นิพนธ์ต้นฉบับ ▪ Original Article

ปัจจัยที่มีผลต่อระยะทางที่ได้จากการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้วยการเดิน 6 นาที ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือดหลังจำหน่ายออกจากศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

มนตรี ยาสุด[1*], เบญจา ทรงแสงฤทธิ์[1], พจีมาศ กิตติปัญญางาม[2]

[1]ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[2]ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Factors Affecting Distance of 6-Minute Walk Test in Post Cardiovascular Surgery Patients after Discharge at Queen Sirikit Heart Center of the Northeast

Montri Yasud[1*], Benja Songsaengrit[1], Pajeemas Kittipanya-ngam[2]

[1]Queen Sirikit Heart Center of the Northeast, Faculty of Medicine, Khon Kaen University

[2]Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Faculty of Medicine, Khon Kaen University

Received: 29 April 2020

Accepted: 4 August 2020

หลักการและวัตถุประสงค์: การทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที (6-minute walk test: 6MWT) สามารถทำได้ง่ายและเป็นที่นิยม เพื่อวางแผนการฟื้นฟูหัวใจ ประเมินความสามารถการออกกำลังกาย ติดตามการรักษา และพยากรณ์โรค โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะทางการทดสอบการเดิน 6 นาที (6-minute walk distance: 6MWD) มีความหลากหลาย การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อ 6MWD ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือดหลังจำหน่ายออกจากศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

วิธีการศึกษา: เก็บข้อมูลและตัวแปรที่สนใจจากเวชระเบียนผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือดที่มาติดตามการรักษาครั้งแรกหลังจำหน่ายออกจากโรงพยาบาล ระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม 2560 ถึง 30 เมษายน 2561 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน

ผลการศึกษา: กลุ่มตัวอย่าง 153 ราย มีค่า 6MWD 276.05 ± 74.43 เมตร ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับ 6MWD ได้แก่ อายุ เพศ ส่วนสูง อัตราการเต้นหัวใจสูงสุดระหว่างทดสอบ และระดับความรู้สึกเหนื่อยก่อนทดสอบ โดยปัจจัยที่ร่วมกันพยากรณ์ 6MWD (r^2 = 0.288, $p < 0.001$) ได้แก่ อายุ เพศ และระดับความรู้สึกเหนื่อยก่อนทดสอบ

สรุป: ปัจจัยที่ร่วมกันพยากรณ์ 6MWD ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือดหลังจำหน่ายออกจากศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาค

Background and objective: The 6-minute walk test (6MWT) is a popular, practical and straightforward test that widely used to guide a cardiac rehabilitation program and assess exercise tolerance, therapeutic effect and prognosis. 6-minute walk distance (6MWD) varies with different factors. This research aimed to study the factors that affect 6MWD in post-cardiovascular surgery patients after discharge at Queen Sirikit Heart Center of the Northeast.

Methods: Data and attractive factors collected from the medical records of the post-cardiovascular surgery patients during their first follow-up after discharge from Queen Sirikit Heart Center of the Northeast from May 1st, 2017 to April 30th, 2018. The statistical analysis applied to mean, standard deviation, correlation coefficient and stepwise multiple regression analysis.

Results: 6MWD mean of 153 subjects was 276.05 ± 74.43 meters. The factors that relate to 6MWD are sex, height, maximum heart rate in the 6MWT, and the rate of perceived exertion before 6MWT. The shared factors in the prediction of 6MWD (r^2 = 0.288, $p < 0.001$) are age, sex, and the rate of perceived exertion before 6MWT.

*Corresponding author : Montri Yasud, Queen Sirikit Heart Center of the Northeast, Faculty of Medicine, Khon Kaen University. E-mail: ymontr@kku.ac.th

ตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ อายุ เพศ และระดับความรู้สึกเหนื่อยก่อนทดสอบ

คำสำคัญ: การทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที; ผ่าตัดหัวใจ; การฟื้นฟูหัวใจ

Conclusions: The affected factors that could predict 6MWD in post cardiovascular surgery patients discharged from Queen Sirikit Heart Center of the Northeast are age, sex, and the rate of perceived exertion before 6MWT.

Keywords: Six-minute walk test; 6MWT; Cardiac surgery; Cardiac rehabilitation

ศรีนครินทร์เวชสาร 2563; 35(6): 687-693. ● Srinagarind Med J 2020; 35(6): 687-693.

บทนำ

โรคหัวใจและหลอดเลือดถือเป็นปัญหาทางสุขภาพที่สำคัญและเป็นสาเหตุการตายอันดับต้น ๆ ในทุกพื้นที่ของโลก[1] รวมถึงประเทศไทยซึ่งพบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2553-2557 มีแนวโน้มของอัตราการเสียชีวิตจากโรคหัวใจขาดเลือดเพิ่มสูงขึ้นจาก 24.07 เป็น 31.84 ต่อแสนประชากร นอกจากนี้ประชากรในกลุ่มอายุ 30-69 ปี ซึ่งถือเป็นการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรยังมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2553 ถึงร้อยละ 19.8[2] การผ่าตัดเพื่อรักษาโรคหัวใจและหลอดเลือดเป็นอีกหนึ่งวิธีการรักษาที่มีความเสี่ยงสูงแต่มีความจำเป็นต้องเลือกใช้ในผู้ป่วยที่มีข้อบ่งชี้ การฟื้นฟูหัวใจภายหลังการผ่าตัดจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือด โดยเฉพาะในผู้ป่วยหลังผ่าตัดทำทางเบี่ยงหลอดเลือดหัวใจ ซึ่ง American Heart Association (AHA) แนะนำว่าควรได้รับโปรแกรมฟื้นฟูหัวใจหลังผ่าตัดทุกราย[3] ทั้งนี้เพราะการฟื้นฟูหัวใจนั้นก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ป่วยหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านการลดอัตราการเสียชีวิต[4] โดยเฉพาะในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจตีบที่ได้รับการฟื้นฟูหัวใจนั้นจะสามารถลดอัตราการเสียชีวิตได้ถึงร้อยละ 21 ถึง 34[5] รวมถึงการส่งเสริมให้มีการเคลื่อนไหวร่างกาย และการออกกำลังกายภายหลังการผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือด ยังสามารถช่วยป้องกันภาวะแทรกซ้อนจากการนอนนาน เช่น ภาวะปอดแฟบ หรือปอดอักเสบติดเชื้อเนื่องจากเสมหะคั่ง เพิ่มความสามารถในการทำกิจกรรม รวมทั้งลดระยะเวลาในการนอนโรงพยาบาลได้[6] นอกจากนี้การฟื้นฟูหัวใจยังช่วยส่งเสริมให้ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นทั้งในกลุ่มโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ[7] และกลุ่มโรคลิ้นหัวใจ[8] ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการที่ผู้ป่วยมีสมรรถภาพทางกายดีขึ้น สามารถกลับไปทำงาน และใช้ชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

งานเวชศาสตร์ฟื้นฟูหัวใจ ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นหน่วยงานที่ให้บริการฟื้นฟูผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือดครบวงจร โดยเฉพาะในผู้ป่วยหลังผ่าตัดซึ่งเป็นกลุ่มที่ต้องมีการติดตามการฟื้นฟูหัวใจอย่างต่อเนื่อง จึงได้กำหนดให้มีการประเมินสมรรถภาพทางกาย โดยใช้การทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที (6-minute walk test: 6MWT) ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือดทุกรายที่มาติดตามการรักษาตามนัดครั้งแรกหลังจำหน่ายออกจากโรงพยาบาล ซึ่งการทดสอบ 6MWT นั้นเป็นการทดสอบที่ง่าย ประหยัด ใช้อุปกรณ์น้อย และมีแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจน[9] จึงสามารถประยุกต์ใช้ทางคลินิกได้ง่าย โดยเฉพาะการนำมาใช้ในการประเมินผู้ป่วยภายหลังการผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือด[10,11] รวมทั้งสามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์โรค โดยการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจล้มเหลวเรื้อรัง (chronic heart failure) ผู้ป่วยที่ใส่เครื่องช่วยการไหลเวียนเลือดของหัวใจห้องล่างซ้าย (left ventricular assist device) รวมถึงผู้ป่วยสูงอายุหลังผ่าตัดทำทางเบี่ยงหลอดเลือดหัวใจ (coronary artery bypass graft) ที่มีระยะทางได้จากการทดสอบด้วย 6MWD น้อยกว่า 300 เมตร จะมีความสัมพันธ์กับอัตราการเสียชีวิตที่เพิ่มขึ้น[12-14] ดังนั้นจึงนิยมนำค่า 6MWD มาใช้เป็นตัวชี้วัดสำคัญในการดูแลผู้ป่วยทางคลินิก อีกทั้งระยะทางที่ได้จากการทดสอบ การตอบสนองของสัญญาณชีพ และอาการของผู้ป่วย ยังสามารถนำมาใช้ในการวางแผนการฟื้นฟูหัวใจ และปรับรูปแบบการออกกำลังกายได้อย่างเหมาะสม[15,16] ทั้งนี้จากการศึกษาที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อระยะทางการเดินนั้นมีความแตกต่างกันไป ไม่ว่าจะเป็น เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และโรคร่วมต่างๆ เช่น เบาหวาน โรคหลอดเลือดสมอง โรคหลอดเลือดส่วนปลาย โรคปอดอุดกั้นเรื้องรัง เป็นต้น[9,11] รวมถึงชนิดของการผ่าตัด ระยะเวลาในการใช้เครื่องหัวใจและปอดเทียม ความสามารถในการทำกิจกรรม และค่าดัชนีมวลกาย ล้วนส่งผลต่อระยะทางที่ได้จากการทดสอบ 6MWT เช่นกัน[17]

จากการศึกษาการทดสอบ 6MWT ในผู้สูงอายุไทยภายหลังการผ่าตัดหัวใจ ณ ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามีระยะทางการเดินเฉลี่ยจากการทดสอบ 209.7 เมตร และปัจจัยที่มีผลกับระยะทางในการเดินทดสอบ ได้แก่ อายุ เพศ ชนิดการผ่าตัด และระดับความเสี่ยงของการฟื้นฟูหัวใจ อย่างไรก็ตามการศึกษาดังกล่าวยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับความยาวของทางเดินในการทดสอบที่สั้นเกินไป เนื่องจากใช้ความยาวของทางเดินในการทดสอบเพียง 10 เมตร จากความยาวของทางเดินที่แนะนำเป็นมาตรฐานคือ 30 เมตร[9] และไม่ครอบคลุมในผู้ป่วยกลุ่มอายุน้อยกว่า 60 ปี[18] รวมถึงยังมีปัจจัยอื่นในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือดที่อาจส่งผลต่อระยะทางได้จากการทดสอบ 6MWD และควรต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม เช่น ความสามารถในการบีบตัวของหัวใจก่อนผ่าตัด โรคร่วม อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก และอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดในการทดสอบ เป็นต้น ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อระยะทางที่ได้จากการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้วย 6MWD ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือดหลังจำหน่ายออกจากศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ

เปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อ 6MWD ของผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือดหลังจำหน่ายออกจากศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่มีระยะทางจากการเดินทดสอบน้อยกว่าและมากกว่าหรือเท่ากับ 300 เมตร ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำไปสู่การวางแผนการฟื้นฟูหัวใจ และติดตามผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือดทางคลินิกต่อไป

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบย้อนหลังในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง (retrospective cross-sectional study) ซึ่งได้มีการกำหนดช่วงเวลาในการศึกษาตั้งแต่วันที่ 1 พฤษภาคม พ.ศ. 2560 ถึง 30 เมษายน พ.ศ 2561 โดยมีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาในกลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือดที่มาติดตามการรักษาตามนัดครั้งแรกหลังจำหน่ายออกจากศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ วันที่ 1 พฤษภาคม พ.ศ. 2560 ถึง 30 เมษายน พ.ศ 2561 จำนวน 153 ราย[19]

โดยมีเกณฑ์การคัดเข้า ได้แก่ ผู้ป่วยหลังผ่าตัดทางเบี่ยงหลอดเลือดหัวใจ หรือผ่าตัดลิ้นหัวใจ ที่มาติดตามการรักษาตามนัดครั้งแรกหลังจำหน่าย และได้รับการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้วย 6MWT เกณฑ์การคัดออก ได้แก่ ผู้ป่วยที่ไม่สามารถเดินทดสอบได้ครบ 6 นาที ผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านจิตเวชหรือการสื่อสาร ผู้ป่วยที่มีปัญหาทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อหรือระบบประสาทที่ส่งผลต่อความสามารถในการเดิน รวมทั้งผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะเกิดขึ้นระหว่างการทดสอบ ได้แก่ ventricular tachycardia (VT) ventricular fibrillation (VF) supraventricular tachycardia (SVT) second degree atrioventricular block (AVB) mobitz II ขึ้นไป รวมถึง frequent premature ventricular contraction (PVCs) โดยสังเกตจากการติดตามคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG telemetry monitoring) ตลอดเวลาที่ทำการทดสอบ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดสอบด้วย 6MWT จากเวชระเบียนและระบบคอมพิวเตอร์ของโรงพยาบาล โดยการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบของ American Thoracic Society (ATS)[9] ภายใต้การควบคุมของนักกายภาพบำบัดหรือแพทย์ที่มีประสบการณ์มากกว่า 2 ปี ซึ่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมประกอบด้วย ระยะทางที่ได้จากการทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง โรคร่วม ชนิดการผ่าตัด ระดับความเสี่ยงของการฟื้นฟูหัวใจที่อ้างอิงจาก American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation (AACVPR) ค่าความสามารถในการบีบตัวของหัวใจก่อนผ่าตัด อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักและอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดในการทดสอบ ระดับความรู้สึกเหนื่อยก่อนการทดสอบและระดับความรู้สึกเหนื่อยสูงสุดหลังการทดสอบ (สเกล 6-20) โดยเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่วันที่ 1 พฤษภาคม พ.ศ. 2560 ถึง 30 เมษายน พ.ศ. 2561 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้ จากนั้นทำการระบุรหัสชุดข้อมูล และบันทึกข้อมูลที่ได้ลงคอมพิวเตอร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะถูกนำมาวิเคราะห์ท่างสถิติ ได้แก่ ทำการทดสอบลักษณะการแจกแจงของข้อมูลโดยใช้ Kolmogorov-Smirnov test ใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ประกอบด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่เดินได้จากการทดสอบของแต่ละกลุ่มเพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง โรคร่วม ชนิดการผ่าตัด ระดับความเสี่ยงของการฟื้นฟูหัวใจ ค่าความสามารถในการบีบตัวของหัวใจก่อนผ่าตัด อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก และอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดในการทดสอบ รวมถึงระดับความรู้สึกเหนื่อยก่อนการทดสอบและระดับความรู้สึกเหนื่อยสูงสุดหลังการทดสอบ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) และหาปัจจัยที่มีผลต่อระยะทางที่ผู้ป่วยเดินได้ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (stepwise multiple linear regression analysis) รวมถึงเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อ 6MWD ในกลุ่มผู้ป่วยที่มีระยะทางจากการเดินทดสอบน้อยกว่า และมากกว่าหรือเท่ากับ 300 เมตร โดยใช้ independent t-test หรือ chi-square test ซึ่งการศึกษานี้กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ข้อพิจารณาด้านจริยธรรม

โครงการวิจัยได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่โครงการ HE 611310 โดยยึดหลักเกณฑ์ตามคำประกาศเฮลซิงกิ (declaration of Helsinki) และแนวทางการปฏิบัติการวิจัยที่ดี (ICH GCP)

ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาจำนวน 153 ราย เป็นเพศชายร้อยละ 60.1 อายุเฉลี่ย 55.28 ± 11.43 ปี ผ่าตัดทำทางเบี่ยงหลอดเลือดหัวใจ (CABG) ร้อยละ 46.4 เป็นเบาหวาน ร้อยละ 36.1 จัดอยู่ในกลุ่มเสี่ยงต่ำ ร้อยละ 71.9 ค่าความสามารถในการบีบตัวของหัวใจก่อนผ่าตัดร้อยละ 56.16±15.08 ระยะทางเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบด้วย 6MWD 276.05 ± 74.43 เมตร โดยข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ (ตารางที่ 1)

ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษากับ 6MWD

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับ 6MWD ได้แก่ เพศ ($r = 0.307$, $p < 0.001$) อายุ ($r = -0.383$, $p < 0.001$) ส่วนสูง ($r = 0.240$, $p = 0.003$) อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดในการทดสอบ ($r = 0.172$, $p = 0.034$) และระดับความรู้สึกเหนื่อยก่อนทดสอบ ($r = -0.239$, $p = 0.003$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย (S.D.)
เพศชาย	92 (60.1)	
อายุ (ปี)		
น้อยกว่า 20	2 (1.3)	55.28
20-40	9 (5.9)	(11.43)
40-60	90 (58.8)	
มากกว่า 60	52 (34)	
น้ำหนัก (กิโลกรัม)		61.05 (11.88)
ส่วนสูง (เซนติเมตร)		161.61 (7.30)
โรคร่วม		
เบาหวาน (Diabetes Mellitus)	40 (36.1)	
ความดันโลหิตสูง (Hypertension)	44 (28.8)	
ไขมันในเลือดสูง (Dyslipidemia)	17 (11.1)	
ชนิดการผ่าตัด		
ผ่าตัดทำทางเบี่ยงหลอดเลือดหัวใจ (CABG)	71 (46.4)	
ผ่าตัดลิ้นหัวใจ (Valve surgery)	82 (53.6)	
ระดับความเสี่ยงของการฟื้นฟูหัวใจ		
เสี่ยงต่ำ (Low risk)	110 (71.9)	
เสี่ยงปานกลาง (Moderate risk)	18 (11.8)	
เสี่ยงสูง (High risk)	25 (16.3)	
ค่าความสามารถในการบีบตัวของหัวใจก่อนผ่าตัด (EF) (ร้อยละ)		56.16 (15.08)
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (HRrest) (ครั้งต่อนาที)		87.97 (12.07)
อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดในการทดสอบ (HRmax) (ครั้งต่อนาที)		100.28 (14.88)
ระดับความรู้สึกเหนื่อยก่อนทดสอบ (RPErest) (คะแนน)		7.58 (1.65)
ระดับความรู้สึกเหนื่อยสูงสุดหลังทดสอบ (RPEmax) (คะแนน)		10.24 (2.13)
ระยะทางที่ได้จากการทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที (6MWD) (เมตร)		276.05 (74.43)

CABG: Coronary Artery Bypass Graft; EF: Ejection Fraction; HR-rest: Resting Heart Rate; HRmax: Maximum Heart Rate; RPErest: Resting Rating of Perceived Exertion before 6MWT; RPEmax: Maximum Rating of Perceived Exertion after 6MWT; 6MWT: Six-Minute Walk Test; 6MWD: Six-Minute Walk Distance

ปัจจัยที่มีผลต่อ 6MWD

จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอนพบว่าปัจจัยที่สามารถร่วมกันพยากรณ์ 6MWD (r^2 = 0.288, p < 0.001) ได้แก่ อายุ (B = -2.574, p < 0.001) เพศ (B = 45.045, p < 0.001) และระดับความรู้สึกเหนื่อยก่อนทดสอบ (B = -8.557, p = 0.008) โดยได้สมการในการทำนาย 6MWD ดังต่อไปนี้ “ระยะทางที่ได้จากการทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที = 456 + อายุ (-2.574) + เพศ (45.045) + ระดับความรู้สึกเหนื่อยก่อนการทดสอบ (-8.557)” โดย เพศชาย = 1 หญิง = 0 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษากับระยะทางที่ได้จากการทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์	6MWD		
	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)	p-value	ระดับความสัมพันธ์
เพศ	0.307	<0.001	ปานกลาง
อายุ	-0.383	<0.001	ปานกลาง
ส่วนสูง	0.240	0.003	ต่ำ
อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดในการทดสอบ	0.172	0.034	ต่ำ
ระดับความรู้สึกเหนื่อยก่อนทดสอบ	-0.239	0.003	ต่ำ

เกณฑ์การแบ่งระดับความสัมพันธ์20 r = 0: ไม่มีความสัมพันธ์; r ± 0.01 ถึง ± 0.30: มีความสัมพันธ์ต่ำ; r ± 0.31 ถึง ± 0.70: มีความสัมพันธ์ปานกลาง; r ± 0.71 ถึง ± 0.99: มีความสัมพันธ์สูง; r ± 1: มีความสัมพันธ์สูงมาก

ปัจจัยที่ส่งผลต่อ 6MWD ในผู้ป่วยที่มีระยะทางจากการเดินทดสอบน้อยกว่าและมากกว่าหรือเท่ากับ 300 เมตร

ผู้ป่วยร้อยละ 41.18 มีค่า 6MWD เท่ากับ 300 เมตร โดยปัจจัยที่ส่งผลให้ผู้ป่วยเดินได้ระยะทางมากกว่าหรือเท่ากับ 300 เมตร ได้แก่ เพศ (p < 0.001) อายุ (p < 0.001) ส่วนสูง (p < 0.001) อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดในการทดสอบ (p = 0.013) และระดับความรู้สึกเหนื่อยก่อนทดสอบ (p = 0.039) (ตารางที่ 4)

วิจารณ์

การทดสอบ 6MWT นั้นเป็นการทดสอบที่ง่าย ประหยัด ใช้อุปกรณ์น้อย และมีแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจน[9] จึงสามารถประยุกต์ใช้ทางคลินิกได้ง่าย โดยเฉพาะการนำมาใช้ในการประเมินผู้ป่วยภายหลังการผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือด[10,11]

ระยะทางเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบ 6MWD จากการศึกษาครั้งนี้ น้อยกว่าการศึกษาของ Fiorina และคณะ ซึ่งพบว่าระยะทางเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบ 6MWD ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือดเท่ากับ 304 ± 89 เมตร[11] แต่มากกว่าการศึกษาของศูนย์หัวใจสิริกิติ์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ผ่านมา ซึ่งพบว่า 6MWD เท่ากับ 209.7 ± 78.9 เมตร[18] ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการศึกษาที่ผ่านมาของศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ ได้ศึกษาเฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุ อีกทั้งทางเดินที่ใช้ทดสอบสั้นเพียง 10 เมตร โดย American Thoracic Society (ATS)[9] ได้แนะนำว่าทางเดินที่ใช้ในการทดสอบควรมีความยาว 30 เมตร ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้

ตารางที่ 3 ค่าสถิติการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอนของปัจจัยที่มีผลต่อระยะทางที่ได้จากการทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที

ปัจจัยที่มีผล	B	Beta	t	p-value	r	r^2
อายุ	-2.574	-.395	-5.712	<0.001	0.383	0.147
เพศ	45.045	.297	4.247	<0.001	0.503	0.253
ระดับความรู้สึกเหนื่อยก่อนทดสอบ	-8.557	-.190	-2.711	0.008	0.537	0.288
ค่าคงที่ 456, F = 20.091, p < 0.001						

ตารางที่ 4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะทางที่ได้จากการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้วยการเดิน 6 นาที ในผู้ป่วยที่มีระยะทางจากการเดินทดสอบน้อยกว่า และมากกว่าหรือเท่ากับ 300 เมตร

ปัจจัยที่ศึกษา	6MWD < 300 m (n= 90) จำนวน (ร้อยละ)	6MWD ≥ 300 m (n= 63) จำนวน (ร้อยละ)	p-value
เพศชาย	40 (44.4)	52 (82.5)	<0.001**
อายุ [ปี mean (S.D.)]	58.23 (9.40)	51.06 (12.76)	<0.001**
น้ำหนัก [กิโลกรัม mean (S.D.)]	59.56 (12.11)	63.18 (11.30)	0.063
ส่วนสูง [เซนติเมตร mean (S.D.)]	159.90 (7.45)	164.06 (6.38)	<0.001**
โรคร่วม			
เบาหวาน (Diabetes Mellitus)	26 (28.9)	14 (22.2)	0.455
ความดันโลหิตสูง (Hypertension)	30 (33.3)	14 (22.2)	0.15
ไขมันในเลือดสูง (Dyslipidemia)	11 (12.2)	6 (9.5)	0.795
ชนิดการผ่าตัด			
ผ่าตัดทำทางเบี่ยงหลอดเลือดหัวใจ (CABG)	42 (46.7)	29 (46.0)	0.938
ผ่าตัดลิ้นหัวใจ (Valve surgery)	48 (53.3)	34 (54.0)	
ระดับความเสี่ยงของการฟื้นฟูหัวใจ			0.44
เสี่ยงต่ำ (Low risk)	66 (73.4)	44 (69.84)	
เสี่ยงปานกลาง (Moderate risk)	12 (13.3)	6 (9.52)	
เสี่ยงสูง (High risk)	12 (13.3)	13 (20.64)	
ค่าความสามารถในการบีบตัวของหัวใจก่อนผ่าตัด (EF) [ร้อยละ mean (S.D.)]	57.16 (15.18)	54.74 (14.94)	0.331
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (HRrest) [ครั้งต่อนาที mean (S.D.)]	86.93 (12.77)	89.46 (10.90)	0.203
อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดในการทดสอบ (HRmax) [ครั้งต่อนาที mean (S.D.)]	97.80 (15.27)	103.83 (13.65)	0.013*
ระดับความรู้สึกเหนื่อยก่อนทดสอบ (RPErest) [คะแนน mean (S.D.)]	7.81 (1.75)	7.25 (1.45)	0.039*
ระดับความรู้สึกเหนื่อยสูงสุดหลังทดสอบ (RPEmax) [คะแนน mean (S.D.)]	10.28 (2.19)	10.19 (2.05)	0.804

* p < 0.05, ** p < 0.001; CABG: Coronary Artery Bypass Graft; EF: Ejection Fraction; HRrest: Resting Heart Rate; HRmax: Maximum Heart Rate; RPErest: Resting Rating of Perceived Exertion before 6MWT; RPEmax: Maximum Rating of Perceived Exertion after 6MWT; 6MWT: Six-Minute Walk Test; 6MWD: Six-Minute Walk Distance

มีการปรับทางเดินให้มีระยะทางยาวขึ้นเป็น 15 เมตร แต่ไม่สามารถปรับให้มีความยาวของทางเดินในการทดสอบให้มีความยาวเป็น 30 เมตรได้ เนื่องจากข้อจำกัดด้านสถานที่ในการให้บริการผู้ป่วย รวมถึงข้อจำกัดด้านการรับส่งสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบไร้สาย (ECG telemetry monitoring) ซึ่งต้องติดตามตลอดเวลาที่ทำการทดสอบ อย่างไรก็ตามมีการศึกษาว่าความยาวของทางเดินทดสอบ 15-50 เมตรนั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เป็นการศึกษาในเด็กและวัยรุ่นอายุไม่เกิน 20 ปี[21] ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับ 6MWD จากการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ เพศ อายุ ส่วนสูง ซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ผ่านมา[9, 11, 22, 23] มากไปกว่านั้นการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดในการทดสอบและระดับความรู้สึกเหนื่อยก่อนทดสอบ เป็นอีกสองปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับ 6MWD และยังไม่เคยมีรายงานการศึกษาในผู้ป่วยกลุ่มนี้มาก่อน ทั้งนี้อัตราการ

เต้นของหัวใจและระดับความรู้สึกเหนื่อยเป็นค่าที่ใช้ในการติดตาม ปรับระดับ และกำหนดความหนัก (intensity) ของการออกกำลังกาย โดยอัตราการเต้นของหัวใจและระดับความรู้สึกเหนื่อยจะเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับความหนักของการออกกำลังกาย แต่เนื่องจาก 6MWT เป็นการทดสอบที่ผู้ทดสอบกำหนดความเร็วในการเดินเอง (self-paced walk test) ดังนั้นผู้ป่วยที่มีระดับความเหนื่อยก่อนทดสอบมากจึงอาจจะส่งผลให้ผู้ป่วยเดินช้าลง ทำให้ได้ค่า 6MWD ที่น้อยลง สอดคล้องกับรายงานของ Eston[24] เกี่ยวกับการใช้ระดับความรู้สึกเหนื่อยในการกีฬา ซึ่งพบว่าระดับความรู้สึกเหนื่อยเป็นตัวแปรที่ทำให้ผู้ที่ออกกำลังกายเกิดการคาดคะเนถึงความสามารถในการทำกิจกรรมได้ตั้งแต่เริ่มต้นออกกำลังกาย ซึ่งอธิบายได้ถึงการปรับความเร็วหรือความหนักในการออกกำลังกายให้เหมาะสมกับระดับความรู้สึกเหนื่อยเพื่อให้สามารถออกกำลังกายได้จนสิ้นสุดเวลาที่กำหนด นอกจากนี้ Eston และ Thompson[25] ยังมีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ระดับความรู้สึกเหนื่อยเพื่อทำนายความสามารถสูงสุดในการออกกำลังกาย โดยเป็นการศึกษาในผู้ป่วยที่รับประทานยา atenolol ซึ่งเป็นยาในกลุ่ม beta-blocker แต่การศึกษานี้ไม่ครอบคลุมถึงผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือด

นอกจากนี้การศึกษาครั้งนี้ยังพบว่า โรคร่วม ชนิดการผ่าตัด และระดับความเสี่ยงของการฟื้นฟูหัวใจ ไม่มีความสัมพันธ์กับ 6MWD ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Fiorina และคณะ[11] ซึ่งพบว่า โรคร่วม และชนิดการผ่าตัดเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับ 6MWD รวมถึงการศึกษาที่ผ่านมาของศูนย์หัวใจสิริกิติ์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ[18] ที่พบว่าชนิดการผ่าตัด และระดับความเสี่ยงของการฟื้นฟูหัวใจมีผลต่อ 6MWD อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้วิเคราะห์ถึงจำนวนของโรคร่วมในผู้ป่วยแต่ละราย ส่วนค่าความสามารถในการบีบตัวของหัวใจก่อนผ่าตัดจากการศึกษานี้พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับ 6MWD ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Fiorina และคณะ[11] ที่พบว่าค่าความสามารถในการบีบตัวของหัวใจไม่มีความสัมพันธ์กับ 6MWD

จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอนในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ปัจจัยที่สามารถร่วมกันพยากรณ์ 6MWD ได้แก่ อายุ เพศ และระดับความรู้สึกเหนื่อยก่อนทดสอบ โดยมีทั้งส่วนที่สอดคล้องและแตกต่างกับการศึกษาที่ผ่านมาของศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ[18] ซึ่งพบว่าปัจจัยที่สามารถร่วมกันพยากรณ์ 6MWD ในผู้ป่วยสูงอายุหลังผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือด ได้แก่ อายุ เพศ ชนิดการผ่าตัด และระดับความเสี่ยงของการฟื้นฟูหัวใจ รวมถึงการศึกษาของ Oliveira และคณะ[17] ที่ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อ 6MWD ในผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจก่อนจำหน่ายออกจากโรงพยาบาล ซึ่งพบว่าปัจจัยที่สามารถร่วมกันพยากรณ์ 6MWD ได้แก่ ชนิดการผ่าตัด ระยะเวลาในการใช้ cardiopulmonary bypass ค่าคะแนนรวมของ functional independence measure (FIM) และค่าดัชนีมวลกาย

การศึกษาครั้งนี้พบว่า ผู้ป่วยร้อยละ 41.18 มีระยะทางจากการเดินทดสอบมากกว่าหรือเท่ากับ 300 เมตร โดยปัจจัยที่ส่งผลให้ผู้ป่วยเดินได้ระยะทางมากกว่าหรือเท่ากับ 300 เมตร ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ เพศ อายุ ส่วนสูง อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดในการทดสอบ และระดับความรู้สึกเหนื่อยก่อนทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Fiorina และคณะ[11] ซึ่งพบว่าผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือดร้อยละ 41 มีระยะทางจากการเดินทดสอบ 301 เมตรขึ้นไป และระยะทางที่ได้มีความสัมพันธ์กับอายุและเพศของผู้ป่วย ทั้งนี้จากการศึกษาของ Cacciatore และคณะ[14] พบว่าผู้ป่วยสูงอายุหลังผ่าตัดทำทางเบี่ยงหลอดเลือดหัวใจที่มีค่า 6MWD มากกว่าหรือเท่ากับ 300 เมตร มีผลในการลดอัตราการตาย ดังนั้นการออกแบบการฟื้นฟูหัวใจที่เหมาะสม รวมถึงการกำหนดและติดตามตัวชี้วัดด้านการฟื้นฟูหัวใจอย่างต่อเนื่องจะช่วยให้ผู้ป่วยได้รับประโยชน์มากยิ่งขึ้น

ผลการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงปัจจัยที่มีผลต่อระยะทางที่ได้จากการทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที ทั้งในแง่ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ อายุและเพศ รวมถึงปัจจัยที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายนั่นคือระดับความรู้สึกเหนื่อยก่อนทดสอบ ดังนั้นการสอบถามระดับความรู้สึกเหนื่อยก่อนทดสอบจึงเป็นสิ่งที่ผู้ควบคุมการทดสอบควรให้ความสำคัญ นอกจากนี้ยังสะท้อนให้เห็นถึงความปลอดภัยของการทดสอบด้วย 6MWD ผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือดที่มาติดตามการรักษาครั้งแรกหลังจำหน่ายออกจากโรงพยาบาล เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ไม่พบผู้ป่วยที่มีภาวะแทรกซ้อนรุนแรงระหว่างทดสอบ เช่น หมดสติ หัวใจหยุดเต้น กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด เฉียบพลัน หรือเสียชีวิต เป็นต้น อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้มีข้อจำกัด คือ กลุ่มประชากรที่ศึกษายังไม่ครอบคลุมผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดแก้ไขภาวะหัวใจพิการแต่กำเนิด รวมถึงยังไม่มีการเปรียบเทียบให้เห็นถึงผลของการฟื้นฟูหัวใจ หรือความเกี่ยวข้องระหว่างระยะทางที่ได้จากการทดสอบด้วย 6MWD กับคุณภาพชีวิตภายหลังจำหน่ายออกจากโรงพยาบาล

สรุป

ปัจจัยที่มีผลและสามารถร่วมกันพยากรณ์ระยะทางที่ได้จากการทดสอบด้วย 6MWD ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือดหลังจำหน่ายออกจากศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ อายุ เพศ และระดับความรู้สึกเหนื่อยก่อนทดสอบ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ บุคลากรงานเวชศาสตร์ฟื้นฟูหัวใจ รวมถึงบุคลากรห้องตรวจศัลยกรรม งานการพยาบาลผู้ป่วยนอก และศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่สนับสนุนการทำโครงการวิจัยจนสำเร็จและบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

เอกสารอ้างอิง

1. Roth GA, Johnson C, Abajobir A, Abd-Allah F, Abera SF, Abyu G, et al. Global, regional, and national burden of cardiovascular diseases for 10 causes, 1990 to 2015. J Am Coll Cardiol 2017; 70: 1-25.

2. Srivanichakorn S. Morbidity and mortality situation of non-communicable diseases (diabetes type 2 and cardiovascular diseases) in Thailand during 2010-2014. Disease Control Journal 2017; 43: 379-390.

3. Kulik A, Ruel M, Jneid H, Ferguson TB, Hiratzka LF, Ikonomidis JS, et al. Secondary prevention after coronary artery bypass graft surgery: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation 2015; 131: 927-964.

4. Goel K, Lennon RJ, Tilbury RT, Squires RW, Thomas RJ. Impact of cardiac rehabilitation on mortality and cardiovascular events after percutaneous coronary intervention in the community. Circulation 2011; 123: 2344-2352.

5. Suaya JA, Stason WB, Ades PA, Normand SL, Shepard DS. Cardiac rehabilitation and survival in older coronary patients. J Am Coll Cardiol 2009; 54: 25-33.

6. Santos PM, Ricci NA, Suster ÉA, Paisani DM, Chiavegato LD. Effects of early mobilisation in patients after cardiac surgery: a systematic review. Physiotherapy 2017; 103: 1–12.

7. Shepherd CW, While AE. Cardiac rehabilitation and quality of life: A systematic review. Int J Nurs Stud 2011; 49: 755-771.

8. Ueshima K, Kamata J, Kobayashi N, Saito M, Sato S, Kawazoe K, et al. Effects of exercise training after open heart surgery on quality of life and exercise tolerance in patients with mitral regurgitation or aortic regurgitation. Jpn Heart J 2004; 45: 789-797.

9. American Thoracic Society. ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. Am J Respir Crit Care Med 2002; 166: 111-117.

10. Opasich C, De Feo S, Pinna GD, Furgi G, Pedretti R, Scrutinio D, et al. Distance walked in the 6-minute test soon after cardiac surgery: toward an efficient use in the individual patient. Chest 2004; 126: 1796-1801.

11. Fiorina C, Vizzardi E, Lorusso R, Maggio M, De Cicco G, Nodari S, et al. The 6-min walking test early after cardiac surgery. Reference values and the effects of rehabilitation programme. Eur J Cardiothorac Surg 2007; 32: 724-729.

12. Ingle L, Cleland JG, Clark AL. The relation between repeated 6-minute walk test performance and outcome in patients with chronic heart failure. Ann Phys Rehabil Med 2014; 57: 244-253.

13. Hasin T, Topilsky Y, Kremers WK, Boilson BA, Schirger JA, Edwards BS, et al. Usefulness of the six-minute walk test after continuous axial flow left ventricular device implantation to predict survival. Am J Cardiol 2012; 110: 1322–1328.

14. Cacciatore F, Abete P, Mazzella F, Furgi G, Nicolino A, Longobardi G, et al. Six-minute walking test but not ejection fraction predicts mortality in elderly patients undergoing cardiac rehabilitation following coronary artery bypass grafting. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil 2012; 19: 1401–1409.

15. La Rovere MT, Pinna GD, Maestri R, Olmetti F, Paganini V, Riccardi G, et al. The 6-minute walking test and all-cause mortality in patients undergoing a post-cardiac surgery rehabilitation program. Eur J Prev Cardiol 2015; 22: 20-26.

16. Bellet RN, Adams L, Morris NR. The 6-minute walk test in outpatient cardiac rehabilitation: validity, reliability and responsiveness-a systematic review. Physiotherapy 2012; 98: 277–286.

17. Oliveira GU, Carvalho VO, de Assis Cacau LP, de Araújo Filho AA, de Cerqueira Neto ML, da Silva WM, et al. Determinants of distance walked during the six-minute walk test in patients undergoing cardiac surgery at hospital discharge. J Cardiothorac Surg 2014; 9: 1-6.

18. Kittipanya-ngam P, Yasud M. Six-minute walk test in Thai cardiac-surgery elderly at Queen Sirikit Heart Center of the Northeast. Srinagarind Medical Journal 2020; 35: 161-166.

19. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd Ed. Hillsdale: Lawrence Erlebaum; 1988.

20. Elifson KW, Runyon RP, Haber A. Fundamentals of social statistics. New York: McGraw-Hill; 1990.

21. Cacau LD, Santana-Filho VJ, Maynard LG, Gomes Neto M, Fernandes M, Carvalho VO. Reference values for the six-minute walk test in healthy children and adolescents: a systematic review. Braz J Cardiov Surg 2016; 31: 381-388.

22. Enright PL, Sherrill DL. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. Am J Respir Crit Care Med 1998; 158: 1384-1387.

23. Casanova C, Celli BR, Barria P, Casas A, Cote C, De Torres JP, et al. The 6-min walk distance in healthy subjects: reference standards from seven countries. Eur Respir J 2011; 37: 150–156.

24. Eston R. Use of ratings of perceived exertion in sports. Int J Sports Physiol Perform 2012; 7: 175-182.

25. Eston RG, Thompson M. Use of ratings of perceived exertion for prediction of maximal exercise levels and exercise prescription in patients receiving atenolol. Br J Sports Med 1997; 31: 114–119.

SMJ