อิทธิพลของประเภทและความสูงของรองเท้าที่ใส่ร่วมกับเฝือกแบบถอดได้ต่อการเดิน

Influence of Shoes Type and Heigh which Using with Removable Cast Walker

ศุภกร ปานมโนธรรม* และ ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตประทุมวัน จ.กรุงเทพฯ 10330
E-mail: supakorn.panmanotham@gmail.com*

Supakorn Panmanotham* and Phairoat Ladavichitkul

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University,
Pathum Wan, Bangkok, 10330
E-mail: supakorn.panmanotham@gmail.com*

Received 25 Apr 2025; Revised 10 Jun 2025
Accepted 15 Aug 2025; Available online 30 Dec 2025

บทคัดย่อ

ผู้ป่วยโรคเบาหวานที่รับการรักษาแผลที่ฝ่าเท้าโดยใช้ Removable Cast Walker (RCW) สวม RCW เพียงร้อยละ 28 ของการเดินในแต่ละวันเท่านั้น สาเหตุหนึ่งอาจมาจากอุปกรณ์ที่สวมเท้าทั้งสองข้างมีความสูงแตกต่างกันทำให้สมดุลในการเดินเปลี่ยนไปและไม่เป็นธรรมชาติ หากลดอุปสรรคในการเดินของผู้ป่วยจะช่วยเพิ่มอัตราในการสวม RCW ปัจจัยความสูงและประเภทของรองเท้าที่สวมคู่กับ RCW จึงถูกนำมาใช้ในศึกษาการเดินของอาสาสมัคร จำนวน 5 คน ด้วยระบบ Motion Capture ภายใต้สถานการณ์ 4 แบบ คือ 1. สวมรองเท้าหุ้มส้นทั้งสองข้าง (เปรียบเป็นการเดินปกติ) 2. สวมรองเท้าหุ้มส้นกับ RCW 3. สวมรองเท้าหุ้มส้นเสริมความสูงกับ RCW และ 4. สวมรองเท้าไม่หุ้มส้นเสริมความสูงกับ RCW ผลการวิเคราะห์การเดิน (Gait Analysis) ในด้านความสมดุลระหว่างเท้าทั้งสองข้างและความแตกต่างระหว่างสถานการณ์ที่สวม RCW กับการสวมรองเท้าหุ้มส้นทั้งสองด้วยตัวชี้วัด 8 ตัว ได้แก่ 1. Walking Speed 2. Stride Length 3. Step Length 4. Step Width 5. Toe-Out Angle 6. Knee Sagittal Flexion 7. Body Vertical Displacement และ 8. Body Lateral Displacement พบว่า การสวมรองเท้าหุ้มส้นเสริมความสูงกับ RCW มีความสมดุลที่ดีที่สุด (แตกต่างกันร้อยละ 7.46) รองลงมา คือ การสวมรองเท้าหุ้มส้นไม่เสริมความสูง (ร้อยละ 11.07) และ การสวมรองเท้าหุ้มส้น (ร้อยละ 13.49) และเมื่อเปรียบเทียบกับการเดินปกติ พบว่า การสวมรองเท้าหุ้มส้นกับ RCW มีความแตกต่างน้อยที่สุด (ร้อยละ 20.17) ตามด้วย การสวมรองเท้าหุ้มส้นเสริมความสูง (ร้อยละ 21.16) และการสวมรองเท้าไม่หุ้มส้นเสริมความสูง (ร้อยละ 31.13) จึงสามารถสรุปได้ว่า การสวมรองเท้าหุ้มส้นเสริมความสูงดีที่สุดเมื่อสวมคู่กับ RCW เนื่องจากมีความสมดุลระหว่างเท้าทั้งสองข้างมากที่สุด และมีความใกล้เคียงกับการสวมรองเท้าหุ้มส้นไม่เสริมความสูงในความแตกต่างกับการเดินปกติ

คำหลัก: แผลเบาหวานที่เท้า การเดิน ระบบตรวจจับการเคลื่อนไหว เฝือกแบบถอดได้ ความสูงรองเท้า

Abstract

This study investigates the compressive strength of concrete using hybrid cement as a binding material, which offers the advantages of lower energy consumption and reduced carbon dioxide emissions during production. The study examines concrete mixtures using Portland and hybrid cement under varying curing times. The primary objective is to develop a predictive model for concrete compressive strength using multiple linear regression analysis and to identify factors influencing compressive strength by comparing the predicted results with laboratory test data. The findings reveal that concrete using hybrid cement shows compressive strength trends similar to Portland cement concrete. Hybrid cement concrete exhibits higher compressive strength with increased curing time than Portland cement concrete. Furthermore, statistical analysis indicates that the predictive model can accurately forecast compressive strength with 92.00% accuracy, with curing duration and water-to-cement ratio identified as the most significant factors. This study provides a valuable reference for developing sustainable concrete and has applications in building construction and infrastructure development.

Keywords: Diabetic foot ulcer, Gait, Motion capture, Removable cast walker, Shoe height

1. บทนำ

1.1. ที่มาและความสำคัญ

ผู้ป่วยโรคเบาหวานมีอาการแทรกซ้อนเกี่ยวกับระบบประสาท (Neuropathic) ทำให้สามารถรับรู้ความรู้สึกได้น้อยลง เมื่อเกิดแผลที่ฝ่าเท้า แผลของผู้ป่วยจะแย่ลงจากการใช้งานอย่างต่อเนื่องเพราะไม่สามารถรับรู้ถึงความเจ็บปวดที่แผลจนทำให้เกิดความเสี่ยงที่เกิดแผลติดเชื้อซึ่งนำไปสู่การตัดเท้าหรือเสียชีวิตได้ [1]

การรักษาแผลที่เท้าของผู้ป่วยเบาหวาน คือ การพักการใช้งานเท้าและการลดแรงกดทับที่ตำแหน่งแผล (off-Loading) [2] เฝือกแบบถอดได้ (Removable Cast Walker, RCW) คือ หนึ่งในอุปกรณ์ที่ใช้ลดแรงกดทับที่แผลที่ฝ่าเท้าซึ่งมีข้อดี คือ สามารถถอดและใส่ใหม่ได้ตามความจำเป็นหากเฝือกที่ใส่ขัดขวางกิจกรรมที่ทำในชีวิตประจำวัน เช่น การอาบน้ำ หรือการดูแลรักษาแผลที่เท้า เป็นต้น

แต่จากข้อดีของการใช้ RCW กลับกลายเป็นปัญหา ผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาโดยการใช้ RCW สวมเฝือกขณะเดินในชีวิตประจำวันเพียงร้อยละ 28 จากการเดินทั้งหมดเท่านั้น [3] ส่งผลให้แผลฟื้นฟูล่าช้า [4] สาเหตุอาจเกิดจาก ความยากลำบากในการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน แสดงให้เห็นได้จากการสวม RCW คู่กับรองเท้ากีฬามีแนวโน้มทำให้การทรงตัวในการเดินแย่ลง [5] ซึ่งอาจเกิดจากการสวมอุปกรณ์ระหว่างเท้าทั้งสองข้างมีความสูงแตกต่างกันและส่งผลต่อการเดินทำให้การเดินไม่เป็นธรรมชาติ ซึ่งประเภทของรองเท้าที่สวมคู่กับ RCW ก็อาจส่งผลต่อการเดินเช่นกัน [6]

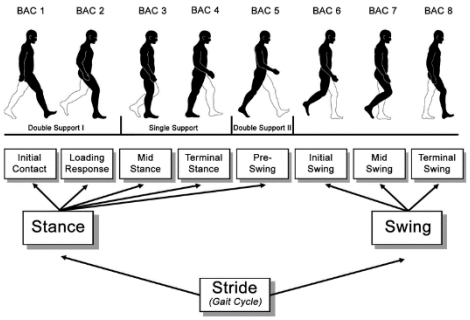
การเพิ่มความสูงของรองเท้าที่สวมคู่กับ RCW ให้มีความสูงเท่ากัน อาจเป็นวิธีที่ช่วยให้การเดินเป็นธรรมชาติมากยิ่งขึ้น และส่งผลให้ผู้ป่วยให้ความร่วมมือในการสวม RCW ที่มากขึ้น

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของประเภทและความสูงของรองเท้าในการใช้งานร่วมกับ RCW ต่อการเดิน

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

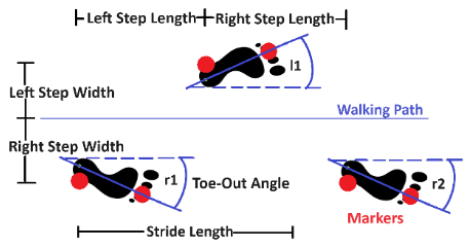
2.1. การวิเคราะห์การเดิน (Gait Analysis)

วัฏจักรการเดิน (Gait Cycle) หมายถึง การเคลื่อนไหวของร่างกายไปข้างหน้าโดยใช้การเคลื่อนไหวของขาและเท้าหนึ่งข้างในการอ้างอิง คาบ (Period) ช่วง (Phase) และภาระ (Task) ในการเดิน ในแต่ละวัฏจักรการเดินสามารถแบ่งออกเป็น 2 คาบ คือ คาบที่เท้าติดพื้น (Stance) และคาบที่เท้าไม่ติดพื้น (Swing) โดยมีช่วงการสัมผัสพื้นครั้งแรกที่ส้นเท้าหรือ Initial Contact เป็นจุดเริ่มต้น และช่วงที่ปลายเท้าสัมผัสพื้นครั้งสุดท้าย หรือ Pre-Swing เป็นจุดสุดท้ายของคาบ Stance (รูปที่ 1)

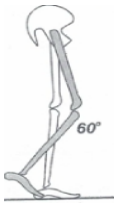


รูปที่ 1 วัฏจักรการเดิน (Gait Cycle) [7]

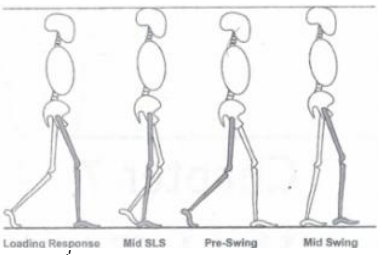
ตัวชี้วัดในการเดินของงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรก คือ ความสมดุลในการเดินระหว่างเท้าทั้งสองข้าง ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบในแต่ละสถานการณ์ของแต่ละความสูงและประเภทของรองเท้าที่ใส่คู่กับ RCW ประกอบไปด้วย 4 ตัวชี้วัด ได้แก่ 1. Walking Speed (WS) 2. Stride Length (SL) 3. Step Length (StL) และ 4. Step Width (StW) โดยค่า WS, SL, และ StL บอกถึงความสามารถพื้นฐานในการเดิน อีกทั้งค่า WS บอกถึงโมเมนตัม ของเท้าซึ่งส่งผลต่อแรงที่กระทำต่อเท้า ค่า StW บ่งบอกถึงการรักษาสมดุลในการเดิน [8] กลุ่มของตัวชี้วัดที่สอง เป็นการเปรียบเทียบการเดินระหว่าง การสวมรองเท้าหุ้มส้นทั้งสองข้างซึ่งเป็นตัวแทนของการเดินที่เป็นปกติมากที่สุดกับการสวมรองเท้าแต่ละความสูงและประเภทคู่กับ RCW ประกอบไปด้วย 8 ตัวชี้วัด ได้แก่ 1. Toe-Out Angle (TOA) 2. Knee Sagittal Flexion (KSF) 3. Body Vertical Displacement (BVD) 4. Body Lateral Displacement (BLD) และตัวชี้วัดทั้ง 4 ตัวในกลุ่มก่อนหน้า (รูปที่ 2-5) โดยค่า TOA มีความสำคัญต่อแนวการลงน้ำหนักระหว่างคาบที่เท้าติดพื้น ค่า KSF ช่วยในการยกเท้าให้พ้นจากพื้นให้ปลอดภัย ค่า BVD และค่า BLD ส่งผลต่อระดับสายตาขณะเดิน [8]



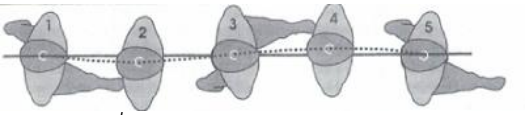
รูปที่ 2 Step Length, Stride Length, Step Width, และ Toe-Out Angle



รูปที่ 3 Knee Sagittal Flexion มีค่าสูงสุดประมาณ 60 องศาในวัฏจักรการเดิน [8]



รูปที่ 4 Body Vertical Displacement [8]



รูปที่ 5 Body Lateral Displacement [8]

3. ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

3.1.ผู้เข้าร่วมวิจัย

อาสาสมัครซึ่งไม่มีค่าตอบแทนผลตอบแทนและไม่มีปัญหาสุขภาพที่ส่งผลต่อการเดิน จำนวน 5 คน เป็นเพศชาย 4 คน ช่วงอายุ 18-59 ปี 3 คน และ 60 ปีขึ้นไป 2 คน ซึ่งเป็นเพศชาย 1 คน โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผู้เข้าร่วมการทดลอง

ผู้เข้าร่วมการทดลอง	เพศ	อายุ	BMI	ความสูงของรองเท้า
1	ชาย	24 ปี	26.06	15 mm
2	ชาย	24 ปี	32.87	30 mm
3	ชาย	31 ปี	23.81	30 mm
4	หญิง	60 ปี	22.72	35 mm
5	ชาย	67 ปี	19.72	35 mm

3.2. การวิเคราะห์การเดิน (Gait Analysis)

ก่อนเริ่มการทดลอง ผู้เข้าร่วมการทดลองจะถูกคัดกรองด้วย Time Up and Go Test [9] เพื่อตรวจสอบความเสี่ยงในการหกล้มขณะการเดิน โดยมีขั้นตอนในการทดสอบ ดังนี้

1. ผู้เข้าร่วมการทดลองใส่อุปกรณ์สวมเท้าที่ใช่ตามปกติ และสามารถใช้อุปกรณ์ในการช่วยเดินได้หากจำเป็น
2. ผู้เข้าร่วมการทดลองนั่งบนเก้าอี้ ณ จุดเริ่มต้น
3. ผู้เข้าร่วมการทดลองลุกขึ้นตามคำสั่งของผู้ดำเนินการทดลอง จากนั้นเดินเป็นทางตรงบนพื้นราบระยะทาง 3 เมตร กลับหลังหัน แล้วเดินกลับมานั่งบนเก้าอี้ ณ จุดเริ่มต้น
4. เวลาที่จับจะถูกหยุด ณ เวลาที่ผู้เข้าร่วมการทดลองเดินกลับมานั่งที่เก้าอี้ที่จุดเริ่มต้น
5. บันทึกอุปกรณ์ในการช่วยเดินหากผู้เข้าร่วมการทดลองใช้ในการทดสอบ

หมายเหตุ ควรให้ผู้เข้าร่วมการทดลองทดสอบก่อนเริ่มทดสอบจับเวลาจริง

หากผู้เข้าร่วมการทดลองใช้เวลาในการทดสอบน้อยกว่า 12 วินาที หมายถึง มีความเสี่ยงน้อยในการหกล้มและผ่านการคัดกรอง หากไม่ผ่าน อาจให้ผู้เข้าร่วมการทดลอง ทำการทดลองในวันอื่นหรือพิจารณาคัดออกจากการเป็นผู้เข้าร่วมการทดลอง

ระบบ Motion Capture ของ Optitrack ตรวจจับการเคลื่อนไหวของผู้เข้าร่วมการทดลองในระนาบ 3 มิติ ด้วยกล้องอินฟาเรด 12 ตัว ที่ถูกติดตั้งรอบพื้นที่การทดลองผ่านลูกบอลวาวที่ถูกติดทั่วร่างกายทั้ง 16 ตำแหน่ง บนร่างกายของผู้เข้าร่วมการทดลอง ประกอบไปด้วย ด้านบนกลางศีรษะ หน้าผาก หัวไหล่ ข้อศอก หลังมือ กระดูกเชิงกราน หัวเข่า ตาตุ่ม และปลายนิ้วชี้เท้า (รูปที่ 6) ซึ่งมีความถี่ในการบันทึกข้อมูล 120 Hertz

รูปที่ 6 ตำแหน่งการติดลูกบอลวาวแสงตามร่างกาย

การทดลองเป็นการเปรียบเทียบการเคลื่อนไหวในการเดิน โดยสวมอุปกรณ์ที่แตกต่างกันทั้ง 4 แบบ คือ รองเท้าหุ้มส้นทั้งสองข้าง (ตัวแทนของการเดินปกติ) รองเท้าหุ้มส้นกับ RCW (ยี่ห้อ Aircast; รูปที่ 7) รองเท้าหุ้มส้นเสริมความสูงกับ RCW และรองเท้าไม่หุ้มส้นเสริมความสูงกับ RCW ดังในตารางที่ 2 รองเท้าหุ้มส้น คือ รองเท้าของผู้เข้าร่วมการทดลองที่ใส่ในชีวิตประจำวัน ไม่จำกัดประเภทและความสูงของรองเท้า (รูปที่ 8 รูปซ้าย) และรองเท้าไม่หุ้มส้น คือ รองเท้าแตะแบบหนีบ (Flip Flops) ความสูง 15 mm การเสริมความสูงของรองเท้าใช้แผ่นโฟม EVA (Ethylene Vinyl Acetate) ความหนา 6.5 mm ซ้อนทับกันจนความสูงเท่ากับหรือใกล้เคียงกับ RCW (±3 mm) และยึดติดกับรองเท้าด้วยเทปกาวใส (รูปที่ 8 รูปขวา) ซึ่ง RCW มีความสูงเมื่อวัดจากพื้นจนถึงแผ่นรองฝ่าเท้าด้านใน (Insole) ที่บริเวณส้นเท้าเท่ากับ 45 mm โดยเท้าข้างที่สวม RCW และรองเท้าของผู้เข้าร่วมการทดลองถูกสุ่มและทำการทดลองตามลำดับข้างต้น

ตารางที่ 2 การออกแบบการทดลอง

		ไม่เสริมความสูงรองเท้า	เสริมความสูงรองเท้า
รองเท้าสองข้าง	รองเท้าหุ้มส้น	10 rep./คน	-
RCW คู่กับ -	รองเท้าหุ้มส้น	10 rep./คน	10 rep./คน
	รองเท้าไม่หุ้มส้น	-	10 rep./คน

รูปที่ 7 Removable Cast Walker Aircast รุ่น AirSelect Standard [9]

รูปที่ 8 ตัวอย่างรองเท้าหุ้มส้น (รูปซ้าย) และรองเท้าไม่หุ้มส้นเสริมความสูง (รูปขวา)

ในการทดลอง ผู้เข้าร่วมการทดลองจะเดินด้วยความเร็วปกติของตนเองเป็นทางตรงบนพื้นราบระยะทาง 4.5 m ไป-กลับ เป็นจำนวน 10 รอบ (ไป 5 รอบ กลับ 5 รอบ) (รูปที่ 9) ซึ่งเป็นจำนวนข้อมูลของแต่ละตัวชี้วัด 10 ค่าต่อคน หรือรวมเป็น 50 ค่าต่อตัวชี้วัด ในห้องปฏิบัติการการยศาสตร์ ชั้น 8 อาคารเจริญวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (รูปที่ 10) กล้องอินฟาเรดตรวจจับการเคลื่อนไหวของลูกบอลวาวแสงที่อยู่บนร่างกายของผู้เข้าร่วมการทดลองและถูกบันทึก เติมข้อมูลที่ขาดหาย และกรองให้ราบเรียบด้วย Butterworth Filter 15 Hertz ข้อมูลการเคลื่อนไหวของการเดินใน 1 วัฏจักรของแต่ละรอบการเดินถูกนำออกด้วยความถี่ 30 Hertz เพื่อนำไปเปรียบเทียบตามหลักการวิเคราะห์การเดิน (Gait Analysis) โดยมีตัวชี้วัดในการเดินทั้งหมด 2 กลุ่ม ประกอบไปด้วย 8 ตัวชี้วัด ดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น

เส้นทางการเดินถูกกำหนดโดยใช้ลูกบอลวาวแสงตำแหน่งด้านบนกลางศีรษะในช่วงการเดินหนึ่งวัฏจักรของเท้าทั้งสอง ค่า WS, SL, และ StL ถูกวัดจากตาตุ่มด้านนอก ค่า StW ใช้กึ่งกลางเท้าขณะคาบที่เท้าติดพื้นช่วงกลาง (Mid Stance) ซึ่งอ้างอิงจากเส้นทางจากตาตุ่มด้านนอกเข้ามาตั้งฉากกับเส้นทางการเดิน เนื่องจากความหนาของรองเท้าและ RCW ไม่เท่ากัน ค่า TOA เป็นมุมระหว่างแกนกลางของเท้าขณะคาบที่เท้าติดพื้นช่วงกลางซึ่งใช้กึ่งกลางเท้าและปลายนิ้วชี้เท้าเป็นจุดอ้างอิงกับเส้นทางการเดิน ค่า KSF เป็นมุมที่มากที่สุดในหนึ่งวัฏจักรการเดินระหว่างขาส่วนบนซึ่งใช้กระดูกเชิงกรานและเข่าเป็นจุดอ้างอิงกับขาส่วนล่างซึ่งใช้เข่ากับตาตุ่มด้านนอกเป็นจุดอ้างอิง ค่า BVD เป็นค่าพิสัยในแนวดิ่งในหนึ่งวัฏจักรการเดินของบนกลางศีรษะ ค่า BLD เป็นค่าเบี่ยงเบนที่มากที่สุดในหนึ่งวัฏจักรการเดินของบนกลางศีรษะกับเส้นทางการเดิน

ข้อมูลตัวชี้วัดถูกวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบพหุคูณ (MANOVA) โดยมีปัจจัยที่เป็นผลกระทบคงที่ (Fixed Effect) คือ เพศ [10] ช่วงอายุ (< 60 ปี กับ $\geq$ 60 ปี) [11] ช่วง BMI [12], [13] ความสูงของรองเท้า อุปกรณ์สวมเท้า และผู้เข้าร่วมการทดลองแต่ละคน

รูปที่ 9 แสดงการเก็บข้อมูลของผู้เข้าร่วมการทดลอง

รูปที่ 10 ห้องปฏิบัติการการยศาสตร์

4. ผลการวิจัย

จากการทดลอง สามารถสรุปผลแต่ละสถานการณ์ได้ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดลอง

Para-meter	Equip-ment	Mean		S.D.	
		Shoe	RCW	Shoe	RCW
WS (m/s)	E1	1.070	1.074	0.140	0.141
	E2	1.014	1.007	0.150	0.155
	E3	1.011	1.005	0.139	0.148
	E4	0.963	0.962	0.147	0.158
SL (m)	E1	1.254	1.253	0.114	0.119
	E2	1.265	1.262	0.131	0.135
	E3	1.244	1.255	0.130	0.136
	E4	0.963	0.962	0.147	0.158
StL (m)	E1	0.619	0.635	0.064	0.055
	E2	0.611	0.652	0.069	0.068
	E3	0.624	0.626	0.060	0.076
	E4	0.614	0.580	0.073	0.086
StW (m)	E1	0.097	0.046	0.032	0.030
	E2	0.106	0.076	0.042	0.030
	E3	0.100	0.078	0.033	0.027
	E4	0.110	0.068	0.036	0.027
TOA (deg)	E1	6.298	4.658	3.687	2.674
	E2	6.317	10.966	4.172	5.223
	E3	8.158	10.976	4.894	5.983
	E4	13.227	11.884	6.448	5.845
KSF (deg)	E1	62.075	62.121	3.142	3.303
	E2	58.222	54.349	3.187	3.786
	E3	60.556	51.032	4.407	3.672
	E4	55.687	50.108	5.134	4.427
BVD (m)	E1	0.043		0.012	
	E2	0.048		0.011	
	E3	0.041		0.009	
	E4	0.041		0.011	
BLD (m)	E1	0.044		0.019	
	E2	0.061		0.024	
	E3	0.058		0.019	
	E4	0.063		0.022	

โดย E1 คือ การสวมรองเท้าหุ้มส้นทั้งสองข้าง

E2 คือ การสวมรองเท้าหุ้มส้นกับ RCW

E3 คือ การสวมรองเท้าหุ้มส้นเสริมความสูงกับ RCW

E4 คือ การสวมรองเท้าไม่หุ้มส้นเสริมความสูงกับ RCW

5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1. ความสมดุลระหว่างเท้าทั้งสองข้าง

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ของความแตกต่างระหว่างข้างที่สวมรองเท้า กับที่สวม RCW

Parameter	E2	E3	E4
WS (m/s)	0.006	0.007	0.001
SL (m)	0.002	-0.011	-0.002
StL (m)	-0.040* (-6.61%)	-0.002	0.034* (5.51%)
StW (m)	0.050* (47.37%)	0.030* (29.85%)	0.043* (38.78%)

หมายเหตุ * คือ มีค่า p <0.001

ความสมดุลระหว่างเท้าในตารางที่ 4 สรุปได้ว่า การสวมรองเท้าหุ้มส้นกับ RCW การสวมรองเท้าหุ้มส้นเสริมความสูงกับ RCW และการสวมรองเท้าไม่หุ้มส้นเสริมความสูงกับ RCW เสียสมดุลในภาพรวมเป็นร้อยละ 13.49, 7.46 และ 11.07 ตามลำดับ

5.2. ความแตกต่างระหว่างการสวม RCW กับการเดินปกติ

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ของความแตกต่างระหว่างสถานการณ์ที่สวม RCW กับการสวมรองเท้าหุ้มส้นทั้งสองข้าง

Para-meter	Equip-ment	Mean Diff	
		Shoe	RCW
WS (m/s)	E2-E1	-0.057* (-5.32%)	-0.066* (-6.19%)
	E3-E1	-0.059* (-5.51%)	-0.069* (-6.42%)
	E4-E1	-0.107* (-1.00%)	-0.112* (-10.40%)

Para-meter	Equip-ment	Mean Diff	
		Shoe	RCW
SL (m)	E2-E1	0.010	0.009
	E3-E1	-0.010	0.002
	E4-E1	-0.060* (-4.81%)	-0.058* (-4.61%)
StL (m)	E2-E1	-0.007	0.017** (2.66%)
	E3-E1	0.005	-0.009
	E4-E1	-0.004	-0.055* (-8.59%)
StW (m)	E2-E1	0.009	0.030* (63.88%)
	E3-E1	0.004	0.032* (68.80%)
	E4-E1	0.014*** (14.44%)	0.021* (45.85%)
TOA (deg)	E2-E1	0.019	6.308* (135.44%)
	E3-E1	1.860* (29.53%)	6.318* (135.65%)
	E4-E1	6.929* (110.02%)	7.227* (155.16%)
KSF (deg)	E2-E1	-3.852* (-6.20%)	-7.772* (-12.51%)
	E3-E1	-1.518* (-2.45%)	-11.089* (-17.85%)
	E4-E1	-6.388* (-10.29%)	-12.012* (-19.34%)
BVD (m)	E2-E1	0.005* (11.74%)	
	E3-E1	-0.002	
	E4-E1	-0.002	
BLD (m)	E2-E1	0.017* (38.47%)	
	E3-E1	0.013* (30.07%)	
	E4-E1	0.019* (42.48%)	

หมายเหตุ *, **, *** คือ ค่า p <0.001, p <0.01, และ p <0.05 ตามลำดับ

ความแตกต่างระหว่างการสวม RCW กับการเดินปกติในตารางที่ 5 สรุปได้ว่า การสวมรองเท้าหุ้มส้นกับ RCW การสวมรองเท้าหุ้มส้นเสริมความสูงกับ RCW และการสวมรองเท้าไม่หุ้มส้นเสริมความสูงกับ RCW มีความแตกต่างไปจากการเดินปกติโดยรวมร้อยละ 20.17, 21.16 และ 31.13 ตามลำดับ

6. สรุปผลงานวิจัย

การเปรียบเทียบความสมดุลในการเดินของสถานการณ์ที่สวมรองเท้าคู่กับ RCW ต่าง ๆ และการเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละสถานการณ์กับการเดินโดยสวมรองเท้าหุ้มส้นทั้งสองข้างซึ่งเป็นตัวแทนของสถานการณ์ในการเดินปกติ พบว่าสถานการณ์ที่ความสมดุลในการเดินระหว่างทั้งสองเท้าดีที่สุด คือ 1. การสวมรองเท้าหุ้มส้นเสริมความสูงกับ RCW รองลงมาเป็น 2. การสวมรองเท้าหุ้มส้นไม่เสริมความสูงกับ RCW และ 3. การสวมรองเท้าหุ้มส้นกับ RCW ตามลำดับ

ความแตกต่างของสถานการณ์ที่สวม RCW กับการสวมรองเท้าหุ้มส้นทั้งสองข้างที่น้อยที่สุด 1. การสวมรองเท้าหุ้มส้นกับ RCW รองลงมาเป็น 2. การสวมรองเท้าหุ้มส้นเสริมความสูงกับ RCW และ 3. การสวมรองเท้าไม่หุ้มส้นเสริมความสูงกับ RCW ตามลำดับ

สามารถสรุปได้ว่า การสวมรองเท้าหุ้มส้นเสริมความสูงดีที่สุดเมื่อสวมคู่กับ RCW เนื่องจากมีความสมดุลระหว่างเท้าทั้งสองข้างมากที่สุด และในความแตกต่างในการเดินเมื่อเปรียบเทียบกับการเดินปกติมีความแตกต่างจากการสวมรองเท้าหุ้มส้นกับ RCW ประมาณร้อยละ 1 เพียงเท่านั้น ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาในการเดินที่ไม่สมดุลและไม่เป็นธรรมชาติเมื่อสวม RCW และคาดว่าอาจทำให้อัตราการใช้ RCW ในการรักษาแผลที่เท้าของผู้ป่วยเบาหวานมากขึ้น ซึ่งช่วยให้แผลมีอัตราการฟื้นฟูที่ดีขึ้นและรักษาให้หายได้ในที่สุด

ในงานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบสถานการณ์ต่าง ๆ ในแต่ละตัวชี้วัดของการสวมรองเท้าคู่กับ RCW

แต่ยังขาดการหาอิทธิพลของความสูงของรองเท้าในแต่ละระดับอย่างชัดเจน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสูงและประเภทของรองเท้าที่ส่งผลต่อตัวชี้วัดในการเดิน และน้ำหนักความสำคัญของแต่ละตัวชี้วัดที่ส่งผลต่อการเดิน สุดท้ายปัจจัยที่ส่งผลต่อการเดินในงานวิจัยนี้ไม่ได้รวมถึงน้ำหนักของอุปกรณ์สวมใส่เท้า และขาดตัวชี้วัดซึ่งเกี่ยวกับแรงที่เกิดขึ้นกับเท้าซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลต่อแผลเบาหวานที่เท้า ดังนั้นจึงควรมีงานวิจัยในอนาคตเพื่อความแม่นยำในผลสรุปมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] M. Edmonds, C. Manu, และ P. Vas, “The current burden of diabetic foot disease”, Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma. 2021; 17: pp. 88, doi: 10.1016/j.jcot.2021.01.017.

[2] สมเกียรติ โพธิสัตย์ และคณะ, “การดูแลรักษาผู้ป่วยที่มีแผลที่เท้า”, ใน แนวทางการตรวจคัดกรองและดูแลรักษาภาวะแทรกซ้อนที่เท้าในผู้เป็นเบาหวาน, 2558. [ออนไลน์]. Available at: https://www.rihes.cmu.ac.th/news/wp-content/uploads/2017/07/07.3-Unlocking-The-Shoe-Issue-for-Diabetic-Patients-in-Chiang-Mai-%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B9%89%E0%B8%B2.pdf

[3] D. G. Armstrong, L. A. Lavery, H. R. Kimbriel, B. P. Nixon, และ A. J. M. Boulton, “Activity Patterns of Patients With Diabetic Foot Ulceration: Patients with active ulceration may not adhere to a standard pressure off-loading regimen”, Diabetes Care. 2003; 26(9): 2595–2597, doi: 10.2337/diacare.26.9.2595.

[4] P. R. Cavanagh และ S. A. Bus, “Off-loading the diabetic foot for ulcer prevention and healing”, Journal of Vascular Surgery. 2010; 52(3): 37S-43S, doi: 10.1016/j.jvs.2010.06.007.

[5] R. T. Crews, F. Sayeed, และ B. Najafi, “Impact of strut height on offloading capacity of removable cast walkers”, Clin Biomech (Bristol, Avon). 2012; 27(7): 725–730. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2012.03.001.

[6] S. Karasawa, M. Yamamoto, J. Sakurai, S. Kawasaki, และ H. Kobayashi, “The Impact of Footwear on Posture, Gait and Balance”, Health. 2022; 14(2). doi: 10.4236/health.2022.142016.

[7] “(PDF) The mental representation of the human gait in young and older adults”, ResearchGate, doi: 10.3389/fpsyg.2015.00943.

[8] J. Perry และ J. M. Burnfield, Gait Analysis: Normal and Pathological Function, 2nd พิมพ์ครั้งที่. SLACK Incorporated, 2010.

[9] “Timed Up and Go Test (TUG)”, Physiopedia. สืบค้น: 11 มกราคม 2025. [ออนไลน์]. Available at: https://www.physio-pedia.com/Timed_Up_and_Go_Test_(TUG)

[10] E. Rowe, M. K. Beauchamp, และ J. Astephen Wilson, “Age and sex differences in normative gait patterns”, Gait & Posture. 2021; 88: 109–115, doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.05.014.

[11] B. M. Nigg, V. Fisher, และ J. L. Ronsky, “Gait characteristics as a function of age and gender”, Gait & Posture. 1994; 2(4): doi: 10.1016/0966-6362(94)90106-6.

[12] ถิรจิต บุญแสน, “ดัชนีมวลกาย สำคัญอย่างไร”, คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาลัยมหิดล. สืบค้น: 13 มีนาคม 2025. [ออนไลน์]. Available at: https://www.si.mahidol.ac.th/th/healthdetail.asp?aid=1361

[13] V. Rosso, V. Agostini, R. Takeda, S. Tadano, และ L. Gastaldi, “Influence of BMI on Gait Characteristics of Young Adults: 3D Evaluation Using Inertial Sensors”, Sensors (Basel). 2019; 19(19): 4221. doi: 10.3390/s19194221.