

Relationship between Hand Grip Strength and Physical Mobility in Patients with Obesity: a Retrospective Study

Maneepun Laophosri, M.Sc. (Physical Therapy),¹ Rungrudee Pholboon, B.Sc. (Physical Therapy),²
Wantipa Pudonmaung, B.Sc. (Physical Therapy),³ Supreeya Rachashiha, B.Sc. (Physical Therapy),⁴
Jittima Saengsuwan, MD PhD (Rehabilitation Sciences)⁵

Physical Therapist, Physical therapy unit, Department of Rehabilitation Medicine, Srinagarind
Hospital, Faculty of Medicine, Khon Kaen University¹⁻⁴

Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Khon Kaen University⁵

Corresponding Author: Jittima Saengsuwan (sjittima@kku.ac.th)

Received: Mar 20, 2026

Revised: Mar 30, 2026

Accepted: Mar 30, 2026

Abstract

Background: The Timed Up and Go Test (TUGT) is widely used; however, its administration requires adequate space and time. Hand grip strength (HGS) is a simple and rapid measure of overall muscle strength that may offer a practical alternative in constrained settings.

Objectives: To examine the relationship between HGS and TUGT performance in patients with obesity and to evaluate whether HGS can serve as a proxy indicator of mobility impairment.

Methods: This retrospective study included patients with obesity referred for physical therapy assessment at the Physical Therapy Unit, Srinagarind Hospital, Khon Kaen University. A total of 91 participants were included. HGS was measured using a handgrip dynamometer, and functional mobility was assessed using the TUGT. The association between HGS and TUGT was analyzed using Spearman's rank correlation coefficient. Receiver operating characteristic (ROC) analysis was performed to determine the ability of HGS to identify reduced mobility (TUGT $\geq$ 12 seconds).

Results: The majority of participants were female (67%) and the median age of 30 years. The median grip strength was 27 kg and the median TUGT time was 8.2 seconds. Grip strength was negatively correlated with TUGT ($\rho = -0.38$, $p < 0.001$). Significant correlation was observed in women ($\rho = -0.54$, $p < 0.001$), but not in men ($\rho = -0.25$, $p = 0.170$). ROC analysis showed that grip strength had good discriminative ability for reduced mobility (AUC=0.86; 95% CI 0.70-1.00) in female with an optimal cut-off value of <17.5 kg.

Conclusions: Hand grip strength is associated with functional mobility in patients with obesity, particularly among women, and may serve as a practical screening tool in clinical settings.

Keywords: Obesity; Hand Grip Strength; Functional Mobility

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบีบมือต่อความสามารถในการเคลื่อนไหวในผู้ป่วยโรคอ้วน: การศึกษาแบบย้อนหลัง

มณีนพรัตน์ เหล่าโพธิ์ศรี, วท.ม. กายภาพบำบัด,¹ รุ่งฤดี พลบูรณ์, วท.บ. กายภาพบำบัด,²

วรรณทิภา ภูดอนม่วง, วท.บ. กายภาพบำบัด,³ สุปรียา ราชสีห์, วท.บ. กายภาพบำบัด,⁴

จิตติมา แสงสุวรรณ, พบ. ปร.ด. (Rehabilitation Sciences)⁵

หน่วยกายภาพบำบัด งานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น¹⁻⁴

สาขาวิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น⁵

ผู้ประพันธ์บรรณกิจ: จิตติมา แสงสุวรรณ (sjittima@kku.ac.th)

บทคัดย่อ

บทนำ: การทดสอบ Timed Up and Go Test (TUGT) ใช้ประเมินความสามารถในการเคลื่อนไหวแต่ต้องใช้พื้นที่แรงบีบมือ (Hand grip strength; HGS) เป็นตัวชี้วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่วัดได้ง่าย

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง HGS กับ TUGT และศึกษาว่า HGS สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดแทนในการคัดกรองความบกพร่องของการเคลื่อนไหวในผู้ป่วยโรคอ้วนได้หรือไม่

วิธีการศึกษา: การศึกษาแบบย้อนหลังนี้ทำในผู้ป่วยโรคอ้วน รวม 91 ราย ประเมิน HGS โดย handgrip dynamometer และประเมินการเคลื่อนไหวโดย TUGT วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดย Spearman correlation และประเมินความถูกต้องของ HGS ในการจำแนกผู้ที่มี TUGT ≥ 12 วินาที โดย Receiver operating characteristic (ROC) analysis

ผลการศึกษา: ผู้เข้าร่วมการศึกษาเป็นหญิงร้อยละ 67 มีค่ามัธยฐานของอายุ 30 ปี ค่ามัธยฐานของ HGS เท่ากับ 27 กิโลกรัม และค่ามัธยฐานของ TUGT เท่ากับ 8.2 วินาที แรงบีบมือมีความสัมพันธ์เชิงลบกับ TUGT ($\rho = -0.38$, $p < 0.001$) โดยพบความสัมพันธ์ในเพศหญิง ($\rho = -0.54$, $p < 0.001$) แต่ไม่พบในเพศชาย ($\rho = -0.25$, $p = 0.170$) การวิเคราะห์ ROC พบว่าแรงบีบมือสามารถจำแนกผู้ที่มีสมรรถภาพการเคลื่อนไหวลดลงได้ดี (AUC=0.86; 95% CI 0.70-1.00) ในเพศหญิง โดยมีค่าจุดตัด < 17.5 กิโลกรัม

สรุป: แรงบีบมือมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการเคลื่อนไหวในผู้ป่วยโรคอ้วนโดยเฉพาะในเพศหญิง และอาจใช้เป็นเครื่องมือคัดกรองสมรรถภาพการเคลื่อนไหวในทางคลินิกได้

คำสำคัญ: โรคอ้วน; แรงบีบมือ; ความสามารถในการเคลื่อนไหว

บทนำ

โรคอ้วน (Obesity) เป็นภาวะที่ร่างกายมีการสะสมไขมันมากผิดปกติ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพในหลายระบบของร่างกาย องค์การอนามัยโลกจัดให้โรคอ้วนเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญระดับโลก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในแทบทุกภูมิภาคของโลก¹ ภาวะอ้วนส่งผลกระทบต่อระบบเมตาบอลิซึมและสมรรถภาพทางกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และสมรรถนะในการทำกิจวัตรประจำวัน²⁻⁴ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการมีกิจกรรมทางกายที่เพียงพอและเหมาะสมช่วยควบคุมน้ำหนัก ลดความเสี่ยงต่อโรคหัวใจและเบาหวาน และส่งเสริมสมรรถภาพทางกาย รวมถึงคุณภาพชีวิตของผู้ที่มีภาวะอ้วนให้ดีขึ้นได้⁵⁻⁶

การทดสอบสมรรถภาพทางกาย เช่น การประเมินความสามารถด้านการเคลื่อนไหวและการทรงตัว โดยการทดสอบที่เรียกว่า Timed Up and Go Test (TUGT) เป็นเครื่องมือที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการประเมินความสามารถการเคลื่อนไหวและการทรงตัว⁷ อย่างไรก็ตามการทดสอบดังกล่าวอาจทำได้ยากในผู้ป่วยที่มีโรคอ้วน เนื่องจากข้อจำกัดด้านความปลอดภัย ความเหนื่อยล้า ความเจ็บปวดของข้อ หรือพื้นที่และเวลาในการทดสอบมีจำกัดในช่วงที่มารับการตรวจเป็นผู้ป่วยนอกที่โรงพยาบาล ในขณะที่แรงบีบมือ (Hand grip strength) เป็นการทดสอบที่ทำได้ง่าย รวดเร็ว ใช้อุปกรณ์ไม่ซับซ้อนและสะท้อนถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยรวม และถูกใช้เป็น “Biomarker” ด้านสุขภาพและการทำงานของร่างกาย⁸ นอกจากนี้จากการศึกษาของ Bohannon พบว่าแรงบีบมือ (Hand grip strength) สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและสมรรถภาพทางกายโดยรวมของร่างกาย และมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันของบุคคล โดยพบว่าแรงบีบมือมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับสมรรถภาพร่างกาย

ในเกือบทุกด้าน โดยทุกกิโลกรัมที่แรงบีบมือเพิ่มขึ้นจะทำให้เวลาในการทดสอบการเคลื่อนไหวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และพบว่าแรงบีบมือเป็นตัวทำนายความสามารถด้านการเคลื่อนไหวและการทรงตัว (TUGT) ได้โดยผู้ที่มีแรงบีบมือต่ำมักใช้เวลาในการลุกเดินนานกว่าผู้ที่มีแรงบีบมือสูงกว่า⁸ นอกจากนั้นในการศึกษาของ Soyuer และคณะพบว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงบีบมือและ TUGT มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) $r = -0.40$ ($p = 0.001$)⁹ อย่างไรก็ตามหลักฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแรงบีบมือ (Hand Grip Strength) กับสมรรถภาพการเคลื่อนไหวและการทรงตัว (Time Up and Go Test: TUGT) ในผู้ป่วยโรคอ้วนยังมีจำกัด

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างแรงบีบมือกับผลการทดสอบ TUGT ในผู้ป่วยโรคอ้วน เพื่อพิจารณาว่าแรงบีบมือสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดทางอ้อมของสมรรถภาพการเคลื่อนไหวและการทรงตัวได้หรือไม่ ผลการศึกษานี้จะช่วยสนับสนุนการใช้แรงบีบมือเป็นเครื่องมือคัดกรองหรือประเมินสมรรถภาพทางกายในทางคลินิก โดยเฉพาะในกรณีที่ไม่สามารถทำการทดสอบการเคลื่อนไหวได้อย่างเหมาะสมหรือปลอดภัย

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาย้อนหลัง (Retrospective study) ในผู้ป่วยโรคอ้วนที่ได้รับการวินิจฉัยและส่งปรึกษากายภาพบำบัดจากแพทย์ที่มารับบริการทางกายภาพบำบัดและได้รับการตรวจประเมินสมรรถภาพทางกาย ที่หน่วยกายภาพบำบัดโรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 จนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2568

เกณฑ์คัดเข้า (Inclusion criteria) ผู้ป่วยโรคอ้วนที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ และส่งปรึกษากายภาพบำบัด มีอายุตั้งแต่ 15 ปี ที่มารับบริการที่โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 จนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2568 เกณฑ์คัดออก (Exclusion criteria) ผู้ป่วยที่ไม่สามารถตรวจประเมินสมรรถภาพทางกายได้ และมีข้อมูลในระบบเวชระเบียนไม่ครบถ้วน จำนวนผู้ป่วยทั้งหมด 91 ราย การศึกษานี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย ในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (HE691086) **ระเบียบวิธีวิจัย**

ผู้วิจัยรวบรวมจากสถิติข้อมูลผู้ป่วยจากแบบบันทึกความก้าวหน้าของการฟื้นฟูทางกายภาพบำบัดของโรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 จนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2568 ที่ได้บันทึกไว้ในแบบฟอร์มบันทึกความก้าวหน้าของหน่วย และสืบค้นรวบรวมข้อมูลจากเวชระเบียนและในระบบ HO ของโรงพยาบาลศรีนครินทร์เพื่อแจกแจงและนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยผู้ป่วยแต่ละรายที่ส่งปรึกษาทางกายภาพบำบัดได้รับการตรวจประเมินสมรรถภาพทางกายก่อนทุกราย เพื่อประเมินสมรรถภาพร่างกายโดยรวมก่อนให้คำแนะนำเกี่ยวกับการออกกำลังกายและการทำกิจวัตรประจำวันที่เหมาะสมในแต่ละราย

การทดสอบสมรรถภาพทางกาย ประกอบด้วย ประเมินความแข็งแรงของแรงบีบมือ (Hand Grip Strength: HGS) โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Handgrip Dynamometer โดยปรับขนาดของที่จับ Dynamometer ให้เหมาะสมกับขนาดมือ ให้ผู้ทดสอบยืน โดยใช้แขนข้างที่ถนัดออกแรงในการทดสอบ มืออีกข้างวางข้างลำตัว ไม่ใช้ช่วย เมื่อผู้ทดสอบให้สัญญาณ ให้บีบมือข้างที่ถือ Dynamometer แรงที่สุดเท่าที่ทำได้ ค้างไว้ประมาณ 3 วินาที แล้วคลาย ทำการทดสอบ 2

ครั้ง โดยพักระหว่างแต่ละครั้ง 30-60 วินาที และใช้ค่าที่ดีที่สุด⁸ ประเมินสมรรถภาพการเคลื่อนไหวเชิงหน้าที่และการทรงตัว (Balance) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน คือ Timed up and go test (TUGT) โดยให้ผู้เข้าร่วมการศึกษานั่งบนเก้าอี้ที่มีพนักพิง ความสูงของที่นั่งประมาณ 45 เซนติเมตร และไม่มีที่วางแขน เมื่อเริ่มการทดสอบ ผู้เข้าร่วมจะลุกขึ้นจากเก้าอี้ เดินไปข้างหน้าเป็นระยะทาง 3 เมตร หมุนตัวกลับ เดินกลับมายังเก้าอี้ และนั่งลงอีกครั้ง โดยทำการจับเวลาตั้งแต่เริ่มลุกจากเก้าอี้จนกระทั่งนั่งลงบนเก้าอี้อีกครั้ง โดยไม่ใช้อุปกรณ์เครื่องช่วยเดิน ผู้เข้าร่วมทำการทดสอบ 2 ครั้ง และเลือกใช้ค่าที่ดีที่สุด

การคำนวณขนาดตัวอย่าง

ได้จากการคิดคำนวณขนาดตัวอย่างสำหรับการศึกษาที่เป็น Correlation analysis¹⁰ กำหนดให้ expected correlation coefficient $r=0.30$ ได้มาจากค่าเฉลี่ยของค่า Correlation coefficient ของการศึกษาของ Hamdani และคณะ¹¹ และ Zhang และคณะ¹² กำหนดค่า $\alpha=0.05$ ค่า $\beta=0.20$ จะได้กลุ่มตัวอย่าง 85 ราย เมื่อคาดการณ์ข้อมูลสูญหาย 10% จะได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 95 ราย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การพรรณนาข้อมูลเชิงปริมาณ นำเสนอในรูปแบบของค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับข้อมูลที่มีการกระจายแบบปกติและ Interquartile range สำหรับข้อมูลที่มีการกระจายไม่ปกติ และรูปแบบของการแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และพิสัยสำหรับข้อมูลจำนวนนับ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ Pearson correlation analysis หากข้อมูลมีการกระจายแบบปกติและใช้เป็น Spearman's rank correlation analysis หากข้อมูลมีการกระจายแบบไม่ปกติ จากนั้นทำการสร้างค่า Area Under the Receiver Operating Characteristic Curve (AUC) สำหรับตัวแปร HGS

และ TUGT โดยกำหนดค่า cutoff ของ TUGT เป็น 12 วินาที¹³⁻¹⁴ ในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด รวมทั้งวิเคราะห์แยกตามเพศหญิงและเพศชาย โดยกำหนดเกณฑ์การแปลผลของค่า AUC ดังนี้: ค่า AUC > 0.90 ถือว่ามีความสามารถในการจำแนกดีเยี่ยม ค่า AUC ระหว่าง 0.70–0.89 ถือว่ามีความสามารถในการจำแนกอยู่ในระดับดี และค่า AUC < 0.70 ถือว่ามีความสามารถในการจำแนกไม่ดี จุดตัด (Cutoff point) ของค่า HGS ถูกกำหนดโดยใช้ Youden's index¹⁵ การวิเคราะห์ทางสถิติทั้งหมดดำเนินการโดยใช้โปรแกรม STATA (Stata Statistical Software: Release 18. College Station, TX: StataCorp)

ผลการศึกษา

การศึกษานี้มีผู้ป่วยโรคอ้วน เข้าร่วมการศึกษาทั้งหมด 91 ราย ค่ามัธยฐานของอายุ 30 ปี ผู้ป่วยส่วนมากเป็นเพศหญิงจำนวน 61 (ร้อยละ 67) ราย มีค่ามัธยฐานของดัชนีมวลกาย 39.2 kg/m² มีค่ามัธยฐานเส้นรอบเอว 113 เซนติเมตร มีค่าเส้นรอบสะโพกเฉลี่ย 125.2 เซนติเมตร มีภาวะโรคร่วมจำนวน 39 ราย (ร้อยละ 42.9) ประกอบด้วย ความดันโลหิตสูงจำนวน 21 ราย (ร้อยละ 23.1) เบาหวานจำนวน 15 ราย (ร้อยละ 16.5) ข้อเข่าเสื่อมจำนวน 10 ราย (ร้อยละ 11.0) และภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นจำนวน 16 ราย (ร้อยละ 17.6) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย (91 ราย)

ตัวแปร	จำนวน (%)
อายุ (ปี), median (p25, p75)	30 (24, 44)
เพศหญิง	61 (67.0)
ดัชนีมวลกาย (kg/m ²), median (p25, p75)	39.2 (36.5, 46.9)
เส้นรอบเอว (cm), median (p25, p75)	113 (102, 124.4)
เส้นรอบสะโพก (cm), mean (sd)	125.2 (12.2)
โรคประจำตัว	39 (42.9)
โรคความดันโลหิตสูง	21 (23.1)
โรคเบาหวาน	15 (16.5)
โรคข้อเข่าเสื่อม	10 (11.0)
ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น	16 (17.6)

Abbreviations: p25, 25th percentile; p75, 75th percentile; sd, standard deviation.

ผลการศึกษาพบว่าแรงบีบมือรวมของกลุ่มตัวอย่างมีค่า 27 กิโลกรัม เมื่อจำแนกตามเพศ พบว่าเพศชายมีค่าแรงบีบมือสูงกว่าเพศหญิงอย่างชัดเจน โดยเพศชายมีค่ามัธยฐานของแรงบีบมือ 40.5 กิโลกรัม ขณะที่เพศหญิงมีค่ามัธยฐานของแรงบีบมือ 25 กิโลกรัม สำหรับผลการทดสอบ TUGT พบว่าค่า

รวมของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 8.2 วินาที เมื่อพิจารณาแยกตามเพศ พบว่าเพศชายใช้เวลาเฉลี่ยต่ำกว่าเพศหญิงเล็กน้อย โดยเพศชายมีค่ามัธยฐานของ TUGT 7.8 วินาที และเพศหญิงมีค่ามัธยฐานของ TUGT 8.2 วินาที (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าการประเมิน grip strength และ TUGT (n=91)

ตัวแปร	median (p25, p75)	Normality tests	
		W statistics	P-value
grip strength (total) (n=91)	27 (22, 35)	0.95	0.002
grip strength (men) (n=30)	40.5 (32.5, 47)	0.99	0.98
grip strength (women) (n=61)	25 (20, 27)	0.99	0.75
TUGT (total) (n=91)	8.2 (7.3, 9.5)	0.88	<0.001
TUGT (men) (n=30)	7.8 (7.2, 8.4)	0.87	0.004
TUGT (women) (n=61)	8.2 (7.4, 9.3)	0.88	<0.001

เนื่องจากมีตัวแปร TUGT ที่การกระจายไม่เป็นแบบปกติผู้วิจัยจึงใช้ Spearman's rank test ผลการวิเคราะห์ในกลุ่มตัวอย่างรวม พบว่าแรงบีบมือมีความสัมพันธ์ระดับต่ำถึงปานกลางกับค่า TUGT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=-0.38$, $p<0.001$) เมื่อวิเคราะห์แยกตามเพศ พบว่าในเพศหญิงมี

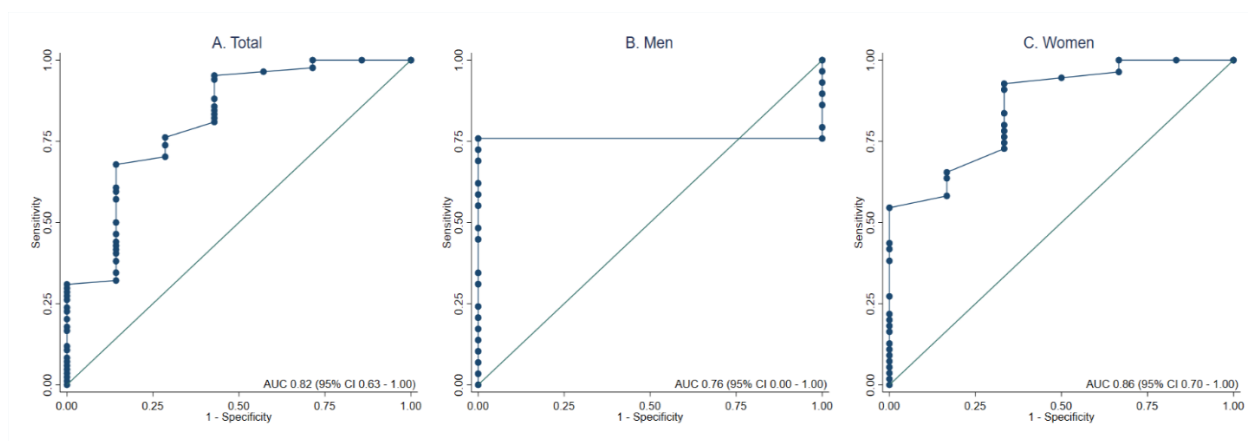
ความสัมพันธ์เชิงลบในระดับปานกลางและมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=-0.54$, $p<0.001$) ขณะที่ในเพศชายไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=-0.25$, $p=0.170$) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่าง grip strength และ TUGT (n=91)

ตัวแปร	Correlation coefficient (ρ) (p value)
grip strength และ TUGT (ประชากรทั้งหมด)	-0.38 ($p < 0.001$)
grip strength และ TUGT (เพศชาย)	-0.25 ($p = 0.17$)
grip strength และ TUGT (เพศหญิง)	-0.54 ($p < 0.001$)

พบว่าผู้ป่วย 7 รายจาก 91 รายมี $TUGT \geq 12$ วินาที (ร้อยละ 7.7) จากการวิเคราะห์ Receiver Operating Characteristic (ROC) เพื่อประเมินความสามารถของแรงบีบมือในการจำแนกผู้ป่วยที่มีสมรรถภาพทางกายลดลงพบว่าค่า Area under the curve (AUC) เท่ากับ 0.82 (95% CI: 0.63–1.00) โดยค่าจุดตัดที่เหมาะสมคือแรงบีบมือ <23 กิโลกรัมในกลุ่มประชากรโดยรวมให้ความไว 76.2% และความจำเพาะ 71.4% เมื่อวิเคราะห์แยกตามเพศ พบว่าเพศชาย (n=30) มีค่า AUC เท่ากับ 0.76 (95% CI: 0.00–1.00) ใช้ค่าจุดตัด <34 กิโลกรัม ให้

ความไว 75.9% และความจำเพาะ 100% ทั้งนี้เนื่องจากผู้ชายที่ $TUGT \geq 12$ เพียง 1 ราย ซึ่งเป็นผู้ที่มีแรงบีบมือต่ำทำให้ค่าที่ได้ไม่มี Negative likelihood ratio และถือได้เป็นข้อมูลเบื้องต้นไม่สามารถนำไปใช้อ้างอิงทางคลินิกได้ ขณะที่เพศหญิง (n=61) มีค่า AUC เท่ากับ 0.86 (95% CI: 0.70–1.00) โดยค่าจุดตัด 17.5 กิโลกรัมให้ความไว 92.7% และความจำเพาะ 66.7% ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าแรงบีบมืออาจมีศักยภาพในการใช้เป็นเครื่องมือคัดกรองผู้ป่วยโรคอ้วนที่มีสมรรถภาพการเคลื่อนไหวลดลงโดยเฉพาะในเพศหญิง (รูปที่ 1 และตารางที่ 4)



รูปที่ 1 เส้นโค้ง Receiver Operating Characteristic ของแรงบีบมือในการตรวจหาผู้ป่วยที่มีความสามารถในการเคลื่อนไหวลดลง (TUGT $\geq$ 12) สำหรับ (A) ประชากรทั้งหมด (B) เพศชาย และ (C) เพศหญิง.

ตารางที่ 4 ความแม่นยำของเครื่องมือคัดกรองในการระบุผู้ป่วยที่มีค่า TUGT $\geq$ 12 วินาที

TUGT $\geq$ 12 วินาที	Sensitivity (95% CI)	Specificity (95% CI)	Positive Likelihood ratio	Negative Likelihood ratio
กลุ่มประชากร ทั้งหมด	76.2 (66.1-84.0)	71.4 (35.9-91.8)	2.7	0.3
เพศชาย	75.9 (57.9 - 88.8)	100 (20.7-100.0)	4.1	NA
เพศหญิง	92.7 (82.7 - 97.1)	66.7 (30.0-90.3)	2.8	0.1

Abbreviations: CI: confidence interval, NA: not applicable

อภิปรายผล

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างแรงบีบมือ (Hand grip strength; HGS) กับสมรรถภาพการเคลื่อนไหวที่ประเมินโดย Timed Up and Go Test (TUGT) ในผู้ป่วยโรคอ้วน ผลการศึกษาพบว่าแรงบีบมือมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่า TUGT ($p=-0.38$, $p<0.001$) กล่าวคือ ผู้ที่มีแรงบีบมือสูงกว่าจะใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ TUGT น้อยกว่า ซึ่งสะท้อนถึงสมรรถภาพการเคลื่อนไหวและความสามารถในการทรงตัวที่ดีกว่า ระดับความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถจัดอยู่ในระดับปานกลาง (Moderate correlation) ซึ่งอาจสะท้อนถึงลักษณะเฉพาะของประชากรที่ศึกษา โดยผู้ป่วยโรคอ้วนมักมีน้ำหนักตัวและมวลไขมันในร่างกายสูง ซึ่งส่งผลต่อกลไกการ

เคลื่อนไหว (Biomechanics of movement) และเพิ่มภาระต่อข้อต่อของร่างกาย โดยเฉพาะข้อเข่าและข้อสะโพก ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการลุก เดิน และหมุนตัวลดลง แม้ว่าบุคคลนั้นอาจยังคงมีแรงกล้ามเนื้อค่อนข้างดี นอกจากนี้การทดสอบ Timed Up and Go Test ยังสะท้อนองค์ประกอบหลายด้านของสมรรถภาพทางกาย เช่น การทรงตัว การประสานงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ และความสามารถในการเคลื่อนไหว ซึ่งไม่ได้ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพียงอย่างเดียว² ดังนั้นในผู้ป่วยโรคอ้วน ปัจจัยอื่นๆ เช่น ข้อจำกัดด้านการเคลื่อนไหว การกระจายของมวลไขมัน หรือความไม่มั่นคงของการทรงตัว อาจมีบทบาทร่วมในการกำหนดผลการทดสอบ TUGT ส่งผลให้ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบีบมือและผลการทดสอบดังกล่าวอยู่ใน

ระดับปานกลางเมื่อเปรียบเทียบกับบางการศึกษาที่ทำในประชากรทั่วไปหรือผู้สูงอายุที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน

แรงบีบมือได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในฐานะตัววัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโครงร่างที่สามารถประเมินได้ง่าย รวดเร็ว และมีความน่าเชื่อถือสูง จากการศึกษาของ Roberts และคณะรายงานว่าความวัดแรงบีบมือมีความน่าเชื่อถือทั้งในด้าน Test-retest และ Inter-rater reliability และถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในงานวิจัยทางระบาดวิทยาและทางคลินิก¹⁶ นอกจากนี้คณะผู้เชี่ยวชาญของ European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP2) และ Asian Working Group for Sarcopenia ได้กำหนดให้แรงบีบมือ (Hand grip strength) เป็นหนึ่งในตัวชี้วัดหลักสำหรับการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและใช้เป็นเกณฑ์สำคัญในการวินิจฉัยภาวะกล้ามเนื้อน้อย (Sarcopenia) ซึ่งสะท้อนถึงบทบาทของแรงบีบมือในฐานะตัวบ่งชี้การทำงานของกล้ามเนื้อและสมรรถภาพทางกายโดยรวม¹⁷ โดยการศึกษาจำนวนมากพบว่าแรงบีบมือมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพทางกาย Bohannon และคณะรายงานว่าแรงบีบมือมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพทางกาย ความสามารถในการเคลื่อนไหว และผลลัพธ์ด้านสุขภาพในผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ รวมถึงภาวะเปราะบาง (Frailty) และความเสี่ยงต่อการสูญเสียความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน¹⁸ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าแรงบีบมือมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพทางกายที่ประเมินด้วย Short Physical Performance Battery (SPPB) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ใช้ประเมินองค์ประกอบสำคัญของการเคลื่อนไหว^{19,20} สอดคล้องกับการศึกษาของ Porto และคณะพบว่าแรงบีบมือมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยรวมในผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในชุมชน²¹ Trajkov และคณะยังรายงานว่าแรงบีบมือและความทนทานของกล้ามเนื้อ

มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทรงตัวในผู้สูงอายุเพศหญิง²² และ Rantanen และคณะรายงานว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการเคลื่อนไหว เช่น การเดินและการลุกจากเก้าอี้ ซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานที่ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพทางกาย เช่น Timed Up and Go Test²³ การศึกษาเหล่านี้สนับสนุนว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อสมรรถภาพการเคลื่อนไหวและความสามารถในการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของแรงบีบมือในฐานะตัวชี้วัดสุขภาพโดยรวมของร่างกาย ความสำคัญของแรงบีบมือในฐานะตัวชี้วัดสุขภาพยังได้รับการสนับสนุนจากการศึกษาระยะยาวหลายงาน ตัวอย่าง เช่น Al Snih และคณะรายงานว่าผู้สูงอายุที่มีแรงบีบมือต่ำมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดความบกพร่องในการทำกิจวัตรประจำวันภายในระยะเวลา 7 ปี²⁰ ขณะที่ Karlsson และคณะพบว่าแรงบีบมือมีความสัมพันธ์กับอัตราการเสียชีวิตในประชากรผู้สูงอายุ²⁴ นอกจากนี้การศึกษาขนาดใหญ่ระดับนานาชาติจาก PURE study ยังพบว่าแรงบีบมือมีความสัมพันธ์กับอัตราการเสียชีวิตจากทุกสาเหตุและโรคหัวใจและหลอดเลือด รวมถึงการเสียชีวิตจากทุกสาเหตุในประชากรทั่วไป ซึ่งสะท้อนว่าแรงบีบมือเป็นตัวบ่งชี้สุขภาพโดยรวมที่สำคัญ²⁵

Timed Up and Go Test (TUGT) เป็นแบบทดสอบที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายสำหรับการประเมิน Functional mobility ในผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ เนื่องจากเป็นการประเมินการเคลื่อนไหวที่สะท้อนกิจกรรมในชีวิตประจำวันหลายองค์ประกอบ ได้แก่ การลุกจากเก้าอี้ การเดิน การหมุนตัว และการนั่งลง ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความสมดุล และการประสานงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ⁷ งานวิจัยก่อนหน้านี้รายงานว่าระยะเวลาในการทำ TUGT มีความสัมพันธ์

กับสมรรถภาพทางกายหลายด้าน รวมถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความเร็วในการเดิน และความเสี่ยงต่อภาวะ Frailty ในผู้สูงอายุ^{26,27} ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของ Soyuer และคณะซึ่งพบว่าความแข็งแรงของแรงบีบมือมีความสัมพันธ์เชิงลบกับระยะเวลาในการทำ TUGT ($r=-0.40$, $p=0.001$) โดยบุคคลที่มีแรงบีบมือสูงกว่าจะสามารถทำแบบทดสอบได้ในเวลาที่สั้นกว่าสะท้อนถึงสมรรถภาพการเคลื่อนไหวที่ดีกว่า⁹ ความสัมพันธ์ดังกล่าวอาจอธิบายได้จากบทบาทของแรงบีบมือในฐานะตัวชี้วัดกำลังกล้ามเนื้อโดยรวมของร่างกาย ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างแรง การควบคุมการเคลื่อนไหว และการทรงตัวระหว่างการเคลื่อนไหวแบบไดนามิก

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์แยกตามเพศ การศึกษานี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงบีบมือและ TUGT มีความชัดเจนในเพศหญิง ($p=-0.54$, $p<0.001$) ขณะที่ในเพศชายไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=-0.25$, $p=0.170$) ความแตกต่างดังกล่าวอาจอธิบายได้จากความแตกต่างด้านองค์ประกอบของร่างกายและคุณภาพของกล้ามเนื้อระหว่างเพศ โดยทั่วไปเพศหญิงมีมวลกล้ามเนื้อน้อยกว่าและมีความเสี่ยงต่อภาวะ Sarcopenic obesity มากกว่า ซึ่งเป็นภาวะที่มีทั้งไขมันสะสมสูงและมวลกล้ามเนื้อลดลง ส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงและอาจส่งผลต่อสมรรถภาพการเคลื่อนไหวได้ชัดเจนกว่า³ นอกจากนี้ งานวิจัยเชิงระบาดวิทยาหลายฉบับยังรายงานว่ามีความแตกต่างของแรงบีบมือและสมรรถภาพทางกายในแต่ละช่วงวัยและระหว่างเพศ²⁸ และจำนวนตัวอย่างของเพศชายในการศึกษานี้มีค่อนข้างน้อยซึ่งอาจส่งผลต่อค่าทางสถิติในการตรวจพบความสัมพันธ์

การวิเคราะห์ Receiver Operating Characteristic (ROC) ในการศึกษาพบว่าแรงบีบมือสามารถใช้

จำแนกผู้ที่มีสมรรถภาพการเคลื่อนไหวลดลง ($TUGT \geq 12$ วินาที) ได้ในระดับดี โดยมีค่า AUC เท่ากับ 0.82 (95% CI 0.63-1.00) และค่าจุดตัดที่เหมาะสมคือ < 23 กิโลกรัม ซึ่งให้ความไว 76.2% และความจำเพาะ 71.4% นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์แยกตามเพศพบว่าเพศหญิงมีค่า AUC สูงกว่า ซึ่งอาจสะท้อนว่าแรงบีบมือมีความสามารถในการจำแนกผู้ที่มีสมรรถภาพการเคลื่อนไหวลดลงได้ดีกว่าในเพศหญิง ค่าแรงบีบมือเฉลี่ยของเพศหญิงในการศึกษานี้เท่ากับ 17.5 กิโลกรัม ซึ่งใกล้เคียงกับเกณฑ์การวินิจฉัยภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยของ Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS) ที่กำหนด ค่าจุดตัดสำหรับเพศหญิงไว้ที่ <18 กิโลกรัม^{17,29} ซึ่งอาจจะบ่งชี้ว่าค่าแรงบีบมือประมาณ 17.5-18 กิโลกรัมในเพศหญิงอาจบ่งชี้เกี่ยวกับปัญหาทางการเคลื่อนไหวได้ทั้งในประชากรทั่วไปและกลุ่มที่มีโรคอ้วน ในทางกลับกัน ค่าแรงบีบมือของเพศชายมีความแตกต่างจากเกณฑ์มาตรฐานมากกว่าคือจากการศึกษานี้พบว่าค่าจุดตัดของแรงบีบมืออยู่ที่ 34 กิโลกรัมซึ่งมากกว่า 28 กิโลกรัมตามเกณฑ์ของ Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS) ซึ่งอาจบ่งชี้ว่าในผู้ชายที่มีโรคอ้วนอาจมีน้ำหนักมากซึ่งต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมากขึ้นเพื่อให้เคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งการต้องการกำลังกล้ามเนื้อที่มากขึ้นนี้อาจอธิบายเหตุผลที่แรงบีบมือที่บ่งชี้ว่ามีสมรรถภาพการเคลื่อนไหวลดลงจึงมากกว่าค่าปกติสำหรับการวินิจฉัยภาวะกล้ามเนื้อน้อย ผลลัพธ์นี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้ค่าแรงบีบมือในการประเมินสมรรถภาพทางกายควรพิจารณาในลักษณะ Sex-specific มากกว่าการใช้ค่าเฉลี่ยรวมของกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากความแตกต่างทางสรีรวิทยาระหว่างเพศอาจส่งผลต่อความเหมาะสมของค่าจุดตัดที่ใช้ในการคัดกรองทางคลินิก³⁰ ค่าจุดตัดในการศึกษานี้โดยเฉพาะในผู้ชายอาจถือได้ว่าเป็นการศึกษาแบบ Preliminary ทั้งนี้ยังต้องมีการศึกษา

เพิ่มเติมเนื่องจากเพศชายมีผู้ที่ TUGT ≥ 12 วินาที เพียง 1 รายเท่านั้น ทำให้ค่า AUC และ 95% CI ของ Sensitivity และ Specificity ค่อนข้างกว้าง

การประเมินความสัมพันธ์ระหว่างแรงบีบมือและผลการทดสอบ TUGT การวิเคราะห์ค่าจุดตัดและความถูกต้องของแรงบีบมือในการจำแนกผู้ที่มีความบกพร่องด้านการเคลื่อนไหวจึงควรพิจารณาเป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการศึกษาในอนาคต นอกจากนี้ จำนวนตัวอย่างในกลุ่มเพศชายที่ค่อนข้างน้อยอาจส่งผลต่อกำลังทางสถิติในการตรวจพบความสัมพันธ์ ดังนั้น การศึกษาในอนาคตควรมีการคำนวณขนาดตัวอย่างแยกตามเพศ เนื่องจากเพศเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแรงบีบมือโดยตรง อีกทั้งควรออกแบบการศึกษาแบบไปข้างหน้า (Prospective study) เพื่อให้กระบวนการวัดมีความเป็นมาตรฐานมากยิ่งขึ้น และเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้สามารถควบคุมปัจจัยกวน (Confounding factors) ที่สำคัญ เช่น อายุ และดัชนีมวลกาย ซึ่งอาจมีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างแรงบีบมือและสมรรถภาพการเคลื่อนไหวได้อย่างเหมาะสม

สรุป

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าแรงบีบมือมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการเคลื่อนไหวที่ประเมินโดย TUGT ในผู้ป่วยโรคอ้วนโดยเฉพาะในเพศหญิง แม้ว่าแรงบีบมืออาจมีศักยภาพในการใช้เป็นเครื่องมือคัดกรองผู้ที่มีความเสี่ยงต่อสมรรถภาพการเคลื่อนไหวลดลงในทางคลินิกเนื่องจากการทดสอบที่ง่าย รวดเร็ว และสามารถนำไปใช้ได้สถานพยาบาลทั่วไป แต่ผลลัพธ์ดังกล่าวยังจำเป็นต้องได้รับการยืนยันเพิ่มเติมจากการศึกษาในอนาคตที่มีขนาดตัวอย่างมากขึ้น และมีการออกแบบการวิจัยที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

1. World Health Organization. (2025). Obesity and overweight. [Cited March 14, 2026] accessed from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
2. Wearing SC, Hennig EM, Byrne NM, Steele JR, Hills AP. Musculoskeletal disorders associated with obesity: a biomechanical perspective. *Obes Rev.* 2006;7(3):239-50.
3. Tomlinson DJ, Erskine RM, Morse CI, Winwood K, Onambélé-Pearson G. The impact of obesity on skeletal muscle strength and structure through adolescence to old age. *Biogerontology.* 2016;17(3):467-83.
4. Head GA. Cardiovascular and metabolic consequences of obesity. *Front Physiol.* 2015;6:32.
5. Pojednic R, D'Arpino E, Halliday I, Bantham A. The Benefits of Physical Activity for People with Obesity, Independent of Weight Loss: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(9).
6. Cash SW, Duncan GE, Beresford SA, McTiernan A, Patrick DL. Increases in physical activity may affect quality of life differently in men and women: the PACE project. *Qual Life Res.* 2013;22(9):2381-8.

7. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-8.
8. Bohannon RW. Grip Strength: An Indispensable Biomarker For Older Adults. *Clin Interv Aging.* 2019;14:1681-91.
9. Soyuer F, Cankurtaran F, Menevşe Ö, Zararsız GE. Examination of the correlation between hand grip strength and muscle mass, balance, mobility, and daily life activities in elderly individuals living in nursing homes. *Work.* 2023;74(4):1371-8.
10. Hulley SB, Cummings SR, Browner WS, Grady D, Newman TB. Designing clinical research: an epidemiologic approach. 4th ed. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
11. Hamdani R, Florencia Leona D. Relationship Between Handgrip Strength with the 6-Minute Walking Test Distance in Heart Failure Patients. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi.* 2023.
12. Zhang Q, Lu H, Pan S, Lin Y, Zhou K, Wang L. 6MWT Performance and its Correlations with VO₂ and Handgrip Strength in Home-Dwelling Mid-Aged and Older Chinese. *Int J Environ Res Public Health.* 2017;14(5).
13. Gatenio-Hefling O, Tzemah-Shahar R, Asraf K, Dilian O, Gil E, Agmon M. Revisiting the "Timed Up and Go" test: a 12-s cut-off can predict Hospitalization Associated Functional Decline in older adults. *Geroscience.* 2025;47(1):1039-48.
14. Bischoff HA, Stähelin HB, Monsch AU, Iversen MD, Weyh A, von Dechend M, et al. Identifying a cut-off point for normal mobility: a comparison of the timed 'up and go' test in community-dwelling and institutionalised elderly women. *Age Ageing.* 2003;32(3):315-20.
15. Hajian-Tilaki K. The choice of methods in determining the optimal cut-off value for quantitative diagnostic test evaluation. *Statistical Methods in Medical Research.* 2018;27(8):2374-83.
16. Roberts HC, Denison HJ, Martin HJ, Patel HP, Syddall H, Cooper C, et al. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Age Ageing.* 2011;40(4):423-9.
17. Chen LK, Hsiao FY, Akishita M, Assantachai P, Lee WJ, Lim WS, et al. A focus shift from sarcopenia to muscle health in the Asian Working Group for Sarcopenia 2025 Consensus Update. *Nat Aging.* 2025;5(11):2164-75.

18. Bohannon RW. Hand-grip dynamometry predicts future outcomes in aging adults. *J Geriatr Phys Ther.* 2008;31(1):3-10.
19. Pavasini R, Guralnik J, Brown JC, di Bari M, Cesari M, Landi F, et al. Short Physical Performance Battery and all-cause mortality: systematic review and meta-analysis. *BMC Med.* 2016;14(1):215.
20. Al Snih S, Markides KS, Ray L, Ostir GV, Goodwin JS. Handgrip strength and mortality in older Mexican Americans. *J Am Geriatr Soc.* 2002;50(7):1250-6.
21. Porto JM, Nakaishi APM, Cangussu-Oliveira LM, Freire Júnior RC, Spilla SB, Abreu DCC. Relationship between grip strength and global muscle strength in community-dwelling older people. *Arch Gerontol Geriatr.* 2019;82:273-8.
22. Trajkov M, Cuk I, Eminovic F, Kljajic D, Dopsaj M. Relationship between hand grip strength and endurance and postural stability in active and sedentary older women. *J Electromyogr Kinesiol.* 2018;43:62-7.
23. Rantanen T, Guralnik JM, Foley D, Masaki K, Leveille S, Curb JD, et al. Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. *JAMA.* 1999;281(6):558-60.
24. Karlsen T, Nauman J, Dalen H, Langhammer A, Wisløff U. The Combined Association of Skeletal Muscle Strength and Physical Activity on Mortality in Older Women: The HUNT2 Study. *Mayo Clin Proc.* 2017;92(5):710-8.
25. Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, Lopez-Jaramillo P, Avezum A, Orlandini A, et al. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet.* 2015;386(9990):266-73.
26. Bohannon RW. Reference values for the timed up and go test: a descriptive meta-analysis. *J Geriatr Phys Ther.* 2006;29(2):64-8.
27. Savva GM, Donoghue OA, Horgan F, O'Regan C, Cronin H, Kenny RA. Using timed up-and-go to identify frail members of the older population. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2013;68(4):441-6.
28. Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Di Iorio A, et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol* (1985). 2003;95(5):1851-60.

29. 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. Journal of the American Medical Directors Association. 2020;21(3):300-+.
30. Dodds RM, Syddall HE, Cooper R, Benzeval M, Deary IJ, Dennison EM, et al. Grip strength across the life course: normative data from twelve British studies. PLoS One. 2014;9(12):e113637.