



วันที่รับบทความ : 23/03/2565
วันแก้ไขบทความ : 17/06/2565
วันที่ตอบรับบทความ : 22/06/2565

วารสารสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

Journal of Allied Health Sciences Suan Sunandha Rajabhat University

การศึกษา Heart rate recovery period จากการทดสอบสมรรถภาพหัวใจ ด้วยการเดินสายพานในกลุ่มตัวอย่างเด็กอายุ 10 – 15 ปี ที่มีผลตรวจ Echocardiogram ปกติ

อุเทน บุญมี

สาขาวิชาโรคหัวใจ ภาควิชากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

E-mail: utan_bunmee@hotmail.com

บทคัดย่อ

ระยะ Heart rate recovery period คือ ระยะเวลาหลังออกกำลังกายถึงขีดสุดที่ค่าอัตราการเต้นหัวใจ และค่าทางระบบไหลเวียนโลหิต เช่น ความดันโลหิต กลับมาเท่ากับช่วงก่อนออกกำลังกายอีกครั้ง สะท้อนประสิทธิภาพการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดในการปรับสมดุลเข้าสู่ภาวะปกติ โดยผู้ใหญ่ที่มีความผิดปกติจะใช้เวลาฟื้นคืนที่แตกต่างจากคนปกติ แต่ในผู้ป่วยเด็กยังไม่มีการรายงานค่าปกติและยังไม่มีการศึกษา คำนี้อย่างแพร่หลาย จึงสร้างงานวิจัยนี้ขึ้นด้วยการทบทวนผลตรวจ Treadmill Exercise stress test จาก Modified Bruce protocol ย้อนหลังของปี 2560-2562 ทั้งสิ้น 34 ราย อายุ 10-15 ปี ที่มีผลตรวจ Echocardiography ปกติ BMI $20 + 3.5 \text{ kg/m}^2$ เพศชายร้อยละ 64 เพศหญิงร้อยละ 36 วิเคราะห์ความต่างทางสถิติ ด้วย Mann-Whitney U test ผลวิจัยพบว่าในเด็กอายุ 10-15 ปี เมื่อออกแรงถึงขีดสุดเฉลี่ย stage 6 จะมีค่า Recovery period ประมาณ 5.8 ± 1.1 นาที ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ Heart rate recovery period ระหว่างเพศชายกับเพศหญิง (5.90 ± 1.20 vs 5.84 ± 0.97 , P-value 0.855) ระหว่างกลุ่ม BMI น้อยกว่า 18.5 กับกลุ่ม BMI 18.5 ขึ้นไป ($5.98 + 0.99$ vs $5.81 + 1.21$, P-value 0.43) ระหว่างกลุ่มอายุน้อยกว่า 13 ปีกับกลุ่ม 13 ปีขึ้นไป (5.92 ± 1.25 vs 5.86 ± 1.07 , P-value 0.74) และระหว่างกลุ่มที่เดินได้น้อยกว่า Stage 7 กับกลุ่มที่เดินได้ Stage 7 ขึ้นไป (5.75 ± 1.20 vs 6.09 ± 0.90 , P-value 0.46) สรุปว่า เด็กอายุ 10-15 ปี มีค่า Heart rate recovery period ประมาณ 5.8 นาที โดยนาทีที่ 1 อัตราการเต้นหัวใจ จะลดลงร้อยละ 15 ซึ่งสามารถปรับใช้ในทางคลินิกและวิทยาศาสตร์การกีฬา

คำสำคัญ : Heart rate recovery period, ทดสอบสมรรถภาพหัวใจด้วยการเดินสายพาน, เด็ก



The study of Heart rate recovery period from treadmill Exercise stress test in child population 10 – 15 years old with normal Echocardiogram

Uthen Bunmee

Division of Pediatrics Cardiology, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University

E-mail: utan_bunmee@hotmail.com

ABSTRACT

The heart rate recovery period is the duration from peak exercise to after exercise until heart rate and blood pressure return to baseline. This parameter reflects as hemodynamic. The pattern of the heart rate recovery period is specific and different in each age group. However, the data about the heart rate recovery period in children is unclear and scanty. This retrospective research aims to study about characteristics and duration time of the recovery period after the exercise test in 34 children aged 10-15 years who had a normal echocardiogram and underwent Modified Bruce protocol of treadmill exercise stress test. From the report data since 2017-2019 showed the heart rate recovery period about 5.8 ± 1.1 minutes at peak exercise to stage 6. The statistical comparison by Mann Whitney test showed no difference in Heart rate recovery period in males versus females (5.90 ± 1.20 vs 5.84 ± 0.97 , P-value 0.855). BMI under 18.5 versus BMI 18.5 kg/m² above (5.83 ± 1.07 vs 5.98 ± 1.23 , P-value 0.43). Under 13 years old versus over 13 years old (5.92 ± 1.25 vs 5.86 ± 1.07 , P-value 0.74) and not achieved stage 7 group versus achieved stage 7 group (5.75 ± 1.20 vs 6.09 ± 0.90 , P-value 0.46). The conclusion, the children 10- 15 years old was a similar characteristic of the heart rate recovery period by duration about 5.8 minutes and heart rate will decrease 15% at the first minute of recovery. This parameter shows the benefit of assessing and following in clinical and sport science.

Keywords: Heart rate recovery period, Treadmill, Exercise stress test, Child



บทนำ

ระยะเวลาฟื้นคืนของอัตราการเต้นหัวใจ (Heart rate recovery period) คือ ระยะเวลาหลังออกกำลังกายถึงขีดสุดที่อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate; HR) และค่าทางสรีรวิทยาการไหลเวียน เช่น ความดันโลหิต (Blood pressure; BP) กลับมาเท่ากับช่วงก่อนเริ่มต้นก่อนออกกำลังกาย (Resting pre-exercise หรือ Baseline) อีกครั้ง สะท้อนประสิทธิภาพการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดในการปรับสมดุลเข้าสู่ภาวะปกติ โดยผู้ใหญ่ที่มีความผิดปกติ เช่น Ischemic heart disease และ Heart failure จะใช้เวลาฟื้นคืนที่ต่างจากคนปกติทั่วไป¹ ตรงข้ามกับคนปกติที่อัตราการเต้นของหัวใจจะสูงในช่วงออกกำลังกายถึงขีดสุดและจะค่อยๆ ต่ำลงจนเท่ากับระยะก่อนออกกำลังกาย² แต่ในผู้ป่วยเด็กปกติที่อายุ 10-15 ปี ซึ่งเป็นช่วงวัยระดับประถมศึกษาถึงมัธยมศึกษาชั้นนี้ ยังไม่มีการศึกษาอย่างแพร่หลายว่าระยะเวลาดังกล่าวใช้เวลากี่นาที การนำ HR recovery period ไปใช้จึงยังมีข้อจำกัดและไม่แพร่หลายตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากในหน่วยตรวจมีฐานข้อมูลผลตรวจหัวใจเด็กหลากหลายประเภท จากประเด็นปัญหาที่สนใจและข้อมูลที่มีจึงเลือกใช้ผลตรวจสมรรถภาพหัวใจด้วยการเดินสายพาน Modified Bruce protocol^R มาเป็นเครื่องมือ ซึ่งเป็นโหมดการตรวจที่เหมาะสมสำหรับเด็ก ไม่หนักและอันตรายจนเกินไป โดยสายพานจะชันและเร็วขึ้นทุก 3 นาที โดย 3 นาทีเท่ากับ 1 stage ซึ่งในทางเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก และในทางวิทยาศาสตร์การกีฬานั้น Stage 5 = 14 METs, Stage 6 = 17 METs, Stage 7 = 21 METs,

Stage 8 = 24 METs โดย < 3 METs = Low intensity, 3-5.9 METs = Moderate intensity, 6 METs up = High intensity or Vigorous ซึ่ง Metabolic equivalent tasks; METs คือ อัตราการใช้พลังงาน โดย 1 METs เท่ากับใช้พลังงาน 1 เท่าของการนั่งพัก 1, 2, 3 ซึ่งโดยทั่วไปผู้รับการทดสอบจะเดินและวิ่งจนรู้สึกเหนื่อยถึงขีดสุดซึ่งในขณะนั้นหัวใจจะเต้นเร็ว หายใจเร็วและพูดเป็นประโยคไม่ได้จนกระทั่งขอหยุด การหยุดที่ Stage เท่าไรนั้นย่อมขึ้นกับสภาพร่างกายของแต่ละบุคคลทั้งนี้เมื่อพักแล้ว HR ควรกลับลงมาเป็นปกติในเวลาที่เหมาะสม ซึ่งการวิจัยนี้นอกจากต้องการทราบค่าปกติของเวลา recovery period ในเด็กแล้วยังเกิดคำถามว่าเพศที่ต่างกัน ขนาดร่างกายที่ต่างกัน ระยะเดินที่นานต่าง stage กัน และผู้ที่อายุต่างกันจะให้ค่า HR recovery period แตกต่างกันหรือไม่ จึงนำมาสู่การศึกษาวิจัยในครั้งนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาลักษณะและระยะ HR recovery period ของเด็กอายุ 10-15 ปี
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของ HR Recovery period ระหว่างเพศชายกับเพศหญิง
3. เปรียบเทียบความแตกต่างของ HR Recovery period ระหว่างกลุ่มอายุน้อยกว่า 13 ปี กับกลุ่ม 13 ปี ขึ้นไป
4. เปรียบเทียบความแตกต่างของ HR Recovery period ระหว่างกลุ่ม BMI น้อยกว่า 18.5 กับกลุ่ม 18.5 kg/m² ขึ้นไป



5. เปรียบเทียบความแตกต่างของ Recovery period ระหว่างกลุ่มที่เดินได้ Stage น้อยกว่า 7 กับกลุ่ม Stage 7 ขึ้นไป

ระเบียบวิธีวิจัย

ประเภทการวิจัย

ศึกษาวิจัยแบบทบทวนผลตรวจย้อนหลัง (Retrospectively study)

ประชากรและเกณฑ์การคัดเลือก

กลุ่มตัวอย่างวัยเด็ก อายุ 10-15 ปี ทั้งสิ้น 34 ราย โดยคัดเลือกเพียงรายที่ปราศจากโรคหัวใจ ซึ่งมีผล Echocardiogram ปกติ และมีผลตรวจสมรรถภาพหัวใจด้วยการเดินสายพานโดยเฉพาะค่า HR ชัดเจนครบถ้วนระหว่างปี 2560 – 2562 เข้าสู่การวิจัย

วิธีการวิจัย

จากการทบทวนผลตรวจสมรรถภาพหัวใจด้วยการเดินสายพาน (Treadmill exercise stress test หรือ EST) ย้อนหลัง ในฐานข้อมูลภาควิชากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล โดยการทดสอบใช้เครื่องยี่ห้อ GE รุ่น T2100 ด้วย Modified Bruce protocol ที่เพิ่มความชันและความเร็วขึ้นทุก 3 นาที ซึ่งเหมาะสมกับการทดสอบในวัยเด็ก²³ จำนวน Maximum HR จากสูตร Maximum HR = 220 - อายุ หยุดทดสอบเมื่อกลุ่มตัวอย่างรู้สึกเหนื่อยล้านไม่ไหวหรือ

ถึง Target HR ที่คำนวณจาก 80% ของ Maximum HR ระหว่างการตรวจจะมีการบันทึก 12 leads ECG, HR และ Noninvasive blood pressure ตลอดทั้งในระยะ Resting pre exercise, Peak-exercise และ Recovery period หลังจากออกกำลังกายถึงขีดสุดแล้ว แต่การวิจัยนี้มุ่งบันทึก ค่า HR จนกระทั่งค่าเหล่านี้กลับเข้าสู่ลักษณะเท่ากับก่อนเริ่มทดสอบเพื่อยืนยันการเข้าสู่ระยะ Recovery period จับเวลาที่กลุ่มตัวอย่างแต่ละรายใช้ในการ Recovery

สถิติ

นำเสนอข้อมูลประชากรในรูปแบบจำนวน (ร้อยละ) และ Mean \pm SD เปรียบเทียบความแตกต่างของ HR recovery period ระหว่างกลุ่มเพศชายกับเพศหญิง กลุ่มอายุน้อยกว่า 13 ปีกับกลุ่ม 13 ปี ขึ้นไป กลุ่ม BMI น้อยกว่า 18.5 กับกลุ่ม 18.5 kg./m² ขึ้นไป และกลุ่มเดินได้ Stage น้อยกว่า 7 (น้อยกว่า 21 นาที) กับกลุ่ม Stage 7 ขึ้นไป (21 นาทีขึ้นไป) ซึ่งมีการแจกแจงไม่ปกติด้วย Mann-Whitney U test ยอมรับความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P -value < 0.05

จริยธรรมวิจัย

งานวิจัยนี้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล เลขที่ COA. MURA2021/979



ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดง Z-score ของ Heart rate recovery period ในเด็กอายุ 10-15 ปี ที่มีผลตรวจ Echocardiogram ปกติ

Z-score	Recovery period (minute)
+2.1	≥ 8.1
1.6 - 2.0	7.7 – 8.0
1.1 – 1.5	7.1 – 7.6
0.5 – 1.0	6.5 – 7.0
0 – 0.49	5.9 – 6.4
0	5.8
(-0.49) – 0	5.7 – 5.3
(-0.5) – (-1.0)	5.2 – 4.8
(-1.1) – (-1.5)	4.7 – 4.3
(-1.6) – (-2.0)	4.2 – 3.6
-2.1	≤ 3.5

หมายเหตุ : Z – score คือ การเปรียบเทียบค่าที่ได้ห่างจากค่าเฉลี่ยเพียงใด (กำหนดหน่วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

(เครื่องหมาย + หมายถึง มาก และเครื่องหมาย – หมายถึง น้อย)

สีแดง หมายถึง มากเกิน หรือ น้อยเกิน

สีส้ม หมายถึง มาก หรือ น้อย

สีเหลือง หมายถึง ค่อยข้างมาก หรือ ค่อนข้างน้อย

สีเขียว หมายถึง ปกติ



ตารางที่ 2 แสดงลักษณะกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ลักษณะ	จำนวน (ร้อยละ)	Mean \pm SD
เพศ	n = 34	
ชาย	22 (64.7%)	
หญิง	12 (35.2%)	
อายุ (ปี)		12.7 \pm 1.2
น้อยกว่า 13 ปี	11 (32.4%)	
13 ปีขึ้นไป	23 (67.6%)	
BMI (kg./m²)		20 \pm 3.5
น้อยกว่า 18.5	19 (56%)	
18.5 – 24.9 (ปกติ)	14 (41%)	
25 ขึ้นไป	1 (3%)	
Echocardiogram		
Left ventricular ejection fraction; LVEF (%)		62.2 \pm 6.61
Stages (Modified Bruce protocol)*		6.23 \pm 0.85
5	7 (20.5%)	
6	14 (41.0%)	
7	11 (32.3%)	
8	2 (5.8%)	
Heart rate (bpm)		
Resting pre-exercise หรือ Baseline		96 \pm 13
Peak exercise		180 \pm 31
1 minute at recovery		153 \pm 16
Recovery		99 \pm 14
Systolic Blood pressure (mmHg.)		
Resting pre-exercise หรือ Baseline		96 \pm 10.4
Peak exercise		126 \pm 17
Recovery		91 \pm 18

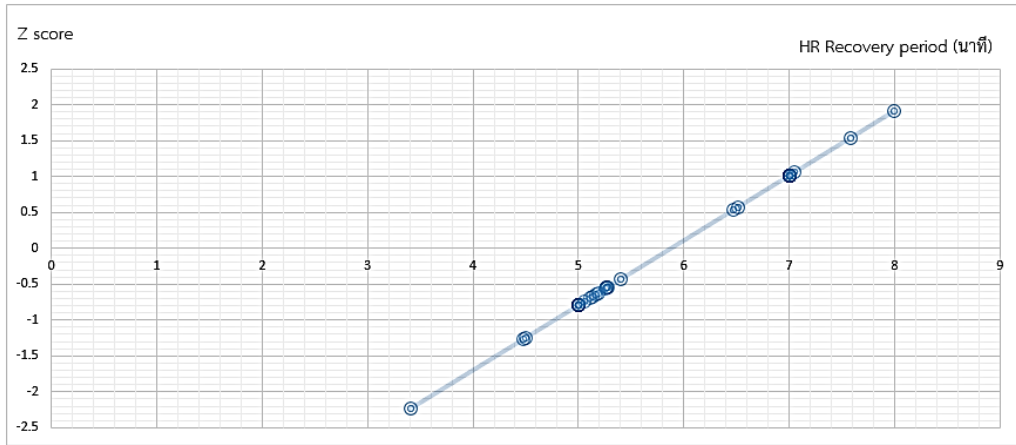


ลักษณะ	จำนวน (ร้อยละ)	Mean \pm SD
Diastolic Blood pressure (mmHg.)		
Resting pre-exercise หรือ Baseline		61 \pm 15
Peak exercise		63 \pm 21
Recovery		53 \pm 12
Recovery period (Minutes)		5.8 \pm 1.1
น้อยกว่า 4.7	1 (3%)	
4.7 – 6.9 (5.8 \pm 1.1)	24 (71%)	
6.9 ขึ้นไป	9 (26%)	

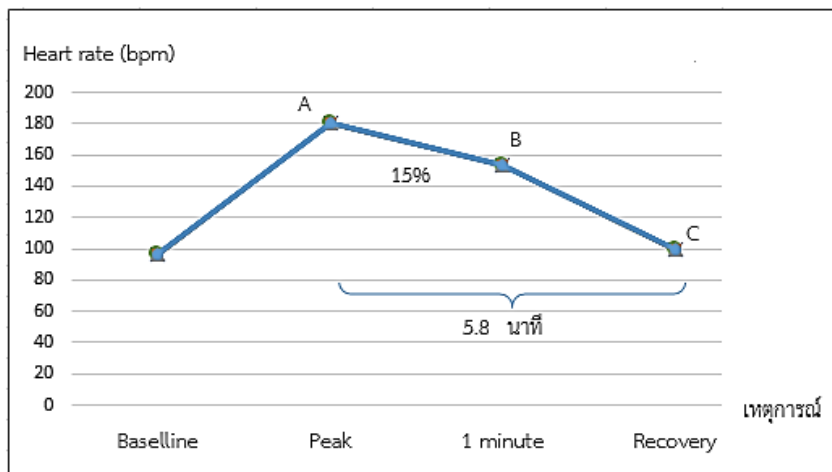
หมายเหตุ : *ในทางเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก และในทางวิทยาศาสตร์การกีฬานั้น Stage 5 = 14 METs, Stage 6 = 17 METs, Stage 7 = 21 METs, Stage 8 = 24 METs โดย < 3 METs = Low intensity, 3-5.9 METs = Moderate intensity, 6 METs up = High intensity or Vigorous (Metabolic equivalent tasks; METs คือ อัตราการใช้พลังงาน โดย 1 METs เท่ากับใช้พลังงาน 1 เท่าของการนั่งพัก)^{1,3}

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบ Heart rate recovery time ของกลุ่มตัวอย่างด้วย Mann-Whitney Test

การเปรียบเทียบ	Recovery period (นาที)		P-value
เพศชาย vs เพศหญิง	5.90 \pm 1.20	5.84 \pm 0.97	0.855
อายุ น้อยกว่า 13 vs อายุ 13 ปีขึ้นไป	5.92 \pm 1.25	5.86 \pm 1.07	0.640
BMI น้อยกว่า 18.5 vs BMI 18.5 kg./m ² ขึ้นไป	5.98 \pm 0.99	5.81 \pm 1.21	0.431
Stage น้อยกว่า 7 vs Stage 7 ขึ้นไป	5.75 \pm 1.20	6.09 \pm 0.90	0.461



ภาพที่ 1 แสดง Z-score ของ Heart rate recovery period ในเด็กอายุ 10 – 15 ปี ที่มีผลตรวจ Echocardiogram ปกติ



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจจากขณะก่อนออกกำลังกายจนถึงขณะออกกำลังกายถึงขีดสุด (A) และ Recovery period (B,C) โดยที่ 1 นาที อัตราการเต้นของหัวใจจะลดลงประมาณร้อยละ 15 จากนั้นประมาณเวลาที่ 5.8 อัตราการเต้นของหัวใจจึงจะกลับเข้าใกล้ค่า Baseline อีกครั้ง (Beat per minute; bpm)



สรุปและอภิปรายผล

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาทั้งหมดมีผลตรวจ Echocardiography ปกติ โดยทุกรายเดินสายพานได้ถึง Target heart rate ของ Modified Bruce protocol และหยุดเดินเนื่องจากความเร็วและความชันที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 3 นาที ทำให้เหนื่อยล้าจนถึงขีดสุด จากนั้นเครื่องจะบันทึกอัตราการเต้นหัวใจ ความดันโลหิต ในระยะ Recovery อย่างต่อเนื่องและพิมพ์ออกมาทุก ๆ 3 นาทีจนกระทั่งสิ้นสุดการทดสอบ ค่าเหล่านี้ถูกรายงานลงในแบบ Summary report ซึ่งถูกนำมาใช้ในการศึกษาแบบ Retrospective ครั้งนี้

จากผลการศึกษานอกจากจะให้ค่า Z-score เพื่อเทียบความผิดปกติได้สะดวกแล้ว (ภาพที่ 1 และ ตารางที่ 1) ยังพบว่าระยะ Recovery period ของกลุ่มตัวอย่างเด็กอายุ 10-15 ปี คือ 5.8 ± 1.1 นาที (4.7–6.9 นาที) ดังภาพที่ 2 สอดคล้องกับการศึกษาของ Tulumen E และคณะที่ศึกษา Reproducibility ของอัตราการเต้นหัวใจ พบว่าเมื่อออกกำลังกายจนถึง Maximal heart rates แล้วอัตราการเต้นของหัวใจจะค่อยๆ ลดลง ตั้งแต่นาทีที่ 1-5 ของ Recovery period เมื่อทำซ้ำในอีก 7 วันและ 30 วันต่อมาก็ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของลักษณะดังกล่าว⁴ เช่นเดียวกับการวิจัยของ Johnson NP และคณะที่ศึกษาในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจพบว่าผู้ที่ใช้เวลา Recovery period นานเกิน 5 นาที จะสัมพันธ์กับการพยากรณ์โรคที่แย่งซึ่งมีโอกาสเสียชีวิตสูงกว่ากลุ่มที่ใช้เวลา Recovery period น้อยกว่า 5 นาทีถึงร้อยละ 50 ขึ้นไป⁵ และการศึกษาของ Goldschlager N และคณะที่รายงานว่า

Recovery period ส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 5 นาที และในนาทีที่ 3 จะเริ่มพบการเปลี่ยนแปลงของ ST segment จากคลื่นไฟฟ้าหัวใจ⁶ การศึกษาของ Emo O และคณะกล่าวว่าหากค่า Recovery period ใช้เวลานานประมาณ 10-15 นาที จะสัมพันธ์กับโอกาสเสียชีวิตที่สูงและพบว่ากลุ่มที่มี HR at baseline กับ Heart rate at 1 minute recovery แตกต่างกันน้อยกว่า 12 ครั้ง/นาทีที่ขึ้นไปจะสัมพันธ์กับโอกาสการเสียชีวิตสูงโดยเมื่อพิจารณาลักษณะกลุ่มตัวอย่างพบว่าผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางระบบเมตาบอลิซึมที่ผิดปกติด้วย เช่น ค่าระดับน้ำตาล คอเลสเตอรอล และไขมันในเลือด เป็นต้น อย่างไรก็ตามเขานำเสนอว่าไม่ควรนำค่าที่ได้นี้ไปอธิบายโอกาสเสียชีวิตในผู้ป่วยที่ใช้ยากลุ่ม Beta-blocker อยู่⁷ ซึ่ง Watanabe J และคณะก็ทำการศึกษาคลายกันพบว่าผู้ที่มี HR at baseline กับ Heart rate at 1 minute recovery แตกต่างกันน้อยกว่า 18 ครั้ง/นาทีก็สัมพันธ์กับโอกาสการเสียชีวิตที่สูงขึ้นเช่นกัน⁸ ซึ่งจากการวิจัยครั้งนี้พบค่าความต่างของ HR at baseline กับ HR at 1 minute recovery ของกลุ่มตัวอย่างเฉลี่ยอยู่ที่ 27 ครั้ง/นาที (ตารางที่ 2) โดยในระยะ 1 นาที Heart rate จะลดลงประมาณร้อยละ 15 หรือ $100 - [(153/180) \times 100] = 15\%$

จากผลวิจัยในกลุ่มตัวอย่างเด็กอายุ 10 – 15 ปี ครั้งนี้ เพศชายกับเพศหญิงไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ Heart rate recovery period (ตารางที่ 3) สอดคล้องกับการวิจัยของ Mendes MdA และคณะ และ การศึกษาของ



Ohuchi H และคณะที่พบว่าเพศไม่ได้เป็นปัจจัยเสี่ยงของ Impair heart rate recovery^{3,9}

และโดยทางกายภาพทั่วไปผู้ที่น้ำหนักตัวมากหรือขนาดร่างกายใหญ่จะมีแนวโน้มที่จะออกกำลังได้เหนียวเร็วกว่าคนปกติ แม้ว่าจากลักษณะกลุ่มตัวอย่าง (ตารางที่ 1) พบผู้มีลักษณะผอมที่ค่า BMI น้อยกว่า 18.5 kg./m² (Normal 18.5-24.9)¹⁰ ถึงร้อยละ 56 แต่เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ BMI ปกติพบว่ามีค่า Heart rate recovery period ไม่แตกต่างกัน แต่พบว่ามี 1 รายที่ BMI เกิน 30 kg./m² (อ้วนระดับ 1) แม้รายนี้จะสามารถเดินได้ถึง Stage 6 (17 METs = High intensity)³ แต่มีระยะ Recovery period นานถึง 8 นาที ซึ่งเกินระดับ Mean \pm SD ของกลุ่มตัวอย่าง คือ 5.8 ± 1.1 นาที สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ohuchi H และคณะ โดยเฉพาะงานวิจัยของ Gondoni L ที่ทำการศึกษาในกลุ่มคนอ้วนและน้ำหนักเกินพบว่าค่า Heart rate recovery ของกลุ่มที่มี BMI มากมีความแตกต่างจากคนที่ BMI น้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ^{9,11} แต่เนื่องจากในการศึกษาคั้งนี้มีจำนวนผู้ที่มี BMI เกิน 30 kg./m² เพียงคนเดียวเท่านั้นจึงยากต่อการสรุปผล อย่างไรก็ตาม BMI ใน Recovery period เป็นประเด็นที่น่าสนใจควรศึกษาเพิ่มเติมในกลุ่มตัวอย่างเฉพาะที่จำนวนมากขึ้น

ด้านการเปรียบเทียบ HR recovery period ในกลุ่มตัวอย่างที่เดินได้ Stage น้อยกว่า 7 กับกลุ่มที่เดินได้ Stage 7 ขึ้นไปซึ่งหมายถึงเดินนานเกิน 21 นาที มากกว่าที่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เดินได้ร่วมกับระดับสายพานชันขึ้นและเร็วขึ้นนั้น แม้ว่าโดยทั่วไปผู้ที่เดินนานกว่าหรือระยะทางมากกว่าย่อม

รู้สึกเหนื่อยกว่าผู้เดินในระยะเวลาและระยะทางสั้นๆ แต่ความเหนื่อยที่มากกว่าไม่จำเป็นต้องใช้ระยะ Recovery period ที่นานกว่าเสมอไป และเนื่องจากเป็นการศึกษานี้ทำในคนที่ปราศจากโรคหัวใจทำให้กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เดินได้สูงสุด Stage 6 -7 โกล้เคียงกัน (ตารางที่ 2) การแบ่งจุดตัดที่ Stage 7 เพื่อเปรียบเทียบอาจทำให้ไม่เห็นความแตกต่างของ Recovery period

เช่นเดียวกับการเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่างอายุน้อยกว่า 13 ปีกับกลุ่ม 13 ปีขึ้นไปที่ไม่พบความแตกต่างของ Recovery period จึงให้ผลต่างจากงานวิจัยอื่น ๆ ที่เปรียบเทียบข้ามวัย⁹ อย่างไรก็ตามการกำหนดจุดแบ่งกลุ่ม BMI และ Stage ที่ต่างไปจากนี้อาจทำให้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีความแตกต่างกันมากเกินไปซึ่งอาจส่งผลโดยตรงต่อความน่าเชื่อถือในขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติได้

สรุปผล

เด็กอายุ 10-15 ปี เมื่อเข้ารับการตรวจสมรรถภาพหัวใจด้วยการเดินสายพานจนกระทั่งออกแรงถึงขีดสุด จะมีค่าระยะ HR recovery period ประมาณ 5.8 ± 1.1 นาที (4.7-6.9) โดยในช่วง 1 นาทีขณะ Recovery อัตราการเต้นของหัวใจจะลดลงประมาณร้อยละ 15 จนกระทั่งเข้าสู่หน้าที่ 5.8 HR จึงจะเข้าใกล้ Baseline และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเพศชายกับเพศหญิง ผู้ที่มีอายุน้อยกว่ากับมากกว่า 13 ปี ผู้ที่มี BMI น้อยกว่ากับมากกว่า 18.5 Kg/m² และผู้ที่เดินได้น้อยกว่ากับมากกว่า stage 7 นั้น ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ข้อเสนอแนะ

แม้ว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจะมีผลตรวจ Echocardiogram ที่ปกติ แต่ส่วนใหญ่เป็นเด็กวัยมัธยมศึกษาที่อาศัยในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมาณพลซึ่งออกกำลังกายเป็นประจำราวนอกเหนือไปจากชั่วโมงวิชาพลศึกษาของโรงเรียนเท่านั้น การนำค่า Recovery period นี้ไปใช้กับเด็กที่เป็นนักกีฬาแข่งขัน (Athlete) ซึ่งได้รับการฝึกฝนการออกกำลังกายอย่างหนักเป็นประจำอาจยังมีข้อจำกัด ซึ่งในอนาคตอาจมีการศึกษาประเด็นความแตกต่างของ Recovery period ในกลุ่มที่มีค่า BMI ผิดปกติหรือนักกีฬาโดยเฉพาะ อย่างไรก็ตามผลวิจัยนี้นอกจากจะเป็นความรู้ทางคลินิกที่เกี่ยวข้องกับการตรวจหัวใจแบบไม่รุกรานในด้านเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกเพื่อทดสอบสมรรถภาพหัวใจด้วยการเดินสายพานในเด็กแล้ว ยังสามารถนำค่า Heart rate recovery period ไปประยุกต์ใช้กับงานด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาและฟิตเนสเพื่อเป็นตัวชี้วัดความพร้อมของร่างกายและสำหรับบุคคลทั่วไปใช้ติดตามประสิทธิภาพการออกกำลังกายจากการสังเกตและเทียบค่า Z – score ดังภาพที่ 2 และตารางที่ 3

เอกสารอ้างอิง

1. Aneni E, Roberson LL, Shaharyar S, et al. Delayed heart rate recovery is strongly associated with early and late- stage prehypertension during exercise stress testing. AM J Hypertens. 2014;27(4):514-21
2. McInnis K, Balady GJ. Comparison of submaximal exercise responses using the Bruce vs modified Bruce protocols. Med Sci Sports Exerc. 1994;26(1):103-7
3. Mendes MdA, Da Silva I, Ramires V, et al. Metabolic equivalent of task (METs) thresholds as an indicator of physical activity intensity. PLoS One. 2018;13(7):e0200701
4. Tulumen E, Khalilayeva I, Aytemir K, et al. The reproducibility of heart rate recovery after treadmill exercise test. Ann Noninvasive Electro. 2011;16(4):365-72
5. Johnson NP, Goldberger JJ. Prognostic value of late heart rate recovery after treadmill exercise. Am J Cardiol. 2012;110(1):45-9
6. Goldschlager N, Selzer A, Cohn K. Treadmill stress tests as indicators of presence and severity of coronary artery disease. Ann Intern Med. 1976;85(3):277-86
7. Nishime EO, Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Lauer MS. Heart rate recovery and treadmill exercise score as predictors of mortality in patients referred for exercise ECG. JAMA. 2000;284(11):1392-8



8. Watanabe J, Thamilarasan M, Blackstone EH, Thomas JD, Lauer MS. Heart rate recovery immediately after treadmill exercise and left ventricular systolic dysfunction as predictors of mortality: the case of stress echocardiography. *Circulation*. 2001;104(16):1911-6
9. Ohuchi H, Suzuki H, Yasuda K, Arakaki Y, Echigo S, Kamiya T. Heart rate recovery after exercise and cardiac autonomic nervous activity in children. *Pediatr Res*. 2000;47(3):329-35
10. Nuttall FQ. Body mass index: obesity, BMI, and health: a critical review. *Nutrition today*. 2015;50(3):117. BMI
11. Gondoni L, Titon A, Nibbio F, Augello G, Caetani G, Liuzzi A. Heart rate behavior during an exercise stress test in obese patients. *Nutrition, Metabolism and Cardio Dis*. 2009;19(3):170-6