

บทความวิจัย (Research Article)

ความชุกของการเกิดภาวะมวลกล้ามเนื้อหายในผู้ป่วยก่อนเข้ารับผ่าตัดหัวใจ
ในโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติชิติมา กุลชนะรัตน์^{1*}, อัจฉราพรรณ ไสยวาฬ¹ และ กรอนงค์ ยืนยงชัยวัฒน์²The prevalence of respiratory sarcopenia in preoperative cardiac surgery
patients in Thammasat University HospitalChitima Kulchanarat^{1*}, Adcharapan Saiwan¹ and Kornanong Yuenyongchaiwat²¹ Department of physical Therapy, Thammasat University Hospital, Pathumthani, 12120² Department of physiotherapy, Faculty of Allied Health Sciences, Thammasat University-Rangsit Campus,
Pathumthani, 12120

* Correspondence author: Chitima.kul@allied.tu.ac.th

Health Science, Science and Technology Reviews. 2024;17(3):43-53.

Received: 28 July 2024; Revised: 26 October 2024; Accepted: 18 November 2024

บทคัดย่อ

ภาวะมวลกล้ามเนื้อหายในผู้ป่วย (respiratory sarcopenia) คือมีการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อหายใจซึ่งมีความสัมพันธ์กับการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อของร่างกาย (sarcopenia) เนื่องมาจากอายุที่เพิ่มมากขึ้นหรือกระบวนการอักเสบของร่างกาย เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด ผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือดมักมีอาการหอบเหนื่อยขณะออกกำลังกายนำไปสู่ความท้อหนในการออกกำลังกายลดลง กิจกรรมทางกายลดลงและคุณภาพชีวิตลดลง ดังนั้นจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความชุกของ respiratory sarcopenia และการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างภาวะมวลกล้ามเนื้อปกติ (no sarcopenia) มวลกล้ามเนื้อปกติร่วมกับการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (no sarcopenia and low respiratory muscle strength) ภาวะมวลกล้ามเนื้อหายปกติ (no respiratory sarcopenia) และ respiratory sarcopenia ในผู้ป่วยก่อนเข้ารับผ่าตัดหัวใจ การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง โดยมีอาสาสมัครทั้งหมด 122 คน อาสาสมัครทุกคนจะได้รับการคัดกรองภาวะ respiratory sarcopenia ตามแนวทางของ Asian Working Group for Sarcopenia ฉบับปี 2019 ประกอบด้วย การทดสอบมวลกล้ามเนื้อ (ทดสอบโดยใช้เครื่องมือวัดองค์ประกอบของร่างกาย) การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (ทดสอบโดยใช้เครื่องมือวัดแรงบีบมือ) การทดสอบสมรรถภาพทางกาย (ทดสอบความเร็วในการเดิน) และการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออก (ทดสอบโดยใช้เครื่องวัดแรงดันของการหายใจ) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS Version 20.0 ใช้สถิติเชิงพรรณนาและทดสอบความแตกต่างของพารามิเตอร์ต่างๆ ด้วยสถิติ chi-square test และ ANOVA กำหนดนัยสำคัญทางสถิติ p-value < 0.05 จากการศึกษาพบความชุกของการเกิด respiratory sarcopenia ร้อยละ 56.56 กลุ่มที่มี respiratory sarcopenia พบค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้าลดลง (32.68 ± 15.58 cmH₂O, $p < 0.001$), มวลกล้ามเนื้อลดลง (6.01 ± 1.51 kg/m², $p < 0.001$) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง (22.75 ± 9.68 kg, $p < 0.05$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ดังนั้น

¹ แผนกกายภาพบำบัด โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดปทุมธานี 12120² ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จังหวัดปทุมธานี 12120

จากการศึกษา respiratory sarcopenia ในผู้ป่วยก่อนผ่าตัดหัวใจ จากการศึกษานี้พบผู้ป่วยส่วนใหญ่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจลดลงก่อนการผ่าตัดเมื่อเทียบกับกลุ่มที่มี no respiratory sarcopenia

คำสำคัญ: ผ่าตัดหัวใจ, ภาวะมวลกล้ามเนื้อหายใจน้อย, ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจลดลง, กล้ามเนื้อหายใจ

Abstract

Respiratory sarcopenia is a condition characterized by the weakness of respiratory muscles associated with sarcopenia due to aging or systemic inflammation such as cardiovascular disease. Patients with cardiovascular disease commonly experience exertional dyspnea, which exercise intolerance, physical inactivity and a subsequent decline in quality of life. Thus, this study aimed to explore the prevalence of respiratory sarcopenia and compare between no sarcopenia, no sarcopenia and low respiratory muscle strength, no respiratory sarcopenia and no respiratory sarcopenia. A cross-sectional study was designed with total of 122 participants. All participants were diagnosed with respiratory sarcopenia according to the Asian Working Group for Sarcopenia 2019, consisting of skeletal muscle mass test (measured bioelectrical impedance analysis), muscle strength test (measured handgrip strength), physical performance test (gait speed test) and respiratory muscle strength test (measured respiratory pressure meter). All data analyzed by SPSS program Version 20.0. Descriptive statistical analysis was used. Chi-square test and ANOVA were conducted to compare these parameters. P-value is set as less than 0.05. The results found that the prevalence of respiratory sarcopenia during preoperative cardiac surgery patients was 56.56%. Participants with respiratory sarcopenia had a significantly lower maximum inspiratory pressure (32.68 ± 15.58 cmH₂O, $p < 0.001$), low muscle mass index (6.01 ± 1.51 kg/m², $p < 0.001$) and low muscle strength (22.75 ± 9.68 kg, $p < 0.05$) than those without. In this study, respiratory sarcopenia in preoperative cardiac surgery patients shown a reduction in respiratory muscle strength compared to no respiratory sarcopenia.

Keywords: Cardiac surgery, Respiratory sarcopenia, Respiratory muscle weakness, Respiratory muscle

บทนำ

นิยามของภาวะมวลกล้ามเนื้อหายใจน้อย (respiratory sarcopenia) คือการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อของร่างกาย (sarcopenia) ร่วมกับการลดลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (low respiratory muscle strength) ภาวะ respiratory sarcopenia ส่งผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจลดลงและการทำงานของระบบหายใจแย่ง ซึ่งมีสาเหตุของการเกิดมาจากหลายปัจจัย ได้แก่ อายุที่เพิ่มมากขึ้น ความสามารถในการทำกิจกรรมลดลง การขาดสารอาหาร โรคประจำตัว และกระบวนการอักเสบจากโรค [1,2,3] กระบวนการอักเสบของร่างกายที่เกิดขึ้นจากโรค เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือดและโรคหัวใจล้มเหลว โดยผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือดและโรคหัวใจล้มเหลวมีการลดลงของ ejection fraction และ HF with preserved ejection fraction ผลมาจาก low cardiac output ภาวะ sarcopenia ส่งผลต่อความสามารถที่จะทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งลดลง หายใจได้ไม่เต็ม หายใจสั้นถี่ เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดโรคติดเชื้อทางระบบหายใจหรือภาวะแทรกซ้อนของระบบทางเดินหายใจ [4]

กล้ามเนื้อหายใจเข้าเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่หดตัวเพื่อเพิ่มปริมาตรปอด เช่น กล้ามเนื้อกะบังลม (diaphragm) เป็นกล้ามเนื้อที่สำคัญที่สุดในการหายใจเข้าและกล้ามเนื้อซี่โครงด้านนอก (external Intercostal muscle) เมื่อมีการหดตัวของกล้ามเนื้อทำให้กระดูกซี่โครงยกขึ้น ปริมาตรของทรวงอกเพิ่มขึ้นในแนวหน้าและหลังของทรวงอก ส่วนบนและแนวขวางของทรวงอกส่วนล่างและกล้ามเนื้อช่วยสำหรับการหายใจเข้า (accessory muscle) เช่น scalene

muscles, sternocleidomastoid muscle และ trapezius muscles เป็นต้น ส่วนการหายใจออกปกติเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอัตโนมัติเกิดการคลายตัว (passive recoil) ของกล้ามเนื้อหายใจเข้าทำให้กระดูกซี่โครงส่วนบนเคลื่อนกลับมาในลักษณะ downward และ backward [5] การศึกษาของ Hulzebos EH และคณะ [6] พบระยะเวลาก่อนการผ่าตัดหัวใจมีการเคลื่อนไหวของร่างกายลดลงนำไปสู่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ลดลงและทำงานได้น้อยลงและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจลดลง การสูญเสียมวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงอาจนำไปสู่ระยะเวลาในการนอนโรงพยาบาลที่นานมากขึ้น การทำกิจกรรมประจำวันได้ลดลง [6] นอกจากนี้แล้วยังพบความสัมพันธ์ระหว่างภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยและการอ่อนแรงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจโดยพบค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่ม respiratory sarcopenia เมื่อเทียบกับกลุ่ม no respiratory sarcopenia [7] respiratory sarcopenia มีความสัมพันธ์ต่อมวลกล้ามเนื้อที่ลดลงเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงเส้นใยกล้ามเนื้อประเภท 2 เปลี่ยนเป็นประเภทที่ 1 ความผิดปกติของระบบเผาผลาญ และความผิดปกติของฮอร์โมนมีการสร้างโกรทฮอร์โมนและเทสโทสเตอโรนลดลงเกิดการสังเคราะห์โปรตีนในกล้ามเนื้อลดลงการเพิ่มขึ้นของการสลายโปรตีนในกล้ามเนื้ออาจส่งผลให้ความทนทานในการออกกำลังกายลดลง [1,2] และกลุ่มที่มีภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยมีการฝ่อลีบของกล้ามเนื้อจะบังคมมากกว่าในกลุ่มที่มีมวลกล้ามเนื้อปกติ เมื่อกะบังลมมีความบกพร่องหรือทำงานผิดปกติส่งผลให้ผู้ป่วยต้องใส่เครื่องช่วยหายใจเป็นระยะเวลานาน [8,9]

การวินิจฉัย respiratory sarcopenia ประกอบด้วยการประเมินภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยและการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ เริ่มด้วยการประเมินภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยแบ่งออกเป็นการประเมินมวลกล้ามเนื้อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการเดิน สำหรับวิธีการประเมินมวลกล้ามเนื้อลายวัดด้วยเครื่อง bioimpedance analysis (BIA) การประเมินกล้ามเนื้อเพื่อวิเคราะห์ความแข็งแรงประเมินจากการวัดแรงบีบมือและประเมินสมรรถภาพทางกายโดยวัดจากความเร็วในการเดินระยะทาง 6 เมตร ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการวินิจฉัยภาวะของมวลกล้ามเนื้อน้อยในประชากรกลุ่มเอเชีย คือ Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS) [10] สำหรับผู้ที่ได้รับการวินิจฉัยว่ามีภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยตามเกณฑ์ของ AWGS จะได้รับการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจโดยวัดจากเครื่อง maximum respiratory pressure ตามเกณฑ์ของ ATS/ERS Guideline โดยพบค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า $\leq 80 \text{ cmH}_2\text{O}$ ถูกวินิจฉัยว่ามี respiratory sarcopenia [11]

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจมักลดลงในผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือดเนื่องจากผู้ป่วยมักมีอาการหายใจลำบากขณะออกกำลังกายนำไปสู่ความทนทานในการออกกำลังกายลดลงและมีคุณภาพชีวิตที่ลดลง อาการหายใจลำบากที่มีความสัมพันธ์ต่อการออกกำลังกายมีสาเหตุจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจลดลงในผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือด 30-50% [12] โรคหัวใจและหลอดเลือดอาจกระตุ้นให้เกิดภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย เช่น เกิดการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน ภาวะทุพโภชนาการและการขาดการออกกำลังกาย รายงานการศึกษาความชุกของ respiratory sarcopenia พบความชุกอยู่ที่ร้อยละ 12 [7] และการศึกษาผู้ป่วยก่อนผ่าตัดหัวใจพบความชุกของการเกิดภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยร้อยละ 20.92 [13] อย่างไรก็ตามยังมีการศึกษา respiratory sarcopenia ในผู้ป่วยก่อนผ่าตัดหัวใจค่อนข้างน้อย ดังนั้นสมมติฐานของงานวิจัยพบความชุกของการเกิด respiratory sarcopenia น้อยกว่าหรือมากกว่าร้อยละ 20.92 และวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความชุกของ respiratory sarcopenia และการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างภาวะมวลกล้ามเนื้อปกติ มวลกล้ามเนื้อปกติร่วมกับมีการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ภาวะมวลกล้ามเนื้อหายใจปกติและ respiratory sarcopenia ในผู้ป่วยก่อนเข้ารับผ่าตัดหัวใจ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ

วัสดุและวิธีการ

การศึกษาแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional study) ในอาสาสมัครที่เข้าพักในหอผู้ป่วยเพื่อรอเข้ารับการรักษาผ่าตัดหัวใจ 48 ชั่วโมงก่อนการผ่าตัดหัวใจ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากกลุ่มประชากรเป้าหมาย จำนวน 122 คน ตามเกณฑ์คัดเข้าโดยมีเกณฑ์การคัดเข้า อาสาสมัครอายุ 35 – 80 ปี เข้าพักในหอผู้ป่วยเพื่อรอเข้ารับการรักษาผ่าตัดหัวใจ 48 ชั่วโมงก่อนการผ่าตัดหัวใจ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ ทั้งเพศชายและหญิง สามารถสื่อสารได้เข้าใจ และสามารถปฏิบัติตามคำสั่งได้ ระยะเวลาในการศึกษาตั้งแต่เดือนกันยายน 66 - มิถุนายน 67 โดยอาสาสมัครทุกคนจะต้องผ่านการประเมิน respiratory sarcopenia เกณฑ์การคัดออกคือ อาสาสมัครมีชีพจรขณะพักมากกว่า 120 ครั้งต่อนาที มีภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะที่ไม่สามารถควบคุมได้ เจ็บหน้าอกเฉียบพลันหรือแบบไม่คงที่ ความดันโลหิตสูงมากกว่า 180/100 mm/Hg ขณะพัก โรคเบาหวานที่ไม่สามารถควบคุมได้ มีภาวะโรคทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อหรือโรคทางระบบประสาท มีประวัติโรคทางระบบหายใจในระยะเวลา 6 เดือนที่ผ่านมา โรคติดเชื้อทางเดินหายใจที่ติดต่อกันได้ง่าย

งานวิจัยนี้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ หมายเลขใบรับรอง TUH-EC-PT-1-019/66

โดยอาสาสมัครที่เข้ารับการรักษาผ่าตัดหัวใจแบบเปิด จำนวน 122 คน นั้นได้มาจากสูตรของ Taro Yamane การคำนวณขนาดตัวอย่าง (sample size calculation)

$$n = N / (1 + Ne^2)$$

โดย N คือ จำนวนประชากรทั้งหมด

e คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ทั้งนี้ในงานวิจัย กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ 0.05

n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

โดยจากการสำรวจ ในปี 2564 พบว่ามีผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาผ่าตัดหัวใจแบบเปิด ณ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ อยู่ที่ จำนวน 176 คน

ซึ่งจากการคำนวณได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 122 คน (เพิ่มจำนวนอาสาสมัคร 8 คน เพื่อป้องกันการ drop out)

ภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยใช้เกณฑ์ Asian Working Group for Sarcopenia ปีค.ศ. 2019 ซึ่งแบ่งเกณฑ์การวินิจฉัยภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย โดยมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงหรือมีสมรรถภาพร่างกายลดลงร่วมกับมีมวลกล้ามเนื้อน้อย และผู้ที่ไม่มีภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยคือ มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อปกติหรือมีสมรรถภาพทางกายปกติและมีมวลกล้ามเนื้อปกติ สำหรับผู้ที่ได้รับการวินิจฉัยภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยร่วมกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจลดลงจะได้รับการวินิจฉัยว่ามี respiratory sarcopenia [9] การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจตามเกณฑ์ ATS/ERS, American Thoracic Society/European Respiratory Society [11]

1. การทดสอบความแข็งแรงของแรงบีบมือ

การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยใช้เครื่องมือวัดแรงบีบมือ (handgrip strength) รุ่น T.K.K.5401 (Grip-D; Tokyo, Japan) อาสาสมัครอยู่ในท่ายืนปล่อยแขนตามสบายข้างลำตัวใช้แขนข้างที่ถนัดในการทดสอบออกแรงบีบมือค้างไว้ 3-5 วินาที ทำการทดสอบ 3 ครั้ง ใช้ค่าที่มากที่สุดค่าปกติสำหรับเพศชาย 28 กิโลกรัม และค่าปกติสำหรับเพศหญิง 18 กิโลกรัม หากพบว่าต่ำกว่าถือว่ามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต่ำ [10]

2. การทดสอบสมรรถภาพทางกาย

การทดสอบสมรรถภาพทางกายโดยการทดสอบอัตราเร็วในการเดินระยะทาง 6 เมตร ก่อนการทดสอบทางผู้วิจัยจะให้ผู้เข้ารับการรักษาทดสอบทำการยืดกล้ามเนื้อขา เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการทดสอบด้วยการเดิน นอกจากนี้อาสาสมัครจะได้รับการตรวจประเมินชีพจร ความดันโลหิต ความอึดตัวของออกซิเจน และระดับความเหนื่อยทั้งก่อนและหลังการทดสอบ เพื่อให้มั่นใจว่าท่านมิได้มีอาการผิดปกติแต่อย่างใด ให้อาสาสมัครเดินตามปกติการทดสอบให้อาสาสมัครเดินตรงไปผ่าน 2 เมตร เร่งความเร็วช่วงกลาง 6 เมตร และช่วงท้าย 2 เมตร ทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

เลือกครั้งที่มากที่สุดในการวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยการเดินปกติมีอัตราเร็วในการเดินน้อยกว่า 1 เมตรต่อวินาที ถือว่ามีสมรรถภาพทางกายต่ำ [10]

3. การทดสอบมวลของกล้ามเนื้อ

การทดสอบมวลของกล้ามเนื้อโดยการใช้เครื่องมือวัดองค์ประกอบของร่างกาย (bioelectrical impedance assay: BIA) รุ่น HBF-375 ทั้งนี้ Bioelectrical impedance รุ่น HBF-375 นี้ ได้ถูกออกแบบให้มีการคำนวณค่าขององค์ประกอบของร่างกาย (body composition) ซึ่งประกอบด้วยการ น้ำหนักร่างกาย (body weight) มวลกล้ามเนื้อ (muscle mass) มวลไขมัน (fat mass) เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (% body fat) โดยเครื่องดังกล่าว จะมีการคำนวณค่าต่างๆ ออกมา สามารถอธิบายเป็นเปอร์เซ็นต์แต่ละส่วนของ skeletal muscle เช่น ทั้งร่างกาย คิดเป็น 5-60% เท่ากับเพิ่มขึ้น 0.1%, ลำตัว คิดเป็น 5-50% เท่ากับเพิ่มขึ้น 0.1%, ขา คิดเป็น 5-70% เท่ากับเพิ่มขึ้น 0.1% และแขนคิดเป็น 5-60% เท่ากับเพิ่มขึ้น 0.1% ความแม่นยำของน้ำหนัก จาก 0 กิโลกรัมไปจนถึง 40 กิโลกรัมเท่ากับบวกลบ 400 กรัม และ 40.1 กิโลกรัม ไปจนถึง 135 กิโลกรัมเท่ากับบวกลบ 1% ทั้งนี้เครื่องมือดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้ในงานวิจัย นอกจากนี้ Kitano T และคณะ [11] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวัดองค์ประกอบของร่างกายด้วยเทคนิคต่างๆ พบว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายด้วยวิธี Dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA) สัมพันธ์กับการวัดด้วยเทคนิค BIA โดยมีค่าสหสัมพันธ์ความสัมพันธ์ที่ $r = 0.792$ และมีความสัมพันธ์กับการวัดด้วยเทคนิค skinfolds โดยมีค่าสหสัมพันธ์ความสัมพันธ์ที่ $r = 0.781$ รวมถึง Omron Body Composition Monitor มีความถูกต้องที่ $\pm 1\%$ (Omron HBF-375 Body Composition Monitor) เป็นเครื่องมือที่ผ่านการทดสอบมาแล้วจากบริษัทผู้ผลิต โดยมีการเปรียบเทียบ (calibration) ตามมาตรฐานและมีการตั้งค่าศูนย์ (zero) ก่อนการใช้งานทุกครั้ง

คำนวณมวลกล้ามเนื้อ โดยสูตร $SMI (kg/m^2) = SMM/height^2$

อาสาสมัครยืนตรงบนเครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย มองตรงไปข้างหน้ายกแขนและเหยียดศอกตรงจับเครื่องในท่าคว่ำมือ ค่าที่ได้จากเครื่องนำมาคำนวณดัชนีมวลกล้ามเนื้อ โดยแปลงผลค่าที่ได้ต่ำกว่า $7.0 kg/m^2$ ในเพศชาย และค่าที่ได้ต่ำกว่า $5.7 kg/m^2$ ในเพศหญิง ถือว่ามีดัชนีมวลกล้ามเนื้อต่ำ [10,11]

4. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ โดยใช้เครื่อง respiratory pressure meter รุ่น RPM01 (Micro Medical Ltd., United Kingdom) การทดสอบให้อาสาสมัครนั่งบนเก้าอี้วางเท้าทั้งสองข้างบนพื้น การหายใจต้องสุดลมหายใจเข้าออกจากปอดเท่านั้นห้ามใช้อวัยวะส่วนอื่นช่วย เช่น กล้ามเนื้อบริเวณท้อง การก้มตัวช่วยหรือกางแขนช่วยการวัดต้องหายใจทางปากผ่านท่อปากเป่า (mouth piece) เท่านั้น และต้องระวังไม่ให้มีลมเล็ดลอดออกมาวัดค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า (Maximal inspiratory pressure; MIP) และค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจออก (Maximal expiratory pressure; MEP) โดยค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้าแสดงถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า โดยเริ่มจากหายใจออกสุดจนถึง residual volume (RV) แล้วหายใจเข้าผ่านเครื่อง respiratory pressure meter ให้แรงและเร็วที่สุดแล้วค้างไว้ 1.5 วินาที และค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจ ออกแสดงถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก โดยเริ่มจากหายใจเข้าให้สุดจนถึง total lung capacity (TLC) แล้วหายใจออกผ่านเครื่อง Respiratory pressure meter เร็ว และแรงแล้วค้างไว้ 1.5 วินาที ทำการวัดซ้ำ 3 ครั้งและเลือกค่าสูงสุด [12]

หลังจากทดสอบทั้งหมดแล้วสามารถแบ่งจำแนกอาสาสมัครเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มมวลกล้ามเนื้อปกติ (no sarcopenia) คือ กลุ่มที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อปกติหรือมีสมรรถภาพทางกายปกติและมีมวลกล้ามเนื้อปกติ

กลุ่มที่ 2 กลุ่มมวลกล้ามเนื้อปกติร่วมกับมีการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (no sarcopenia and respiratory muscle weakness) คือกลุ่มที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อปกติหรือมีสมรรถภาพทางกายปกติ และมีมวลกล้ามเนื้อปกติแต่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจลดลง

กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่มีภาวะมวลกล้ามเนื้อหายใจปกติ (no respiratory sarcopenia) คือ กลุ่มที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงหรือมีสมรรถภาพร่างกายลดลงร่วมกับมีมวลกล้ามเนื้อน้อยและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจปกติ

กลุ่มที่ 4 กลุ่มที่มีภาวะมวลกล้ามเนื้อหายใจน้อย (respiratory sarcopenia) คือ กลุ่มที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงหรือมีสมรรถภาพร่างกายลดลงร่วมกับมีมวลกล้ามเนื้อน้อย และมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจลดลง

สถิติ

การศึกษาหาความชุกของ respiratory sarcopenia โดยสถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ลักษณะของประชากรกลุ่มตัวอย่างและนำเสนอในรูปแบบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความถี่และร้อยละ ใช้ chi-square และ ANOVA ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของพารามิเตอร์ต่างๆ กำหนดนัยสำคัญทางสถิติ $p\text{-value} < 0.05$ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS Version 20.0

ผลการศึกษา

ระยะเวลาในการศึกษาตั้งแต่เดือนกันยายน 66 - มิถุนายน 67 จากจำนวนอาสาสมัครก่อนเข้ารับการผ่าตัดหัวใจแบบเปิดทั้งหมด 130 คน เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การคัดเข้าและคัดออกแล้วคงเหลือเป็นผู้ร่วมการศึกษา จำนวน 122 คน ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าศึกษาและเกณฑ์การคัดออก พบความชุกของการเกิดภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยก่อนการผ่าตัดหัวใจร้อยละ 60.65 โดยพบที่มีความชุกของ respiratory sarcopenia อยู่ที่ร้อยละ 56.56 อายุเฉลี่ยประมาณ 62.39 ปี (SD =10.64) โดยที่อายุน้อยที่สุด 40 ปี และอายุมากที่สุด 80 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 63.51 กิโลกรัม (SD =14.92) ส่วนสูงเฉลี่ย 161.39 เซนติเมตร (SD =9.36) มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มมวลกล้ามเนื้อปกติและกลุ่มที่ respiratory sarcopenia ในผู้ป่วยก่อนผ่าตัดหัวใจคือ มีความแตกต่างมวลกล้ามเนื้อน้อย ($p<0.05$) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า ($p<0.001$) และแรงบีบมือ ($p<0.05$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความแตกต่างระหว่างกลุ่มมวลกล้ามเนื้อปกติและกลุ่มมวลกล้ามเนื้อปกติร่วมกับมีการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ป่วยก่อนผ่าตัดหัวใจคือ มีความแตกต่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า ($p<0.001$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครจากงานวิจัยและการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มภาวะมวลกล้ามเนื้อปกติ กลุ่มมวลกล้ามเนื้อปกติร่วมกับมีการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อหายใจ กลุ่มที่มีภาวะมวลกล้ามเนื้อหายใจปกติและภาวะมวลกล้ามเนื้อหายใจน้อย

ตัวแปร	ทั้งหมด (n=122)	No sarcopenia (n=5)	No sarcopenia and respiratory muscle weakness (n=43)		
			No respiratory sarcopenia (n=5)	Respiratory sarcopenia (n=69)	
เพศ #					
ชาย (%)	69(56.6)	4(5.8)	26(37.7)	3(4.3)	36(52.2)
หญิง (%)	53(43.4)	1(1.9)	17(32.1)	2(3.8)	33(62.3)
อายุ (ปี) mean±SD	62.39±10.64	62.60±11.93	64.07±9.14	57.60±6.22	61.67±11.62
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร) mean±SD	24.13±4.52	26.54±5.10	23.49±3.88	24.18±3.69	24.13±4.52
โรคประจำตัว #					
ความดันโลหิตสูง (%)	89(73)	3(3.4)	31(34.8)	3(3.4)	52(58.4)
เบาหวาน (%)	51(41.8)	1(2)	21(41.2)	0(0)	29(56.9)
ไขมันในเลือดสูง (%)	77(63.1)	2(2.6)	29(37.7)	3(3.9)	43(55.8)
โรคไตเรื้อรัง (%)	26(21.3)	0(0)	8(30.8)	2(7.7)	16(61.5)
ประวัติดื่มแอลกอฮอล์#					
ไม่ดื่ม (%)	78(63.9)	2(2.6)	29(37.2)	3(3.8)	44(56.4)
ดื่ม (%)	44(36.1)	3(6.8)	14(31.8)	2(4.5)	25(56.8)
ประวัติการสูบบุหรี่ #					
ไม่สูบบุหรี่ (%)	80(65.6)	3(3.8)	30(37.5)	3(3.8)	44(55)
สูบบุหรี่ (%)	42(34.4)	2(4.8)	13(31)	2(4.8)	25(59.5)
NYHA class #					
I (%)	20(16.4)	2(10)	8(40)	1(5)	9(45)
II (%)	81(66.4)	2(2.5)	31(38.3)	3(3.7)	45(55.6)
III (%)	21(17.2)	1(4.8)	4(19)	1(4.8)	15(71.4)
การทำงานของหัวใจ ห้องล่างซ้าย (%) mean±SD	44.61±16.45	49.16±11.38	45.19±16.72	57.22±8.23	43.01±16.76
วิธีการผ่าตัดหัวใจ #					
CABG (%)	65(53.3)	1(1.5)	22(33.8)	1(1.5)	41(63.1)
Valve surgery (%)	51(41.8)	4(7.8)	19(37.3)	4(7.8)	24(47.1)
CABG plus valve surgery (%)	6(4.9)	0	2(33.3)	0	4(66.7)

ตัวแปร	ทั้งหมด (n=122)	No sarcopenia (n=5)	No sarcopenia and respiratory muscle weakness (n=43)		
			No respiratory sarcopenia (n=5)	Respiratory sarcopenia (n=69)	
ระยะเวลาการผ่าตัด (นาที) mean±SD	371.94±84.66	278.0±47.51 ^{a,*c}	365.58±84.05	324.0±97.56 ^a	386.19±81.55 ^c
ระยะเวลาในการใช้ เครื่องช่วยหายใจ (นาที) mean±SD	955.43±398.7	864.0±446.18	948.09±296.87	1002.0±389.77	963.26±454.88
ระยะเวลาในการใช้เครื่อง ปอดและหัวใจเทียม (นาที) mean±SD	130.16±50.35	112.80±29.85	120.79±43.21	110.0±42.73	138.72±54.93
ระยะเวลาในการรักษาตัวใน โรงพยาบาล (วัน) mean±SD	12.9±16.6	8.40±1.51	12.88±8.89	10.80±3.27	13.39±20.95
มวลกล้ามเนื้อ (กิโลกรัมต่อ ตารางเมตร) mean±SD	6.29±1.61	7.68±2.13 ^{*c}	6.32±1.66	6.89±1.51	6.01±1.51 ^{*c}
ค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า (เซนติเมตรน้ำ) mean±SD	37.68±20.80	90.40±10.92 ^{***c, ***f}	34.16±14.07 ^{***f}	84.20±5.02	32.68±15.58 ^{***c}
ค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจ เข้า/น้ำหนักตัว mean±SD	0.61±0.34	1.29±0.33 ^{***c, ***f}	0.58±0.29 ^{***f}	1.31±0.29	0.53±0.25 ^{***c}
ค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจออก (เซนติเมตรน้ำ) mean±SD	36.41±33.58	41.80±19.25	35.09±20.83	31.20±19.68	37.21±41.30
อัตราเร็วในการเดิน (เมตรต่อวินาที) mean±SD	0.99±0.30	0.84±0.27	0.98±0.32	0.99±0.22	1.02±0.30
แรงบีบมือ (กิโลกรัม) mean±SD	22.27±9.68	31.12±13.11 ^{*c}	20.72±7.56	20.18±2.02	22.75±9.68 ^{*c}

หมายเหตุ :

^a No sarcopenia group vs no respiratory sarcopenia group

^b No sarcopenia and respiratory muscle weakness group vs no respiratory sarcopenia group

^c No sarcopenia group vs respiratory sarcopenia group

^d Sarcopenia and no respiratory muscle weakness group vs respiratory sarcopenia group

^f No sarcopenia group and respiratory muscle weakness group vs no sarcopenia group

*Significant at p<0.05

** Significant at p <0.01

*** Significant at p < 0.001

วิเคราะห์ผลด้วยสถิติ chi-square test

วิจารณ์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความชุกของ respiratory sarcopenia และการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างภาวะมวลกล้ามเนื้อปกติ มวลกล้ามเนื้อปกติรวมกับการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ภาวะมวลกล้ามเนื้อหายใจปกติและ respiratory sarcopenia ในผู้ป่วยก่อนเข้ารับผ่าตัดหัวใจโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ โดยทำการทดสอบมวลกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบีบมือ ความเร็วในการเดินและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออก ในผู้ป่วยที่มีอายุตั้งแต่ 35 ปีขึ้นไป ทั้งเพศชายและหญิง

จากผลการศึกษาพบความชุกของ respiratory sarcopenia ในผู้ป่วยก่อนการผ่าตัดหัวใจพบถึงร้อยละ 56.56 โดยการศึกษาพบอาสาสมัครอายุน้อยที่สุด 40 ปี และมากที่สุด 80 ปี เมื่ออายุมากขึ้นก็ส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจลดลงและมีการเสื่อมสลายของมวลกล้ามเนื้อ อายุมากขึ้นส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลม ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อหลักในการหายใจลดลง 20-41% และมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกะบังลมที่ลดลง 30% [13] จากการศึกษาที่ผ่านมาของ Yuenyongchaiwat K และคณะ [14] พบความชุกของการเกิดภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยก่อนการผ่าตัดหัวใจร้อยละ 26.9 และผลจากการศึกษาพบความชุกของการเกิดภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยก่อนการผ่าตัดหัวใจถึงร้อยละ 60.65 ปัจจัยที่ทำให้การศึกษานี้พบความชุกมากกว่าการศึกษาที่ผ่านมาเนื่องจากอายุตั้งแต่ 73 ปีขึ้นไป ในกลุ่มที่มีภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยมีโอกาสต่อการเกิดภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยมากกว่า ซึ่งแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของการเกิดภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยในกลุ่มผู้ป่วยก่อนผ่าตัดหัวใจสูงขึ้น จากการทบทวนวรรณกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับการศึกษา respiratory sarcopenia ค่อนข้างน้อย ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยในผู้ป่วยโรคหัวใจล้มเหลวหรือผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจ [16]

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ป่วยก่อนผ่าตัดหัวใจที่มี respiratory sarcopenia ลดลงมากกว่าผู้ที่มีภาวะมวลกล้ามเนื้อหายใจปกติ จากการศึกษาการเกิดความชุกของภาวะ respiratory sarcopenia และผลจากการเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่ม พบว่าในกลุ่มที่ภาวะมวลกล้ามเนื้อหายใจปกติแต่มีการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อหายใจและกลุ่มที่มี respiratory sarcopenia มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่มีภาวะมวลกล้ามเนื้อหายใจปกติ และกลุ่มที่มีภาวะมวลกล้ามเนื้อปกติซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์ของการเกิดภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ เนื่องจากกลไกของการเกิด respiratory metabolic reflexes นำไปสู่การสูญเสียมวลกล้ามเนื้อและมีการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อหายใจ เช่น กล้ามเนื้อกะบังลมและกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครง เมื่อกะบังลมมีความบกพร่องหรือทำงานผิดปกติมีความเสี่ยงต่อการใส่เครื่องช่วยหายใจที่นานขึ้น อาจนำไปสู่การฝ่อลีบของกะบังลม [15] การศึกษาของ Nagano A และคณะ [1] พบการลดลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าเนื่องมาจากผลของกระบวนการอักเสบของร่างกายมีการสร้าง pro-inflammatory cytokines เช่น TNF- α , IL-1, IL-6 เป็นต้น ผลจากกระบวนการ catabolism คือ การสูญเสียมวลกล้ามเนื้อกะบังลม ความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันส่งผลให้เกิดการฝ่อลีบของกะบังลม ซึ่งจากสาเหตุทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้ป่วยจึงมีอาการเหนื่อย หายใจได้ไม่อึด หายใจเร็ว หายใจสั้นตัน เนื่องจากปริมาตรในการหายใจลดลง และมีความถี่ในการหายใจเพิ่มมากขึ้น ร่างกายพยายามชดเชยโดยการรักษาการระบายอากาศในถุงลม ความทนทานในการออกกำลังกายลดลง มีผลต่อการทำกิจกรรมต่างในชีวิตประจำวันได้ลดลง รวมถึงคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยที่ลดลงตามไปด้วย

การศึกษานี้ พบความทนทานในการออกกำลังกายและสมรรถภาพทางกายที่ลดลงในกลุ่ม respiratory sarcopenia ซึ่งได้จากการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจากแรงบีบมือ พบแรงบีบมือต่ำในกลุ่ม respiratory sarcopenia เทียบกับกลุ่มที่มีภาวะมวลกล้ามเนื้อปกติ นอกจากนี้แล้วยังพบว่ามวลกล้ามเนื้อลดลงในกลุ่ม respiratory sarcopenia เทียบกับกลุ่มภาวะมวลกล้ามเนื้อปกติ มวลกล้ามเนื้อน้อยจะมีความสัมพันธ์กับการลดลงของการสังเคราะห์โปรตีนซึ่งส่งผลทำให้มีการลดลงของ type II fibers และมีการลดลงของ myosin heavy chains แต่เมื่อเกิดความผิดปกติของกล้ามเนื้อหัวใจเกิดขึ้นก็จะส่งผลให้มี muscle fiber atrophy, decreased capillary density และมี

จำนวนของ type I fibers (fast) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ type II fibers (slow) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงระหว่าง type I fibers และ type II fibers จะเปลี่ยนแปลงในอัตราส่วนที่ปกติและการเปลี่ยนแปลงนี้จะตอบสนองต่อความทนทานของการออกกำลังกาย [15,17]

ข้อจำกัดในการศึกษานี้ ในด้านของระดับความสามารถในการทำกิจกรรมของ New York Heart Association ประเมินโดยแพทย์เฉพาะทาง ขาด functional class IV เนื่องจากอาสาสมัครที่อยู่ใน functional class IV อาการทางคลินิกไม่คงที่ ทำให้ไม่สามารถประเมินได้ นอกจากนี้ขาดการประเมินสมรรถภาพปอดซึ่งมีความสัมพันธ์กับการลดลงของ respiratory muscle mass และ function

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ บุคคลากรทางการแพทย์ควรให้ความสำคัญถึงผลกระทบต่อการเกิด respiratory sarcopenia ที่อาจเกิดขึ้นในผู้ป่วยก่อนเข้ารับการผ่าตัดหัวใจเป็นแนวทางในด้านการส่งเสริม ป้องกัน รักษา และฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย โดยเฉพาะการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจกับการออกกำลังกายในผู้ป่วยก่อนเข้ารับการผ่าตัดหัวใจที่มี respiratory sarcopenia เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิด respiratory sarcopenia

ผลสรุป

จากการศึกษาพบความชุกของ respiratory sarcopenia ในผู้ป่วยก่อนเข้ารับการผ่าตัดหัวใจโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติอยู่ที่ร้อยละ 56.56 โดยผู้ป่วยส่วนใหญ่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจลดลงก่อนการผ่าตัด ดังนั้นควรส่งเสริมความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ป่วยก่อนได้รับการผ่าตัดหัวใจโดยเฉพาะผู้ที่มี respiratory sarcopenia

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ อาสาสมัครในการเก็บข้อมูลทุกท่านรวมถึงเจ้าหน้าที่ทุกท่านในการอำนวยความสะดวกในการให้เก็บข้อมูลงานวิจัยในครั้งนี้ และโครงการวิจัยนี้ได้รับสนับสนุนการวิจัยจากโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Nagano A, Wakabayashi H, Maeda K, Kokura Y, Miyazaki S, Mori T, et al. Respiratory sarcopenia and sarcopenic respiratory disability: concepts diagnosis and treatment. J Nutr Health Aging. 2021;25(4):507-15. doi: 10.1007/s12603-021-1587-5.2.
- [2] Sato S, Miyazaki S, Tamaki A, Yoshimura Y, Arai H, Fujiwara D, et al. Respiratory sarcopenia: a position paper by four professional organizations. Geriatr Gerontol Int. 2023 Jan;23(1):5-15. doi: 10.1111/ggi.14519.
- [3] Miyazaki S, Tamaki A, Wakabayashi H, Arai H. Definition, diagnosis, and treatment of respiratory sarcopenia. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2024 May 1;27(3):210-18. doi: 10.1097/MCO.0000000000001003.
- [4] Damluji AA, Alfaraidhy M, AlHajri N, Rohant NN, Kumar M, Al Malouf C, et al. Sarcopenia and cardiovascular diseases. Circulation. 2023 May 16;147(20):1534-53. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.123.064071.
- [5] De Troyer A, Boriek AM. Mechanics of the respiratory muscles. Compr Physiol. 2011 Jul;1(3):1273-300. doi: 10.1002/cphy.c100009.
- [6] Hulzebos EH, van Meeteren NL. Making the elderly fit for surgery. Br J Surg. 2016 Jan;103(2):e12-5. doi: 10.1002/bjs.10033.

- [7] Morisawa T, Kunieda Y, Koyama S, Suzuki M, Takahashi Y, Takakura T, et al. The Relationship between sarcopenia and respiratory muscle weakness in community-dwelling older adults. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Dec 16;18(24):132-57. doi: 10.3390/ijerph182413257.
- [8] Deniz O, Cotelis S, Karatoprak NB, Pence MC, Varan HD, Kizilarslanoglu MC, et al. Diaphragmatic muscle thickness in older people with and without sarcopenia. *Aging Clin Exp Res*. 2021 Mar;33(3):573-80. doi: [10.1007/s40520-020-01565-5.
- [9] Goligher EC, Dres M, Fan E, Rubenfeld GD, Scales DC, Herridge MS, et al. Mechanical ventilation-induced diaphragm atrophy strongly impacts clinical outcomes. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018 Jan 15;197(2):204-13. doi: 10.1164/rccm.201703-0536OC.
- [10] Chen LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Chou MY, Iijima K, et al. Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. *J Am Med Dir Assoc*. 2020 Mar;21(3):300-7.e2. doi: 10.1016/j.jamda.2019.12.012.
- [11] Kitano T, Kitano N, Inomoto T, Futatsuka M. Evaluation of body composition using dual-energy X-ray absorptiometry, skinfold thickness and bioelectrical impedance analysis in Japanese female college students. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*. 2001 Apr;47(2):122-5. doi: 10.3177/jnsv.47.122.
- [12] American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002 Aug 15;166(4):518-624. doi: 10.1164/rccm.166.4.518.
- [13] Hamazaki N, Kamiya K, Nozaki K, Yamashita M, Uchida S, Noda T, et al. Correlation between respiratory muscle weakness and frailty status as risk markers for poor outcomes in patients with cardiovascular disease. *Eur J Cardiovasc Nurs*. 2022 Nov 23;21(8):782-90. doi: 10.1093/eurjcn/zvac014.
- [14] Yuenyongchaiwat K, Kulchanarat C, Satdhabudha O. Sarcopenia in open heart surgery patients: A cohort study. *Heliyon*. 2020 Dec 17;6(12):57-9. doi: 10.1016/j.heliyon. 2020.e05759.
- [15] Bordoni B, Morabito B, Simonelli M. Ageing of the diaphragm muscle. *Cureus*. 2020 Jan 13;12(1):e6645. doi: 10.7759/cureus.6645.
- [16] Ansaripour A, Arjomandi Rad A, Koulouroudias M, Angouras D, Athanasiou T, Kourliouros A. Sarcopenia adversely affects outcomes following cardiac surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2023 Aug 26;12(17):55-73. doi: 10.3390/jcm12175573.
- [17] Supinski GS, Callahan LA. Caspase activation contributes to endotoxin-induced diaphragm weakness. *J Appl Physiol (1985)*. 2006 Jun;100(6):1770-7. doi: 10.1152/jappphysiol.01288.2005.