

นิพนธ์ฉบับ

ดัชนีการใช้พลังงานในการเดินถอยหลังในคนปกติอายุ 19 – 22 ปี

ทนุสินธ์ ศรีวิสัย¹, อารยา ญาณกาย², ศุภพร ชีวะพาณิชย์^{2*}

บทคัดย่อ

การเดินถอยหลัง (BW) จัดว่าเป็นทักษะที่ยากต่อการสร้างความคุ้นเคย จนทำให้ร่างกายอาจต้องสูญเสียพลังงานมากกว่าการเดินไปหน้า (FW) อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาใดที่ศึกษาดัชนีการใช้พลังงานในการเดิน BW บนพื้นที่โล่งมาก่อน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจ (HR) อัตราเร็วในการเดิน (Walking Speed) และ ดัชนีการใช้พลังงานในการเดิน (EEI) ระหว่างการเดิน FW และ BW ในเพศชายและหญิง ผู้เข้าร่วมการศึกษา 24 คน (ชาย 12 คน และ หญิง 12 คน) อายุเฉลี่ย 21.33 ± 0.76 ปี แต่ละคนสุ่มจับฉลากเลือกเดิน FW หรือ BW อย่างใดอย่างหนึ่งก่อน ให้นั่งพักนิ่งจนอัตราการเต้นหัวใจขณะพัก (RHR) คงที่ จากนั้นเดินด้วยอัตราเร็วตามสบายเป็นเวลา 5 นาที ดัชนีการใช้พลังงานในการเดิน (EEI) คำนวณจาก อัตราการเต้นหัวใจนาที่สุดท้าย (WHR) ลบอัตราการเต้นหัวใจขณะพัก (RHR)หารด้วยอัตราเร็วในการเดิน (Walking Speed) ผลการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของทุกตัวแปร ในการเดิน 5 นาทีนั้น BW มี Walking Speed ช้ากว่า FW ($p = 0.000$), BW มี HR และ EEI มากกว่า FW ($p = 0.012$ และ 0.000 ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเพศชายและหญิงพบว่า Speed และ EEI ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อธิบายได้ว่าการเดิน BW ในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยมีผลต่อความเร็วในการเดิน เนื่องจากผู้ถูกทดสอบ ไม่สามารถมองเห็นเป้าหมายที่ต้องการเดินไปให้ถึง ทำให้ประสิทธิภาพการควบคุมศีรษะและกระดูกเชิงกรานลดลง อีกทั้งการเดิน BW เป็นงานใหม่ที่จำเป็นต้องอาศัยการระดมหน่วยการเคลื่อนไหว (motor unit) มากกว่าการเดิน FW ทำให้กล้ามเนื้อมีความต้องการออกซิเจนมากขึ้น จึงสูญเสียพลังงานมากขึ้น วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2550; 40: 236-242.

คำสำคัญ: เดินถอยหลัง, ดัชนีการใช้พลังงาน, ความเร็วในการเดิน

¹ งานกายภาพบำบัด กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลแม่สอด จังหวัดตาก

² ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

* ผู้รับผิดชอบบทความ e-mail: asischwp@chiangmai.ac.th

Abstract: Energy Expenditure Index of Backward Walking in Normal Individuals Aged 19 – 22 Years.

Tanusint Sriwilai¹, Araya Yankai², Sulibhorn Cheewapanich^{2,*}

Human backward walking (BW) is considered to be an unfamiliar and difficult skill that may lead to increase energy demand compared to forward walking (FW). However, no study has examined the effect of backward walking on energy expenditure index on floor environment. The purpose of this study was to compare heart rate (HR), walking speed and energy expenditure index (EEI) during an over-ground walking between BW and FW in males and females. Twenty-four subjects (male=12, female=12) aged 21.33 ± 0.76 years participated in this study. All subjects performed both FW and BW in random order. An absolute resting heart rate (RHR) was measured before a five-minute walking test at comfortable speed. An EEI was calculated by subtracted the RHR from walking heart rate (WHR) and divided by mean walking speed. The results showed significantly changes in all variables between BW and FW. The speed of BW in five-minute walking was slower than FW ($p=0.000$), and HR and EEI of BW were higher than FW ($p=0.012$ and 0.000 respectively). No significant differences in walking speed and EEI was found between gender. It could be explained that an unfamiliar locomotion such as backward walking influenced the speed of walking. Subjects could not see the destination which would have decreased the effective control of head and pelvis. Furthermore, the new task of BW needed more motor unit recruitment than FW that caused higher oxygen demands and energy expenditures. *Bull Chiang Mai Assoc Med Sci* 2007; 40: 236-242.

Key words: backward walking, energy expenditure index, walking speed

¹ Section of Physical Therapy, Rehabilitation Medicine. Mae-Sod Hospital. Tak Province.

² Department of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University.

* Corresponding author e-mail: asischwp@chiangmai.ac.th

บทนำ

การเดินไปข้างหน้าเป็นความคุ้นเคยและรู้สึกร่างกาย สำหรับทุกๆ คน แต่บางครั้งก็จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนทิศทางการเดินเป็นการถอยหลัง (Backward walking: BW) มากกว่าการเดินไปหน้า (Forward walking: FW) ได้แก่

กีฬาบางประเภท เช่น บาสเกตบอล เทนนิส แบดมินตัน ตะกร้อ เป็นต้น การเคลื่อนไหวด้วยการถอยหลังดังกล่าว จัดว่าเป็นทักษะที่ยากกว่า เนื่องจากผู้เดินมักขาดโอกาส ใช้การมองเห็นด้วยตาช่วยให้เกิดข้อมูลป้อนกลับในการเดิน จำเป็นต้องใช้ความสามารถในการควบคุมตำแหน่งของ

ร่างกายและการทรงท่าที่ดีขณะเคลื่อนไหว¹ จากการวิเคราะห์รูปแบบการเดินถอยหลังพบว่ามีความเร็วในการเดินช้ากว่า² ช่วงก้าว (Stride length) สั้นกว่าแต่ความถี่การก้าว (Cadence) มากกว่าการเดินไปข้างหน้า³ การเดินถอยหลังมีมุมของการงอเข่ามากกว่า ส่วนช่วง Swing phase และ Stance phase ลดลง⁴ แรงกระทำในแนวตั้งขณะที่เท้าสัมผัสพื้นเกิดขึ้นมากกว่าช่วงที่เท้าถูกผลักดันช่วยลดแรงกระทำบริเวณข้อต่อสะบ้ากับกระดูกหน้าแข้งได้ดี ทำให้เอ็นยึดข้อเข่าที่อยู่ด้านหน้าไม่ถูกยืดมากเกินไป^{5,6} นอกจากนี้กล้ามเนื้อในการเดินถอยหลังใช้กำลังงานมากกว่าการเดินไปข้างหน้า โดยเฉพาะกล้ามเนื้อ Vastus medialis และ Hamstrings⁴ จึงมีผลต่อการใช้พลังงานของร่างกาย ซึ่งแสดงค่าได้จากปริมาณการใช้ออกซิเจน (VO_2) การใช้พลังงานในการเดิน BW ส่วนใหญ่ในระยะเวลาที่ผ่านมาเป็นการจำกัดพื้นที่ด้วยการให้เดินบนสายพานเลื่อน (Treadmill) ซึ่งไม่ต้องใช้สถานที่กว้างมาก และกำหนดความเร็วได้ตามความต้องการ ผู้เดินยังสามารถสร้างความคุ้นเคยในการเดิน BW ได้ในเวลาหนึ่งทั้งการเดินด้วยความเร็วต่ำ ปานกลาง และสูง^{7,8} ความชันในระดับต่าง ๆ⁹ การหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นหัวใจ (Heart rate; HR), VO_2 และความเร็วในการเดิน (Walking speed) นาน 6 นาทีของ Clarkson และคณะ¹⁰ ทำให้ทราบกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว กับ VO_2 และ ความเร็ว กับ HR จะมีลักษณะเป็นเส้นโค้ง ส่วนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง HR กับ VO_2 มีลักษณะเป็นเส้นตรง และพบว่า การเดิน BW ยังมีความต้องการใช้ออกซิเจนมากกว่าการเดิน FW นอกจากนี้การที่ Flynn และคณะ⁵ สนใจทั้ง BW และการวิ่งถอยหลังนั้นได้ผลเช่นเดียวกัน ส่วนการศึกษาของ Heath และคณะ³ เป็นการศึกษาเดียวที่แตกต่างจากการศึกษาอื่น เนื่องจากสนใจผลของการเรียนรู้ในการฝึกเดิน BW เป็นเวลานาน 4 สัปดาห์โดยพบว่าการเดิน BW ใช้พลังงานลดลง

การใช้พลังงานในทางคลินิคนั้นสามารถวัด HR เพื่อคำนวณเป็นค่าดัชนีการใช้พลังงาน (Energy expenditure index: EEI) พบว่าการเดินถอยหลังใช้พลังงานในการเดินมากกว่าเดินไปหน้าทั้งการเดินบน Treadmill^{11,12} และที่สูงชัน¹¹ จึงเห็นได้ว่างานวิจัยต่างๆ ได้

ศึกษาการเดิน BW บนสายพานเลื่อน (treadmill) ซึ่งมีความเร็วในการเดินคงที่ การเดินที่ถูกจำกัดพื้นที่บน Treadmill นับเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดความคุ้นเคยต่อการเดิน BW การเดิน BW ไม่น่าจะยากจนเกินไปนัก ยังไม่มีการศึกษาใดที่สนใจการเดินถอยหลังบนพื้นที่โล่ง ซึ่งไม่จำกัดความเร็ว อาจส่งผลต่อพลังงานในการเดินเหมือนหรือแตกต่างจากการเดินต่างๆ ที่ได้ศึกษากันมาก่อน การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจ (HR) ความเร็วในการเดิน (Walking Speed) และ ดัชนีการใช้พลังงาน (EEI) ระหว่างการเดิน BW และการเดิน FW

วัสดุและวิธีการ

ผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 24 คน ชาย 12 คน และหญิง 12 คน มีอายุเฉลี่ย 21.33 ± 0.76 ปี ส่วนสูง 165.65 ± 6.72 เซนติเมตร น้ำหนัก 56.39 ± 6.77 กิโลกรัม และ BMI 20.49 ± 1.41 กิโลกรัม/เมตร² ทุกคนมีสุขภาพดี ไม่มีความผิดปกติหรือการบาดเจ็บของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อทั้งลำตัว แขนและขา ก่อนการศึกษายอย่างน้อย 1 เดือน มีความยาวของขาเท่ากันทั้งสองข้างหรือแตกต่างกันไม่เกิน 1 เซนติเมตร และไม่มีอาการของโรคทางระบบหัวใจและหายใจ

ขั้นตอนการทดสอบ

ก่อนทดสอบ เตรียมใส่อุปกรณ์การวัดอัตราการเต้นหัวใจ (Polar fit watch) บนตัวผู้เข้าร่วมวิจัยให้เรียบร้อย แต่ละคนได้รับการฝึกเดินเพื่อสร้างความคุ้นเคยทั้งการเดินถอยหลัง (BW) และการเดินไปหน้า (FW) ด้วยความเร็วตามสบายที่ตนเลือก (Self-selected speed) สุ่มจับฉลากเลือกเดิน FW หรือ BW ก่อน ในการทดสอบนั้นผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งพักบนเก้าอี้อย่างสงบ ที่จุดเริ่มต้นวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (RHR) เป็นเวลา 5 นาที หรือจนกว่าอัตราการเต้นของหัวใจคงที่ 2-3 ค่าการวัดติดต่อกัน บันทึกค่าไว้ จากนั้นผู้วิจัยแจ้งให้ผู้เข้าร่วมวิจัยลุกขึ้นจากเก้าอี้ แล้วให้เดินด้วยความเร็วตามสบายพยายามรักษาจังหวะให้สม่ำเสมอโดยมีเชือกฟางที่ตรึงไว้ด้านข้างบอกขอบเขตช่วยให้เดินได้ตรงขึ้น ผู้วิจัยยืนเยื้องข้างค่อนไปด้านหลังผู้เข้าร่วมวิจัยประมาณ 1 เมตร ถือ

นาฬิกาจับเวลา และ Wrist watch เพื่อวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะเดิน (WHR) ทุกนาที ไปและกลับบนทางเดินที่ยาว 50 เมตรจนครบ 5 นาที บันทึกค่า WHR ระยะทางที่เดินได้ และความเร็วในการเดินซึ่งได้จากการ

คำนวณระยะทางหารด้วยเวลา

คำนวณค่า EEI ของการเดินไปหน้า FW และการเดินถอยหลัง BW บนพื้นราบด้วยความเร็วตามสบาย โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$EEI \text{ (beats/m)}^{(13)} = \frac{\text{Walking HR (beat/min)} - \text{Resting HR (beat/min)}}{\text{Walking speed (m/min)}}$$

สถิติวิเคราะห์

หาค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ HR, Walking Speed และ EEI ในการเดิน FW และเดิน BW โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive analysis) และเปรียบเทียบ HR, Walking speed และ EEI ระหว่างการเดิน FW และเดิน BW ด้วยสถิติ Paired t-test ที่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการศึกษา

ในการเดินไปหน้า (FW) และเดินถอยหลัง (BW) พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะเดินนาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 96.38 ± 10.09 และ 98.38 ± 11.13 beat/min ตามลำดับ

ผลการเปรียบเทียบ WHR นาทีที่ 5 ระหว่าง FW และ BW พบว่า BW มีอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่า FW อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.012$) ความเร็วในการเดิน (Walking speed) ของ FW และ BW มีค่าเฉลี่ย 59.65 ± 9.74 และ 41.18 ± 8.90 m/min ตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบ Walking speed ระหว่าง FW และ BW พบว่า FW เร็วกว่า BW อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.000$) ส่วนค่าดัชนีการใช้พลังงาน (EEI) ของ FW และ BW มีค่าเฉลี่ย 0.37 ± 0.09 และ 0.60 ± 0.17 beats/min ตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบ EEI ระหว่าง FW และ BW พบว่า BW มีดัชนีการใช้พลังงานมากกว่า FW อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.000$) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบ อัตราการเต้นของหัวใจขณะเดินนาทีที่ 5 (WHR5) ความเร็วในการเดิน (Walking speed) และดัชนีการใช้พลังงาน (EEI) ในการเดิน 5 นาที ระหว่างการเดินไปหน้า (FW) และเดินถอยหลัง (BW) (n = 24)

ตัวแปร	เดินไปหน้า (FW)			เดินถอยหลัง (BW)			P-value#
	Range	Mean	SD	Range	Mean	SD	
WHR นาทีที่ 5 (beat/min)	75.00-113.00	96.38	10.09	73.00-118.00	98.38	11.13	0.012 *
Walking speed (m/min)	32.03-74.00	59.65	9.74	21.93-59.00	41.18	8.90	0.000 *
EEI (beats/min)	0.18-0.58	0.37	0.09	0.38-0.99	0.60	0.17	0.000 *

= Paired t-test

* = significant at the 0.05 level

วิจารณ์ผล

การศึกษาที่ไม่ได้คาดหวังว่าจะทำให้สามารถนำเอาการเดินถอยหลังมาใช้ในชีวิตประจำวันแต่อย่างใด แต่มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรต่างๆ ระหว่างเดินถอยหลัง (BW) และเดินไปหน้า (FW) ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เหมือนกันเท่านั้น ผลการศึกษาพบว่าในการเดินนาน 5 นาทีนั้น ดัชนีการใช้พลังงาน (EEI) และอัตราการเต้นหัวใจ (WHR) ของ BW มากกว่า FW ส่วนความเร็วในการเดิน (Walking speed) BW ช้ากว่า FW อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเดินที่มีอัตราความเร็วที่ลดหรือช้าลงนั้นนับได้ว่าเป็นความรู้สึกที่ไม่คุ้นเคยต่อสถานการณ์การเดินได้ อย่างหนึ่ง การเดินถอยหลังในการศึกษานี้จึงจัดอยู่ในสถานการณ์ที่ผู้เข้าร่วมการศึกษามิคุ้นเคยเท่ากับการเดินไปข้างหน้าที่เดินกันอยู่เสมอในชีวิตประจำวัน ผู้เข้าร่วมการศึกษาดำเนินด้วยความเร็วที่ตนเลือกให้เป็นความเร็วตามสบายโดย FW มีค่า 59.65 m/min (0.99 m/sec) และ BW มีค่า 41.18 m/min (0.69 m/sec) ในขณะที่การศึกษาของ Grasso และคณะ⁶ ได้ค่า FW 1.01 m/sec และ BW 0.94 m/sec ส่วนการศึกษาของวันวิสาข¹² ได้ค่า FW 37.55 m/min (0.63 m/sec) และ BW 30.07 m/min (0.50 m/sec) การเดิน BW ไม่สามารถมองเห็นเป้าหมายที่ต้องการเดินไปให้ถึง ทำให้ขาดการมองเห็นซึ่งเป็นตัวควบคุมประสิทธิภาพของเสถียรภาพด้านการควบคุมทิศทางและกระตุกเชิงกรานทางด้านข้างขณะเดิน¹ และส่งผลต่อไปถึงลักษณะรูปแบบและการทำงานของกล้ามเนื้อในการเดิน^{2,6} โดยทั่วไปแล้วกลไกในการเดิน BW มีความแตกต่างจาก FW โดยเฉพาะช่วง stance ของการก้าว FW stance เริ่มจากการนำส้นเท้าลงสัมผัสพื้นและจบลงที่การผลักส้นเท้าให้พ้นขึ้นจากพื้น ในขณะที่ BW stance นั้นส่วนของนิ้วเท้าสัมผัสพื้นก่อนแล้วส้นเท้าจึงถูกยกขึ้นพ้นพื้น ทำให้เห็นได้ว่าจากโครงสร้างทางกายวิภาคศาสตร์และการทำงานที่ไม่สมมาตรกันของเท้าและขาในแกนหน้าหลัง สามารถทำให้เกิดความแตกต่างและการจำกัดการเดินทั้งสองแบบดังกล่าว การเดิน BW มีความยาวก้าวในการเดิน (stride length) สั้นแต่ความถี่ในการก้าว (cadence) มากกว่า FW² ซึ่งการเพิ่ม cadence นี้เองที่มีผลต่อการระดมความถี่ในการทำงานของกล้ามเนื้อ

Hamstrings และ Quadriceps ในการก้าวถอยหลังนั้นข้อเข่ามีการงอมากขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อ Quadriceps ต้องทำงานมากขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามในการเดิน BW นั้นกล้ามเนื้อ Quadriceps ทำงานในช่วง swing เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของเท้าก่อนที่จะนำเท้าลงสัมผัสพื้น ขณะที่เดียวกัน BW ยังต้องอาศัยทำงานแบบ concentric ของ Quadriceps ในช่วง stance เพื่อช่วยให้เข่าเหยียด ในทางตรงกันข้าม FW ใช้โมเมนต์ในการเคลื่อนไหวมากกว่าอาศัยการทำงานโดยตรงของกล้ามเนื้อ⁴

การทำงานอย่างมีประสิทธิภาพของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อนั้น อาศัยออกซิเจนจากการหายใจ การตอบสนองของระบบการไหลเวียนโลหิตและการหายใจ ดังนั้นผลของการทำงานของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเดิน BW ที่มากกว่า FW นี้เองทำให้มีการศึกษากันมากเกี่ยวกับการใช้พลังงานในการเดินในรูปแบบของปริมาณสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (VO₂) ในการศึกษาที่ผ่านมา^{5,7,8,10} ได้ค่า VO₂ คล้ายคลึงกันคือ VO₂ ของการเดิน BW มากกว่า FW ซึ่งการศึกษาของ Flynn และคณะ⁵ ได้ค่า VO₂ = 33.3±1.25 ml/kg/min ในการเดิน BW บน treadmill ที่ปรับความชัน 1% grade ที่ความเร็วคงที่, Myatt และคณะ⁸ ปรับความเร็วในการเดิน BW ที่ความเร็วต่างๆ เพื่อหาค่า VO₂ จนได้สูตรหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและ VO₂ ในการเดิน BW, Clarkson และคณะ¹⁰ หาค่าความสัมพันธ์ระหว่าง VO₂ และ HR ในการเดิน BW บน treadmill ที่ความเร็วต่างๆ และ Chaloupka และคณะ⁷ ทำการทดสอบในคนปกติ และหาผลของการฝึกหนัก แต่มีเพียงการศึกษาของ Heath และคณะ³ เท่านั้นที่หาผลของการฝึกในระยะเวลานาน 4 สัปดาห์ ปรับความเร็วในการเดิน BW ช่วง 3.2-3.7 ไมล์/ชั่วโมง (86.86–100.43 m/min) ผลการฝึกพบว่า ร่างกายใช้ปริมาณออกซิเจนลดลงจากผลของการฝึกโดย VO₂ มีค่าจาก 2.05±0.56 l/kg เป็น 1.66±0.28 l/kg เนื่องจากการศึกษาค่า VO₂ ยังต้องอาศัยการทดสอบอย่างเข้มงวดในห้องปฏิบัติการ^{7,8} ดังนั้นการทดสอบในทางคลินิกอย่างง่ายซึ่งพบว่าอัตราการเต้นหัวใจ (HR) มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับความต้องการในการใช้ออกซิเจนของการหายใจเข้า (VO₂) จึงทำให้การศึกษาดำเนินมาของ Rose และคณะ¹³ ได้พัฒนานำเอาค่า HR มาใช้ในการหา

EEI ในทางคลินิก ซึ่งเป็นค่าประมาณการของปริมาณการใช้ออกซิเจนหรือพลังงานต่อระยะทางการเดิน 1 เมตรของการเดิน FW การศึกษาของ Rose และคณะยังได้ทดสอบในเด็กและวัยรุ่นอายุ 6-18 ปีพบว่า EEI ในการเดิน FW บน treadmill ด้วยความเร็วอย่างช้ามีค่า 0.71 ± 0.32 beats/m ความเร็วปานกลางมีค่า 0.47 ± 0.13 beats/m และความเร็วสูงมีค่า 0.61 ± 0.17 beats/m ยังพบการศึกษาจำนวนน้อยที่ใช้หาค่า EEI ในการเดิน BW^{11,12} วันวิสาข¹² ศึกษาวัยรุ่นเพศหญิงอายุเฉลี่ย 21.38 ± 0.50 ปี หาค่า EEI ในการเดิน FW และ BW บน treadmill 0 % grade ได้ค่า EEI 0.60 ± 0.18 และ 0.75 ± 0.27 beats/m ตามลำดับ ส่วนวราพร¹¹ ศึกษาในผู้เข้าร่วมการศึกษาเดียวกันในการเดิน BW บน treadmill 0 % grade และ 15 % grade ได้ค่า EEI 0.75 ± 0.27 และ 1.47 ± 0.25 beats/m ตามลำดับ จากการศึกษาของทั้งสองทำให้พบว่า BW ต้องใช้พลังงานในการเดินมากกว่า FW สำหรับการศึกษานี้เป็นการศึกษา BW บนพื้นราบ ได้ค่า EEI ในการเดิน BW มากกว่า FW (0.60 ± 0.17 และ 0.37 ± 0.09 beats/min ตามลำดับ) เช่นเดียวกับการศึกษาอื่นๆ

ในการเดินบนที่โล่งนั้น การเดินถอยหลังใช้พลังงานมากกว่าเดินไปข้างหน้า เนื่องจากการทำงานแบบ concentric และ eccentric ของกล้ามเนื้อ Quadriceps ในการเดินถอยหลังทำให้เกิดความมั่นคงของข้อเข่าในช่วง early knee stance และรูปแบบในการเดินถอยหลังมีความแตกต่างจากการเดินไปข้างหน้า⁵ การทำงานที่มากขึ้นจากทั้งสองปัจจัยดังกล่าวจึงมีผลต่อความต้องการในการใช้ออกซิเจนที่สูงขึ้น นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับความไม่คุ้นเคยต่องานใหม่ การเดิน BW อย่างต่อเนื่องถือเป็นงานใหม่สำหรับหลายๆ คน เพราะเป็นงานที่พบว่าการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการเคลื่อนไหว การที่เป็นงานใหม่นี้เองที่ทำให้จำเป็นต้องอาศัยการระดมหน่วยการเคลื่อนไหว (motor unit) มากกว่างานปกติที่เคยทำ จึงทำให้ต้องใช้พลังงานมากขึ้น การศึกษาในครั้งนี้จัดสิ่งแวดล้อมการเดิน BW บนพื้นราบที่ไม่จำกัดพื้นที่เหมือนการเดินบน treadmill ทำให้ผู้ถูกทดสอบสามารถปรับเปลี่ยนความเร็วของตนเองได้ง่ายขึ้น

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังมีจำนวนผู้เข้าร่วมวิจัยค่อนข้างน้อย การกระจายของข้อมูลอาจไม่มากพอที่จะมี

อิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆ ได้อย่างชัดเจน

เอกสารอ้างอิง

1. Nadeau S, Amblard B, Mesure S, Bourbonnais D. Head and trunk stabilization strategies during forward and backward walking in healthy adults. *Gait Posture* 2003; 18: 134-42
2. Laufer Y. Age – and gender-related changes in the temporal-spatial characteristics of forwards and backwards gaits. *Physiother Res Int* 2003; 8(3): 131-142
3. Heath EM, Blackwell JR, Baker UC, Smith DR, Kornatz KW. Backward walking practice and decrease oxygen uptake, heart rate and Rating of Perceived Exertion. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001; 2: 171-7
4. Yoshimoto D, Mohr T, Palmgren A, Frappier J. An EMG study of quadriceps and hamstrings activity during forward and backward walking. *Health Affairs & Medical Research* 1995: 67-70
5. Flynn TW, Connery SM, Smutok MA, Zeballos RJ, Weisman IM. Comparison of cardiopulmonary response to forward and backward walking and running. *Med Sci Sports Exerc*. 1994; 26(1): 89-94
6. Grasso R, Bianchi L, Lacquaniti F. Motor Patterns for human gait: backward versus forward locomotion. *J Neurophysiol* 1998; 80: 1868-84
7. Chaloupka EC, Kang J, Mastrangelo MA, Donnelly MS. Cardiorespiratory and metabolic response during forward and backward walking. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997; 25: 302-6
8. Myatt G, Baxter R, Dougherty R, Williams G, Halle J, Stetts D, Underwood F. The cardiopulmonary cost of backward walking at selected

- speeds. J Orthop Sports Phys Ther 1995; 21: 132 – 8
9. Hooper TL, Dunn DM, Props JE, Bruce BA, Sawyer SF, Daniel JA. The effects of graded forward and backward walking on heart rate and oxygen consumption. J Orthop Sports Phys Ther 2004 ; 34(2): 65-71
 10. Clarkson E, et al. Oxygen Consumption, heart rate and rating of perceived exertion in young adult woman during backward walking at different speeds. J Orthop Sports Phys Ther 1997; 25: 113-8
 11. วราพร ปัญญาวงศ์.ดัชนีการใช้พลังงานในการเดิน ถอยหลังบนสายพานเลื่อนที่ความชัน 0 องศา, ความชันขึ้น 15 องศา และความชันลง 15 องศา ในวัยรุ่นเพศหญิงอายุ 19-22 ปี. 2548, เชียงใหม่: ภาคนิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
 12. วันวิสาข์ สุริยะชัยพร. ดัชนีการใช้พลังงานในการเดินถอยหลังบนสายพานเลื่อน ในวัยรุ่นหญิงอายุ 19-22 ปี. 2548, เชียงใหม่: ภาคนิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
 13. Rose J, Gamble JG, Lee J, Lee R, Haskell WL. The Energy expenditure index: A method to quantitate and compare walking energy expenditure for children and adolescents. J Pediatr Orthop B 1991; 11(5): 571–8