

บทความวิจัย (Research Article)

การศึกษาเปรียบเทียบระยะทางที่เดินได้ในแต่ละนาทีจากการทดสอบการเดิน 6 นาที ระหว่างแอปพลิเคชันมือถือกับการทดสอบมาตรฐาน ในผู้ป่วยภาวะไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือด

กุลปรียา เวชกามา สไปเวีย^{1*} และ กรอนงค์ ยืนยงชัยวัฒน์^{1,2}

The comparison of distance covered in each minute from 6-minute walk test between mobile application and standard 6-minute walk test in Hemodialysis patients

Kulpriya Wechkama Spivey^{1*} and Kornanong Yuenyongchaiwat^{1,2}

¹ Department of Physiotherapy, Faculty of Allied Health Science, Thammasat University, Pathum Thani, 12120

² Research Unit in Physical Therapy in Respiratory and Cardiovascular Systems, Thammasat University, Pathum Thani, 12120

* Correspondence author: kulpriya.wech@allied.tu.ac.th

Health Science, Science and Technology Reviews. 2024;17(3):94-103.

Received: 9 October 2024; Revised: 14 November 2024; Accepted: 23 December 2024

บทคัดย่อ

ภาวะไตวายเรื้อรัง ส่งผลให้ความสามารถในการทำกิจกรรมและคุณภาพชีวิตลดลง ในประเทศไทยมีการศึกษาการใช้แอปพลิเคชันทดสอบการเดิน 6 นาที ที่ช่วยให้การทดสอบความสามารถในการทำกิจกรรมสะดวกมากขึ้นและสามารถบอกระยะทางในแต่ละนาทีเพื่อดูแนวโน้มระยะทางการเดินในแต่ละช่วงนาทีได้ แต่ยังไม่มีการศึกษาในผู้ป่วยภาวะไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือด ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระยะทางที่เดินได้ในแต่ละนาทีจากการทดสอบการเดิน 6 นาที โดยใช้แอปพลิเคชันมือถือกับการทดสอบมาตรฐาน ในผู้ป่วยภาวะไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือด โดยให้อาสาสมัครที่ได้รับการฟอกเลือดอย่างน้อย 6 เดือน จำนวน 25 คน สวมเครื่องจับสัญญาณการเดินที่ข้อมือข้างหนึ่ง วัดสัญญาณชีพ กรอกลงในแอปพลิเคชัน แล้วจึงเริ่มการทดสอบ โดยให้อาสาสมัครเดินในระยะทาง 15 เมตร ไปกลับ เป็นระยะเวลา 6 นาที เสร็จแล้วจึงวัดสัญญาณชีพอีกครั้ง กรอกลงในแอปพลิเคชัน ผู้วิจัยบันทึกระยะทางจริงในแต่ละนาทีเปรียบเทียบกับแอปพลิเคชัน จากการศึกษาพบว่า อาสาสมัครอายุเฉลี่ย 65.16 ปี มีระยะทางรวมจากแอปพลิเคชันคลาดเคลื่อนจากระยะทางจริง 2.81 % ซึ่งไม่เกิน 5% ตามมาตรฐานการผลิตอุปกรณ์ทางการแพทย์ ซึ่งสามารถยอมรับได้ และระยะทางที่เดินได้ในแต่ละนาทีจากแอปพลิเคชัน มีความคลาดเคลื่อนจากการทดสอบมาตรฐาน ไม่ถึง 5% ยกเว้น ในนาทีที่ 2 ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 6.87% โดยสามารถสรุปได้ว่า แอปพลิเคชันนี้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถใช้วัดระยะทางรวมในการเดิน 6 นาทีและดูแนวโน้มของระยะทางการเดิน

¹ ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี 12120

² หน่วยวิจัยด้านกายภาพบำบัดทางระบบหายใจ หัวใจ และหลอดเลือด มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี 12120

แต่ละนาที ในผู้ที่มีภาวะไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือดได้ แต่ยังไม่สามารถทดแทนการทดสอบมาตรฐานได้อย่างสมบูรณ์ ทั้งนี้ ระยะทางช่วงกลางการทดสอบที่ลดลงอาจมาจากปัจจัยความล้าของกล้ามเนื้อ และในช่วงสุดท้ายของการเดินที่มีระยะทางเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อาจมาจากปัจจัยการกระตุ้นด้วยวาจาในช่วง 15 วินาทีสุดท้าย

คำสำคัญ: การทดสอบการเดิน 6 นาที, แอปพลิเคชันมือถือ, เซนเซอร์วัดความเร่งสามแกน, การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม

Abstract

Chronic kidney disease (CKD) leads to a decrease in functional activities and quality of life. In Thailand, a study has been conducted using a mobile application to assess the 6-minute walk test (6MWT), which facilitates testing and allows for distance tracking each minute to observe walking trends over time. However, there has been no study conducted on CKD patients undergoing hemodialysis. This study aimed to compare the distance walked each minute during the 6-minute walk test using a mobile application with standard testing in CKD patients undergoing hemodialysis. Twenty-five CKD patients undergoing hemodialysis for at least six months participated in the study. A wrist-worn 3D accelerometer was attached to their dominant side to measure the walking distance and monitor vital signs, which were entered into the application. The test involved walking back and forth over a 15-meter distance for six minutes. After the test, vital signs were recorded again in the application. The researchers noted the actual distance walked each minute and compared with the application data. The results found that the average age of the participants was 65 years. The total distance recorded by the application deviated from the real distance by 2.81%, which is within the acceptable limit of 5% as per medical device standards. The distance walked each minute as recorded by the application also showed a deviation of less than 5% from the standard test, except for the second minute, which had a deviation of 6.87%. This findings suggest that the application can be used as a substitute for standard testing in CKD patients undergoing hemodialysis. The decrease in walking distance during the middle of the test may be attributed to muscle fatigue, while the slight increase in distance towards the end could be due to verbal encouragement in the last 15 seconds.

Keywords: 6-minute walk test, Mobile application, 3D accelerometer, Hemodialysis

บทนำ

โรคไตวายเรื้อรังนั้น มีเพิ่มมากขึ้นในประเทศไทย จากข้อมูลการบำบัดทดแทนไตแห่งประเทศไทย รายงานว่า ความชุกของผู้ป่วยที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตด้วยการฟอกเลือด เพิ่มขึ้น จากปีพ.ศ.2543 จำนวน 1,686 คน เป็นจำนวน 86,325 คน ในปีพ.ศ. 2565[1] โดยการศึกษาของThai SEEK study สหคมโรคไต ปี 2552 ได้ทำการศึกษาครอบคลุมประชากรภูมิภาคต่างๆในประเทศไทย โดยคำนวณอัตราการกรองไตของอาสาสมัครจำนวน 3,459 คน อายุเฉลี่ย 45.3+15.4 ปี พบว่า มีความชุกของโรคไตเรื้อรังคิดเป็นร้อยละ 17.5 และพบว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคไต ได้แก่ อายุ เพศ โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง ประวัตินิ่วในไต และการใช้ยาสมุนไพรร โดยความชุกจะเพิ่มขึ้นตามอายุที่มากขึ้น[2] นอกจากนี้ การรักษาที่มีค่าใช้จ่ายที่สูง เนื่องจากระบบไตของผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังหรือผู้ป่วยฟอกเลือดนั้น มีการทำงานผิดปกติ ไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการสะสมของเสีย, ขาดความสมดุลแร่ธาตุ และเกิดการไหลกลับของสารน้ำจนเกิดการบวม น้ำที่ขา, เท้า หรือแม้แต่ทั่วร่างกาย ซึ่งส่งผลทำให้ร่างกายเกิดความล้า กล้ามเนื้ออ่อนแรง และความสามารถในการทรงตัวและเคลื่อนไหวลดลง[3] นอกจากนี้ ทำให้ความสามารถใน

การทำการกิจกรรมต่างๆลดลง ส่งผลทำให้ผู้ป่วยกลุ่มนี้มีอัตราการตายเพิ่มสูงขึ้นจากการฟอกเลือดและมีคุณภาพชีวิตลดลงอีกด้วย[4]

การทดสอบการเดิน 6 นาที เป็นการทดสอบมาตรฐานที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการทำกิจกรรม (Functional capacity) ในผู้ป่วยที่หลากหลายกลุ่มรวมถึงภาวะไตวายเรื้อรังด้วย มีการศึกษาพบว่าผู้ป่วยที่มีภาวะไตวายเรื้อรังจะมีระยะก้าวเดินที่สั้นกว่าผู้ที่ไม่มีความผิดปกติไตวายเรื้อรัง[5] ในปี 2014 การศึกษาของ Kono K และคณะ[6] ได้ทำการทดสอบการเดิน 6 นาทีในผู้ป่วยภาวะไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือดจำนวน 43 คน พบว่าระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาทีเฉลี่ย 410 ± 118.2 เมตร โดยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อระยะทางที่เดินได้[6] ในปี 2020 การศึกษาของ Yuenyongchaiwat K และคณะ[7] พบว่าผู้ป่วยภาวะไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือด จำนวน 100 คน มีระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาทีเฉลี่ย 373.04 ± 107.80 เมตร และพบว่าระยะเวลาในการได้รับการฟอกเลือดมีผลต่อระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที โดยผู้ที่ได้รับการฟอกเลือดมาแล้วมากกว่า 5 ปี เดินได้ระยะทางน้อยกว่าผู้ที่ได้รับการฟอกเลือดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 ปี[7]

เนื่องจากการทดสอบการเดิน 6 นาทีแบบมาตรฐานนั้น ต้องใช้อุปกรณ์เป็นจำนวนมาก เช่น นาฬิกาจับเวลา เทปวัดระยะทาง ตารางบอกความเหนื่อย(Borg scale) เอกสารจดบันทึก และเครื่องวัดสัญญาณชีพต่างๆ และอาจมีความผิดพลาดเกิดขึ้นของการที่ผู้ทดสอบนับรอบการเดิน จึงเกิดเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มความสะดวกในการทดสอบ โดยมีการวิจัยในประเทศไทยได้ผลิตอุปกรณ์และแอปพลิเคชันบนมือถือเพื่อทดสอบการเดิน 6 นาทีและเมื่อทำการทดสอบระยะทางที่ได้จากแอปพลิเคชันและการทดสอบแบบมาตรฐานในผู้ที่มีสุขภาพดี พบความแตกต่างอยู่ที่ 3.59%[8] ซึ่งไม่เกิน 5% ตามมาตรฐานการผลิตอุปกรณ์ทางการแพทย์[9,10] จึงสามารถใช้ทดแทนการทดสอบแบบมาตรฐานได้ นอกจากนี้แอปพลิเคชันบนมือถือนี้ มีฟังก์ชันเสริมที่สามารถแสดงระยะทางที่ถูกทดสอบเดินได้ในแต่ละนาที เพื่อเป็นอีกตัวชี้วัดว่าในแต่ละนาทีนั้นผู้ป่วยหรือผู้ถูกทดสอบเดินได้ระยะทางน้อยลงหรือเพิ่มขึ้นหรือไม่ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อนักกายภาพบำบัด พยาบาล หรือบุคลากรทางการแพทย์ ในการออกแบบโปรแกรมรักษาพัฒนาผู้ป่วยต่อไป

มีการศึกษาได้ทดสอบการเดิน 6 นาทีในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง และมีการวิเคราะห์ระยะทางที่เดินได้ในแต่ละช่วงนาที โดยพบว่าช่วงนาทีที่สามและสี่ มีระยะทางลดลงจากสองนาทีแรก 6.4 ± 18.1 เมตร และในช่วงสองนาทีสุดท้ายเดินได้ลดลงจากนาทีที่สามและสี่ 5.4 ± 17.1 เมตร ซึ่งระยะทางที่มีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาผ่านไปนี้ เป็นผลมาจากปัจจัยด้านระบบหัวใจและหลอดเลือดและความล้าของกล้ามเนื้อ[11] ซึ่งทำให้ทราบวาระยะทางที่เดินในแต่ละช่วงนาทีนั้นมีความแตกต่างกันเนื่องจากพยาธิสภาพของผู้ป่วย อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับระยะทางที่เดินได้ในแต่ละนาทีเมื่อทดสอบการเดิน 6 นาทีในผู้ป่วยภาวะไตวายเรื้อรัง

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ จึงได้เห็นความสำคัญของการวิเคราะห์ระยะทางในแต่ละนาทีเมื่อทำการทดสอบการเดิน 6 นาที เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงของการเดินแต่ละนาทีในผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรัง ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระยะทางที่เดินได้ในแต่ละนาทีจากการทดสอบการเดิน 6 นาที โดยใช้แอปพลิเคชันมือถือกับการทดสอบมาตรฐาน ในผู้ป่วยภาวะไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ระยะทางที่เดินได้ในแต่ละนาทีจากการทดสอบการเดิน 6 นาที โดยใช้แอปพลิเคชันมือถือกับการทดสอบมาตรฐาน ในผู้ป่วยภาวะไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือด

สมมติฐานของการวิจัย

ระยะทางที่เดินได้ในแต่ละนาทีจากการทดสอบการเดิน 6 นาที โดยใช้แอปพลิเคชันมือถือกับการทดสอบมาตรฐาน ในผู้ป่วยภาวะไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือด ไม่มีความแตกต่างกัน

วิธีการวิจัย

อาสาสมัคร

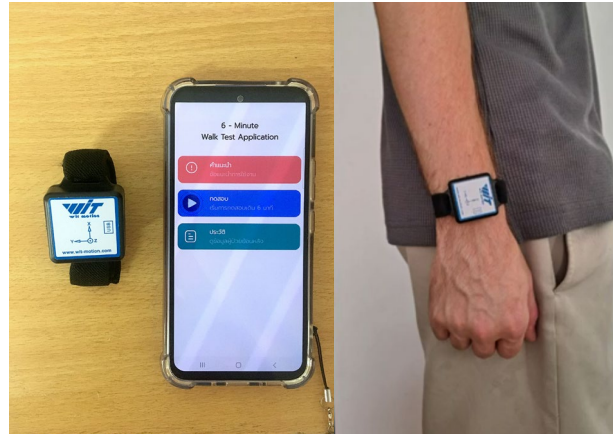
อาสาสมัครในการวิจัย อายุระหว่าง 40 - 80 ปี ทั้งเพศชายและหญิง ที่มีภาวะโรคไตวายเรื้อรังที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์และได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมมาอย่างน้อย 6 เดือน สามารถสื่อสารเข้าใจและปฏิบัติตามคำสั่งภาษาไทยได้ สามารถเดินได้อย่างอิสระโดยไม่ใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน โดยมีเกณฑ์การคัดออก คือ ความดันโลหิตสูงมากกว่า 180/100 มิลลิเมตรปรอท ขณะพัก, อัตราการเต้นของหัวใจมากกว่า 120 ครั้งต่อนาที ขณะพัก, ระดับความอิ่มตัวออกซิเจนในเลือดน้อยกว่า 95% ขณะพัก, ระดับความเหนื่อยมากกว่า 13/20 ขณะพัก

การศึกษานี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ รหัสโครงการวิจัย 66AH104

วิธีการทดสอบ

การเก็บข้อมูลวิจัยได้ดำเนินการที่แผนกไตเทียม โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ โดยอาสาสมัครที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเลือกและยินดีเข้าร่วมในการศึกษา จะได้รับการชี้แจงรายละเอียดและขั้นตอนการวิจัย พร้อมให้ลงนามยินยอมการเข้าร่วมเป็นอาสาสมัคร โดยจะดำเนินการเก็บข้อมูลก่อนที่อาสาสมัครจะเข้ารับการฟอกเลือด

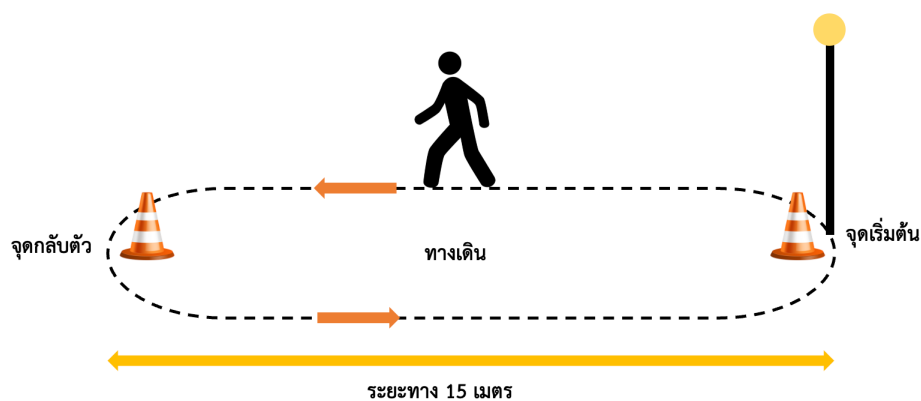
ผู้ดำเนินการวิจัย จัดเตรียมพื้นที่ทดสอบบนทางราบ ใช้เทปวัดระยะทาง 15 เมตร แล้ววางกรวยกลับตัวไว้ที่จุด 0 เมตร และ 15 เมตร [12] จากนั้นให้อาสาสมัครสวมอุปกรณ์จับสัญญาณการเดินไว้ที่ข้อมือข้างที่ถนัดด้วยสายรัดไนลอน อุปกรณ์นี้เป็นอุปกรณ์เซนเซอร์วัดความเร่งสามแกน (3D accelerometer) ที่สามารถส่งสัญญาณบลูทูธได้ (รูปที่ 1 และตารางที่ 1) ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยการศึกษาของ Mekritthikrai N และคณะ[8] และได้ศึกษา ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพ (Concurrent validity) และ ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของอุปกรณ์แล้ว พบว่าสามารถนำไปใช้ในกลุ่มผู้ที่มีสุขภาพดีได้ จากนั้นผู้วิจัยเปิดแอปพลิเคชันทดสอบการเดิน 6 นาที บนมือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android OS โดยแอปพลิเคชันนี้จะรับข้อมูลจากอุปกรณ์จับสัญญาณการเดินผ่านสัญญาณบลูทูธ แล้วนำมาแปลผลเป็นระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที โดยใช้สูตรการคำนวณระยะทางจากการศึกษาของ Terra และคณะ[13] คือ ระยะทาง (เมตร) = ระยะก้าว (เมตร) x จำนวนก้าว จากนั้นผู้วิจัยกรอกข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัคร ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง แล้วจึงวัดสัญญาณชีพก่อนการทดสอบการเดิน ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจและความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด โดยใช้เครื่องวัดค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด (SpO2) ที่ปลายนิ้วมือ รุ่น Oxytrue A, ความดันโลหิตด้วยเครื่องวัดความดันโลหิตยี่ห้อ Omron และประเมินระดับความเหนื่อยในแอปพลิเคชันมือถือ จากนั้นเชื่อมต่อบลูทูธตัวรับสัญญาณการเดิน 3D accelerometer กับมือถือ แล้วอาสาสมัครถูกขอให้เดินด้วยความเร็วที่อาสาสมัครพึงพอใจ โดยให้คำนึงเสมอว่าควรได้ระยะทางการเดินที่มากที่สุดภายในการเดิน 6 นาที จากนั้นกดเริ่มทดสอบการเดินบนแอปพลิเคชันโดยมีสัญญาณนับถอยหลัง 5 วินาที แล้วอาสาสมัครจึงเริ่มเดินจนครบ 6 นาที โดยแต่ละนาทีผู้วิจัยทำการจดบันทึกระยะทางจริงที่อาสาสมัครเดินได้ในแต่ละนาที นอกจากนี้ แอปพลิเคชันจะมีเสียงเตือนในแต่ละนาที เช่น “ทำดีมากค่ะ เหลือเวลาอีก 5 นาทีค่ะ” และเมื่อใกล้ครบ 6 นาที แอปพลิเคชันจะมีเสียงนับถอยหลัง 5 วินาที เพื่อให้อาสาสมัครเตรียมตัวหยุดเดิน เมื่ออาสาสมัครเดินครบ 6 นาทีแล้วให้อาสาสมัครนั่งพักประมาณ 5 นาที แล้วจึงวัดสัญญาณชีพหลังการทดสอบการเดิน ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ ความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด ความดันโลหิต ประเมินระดับความเหนื่อยแล้วกรอกลงในแอปพลิเคชัน จากนั้นแอปพลิเคชันแสดงหน้าของผลการทดสอบ ได้แก่ ข้อมูลทั่วไป สัญญาณชีพก่อนและหลังการทดสอบ ระยะทางที่เดินได้ทั้งหมด และระยะทางที่เดินได้ในแต่ละนาที โดยผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบระยะทางที่เดินได้ในแต่ละนาทีจากแอปพลิเคชันและจากที่เดินได้จริง



รูปที่ 1 แอปพลิเคชันบนมือถือและอุปกรณ์จับสัญญาณการเดิน

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของอุปกรณ์จับสัญญาณการเดิน

คุณสมบัติ	ต้นแบบ
เซนเซอร์สำหรับการวางตัว	เซนเซอร์วัดความเร่ง 3 แกน มีความสามารถในการวัดที่ความเร่งสูงสุดที่ 2,8,16 g, ความถี่ในการวัดปกติที่ไม่ต่ำกว่า 20 ครั้งต่อ 1 วินาที
น้ำหนักรวม	8 กรัม (ไม่รวมแบตเตอรี่)
ขนาดภายนอก	9 x 60 x 40 มม. (โดยประมาณ)
วัสดุภายใน	พลาสติก PLA (polylactic acid), จุดหลอมเหลว 157 องศาเซลเซียส
โปรเซสเซอร์	32-บิต, 24 เมกะเฮิร์ตซ์ ร่วมกับบลูทูธพลังงานต่ำ (BLE) - เพาเวอร์ซัพพลาย: 3.0 โวลต์ CR2016 - พลังงานรวมขณะปฏิบัติการ: 24 เมกะเฮิร์ตซ์, 7.1 มิลลิแอมป์ - พลังงานรวมขณะพัก: 24 เมกะเฮิร์ตซ์, 1.3 ไมโครแอมป์
บลูทูธ	- บลูทูธพลังงานต่ำ เวอร์ชัน 4.1 ช่วงความถี่ 2400-2482 รอบต่อวินาที - เออร์รอร์เพาเวอร์: 0 เดซิเบลมิลลิวัตต์ หรือ 1 มิลลิวัตต์ - การส่งผ่านพลังงานรวม: 16.5 มิลลิแอมป์
แหล่งพลังงาน	แบตเตอรี่แบบเหรียญ ขนาด CR2032
พลังงานรวมทั้งระบบ	< 15 มิลลิวัตต์ สำหรับโหมดปฏิบัติการ (Active mode)



รูปที่ 2 ระยะทางการทดสอบการเดิน 6 นาที โดยใช้ระยะทาง 15 เมตร

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS version 17.0 ในการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของระยะทางที่เดินได้ในแต่ละนาทีของแอปพลิเคชันกับการทดสอบแบบมาตรฐานด้วยสถิติ Paired T-test โดยรายงานเป็นค่าเฉลี่ยและกราฟ และหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่เดินได้ในแต่ละนาทีของแอปพลิเคชันกับการทดสอบแบบมาตรฐานโดยใช้สถิติ Pearson correlation โดยกำหนดระดับนัยสำคัญอยู่ที่ 0.05

ผลการศึกษา

จากตารางที่ 2 จำนวนอาสาสมัครทั้งสิ้น 25 คน อายุเฉลี่ย 65 ปี โดยแบ่งเป็นเพศชาย 21 คน และเพศหญิง 4 คน โดยโดยมีดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ (น้อยกว่า 25 กก.เมตร⁻²) และมีระยะเวลาในการฟอกเลือดเฉลี่ย 98 เดือน

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร

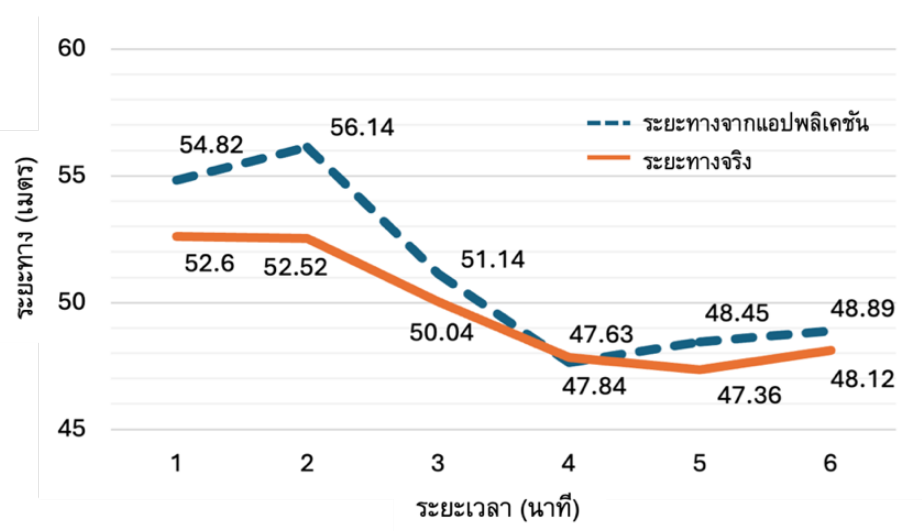
ลักษณะ	จำนวน (%)	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
เพศ			
ชาย (คน)	21 (84)		
หญิง (คน)	4 (16)		
อายุ (ปี)		65.16	7.67
น้ำหนักตัว (ก.ก.)		66.39	15.34
ส่วนสูง (ซม.)		164.96	7.40
ดัชนีมวลกาย (กก/ม ²)		24.21	4.43
ระยะเวลาการฟอกเลือด (เดือน)		97.92	62.13

จากการศึกษาพบว่า ค่าระยะทางรวมที่เดินได้จากแอปพลิเคชัน อยู่ที่ 307.07 ± 82.79 เมตร ในขณะที่ค่าระยะทางที่เดินได้จริงอยู่ที่ 298.68 ± 95.54 เมตร โดยพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p=0.331$ โดยค่าระยะทางรวมที่เดินได้จากแอปพลิเคชันและที่เดินได้จริง มีความแตกต่างกันอยู่ที่ 8.39 ± 42.30 เมตร คิดเป็น 2.81% ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่เดินได้จากแอปพลิเคชันกับจากระยะทางที่เดินได้จริง พบว่ามีความสัมพันธ์ระดับสูงระหว่างระยะทางรวมที่เดินได้จากแอปพลิเคชันและจากระยะทางจริง ($r=0.897$, $p<0.001$) และพบว่า ระยะทางที่ได้จากแอปพลิเคชันและระยะทางจริงในแต่ละนาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าความแตกต่างระหว่างระยะทางที่เดินได้จากแอปพลิเคชันกับระยะทางจริง ในนาทีที่ 1 ถึง 6 อยู่ที่ 2.22 ± 14.56 เมตร, 3.61 ± 10.28 เมตร, 1.10 ± 8.10 เมตร, -0.21 ± 6.89 เมตร, 1.09 ± 7.06 เมตร และ 0.77 ± 10.17 เมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบความสัมพันธ์ระดับสูงระหว่างค่าระยะทางที่ได้จากแอปพลิเคชันและระยะทางที่เดินได้จริงในทุกช่วงนาที (ตารางที่ 3 และกราฟที่ 1)

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าระยะทางที่ได้จากแอปพลิเคชันและจากระยะทางจริง

ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน					
ระยะทาง	ระยะทางจากแอปพลิเคชัน	ระยะทางจริง	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	% ความต่าง	ระดับนัยสำคัญ
รวม 6 นาที (เมตร)	307.07 $\pm$ 82.79	298.68 $\pm$ 95.54	8.39 $\pm$ 42.30	2.81	0.331
นาทีที่ 1 (เมตร)	54.82 $\pm$ 13.18	52.60 $\pm$ 14.22	2.22 $\pm$ 14.56	4.22	0.453
นาทีที่ 2 (เมตร)	56.14 $\pm$ 9.64	52.52 $\pm$ 11.56	3.61 $\pm$ 10.28	6.87	0.091
นาทีที่ 3 (เมตร)	51.14 $\pm$ 16.64	50.04 $\pm$ 15.23	1.10 $\pm$ 8.10	2.20	0.504
นาทีที่ 4 (เมตร)	47.63 $\pm$ 18.68	47.84 $\pm$ 21.54	-0.21 $\pm$ 6.89	-0.44	0.880
นาทีที่ 5 (เมตร)	48.45 $\pm$ 19.80	47.36 $\pm$ 20.85	1.09 $\pm$ 7.06	2.30	0.446
นาทีที่ 6 (เมตร)	48.89 $\pm$ 18.63	48.12 $\pm$ 21.47	0.77 $\pm$ 10.17	1.60	0.709

กราฟที่ 1 แสดงระยะทางที่เดินได้ในแต่ละนาที จากแอปพลิเคชันและจากระยะทางจริง



วิจารณ์

การศึกษานี้มีขอบเขตงานวิจัย โดยเป็นการศึกษาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ระยะทางที่เดินได้ในแต่ละนาทีจากการทดสอบการเดิน 6 นาที โดยใช้แอปพลิเคชันมือถือกับการทดสอบมาตรฐาน ในผู้ป่วยภาวะไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือด ซึ่งการศึกษานี้มีจำนวนอาสาสมัครทั้งสิ้น 25 คน พบว่าเป็นจำนวนที่มีความน่าเชื่อถือ เนื่องจากมีการศึกษาว่า อาสาสมัครจำนวน 16 – 36 คน สามารถเป็นตัวแทนของการทดสอบเครื่องมือทางการแพทย์ได้ โดยมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 95% CI[14]

จากผลการศึกษา พบว่า ระยะทางรวมที่อาสาสมัครเดินได้จากแอปพลิเคชันและระยะทางจริง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p=0.331$ โดยแตกต่างกันที่ 8.39 ± 42.30 เมตร คิดเป็น 2.81% ซึ่งไม่เกิน 5% ตามมาตรฐานการผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์[9,10] นอกจากนี้ มีการศึกษาในผู้ที่มีพยาธิสภาพต่างๆ พบว่าระยะทางรวมในการทดสอบการเดิน 6 นาทีแต่ละครั้ง ที่ถูกพิจารณาว่ามีความแตกต่างกันทางคลินิก คือ 14 - 30 เมตร[15] เมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างของระยะทางจากแอปพลิเคชันและจากระยะทางจริง พบว่า ระยะทางแตกต่างกันไม่ถึง

14 เมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางคลินิก ดังนั้น แอปพลิเคชันนี้จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ทดสอบการเดิน 6 นาทีในผู้ป่วยภาวะไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือดได้

จากการศึกษา พบว่า ระยะทางที่เดินได้ในแต่ละนาทีจากแอปพลิเคชันกับระยะทางจริงทุกช่วงนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความคลาดเคลื่อนจากการทดสอบมาตรฐาน ไม่ถึง 5% ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานการผลิตอบกรณ์ทางการแพทย์[9,10] ยกเว้น ระยะทางในนาทีที่ 2 ที่สังเกตได้ว่ามีระยะทางที่พุ่งสูงขึ้นผิดปกติเมื่อเทียบกับระยะทางจริง ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 6.87% ผลดังกล่าวอาจเกิดจากความผิดพลาดของการอ่านข้อมูลจากเครื่องจับสัญญาณการเดินและแอปพลิเคชันบนมือถือ ดังนั้น ในการศึกษาครั้งต่อไปจึงควรมีการพิจารณาเพิ่มเติมในช่วง 2 นาทีแรกด้วย ดังนั้น การศึกษานี้จึงอาจนำข้อมูลระยะทางการเดินในแต่ละนาทีจากแอปพลิเคชันไปใช้งานทดแทนการทดสอบมาตรฐานไม่ได้ทั้งหมด แต่เนื่องจากการทดสอบการเดิน 6 นาทีโดยทั่วไปจะประเมินความสามารถของผู้ป่วยโดยวิเคราะห์ข้อมูลจากระยะทางรวมที่ผู้ป่วยเดินได้เป็นหลัก จึงยังสามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้ดูแนวโน้มลักษณะการเดินของผู้ป่วยเมื่อเวลาผ่านไป เพื่อปรับเปลี่ยนการรักษาให้ดีขึ้นได้

จากการวิเคราะห์ระยะทางที่เดินได้ในแต่ละนาทีโดยอ้างอิงจากระยะทางจริง ในกราฟที่ 1 พบว่าอาสาสมัครเดินได้ระยะทางสูงสุดในช่วง 2 นาทีแรกแล้วจึงค่อยๆ ลดลงในนาทีที่ 3 จนถึงต่ำสุดที่นาทีที่ 5 หลังจากนั้นมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในนาทีที่ 6 ตามลำดับ และหากพิจารณาโดยอ้างอิงจากระยะทางจากแอปพลิเคชัน จะเห็นว่า ช่วง 2 นาทีแรกจะมีระยะทางการเดินสูงสุด แล้วค่อยๆ ต่ำลง และมีการเพิ่มขึ้นในช่วง 2 นาทีสุดท้าย จากการศึกษาของ Butland RJ และคณะ[16] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบการเดิน 2 นาที, 6 นาที และ 12 นาที พบว่า อาสาสมัครเดินจะเดินด้วยความเร็วสูงสุดในช่วง 2 นาทีแรกและหลังจากนั้นจะคงที่ จึงได้ระยะทางสูงสุดใน 2 นาทีแรก ดังนั้น การเดิน 2 นาทีนั้นจึงเป็นอีกตัวเลือกหนึ่งสำหรับผู้ที่มีข้อจำกัดไม่สามารถทำการทดสอบ 6 นาทีได้ แต่ทั้งนี้ การทดสอบทั้ง 3 แบบนั้นมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง ซึ่งการทดสอบที่ดีที่สุดจะอยู่ระหว่างการทดสอบ 6 นาทีและ 12 นาที[16] นอกจากนี้ โดยทั่วไปผู้ป่วยภาวะไตวายเรื้อรังจะมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง[17] ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจลดลง[18] และมีความล้าของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ซึ่งเมื่อมีการใช้งานกล้ามเนื้อมัดใหญ่มากขึ้นจากการทดสอบการเดิน จะมีการดึงออกซิเจนไปใช้เพิ่มมากขึ้นแล้วเกิดเป็นของเสีย เนื่องจากในผู้ป่วยไตวายเรื้อรังมีการกรองของไตลดลง ทำให้ปริมาณไบคาร์บอเนตซึ่งเป็นของเสียนั้นถูกกรองออกลดลง ซึ่งนำมาสู่ความล้าเพิ่มมากขึ้น และเป็นผลทำให้ระยะทางที่เดินได้นั้นค่อยๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป[19] เช่นเดียวกันกับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่ได้ทำการทดสอบการเดิน 6 นาที และมีแนวโน้มได้ระยะทางค่อยๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยด้านระบบหัวใจและหลอดเลือดและความล้าของกล้ามเนื้อเช่นเดียวกัน[11] แต่ในทางกลับกัน ในการศึกษาพบว่า ในช่วง 1 นาทีสุดท้ายของการทดสอบเมื่อพิจารณาจากระยะทางจริงจะมีระยะทางเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จาก 47.36 ± 20.85 เมตร เพิ่มขึ้นเป็น 48.12 ± 21.47 เมตร มีการศึกษาเกี่ยวกับการกระตุ้นด้วยวาจา พบว่า การพูดกระตุ้นทุกๆ 15 วินาทีนั้น จะส่งผลทำให้อาสาสมัครเดินได้ระยะทางเพิ่มขึ้น[20] โดยการศึกษาในแอปพลิเคชันจะมีเสียงคำพูดกระตุ้นในทุกๆ นาที เช่น “ทำดีมากค่ะ เหลือเวลาอีก 1 นาทีค่ะ” แต่ในช่วง 15 วินาทีสุดท้ายจะมีเสียงพูดกระตุ้นเพิ่มขึ้นมา คือ “อีก 15 วินาที เตรียมตัวหยุดเดินค่ะ” จึงอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่กระตุ้นให้อาสาสมัครเดินได้มากขึ้นในช่วงนาทีสุดท้าย

ข้อจำกัดงานวิจัย

การศึกษานี้ยังมีข้อจำกัด เนื่องจากปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะทาง ได้แก่ อายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง ระยะทางเดินที่ใช้ทดสอบ เป็นต้น ซึ่งการศึกษานี้ใช้ระยะทางทดสอบเพียง 15 เมตร ทำให้มีจำนวนรอบในการกลับตัวมากขึ้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลต่อผลการศึกษได้ นอกจากนี้ อุปกรณ์นี้ยังต้องใช้เครื่องมือในการวัดสัญญาณชีพแยกต่างหาก ซึ่งควรมีการพัฒนาเพิ่มเติมในอนาคตให้สะดวกในการใช้งานมากยิ่งขึ้น และในอนาคตควรมีการศึกษาในผู้ป่วยอื่นๆ เพิ่มเติม

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า แอปพลิเคชันนี้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถใช้วัดระยะทางรวมในการเดิน 6 นาทีและดูแนวโน้มของระยะทางการเดินแต่ละนาที ในผู้ที่มีภาวะไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือดได้ แต่ยังไม่สามารถทดแทนการทดสอบมาตรฐานได้อย่างสมบูรณ์ ทั้งนี้สำหรับแนวโน้มของการเดินที่มีระยะทางค่อยๆ ลดลงนั้น เนื่องมาจากปัจจัยด้านความล้าของกล้ามเนื้อซึ่งเกิดจากพยาธิสภาพของโรค และในช่วงสุดท้ายของการเดินที่มีระยะทางเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากปัจจัยด้านแรงกระตุ้นเมื่อทำการทดสอบ นอกจากนี้ แอปพลิเคชันนี้ยังสามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์สำหรับบุคลากรทางการแพทย์เพื่อใช้ในทางคลินิกต่อไปได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณแผนกไตเทียม โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดปทุมธานี สำหรับการอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกสถานที่ในการเก็บข้อมูล ขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่าน และขอขอบคุณภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์สำหรับการเอื้อเฟื้อเครื่องมือในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Supaporn T, Kanjanabuch T, Kaitwatcharachai C, Lumpaopong A, Khositrangsikun K, Ngamvichchukorn T, et al. TRT registry annual report 2021-2022. Thailand renal replacement therapy. p. 2,11.
- [2] Ingsathit A, Thakkestian A, Chaiprasert A, Sangthawan P, Gojaseni P, Kiattisunthorn K, et al. Prevalence and risk factors of chronic kidney disease in the Thai adult population: Thai SEEK study. Nephrol Dial Transplant. 2010;25(5):1567-75.
- [3] Shin S, Chung HR, Fitschen PJ, Kistler BM, Park HW, Wilund KR, et al. Postural control in hemodialysis patients. Gait Posture. 2014;39(2):723-7.
- [4] Beddhu S, Baird BC, Zitterkoph J, Neilson J, Greene T. Physical activity and mortality in chronic kidney disease (NHANES III). Clin J Am Soc Nephrol. 2009;4(12):1901-6.
- [5] Tran J, Ayers E, Verghese J, Abramowitz MK. Gait abnormalities and the risk of falls in CKD. Clin J Am Soc Nephrol. 2019;14(7).
- [6] Kono K, Nishida Y, Moriyama Y, Yabe H, Taoka M, Sato T. Investigation of factors affecting the six-minute walk test results in hemodialysis patients. Ther Apher Dial. 2014;18.
- [7] Yuenyongchaiwat K, Vasinsarunkul P, Phongsukree P, Chaturattanachaiyaporn K, Tritanon O. Duration of hemodialysis associated with cardio-respiratory dysfunction and breathlessness: a multicenter study. PeerJ. 2020;8:e10333.
- [8] Mekritthikrai N, Yuenyongchaiwat K, Thanawattano C. Concurrent validity and reliability of new application for 6-min walk test in healthy adults. Heliyon. 2023;9:e17854.
- [9] Badnjević A, Gurbeta Pokvić L, Spahić L. Clinical Engineering Handbook: Chapter 74 - Inspection of medical devices, 2nd ed: Academic Press; 2020. p. 491-7.
- [10] Kheir O, Smedts S, Jacoby A, Verwulgen S. Efficient quality management in MedTech start-ups (based on ISO 13485). Med Devices (Auckl). 2021;14:313-9.
- [11] Sibley KM, Tang A, Patterson KK, Brooks D, McIlroy WE. Changes in spatiotemporal gait variables over time during a test of functional capacity after stroke. J Neuro-eng Rehabil. 2009;6(1):27.
- [12] ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. Am J Respir Crit Care Med. 2002;166(1):111-7.

- [13] Terra R, Figueiredo L, Barbosa R, Anacleto R. Traveled distance estimation algorithm for indoor localization. *Procedia Technology*. 2014;17.
- [14] Linacre J. Sample size and item calibration stability. *Rasch Measurement Transactions*. 1994;7:328.
- [15] Bohannon RW, Crouch R. Minimal clinically important difference for change in 6-minute walk test distance of adults with pathology: a systematic review. *J Eval Clin Pract*. 2017;23(2):377-81.
- [16] Butland RJ, Pang J, Gross ER, Woodcock AA, Geddes DM. Two-, six-, and 12-minute walking tests in respiratory disease. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1982;284(6329):1607-8.
- [17] Hellberg M, Höglund P, Svensson P, Abdulahi H, Clyne N. Decline in measured glomerular filtration rate is associated with a decrease in endurance, strength, balance and fine motor skills. *Nephrology*. 2017;22(7):513-9.
- [18] de Souza Rezende P, Porcher Andrade F, Ferraro Dos Santos Borba C, Eidt Rovedder PM. Pulmonary function, muscle strength, and quality of life have differed between chronic kidney disease patients and healthy individuals. *Ther Apher Dial*. 2022;26(2):337-44.
- [19] Katayıfçı N, Hüzmei İ, İriş D, Turgut FH. Impairments of functional exercise capacity, muscle strength, balance and kinesiophobia in patients with chronic kidney disease: a cross-sectional study. *BMC Nephrol*. 2024;25(1):19.
- [20] Muñoz-Cofré R, Sol MD, Lizana PA, Gómez-Bruton A, Fuentes Andaur MJ, Fierro ES, et al. Comparison of distance covered, physiological cost, and perceived exertion in four six-minute walk test protocols. *Front Physiol*. 2024;15.