

การเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เป็นผลจากการวิ่งด้วยรองเท้าวิ่งออกกำลังกาย รองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่า

Changes of Oxygen Consumption Resulting From Running with Athletic Footwear, Minimalist, and Barefoot

วัชรกร หวังหุ่นกลาง,^{1*} กวีญา สินธารา,² เสกสรรค์ ทองคำบรรจง³

Watcharakorn Wanghunklang,^{1*} Kawiya Sintara,² Sakesan Tongkhambanchong³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการเปรียบเทียบผลของปริมาณการใช้ออกซิเจนในกลุ่มตัวอย่างเพศชายอายุ 20-25 ปี จำนวน 14 คน ซึ่งจะวิ่งบนสายพานวิ่งที่กำหนดความหนักเป็น 78.6 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดโดยสวมอุปกรณ์รองเท้าทั้ง 3 ประเภท รองเท้าวิ่งออกกำลังกาย รองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่า ผลการวิจัยพบว่าขณะวิ่งที่เป็นผลจากการวิ่งด้วยรองเท้าวิ่งออกกำลังกาย รองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณการใช้ออกซิเจนคือ 28.73 ± 2.86 , 26.20 ± 3.30 และ 26.70 ± 2.68 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาทีตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.024$) โดยที่ปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เป็นผลจากการวิ่งด้วยรองเท้าวิ่งออกกำลังกายมีความแตกต่างจากรองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.025$) และ ($p = 0.005$) ตามลำดับ ในขณะที่ผลจากการวิ่งด้วยรองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่าไม่มีความแตกต่างกันจากผลการวิจัยพบว่าขณะวิ่งในระดับความหนักของงานที่เท่ากัน เมื่อสวมรองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่า ส่งผลให้ปริมาณการใช้ออกซิเจนน้อยกว่าเมื่อสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกายจากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่ารองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่าเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับผู้ที่ต้องการวิ่งออกกำลังกายเพื่อสุขภาพและต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการวิ่งระยะทางที่ไกลขึ้น

คำสำคัญ: ปริมาณการใช้ออกซิเจน รองเท้าวิ่งออกกำลังกาย รองเท้าวิ่งมินิมัล การวิ่งเท้าเปล่า

¹ นิสิตปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา, ² อาจารย์, คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา, ³ อาจารย์, ภาควิชาการวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131

¹ Master degree student, Department of Sport Science, ² Lecturer, Faculty of Sport Science., ³ Lecturer, Department of Research and Applied Psychology, Faculty of Education, Burapha University, Chon Buri District, Chon Buri 20131 Thailand.

* Corresponding author: watcharakorn wanghunklang, Faculty of Sport Science, Burapha University, Chon Buri District, Chon Buri 20130 Thailand.



Abstract

This study aims to examine the oxygen consumption resulting from running with athletic footwear, minimalist, and barefoot in 14 healthy men aged 20-25 years old. These subjects were asked to run at 78.6% of maximal heart rate wearing 3 types of footwear on treadmill. There was a significant difference in the oxygen consumption resulting from running with athletic footwear, minimalist, and barefoot ($p=.024$). The averages of the oxygen consumption during running with athletic footwear, minimalist, and barefoot were 28.73 ± 2.86 , 26.20 ± 3.30 ml/kg/min, and 26.70 ± 2.68 milliliter/kilograms/minute respectively. The oxygen consumption during running with athletic footwear was significantly different from minimalist and barefoot ($p = .025$ and $p = .005$, respectively). However, there was no significant difference between minimalist and barefoot. These results showed that running with minimalist or barefoot decreased oxygen consumption compared with athletic footwear. It could be suggested that minimalist and barefoot were the providing choices for running in long distance.

Keywords: Oxygen consumption, Athletic footwear, Minimalist, Barefoot

บทนำ

จากการสำรวจประชากรไทยปี 2555 มีการออกกำลังกายและเล่นกีฬาจำนวน 15.1 ล้านคน ในจำนวนนี้ออกกำลังกายด้วยวิธีการเดินและวิ่ง 5 ล้านคน คิดเป็น 39% หรือ 1 ใน 3 ของจำนวนผู้ออกกำลังกายทั้งหมด¹ ประชากรไทยปี 2558 มีแนวโน้มในการทำกิจกรรมหรือออกกำลังกายมากขึ้น² เนื่องจากการวิ่งออกกำลังกายเพื่อสุขภาพเป็นกิจกรรมที่ง่ายและสะดวกต่อการออกกำลังกายสิ่งสำคัญประการหนึ่งสำหรับการวิ่งออกกำลังกายเพื่อสุขภาพคือความสามารถในการรับออกซิเจนเข้าไปในร่างกายเพื่อใช้ในการเผาผลาญและสร้างพลังงาน³ และเมื่อร่างกายมีการทำงานหนักขึ้นจะมีความต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อที่มากขึ้น⁴ ขณะวิ่งกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกายมีการทำงานโดยมีการหดตัวแบบสั้นเข้าและการหดตัวแบบยืดออกโดยการหดตัวแบบสั้นเข้าของกล้ามเนื้อจะมีความต้องการปริมาณออกซิเจนมากกว่า⁵ การวิ่งออกกำลังกายที่มีประสิทธิภาพดีจะมีการขนส่งออกซิเจนน้อยกว่าในระดับความหนักของงานที่เท่ากัน⁶ นอกจากนี้ยังมีอีกสิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงในการวิ่งออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ นั่นคืออุปกรณ์รองเท้าที่ใช้ในการวิ่งออกกำลังกาย ในปัจจุบันนิยมใช้รองเท้าวิ่งออกกำลังกายกันมาก เนื่องจากเป็นรองเท้าที่ช่วยรับแรงกระแทกขณะสั้นเท้า

ลงสู่พื้น⁷ และเมื่อไม่นานมานี้ มีรายงานเกี่ยวกับแนวโน้มการวิ่งแบบใหม่นั้นคือการวิ่งด้วยรองเท้าวิ่งมินิมัลที่มีลักษณะเบา บาง พับ บิดงอได้ ซึ่งเป็นการเลียนแบบการวิ่งด้วยเท้าเปล่า⁸ จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการทำงานของกล้ามเนื้อขณะวิ่งเมื่อสวมรองเท้าวิ่งมินิมัลและวิ่งเท้าเปล่า ไม่มีความแตกต่างกัน⁹ การสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกายส่งผลต่อการใช้ปริมาณออกซิเจน มากกว่าการสวมรองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่า เนื่องจากในขณะวิ่งออกกำลังกายกล้ามเนื้อที่ใช้ทำงานสำหรับการสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกายมีการทำงานมากกว่าการสวมรองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่า¹⁰⁻¹³ แต่อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยที่ขัดแย้งโดยพบว่า ความหนา น้ำหนัก และรูปแบบของรองเท้าวิ่งออกกำลังกาย รองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่ามีการใช้ออกซิเจนไม่แตกต่างกัน^{5, 14-17} เนื่องจากมีงานวิจัยโต้แย้งกันในประเด็นของลักษณะอุปกรณ์รองเท้าที่มีผลต่อปริมาณการใช้ออกซิเจน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เป็นผลจากการวิ่งด้วยการสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกาย รองเท้าวิ่งมินิมัล และการวิ่งเท้าเปล่า โดยมีโปรแกรมที่ทำให้เกิดความคุ้นชินระหว่าง 4 สัปดาห์^{18, 19} โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบ Coulter balance

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนิสิตชายที่ศึกษาในระดับอุดมศึกษา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา ซึ่งเป็นผู้มีร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ อายุระหว่าง 20 – 25 ปี จำนวน 14คน ทำการประกาศรับสมัครกลุ่มตัวอย่าง เข้าร่วมโครงการด้วยความสมัครใจ โดยกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกคือ

1. กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายเป็นประจำด้วยการวิ่ง ไม่น้อยกว่า 25 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ อย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์ อย่างน้อย 6 เดือน¹⁵
2. ผู้เข้าร่วมสามารถสวมรองเท้าที่มีขนาดรองเท้าใช้ในการทดลองเบอร์ FR 41– 43
3. ได้รับการทำแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR – Q)
4. รับการทดสอบสมรรถภาพสูงสุดในการใช้ออกซิเจนด้วยวิธีการของ Astrand cycle test²⁰ เพื่อหาสมรรถภาพสูงสุดในการใช้ออกซิเจนใกล้เคียงกันที่ระดับ 38–47 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที (มล./กก./นาที่)
5. ได้รับการตรวจสุขภาพจากแพทย์ โดยไม่มีประวัติของการเป็นโรคภัยแรง เช่น โรคกระดูก โรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคเมะเร็ง เป็นต้น หรือได้รับการบาดเจ็บอย่างรุนแรง ที่กล้ามเนื้อหรือเอ็นที่ระดับสะโพก เข่า และข้อเท้าที่เกิดขึ้นกับขาข้างใดข้างหนึ่งหรือขาทั้งสองข้างอย่างน้อย 6 เดือนก่อนการทดสอบ
6. การศึกษานี้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1. อุปกรณ์รองเท้า 3 แบบ ได้แก่ รองเท้าวิ่งออกกำลังกาย (Athletic footwear) รองเท้าวิ่งมินิมัล (Minimalist) และการวิ่งเท้าเปล่า (Barefoot) โดยรองเท้าวิ่งออกกำลังกาย มีลักษณะส่วนบนของรองเท้า (Upper) มีความยืดหยุ่น ระบายอากาศได้สะดวก พื้นรองเท้าชั้นใน (Insole) บริเวณอุ้งเท้าจะมีลักษณะพื้นนูนขึ้นเพื่อรับกับส่วนโค้งของเท้า พื้นรองเท้าบริเวณกึ่งกลาง (Midsole) มีความนุ่มที่พอดีและไม่แข็งเกินไป พื้นรองเท้า (Outsole) คือส่วนที่รองเท้าสัมผัสกับพื้น

ซึ่งมีหน้าที่ช่วยรับแรงกระแทกขณะสัมผัสพื้น โดย มีน้ำหนักเฉลี่ย 320±8 กรัม¹¹ รองเท้าวิ่งมินิมัลมีลักษณะบางและเบา มีความยืดหยุ่น สามารถพับ บิดงอได้ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 136±03 กรัม¹¹

2. นาฬิกาจับเวลา (Casio HS - 30W, ญี่ปุ่น)
3. เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Polar รุ่น FT 7, ฟินแลนด์) มีหน่วยวัด ครั้งต่อนาที (Beats per minute, bpm)
4. เครื่องวัดความดันโลหิต (Spirit รุ่น CK – 101, เยอรมนี)
5. เครื่องฟังการเต้นหัวใจ (Littmann รุ่น Classic II S.E., สหรัฐอเมริกา)
6. ลู่วิ่งไฟฟ้า (รุ่น T2000, สหรัฐอเมริกา)
7. เครื่องวิเคราะห์ก๊าซ (Gas analysis) (Sensor Medics YIASYS รุ่น Vmax 29, สหรัฐอเมริกา) ผ่านโปรแกรมการวัดเทียบ Calibration ความแม่นยำของก๊าซโดยผ่านระบบเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ

ขั้นตอนการวิจัย

ช่วงก่อนการทำวิจัย

1. ทำการชี้แจงจุดประสงค์ของการวิจัยและข้อตกลงในการเตรียมความพร้อมในการทดสอบสมรรถภาพสูงสุดในการใช้ออกซิเจน และปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เป็นผลจากรองเท้าทั้ง 3 แบบดังนี้คือ รองเท้าวิ่งออกกำลังกาย รองเท้าวิ่งมินิมัล และการวิ่งเท้าเปล่า โดยให้กลุ่มตัวอย่างเตรียมรับประทานอาหารอย่างน้อย 2 ชั่วโมง นอนหลับพักผ่อนอย่างน้อย 7 – 8 ชั่วโมง งดการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ งดการออกกำลังกายอย่างหนัก เช่น การเล่นฟุตบอล การว่ายน้ำ เป็นต้น อย่างน้อย 7 – 8 ชั่วโมงก่อนการทดสอบ

2. ทำการทดสอบสมรรถภาพสูงสุดในการใช้ออกซิเจนเป็นการเก็บข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นและค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา ได้แก่ อายุ (ปี) น้ำหนัก (กิโลกรัม) ส่วนสูง (เซนติเมตร) อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที) ความดันโลหิตขณะพัก (มิลลิเมตรปรอท) และทำการทดสอบสมรรถภาพสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (มล./กก./นาที่) ด้วยวิธีการของ Astrand cycle test²⁰

ช่วงการทำวิจัย



1. ทำการทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เป็นผลจากการวิ่งด้วยรองเท้าวิ่งออกกำลังกาย โดยให้กลุ่มตัวอย่างวัดความดันโลหิตขณะพัก และติดตามอัตราการเต้นของหัวใจ ด้วยการสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ จากนั้นสวมอุปกรณ์คือรองเท้าวิ่งออกกำลังกาย เพื่อทำการทดสอบหาปริมาณการใช้ออกซิเจน (มล./กก./นาที) โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้ทำการอบอุ่นร่างกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า 3 นาที ความเร็วระดับคงที่ 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ต่อจากนั้นทำการวัดปริมาณการใช้ออกซิเจน(มล./กก./นาที)ด้วยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซบนลู่วิ่งไฟฟ้า โดยกำหนดระดับความหนักที่ 78.6 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด¹⁰ แล้วทำการบันทึกข้อมูลเมื่อปริมาณการใช้ออกซิเจนถึงระดับคงที่ (Steady-rate VO₂)
2. ภายหลังจากการทดสอบหาปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เป็นผลจากการวิ่งด้วยรองเท้าวิ่งออกกำลังกายกลุ่มตัวอย่างจะใช้เวลาให้เกิดความเคยชินด้วยการสวมรองเท้าวิ่งมินิมัลและเท้าเปล่า30 นาทีต่อวัน 3 วันต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลา4 สัปดาห์^{18, 19}
3. หลังจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างสวมอุปกรณ์รองเท้าวิ่งมินิมัลทำการทดสอบหาปริมาณการใช้ออกซิเจน(มล./กก./นาที)โดยมีขั้นตอนการทดสอบเช่นเดียวกับการทดสอบหาปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เป็นผลจากการวิ่งด้วยรองเท้าวิ่งออกกำลังกาย
4. หลังจากทำการทดสอบหาปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เป็นผลจากการวิ่งด้วยรองเท้าวิ่งมินิมัล ให้กลุ่มตัวอย่าง

นั่งพักฟื้นร่างกายเพื่อลดการสะสมกรดแลคติกเป็นระยะเวลา 15 นาที²¹

5. ทำการทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เป็นผลจากการวิ่งด้วยเท้าเปล่าโดยมีขั้นตอนการทดสอบเช่นเดียวกับการทดสอบหาปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เป็นผลจากการวิ่งด้วยรองเท้าวิ่งออกกำลังกายและรองเท้าวิ่งมินิมัล

ช่วงหลังการทำวิจัย

1. นำค่าข้อมูลของปริมาณการใช้ออกซิเจนที่ได้มาจัดกระทำข้อมูลทางสถิติ
2. วิเคราะห์ข้อมูลแล้วนำเสนอในรูปแบบตารางพร้อมกับคำบรรยายประกอบ

วิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ทดสอบหาค่าสถิติพื้นฐานคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
2. เปรียบเทียบปริมาณการใช้ออกซิเจน ด้วยการสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกาย การสวมรองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่า โดยใช้สถิติ Repeated Measure ANOVA
3. ค่านี้สำคัญทางสถิติกำหนดไว้ที่ ระดับ .05.

ผลการศึกษา และวิจารณ์

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลักษณะทั่วไป	ค่าเฉลี่ย(\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	Max	Min
อายุ (ปี)	20.71	1.06	23	20
น้ำหนัก (กก.)	69.36	6.95	85	61
ส่วนสูง (ซม.)	173.29	4.73	184	168
ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มล./กก./นาที)	43.40	2.97	47	38

จากตารางที่ 1 พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย (20.71 ± 1.06 ปี) มีน้ำหนักตัว (69.36 ± 6.95 กิโลกรัม) มีส่วนสูง (173.29 ± 4.73 เซนติเมตร) และ

ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (43.40 ± 2.97) (มล./กก./นาที) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ของการกลุ่มตัวอย่างที่ทำการคัดเข้าโดยกำหนดระดับ 38 - 47 (มล./กก./นาที)

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของการทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เป็นผลจากการวิ่งด้วย รองเท้าวิ่งออกกำลังกาย (Athletic footwear) รองเท้าวิ่งมินิมัล (Minimalist) และการวิ่งเท้าเปล่า (Barefoot)

Multivariate test: Wilks' Lambda (Λ) = 0.538, Multivariate F-statistic = 5.154, *p*-value = 0.024*, Partial η^2 = 0.462

Shoe character	Descriptive Statistics				Tests of Within-Subjects Contrasts							
	\bar{X}	SD	Max	Min	Contrast	SOV	SS	df	MS	F-statistic	<i>p</i> -value	Partial η^2
Athletic footwear: AF	28.73	2.86	32.75	24.10	AF vs. ML	Time	89.764	1	89.764	6.361	0.025*	0.329
						error	183.443	13	14.111			
Minimalist: ML	26.20	3.30	30.30	17.65	ML vs. ML	Time	57.611	1	57.611	11.167	0.005*	0.462
						error	67.069	13	5.159			
Barefoot: BF	26.70	2.68	30.60	22.60	BF vs. AF	Time	3.550	1	3.550	0.550	0.471	0.041
						error	83.892	13	6.453			

* $p \leq 0.05$, MS = Mean Square, Partial η^2 = ค่าอิทธิพลของการทดลอง (Effect size)

จากตารางที่ 2 ปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เป็นผลจากการสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกาย การสวมรองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่า พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.024$) โดยสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่ทำการเปรียบเทียบการสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกาย การสวมรองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่าพบว่าที่เป็นผลจากการสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกายมีปริมาณการใช้ออกซิเจนมากกว่าที่เป็นผลจากการสวมรองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01¹² และผลการทดสอบความแตกต่างของค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนในรายคู่จากตารางที่ 2 นี้ ระหว่างการสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกาย และการสวมรองเท้าวิ่งมินิมัลพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เป็นผลจากการสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกายสูงกว่าการสวมรองเท้าวิ่งมินิมัล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.025$) โดยผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่ทำการเปรียบเทียบปริมาณการใช้ออกซิเจนของการสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกายและการสวมรองเท้าวิ่งมินิมัลพบว่าที่เป็นผลจากการสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกายมีปริมาณการใช้ออกซิเจนมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ 0.001¹¹⁻¹² การพิจารณารายคู่ระหว่างการสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกาย และการวิ่งเท้าเปล่าจากตารางที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เป็นผลจากการสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกายสูงกว่าที่เป็นผลจากการวิ่งเท้าเปล่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.005$) โดยสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่ได้ทำการศึกษาเรื่องปริมาณการใช้ออกซิเจนที่มีผลต่อการสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกายเทียบกับการวิ่งเท้าเปล่าบนพื้นดินและลู่วิ่งไฟฟ้าตามลำดับพบว่าที่เป็นผลจากการสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกายบนพื้นดิน และการสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้ามีปริมาณการใช้ออกซิเจนมากกว่าที่เป็นผลจากการวิ่งเท้าเปล่าบนพื้นดิน และการวิ่งเท้าเปล่าบนลู่วิ่งไฟฟ้าตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05^{9,12} ผลการวิจัยนี้ได้ทำการพิจารณารายคู่ระหว่างการสวมรองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่า จากตารางที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เป็นผลจากการสวมรองเท้าวิ่งมินิมัลและที่เป็นผลจากการวิ่งเท้าเปล่า ไม่มีความแตกต่างกัน ($p = 0.471$) โดยผลนี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่ทำการศึกษาผลของออกซิเจนจากการฝึกด้วยการสวมรองเท้าวิ่งมินิมัล



พบว่าปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เป็นผลจากการสวมรองเท้าวิ่งมินิมัลและที่เป็นผลจากการวิ่งเท้าเปล่าไม่มีความแตกต่างกัน¹¹⁻¹² จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องของปริมาณออกซิเจนที่เป็นผลจากการวิ่งด้วยรองเท้าออกกำลังกาย รองเท้าวิ่งมินิมัล และการวิ่งเท้าเปล่า มีความแตกต่างกัน อาจเป็นผลจากกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหดตัวมีความแตกต่างกันขณะออกกำลังกายกล้ามเนื้อมีการทำงานหนักขึ้น ร่างกายจึงมีความต้องการนำออกซิเจนไปใช้ในการลำเลียงสารอาหารเพิ่มมากขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ⁴ กล้ามเนื้อที่มีการหดตัวแบบสั้นเข้าจะมีความต้องการปริมาณออกซิเจนมากกว่ากล้ามเนื้อที่มีการหดตัวแบบยืดออก⁵ สิ่งสำคัญในการวิ่งออกกำลังกายที่มีระยะไกลหรือต้องใช้กระบวนการแบบแอโรบิกนั้นคือความสามารถในการรับออกซิเจนเข้าไปในร่างกาย เพื่อใช้ในการเผาผลาญสารอาหารเป็นพลังงาน ซึ่งผู้ที่มีสมรรถภาพปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะมีความต้องการปริมาณออกซิเจนได้น้อยกว่าในระดับความหนักของงานที่เท่ากัน³ จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าการวิ่งด้วยรองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่า มีลักษณะการใช้กล้ามเนื้อเหมือนกัน²²⁻²⁴ สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าลักษณะที่เป็นผลจากการวิ่งด้วยรองเท้าวิ่งมินิมัล และการวิ่งเท้าเปล่า เหมือนกันคือฝ่าเท้าจะสัมผัสพื้นก่อนส้นเท้า จึงทำให้กล้ามเนื้อที่ใช้ในการวิ่งเหมือนกันด้วย⁹ จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาเปรียบเทียบการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อขณะวิ่งออกกำลังกาย ที่เป็นผลจากการวิ่งด้วยรองเท้าออกกำลังกายและการวิ่งเท้าเปล่า พบว่ามี 2 ช่วง ที่แตกต่างกัน^{7, 23-24} คือ 1) ช่วงก่อนส้นเท้าสัมผัสพื้น 2) ช่วงเท้าสัมผัสพื้นไปถึงน้ำหนักลงเต็มฝ่าเท้าในช่วงก่อนส้นเท้าสัมผัสพื้น เมื่อสวมรองเท้าออกกำลังกายจำนวนมัดกล้ามเนื้อ Quadriceps มีการหดตัวแบบสั้นเข้าเต็มที่ทั้ง 4 มัด ส่วนการวิ่งเท้าเปล่าจำนวนมัดกล้ามเนื้อ Quadriceps มีการหดตัวแบบสั้นเข้าเต็มที่ 1 มัดเมื่อสวมรองเท้าออกกำลังกายจำนวนมัดกล้ามเนื้อ Hamstrings มีการหดตัวแบบยืดออกเต็มที่ทั้ง 3 มัด ส่วนการวิ่งเท้าเปล่า จำนวนมัดกล้ามเนื้อ Hamstrings มีการหดตัวแบบยืดออกและหดตัวแบบสั้นเข้าเล็กน้อย

ทั้ง 2 มัด^{7, 23-25} ดังนั้นการวิ่งด้วยรองเท้าวิ่งออกกำลังกายจำนวนมัดกล้ามเนื้อที่มีการหดตัวแบบสั้นเข้ามากกว่าการวิ่งเท้าเปล่า รองเท้าวิ่งออกกำลังกายจึงน่าจะมีความต้องการปริมาณออกซิเจนมากกว่าในช่วงเท้าสัมผัสพื้นไปถึงน้ำหนักลงเต็มฝ่าเท้าระยะที่หนึ่ง พบว่าเมื่อสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกายกล้ามเนื้อ Tibialis anterior มีการหดตัวแบบสั้นเข้าเต็มที่ ส่วนการวิ่งเท้าเปล่ากล้ามเนื้อ Tibialis anterior มีการหดตัวแบบสั้นเข้าและยืดออกเล็กน้อย เมื่อสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกายกล้ามเนื้อ Gastrocnemius จะหดตัวแบบยืดออก ส่วนการวิ่งเท้าเปล่า กล้ามเนื้อ Gastrocnemius จะมีการหดตัวแบบยืดออกและสั้นเข้าเล็กน้อย ดังนั้นเมื่อสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกาย พบว่ากล้ามเนื้อ Tibialis anterior มีการหดตัวเต็มที่มากกว่า จึงน่าจะมีความต้องการปริมาณการใช้ออกซิเจนมากกว่า และในช่วงเท้าสัมผัสพื้นไปถึงน้ำหนักลงเต็มฝ่าเท้าระยะที่สอง เมื่อสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกายและการวิ่งเท้าเปล่า กล้ามเนื้อที่มีการหดตัวคล้ายกัน จึงน่าจะมีปริมาณการใช้ออกซิเจนใกล้เคียงกัน^{7, 23-25} งานวิจัยเหล่านี้บ่งบอกถึงความต้องการออกซิเจนของกล้ามเนื้อที่ทำการหดตัวขณะวิ่งและแต่ละช่วงการวิ่งที่ต่างกันเมื่อสวมรองเท้าต่างชนิดกัน สำหรับงานของคณะผู้วิจัยนี้ได้ทำการทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เป็นผลจากการวิ่งด้วยรองเท้าวิ่งออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าหลังจากนั้นใช้เวลาให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความคุ้นชินต่ออุปกรณ์รองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่าเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ก่อนการทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนอีกครั้ง ผลการวิจัยพบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ออกซิเจน โดยการสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกายมีปริมาณการใช้ออกซิเจนมากกว่าการสวมรองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่า แม้ว่าการวิจัยนี้มิได้ศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อขณะวิ่งเมื่อสวมรองเท้าต่างชนิดกัน จากงานวิจัยก่อนหน้าและผลจากงานวิจัยนี้อาจบ่งบอกได้ว่าแม้จะใช้เวลาให้เกิดความคุ้นชินต่อการวิ่งด้วยอุปกรณ์รองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่าแล้ว การวิ่งที่เป็นผลจากการวิ่งด้วยรองเท้าวิ่งออกกำลังกายน่าจะมีการทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดตัวสั้นเข้าเต็มที่มากกว่ารองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่ง

เท้าเปล่าจึงน่าจะทำให้มีความต้องการใช้ออกซิเจนมากกว่า

สรุป

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เป็นผลจากการวิ่งด้วยการสวมรองเท้าวิ่ง ออกกำลังกาย การสวมรองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่า พบว่าการสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกายมีการใช้ปริมาณออกซิเจนมากกว่าการสวมรองเท้าวิ่งมินิมัล และการวิ่งเท้าเปล่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้ออกซิเจนด้วยการสวมรองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่า พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าการสวมรองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่า มีปริมาณการใช้ออกซิเจนน้อยกว่าการสวมรองเท้าวิ่งออกกำลังกายในระดับของงานที่เท่ากัน ดังนั้นการสวมรองเท้าวิ่งมินิมัลและการวิ่งเท้าเปล่าจึงน่าจะส่งผลให้การวิ่งออกกำลังกายเพื่อสุขภาพดีขึ้น โดยอาจจะได้ระยะทางไกลขึ้นหรืออาจสามารถใช้เวลาในการวิ่งออกกำลังกายได้นานขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานสถิติแห่งชาติ. เพื่อสุขภาพไทย เพื่อสังคมไทย. เติลนิวัสต์ 8 พฤศจิกายน 2555.
2. สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล. สถานการณ์การมีกิจกรรมทางกาย/ ออกกำลังกายของคนไทย 2559. ได้จาก :<https://sites.google.com/site/exercisemoph/>
3. McArdle WD, Katch V, Katch FI. Essential of exercise physiology. 4thed. Lippincott Williams & Wilkins; 2011. P.33-53.
4. Rosato F. Walking and Jogging for health and wellness 5th ed. Canada: Barbara Britton; 2003.P.67-87.
5. Radcliffe JC, Farentinos RC. High-powered plyometric. America: Human Kinetics; 1999. P. 3-17.
6. Perl DP, Daoud AI, Lieberman DE. Effects of footwear and strike type on running economy. *Medicine & science in sports & exercise*. 2012 July;44(7):1335-1343.
7. Lieberman DE, Venkadesan M, Daoud AL, Werbel WA. Biomechanics of foot strikes & Applications to running barefoot or in minimal footwear, *Nature* November 26, 2009. Available from: URL: <http://www.barefootrunning.fas.harvard.edu/index.html> Accessed January25, 2015.
8. McDougall C. Born to run. New York: Knopf; 2009. P. 2-4.
9. Lloyd S. The examination of ankle joint motion between barefoot and minimalist shoes on various inclines, *Undergraduate review* 2013;9:82-6.
10. Hanson NJ, Barg K, Deka P, Meendering JR, Ryan C. Oxygen cost of running barefoot vs. running shod. *Journal sport medicine*. 2011 August;32(6): 401-6.
11. Sobhani S, Bredeweg S, Dekker R, Kluitenberg B, Edwin van der H, Hilman J, Postema K. Rocker shoe, minimalist shoe, and standard running shoe: A comparison of running economy. *Journal of Science Medicine in Sport*. 2013 May;17(3): 312-6.
12. Cheung RT, Ngai SP. Effects of footwear on running economy in distance runners: A meta-analytical review. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2016 March;19 (3): 260-6.
13. Bellar, D., & Judge, L.W. Effect of training in minimalist footwear on oxygen Consumption during walking and running. *Biology of Sport*, 2015 June;32(2): 149-154.
14. Bootier J. Biomechanical efficiency and metabolic economy: Vibram five fingers versus conventional running shoes. July, 31,



2012. Available from: URL: <http://hdl.handle.net/10211.1/1512>
 Accessed December 12, 2014.
15. Franz JR, Wierzbinski CM, Kram R. Metabolic cost of running barefoot versus shod: is lighter better ?. *Medicine & Science in Sports Exercise*. 2012 February;44(8): 1519-1525.
 16. Vincent HK, Montero C, Conrad BP, Seay A, Edenfield K, Vincent KR. Metabolite responses of running shod and barefoot in mid-forefoot runners. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2014 August; (4): 447-455.
 17. Divert C, Mornieux G, Freycha P, Baly L, Mayer F, Belli A. Barefoot-shod running differences: Shoe or mass effect?. *International journal of sports medicine*. 2008 June;29(6): 512-8.
 18. Warne JP, Warrington GD. Four-week habituation to simulated barefoot running improves running economy when compare with shod running. *Journal of Medicine & Science in Sports*. 2012 June; 24(3): 563-8.
 19. Baroody NJ. The effect of a barefoot running training program on running economy and performance. *Student Scholarship*. August, 2013. Available from: URL: <http://scholars.unh.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1202&context=honors> Accessed March 8, 2015.
 20. Mackenzie, B. 101 Performance evaluation tests. London: Electric word plc; 2005.P. 22-3.
 21. กฤตพล พิทธิไชย, ประทุม ม่วงมี และไพรัตน์ วงษ์นาม. ผลของการฝึกวิ่งต่างแบบที่มีต่อการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก อัตราการเต้นหัวใจ และความดันโลหิตภายหลังจากการวิ่ง 800 เมตร ในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา*. 2553;10(1): 145-161.
 22. Squadrone, R., & Gallozzi, C. Biomechanical and physiological comparison of barefoot and two shod conditions in experienced barefoot running. *Journal of sport medicine and physical fitness*. 2009 March; 49(1), 6-13.
 23. Puleo J, Milroy P. *Running anatomy*. America: Human Kinetics. 2010. P. 16-21.
 24. Anderson, O. *Running science*. America: Human kinetics. 2013. P. 28-43.
 25. Sinclair J, Atkins S, Richards J, Vincent H. Modelling of muscle force distribution during barefoot and shoe running. *Journal of Human Kinetics*. 2015 October; 47(1): 9-17.