

การป้องกันภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อยในผู้สูงอายุ Preventive strategies for sarcopenic obesity in older adults

ศุภกร จันทร์แสงเพชร, วีรศักดิ์ เมืองไพศาล,

Supakorn Chansaengpetch, Weerasak Muangpaisan

ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

Department of Preventive and Social Medicine, Faculty of Medicine, Siriraj Hospital, Mahidol University

Received: 23 January 2023

Revised: 26 April 2023

Accepted: 27 April 2023

บทคัดย่อ

ภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย (sarcopenic obesity, SO) เป็นปัญหาสำคัญทางสาธารณสุขทั่วโลก เนื่องมาจากการขยายตัวของประชากรผู้สูงอายุและปัญหาภาวะอ้วน โดยภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย ประกอบด้วยภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย (sarcopenia) และภาวะอ้วน (obesity) ดังนั้นจึงมีผลกระทบต่อสุขภาพหลายประการ รวมทั้งเพิ่มความเสี่ยงต่อการเสียชีวิต และเนื่องจากการปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตหรือพฤติกรรมจัดเป็นมาตรการหลัก ในการป้องกันและดูแลรักษาภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย บทความนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อแสดงมาตรการ ในการป้องกันภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย ในผู้สูงอายุ โดยมุ่งเน้นที่การปรับโภชนาการและการออกกำลังกาย อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและการจัดการภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย มีจำกัด และนอกจากนี้ นิยามของภาวะดังกล่าวมีความแตกต่างกันไปในแต่ละการศึกษา ส่งผลให้จำนวนการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับภาวะอ้วนร่วมกับ มวลกล้ามเนื้อน้อย มีน้อย ทำให้มีความจำเป็นต้องทำการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อ น้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการป้องกันโรคเพื่อส่งเสริมการสูงวัยอย่างมีสุขภาพต่อไป

คำสำคัญ: มวลกล้ามเนื้อน้อย, ภาวะอ้วน, สูงวัย, การป้องกันโรค, การรักษา

Abstract

Sarcopenic obesity has become a global public health concern due to the worldwide growth in the elderly population and the obesity epidemic. Sarcopenic obesity combines sarcopenia and obesity, thus posing various adverse health consequences, including increased mortality risk. As lifestyle interventions are the cornerstones of the prevention and treatment of sarcopenic obesity, this review aimed to display preventive strategies for sarcopenic obesity in older adults focusing on nutrition and exercise. Nonetheless, data regarding the prevention and management of sarcopenic obesity is limited. In addition, the definitions of sarcopenic obesity across studies have been inconsistent and unclear. Therefore, further research on sarcopenic obesity, mainly preventive, is needed to promote healthy aging in older adults.

Keywords: Sarcopenia, Obesity, Aging, Preventive Health, Therapeutics

บทนำ

ภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย (sarcopenic obesity, SO) เป็นปัญหาทางสาธารณสุข

ที่สำคัญทั่วโลกอันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ของประชากรผู้สูงอายุและปัญหาภาวะอ้วน¹ ภาวะอ้วน ร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อยเป็นภาวะที่ประกอบด้วย

ผู้รับผิดชอบบทความ

ศุภกร จันทร์แสงเพชร

ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

2 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงศิริราช เขตบางกอกน้อย กทม. 10700

อีเมล : chans.supakorn@gmail.com

Corresponding author

Supakorn Chansaengpetch

Department of Preventive and Social Medicine

Faculty of Medicine, Siriraj Hospital, Mahidol University

2 Wanglang Road, Bangkoknoi Bangkok 10700, Thailand

Email: chans.supakorn@gmail.com

ภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย (sarcopenia) หรือภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยร่วมกับความแข็งแรงหรือการทำงานของกล้ามเนื้อที่ลดลง ร่วมกับภาวะอ้วน (obesity หรือ excess fat mass)^{2,3} จึงมีความเสี่ยงต่อการเกิดผลเสียทางสุขภาพหลายประการรวมถึงภาวะเปราะบาง (frailty) และการเสียชีวิต อย่างไรก็ตามข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและรักษาภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย ยังมีจำกัด นอกจากนี้ปัจจุบันเกณฑ์การวินิจฉัยภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย ยังไม่ชัดเจน ส่งผลให้การวางแผนป้องกันและรักษาภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย มีความยากขึ้น ดังนั้นบทความฉบับนี้จึงเรียบเรียงวิธีการป้องกันภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย ในผู้สูงอายุตั้งแต่การป้องกันก่อนจะเกิดความผิดปกติ การคัดกรองและการวินิจฉัย จนไปถึงการรักษาภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย โดยเน้นเรื่องโภชนาการและการออกกำลังกายที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นมาตรการหลักในการป้องกันและรักษาภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย

ระบาดวิทยาของภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย

ความชุกของภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย มีความแตกต่างกันมาก ขึ้นกับนิยาม และลักษณะของประชากรที่ศึกษา โดยความชุกในผู้สูงอายุที่อายุ 60 ปีขึ้นไป เป็นร้อยละ 4-12⁴ การวิเคราะห์ห่อภิมาณ (meta-analysis) ในปี พ.ศ. 2564 พบว่าความชุกของภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย ทั่วโลกและในทวีปเอเชียเป็นร้อยละ 11 และ 12 ตามลำดับ การวิเคราะห์ห่อภิมาณย่อยพบว่ามีความชุกสูงขึ้นหากใช้มวลกล้ามเนื้อเพียงอย่างเดียวในการวินิจฉัยภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย (ร้อยละ 15) หรือศึกษาในประชากรที่อายุ 75 ปีขึ้นไป (ร้อยละ 23)⁵ โดยทั่วไปการศึกษาที่ก่อนหน้านี้นิยามภาวะ sarcopenia โดยใช้มวลกล้ามเนื้อลาย (skeletal muscle mass) เพียงอย่างเดียว หรือใช้กำลังกล้ามเนื้อ (muscle strength) หรือสมรรถภาพทางกาย (physical performance) ประกอบการวินิจฉัย บางการศึกษาใช้กำลังกล้ามเนื้อ หรือพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อเพียงอย่างเดียวในการวินิจฉัยภาวะ sarcopenia โดยกำลังกล้ามเนื้ออาจไม่ได้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับมวลกล้ามเนื้อลาย และการศึกษาที่ก่อนหน้านี้ใช้ดัชนีมวลกาย มวลไขมันในร่างกาย (fat mass, FM) หรือ ค่าความยาวเส้นรอบเอว (waist circumference, WC) ในการนิยามภาวะอ้วน¹ การทบทวน

วรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (systematic review) พบว่าการวัดที่ใช้บ่อยที่สุดในงานวิจัยคือการวัดมวลกล้ามเนื้อลาย โดยใช้สัดส่วนของมวลกล้ามเนื้ออวัยวะ (appendicular skeletal muscle, ASM) ต่อน้ำหนัก (ASM/wt) หรือต่อส่วนสูง (เมตร) ยกกำลังสอง (ASM/ht²) สำหรับภาวะ sarcopenia และ ดัชนีมวลกาย หรือ มวลไขมันในร่างกาย สำหรับภาวะอ้วน⁶ นอกจากนี้ค่าจุดตัดของตัวแปรดังกล่าวที่ใช้ในการนิยามยังมีความแตกต่างกันตามเพศ เชื้อชาติ และเครื่องมือที่ใช้วัด เป็นต้น ดังนั้นเนื่องจากปัจจุบันเกณฑ์การวินิจฉัยภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย มีความแตกต่างกันไปดังที่กล่าวมา จึงส่งผลให้ความชุกของภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย ที่พบในแต่ละการศึกษามีความหลากหลาย อย่างไรก็ตามบทความฉบับนี้จะกล่าวถึงคำแนะนำปัจจุบันสำหรับการวินิจฉัยภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย ต่อไป

สาเหตุของภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย

ภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย ในผู้สูงอายุ มีสาเหตุจากหลายกระบวนการ เช่น เมื่ออายุเพิ่มขึ้น ร่างกายจะมีมวลไขมันในร่างกายสะสมมากขึ้น ในขณะที่มวลกล้ามเนื้อจะลดลง ส่วนหนึ่งอาจเกิดจากการรับประทานอาหารได้ลดลงและโปรตีนในปริมาณไม่เพียงพอ นอกจากนี้มวลกล้ามเนื้อที่ลดลงมีผลทำให้การเผาผลาญขณะพัก (resting metabolic rate) ลดลง นอกจากนี้ผู้สูงอายุอาจมีกิจกรรมทางกายลดลงด้วยเช่นกัน ดังนั้นพลังงานทั้งหมดที่ใช้ (total energy expenditure) จึงน้อยลงและส่งผลให้ไขมันในร่างกายสะสมเพิ่มขึ้นตามมา⁷ ประการถัดมาคือการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนเพศ ทั้งเอสโตรเจน (estrogen) และเทสโทสเตอโรน (testosterone) ตามอายุ ซึ่งส่งผลต่อการสร้างกล้ามเนื้อและการสะสมไขมันในร่างกาย โดยผู้หญิงวัยหลังหมดประจำเดือนจะมีการสะสมของมวลไขมันเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งไขมันในช่องท้อง (visceral fat) อันเป็นผลมาจากการลดลงของระดับเอสโตรเจน สำหรับผู้ชายระดับของเทสโทสเตอโรนจะลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น และภาวะอ้วนสามารถทำให้ระดับเทสโทสเตอโรนลดลงจากการทำงานที่เพิ่มขึ้นของอโรมาเตส (aromatase) ซึ่งโดยปกติเทสโทสเตอโรนจะเพิ่มอินซูลินไลค์โกรทแฟคเตอร์วัน (insulin-like growth factor-1, IGF-1) และมวลกล้ามเนื้อ^{2,8} การศึกษาที่ก่อนหน้านี้พบว่าผู้ชายสูงอายุกลุ่มที่มีระดับเทสโทสเตอโรนสูงกว่ามีความเสี่ยงต่อ

การสูญเสียมวลกล้ามเนื้อน้อยกว่า⁹ นอกจากนี้ภาวะอ้วนสามารถกระตุ้นกระบวนการอักเสบ มีผลทำให้ระดับทูเมอร์เนคโรซิสแฟกเตอร์ (Tumor Necrosis Factor: TNF) อินเตอร์ลิวคิน 6 (IL-6) และเลปติน (leptin) สูงขึ้น และระดับอินซูลินไลค์โกรทแฟกเตอร์วันและอะดิโปเนกทิน (adiponectin) ต่ำลง เป็นต้น จึงมีการกระตุ้นการสลายของกล้ามเนื้อและการสะสมไขมันในร่างกาย นำไปสู่การเกิดภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย^{8,10}

ผลเสียทางสุขภาพจากภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย

ภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อยมีความสัมพันธ์กับการเกิดผลเสียทางสุขภาพหลายประการ เช่น ภาวะทุพพลภาพ โรคข้อเข่าเสื่อม การหกล้ม ภาวะเปราะบาง โรคทางเมแทบอลิกและโรคหลอดเลือดหัวใจ รวมถึงการเพิ่มความเสี่ยงในการเข้ารับรักษาในโรงพยาบาลและการเสียชีวิต โดยความเสี่ยงอาจสูงขึ้นจากการมีทั้งสองภาวะดังกล่าวร่วมกัน¹¹⁻¹³ การศึกษาในประเทศอังกฤษพบว่าผู้ชายสูงอายุที่มีภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย มีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิต (all-cause mortality) (hazard ratio [HR] 1.72, 95% confidence interval [CI] 1.35-2.18) สูงกว่าผู้ที่มีภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย (HR 1.41, 95%CI 1.22-1.63) หรือภาวะอ้วน (HR 1.21, 95%CI 1.03-1.42) เพียงอย่างเดียว¹⁴ เช่นเดียวกับการศึกษาในประเทศไต้หวันพบว่า ผู้สูงอายุที่มีภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย มีความเสี่ยงต่อกลุ่มอาการเมแทบอลิก (metabolic syndrome) (odds ratio [OR] 11.59, 95%CI 6.72-19.98) สูงกว่าผู้ที่มีภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย (OR 1.98, 95%CI 1.25-3.16) หรือภาวะอ้วน (OR 7.53, 95%CI 4.01-14.14) เพียงอย่างเดียว¹⁵

การป้องกันภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อยในผู้สูงอายุจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดภาวะดังกล่าวและการเสียชีวิตโดยมุ่งเน้นแก้ไขทั้ง ภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยและภาวะอ้วน ทั้งนี้เพื่อเพิ่มมวลและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และลดมวลไขมันที่สะสมในร่างกาย การออกกำลังกายและการได้รับโภชนาการที่เหมาะสมจึงเป็นสองปัจจัยหลักในการป้องกันและรักษาภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย^{16,17} ดังนั้นบทความฉบับนี้จึงเรียบเรียงข้อมูลเกี่ยวกับการป้องกันภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อยในผู้สูงอายุ เพื่อนำไปสู่การดูแลอย่างมีสุขภาพ

มาตรการในการป้องกันภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย

มาตรการในการป้องกันโรคในที่นี่แบ่งเป็นสามระดับได้แก่ ระดับปฐมภูมิ (primary prevention) ระดับทุติยภูมิ (secondary prevention) และระดับตติยภูมิ (tertiary prevention)

1. การป้องกันระดับปฐมภูมิ

การป้องกันระดับปฐมภูมิเป็นการส่งเสริมสุขภาพและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมตั้งแต่ก่อนเกิดโรคหรือพบความผิดปกติ เช่น การรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ การเลิกสูบบุหรี่และดื่มสุรา การมีส่วนร่วมในกิจกรรมครอบครัวและสังคม และการฉีดวัคซีนป้องกันโรค เป็นต้น การป้องกันภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย มุ่งเน้นทั้งการป้องกันการเกิดภาวะอ้วนและภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย โดยมีวิธีการป้องกันหลักคือการออกกำลังกายและการได้รับโภชนาการที่เหมาะสม

ผู้สูงอายุโดยทั่วไปต้องการพลังงาน 30-35 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน¹⁸ และผู้สูงอายุต้องการปริมาณโปรตีนที่สูงขึ้นเพื่อชดเชยการสูญเสียมวลของกล้ามเนื้อ โดยทั่วไปปริมาณโปรตีนที่แนะนำสำหรับผู้ใหญ่เป็น 0.8 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน⁴ อย่างไรก็ตาม European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN)⁴ แนะนำปริมาณโปรตีนที่ควรได้รับสำหรับผู้สูงอายุ (>65 ปี) เป็น 1.0-1.2 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน หรือ 1.2-1.5 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวันสำหรับผู้ที่มีความเสี่ยงต่อภาวะทุพโภชนาการ เช่น ผู้ที่มีภาวะเจ็บป่วยระยะเฉียบพลันหรือเรื้อรัง เช่นเดียวกับคำแนะนำของกลุ่มศึกษา PROT-AGE (the PROT-AGE study group)¹⁹ ซึ่งแนะนำปริมาณโปรตีนที่ผู้สูงอายุควรได้รับต่อวันเป็น 1.0-1.5 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว

วิตามินดีส่งผลต่อการทำงานของระบบกล้ามเนื้อ ระดับวิตามินดีในเลือด (serum 25-hydroxyvitamin D [25(OH)D] level) ที่ต่ำมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ลดลง ภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย และการหกล้ม^{2,20} ทั้งความสูงวัยและภาวะอ้วนเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการขาดวิตามินดี โดยภาวะอ้วนเพิ่มความเสี่ยงต่อการขาดวิตามินดีขึ้น 1.3 ถึง 2 เท่า²¹ การศึกษาโดย Srinonprasert และคณะ²² ซึ่งศึกษาจากข้อมูลการสำรวจสุขภาพประชาชนไทย ครั้งที่ 4 (the Thai 4th Health Examination Survey)

พบว่าความชุกของภาวะวิตามินดีต่ำ (ระดับ serum 25(OH)D < 30 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร) ในผู้สูงอายุไทย (60 ปี, อายุเฉลี่ย 74 ปี) เป็นร้อยละ 34.3 (ร้อยละ 24.5 ในเพศชายและร้อยละ 43.9 ในเพศหญิง) และยังพบว่าภาวะวิตามินดีต่ำมีความสัมพันธ์กับการเสียชีวิต (all-cause mortality) ที่สูงขึ้นในผู้สูงอายุเพศชาย (HR 1.25 [95%CI 1.25-2.51]) โดยมีระยะเวลาติดตามเฉลี่ย 7 ปี นอกจากนี้การศึกษาแบบย้อนหลังในประเทศสหรัฐอเมริกาโดย Boonchaya-anant และคณะ²³ พบความชุกของภาวะขาดวิตามินดี (ระดับ serum 25(OH)D < 20 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร) สูงถึงร้อยละ 48.7 ในกลุ่มผู้ป่วยนอกที่มีค่าดัชนีมวลกายตั้งแต่ 30 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เช่นเดียวกับการศึกษาโดย Shantavasinkul และคณะ²⁴ ซึ่งพบความชุกของภาวะขาดวิตามินดี (ระดับ serum 25(OH)D < 20 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร) และภาวะวิตามินดีต่ำ (ระดับ serum 25(OH)D < 30 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร) ในคนไทยที่มีภาวะอ้วนสูงถึงร้อยละ 30.1 และ ร้อยละ 90.8 ตามลำดับ ผู้สูงอายุจึงควรได้รับรังสี UVB จากแสงแดด โดยเฉพาะอย่างยิ่งแสงแดดยามเช้า สำหรับการสังเคราะห์วิตามินดี และรับประทานอาหารที่มีวิตามินดีสูง เช่น ปลากลุ่ม fatty fish (ปลาแซลมอน ปลาทูน่า) น้ำมันตับปลา และไข่แดง เป็นต้น อย่างไรก็ตามการได้รับแสงแดดและการรับประทานอาหารที่มีวิตามินดีสูงเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอสำหรับผู้สูงอายุ²⁵⁻²⁷ การวิจัยทางคลินิกแบบสุ่มที่มีกลุ่มควบคุมโดย Watcharanon และคณะ²⁸ พบว่าผู้สูงอายุวัยหมดประจำเดือน (อายุ 50-70 ปี) ที่ได้รับแสงแดดร่วมกับการรับประทานวิตามินดีเสริมขนาด 20,000 international units (IU) ต่อสัปดาห์ มีระดับ serum 25(OH)D สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับแสงแดดเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.01) โดยกลุ่มที่ได้รับแสงแดดเพียงอย่างเดียวมีระดับ serum 25(OH)D ลดลงจากระดับเริ่มต้น (mean difference -2.60 ± 2.11, 95%CI -3.46 to -1.75 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร) ดังนั้นการได้รับวิตามินดีเสริมจึงอาจเป็นประโยชน์ต่อผู้สูงอายุเพื่อป้องกันภาวะวิตามินดีต่ำ การวิเคราะห์หือภิมานโดย Beaudart และคณะ²⁹ พบว่าการรับประทานวิตามินดีเสริมมีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่มากขึ้น (standardized mean difference [SMD] 0.17, P=0.02) และมีผลชัดเจนขึ้นในกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 65 ปี เช่นเดียวกับการวิเคราะห์หือภิมานโดย Zhang และคณะ³⁰

ซึ่งพบว่าการรับประทานวิตามินดีเสริมในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนมีผลต่อแรงบีบมือที่เพิ่มขึ้น (weighted mean difference [WMD] 0.876 กิโลกรัม, 95%CI 0.180-1.571) ในขณะที่การวิจัยทางคลินิกแบบสุ่มที่มีกลุ่มควบคุม โดย Suebthawinkul และคณะ³¹ พบว่าผู้สูงอายุไทยวัยหมดประจำเดือน (อายุ 45-60 ปี) ที่มีภาวะขาดวิตามินดี (ระดับ serum 25(OH)D < 20 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร) กลุ่มที่ได้รับวิตามินดีขนาด 40,000 IU ต่อสัปดาห์ มีการเปลี่ยนแปลงของกำลังกล้ามเนื้อ และมวลกล้ามเนื้อไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.16, 0.89 ตามลำดับ) แต่อย่างไรก็ตามหากพิจารณาดูในรายที่มีระดับวิตามินดีที่สูงขึ้นจากตอนเริ่มการศึกษา พบว่ามีค่ากำลังกล้ามเนื้อ และมวลกล้ามเนื้อที่เพิ่มสูงขึ้น แม้ US Preventive Services Task Force (USPSTF)²¹ พบว่ายังมีหลักฐานไม่เพียงพอสำหรับการแนะนำให้คัดกรองการขาดวิตามินดีในผู้ใหญ่ทั่วไป อย่างไรก็ตาม American Geriatrics Society³² แนะนำให้ผู้สูงอายุ 65 ปีขึ้นไปรับประทานวิตามินดีเสริมอย่างน้อย 1,000 IU ต่อวัน ร่วมกับการรับประทานแคลเซียมเสริม โดย serum 25(OH)D ในผู้สูงอายุควรมีระดับอย่างน้อย 30 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้สูงอายุที่มีภาวะเปราะบางและมีความเสี่ยงต่อการหกล้มและกระดูกหัก

การออกกำลังกายสามารถควบคุมสมดุลพลังงาน (energy balance) ช่วยให้ร่างกายเผาผลาญพลังงานได้ดีขึ้น รวมทั้งเพิ่มมวลและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ¹⁶ ดังนั้นการออกกำลังกายจึงมีประโยชน์อย่างมากในการป้องกันภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย ผู้สูงอายุควรทำกิจกรรมทางกายเป็นประจำและหลีกเลี่ยงพฤติกรรมเนือยนิ่ง (sedentary lifestyle) โดยแนะนำให้ผู้สูงอายุทำกิจกรรมทางกายที่มีระดับความหนักปานกลาง (moderate intensity aerobic activity) เช่น การเดินเร็ว หรือการปั่นจักรยาน อย่างน้อย 150 นาทีต่อสัปดาห์ หรือทำกิจกรรมทางกายที่มีระดับความหนักสูง (vigorous intensity aerobic activity) เช่น การวิ่งเหยาะๆ (jogging) อย่างน้อย 75 นาทีต่อสัปดาห์ เช่นเดียวกับคำแนะนำสำหรับผู้ใหญ่ทั่วไป³³ การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (aerobic exercise) อย่างเป็นประจำนอกจากช่วยควบคุมน้ำหนักแล้วยังช่วยเพิ่มความแข็งแรงของระบบหลอดเลือดหัวใจและลดความเสี่ยงของการเสียชีวิตลงได้ การศึกษาโดย Sui และคณะ (Aerobic Center

Longitudinal Study)³⁴ พบว่าผู้สูงอายุที่มีดัชนีมวลกายตั้งแต่ 35 กิโลกรัมต่อตารางเมตรขึ้นไปมีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิต (all-cause mortality) เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มผู้สูงอายุที่มีดัชนีมวลกาย 18.5-24.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (HR 2.29, 95%CI 1.27-4.12) นอกจากนี้ยังพบว่าผู้สูงอายุที่มีระดับสมรรถภาพทางระบบหัวใจและหลอดเลือด (cardiorespiratory fitness) สูงในกลุ่มควินไทล์ (quintile) ที่ 5 มีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควินไทล์ที่ 1 (HR 0.25, 95%CI 0.18-0.34)

ผู้สูงอายุควรออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน (resistance exercise) เพื่อเพิ่มมวลและความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออย่างน้อย 2-3 วันต่อสัปดาห์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการป้องกันภาวะอ่อนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย^{2,16,33} การวิเคราะห์ห่อภิมาณโดย Peterson และคณะ³⁵ พบว่าการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านในผู้ที่มีอายุ 50 ปีขึ้นไปมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นร้อยละ 24-33 ขึ้นกับมัดกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ผู้สูงอายุควรออกกำลังกายเพื่อฝึกการทรงตัว (balance exercise) เช่น การยืนยกขาเดียวหรือไทชิ (tai chi) อย่างน้อยสามวันต่อสัปดาห์เพื่อป้องกันการหกล้ม³³ อย่างไรก็ตามผู้สูงอายุควรทำกิจกรรมทางกายให้เหมาะสมกับสมรรถภาพของแต่ละบุคคล โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่มีโรคประจำตัวเรื้อรัง เพื่อความปลอดภัยของผู้สูงอายุ โดยผู้สูงอายุสามารถปรึกษาแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญถึงความเหมาะสมของการออกกำลังกายหรือกิจกรรมทางกาย³⁶

2. การป้องกันระดับทุติยภูมิ

การป้องกันระดับทุติยภูมิเป็นการมุ่งคัดกรองเพื่อตรวจหาโรคตั้งแต่ระยะที่ยังไม่ปรากฏอาการ มติของ ESPEN และ European Association for the Study of Obesity (EASO)³ แนะนำให้คัดกรองภาวะอ่อนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อยโดยประกอบด้วยสองส่วนร่วมกัน คือ การคัดกรองความเสี่ยงต่อภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย ได้แก่ อายุมากกว่า 70 ปี มีโรคประจำตัวเรื้อรัง ซึมเศร้า มีการเจ็บป่วยเฉียบพลันหรือภาวะโภชนาการเปลี่ยนแปลง หกล้มบ่อยครั้ง มีอาการอ่อนเพลีย อ่อนแรงเหนื่อยล้า มีการเคลื่อนไหวจำกัดหรือสมรรถภาพถดถอย เป็นต้น หรือมีผลการคัดกรองภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยในผู้สูงอายุจากแบบสอบถาม เช่น SARC-F³⁷ เป็นบวก ร่วมกับ

มีค่าดัชนีมวลกาย หรือ WC เกิน โดยค่าจุดตัดดัชนีมวลกายและ WC จะขึ้นอยู่กับเชื้อชาติ สำหรับผู้ที่มีเชื้อสายเอเชียค่าจุดตัดของดัชนีมวลกาย คือ 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตรขึ้นไป และค่าจุดตัดของ WC คือ 90 เซนติเมตรขึ้นไปในผู้ชาย และ 80 เซนติเมตรขึ้นไปในผู้หญิง หากผลการคัดกรองเป็นบวกจึงทำการตรวจเพิ่มเติมเพื่อวินิจฉัยภาวะอ่อนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อยต่อไป³

สำหรับการคัดกรองภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยในผู้สูงอายุตามคำแนะนำของ Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS) ในปี ค.ศ. 2019³⁸ ในการค้นหาผู้ป่วยในชุมชน หรือในระดับปฐมภูมิคือการวัดเส้นรอบวงน่อง (Calf circumference [M: <34 cm, F: <33 cm]) หรือ แบบประเมิน SARC-F (คะแนนตั้งแต่ 4 คะแนนลงไป) หรือ SARC-CalF (คะแนนตั้งแต่ 11 คะแนนขึ้นไป) และหากได้ผลบวกจากการคัดกรองจึงมีการประเมินกำลังมือ (hand grip strength, HGS) เพื่อประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หรือ ประเมินสมรรถนะทางกายโดยการประเมินเวลาที่ใช้ในการลุกนั่ง 5 ครั้ง (five-time chair stand test) ต่อไป เนื่องจากแบบประเมิน SARC-F มีข้อจำกัดด้านความไวในการคัดกรองภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย ผู้นิพนธ์จึงแนะนำให้ใช้ SARC-CalF หรือแบบประเมิน Mini Sarcopenia Risk Assessment (MSRA) ซึ่งมีแบบ 5 ข้อและ 7 ข้อ MSRA-5 หรือ MSRA-7 ซึ่งจะเพิ่มความไวในการค้นหาผู้ป่วยมากขึ้น³⁷ สำหรับในบริบทของการดูแลผู้ป่วยระยะเฉียบพลันหรือเรื้อรัง หรืองานวิจัยทางคลินิกอาจค้นหาผู้ป่วยด้วยวิธีเดียวกับวิธีแรกในระดับปฐมภูมิ (โดยใช้การคัดกรองด้วยแบบคัดกรองก่อน) หรือเลือกประเมินในกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย ได้แก่ 1) กลุ่มอาการสูงอายุ เช่น ผู้ที่มีการถดถอยของความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวัน หกล้มบ่อย ซึมเศร้า ปริธานบกพร่อง (cognitive impairment) มีน้ำหนักลดโดยไม่ตั้งใจ ภาวะทุพโภชนาการ 2) กลุ่มที่มีโรคเรื้อรังที่มักพบภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยได้บ่อย เช่น หัวใจวาย โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง เบาหวาน และโรคไตเรื้อรัง³⁸

การวินิจฉัยภาวะอ่อนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย ประกอบด้วยสองขั้นตอนโดยเริ่มต้นจากการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการประเมินองค์ประกอบของร่างกาย (body composition) ตามลำดับ³ สำหรับ

การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสามารถประเมินโดยใช้การตรวจกำลังกล้ามเนื้อหรือการประเมินเวลาที่ใช้ในการลุกนั่ง 5 ครั้ง หากพบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง กล่าวคือ การประเมินการตรวจกำลังมือได้น้อยกว่า 28 กิโลกรัมสำหรับผู้ชาย หรือน้อยกว่า 18 กิโลกรัมสำหรับผู้หญิง หรือ การประเมินเวลาที่ใช้ในการลุกนั่งใช้เวลาตั้งแต่ 12 วินาทีขึ้นไป³⁸ จึงทำการประเมินองค์ประกอบของร่างกายโดยใช้ dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) หรือ bio-electrical impedance analysis (BIA) มติของ ESPEN และ EASO³ แนะนำให้ใช้ค่าจุดตัดของร้อยละมวลไขมันในร่างกายตามการศึกษาของ Gallagher และคณะ³⁹ กล่าวคือมากกว่าร้อยละ 29 หรือ มากกว่าร้อยละ 41 สำหรับผู้ชายและผู้หญิงเพื่อสายเอเชียตามลำดับ และ Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS)³⁸ แนะนำให้ใช้ค่าจุดตัดของ ASM/ht² สำหรับ DXA เป็นน้อยกว่า 7 หรือน้อยกว่า 5.4 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และสำหรับ BIA เป็นน้อยกว่า 7 หรือน้อยกว่า 5.7 กิโลกรัมต่อตารางเมตร สำหรับผู้ชายและผู้หญิงตามลำดับ อย่างไรก็ตามการหาค่าจุดตัดที่เหมาะสมสำหรับการตรวจวัดดังกล่าวอาจต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

นอกจากนี้มติของ ESPEN และ EASO³ แนะนำให้แบ่งภาวะอ่อนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อยเป็นสองระยะตามความรุนแรงเพื่อใช้ประโยชน์ในการวางแผนรักษาและติดตามคนไข้ โดยระยะที่ 1 คือไม่มีภาวะแทรกซ้อนจากภาวะอ่อนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย และระยะที่ 2 คือปรากฏอย่างน้อยหนึ่งภาวะแทรกซ้อนจากภาวะอ่อนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย เช่น โรคทางเมแทบอลิซึม โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคทางระบบทางเดินหายใจ หรือมีความทุพพลภาพที่เกี่ยวข้องกับภาวะอ่อนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย เป็นต้น

3. การป้องกันระดับตติยภูมิ

โดยทั่วไปการป้องกันระดับตติยภูมิเป็นการป้องกันภาวะแทรกซ้อนและทุพพลภาพ การป้องกันการเกิดโรคซ้ำ รวมถึงการบำบัดฟื้นฟู ดังนั้นการป้องกันภาวะอ่อนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย ในระดับตติยภูมิจึงเป็นการรักษาภาวะอ่อนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย โดยมีเป้าหมายเพื่อลดมวลไขมันในร่างกาย เพิ่มมวลและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ตามลักษณะพยาธิกำเนิดของภาวะดังกล่าว นำไปสู่การลดผลเสียทางสุขภาพที่สัมพันธ์กับภาวะอ่อนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย

และมีสมรรถภาพทางกายและคุณภาพชีวิตดีขึ้น หลักฐานปัจจุบันพบว่า การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมหรือวิถีการดำเนินชีวิต (lifestyle intervention) ยังคงเป็นวิธีการหลักในการรักษาผู้สูงอายุที่มีภาวะอ่อนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย เช่นเดียวกับการป้องกันระดับปฐมภูมิ นอกจากนี้หากผู้สูงอายุสามารถปรับเปลี่ยนและคงพฤติกรรมสุขภาพที่ดีไว้จะช่วยป้องกันการเกิดภาวะอ่อนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อยซ้ำ ผู้นิพนธ์จึงเรียบเรียงแนวทางการปรับโภชนาการและการออกกำลังกายสำหรับการรักษาภาวะอ่อนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย ดังต่อไปนี้

การได้รับอาหารพลังงานต่ำ (hypocaloric diet) สามารถช่วยลดน้ำหนักในผู้สูงอายุที่มีภาวะอ่อนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย¹⁶ โดยเป้าหมายคือลดน้ำหนักลง 0.5 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ และมีน้ำหนักลดลงที่ 6 เดือนประมาณร้อยละ 8-10⁴⁰ ข้อควรระวังของการได้รับอาหารพลังงานต่ำจำกัดคือการจำกัดพลังงานมากเกินไปอาจส่งผลเสียต่อผู้สูงอายุได้ เช่น การขาดสารอาหารจำเป็น หรือมวลกล้ามเนื้อลดลง ดังนั้นการจำกัดพลังงานเพื่อลดน้ำหนัก (calorie restriction) ไม่ควรลดลงเกินกว่า 500 กิโลแคลอรีต่อวันจากความต้องการพลังงานปกติ อย่างไรก็ตามช่วงดัชนีมวลกายที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุอาจแตกต่างกับผู้ใหญ่ทั่วไป การวิเคราะห์หือภิมานโดย Winter และคณะ⁴¹ พบว่าผู้ที่อายุ 65 ปี มีภาวะน้ำหนักเกิน (overweight) ไม่มีความสัมพันธ์กับการเสียชีวิต (all-cause mortality) ที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ผู้สูงอายุที่มีดัชนีมวลกาย น้อยกว่า 23.0 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และ มากกว่า 33.0 กิโลกรัมต่อตารางเมตรมีความเสี่ยงต่อ all-cause mortality สูงขึ้น โดยพบความเสี่ยงสูงที่สุดในช่วงดัชนีมวลกาย 17.0-17.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (HR 1.48, 95%CI 1.42-1.55) เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงดัชนีมวลกาย 23.0-23.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

ผู้สูงอายุที่มีภาวะอ่อนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย ควรได้รับโปรตีนอย่างน้อย 1.0-1.2 กรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัวต่อวันโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงลดน้ำหนัก^{2,7} และควรได้รับปริมาณโปรตีนอย่างน้อยมีดละ 25-30 กรัม การศึกษาโดย Muscariello และคณะ⁴² พบว่าผู้หญิงสูงอายุ (>65 ปี) ที่มีภาวะอ่อนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อยกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานต่ำร่วมกับโปรตีนปริมาณ 1.2 กรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัวต่อวัน เป็นระยะเวลา 3 เดือน มีมวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นในขณะที่

กลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานต่ำร่วมกับโปรตีนปริมาณ 0.8 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน มีมวลกล้ามเนื้อลดลง เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ห่อภิมาณโดย Kim และคณะ⁴³ ซึ่งพบว่าผู้ที่อายุ 50 ปีขึ้นไปที่ได้รับปริมาณโปรตีนต่อวัน ปริมาณที่สูงในช่วงลดน้ำหนักมีมวลร่างกายยกเว้นไขมัน (lean mass) เพิ่มขึ้นและมวลไขมันลดลงมากกว่า กลุ่มที่ได้รับปริมาณโปรตีนต่ำ นอกจากปริมาณโปรตีน ที่ควรได้รับอย่างเพียงพอแล้วคุณภาพของโปรตีน มีความสำคัญต่อการเสริมสร้างกล้ามเนื้อเช่นเดียวกัน โดยโปรตีนที่ผู้สูงอายุรับประทานควรประกอบด้วย กรดอะมิโนจำเป็น (essential amino acids) โดยเฉพาะอย่างยิ่งลิวซีน (leucine) เพื่อช่วยกระตุ้น การเสริมสร้างกล้ามเนื้อ โดยลิวซีนพบมากในเนื้อปลา แซลมอนปลาทูน่า ไข่ไก่ ถั่วลิสงเตา อัลมอนต์อบแห้ง และโปรตีนเวย์ (whey protein) เป็นต้น⁴⁴ การวิเคราะห์ ห่อภิมาณโดย Komar และคณะ⁴⁵ พบว่าการให้โปรตีน เสริมที่มีปริมาณลิวซีนสูงในผู้ที่อายุ 65 ปี ที่มี ภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย ส่งผลให้มีมวลร่างกายยกเว้น ไขมันเพิ่มขึ้นโดยมีความแตกต่างเฉลี่ย (mean difference) จากกลุ่มเปรียบเทียบเป็น 1.14 กิโลกรัม (95% CI 0.55-1.74) และการวิเคราะห์ห่อภิมาณโดย Xu และคณะ⁴⁶ พบว่าการให้ลิวซีนเสริมในผู้ที่ 65 ปี มีผลเพิ่มอัตราการสังเคราะห์โปรตีน (muscle protein fractional synthetic rate) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม นอกจากนี้การรับประทานวิตามินดีร่วมกับโปรตีนเสริมอาจช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ในผู้สูงอายุที่มีภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย การวิเคราะห์ห่อภิมาณโดย Gkekas และคณะ⁴⁷ พบว่า การรับประทานวิตามินดีร่วมกับโปรตีนเสริมในผู้สูงอายุ (อายุเฉลี่ย 79 ปี) ที่มีภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยมีผล เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยเพิ่มแรงบีบมือ (SMD 0.38 ± 0.07, 95% CI 0.18-0.47) และลดเวลาที่ใช้ ในการลุกนั่ง (sit-to-stand time) (SMD 0.25 ± 0.09, 95% CI 0.06-0.43) ดีขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของ มวลกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งอาจเกิดจาก หลายปัจจัย เช่น ระยะเวลาการติดตามผู้ป่วยค่อนข้างสั้น (2-6 เดือน) จำนวนประชากรในแต่ละการศึกษาน้อย ผลจากการออกกำลังกายอาจมีผลต่อผลลัพธ์ ขนาดและระยะเวลาของวิตามินดีที่ได้รับ ตลอดจน ระยะเวลาของวิตามินดีในร่างกายก่อนเริ่มเข้าการศึกษา

ยังมีความหลากหลายและมีข้อมูลยังไม่สมบูรณ์ ซึ่งอาจ ต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

ผู้สูงอายุที่มีภาวะอ้วนร่วมกับ มวลกล้ามเนื้อน้อย ควรออกกำลังกายทั้งแบบ แอโรบิกควบคู่กับการออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน การวิจัยทางคลินิกแบบสุ่มที่มีกลุ่มควบคุม โดย Chen และคณะ⁴⁸ พบว่าผู้สูงอายุที่มีอายุระหว่าง 65-75 ปี และมีภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อยทั้งกลุ่ม ที่ได้รับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกการออกกำลังกาย แบบมีแรงต้าน และการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ควบคู่กับแบบมีแรงต้าน มีมวลกล้ามเนื้อมากกว่าและ มวลไขมันน้อยกว่ากลุ่มเปรียบเทียบที่สัปดาห์ที่ 12 Gadelha และคณะ⁴⁹ ทำการวิจัยทางคลินิกแบบสุ่ม ที่มีกลุ่มควบคุม ในผู้สูงอายุเพศหญิงอายุเฉลี่ย 67 ปี ที่มีภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อยพบว่ากลุ่มที่ ด้รับการออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ มีมวลร่างกายยกเว้นไขมันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (P < 0.01) นอกจากนี้ Villareal และคณะ (พ.ศ. 2560)⁵⁰ ทำการวิจัยทางคลินิก แบบสุ่มที่มีกลุ่มควบคุมในผู้ที่อายุ 65 ปีที่มีค่าดัชนีมวลกาย ตั้งแต่ 30 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และมีภาวะเปราะบาง ระดับน้อยถึงปานกลาง (mild-to-moderate frailty) พบว่ากลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกควบคู่ กับแบบมีแรงต้านร่วมกับการปรับอาหารเพื่อลดน้ำหนัก มีคะแนนการทดสอบสมรรถภาพทางกาย (physical performance test) ที่ 6 เดือนเพิ่มขึ้นมากกว่า กลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกหรือ แบบมีแรงต้านอย่างใดอย่างหนึ่งร่วมกับการปรับอาหาร อย่างมีนัยสำคัญ (21% vs. 14% vs. 14%, P = 0.01 และ 0.02 ตามลำดับ) การศึกษานี้ยังพบว่ากลุ่มที่ ด้รับการออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน และกลุ่มที่ ด้รับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกควบคู่กับแบบ มีแรงต้าน มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น มากกว่าและมีมวลร่างกายยกเว้นไขมันลดลงน้อยกว่า กลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิกเพียงอย่างเดียว ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของ การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านร่วมด้วยในช่วง ลดน้ำหนัก โดยการออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน จะช่วยรักษามวลและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ขณะลดน้ำหนัก และผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายแบบ แอโรบิกควบคู่กับแบบมีแรงต้าน มีสมรรถภาพทางกาย

และภาวะเปราะบางที่ขึ้นมากที่สุด เนื่องจากเป็นผลเสริมกัน (additive effect) ของการออกกำลังกายทั้งสองรูปแบบดังกล่าว ซึ่งจะเพิ่มทั้ง สมรรถภาพทางระบบหัวใจและหลอดเลือด และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ⁵⁰

การออกกำลังกายร่วมกับการปรับอาหารเพื่อลดน้ำหนักเป็นวิธีการสำคัญในการดูแลรักษาภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย ในผู้สูงอายุ Villareal และคณะ (พ.ศ. 2554)⁵¹ ทำการศึกษาแบบการวิจัยทางคลินิกแบบสุ่มที่มีกลุ่มควบคุมในผู้ที่อายุ 65 ปี ที่มีค่าดัชนีมวลกาย ตั้งแต่ 30 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และมีภาวะเปราะบางระดับน้อยถึงปานกลาง พบว่ากลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายร่วมกับการปรับอาหารเพื่อลดน้ำหนักมีคะแนนการทดสอบสมรรถภาพทางกายที่ 1 ปี เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการปรับอาหารหรือการออกกำลังกายเพียงอย่างเดียว (21% vs. 12% vs. 15%, $P < 0.001$ และ $P = 0.04$ ตามลำดับ) และกลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายร่วมกับการปรับอาหารมีมวลร่างกายยกเว้นไขมันลดลงน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับการปรับอาหารเพื่อลดน้ำหนักเพียงอย่างเดียว รวมทั้งมีน้ำหนักและมวลไขมันลดลงมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้กลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายร่วมกับการปรับอาหารมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การทรงตัว และความเร็วในการเดินที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

บทวิจารณ์

ภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อยในผู้สูงอายุสามารถป้องกันได้ โดยการได้รับโภชนาการที่เหมาะสม (ทั้งพลังงาน โปรตีน และวิตามินดี) ร่วมกับการออกกำลังกาย เพื่อลดมวลไขมันและเพิ่มมวลกล้ามเนื้อในร่างกาย สำหรับวิตามินดีหากได้รับประทานมากเกินไปอาจเกิดภาวะพิษจากวิตามินดีซึ่งจะมีภาวะแคลเซียมในเลือดสูง โดยมักจะเกิดเมื่อระดับ serum 25(OH)D สูงเกิน 150 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร²¹ ซึ่งเป็นระดับที่สูงมาก ดังนั้นโดยปกติภาวะพิษจากวิตามินดีจึงเกิดขึ้นได้ยาก นอกจากนี้การศึกษาส่วนใหญ่พบว่าอัตราการเกิดผลข้างเคียงของทั้งกลุ่มที่ได้รับวิตามินดีและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน²¹ จึงอาจกล่าวได้ว่าการรับประทานวิตามินดีมีความปลอดภัยสูงหากรับประทานในขนาดที่เหมาะสม สำหรับการออกกำลังกาย

ควรเป็นการออกกำลังกายที่มีหลากหลายองค์ประกอบ (multicomponent exercise) ซึ่งสอดคล้องกับคำแนะนำส่วนใหญ่ เช่นคำแนะนำจากองค์การอนามัยโลกและคำแนะนำการทำกิจกรรมทางกายสำหรับชาวอเมริกันเป็นต้น^{36,52} และเป็นไปในแนวทางเดียวกับคำแนะนำสำหรับการป้องกันและจัดการภาวะเปราะบาง⁵³ นอกจากนี้ควรส่งเสริมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและสร้างความตระหนักต่อภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อยในผู้สูงอายุเพื่อการสูงวัยอย่างมีสุขภาพอย่างยั่งยืน

ประเทศไทยได้นำแนวทางการบูรณาการดูแลผู้สูงอายุ (Integrated Care for Older People-ICOPE)⁵² ซึ่งพัฒนาโดยองค์การอนามัยโลกมาใช้ โดยเน้นการมีส่วนร่วมของชุมชนและมีบุคคลเป็นศูนย์กลาง แนวทางดังกล่าวมุ่งค้นหาภาวะที่ทำให้ศักยภาพภายในบุคคล (intrinsic capacity) และความสามารถในการทำหน้าที่ (functional ability) ลดลง ตัวอย่างเช่นด้านการเคลื่อนไหว (locomotor capacity) ซึ่งแนะนำให้คัดกรองด้วยการประเมินเวลาที่ใช้ในการลุกนั่ง 5 ครั้ง หากผลการคัดกรองเป็นบวก จะทดสอบสมรรถภาพทางกายต่อด้วย Short Physical Performance Battery test (SPPB) และด้านพลังงานชีวิต (vitality) ซึ่งเป็นการประเมินภาวะทุพโภชนาการโดยการคัดกรองด้วยคำถาม ได้แก่ ‘ท่านมีน้ำหนักลดลงโดยไม่ตั้งใจมากกว่า 3 กิโลกรัมในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมาหรือไม่’ และ/หรือ ‘ท่านเบื่ออาหารหรือไม่’ หากผู้สูงอายุตอบใช่ในข้อใดข้อหนึ่งจะประเมินระดับโภชนาการต่อด้วย Mini Nutrition Assessment (MNA)⁵⁴ ตามแนวทางการบูรณาการดูแลผู้สูงอายุ แนะนำให้ตรวจหาภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยและภาวะเปราะบางในผู้สูงอายุที่มีการเคลื่อนไหวจำกัดหรือมีภาวะทุพโภชนาการเนื่องจากมีความสัมพันธ์กับทั้งสองภาวะดังกล่าว อย่างไรก็ตามแนวทางการบูรณาการดูแลผู้สูงอายุไม่ได้กล่าวถึงภาวะโภชนาการเกินหรือภาวะอ้วนเช่นเดียวกับคู่มือการคัดกรองและประเมินสุขภาพผู้สูงอายุ พ.ศ. 2564 กระทรวงสาธารณสุข⁵⁵ ซึ่งแนะนำการคัดกรองภาวะทุพโภชนาการและภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยด้วย MNA และ MSRA-5 ตามลำดับ ดังนั้นอาจพิจารณานำเอาแนวทางตามบทความฉบับนี้ซึ่งแสดงทั้งแนวทางการป้องกัน การคัดกรอง และการจัดการภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อยในผู้สูงอายุไปประยุกต์ให้เหมาะสมกับบริบทต่อไป

บทสรุป

ผู้สูงอายุมีแนวโน้มที่จะเกิดภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อยสูงขึ้น เนื่องจากมีมวลกล้ามเนื้อลดลงและมีการสะสมไขมันในร่างกายมากขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงตามอายุ ภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อยก่อให้เกิดผลเสียทางสุขภาพหลายประการรวมถึงภาวะเปราะบางและการเสียชีวิต ดังนั้นการป้องกันตั้งแต่ระดับปฐมภูมิทุติยภูมิ และตติยภูมิ จึงมีความสำคัญอย่างมาก กล่าวคือการส่งเสริมสุขภาพเพื่อกำจัดปัจจัยเสี่ยง การคัดกรองผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงจนไปถึงการดูแลรักษาผู้สูงอายุที่มีภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย โดยการออกกำลังกายร่วมกับ การได้รับโภชนาการที่เหมาะสมเป็นวิธีการหลักในการป้องกันและรักษาภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย ผู้สูงอายุที่มีภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย ควรปรับอาหารเพื่อลดน้ำหนักควบคู่กับการได้รับโปรตีนที่เพียงพอทั้งปริมาณและคุณภาพ รวมทั้งออกกำลังกายแบบแอโรบิกควบคู่กับแบบมีแรงต้าน นอกจากนี้บทความนี้จะช่วยเพิ่มความตระหนักถึงภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย แก่แพทย์และบุคลากรที่ดูแลผู้สูงอายุ และให้การป้องกันตามหลักฐานทางวิชาการต่อไป อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังขาดการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและรักษาภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย โดยตรง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะอ้วนร่วมกับมวลกล้ามเนื้อน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการป้องกันโรค

เอกสารอ้างอิง

- Ji T, Li Y, Ma L. Sarcopenic obesity: An emerging public health problem. *Aging Dis.* 2022;13(2):379–88.
- Batsis JA, Villareal DT. Sarcopenic obesity in older adults: aetiology, epidemiology and treatment strategies. *Nat Rev Endocrinol.* 2018;14(9):513–37.
- Donini LM, Busetto L, Bischoff SC, Cederholm T, Ballesteros-Pomar MD, Batsis JA, et al. Definition and diagnostic criteria for sarcopenic obesity: ESPEN and EASO consensus statement. *Obes Facts.* 2022;15(3):321–35.
- Deutz NEP, Bauer JM, Barazzoni R, Biolo G, Boirie Y, Bosy-Westphal A, et al. Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clin Nutr.* 2014;33(6):929–36.
- Gao Q, Mei F, Shang Y, Hu K, Chen F, Zhao L, et al. Global prevalence of sarcopenic obesity in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Clin Nutr.* 2021;40(7):4633–41.
- Donini LM, Busetto L, Bauer JM, Bischoff S, Boirie Y, Cederholm T, et al. Critical appraisal of definitions and diagnostic criteria for sarcopenic obesity based on a systematic review. *Clin Nutr.* 2020;39(8):2368–88.
- Zamboni M, Rubele S, Rossi AP. Sarcopenia and obesity. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2019;22(1):13–9.
- Hong S-H, Choi KM. Sarcopenic obesity, insulin resistance, and their implications in cardiovascular and metabolic consequences. *Int J Mol Sci.* 2020;21(2):494.
- LeBlanc ES, Wang PY, Lee CG, Barrett-Connor E, Cauley JA, Hoffman AR, et al. Higher testosterone levels are associated with less loss of lean body mass in older men. *J Clin Endocrinol Metab.* 2011;96(12):3855–63.
- Alizadeh Pahlavani H. Exercise therapy for people with sarcopenic obesity: Myokines and adipokines as effective actors. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2022;13:811751.
- Roh E, Choi KM. Health consequences of sarcopenic obesity: A narrative review. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2020;11:332.
- Choi KM. Sarcopenia and sarcopenic obesity. *Korean J Intern Med.* 2016;31(6):1054–60.
- Yang M, Hu M, Zhang Y, Jia S, Sun X, Zhao W, et al. Sarcopenic obesity is associated with frailty among community-dwelling older adults: findings from the WCHAT study. *BMC Geriatr.* 2022;22(1):863.

14. Atkins JL, Whincup PH, Morris RW, Lennon LT, Papacosta O, Wannamethee SG. Sarcopenic obesity and risk of cardiovascular disease and mortality: a population-based cohort study of older men. *J Am Geriatr Soc.* 2014;62(2): 253–60.
15. Lu C-W, Yang K-C, Chang H-H, Lee L-T, Chen C-Y, Huang K-C. Sarcopenic obesity is closely associated with metabolic syndrome. *Obes Res Clin Pract.* 2013;7(4):e301-7.
16. Trouwborst I, Verreijen A, Memelink R, Massanet P, Boirie Y, Weijs P, et al. Exercise and nutrition strategies to counteract sarcopenic obesity. *Nutrients.* 2018;10(5):605.
17. Chen N, He X, Feng Y, Ainsworth BE, Liu Y. Effects of resistance training in healthy older people with sarcopenia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur Rev Aging Phys Act.* 2021;18(1):23.
18. Society of Parenteral and Enteral Nutrition of Thailand. Clinical Practice Recommendation for the nutrition management in adult hospitalized patients 2017 [Internet]. 2017 [cited 2023 Jan 14]. Available from: https://www.spent.or.th/uploads/event/20171219_5a38b6392af47_guidelines%20EN%20final.pdf.
19. Bauer J, Biolo G, Cederholm T, Cesari M, Cruz-Jentoft AJ, Morley JE, et al. Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE Study Group. *J Am Med Dir Assoc.* 2013;14(8):542–59.
20. Kim MK, Baek KH, Song K-H, Il Kang M, Park CY, Lee WY, et al. Vitamin D deficiency is associated with sarcopenia in older Koreans, regardless of obesity: the Fourth Korea National Health and Nutrition Examination Surveys (KNHANES IV) 2009. *J Clin Endocrinol Metab.* 2011;96(10):3250–6.
21. US Preventive Services Task Force, Krist AH, Davidson KW, Mangione CM, Cabana M, Caughey AB, et al. Screening for vitamin D deficiency in adults: US Preventive Services Task Force recommendation statement: US preventive services task force recommendation statement. *JAMA.* 2021;325(14):1436–42.
22. Srinonprasert V, Chalerm Sri C, Chailurkit L-O, Ongphiphadhanakul B, Aekplakorn W. Vitamin D insufficiency predicts mortality among older men, but not women: A nationwide retrospective cohort from Thailand. *Geriatr Gerontol Int.* 2018;18(12):1585–90.
23. Boonchaya-anant P, Holick MF, Apovian CM. Serum 25-hydroxyvitamin D levels and metabolic health status in extremely obese individuals: Vitamin D and MHO. *Obesity (Silver Spring).* 2014;22(12):2539-2543.
24. Shantavasinkul PC, Phanachet P, Puchaiwattananon O, Chailurkit L-O, Lapananon T, Chanprasertyotin S, et al. Vitamin D status is a determinant of skeletal muscle mass in obesity according to body fat percentage. *Nutrition.* 2015;31(6):801–6.
25. Nieves JW. Calcium, vitamin D, and nutrition in elderly adults. *Clin Geriatr Med.* 2003;19(2):321–35.
26. Vitamin D Scientific Recommendations for Food-Based Dietary Guidelines for Older Adults in Ireland. Food Safety Authority of Ireland; 2020.
27. Dodd K. Nutrition needs for older adults: Vitamin D [Internet]. Acl.gov. [cited 2023 Apr 17]. Available from: https://acl.gov/sites/default/files/nutrition/Nutrition-Needs_Vitamin-D_FINAL_508.pdf

28. Watcharanon W, Kaewrudee S, Soontrapa S, Somboonporn W, Srisaenpang P, Panpanit L, et al. Effects of sunlight exposure and vitamin D supplementation on vitamin D levels in postmenopausal women in rural Thailand: A randomized controlled trial. *Complement Ther Med*. 2018;40:243–7.
29. Beaudart C, Buckinx F, Rabenda V, Gillain S, Cavalier E, Slomian J, et al. The effects of vitamin D on skeletal muscle strength, muscle mass, and muscle power: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Clin Endocrinol Metab*. 2014;99(11):4336–45.
30. Zhang J-L, Poon CC-W, Wong M-S, Li W-X, Guo Y-X, Zhang Y. Vitamin D supplementation improves handgrip strength in postmenopausal women: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2022;13:863448.
31. Suebthawinkul C, Panyakhamlerd K, Yotnuengnit P, Suwan A, Chaiyasit N, Taechakraichana N. The effect of vitamin D2 supplementation on muscle strength in early postmenopausal women: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Climacteric*. 2018;21(5):491–7.
32. American Geriatrics Society Workgroup on Vitamin D Supplementation for Older Adults. Recommendations abstracted from the American geriatrics society consensus statement on vitamin D for prevention of falls and their consequences. *J Am Geriatr Soc*. 2014;62(1):147–52.
33. Centers for Disease Control and Prevention. How much physical activity do older adults need? [Internet]. 2022 [cited 2023 Jan 14]. Available from: https://www.cdc.gov/physical-activity/basics/older_adults/index.htm.
34. Sui X, LaMonte MJ, Laditka JN, Hardin JW, Chase N, Hooker SP, et al. Cardiorespiratory fitness and adiposity as mortality predictors in older adults. *JAMA*. 2007;298(21):2507–16.
35. Peterson MD, Rhea MR, Sen A, Gordon PM. Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis. *Ageing Res Rev*. 2010;9(3):226–37.
36. Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, Carlson SA, Fulton JE, Galuska DA, et al. The Physical Activity Guidelines for Americans. *JAMA*. 2018;320(19):2020–8.
37. Akarapornkrailert P, Muangpaisan W, Boonpeng A, Daengdee D. Validation of the Thai version of SARC-F, MSRA-7, and MSRA-5 questionnaires compared to AWGS 2019 and sarcopenia risks in older patients at a medical outpatient clinic. *Osteoporos Sarcopenia*. 2020;6(4):205–11.
38. Chen L-K, Woo J, Assantachai P, Auyeung T-W, Chou M-Y, Iijima K, et al. Asian working group for sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. *J Am Med Dir Assoc*. 2020;21(3):300-307.e2.
39. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr*. 2000;72(3):694–701.
40. Kim YJ, Moon S, Yu JM, Chung HS. Implication of diet and exercise on the management of age-related sarcopenic obesity in Asians. *Geriatr Gerontol Int*. 2022;22(9):695–704.
41. Winter JE, MacInnis RJ, Wattanapenpaiboon N, Nowson CA. BMI and all-cause mortality in older adults: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr*. 2014;99(4):875–90.
42. Muscariello E, Nasti G, Siervo M, Di Maro M, Lapi D, D’Addio G, et al. Dietary protein intake in sarcopenic obese older women. *Clin Interv Aging*. 2016;11:133–40.

43. Kim JE, O'Connor LE, Sands LP, Slebodnik MB, Campbell WW. Effects of dietary protein intake on body composition changes after weight loss in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev.* 2016;74(3):210–24.
44. Rondanelli M, Nichetti M, Peroni G, Faliva MA, Naso M, Gasparri C, et al. Where to find leucine in food and how to feed elderly with sarcopenia in order to counteract loss of muscle mass: Practical advice. *Front Nutr.* 2021;7:622391.
45. Komar B, Schwingshackl L, Hoffmann G. Effects of leucine-rich protein supplements on anthropometric parameter and muscle strength in the elderly: a systematic review and meta-analysis. *J Nutr Health Aging.* 2015;19(4):437–46.
46. Xu Z-R, Tan Z-J, Zhang Q, Gui Q-F, Yang Y-M. The effectiveness of leucine on muscle protein synthesis, lean body mass and leg lean mass accretion in older people: a systematic review and meta-analysis. *Br J Nutr.* 2015;113(1): 25–34.
47. Gkekas NK, Anagnostis P, Paraschou V, Stamiris D, Dellis S, Kenanidis E, et al. The effect of vitamin D plus protein supplementation on sarcopenia: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Maturitas.* 2021;145:56–63.
48. Chen H-T, Chung Y-C, Chen Y-J, Ho S-Y, Wu H-J. Effects of different types of exercise on body composition, muscle strength, and IGF-1 in the elderly with sarcopenic obesity. *J Am Geriatr Soc.* 2017;65(4):827–32.
49. Gadelha AB, Paiva FM, Gauche R, de Oliveira RJ, Lima RM. Effects of resistance training on sarcopenic obesity index in older women: A randomized controlled trial. *Arch Gerontol Geriatr.* 2016;65:168–73.
50. Villareal DT, Aguirre L, Gurney AB, Waters DL, Sinacore DR, Colombo E, et al. Aerobic or resistance exercise, or both, in dieting obese older adults. *N Engl J Med.* 2017;376(20): 1943–55.
51. Villareal DT, Chode S, Parimi N, Sinacore DR, Hilton T, Armamento-Villareal R, et al. Weight loss, exercise, or both and physical function in obese older adults. *N Engl J Med.* 2011;364(13):1218–29.
52. World Health Organization. Integrated care for older people (ICOPE): guidance for person-centred assessment and pathways in primary care. World Health Organization; 2019.
53. Zheng L, Li G, Qiu Y, Wang C, Wang C, Chen L. Clinical practice guidelines for the prevention and management of frailty: A systematic review. *J Adv Nurs.* 2022;78(3): 709–21.
54. Vellas B, Villars H, Abellan G, Soto ME, Rolland Y, Guigoz Y, et al. Overview of the MNA--Its history and challenges. *J Nutr Health Aging.* 2006;10(6):456–63; discussion 463-5.
55. กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือการคัดกรองและประเมินสุขภาพผู้สูงอายุ พ.ศ. 2564 [Internet]. 2021 [cited 2023 Apr 12]. Available from: <https://apps.hpc.go.th/dl/web/upFile/2021/03-10169-20210309160752/2e32f087f6466b7b-bec2f2846d6ba9fa.pdf>