแบตเตอรี่มีค่าสูงเกินไป ก็จะส่งผลให้อิออนอิสระของลิเทียมที่ขั้วแคโทดของแบตเตอรี่มีปริมาณลดลง ทำให้ความต้านทานภายในเซลล์แบตเตอรี่มีค่าสูงขึ้น และส่งผลให้ความจุไฟฟ้าและอัตราการปล่อยพลังงานของแบตเตอรี่ลดลง ทำให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานที่สั้นลง ช่วงอุณหภูมิการทำงานของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง ๑๕-๔๕ องศาเซลเซียส (Hannan et al., 2017) อันเป็นช่วงที่อายุการใช้งานของแบตเตอรี่มีค่าสูงสุด อย่างไรก็ตาม หากแบตเตอรี่ทำงานในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิต่ำกว่าช่วงทำงานดังกล่าว ก็จะส่งผลให้สารละลายอิเล็กโทรไลต์ในแบตเตอรี่เปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง ทำให้ปฏิกิริยาเคมีภายในแบตเตอรี่เกิดได้ช้า อิออนของลิเทียมเคลื่อนที่ได้ลำบาก ทำให้ความต้านทานภายในแบตเตอรี่สูงขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการจ่ายพลังงานของแบตเตอรี่ลดลง รวมถึงอายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลง

ดังนั้น ระบบการระบายความร้อนของแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้าจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อควบคุมอุณหภูมิของแบตเตอรี่ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ระบบดังกล่าวจะทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เกิดอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินกว่าช่วงที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้นและมีประสิทธิภาพพลังงานสูงขึ้น ระบบการระบายความร้อนของแบตเตอรี่ที่ทั้งการวิจัยให้ความสำคัญในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ที่ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้านั้น โดยสามารถแบ่งระบบดังกล่าวได้ ๔ รูปแบบ ได้แก่

การระบายความร้อนด้วยอากาศ

วิธีการระบายความร้อนในรูปแบบนี้มีราคาถูก ไม่ซับซ้อน น้ำหนักเบา และบำรุงรักษาได้ง่าย อีกทั้งไม่มีปัญหาการรั่วซึมของของเหลวเกิดขึ้นในระบบ แต่จะมีข้อจำกัดในเรื่องประสิทธิภาพการระบายความร้อนที่ด้อยกว่าระบบการระบายความร้อนด้วยของเหลว โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง และถูกใช้งานที่อัตราการอัดประจุและคายประจุสูง เนื่องจากอากาศมีความหนาแน่นและความจุความร้อนต่ำ หากแบ่งประเภทการระบายความร้อนด้วยอากาศตามหลักการถ่ายเทความร้อน ก็จะสามารถแบ่งได้เป็น ๒ ประเภท ได้แก่ การระบายความร้อนแบบพาสซีฟ (passive cooling) ซึ่งใช้การเคลื่อนที่ของรถยนต์ขับเคลื่อนทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากภายในแพ็คเกจของแบตเตอรี่สู่อากาศ และ การระบายความร้อนแบบแอคทีฟ (Active cooling) ซึ่งอาศัยการให้กำลังงานแก่พัดลมในการอัดอากาศเข้าไปในระบบเพื่อช่วยในการถ่ายเทความร้อน อย่างไรก็ตาม ระบบการระบายความร้อนด้วยอากาศไม่เหมาะกับการใช้งานในพื้นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศร้อนและอุณหภูมิสูงเช่นในประเทศไทย ตัวอย่างยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้ระบบการระบายความร้อนด้วยอากาศ ได้แก่ Nissan Leaf ซึ่งใช้หลักการถ่ายเทความร้อนแบบพาสซีฟ อาศัยการพาความร้อนแบบอิสระ ในขณะที่ Honda Fit และ Mitsubishi i-MiEV ใช้ระบบระบายความร้อนแบบแอคทีฟ โดยมีพัดลมช่วยทำให้อากาศไหลวน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อน

การระบายความร้อนด้วยของเหลว

วิธีการระบายความร้อนในรูปแบบนี้อาศัยการถ่ายเทความร้อนผ่านของเหลว เช่น น้ำ น้ำผสมสารละลายไกลคอล น้ำมัน รวมถึงสารทำความเย็น จุดเด่นของการระบายความร้อนด้วยของเหลวคือ สามารถระบายความร้อนของแบตเตอรี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพดีกว่าอากาศ เนื่องจากของเหลวมีความจุความร้อนสูงกว่าอากาศ อย่างไรก็ตาม ระบบนี้มีความซับซ้อนและมีราคาแพงกว่า เนื่องจากต้องติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม เช่น ปั๊มส่งของเหลว หม้อน้ำเพื่อระบายความร้อนออกจากของเหลว ส่งผลให้น้ำหนักของแพ็คเกจของแบตเตอรี่เพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ยังมีความเสี่ยงจากปัญหาการรั่วซึมของของเหลวในแพ็คเกจของแบตเตอรี่ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรได้ การระบายความร้อนด้วยของเหลวถือเป็นวิธีการที่พบเห็นได้ในยานยนต์ไฟฟ้าหลายยี่ห้อ เช่น Tesla Model S ซึ่งออกแบบให้มีท่อโลหะขนาดเล็กและบางติดตั้งแนบที่ผิวข้างของเซลล์แบตเตอรี่รูปทรงกระบอก และใช้น้ำผสมสารละลายไกลคอลเป็นของเหลวทำงาน ในขณะที่ BMW i3 และ Audi e-tron GT quattro ใช้ระบบการระบายความร้อนโดยใช้ระบบอัดไอ (vapor compression) ที่ให้สารทำความเย็น (refrigerant) ไหลผ่านแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดตั้งด้านในแพ็คเกจของแบตเตอรี่

การระบายความร้อนด้วยวัสดุเปลี่ยนสถานะ

วิธีการระบายความร้อนในรูปแบบนี้น่าสนใจได้เปรียบในการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยการเปลี่ยนสถานะของวัสดุซึ่งจะไม่ทำให้ตัวกลางที่มารับความร้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยอาศัยวัสดุที่เรียกว่า วัสดุเปลี่ยนสถานะ (phase change material หรือ PCM) ซึ่งจะดูดซับความร้อนจากแบตเตอรี่ในรูปของความร้อนแฝง วิธีนี้ถือเป็นการระบายความร้อนแบบพาสซีฟวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้อุณหภูมิของแบตเตอรี่ค่อนข้างสม่ำเสมอ ในการออกแบบนิยมให้เซลล์แบตเตอรี่ฝังอยู่ในวัสดุเปลี่ยนสถานะเพื่อให้สามารถดูดซับความร้อนได้ดี (Stetter 2013) อย่างไรก็ตาม การระบายความร้อนด้วยวัสดุเปลี่ยนสถานะยังมีข้อด้อยในเรื่องน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และจำเป็นต้องมีระบบระบายความร้อนเพิ่มเติมเพื่อทำให้วัสดุเปลี่ยนสถานะกลับคืนสภาพและสามารถดูดความร้อน

ร้อนได้อีกครั้ง การระบายความร้อนด้วยวิธีดังกล่าวยังอยู่ในขั้นวิจัยและพัฒนา ไม่ได้มีการพัฒนาออกเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้จริงในท้องตลาด

การระบายความร้อนด้วยท่อความร้อน

ท่อความร้อน (heat pipe) เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้หลักการระบายความร้อนแบบ แพลสซีฟเช่นเดียวกับวัฏสัเปลี่ยนสถานะ ท่อความร้อนประกอบด้วยส่วนควบแน่น (condenser section) ส่วนอะเดียแบติก (adiabatic section) และส่วนระเหย (evaporator section) ท่อความร้อนถูกนำมาศึกษา เพื่อการประยุกต์ใช้ระบายความร้อนจากแพ็คของแบตเตอรี่ (Smith et al., 2018; Mbulu et al., 2021; Boonma et al., 2022) โดยอาศัยหลักการถ่ายเทความร้อนจากการเปลี่ยนสถานะของสารทำงานภายในท่อ ความร้อน เมื่อสารทำงานในส่วนระเหยดูดซับความร้อน จะเกิดการระเหยกลายเป็นไอ จากนั้นไอจะไหลไปยัง ส่วนควบแน่น ซึ่งสารทำงานจะควบแน่นและไหลกลับสู่ส่วนระเหย โดยอาศัยแรงคาพิลลารี (capillary force) หรือแรงโน้มถ่วง (gravitational force) เพื่อรับความร้อนอีกครั้ง ในการใช้งานจึงจำเป็นต้องให้ท่อความร้อน ทำงานร่วมกับระบบระบายความร้อนระบบอื่น เช่นเดียวกับการใช้วัฏสัเปลี่ยนสถานะ ระบบดังกล่าวมีข้อดี คือ มีอัตราการถ่ายเทความร้อนสูง น้ำหนักเบา ขนาดกะทัดรัด ราคาประหยัด และอายุการใช้งานยาวนาน

สรุป

สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า การควบคุมอุณหภูมิของแบตเตอรี่ให้ทำงานอยู่ช่วงที่เหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้แบตเตอรี่ทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและยืดอายุการใช้งาน ในปัจจุบันการระบายความร้อนด้วยอากาศ และการระบายความร้อนด้วยของเหลว เป็นระบบที่วงการยานยนต์ไฟฟ้าให้ความสนใจ ดังจะเห็นได้จากการติดตั้งใช้งานจริงในยานยนต์ไฟฟ้าหลากหลายรุ่น อย่างไรก็ตาม การติดตั้งระบบระบายความร้อนของแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้าส่งผลกระทบโดยตรงต่อยานยนต์ไฟฟ้าทั้งในด้านน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ความต้องการพื้นที่ติดตั้ง รวมถึงความต้องการใช้พลังงานของอุปกรณ์เสริม ทำให้ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้การขับเคลื่อนได้ระยะทางลดลง การวิจัยและพัฒนาในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการระบายความร้อนของแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้าจึงยังเป็นสิ่งที่ท้าทายและต้องการการศึกษาและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ระบบที่มีประสิทธิภาพ ขนาดกะทัดรัด น้ำหนักเบา

บรรณานุกรม

Greenpeace. ฝุ่นพิษ PM2.5 ทำไมใครก็ว่าร้าย. Available:

<https://www.greenpeace.org/thailand/story/2162/pm25-invisible-villians/> [2022Oct.11]

Hannan M A, Lipu M S H, Hussain A, Mohamed A. A review of lithium-ion battery state of charge estimation and management system in electric vehicle applications: Challenges and recommendations. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2017;78:834-854

Stetter J, Can phase change material mitigate thermal runaway in Li-ion packs, *Charged Elec Vehicle Mag.* 2013;6:66-71.

Smith J, Singh R, Hinterberger M and Mochizuki M. Battery thermal management system for electric vehicle using heat pipes, *Int J Therm Sci.* 2018;134:517-529.

Mbulu H, Laonual Y, Wongwises S, Experimental study on the thermal performance of a battery thermal management system using heat pipes, *Case Studies in Thermal Engineering.* 2021;26:101029.

Boonma K, Mesgarpour M, NajmAbad J M, Alizadeh R, Mahian O, Dalkılıç A S, Ahn H S, Wongwises S, Prediction of battery thermal behaviour in the presence of a constructal theory-based heat pipe (CBHP): A multiphysics model and pattern-based machine learning approach, *Journal of Energy Storage.* 2022;48:103963.



ราชบัณฑิตยสภา

จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

Bulletin of the Academy of Science

The Royal Society of Thailand

จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา จัดทำโดยสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา เพื่อเป็นสื่อกลางในการให้ข้อมูลและความรู้กับผู้อ่านที่เป็นประชาชนทั่วไปที่สนใจการพัฒนาทาง วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี แพทยศาสตร์ และทันตกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์สุขภาพ และเกษตรศาสตร์ อันเป็นพื้นฐานองค์ความรู้และการพัฒนาการด้านการผลิตที่เปลี่ยนแปลงโลก ทั้งนี้ เน้นการนำเสนอเนื้อหาแบบไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย และทันเหตุการณ์ ในรูปแบบบทความปริทัศน์ฉบับ ย่อ จุลสารฯ ไม่ตีพิมพ์บทความวิจัย และไม่รับบทความจากบุคคลภายนอกราชบัณฑิตยสภา

จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา จัดพิมพ์ในรูปแบบดิจิทัล และปรากฏบนเว็บไซต์ <https://science.royalsociety.go.th> จุลสารฯ มีกำหนดออกปีละ ๔ ฉบับ ในเดือนมีนาคม มิถุนายน กันยายน และธันวาคม ผู้อ่านสามารถอ่านจุลสารฯ ได้โดยไม่ต้องสมัครเป็นสมาชิก แต่ขอให้ผู้อ่านลง ทะเบียนโดยไม่มีค่าใช้จ่ายผ่าน QR code ของจุลสารฯ ผู้อ่านสามารถนำเนื้อหาในบทความที่ตีพิมพ์ ในจุลสารฯ ไปอ้างอิงได้ตามหลักสากลนิยมทางวิชาการ

ราชบัณฑิตยสภา The Royal Society of Thailand

สนามเสือป่า เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ๑๐๓๐๐

โทร. ๐ ๒๓๕๖ ๐๔๖๖-๗๐

<https://science.royalsociety.go.th>

