

The Validity of a Low-Cost Smartwatch for Measuring Physical Activity

Netchanok Jianramas¹, Thanaporn Semphuet¹

THJPH 2021; 51(2): 140-148

Correspondence:

Thanaporn Semphuet, Department of Physical Therapy, School of Allied Health Sciences, Walailak University, Nakhon Si Thammarat 80160, THAILAND.

E-mail: thanaporn.se@wu.ac.th

Tel. 66 85-305-8332

¹ Department of Physical Therapy, School of Allied Health Sciences, Walailak University, Nakhon Si Thammarat 80160, THAILAND.

Received: November 21, 2020;

Revised: March 16, March 26, April 18, 2021;

Accepted: May 27, 2021

Extended Abstract

Alongside rapid economic, social and technological growth, communities are becoming more urbanized. This causes changes in people's behavior, such as a shift in transportation style from walking or riding a bicycle to using a motor vehicle. Work behavior changes to a sedentary state, such as sitting and using a computer for long periods of time, resulting in insufficient physical activity levels. Smart watches can be used for many applications such as phone calls, steps per day data storage, heart rate detection and tracking for physical activity and exercise patterns. It is a fitness device that tracks physical activity in real time. A low-cost smartwatch offers the potential to promote physical activity (PA) and health in daily living by enabling self-monitoring of personal activity and obtaining feedback based on activity measures. It has an impressive amount of potential to improve personal PA and health behaviors. These devices are not only used by users to monitor their own levels of PA, but also by researchers to track the behavior of subjects. Therefore, it is important to explore how accurate smartwatches are at tracking PA. This study aimed to assess the validity of popular consumer-wearable activity trackers and their ability to estimate steps.

Accelerometer data was collected with a smartwatch, then the data obtained was compared with a pedometer activity monitor. Participants were 18-25 years old ($n = 50$). The participants wore a smartwatch (Xiaomi Mi Band 4 smartwatch) on the non-dominant wrist and wore a pedometer (Yamax Digi-Walker model CW-700/701) on the edge of the skirt or trousers on the same hip as the smartwatch. Participants were required to wear both devices all day at least 10 hours a day, except for when showering or sleeping, and at the same time for 7 days or at least 3 days a week, for instance two weekdays and a weekend day. Participants were permitted to remove their smartwatch during the day, but it must have been removed at the same time as the pedometer. The researcher telephoned participants every other day to note their wearing time and walking count. After 7 days of data collection, data were analyzed by using Intraclass Correlation Coefficient: (ICC) statistics and Bland-Altman plots to test the validity of the smartwatch.

Data from 50 participants found that the mean daily number of steps recorded via smartwatch and pedometer were 4,002 and 4,684, respectively. The difference between the two devices was 682 ± 319 steps/day, which was a statistically significant difference (p -value = 0.035). The result of the validity test (ICC) was 0.95 (p -value = 0.001) (very good correlation), and

Bland-Altman plots showed 95% limits of agreement with the CI ranging from 498.08 to 866.54 and a mean difference of 682.31 with most of the data (94%) found to be within a very good level of agreement. The smartwatch (Xiaomi Mi Band 4) has a very good level of validity compared to a pedometer for measuring the number of steps per day, ICC = 0.95, $p = 0.001$.

Keywords: Physical activity, Low-cost smartwatch, Pedometer, Steps/day, Validity and accuracy

ความตรงของนาฬิกาอัจฉริยะราคาประหยัดในการวัดกิจกรรมทางกาย

เนตรชนก เจียรมาศ¹, ธนากรณ์ สมพิช¹

THJPH 2021; 51(2): 140-148

¹ อาจารย์ประจำ สาขาวิชากายภาพ
บำบัด สำนักวิชาสหเวชศาสตร์
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยภาคตัดขวาง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความตรงระหว่างนาฬิกาอัจฉริยะราคาประหยัดและเครื่องนับก้าวเดิน ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างสุขภาพดี จำนวน 50 คน อายุระหว่าง 18-25 ปี กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดได้รับการติดตามจำนวนก้าวเดิน โดยใส่นาฬิกาอัจฉริยะ (Xiaomi รุ่น Mi Band 4) บริเวณข้อมือข้างไม่ถนัด และเครื่องนับก้าวเดิน (Yamax Digi-Walker รุ่น CW-700/701) บริเวณข้อมือตรงไปตรงหรือรอบทางทแยง บริเวณสะโพกข้างเดียวกับนาฬิกาอัจฉริยะ โดยสวมอุปกรณ์ทั้ง 2 พร้อมกัน ตลอดทั้งวัน อย่างน้อย 10 ชั่วโมงต่อวัน ยกเว้นเวลาอาบน้ำ เวลานอน เป็นเวลา 7 วัน หรืออย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์ วิเคราะห์ความตรงของเครื่องมือโดยใช้สถิติ Intraclass Correlation Coefficient และ Bland-Altman plots ผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นเท่ากับ 0.95 ($p < 0.001$) ซึ่งมีค่าความสัมพันธ์ที่ระดับดีมาก และ Bland Altman plots แสดงผลค่า LOA ที่ 95% CI อยู่ในช่วง 498.08 ถึง 866.54 และ Mean different เท่ากับ 682.31 ข้อมูลส่วนใหญ่กระจายตัวในช่วง Limit of agreement ร้อยละ 94 ซึ่งอยู่ในระดับที่ดีมาก จากการวิจัยครั้งนี้สรุปว่านาฬิกาอัจฉริยะราคาประหยัด มีความตรงระดับดีมากเมื่อเทียบกับเครื่องนับก้าวเดินที่เป็นมาตรฐาน ดังนั้น สามารถใช้นาฬิการาคาประหยัดในชีวิตประจำวันเพื่อส่งเสริมให้มีการทำกิจกรรมทางกายที่เพียงพอ

คำสำคัญ: กิจกรรมทางกาย, นาฬิกาอัจฉริยะราคาประหยัด, เครื่องนับก้าวเดิน, จำนวนก้าวเดินต่อวัน, ความตรง และความแม่นยำ

บทนำ

ปัจจุบันมีการเติบโตทางเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว เป็นปัจจัยให้ชุมชนเกิดการเปลี่ยนเป็นชุมชนเมืองมากขึ้น ทำให้จราจรติดขัด เกิดมลพิษ สวนสาธารณะ ทางเท้า และสถานที่อำนวยความสะดวกด้านกีฬาหรือสถานที่พักผ่อนหย่อนใจลดลง พฤติกรรมการดำเนินชีวิตของผู้คนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เช่น การเดินทางโดยวิธีการเดินเท้าหรือการปั่นจักรยาน เปลี่ยนเป็นการใช้ยานยนต์ในการเดินทาง แม้แต่รูปแบบการทำงานที่เปลี่ยนเป็นลักษณะที่นั่งประจำและใช้หน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นเวลานาน ส่งผลให้ประชากรมีระดับกิจกรรมทางกายที่ไม่เพียงพอ^{1,2} ประกอบกับในช่วงต้นปี ค.ศ. 2020 ที่ทั่วโลกประสบปัญหาการระบาดของโคโรนาไวรัสสายพันธุ์ใหม่ 2019 (COVID-19) ทำให้รัฐบาลมีนโยบาย “อยู่บ้าน หยุดเชื้อ เพื่อชาติ” เพื่อควบคุมสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค โดยเว้นระยะห่างทางสังคม และกักตัวอยู่บ้าน มีการปรับเปลี่ยนเวลาในการทำงาน การเรียน รวมถึงการงดใช้พื้นที่สาธารณะหรือพื้นที่ออกกำลังกายสาธารณะทั้งหมด นอกจากปัจจัยด้านจิตใจของประชาชนที่มีความกังวลใจ ความเครียดในช่วงกักตัว ซึ่งส่งผลอย่างมากต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจึงเป็นเหตุผลทำให้ประชาชนมีกิจกรรมทางกายที่ลดลง^{3,4} จากรายงานสถานการณ์ด้านกิจกรรมทางกายในประเทศไทยของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ (สสส.) ปี ค.ศ. 2020 พบว่า ประชาชนอายุ 18-59 ปี มีการทำกิจกรรมทางกายที่เพียงพอร้อยละ 54.7 ซึ่งต่ำสุดในช่วง 9 ปีที่ผ่านมา ในทางกลับกันมีพฤติกรรมเนือยนิ่งเฉลี่ยสูงที่สุดมากขึ้นถึงวันละ 14 ชั่วโมง 40 นาที⁵ องค์การอนามัยโลก ปี ค.ศ. 2020 แนะนำให้ประชาชน อายุระหว่าง 18-59 ปี ควรมีการทำกิจกรรมทางกายระดับหนัก อย่างน้อย 75 นาทีต่อสัปดาห์ หรือกิจกรรมทางกายระดับปานกลาง อย่างน้อย 150 นาทีต่อสัปดาห์ หรือจำนวนก้าวเดินอย่างน้อย 10,000 ก้าวต่อวัน จะสามารถลดความเสี่ยงในการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-communicable diseases : NCDs) ได้แก่ โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวาน โรคเมตาบอลิซึม³ โรคอ้วน⁶ และเพิ่มระบบภูมิคุ้มกัน ลดโอกาสการติดเชื้อ อีกทั้งยังลดความเครียดได้ แต่ในทางกลับกันหากมีกิจกรรมทางกายที่ไม่เพียงพอส่งผลให้เพิ่มความเสี่ยง การเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ได้แก่ โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวาน โรคเมตาบอลิซึม^{6,7} ระบบภูมิคุ้มกันทำงานลดลง เพิ่มโอกาสให้ติดเชื้อได้ง่าย และเพิ่มความเครียด ซึ่งในปัจจุบันมีรูปแบบการเพิ่มกิจกรรมทางกายที่น่าสนใจและเป็นที่ยอมรับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มวัยรุ่น และวัยผู้ใหญ่ คือการใช้โปรแกรมติดตามกิจกรรมทางกายบนสมาร์ตโฟน จากการศึกษาในปี ค.ศ. 2011 ประชาชนในอายุ 25-34 ปี เป็นกลุ่มที่ใช้สมาร์ตโฟนมากที่สุด สูงสุดถึงร้อยละ 62⁸ และโปรแกรมบนสมาร์ตโฟนที่นิยมที่สุดมีคุณลักษณะดังนี้ แสดงจำนวนก้าวเดิน ระยะทาง และความหลากหลายของกิจกรรมทางกาย^{6,7,9} แสดงผลการเผาผลาญพลังงาน^{6,7,10} แสดงผลป้อนกลับอัตโนมัติ^{10,11} การสร้างเป้าหมายการวางแผนกิจกรรมทางกายและมีการติดตามจำนวนก้าวเดิน^{10,12} ซึ่งโปรแกรมปรับใช้ (Application) ดังกล่าวมักใช้ร่วมกับนาฬิกาอัจฉริยะ (Smartwatch)⁸

นาฬิกาอัจฉริยะ สามารถใช้งานได้หลายอย่าง เช่น โทรศัพ

การเก็บข้อมูลการเดิน วัดชีพจรการเต้นของหัวใจ ดูกิจกรรมการวิ่งออกกำลังกาย เป็นอุปกรณ์นอกกำลังกายที่ติดตามกิจกรรมทางกายตามเวลาจริง สามารถเพิ่มกิจกรรมทางกายในผู้ใช้งานได้อย่างดี ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ผู้เข้าร่วมวิจัยหลังจากใส่ นาฬิกาอัจฉริยะ 8-12 สัปดาห์ มีระดับกิจกรรมทางกายปานกลางถึงหนัก และจำนวนก้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับก่อนใส่ นาฬิกาอัจฉริยะ^{13,14} เนื่องมาจากการสวมใส่ นาฬิกาอัจฉริยะเป็นการเพิ่มแรงจูงใจในแต่ละวัน (Daily motivation)¹⁵ การท้าทายตัวเอง (Goals challenge) อีกทั้งได้ติดตามความก้าวหน้า (Progress monitoring)¹⁶ และสามารถแสดงค่า (Get accountable)¹⁷ ในการออกกำลังกายหรือทำกิจกรรมได้

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า นาฬิกาอัจฉริยะ 5 อันดับแรกที่ได้รับคามนิยมในปัจจุบัน ได้แก่ Apple, Xiaomi, Fitbit, Huawei และ Garmin ตามลำดับ จากการศึกษาความตรงของนาฬิการุ่นดังกล่าว พบว่า มีความตรงอยู่ระหว่าง 0.7-0.9 จัดอยู่ในระดับพอใช้ถึงดีมาก (Apple Watch รุ่น 2 ICC = 0.96, $p < 0.001$ ¹⁸, Garmin รุ่น Vivosmart ICC = 0.79, $p < 0.05$, Fitbit รุ่น Charge HR ICC = 0.73, $p < 0.05$ ¹⁹ และ Huawei Watch รุ่น Talk Band B3 ICC = 0.89, $p < 0.05$)²⁰ จะเห็นได้ว่านาฬิกาอัจฉริยะรุ่นที่กล่าวมามีความน่าเชื่อถือสูง แต่มีราคาค่อนข้างแพงอยู่ในช่วงระหว่าง 8,000-14,000 บาท ทำให้มีการจำกัดการเข้าถึงการใช้งานกับบุคคลบางกลุ่มเท่านั้น²¹ แต่มีนาฬิกาอัจฉริยะที่ราคาไม่แพงมาก ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่าง 800-1,200 บาทและมีการทำงานพื้นฐานสำหรับการเพิ่มกิจกรรมทางกายครบถ้วน โดยเฉพาะการเดิน การวิ่ง มีคุณสมบัติรองรับจำนวนก้าวเดิน ระยะทาง การทำกิจกรรมได้ทั้ง 6 รูปแบบ ได้แก่ Outdoor, Treadmill, Cycling, Walking, Exercise และ Pool Swimming โดยมีการตรวจจับเครื่องวัดความเร่งแบบ 3 แกน (X, Y, Z)²² จะเห็นได้ว่า นาฬิกาอัจฉริยะ Xiaomi รุ่น Mi band 4 มีคุณสมบัติพื้นฐานในการวัดกิจกรรมทางกายครบถ้วน²³ แต่พบว่านาฬิกาอัจฉริยะราคาไม่แพงมีการศึกษาความตรงในการวัดจำนวนก้าวเดินน้อย ซึ่งความตรงของเครื่องมือถือว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ควรได้รับการประเมินความน่าเชื่อถือก่อนการใช้งาน ดังนั้นจึงเป็นที่มาของการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความตรงของนาฬิกาอัจฉริยะราคาประหยัดในการวัดก้าวเดินเปรียบเทียบกับเครื่องมือที่เป็นมาตรฐานในการวัดจำนวนก้าวเดินคือ เครื่องนับก้าวเดิน (Pedometer)

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional study) ศึกษาความตรงของเครื่องมือนาฬิกาอัจฉริยะราคาประหยัด ต่อเครื่องนับก้าวเดินในการวัดจำนวนก้าวเดินในประชากรสุขภาพดี ระหว่างกันยายน-ตุลาคม พ.ศ. 2563

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่เข้าร่วมงานวิจัยคือ นักศึกษามหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ที่มีสุขภาพดี อายุระหว่าง 18-25 ปี ชั้นปี 1-4 จำนวน 8,015 คน (ข้อมูล ณ ปี พ.ศ. 2563) จำนวนตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้อ้างอิงจากการศึกษาของ Caroline และคณะ ในปี พ.ศ.

2554 เรื่อง Rating the methodological quality in systematic reviews of studies on measurement properties: a scoring system for the COSMIN checklist พบว่า ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมในการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือควรมีขนาดตัวอย่าง 50 คน ซึ่งอยู่ในระดับดี ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงได้ใช้ขนาดตัวอย่างจำนวน 50 คน²⁴ มีคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเข้า (Inclusion criteria) ดังนี้ 1) นักศึกษามหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ อายุระหว่าง 18-25 ปี 2) เพศชาย หรือเพศหญิง 3) มีสมาร์ตโฟนที่สามารถโหลดโปรแกรมปรับใช้ (Application) Mi Fit ได้ 4) สามารถเข้าใจและสื่อสารได้ และ 5) ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยโดยการลงนามด้วยความสมัครใจหลังได้รับข้อมูลโครงการ โดยมีเกณฑ์คัดกุ่มตัวอย่างออกจากการศึกษา (Exclusion criteria) คือ ผู้ที่ไม่สามารถสวมเครื่องนับก้าวเดินหรือนาฬิกาอัจฉริยะ อย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์ (วันธรรมดา 2 วัน และวันหยุดสุดสัปดาห์ 1 วัน)²⁵ แต่ละวันสวมใส่อย่างน้อย 10 ชั่วโมงต่อวัน²⁴ และมีการใช้อุปกรณ์ในการช่วยเดิน เช่น ไม้เท้า, ไม้ค้ำยัน เป็นต้น

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

แบบสอบถามเพื่อใช้รวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย 1) แบบบันทึกข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย ข้อมูลที่บันทึกได้แก่ ชื่อ-สกุล อายุ (ปี) เพศ น้ำหนัก (กิโลกรัม) เบอร์โทรศัพท์และที่อยู่ติดต่อได้ 2) แบบบันทึกการใช้งานเครื่องมือ เพื่อบันทึกจำนวนก้าวเดินต่อวัน เวลาในการใส่และถอดเครื่องนับก้าวเดิน และนาฬิกาอัจฉริยะทุกวัน 3) นาฬิกาอัจฉริยะ: Xiaomi รุ่น Mi Band 4 และ 4) เครื่องนับก้าวเดิน ยี่ห้อ Yamax Digi-Walker รุ่น CW-700/701 มีค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ เท่ากับ 0.98²⁶

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยประชาสัมพันธ์รับสมัครผู้เข้าร่วมวิจัย ผู้เข้าร่วมวิจัยที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าและยินยอมในการเข้าร่วมงานวิจัยตอบแบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานเพื่อเก็บข้อมูล ประกอบด้วย ชื่อ-สกุล อายุ (ปี) เพศ น้ำหนัก (กิโลกรัม) เบอร์โทรศัพท์ที่ติดต่อได้ และที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ จากนั้นในช่วงเก็บข้อมูลระยะเวลากันหมด 7 วัน ผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 50 คนติดอุปกรณ์วัดกิจกรรมทางกาย 2 เครื่อง ได้แก่ ใส่บนนาฬิกาอัจฉริยะ: Xiaomi รุ่น Mi Band 4 สวมใส่ที่ข้อมือข้างไม่ถนัด²⁰ และเครื่องนับก้าวเดิน ยี่ห้อ Yamax Digi-Walker รุ่น CW-700/701 โดยติดที่ขอบกระโปรงหรือขอบกางเกงบริเวณสะโพกข้างเดียวกับนาฬิกาอัจฉริยะ²⁷ สวมทั้งวัน ยกเว้นเวลาอาบน้ำ เวลานอน หากผู้เข้าร่วมวิจัยจำเป็นต้องถอดอุปกรณ์วัดกิจกรรมทางกาย สามารถถอดได้ แต่ต้องถอดพร้อมกันและสวมใส่พร้อมกันทั้ง 2 เครื่อง โดยทำการจดบันทึกเวลาของการสวมใส่หรือถอด และเวลาตื่นนอนหรือก่อนเข้านอนทุกครั้งในสมุดบันทึกจำนวนก้าวเดิน บันทึกเวลาที่สวมใส่และถอดของเครื่องมือ สวมใส่อย่างน้อย 10 ชั่วโมงต่อวัน เป็นระยะเวลา 7 วัน หรืออย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์ วันธรรมดาดังน้อย 2 วัน และวันสุดสัปดาห์ 1 วัน^{20,27,28} ในระหว่างการเก็บข้อมูลผู้วิจัยจะทำการโทรแจ้งเตือนสำหรับการจดบันทึกเวลาและจำนวนก้าวเดิน รวมถึงให้คำแนะนำเพิ่มเติมหรือตอบคำถามข้อสงสัยแก่ผู้เข้าร่วมวิจัยใน

วันที่ 2, 4 และ 6 ของสัปดาห์²⁹ เมื่อผู้เข้าร่วมงานวิจัยเก็บข้อมูลครบ 7 วัน ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการจดบันทึกและข้อมูลจำนวนก้าวเดินทั้ง 2 เครื่องไปวิเคราะห์หาค่าความตรงของเครื่องมือต่อไป

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS version 22 กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ นำเสนอข้อมูลพื้นฐาน โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน (ร้อยละ) และค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความตรงของข้อมูลในการวัดจำนวนก้าวเดินระหว่างนาฬิกาอัจฉริยะ: Xiaomi รุ่น Mi Band 4 กับเครื่องนับก้าวเดินด้วยสถิติ Intraclass Correlation Coefficient (ICC); Inter-rater reliability และ Bland-Altman plots

ข้อพิจารณาด้านจริยธรรม

โครงการวิจัยนี้ได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ รหัสโครงการ WU-EC-AL-1-415-63 ตามเอกสารรับรองโครงการวิจัยเลขที่ WUEC-20-303-01 เมื่อวันที่ 16 กันยายน พ.ศ. 2563

ผลการศึกษา

ลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 50 คน เพศชาย จำนวน 5 คน (ร้อยละ 10) เพศหญิง จำนวน 45 คน (ร้อยละ 90) อายุเฉลี่ย 21.56 ± 0.12 ปี ส่วนสูงเฉลี่ย 1.60 ± 0.01 เมตร และค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย 22.52 ± 6.17 กิโลกรัม/เมตร² ผู้เข้าร่วมวิจัยสวมใส่อุปกรณ์ทั้งสองเครื่องครบ 7 วัน จำนวน 27 คน (ร้อยละ 54), 6 วัน จำนวน 15 คน (ร้อยละ 30), 5 วัน จำนวน 6 คน (ร้อยละ 12) และ 3 วัน จำนวน 2 คน (ร้อยละ 4) เวลาที่สวมใส่อุปกรณ์เฉลี่ย 11.45 ± 0.90 ชั่วโมงต่อวัน (Table 1)

Table 1 General characteristics of 50 participants

General characteristics	
Sex	
Male: Female	5:45
Age (years), mean (SD)	21.56 (0.12)
Height (m), mean (SD)	1.60 (0.01)
BMI (kg/m ²), mean (SD)	22.52 (6.17)
Tool wearing, n (%)	
7 days	27 (54.0)
6 days	15 (30.0)
5 days	6 (12.0)
3 days	2 (4.0)
Tool wearing (hours/day), mean (SD)	11.48 (0.90)

SD, Standard Deviation

ความตรงในการวัดจำนวนก้าวเดินระหว่าง นาฬิกาอัจฉริยะ กับเครื่องนับก้าวเดิน

การทดสอบความตรงในการวัดจำนวนก้าวเดินระหว่าง นาฬิกาอัจฉริยะราคาประหยัดและเครื่องนับก้าวเดิน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น เท่ากับ 0.95 ($p = 0.001$) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในระดับดีมาก (Table 2)

Bland-Altman plots แสดงจำนวนก้าวเดินของนาฬิกาอัจฉริยะราคาประหยัดกับเครื่องนับก้าวเดิน ค่าที่อยู่ในช่วง ± 1.96 ของขีดความสอดคล้องที่ 95% CI โดยมีค่า Mean difference เท่ากับ 682.31 ± 1.96 ก้าวต่อวัน มีค่า SD อยู่ระหว่าง -498.08 ถึง 866.54 พบว่า ข้อมูลส่วนใหญ่กระจายตัวในช่วง Limit of agreement ร้อยละ 94 ซึ่งอยู่ในระดับที่ดีมาก (Figure 1)

การอภิปรายผล

การศึกษานี้ใช้เครื่องนับก้าวเดินในการติดตามจำนวน ก้าวเดินต่อวัน เนื่องจากใช้งานง่าย ราคาไม่แพง³⁰ แต่เครื่องมือที่เป็นมาตรฐานในการวัดก้าวเดินหรือกิจกรรมทางกาย คือ เครื่องวัดความเร่ง (Accelerometer) เนื่องจากมีราคาสูงและ ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการใช้งาน²³ จึงเป็นข้อจำกัดของการศึกษา ในครั้งนี้ อย่างไรก็ตามการศึกษางานของ Coffman และคณะ ในปี ค.ศ. 2016 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องนับก้าวเดินเทียบกับ เครื่องวัดความเร่งในการวัดการก้าวเดินพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ภายในชั้น $ICC = 0.98$, $p < 0.01$ ค่าความตรงอยู่ใน ระดับที่ดีมาก³¹ ดังนั้นเครื่องนับก้าวเดินจึงมีความน่าเชื่อถือในการ วัดจำนวนก้าวเดิน ผลการศึกษานี้ พบว่า นาฬิกาอัจฉริยะ ราคาประหยัด มีความตรงในการวัดจำนวนก้าวเดิน ระดับดีมาก เมื่อเทียบกับเครื่องนับก้าวเดิน และค่า Bland-Altman plots

Table 2 Intraclass correlation coefficient (ICC) of measuring steps per day using a low-cost smartwatch versus a pedometer

	ICC	<i>p</i> -value	95% CI of ICC
Daily steps	0.95	0.001	0.92-0.97

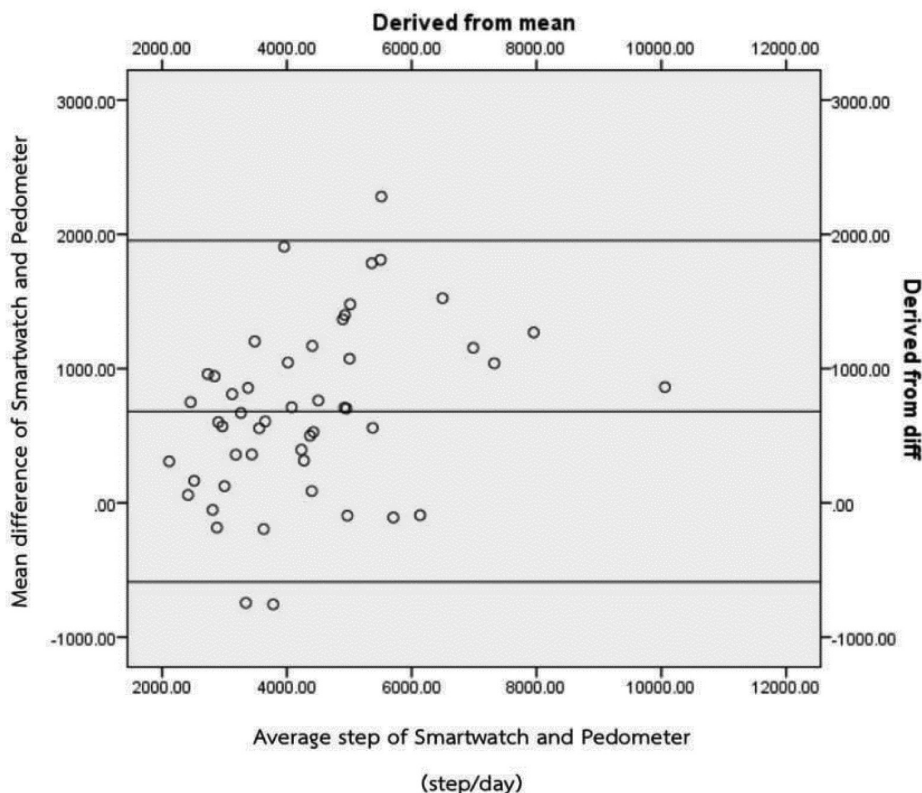


Figure 1 Bland-Altman plots steps per day low-cost smartwatch and pedometer

แสดงผลค่า LOA ที่ 95% CI อยู่ในช่วง 498.08 ถึง 866.54 และ mean difference เท่ากับ 682.31 โดยข้อมูลส่วนใหญ่ร้อยละ 94 พบว่าอยู่ในระดับดี เนื่องจากทั้ง 2 อุปกรณ์ ใช้ตัวเซนเซอร์ชนิด 3 แกนเหมือนกันคือ X, Y, Z โดยเครื่องนับก้าวเดิน ใช้เซนเซอร์แบบ สปริง³² ส่วนนาฬิกาอัจฉริยะราคาประหยัดใช้เซนเซอร์แบบ วัดความเร่ง (Accelerometer) และไจโรสโคป (Gyroscope) โดยเซนเซอร์แต่ละตัวจะทำงานแตกต่างกันคือ สปริงจะทำงานแบบลูกตุ้ม โดยวัดก้าวเดินเมื่อมีการเคลื่อนไหวของสะโพกแบบขึ้นลง เช่น การเดิน เป็นต้น ส่วนไจโรสโคปจะวัดการเคลื่อนไหวของมือเมื่อมีการหมุน เช่น การบิดหมุนของแขนหรือข้อมือ เป็นต้น และ เครื่องวัดความเร่งจะวัดการเคลื่อนไหวแบบแกว่งแขน ทำให้ทั้งนาฬิกาอัจฉริยะราคาประหยัดและเครื่องนับก้าวเดินสามารถวัดก้าวเดินได้ใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Degroote และคณะในปี ค.ศ. 2020³³ ศึกษา นาฬิกาอัจฉริยะราคาประหยัดและราคาสูงเทียบกับเครื่องวัดความเร่ง โดยวัดกิจกรรมทางกายและระยะเวลาในการนอน พบว่า นาฬิกาอัจฉริยะในกลุ่มที่มีราคาประหยัด ยี่ห้อ Xiaomi มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($ICC = 0.90, p < 0.001$) สูงที่สุดเมื่อเทียบกับนาฬิกาอัจฉริยะกลุ่มราคาเดียวกัน และมีความสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกับนาฬิกาอัจฉริยะราคาสูง ส่วนระยะเวลาในการทำกิจกรรมทางกายปานกลางถึงหนัก (Moderate to vigorous physical activity : MVPA) พบว่า นาฬิกาอัจฉริยะราคาประหยัดที่สามารถวัดได้มีเพียง ยี่ห้อ Nokia และ Xiaomi ซึ่งทั้ง 2 เครื่องพบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($ICC = 0.18, ICC = 0.15, p > 0.05$) ตามลำดับ เมื่อศึกษาในนาฬิกาอัจฉริยะราคาสูงพบว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($ICC = 0.56, p < 0.001$) และระยะเวลาในการนอนพบว่า นาฬิกาอัจฉริยะราคาประหยัด ยี่ห้อ Xiaomi ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($ICC = 0.13, p > 0.05$) ส่วนนาฬิกาอัจฉริยะราคาสูงมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($ICC = 0.46, p < 0.001$) เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Xie และคณะ ปี ค.ศ. 2018³⁴ ศึกษาการวัดอัตราการเต้นหัวใจ ระยะทาง และการก้าวเดิน พบว่า นาฬิกาอัจฉริยะราคาประหยัด ยี่ห้อ Xiaomi มีความผิดพลาดที่น้อยในการวัดก้าวเดิน แต่อัตราการเต้นหัวใจและระยะทางพบว่า มีความผิดพลาดสูง

ดังนั้นหากพิจารณาเพียงการติดตามจำนวนการก้าวเดิน ซึ่งเพียงพอในการประเมินกิจกรรมทางกาย ราคาไม่มีผลในการเลือกซื้อนาฬิกาอัจฉริยะ แต่สำหรับตัวแปรอื่น เช่น อัตราการเต้นหัวใจ, ระยะทาง, เวลาการนอนหลับ และอัตราการเผาผลาญพลังงานพบว่า ยังคงมีความขัดแย้งกันอยู่ระหว่างนาฬิกาอัจฉริยะที่มีราคาประหยัดและนาฬิกาอัจฉริยะที่มีราคาสูง

จุดแข็งของงาน งานวิจัยนี้เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษา ก่อนหน้ามุ่งเน้นไปที่นาฬิกาอัจฉริยะที่มีราคาสูง แต่การศึกษานี้ได้ ทำการศึกษาเกี่ยวกับความตรงในการนับก้าวเดินในนาฬิกาอัจฉริยะราคาประหยัดและเป็นที่ยอมรับแก่บุคคลโดยทั่วไป ซึ่งโดยรวมแล้วผลการศึกษานี้สามารถให้ข้อมูลในการตัดสินใจเลือกใช้นาฬิกาอัจฉริยะราคาประหยัด

ข้อจำกัดการวิจัย การศึกษานี้ยังไม่มีข้อจำกัดบางประการคือ ใช้เครื่องนับก้าวเดินในการติดตามจำนวนก้าวเดินต่อวัน ทำให้มีข้อจำกัดในการระบุความหนัก ระยะเวลา และความถี่ของการทำกิจกรรมทางกาย

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่า นาฬิกาอัจฉริยะราคาประหยัดมีความตรงสูงมากเมื่อเทียบกับเครื่องนับก้าวเดิน ดังนั้นสามารถแนะนำให้ผู้ที่สนใจหรือต้องการประเมิน ติดตามและกระตุ้นการทำกิจกรรมทางกายได้ใช้นาฬิกาอัจฉริยะที่มีราคาประหยัด ในการศึกษานี้มีการทดสอบความตรงของนาฬิกาอัจฉริยะราคาประหยัดเพียงยี่ห้อเดียว จึงเห็นควรให้การศึกษาในอนาคตมีการทดสอบความตรงของนาฬิกาอัจฉริยะราคาประหยัดหลายยี่ห้อเปรียบเทียบกับ และใช้เครื่องมือที่เป็นมาตรฐานในการติดตามกิจกรรมทางกายคือ เครื่องวัดความเร่ง ในการติดตามจำนวนก้าวเดินในการศึกษานี้ต่อไป

การมีส่วนร่วมของผู้นิพนธ์

เบทรชนก เจริญมาศ และ ธนากรณ เสมพิช มีส่วนร่วมในการออกแบบการวิจัย เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล และเขียนร่างบทความ ผู้นิพนธ์ทุกคนอ่านและตรวจสอบบทความก่อนส่งไปตีพิมพ์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ที่มอบทุนวิจัยเพื่อสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณนักศึกษาที่ให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมวิจัย ที่สำคัญขอขอบคุณ นางสาวสุนิษา หะยิเต นางสาวนิตา หมีนปาน นางสาวมูณี เลาะเมฆามะ และ นางสาวยัสมาวาทิ ตาเยะ ที่มีส่วนสำคัญในการสนับสนุนให้ งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

แหล่งทุน

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

ผลประโยชน์ทับซ้อน

การศึกษานี้ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน

References

1. Assah FK, Ekelund U, Brage S, Mbanya JC, Wareham NJ. Urbanization, physical activity, and metabolic health in sub-Saharan Africa. *Diabetes Care* 2011; 34(2): 491-6.
2. Sullivan R, Kinra S, Ekelund U, Bharathi AV, Vaz M, Kurpad A, et al. Socio-demographic patterning of physical activity across migrant groups in India: results from the Indian migration study. *PLoS ONE* 2011; 6(10).

3. Bas D, Martin M, Pollack C, Venne R. The impact of COVID-19 on sport, physical activity and well-being and its effects on social development 2020. Available from: <https://www.un.org/development/desa/dspd/2020/05/covid-19-sport/>, accessed 16 November, 2020.
4. World Health Organization. Physical activity 2020. Available from: shorturl.at/kzIMY, accessed 8 June, 2020.
5. Office of the Health Promotion Foundation (Thai Health Promotion Foundation). Physical activity in Thailand after COVID-19 pandemic. Available from: <https://en.thaihealth.or.th/>, accessed 14 November, 2020.
6. Choi J, Lee JH, Vittinghoff E, Fukuoka Y. mHealth physical activity intervention: A randomized pilot study in physically inactive pregnant women. *Matern Child Health J* 2016; 20(5): 1091–101.
7. Harries T, Eslambolchilar P, Rettie R, Stride C, Walton S, van Woerden HC. Effectiveness of a smartphone app in increasing physical activity amongst male adults: a randomised controlled trial. *BMC Public Health* 2016; 16(1): 925.
8. Hebden L, Cook A, van der Ploeg HP, Allman-Farinelli M. Development of smartphone applications for nutrition and physical activity behavior change. *JMIR Res Protoc* 2012; 1(2): e9.
9. Sloomaker SM, Chin APMJ, Schuit AJ, van Mechelen W, Koppes LL. Concurrent validity of the PAM accelerometer relative to the MTI Actigraph using oxygen consumption as a reference. *Scand J Med Sci Sports* 2009; 19(1): 36–43.
10. Glynn LG, Hayes PS, Casey M, Glynn F, Alvarez-Iglesias A, Newell J, et al. Effectiveness of a smartphone application to promote physical activity in primary care: the SMART MOVE randomised controlled trial. *Br J Gen Pract* 2014; 64(624): e384–91.
11. Fanning J, Roberts S, Hillman CH, Mullen SP, Ritterband L, McAuley E. A smartphone “app”-delivered randomized factorial trial targeting physical activity in adults. *J Behav Med* 2017; 40(5): 712–29.
12. King AC, Hekler EB, Grieco LA, Winter SJ, Sheats JL, Buman MP, et al. Effects of three motivationally-targeted mobile device applications on initial physical activity and sedentary behavior change in midlife and older adults: a randomized trial. *PLoS One* 2016; 11(6): e0156370.
13. Neil-Sztramko SE, Gotay CC, Sabiston CM, Demers PA, Campbell KC. Feasibility of a telephone and web-based physical activity intervention for women shift workers. *Transl Behav Med* 2017; 7(2): 268–76.
14. Yeung J. Impact of electronic feedback and peer comparisons on residents’ physical activity level. *J Grad Med Educ* 2017; 9(4): 527–30.
15. Dalle Grave R, Calugi S, Centis E, El Ghoch M, Marchesini G. Cognitive-behavioral strategies to increase the adherence to exercise in the management of obesity. *J Obes* 2011; 2011: 348293.
16. Sullivan AN, Lachman ME. Behavior change with fitness technology in sedentary adults: a review of the evidence for increasing physical activity. *Front Public Health* 2017; 4: 289.
17. Karapanos E, Gouveia R, Hassenzahl M, Forlizzi J. Wellbeing in the making: peoples’ experiences with wearable activity trackers. *Psychol Well Being* 2016; 6: 4.
18. Veerabhadrapa P, Moran MD, Renninger MD, Rhudy MB, Dreisbach SB, Gift KM. Tracking steps on an Apple watch at different walking speeds. *J Gen Intern Med* 2018; 33(6): 795–6.
19. Fokkema T, Kooiman TJ, Krijnen WP, Van der Schans CP, De Groot M. Reliability and validity of ten consumer activity trackers depend on walking speed. *Med Sci Sports Exerc* 2017; 49(4): 793–800.
20. Degroote L, De Bourdeaudhuij I, Verloigne M, Poppe L, Crombez G. The accuracy of smart devices for measuring physical activity in daily life: Validation study. *JMIR mHealth uHealth* 2018; 6(12): e10972.
21. Pardamean B, Soeparno H, Mahesworo B, Budiarto A, Baurley J. Comparing the accuracy of multiple commercial wearable devices: a method. *Procedia Comput Sci* 2019; 157: 567–72.
22. Lai YH, Huang FF. A study on the intention to use the wearable device in Taiwan: a case study on Xiaomi Mi Band. *CoMeSySo* 2018; 661: 283–92.
23. Pedometers Y. Yamax CW700-CW701 digi-walker pedometer. Available from: <https://www.yamax.co.uk/yamax-pedometers/cw700-cw701-digi-walker/>, accessed 9 June, 2020.
24. Terwee CB, Mokkink LB, Knol DL, Ostelo RW, Bouter LM, de Vet HC. Rating the methodological quality in systematic reviews of studies on measurement properties: a scoring system for the COSMIN checklist. *Qual Life Res* 2012; 21(4): 651–7.
25. Tudor-Locke C, Burkett L, Reis JP, Ainsworth BE,

- Macera CA, Wilson DK. How many days of pedometer monitoring predict weekly physical activity in adults? *Prev Med* 2005; 40(3): 293-8.
26. Coffman MJ, Reeve CL, Butler S, Keeling M, Talbot LA. Accuracy of the Yamax CW-701 pedometer for measuring steps in controlled and free-living conditions. *Digit Health* 2016; 2: 2055207616652526.
 27. Strycker LA, Duncan SC, Chaumeton NR, Duncan TE, Toobert DJ. Reliability of pedometer data in samples of youth and older women. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2007; 4: 4.
 28. Wen D, Zhang X, Liu X, Lei J. Evaluating the consistency of current mainstream wearable devices in health monitoring: a comparison under free-living conditions. *J Med Internet Res* 2017; 19(3): e68.
 29. Yuenyongchaiwat K. The relationship between Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) and pedometer among overweight young adults. *TMJ* 2016; 16(2).
 30. Lee IM, Shiroma EJ. Using accelerometers to measure physical activity in large-scale epidemiological studies: issues and challenges. *Br J Sports Med* 2014; 48(3): 197.
 31. Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *J Chiropr Med* 2016; 15(2): 155-63.
 32. Tudor-Locke C, Ainsworth BE, Thompson RW, Matthews CE. Comparison of pedometer and accelerometer measures of free-living physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(12): 2045-51.
 33. Degroote L, Hamerlinck G, Poels K, Maher C, Crombez G, De Bourdeaudhuij I, et al. Low-cost consumer-based trackers to measure physical activity and sleep duration among adults in free-living conditions: validation study. *JMIR* 2020; 8(5): e16674
 34. Xie J, Wen D, Liang L, Jia Y, Gao L, Lei J. Evaluating the validity of current mainstream wearable devices in fitness tracking under various physical activities: comparative study. *JMIR mHealth uHealth* 2018; 6(4): e94.