นิพนธ์ต้นฉบับ ▪ Original Article

ค่าตัดแบ่งที่เหมาะสมของการทดสอบยกขาสูงสลับกัน 2 นาที ในการทำนายความทนทานของหัวใจและระบบหายใจในผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง

อรุณรัตน์ ศรีทะวงษ์[1]*, พุทธิพงษ์ พลคำฮัก[1,4], สุดารัตน์ สังฆะมณี[1], ปาจรีย์ มาน้อย[1], อรชร บุญลา[2,3]

1สาขาวิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

[2] คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

[3] กลุ่มวิจัยวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมการออกกำลังกายและโภชนาการ มหาวิทยาลัยบูรพา

[4] กลุ่มวิจัยและพัฒนาความสามารถทางกายและคุณภาพชีวิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น

The Optimal Cut-off Score of the 2-Minute Step Test for Prediction of Cardiopulmonary Endurance in Older Adults with Hypertension

Arunrat Sirthawong[1]*, Puttipong Poncumhak[1,4], Sudarat Sungkamanee[1], Pacharee Manoy[1], Orachorn Boonla[2,3]

[1]Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, University of Phayao

[2] Faculty of Allied Health Sciences, Burapha University

[3] Exercise and Nutrition Sciences and Innovation Research Group, Burapha University

[4] Improvement of Physical Performance and Quality of Life Research Group, Khon Kaen University

หลักการและวัตถุประสงค์: การทดสอบการยกขาสูงสลับกัน 2 นาที (Two-minute step test; 2MST) เป็นอีกหนึ่งการทดสอบที่สามารถประเมินความทนทานของหัวใจและระบบหายใจสำหรับผู้สูงอายุ เมื่อการทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที (Six minute walk test; 6MWT) มีพื้นที่ทดสอบจำกัดหรืออากาศไม่เอื้ออำนวย อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบการศึกษาในผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง ดังนั้นการศึกษานี้ จึงศึกษาความสามารถของการทดสอบ 2MST ในการทำนายความทนทานของหัวใจและระบบหายใจในผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง

วิธีการศึกษา: ผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง จำนวน 97 ราย อายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีความทนทานของหัวใจและระบบหายใจต่ำและกลุ่มปกติด้วยระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที อาสาสมัครพัก 60 นาที หลังจากนั้นรับการทดสอบ 2MST วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Receive-operating characteristic (ROC) curve เพื่อหาค่าความไว ความจำเพาะ พื้นที่ใต้กราฟ และค่าตัดแบ่ง

ผลการศึกษา: กลุ่มความทนทานของหัวใจและระบบหายใจปกติ ยกขาสูงสลับกัน 2 นาทีได้มากกว่ากลุ่มต่ำ (69.89±12.16 และ 53.14±12.58 ครั้ง ตามลำดับ; p<0.001) และการทดสอบ 2MST มีความสัมพันธ์ระดับปานกลางกับ 6MWT (r= 0.721; p <0.001) ซึ่งค่าตัดแบ่งจำนวนยกขาสูงสลับกัน 2 นาทีเท่ากับ 60 ครั้ง (ความไวร้อยละ 81.13 ความจำเพาะร้อยละ 63.64 และพื้นที่ใต้กราฟ 0.83; 95% CI = 0.75-0.91)

Background and Objective: 2MST is an alternative test for assessment of cardiopulmonary endurance in the older when 6MWT unable to perform due to space limitations or weather prohibits. However, the study of using 2MST for assessing the cardiopulmonary endurance in hypertensive Thai elderly has not been investigated. Therefore, the aimed of the present study was to evaluated functional ability of 2MST for predict of cardiopulmonary endurance in hypertensive elderly.

Method: The ninety-seven hypertensive elderly volunteers who were over 60 years old. Cardiopulmonary endurance was determined by using 6MWT which divided into 2 groups; low and normal cardiopulmonary endurance group. By following, all subjects were taken rest for 60 minutes before starting the 2MST. The sensitivity, specificity, area under the curve, and cut off point, were assessed for significant using receive-operating characteristic (ROC) curve.

Results: The results showed that the normal cardiopulmonary endurance group had number of leg rises in 2 minutes higher than the low cardiopulmonary

**Corresponding author : Arunrat Sirthawong, Department of Physical Therapy, School of Allied Health Sciences, University of Phayao, Phayao, Thailand. E-mail: arunsrithawong@gmail.com*

สรุป: ผู้สูงอายุที่เป็นความดันโลหิตสูงยกขาสูงสลับกันใน 2 นาที ได้น้อยกว่า 60 ครั้ง บ่งชี้ว่ามีความเสี่ยงหรือความทนทานของหัวใจและระบบหายใจต่ำ

คำสำคัญ: ผู้สูงอายุ; ความดันโลหิตสูง; ความทนทานของหัวใจและระบบหายใจ; การทดสอบการเดิน 6 นาที; การทดสอบยกขาสูงสลับกัน 2 นาที

endurance group (69.89±12.16 and 53.14±12.58 repetitions, respectively; p<0.001). 2MST was moderately correlated with 6MWT (r= 0.721; p <0.001). Moreover, the cutoff point of number of leg rises was 60 repetitions in 2 minutes (sensitivity 81.13%, specificity 63.64%, and area under the curve 0.83; 95% CI = 0.75-0.91).

Conclusion: Older adults with hypertension who had less number of leg rises than 60 repetitions in 2 minutes were indicated to risk or low cardiopulmonary endurance.

Keywords: Elderly; hypertension, cardiopulmonary endurance; 6 minute walk test; 2 minute step test

ศรีนครินทร์เวชสาร 2562; 34(2): 161-168. ● Srinagarind Med J 2019; 34(2): 161-168.

บทนำ

ในปัจจุบันผู้สูงอายุที่มีโรคประจำตัวเรื้อรังมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง[1] โดยพบว่าโรคทางระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิต อาทิ ความดันโลหิตสูง เป็นโรคที่พบได้มากที่สุด[2] ซึ่งในผู้สูงอายุมีอุบัติการณ์เกิดโรคความดันโลหิตสูงมากกว่าวัยรุ่นสูงถึง 2 เท่า และมักพบในผู้ที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป[3] เนื่องจากเมื่ออายุเพิ่มขึ้นพบว่าผนังหลอดเลือดแดงใหญ่หนาตัวขึ้น ความยืดหยุ่นลดลง โครงสร้างและหน้าที่ของหลอดเลือดแดงเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้ความเร็วของคลื่นความดันเลือดแดง ความดันโลหิตในช่วงหัวใจหดตัว และความต้องการออกซิเจนของกล้ามเนื้อหัวใจเพิ่มสูงขึ้น[4] ส่งผลให้ความทนทานของหัวใจและระบบหายใจลดลง นำไปสู่ความสามารถในการทำงานของร่างกาย (Functional capacity) ลดลงตามมา และเพิ่มความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยและเสียชีวิตจากโรคเรื้อรัง เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ ความดันโลหิตสูง และมะเร็งบางชนิด จำเป็นต้องอยู่ในภาวะพึ่งพิง สูญเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลและรักษาเพิ่มมากขึ้น[2,4,5] ดังนั้นหากมีวิธีการประเมินคัดกรองความความทนทานของหัวใจและระบบหายใจที่ง่าย ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย และมีความเที่ยงตรง น่าจะเป็นประโยชน์สำหรับบุคลากรทางการแพทย์ในการคัดกรองเบื้องต้นในผู้สูงอายุ โดยเฉพาะผู้สูงอายุที่เป็นโรคเรื้อรังเพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมการทำกิจกรรมทางกายและวางแผนการรักษาได้ทันท่วงที

รูปแบบมาตรฐานของการประเมินความทนทานของหัวใจและระบบหายใจ คือการทดสอบการออกกำลังกาย (exercise testing) โดยทดสอบวิ่งบนสายพานหรือปั่นจักรยาน ซึ่งมักมีข้อจำกัดในการนำไปใช้ในชุมชนหรือสถานที่ต่างๆ เนื่องจากอุปกรณ์ทดสอบมีขนาดใหญ่ เคลื่อนย้ายลำบาก ราคาแพง และต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการทดสอบ[6] ในทางคลินิกจึงนิยมทดสอบภาคสนามด้วยการทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที (six minute walk test; 6MWT) เนื่องจากเป็นการทดสอบการออกกำลังกายในระดับต่ำกว่าความสามารถสูงสุด (Submaximal exercise test) ซึ่งเป็นระดับความหนักใกล้เคียงกับระดับกิจกรรมในชีวิตประจำวัน และการทดสอบด้วยการเดินเป็นรูปแบบกิจกรรมที่ทำเป็นประจำของมนุษย์ วิธีการทดสอบทำได้ง่าย ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย[7,8] แต่การทดสอบ 6MWT อาจมีข้อจำกัด เช่น ต้องใช้ทางราบยาว 30 เมตร อาสาสมัครเกิดเรียนรู้ (Learning effect) และเกิดแรงจูงใจจากเสียงกระตุ้น และมักพบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่เดินด้วยความเร็วช้าลงเมื่อต้องใช้ระยะเวลาในการเดินนานขึ้น[9] อย่างไรนั้นหากมีพื้นที่จำกัดหรือสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย การทดสอบด้วยการยกขาสูงสลับกัน 2 นาที (Two-minute step test; 2MST) เป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับทดสอบความทนทานของหัวใจและระบบหายใจในผู้สูงอายุ[10]

การทดสอบ 2MST เป็นการทดสอบที่ง่าย ประหยัดพื้นที่และใช้อุปกรณ์น้อย ทดสอบโดยให้ผู้ถูกทดสอบยืนยกขาสูงอยู่กับที่แล้วนับจำนวนยกขาสูงที่ทำได้ใน 2 นาที พบว่ามีค่าความเที่ยงและความน่าเชื่อถือด้านการวัดซ้ำอยู่ระดับสูง[10,11] ค่ามาตรฐานจำนวนยกขาสูงสลับกันใน 2 นาที สำหรับผู้สูงอายุต่างประเทศ พบว่าหากน้อยกว่า 65 ครั้งถือว่ามีความเสี่ยงหรือความทนทานของระบบหัวใจและหายใจต่ำ[10] และยังมีการนำการทดสอบ 2MST ทำนายความทนทานของหัวใจและระบบหายใจของผู้สูงอายุหญิงบราซิล ที่มีภาวะความดันโลหิตสูง พบว่าหากยกขาสูงสลับกันใน 2 นาที ได้มากกว่า 69 ครั้งขึ้นไป บ่งชี้มีความทนทานของหัวใจและระบบหายใจปกติ[12] ประเทศไทยมีการนำการทดสอบ 2MST มาใช้ประเมินความทนทานของหัวใจและระบบหายใจ พบว่าหากเพศชายทำได้น้อยกว่า 73 ครั้ง และเพศหญิงน้อยกว่า 63 ครั้ง ถือว่าความทนทานของระบบหัวใจและหายใจต่ำมาก[13]

อย่างไรนั้น การศึกษาก่อนหน้านี้ใช้เครื่องมือมาตรฐานด้วยแบบสอบถาม Katz index for ADL ในการแบ่งกลุ่มอาสาสมัคร[12] ซึ่งมีลักษณะของการตอบคำถามในเชิงอัตวิสัย (subjective) จึงอาจได้ข้อมูลที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

ได้ และจากการทบทวนวรรณกรรมของผู้วิจัย ยังไม่พบการศึกษาเกี่ยวกับประยุกต์ใช้การทดสอบ 2MST เพื่อทำนายความทนทานของหัวใจและระบบหายใจในผู้สูงอายุไทยที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความสามารถของการทดสอบ 2MST โดยหาค่าตัดแบ่ง (cut off score) ที่เหมาะสม เพื่อใช้ทำนายความทนทานของหัวใจและระบบหายใจในผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง ซึ่งพิจารณาจากค่าความไว (sensitivity) ค่าความจำเพาะ (specificity) และพื้นที่ใต้กราฟ (area under ROC curve: AUC)

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ แบบภาคตัดขวาง (Survey research, cross-sectional study) ในผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ทั้งเพศชายและเพศหญิง จำนวน 97 ราย คำนวณกลุ่มตัวอย่างจากสูตร $n= Z^2\partial_{/2} P (1-P)/e^2$ โดยกำหนดค่าสัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากร (P) ซึ่งคือค่าความไวร้อยละ 80 ของการทดสอบ 2MST จากการศึกษาของ Guedes และคณะ[12] และระดับความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างที่ยอมให้เกิดขึ้นเท่ากับ 0.08 โดยมีเกณฑ์ในการคัดเข้า คือ อาสาสมัครได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคความดันโลหิตสูง สามารถเดินได้ด้วยตนเอง และถูกคัดออกหากเป็นโรคที่ส่งผลต่อการทดสอบ เช่น โรคทางระบบทางเดินหายใจ (ปอดอุดกั้นเรื้อรัง หอบหืด วัณโรค เป็นต้น) โรคหัวใจและหลอดเลือด เช่น มีอาการเจ็บหน้าอกไม่คงที่ (Unstable angina) หลอดเลือดแดงใหญ่โป่งพอง (Aortic aneurysm) เคยผ่าตัดช่องอกหรือช่องท้อง ไม่สามารถยกขาสูงสลับกันได้เนื่องจากมีปัญหาทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ เช่น โรคข้ออักเสบ โรคข้อเสื่อม ผ่าตัดเปลี่ยนเข่าหรือข้อสะโพก หรือมีอาการปวดรยางค์ขา (pain scale > 5/10) มีประวัติสูบบุหรี่มากกว่า 20 ซองปี สัญญาณชีพขณะพักมีอัตราการเต้นของหัวใจมากกว่า 120 ครั้งต่อนาที และความดันโลหิตสูงมากกว่า 180/100 มิลลิเมตรปรอท และหยุดการทดสอบทันทีหากอาสาสมัครมีอาการไม่พึงประสงค์ระหว่างทดสอบ เช่น เจ็บแน่นหน้าอก ใจสั่น เหนื่อยหอบ มึนงง ขาเป็นตะคริว เดินโซเซไม่มั่นคง เหงื่อออกมาก และหน้าซีด[14-16] การศึกษานี้ได้รับรองจากคณะกรรมการการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยพะเยา (เลขที่ 2/165/60)

อาสาสมัครทุกรายได้รับการซักประวัติข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ อายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง วัดอัตราการเต้นหัวใจและความดันโลหิตด้วยเครื่องวัดความดันโลหิตดิจิตอล (Omron® รุ่น HEM-7203) ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในหลอดเลือดส่วนปลายด้วย Finger pulse oximeter (Rossmax Medical® รุ่น SB200) รับการสัมภาษณ์ประวัติภาวะสุขภาพเบื้องต้น และทดสอบความทนทานของหัวใจและระบบหายใจด้วยการทดสอบ 6MWT และ 2MST ซึ่งระยะเวลาในการทดสอบแต่ละการทดสอบห่างกันอย่างน้อย 60 นาที

1. การทดสอบ 6MWT

อาสาสมัครนั่งพักบนเก้าอี้ ใกล้จุดเริ่มต้นของการเดินเป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาที พร้อมตรวจวัดสัญญาณชีพ ระดับความเหนื่อย และความล้าของขาขณะพัก แจ้งจุดประสงค์และวิธีการทดสอบแก่อาสาสมัคร จากนั้นให้อาสาสมัครเดินให้เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้ ไม่วิ่งหรือกระโดด ให้เดินไปตามเส้นทางที่ลูกศรกำหนดไว้รอบทางเดินระยะทาง 30 เมตร ให้ได้ระยะทางไกลที่สุดในเวลา 6 นาที ระหว่างการทดสอบอาสาสมัครมีอาการเหนื่อยหรือหอบสามารถชะลอความเร็ว หยุดหรือพักได้ แต่ไม่หยุดเวลา และให้อาสาสมัครเดินต่อไปเมื่อทำได้ เมื่อครบเวลา 6 นาที วัดและบันทึกค่าสัญญาณชีพ ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจน ระดับความเหนื่อย ระดับความล้าของขา และวัดระยะทางรวมที่เดินได้ทั้งหมด[14] ระยะทางที่เดินได้ถูกนำมาแบ่งอาสาสมัครออกเป็น 2 กลุ่ม ด้วยค่าระยะทาง 350 เมตร เป็นระยะทางที่แบ่งระดับความเสี่ยงความทนทานของหัวใจและระบบหายใจในผู้สูงอายุ[10] ประกอบด้วย คือ กลุ่มที่เดินได้ระยะทาง <350 เมตร (ความทนทานของหัวใจและระบบหายใจต่ำ) และกลุ่มที่เดินได้ระยะทาง ≥350 เมตร (ความทนทานของหัวใจและระบบหายใจปกติ)

2. การทดสอบ 2MST

อาสาสมัครนั่งพักบนเก้าอี้เป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาที พร้อมตรวจวัดสัญญาณชีพ ระดับความเหนื่อย และความล้าของขาขณะพัก ผู้วิจัยหาความสูงในการยกเข่าสำหรับอาสาสมัครแต่ละราย โดยวัดจากจุดกึ่งกลางระหว่างขอบบนกระดูกสะบ้าถึงขอบบนกระดูกสะโพก (Anterior superior iliac spine: ASIS) และใช้เทปติดผนังหรือกำแพงเพื่อเป็นเครื่องหมายไว้ (Marking point) อาสาสมัครยืนตัวและหลังตรง กางขาเท่ากับความกว้างของไหล่ เมื่อผู้ทดสอบให้สัญญาณหรือคำสั่ง “เริ่ม” ให้อาสาสมัครเริ่มยกขาสูงอยู่กับที่ให้ได้จำนวนครั้งมากสุดเท่าที่จะทำได้ภายในเวลา 2 นาที โดยไม่วิ่ง ซึ่งผู้วิจัยใช้เครื่องกดนับเมื่อยกขาได้ 2 ข้าง ซ้าย-ขวา นับเป็น 1 ครั้ง ถ้าระดับการยกเข่าไม่ถึงเป้าหมายให้อาสาสมัครยกขาช้าลง หรือหยุดจนกว่าจะทำได้ให้ถึงเป้าหมาย แต่ต้องทำให้ได้ภายใน 2 นาทีที่ทดสอบโดยไม่มีการหยุดเวลา เมื่อสิ้นสุดการทดสอบผู้วิจัยวัดและบันทึกค่าสัญญาณชีพ ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจน ระดับความเหนื่อยและความล้าของขา และจำนวนการยกขาสูงสลับกันที่ทำได้[10, 17]

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การศึกษานี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปด้วยโปรแกรม Stata version 10 นำเสนอข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD) ใช้สถิติ Independent t-test เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบ 2MST ระหว่างอาสาสมัครสองกลุ่ม ใช้สถิติ Receive-operating characteristic (ROC) curve เพื่อหาค่าความไว (Sensitivity) ความจำเพาะ (Specificity) และพื้นที่ใต้กราฟ (Area under curve; AUC) และหาค่าตัดแบ่ง (Cut off score) ที่เหมาะสมของการทดสอบ 2MST และใช้สถิติ Pearson Correlation เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนยกขาสูงสลับกันใน 2 นาที และระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$

ผลการศึกษา

ข้อมูลพื้นฐาน และระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที

ลักษณะพื้นฐานของอาสาสมัครในกลุ่มความทนทานของหัวใจและระบบหายใจต่ำ มีอายุเฉลี่ย 70.57 ± 6.52 ปี (95%CI; 68.63-72.67) เป็นเพศหญิงร้อยละ 68.18 ส่วนกลุ่มความทนทานของหัวใจและระบบหายใจปกติอายุเฉลี่ย 67.64 ± 5.69 ปี (95%CI; 66.07-69.21) เป็นเพศหญิงร้อยละ 50.94 เมื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูลทั้งสองกลุ่ม พบว่ากลุ่มความทนทานของหัวใจและระบบหายใจต่ำมีอายุมากกว่ากลุ่มความทนทานของหัวใจและระบบหายใจปกติ (p=0.020) และยังพบว่ามีส่วนสูงน้อยกว่ากลุ่มความทนทานของหัวใจและระบบหายใจปกติเช่นกัน (p<0.001) แต่ไม่มีความแตกต่างของน้ำหนักตัว ค่าดัชนีมวลกาย และระยะเวลาเป็นโรคความดันโลหิตสูงระหว่างสองกลุ่ม (p>0.05) นอกจากนี้ยังพบว่าอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม ส่วนใหญ่มีภาวะไขมันในเลือดสูงเป็นโรคร่วม (comorbidity) ร้อยละ 66.67 และกลุ่มความทนทานของหัวใจและระบบหายใจปกติและต่ำ ออกกำลังกายมากกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ร้อยละ 64.15 และ 50.00 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ผลการทดสอบ 2MST

การทดสอบความทนทานของหัวใจและระบบหายใจ โดยการยกขาสูงสลับกันอยู่กับที่ในเวลา 2 นาที พบว่ากลุ่มความทนทานของหัวใจและระบบหายใจต่ำทำได้น้อยกว่ากลุ่มความทนทานของหัวใจและระบบหายใจปกติ (53.14 ± 12.58 และ 69.89±12.16 ครั้ง ตามลำดับ; p<0.001) ข้อมูลสัญญาณชีพและข้อมูลอื่นๆ (ตารางที่ 2)

ความสัมพันธ์ของการทดสอบ 2MST กับการทดสอบ 6MWT

การศึกษานี้ได้หาความสัมพันธ์ของการทดสอบ 2MST กับการทดสอบมาตรฐาน (6MWT) พบว่าทั้งสองการทดสอบมีความสัมพันธ์กันระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r=0.721, p<0.001) (รูปที่ 1)

ตารางที่ 1 ลักษณะพื้นฐาน และระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที ของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม

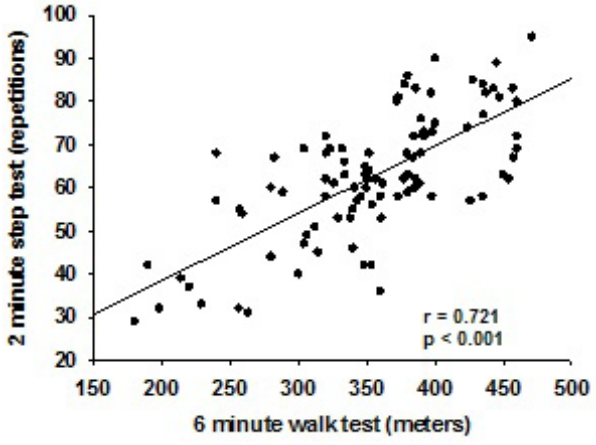
ตัวแปร	กลุ่มความทนทานของหัวใจและระบบหายใจต่ำ (n=44)	กลุ่มความทนทานของหัวใจและระบบหายใจปกติ (n=53)	p-value
เพศ [จำนวน(ร้อยละ)]			
ชาย	14 (31.82)	26 (49.06)	-
หญิง	30 (68.18)	27 (50.94)	-
อายุ (ปี)	70.57 ± 6.52	67.64 ± 5.69	0.020*
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	151.93 ± 8.37	156.85 ± 8.47	0.008
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	54.51 ± 11.00	58.42 ± 10.88	0.082
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	23.54 ± 4.00	23.77 ± 4.26	0.787
ระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที (เมตร)	295.20 ± 48.28	400.74 ± 35.88	<0.001*
ระยะเวลาเป็นโรคความดันโลหิตสูง (ปี)	9.92 ± 9.55	6.93 ± 4.38	0.383
โรคอื่นร่วม [จำนวน(ร้อยละ)]			
เบาหวาน	4 (22.22)	2 (9.52)	-
ไขมันในเลือดสูง	12 (66.67)	14 (66.67)	-
เบาหวานและไขมันในเลือดสูง	-	1 (4.76)	-
โรคเกาต์	2 (11.11)	2 (9.52)	-
อื่นๆ (ต่อมลูกหมากโต กระเพาะอาหาร)	-	2 (9.52)	-
ออกกำลังกาย [จำนวน(ร้อยละ)]			
≥ 3 ครั้ง/สัปดาห์	22 (50.00)	34 (64.15)	-
< 3 ครั้ง/สัปดาห์	22 (50.00)	19 (35.85)	-

ข้อมูลแสดง ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, *p < 0.05 มีนัยสำคัญทางสถิติ

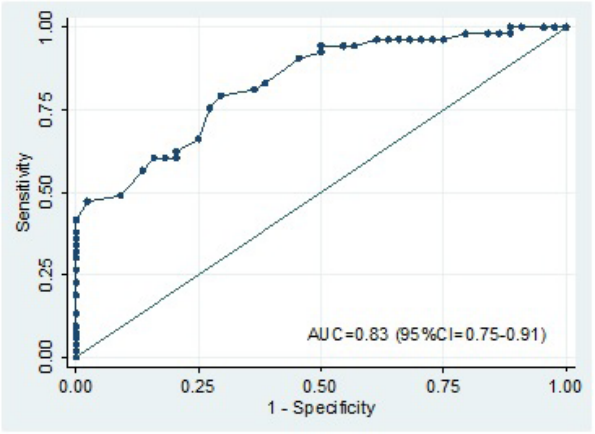
ตารางที่ 2 ค่าสัญญาณชีพ และจำนวนยกขาสูงสลับกันของการทดสอบ 2MST ของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม

ตัวแปร		กลุ่มความทนทานของหัวใจและระบบหายใจต่ำ (n=44)	กลุ่มความทนทานของหัวใจและระบบหายใจปกติ (n=53)	p-value
Heart rate (bpm)	ก่อนทดสอบ	78.14 ± 12.68	74.96 ± 13.54	0.240
	หลังทดสอบ	84.86 ± 14.73	85.08 ± 14.71	0.687
Systolic blood pressure (mmHg)	ก่อนทดสอบ	141.11 ± 17.97	136.55 ± 20.15	0.246
	หลังทดสอบ	151.43 ± 25.84	154.70 ± 21.51	0.498
Diastolic blood pressure (mmHg)	ก่อนทดสอบ	71.00 ± 10.56	70.06 ± 11.23	0.673
	หลังทดสอบ	71.73 ± 9.39	74.98 ± 9.96	0.103
O_2 Saturation (%)	ก่อนทดสอบ	96.77 ± 2.01	96.23 ± 1.75	0.115
	หลังทดสอบ	96.16 ± 2.18	96.13 ± 2.07	0.888
Dyspnea (scores)	ก่อนทดสอบ	0.33 ± 1.01	0.10 ± 0.45	0.585
	หลังทดสอบ	2.41 ± 2.28	2.41 ± 1.94	0.500
Fatigue (scores)	ก่อนทดสอบ	0.82 ± 1.59	0.16 ± 0.50	0.092
	หลังทดสอบ	2.38 ± 2.82	1.62 ± 1.83	0371
จำนวนการยกขาสูงสลับกันใน 2 นาที (ครั้ง)		53.14 ± 12.58	69.89 ± 12.16	<0.001*

ข้อมูลแสดง ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, *p < 0.05 มีนัยสำคัญทางสถิติ



รูปที่ 1 สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของการทดสอบระหว่าง 2MST และ 6MWT



รูปที่ 2 แสดงพื้นที่ใต้กราฟ (AUC) ของการทดสอบ 2MST, 95% CI ของ 2MST

ค่าตัดแบ่ง ความไว ความจำเพาะ และพื้นที่ใต้กราฟของการทดสอบ 2MST

จากผลการศึกษาพบว่า ค่าพื้นที่ใต้กราฟเท่ากับ 0.83 (95% CI = 0.75-0.91) (รูปที่ 2) ซึ่งมีค่าตัดแบ่งที่เหมาะสมของการทดสอบ 2MST เท่ากับ 60 ครั้ง (ความไวร้อยละ 81.13 และความจำเพาะร้อยละ 63.64) บ่งบอกว่าหากผู้สูงอายุโรคความดันโลหิตสูงที่ยกขาสูงสลับ 2 นาทีได้น้อยกว่า 60 ครั้ง มีความเสี่ยงต่อความทนทานของหัวใจและระบบหายใจต่ำ

วิจารณ์

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสามารถของการทดสอบ 2MST โดยหาค่าตัดแบ่ง (cut off score) ที่เหมาะสมเพื่อทำนายความทนทานของหัวใจและระบบหายใจในผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง ผลการศึกษาพบว่า 2MST มีความสามารถในการประเมินความทนทานของหัวใจและระบบหายใจ มีความสัมพันธ์ระดับปานกลางกับการทดสอบ 6MWT (r=0.721, p<0.001) ซึ่งกลุ่มความทนทานของหัวใจและระบบ

หายใจปกติสามารถยกขาสูงสลับกันใน 2 นาทีได้มากกว่ากลุ่มที่ความทนทานของหัวใจและระบบหายใจต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.001) และการทดสอบ 2MST มีค่าตัดแบ่งที่เหมาะสมคือ 60 ครั้ง (ความไวร้อยละ 81.13 และความจำเพาะร้อยละ 63.64 และพื้นที่ใต้กราฟ 0.83 (95% CI = 0.75-0.91) กล่าวคือ หากผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงยกขาสูงสลับกันใน 2 นาทีได้จำนวนครั้งน้อยกว่า 60 มีความเสี่ยงต่อการมีความทนทานของหัวใจและระบบหายใจต่ำ

สมรรถภาพการทำงานของระบบหัวใจและหายใจ (Cardiorespiratory fitness) เป็นองค์ประกอบสำคัญในการช่วยส่งเสริมความสามารถในการทำงานของร่างกายด้วยตนเองอย่างอิสระของทุกๆ ช่วงวัย รวมถึงวัยสูงอายุ[9] การทดสอบ 2MST เป็นอีกหนึ่งการทดสอบสมรรถภาพการทำงานของระบบหัวใจและหายใจที่สะท้อนความทนทานของหัวใจและระบบหายใจ รวมถึงความทนทานของกล้ามเนื้อขาในผู้สูงอายุ การทดสอบ 2MST ถูกพัฒนาขึ้นโดย Rikli และ Jones เพื่อเป็นอีกหนึ่งทางเลือกหากมีข้อจำกัดด้านพื้นที่หรือสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยในการทดสอบ 6MWT เนื่องจากการทดสอบ 2MST เป็นการทดสอบที่ทำง่าย ใช้พื้นที่และอุปกรณ์น้อย ประหยัดเวลา และเหมาะกับผู้ที่มีการทรงตัวไม่ดี จึงเหมาะอย่างยิ่งสำหรับการนำไปทดสอบแก่ผู้สูงอายุในชุมชนหรือทางคลินิก[10, 18,19] พบว่าการทดสอบมีความเที่ยงตรงสำหรับประเมินความทนทานของระบบหัวใจและการหายใจในผู้สูงอายุ โดยการทดสอบ 2MST มีความสัมพันธ์ระดับปานกลางกับ 1 mile walk times (r=0.73) และอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดที่ร้อยละ 85 จากการทดสอบ treadmill (r=0.74)) และมีความน่าเชื่อถือระดับสูง (r=0.90)[17] และผลการทดสอบซ้ำ (Test-retest reliability) จำนวน 3 ครั้งมีความน่าเชื่อถือระดับสูงมาก (r=0.95) และการทดสอบซ้ำ 1 ครั้ง มีความน่าเชื่อถือระดับสูง (r=0.83) นอกจากนี้พบว่าผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายสามารถยกขาสูงสลับกันใน 2 นาทีได้มากกว่าผู้สูงอายุที่มีพฤติกรรมเนือยนิ่ง[11] Rikli และ Jones รายงานค่ามาตรฐานจำนวนยกขาสูงสลับกันใน 2 นาที สำหรับผู้สูงอายุ อายุ 60-94 ปี หากยกขาสูงสลับกันใน 2 นาทีได้น้อยกว่า 65 ครั้งถือว่ามีความเสี่ยงหรือความทนทานของระบบหัวใจและหายใจต่ำ[10] ส่วนค่ามาตรฐานจำนวนยกขาสูงสลับกันใน 2 นาทีสำหรับผู้สูงอายุไทย อายุ 60-69 ปี พบว่าหากเพศชายได้น้อยกว่า 73 ครั้ง และเพศหญิงได้น้อยกว่า 63 ครั้ง ถือว่ามีความทนทานของระบบหัวใจและหายใจต่ำมาก[13] Guedes M และคณะ รายงานค่าตัดแบ่งการทดสอบ 2MST สำหรับหญิงสูงวัยที่มีความดันโลหิตสูง เท่ากับ 69 ครั้ง (ความไวร้อยละ 80 และความจำเพาะร้อยละ 54)[12] ขณะที่การศึกษานี้พบว่า ค่าตัดแบ่งจำนวนยกยกขาสูงสลับกันใน 2 นาที เท่ากับ 60 ครั้ง โดยใช้ระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที เป็นเครื่องมือมาตรฐานในการแบ่งกลุ่มอาสาสมัคร ซึ่งค่าตัดแบ่งที่แตกต่างกันอาจเนื่องจากการศึกษาก่อนหน้าใช้แบบสอบถาม Katz index for ADL เป็นเครื่องมือมาตรฐาน[12] และอาจมีอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและระบบหายใจที่ต่างกัน เช่น เชื้อชาติ รูปร่าง วิถีการใช้ชีวิต ระดับกิจกรรมทางกาย และเศรษฐานะ เป็นต้น[20,21]

การศึกษานี้พบว่าการทดสอบ 2MST มีความสัมพันธ์ระดับปานกลางกับการทดสอบ 6MWT (r=0.721) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pedrosa และ Holanda ที่พบว่าการทดสอบ 2MST มีความสัมพันธ์ระดับต่ำกับ 6MWT (r=0.36; p=0.04) และมีความสัมพันธ์ระดับปานกลางกับการทดสอบ time up and go test (TUGT) (r=-0.66; p=0.000) สะท้อนให้เห็นว่าความทนทานของระบบหัวใจและหายใจและการเคลื่อนไหว (Functional mobility) ส่งเสริมกันและกัน เพื่อส่งเสริมให้ร่างกายสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ[5] ดังนั้นผลการศึกษานี้ช่วยสนับสนุนว่าการทดสอบ 2MST เป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับทดสอบความทนทานของระบบหัวใจและหายใจในผู้สูงอายุ รวมถึงผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง ที่สะท้อนความสามารถในการทำงานของร่างกายของผู้สูงอายุ

ผลการทดสอบ 2MST พบว่าอาสาสมัครในกลุ่มความทนทานของหัวใจและระบบหายใจต่ำยกขาสูงสลับกัน 2 นาทีได้น้อยกว่ากลุ่มปกติ ซึ่งสอดคล้องไปทิศทางเดียวกันกับระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาทีที่เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มอาสาสมัคร แสดงให้เห็นว่าการทดสอบ 2MST สามารถแยกกลุ่มผู้สูงอายุที่มีความทนทานของหัวใจและระบบหายใจที่แตกต่างกันได้ ซึ่งจำนวนยกขาสูงสลับกัน 2 นาทีที่แตกต่างกันทั้งสองกลุ่ม อาจมีผลจากลักษณะพื้นฐานของอาสาสมัคร จากผลการศึกษานี้พบว่าในกลุ่มความทนทานของหัวใจและระบบหายใจต่ำส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุมาก และออกกำลังกายน้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ปัจจัยเหล่านี้อาจส่งเสริมให้ยกขาสูงสลับกัน 2 นาทีได้น้อยกว่าอีกกลุ่ม สามารถอธิบายได้ว่าหลังจากอายุ 40 ปี ลักษณะทางกายวิภาคและโครงสร้างพื้นฐานร่างกายเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง เช่น ความหนาแน่นของมวลกระดูกลดลง กล้ามเนื้อลายเริ่มฝ่อลีบ และความสามารถในการเรียนรู้และความจำลดลง[22] ส่งผลให้ความแข็งแรงและความยืดหยุ่นกล้ามเนื้อ และการทรงตัวลดลง[23] หัวใจเกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างและรูปร่างของหัวใจห้องล่างซ้าย (Left ventricular remodeling) ระบบประสาทซิมพาเทติกตอบสนองลดลง ผนังหลอดเลือดแดงหนาขึ้น และเซลล์เยื่อบุหลอดเลือดทำงานผิดปกติ (Endothelial dysfunction) ทำให้การขนส่งออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายลดลง[24] ส่งผลให้เหนื่อยล้าเร็วกว่าปกติ มักเป็นปัจจัยที่ทำให้ผู้สูงอายุทำกิจกรรมต่างๆ ได้ลดลง ซึ่งอาจนำไปสู่การจำกัดการเคลื่อนไหว การเจ็บป่วย และเสียชีวิตจากปัญหาทางระบบหัวใจและหายใจได้ โดยเฉพาะในผู้สูงอายุที่ไม่ค่อยออกกำลังกายและผู้ที่มีโรคเรื้อรัง[25] ในผู้สูงอายุที่มีพฤติกรรมเนือยนิ่งมีความเสี่ยงต่อการสูญเสียมวลกล้ามร้อยละ 40 และการเคลื่อนไหวของข้อต่อลดลงร้อยละ 10-40 และมักส่งผลให้เกิดโรคเรื้อรังหลายชนิดหรือร่างกายทำงานผิดปกติ รวมถึงส่งผลโดยตรงทำให้สมรรถภาพการทำงานของระบบหัวใจและหายใจลดต่ำลง[26-28] ซึ่งในเพศหญิงมีขนาดห้องหัวใจและมวลกล้ามเนื้อหัวใจด้านซ้ายน้อยกว่าเพศชาย และหญิงมักมีไขมันสะสมเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของฮีโมโกลบินและปริมาณเลือดน้อยทำให้ความสามารถในการนำออกซิเจนลดลงตาม และใยกล้ามเนื้อน้อยกว่า ซึ่งเป็นสามปัจจัยหลักที่ส่งผลให้ความสามารถทางแอโรบิคลดลง รวมถึงในเพศหญิงวัย 50 ปี ขึ้นไป มีการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนเอสโตรเจน จึงมักพบว่าในเพศหญิงวัยนี้มักเกิดโรคความดันโลหิตสูง และโรคหลอดเลือดหัวใจมากกว่าสองเท่าเมื่อเทียบกับ

เพศชายในวัยเดียวกัน[29] นอกจากนี้อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมีความสูงไม่เท่ากัน พบว่ากลุ่มความทนทานของหัวใจและระบบหายใจปกติมีความสูงมากกว่า เมื่อพิจารณาวิธีการวัดระดับความสูงสำหรับยกขาสูงเพื่อเป็นเป้าหมาย พบว่าระดับความสูงมีความจำเพาะต่ออาสาสมัครแต่ละราย เนื่องจากอาสาสมัครแต่ละรายได้รับการวัดความสูงในการยกขาสูง ซึ่งวัดจากกึ่งกลางระหว่างขอบบนของกระดูกสะบ้าถึงขอบบนของ ASIS[11] ดังนั้นปัจจัยด้านความสูงไม่น่าส่งผลต่อผลการศึกษา

การทดสอบ 2MST เป็นการทดสอบที่ง่าย สะดวก ประหยัดเวลา ใช้อุปกรณ์น้อย เหมาะกับผู้ที่มีการทรงตัวไม่ดี และสามารถประเมินในพื้นที่บริเวณบ้านผู้สูงอายุ การศึกษานี้ได้ประเมินความสามารถของการทดสอบ 2MST โดยหาค่าตัดแบ่ง (Cut off score) ที่เหมาะสมเพื่อทำนายความทนทานของหัวใจและระบบหายใจ สำหรับผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง ซึ่งพบว่าค่าตัดแบ่งที่เหมาะสมเท่ากับ 60 ครั้ง มีค่าความไวและความจำเพาะอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 81.13 และร้อยละ 63.64 ตามลำดับ) บ่งชี้ถึงความสามารถของการใช้ค่าตัดแบ่งในการทำนายความเสี่ยงต่อความทนทานของหัวใจและระบบหายใจได้ การศึกษานี้ช่วยยืนยันว่าการทดสอบ 2MST สามารถทำนายความทนทานของหัวใจและระบบหายใจในผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงได้ ค่าตัดแบ่งที่ได้น่าจะมีประโยชน์ต่อนักกายภาพบำบัด บุคคลากรทางการแพทย์ หรือบุคคลที่เกี่ยวข้อง ในการช่วยประเมินคัดกรองความทนทานของหัวใจและระบบหายใจและติดตามประเมินผลการให้โปรแกรมการออกกำลังกาย และเป็นแนวทางในการป้องกันและส่งเสริมสุขภาพในผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงได้

การศึกษานี้มีข้อจำกัดอยู่บางประการ เช่น ประการแรกไม่ได้จดบันทึกข้อมูลและชนิดของยาที่อาสาสมัครใช้ โดยเฉพาะยากลุ่ม Beta blocker ซึ่งผลแทรกซ้อนส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจเต้นช้ากว่าปกติในขณะทำการทดสอบ ประการที่สองการแบ่งกลุ่มอาสาสมัครด้วยค่าตัดแบ่งระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที (6 minute walk distance; 6MWD) ตามการศึกษาก่อนหน้า[10] อาจยังไม่จำเพาะต่อระดับความทนทานของหัวใจและระบบหายใจของอาสาสมัครแต่ละราย ดังนั้นการศึกษาในอนาคตอาจใช้การแบ่งกลุ่มอาสาสมัครโดยใช้ค่า % predicted 6MWD หรือนำค่า 6MWD ไปคำนวณหาค่า metabolic equivalents (METs)

สรุป

ในผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง หากยกขาสูงสลับกันอยู่กับที่ในเวลา 2 นาทีได้น้อยกว่า 60 ครั้ง มีความเสี่ยงต่อความทนทานของหัวใจและระบบหายใจต่ำ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณรายได้คณะสหเวชศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2560

เอกสารอ้างอิง

1. Prince MJ, Wu F, Guo Y, Robledo LMG, O'Donnell M, Sullivan R, et al. The burden of disease in older people and implications for health policy and practice. Lancet 2015; 385: 549-62.
2. Rizzuto D, Melis RJ, Angleman S, Qiu C, Marengoni A. Effect of chronic diseases and multimorbidity on survival and functioning in elderly adults. J Am Geriatr Soc 2017;65:1056-60.
3. Mitchell GF. Arterial stiffness and hypertension. Hypertension 2014;64:13-8.
4. Lionakis N, Mendrinos D, Sanidas E, Favatas G, Georgopoulou M. Hypertension in the elderly. World J Cardiol 2012; 4: 135-47.
5. Pedrosa R, Holanda G. Correlation between the walk, 2-minute step and TUG tests among hypertensive older women. Braz J Phys Ther 2009;13: 252-6.
6. American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2018.
7. van Iersel MB, Munneke M, Esselink RA, Benraad CE, Rikkert MGO. Gait velocity and the Timed-Up-and-Go test were sensitive to changes in mobility in frail elderly patients. J Clin Epidemiol 2008; 61: 186-91.
8. Casillas JM, Hannequin A, Besson D, Benaïm S, Krawcow C, Laurent Y, et al. Walking tests during the exercise training: Specific use for the cardiac rehabilitation. Ann Phys Rehabil Med 2013; 56: 561-75.
9. Simonsick EM, Montgomery PS, Newman AB, Bauer DC, Harris T. Measuring fitness in healthy older adults: the Health ABC Long Distance Corridor Walk. J Am Geriatr Soc 2001; 49: 1544-8.
10. Jones CJ, Rikli RE. Measuring functional fitness of older adults. The Journal on Active Aging 2002; 1: 24-30.
11. Miotto JM, Chodzko-Zajko WJ, Reich JL, Supler MM. Reliability and validity of the fullerton functional fitness test: an independent replication study. J Aging Phys Act 1999; 7: 339-53.
12. Guedes MBOG, Lopes JM, Andrade AdS, Guedes TSR, Ribeiro JM, Cortez LCdA. Validation of the two minute step test for diagnosis of the functional capacity of hypertensive elderly persons. Rev. Bras Geriatr Gerontol Rio de Janeiro 2015; 18: 921-6.
13. กองวิทยาศาสตร์การกีฬา ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย. แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายอย่างง่ายของการกีฬาแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2546. [ค้นเมื่อ 25 กันยายน 2561]. Available from: https://kupdf.net/download/-_596e2caddc0d60491da88e78_pdf#.
14. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. Am J Respir Crit Care Med 2002; 166: 111-7.

15. Kamontip Harnphadungkit. 6-Minute Walk Test. J Thai Rehabil Med 2014; 24: 1-4.

16. Albouaini K, Egred M, Alahmar A, Wright DJ. Cardiopulmonary exercise testing and its application. Postgrad Med J 2007; 83: 675-82.

17. Rikli RE, Jones CJ. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. J Aging Phys Act 1999; 7: 129-61.

18. Alosco ML, Spitznagel MB, Raz N, Cohen R, Sweet LH, Colbert LH, et al. The 2-minute step test is independently associated with cognitive function in older adults with heart failure. Aging Clin Exp Res. 2012; 24: 468-74.

19. Wegrzynowska-Teodorczyk K, Mozdzanowska D, Josiak K, Siennicka A, Nowakowska K, Banasiak W, et al. Could the two-minute step test be an alternative to the six-minute walk test for patients with systolic heart failure? Eur J Prev Cardiol 2016; 23: 1307-13.

20. Pandey A, Park BD, Ayers C, Das SR, Lakoski S, Matulevicius S, et al. Determinants of racial/ethnic differences in cardiorespiratory fitness (from the Dallas Heart Study). Am J Cardiol 2016; 118: 499-503.

21. Poh H, Eastwood PR, Cecins NM, Ho KT, Jenkins SC. Six-minute walk distance in healthy Singaporean adults cannot be predicted using reference equations derived from Caucasian populations. Respirology 2006; 11: 211-6.

22. McPhee JS, French DP, Jackson D, Nazroo J, Pendleton N, Degens H. Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty. Biogerontology 2016; 17: 567-80.

23. Silva NA, Menezes TNd. Functional capacity and its association with age and sex in an elderly population. Braz J Kinathrop Hum Perform 2014; 16: 359-70.

24. Jakovljevic DG. Physical activity and cardiovascular aging: Physiological and molecular insights. Exp Gerontol 2017; 109: 67-74.

25. Maranhão Neto GA, de Leon AP, Lira VA, Farinatti PTV. Assessment of cardiorespiratory fitness without exercise in elderly men with chronic cardiovascular and metabolic diseases. J Aging Res 2012; 2012: 518045.

26. Blair SN, Sallis RE, Hutber A, Archer E. Exercise therapy - the public health message. Scand J Med Sci Sports 2012; 22: 24-8.

27. Knight JA. Physical inactivity: associated diseases and disorders. Ann Clin Lab Sci 2012; 42: 320-37.

28. Milanovic Z, Pantelic S, Trajkovic N, Sporis G, Kostic R, James N. Age-related decrease in physical activity and functional fitness among elderly men and women. Clin Interv Aging 2013; 8: 549-56.

29. Purkiss S, Huckell VF. Cardiovascular physiology: similarities and differences between healthy women and men. J Obstet Gynaecol Can 1997;19: 853-9.

SMJ