ผลของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและการฝึกการทรงตัว ต่อความเร็วของการเดินในผู้ที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง

มลิพร ภักดีชาติ
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตมหาสารคาม

บทคัดย่อ

ภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างภายในข้อเท้า ความสามารถในการทำกิจกรรมและการเล่นกีฬาลดลง การวิจัยนี้มีวัตุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและการฝึกการทรงตัวต่อความเร็วของการเดินในผู้ที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้เข้าร่วมเป็นผู้ที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง เพศชาย จำนวน 16 คน อายุระหว่าง 18 - 21 ปี มีคะแนนแบบประเมินภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงของคัมเบอร์แลนด์ ฉบับภาษาไทย ปี 2556 (Cumberland Ankle Instability Tool: CAIT) น้อยกว่า 27 และไม่มีประวัติข้อเท้าแพลงภายในช่วง 6 สัปดาห์ก่อนเข้าร่วมการวิจัย ผู้เข้าร่วมถูกสุ่มเข้าสู่กลุ่มทดลอง จำนวน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มฝึกการทรงตัว และกลุ่มฝึกความแข็งแรง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1)แบบบันทึกข้อมูลทั่วไป 2) แบบคัดกรองผู้ที่มีความไม่มั่นคงของข้อเท้า Cumberland ankle instability tool (CAIT) 3) อุปกรณ์ทดสอบความมั่นคงของข้อเท้า Star excursion balance test 4) เครื่องทดสอบไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography; EMG) 5) เครื่องทดสอบการทรงตัวด้วย balance board (Kinematic measurement system (KMS) balance and stability test) และ 6) เครื่องทดสอบความเร็วในการเดิน (Kinematic measurement system (KMS) walking test) โดยผู้เข้าร่วมงานวิจัยได้รับการทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อ ความเร็วในการเดิน และความสามารถในการทรงตัว Star excursion balance test (SEBT) ก่อนฝึก และหลังฝึก 6 สัปดาห์ ตามโปรแกรม ทั้ง 2 กลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ paired t-test

ผลการวิจัยพบว่าการทดสอบ SEBT ทิศทางด้านหลังเยื้องด้านนอก (posterior lateral) ในสัปดาห์ที่ 6 และการทดสอบการทรงตัวขณะหลับตาในสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งกลุ่มฝึกการทรงตัวและกลุ่มฝึกความแข็งแรง ($p<0.05$) แต่การทดสอบ SEBT ในทิศทางด้านหลังเยื้องเข้าด้านใน (posterior medial) มีค่าเพิ่มขึ้นเฉพาะกลุ่มฝึกความแข็งแรง ($p<0.05$) และคะแนนจากแบบประเมิน CAIT มีค่าเพิ่มขึ้น ในสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้ง 2 กลุ่ม แต่ไม่สามารถเพิ่มความเร็วในการเดินทั้ง 2 กลุ่ม

สรุปผลการวิจัย การฝึกการทรงตัวและการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ช่วยเพิ่มความสามารถในการทรงตัวของผู้ที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรังได้ แม้จะทำการฝึกเพียงโปรแกรมใดโปรแกรมหนึ่ง แต่ยังไม่สามารถเพิ่มความเร็วในการเดินได้

คำสำคัญ ข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง; ฝึกการทรงตัว; ฝึกความแข็งแรง; ความเร็วในการเดิน; ข้อเท้าแพลง

Corresponding Author: นางสาวมลิพร ภักดีชาติ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตมหาสารคาม
Email: porkaew.mali@gmail.com

THE EFFECTS OF LEG MUSCLE STRENGTH TRAINING AND BALANCE TRAINING ON WALKING SPEED IN CHRONIC ANKLE INSTABILITY

Malipohn Pukdeechat
Faculty of Sports and Health Science, Thailand National Sports University Mahasarakham Campus

Abstract

Chronic ankle instability causes ankle structural changes, reduced ability to perform activities, and the ability to play sports. Therefore, the purpose of this study was to study the effects of balance training and leg muscle strength training on walking speed in individuals with chronic ankle instability. This research is an experimental study. Sixteen of male participants had a history of chronic ankle instability, were aged between 18 and 21 with the Thai version 2013 Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT) score of less than 27 and had no history of ankle sprain within 6 weeks of research participation. They were simple randomized, as well as divided into two experimental groups: the balance training and strength training groups; Research tools were 1) record sheet, 2) Cumberland ankle instability tool (CAIT), 3) Star excursion balance test, 4) Electromyography (EMG), 5) balance board (Kinematic measurement system (KMS) balance and stability test), and 6) Kinematic measurement system (KMS) walking test). All participants were assigned to test muscle function, walking speed, and balance using the star excursion balance test (SEBT) pre-training and post-6 weeks of program training in both experimental groups. Data were analyzed by paired t - test.

The results showed that posterior lateral SEBT tests in weeks 6, and balance tests while closing their eyes in Week 6, had statistically significant increases in both the balance training group and the strength training group ($p<0.05$). However, only the strength training group showed an improvement in the posterior medial SEBT test ($p<0.05$). Additionally, the CAIT assessment results improved in both groups with statistical significance ($p<0.05$) in Weeks 6. The walking speed cannot be increased in both.

Conclusion, the balance training and leg muscle strength training probably help to increase balance of people with chronic ankle instability. Even when practicing only one program but still unable to increase walking speed.

Keywords: Chronic ankle instability, Balance training, Strength training, Walking speed, Ankle sprain

Corresponding Author: Miss Malipohn Pukdeechat, Thailand National Sports University Mahasarakham Campus Email: porkaew.mali@gmail.com

บทนำ

การบาดเจ็บจากการเกิดข้อเท้าแพลง เป็นการบาดเจ็บที่พบได้บ่อย ถึงร้อยละ 20 ของการบาดเจ็บที่ข้อต่อทั้งหมด โดยพบข้อเท้าแพลงแบบแพลงออกด้านนอก (lateral ankle sprain) (Deussen, & Alfuth, 2018) มากที่สุด เป็นร้อยละ 73 ของการเกิดข้อเท้าแพลงทั้งหมด การบาดเจ็บจากข้อเท้าแพลงทำให้เกิดการทำลายเนื้อเยื่อรอบ ๆ ข้อเท้า เกิดอาการปวดและบวม ส่งผลให้เกิดปัญหาต่อข้อเท้า เช่น การเกิดความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก (musculoskeletal) ของรยางค์ล่าง และทำให้เกิดการรับรู้ของข้อต่อ (proprioception) ลดลงอีกด้วย ซึ่งการบาดเจ็บเหล่านี้จะส่งผลให้ผู้ที่เคยมีข้อเท้าแพลงมีความเสี่ยงที่จะเกิดข้อเท้าแพลงซ้ำอีกครั้ง (Lee, Cho, & Lee, 2019) โดยพบว่าร้อยละ 74 ของผู้ที่เคยข้อเท้าแพลงจะเกิดข้อเท้าแพลงซ้ำอีกอย่างน้อย 1 ครั้ง และร้อยละ 22 ของผู้ที่เคยข้อเท้าแพลง จะเกิดข้อเท้าแพลงซ้ำ 5 ครั้งขึ้นไป เป็นสาเหตุให้เกิดภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง (Chronic Ankle Instability; CAI) (Wagemans et al., 2022) การเกิดข้อเท้าแพลงซ้ำจนนำมาสู่ภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง (CAI) ทำให้เกิดความผิดปกติของโครงสร้างในร่างกาย และจำกัดการทำกิจกรรมทางกายต่าง ๆ ซึ่งส่งผลระยะยาวในการเปลี่ยนแปลงของการใช้ชีวิตประจำวัน โดยการเปลี่ยนแปลงที่เกิดกับโครงสร้างเมื่อเกิดภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง (CAI) ที่พบได้บ่อย คือเอ็นยึดกระดูกหลวม (ligamentous laxity) และการสูญเสียการรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อ (proprioception) (Xue, Ma, Li, Song, & Hua, 2021) ทำให้ความสามารถในการทำกิจกรรมลดลง เช่น การเดิน การกระโดด หรือการวิ่ง เป็นต้น ทำให้นักกีฬาต้องเปลี่ยนชนิดของกีฬาที่เล่น และลดระดับความหนักของการออกกำลังกายลง (Hiller, Kilbreath, & Refshauge, 2011) เพราะมีการเปลี่ยนแปลงของจลนศาสตร์ และจลศาสตร์ของข้อเท้า (ankle joint kinematic and kinetic) ในขณะที่เดินด้วยความเร็วปกติ (Delahunt, Monaghan, & Caulfield, 2006) ดังนั้นการรักษาฟื้นฟูภาวะเหล่านี้ให้กลับมาเป็นปกติ เพื่อให้การดำเนินชีวิตได้เป็นปกติ จึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก ซึ่งจะช่วยลดการกลับมาเกิดข้อเท้าแพลงซ้ำได้อีกด้วย

ความผิดปกติในการเดินของผู้ที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเป็นสิ่งที่พบได้ค่อนข้างมาก โดยจะพบว่าผู้ที่เคยข้อเท้าแพลงมักมีการลงน้ำหนักที่เท้าผิดปกติ (weight - bearing) คือ มีการลงน้ำหนักที่ฝ่าเท้าทางด้านนอก (external load) การลงน้ำหนักเช่นนี้ทำให้มีแรงกระทำให้เกิดข้อเท้าพลิกเข้าด้านในตลอดเวลา (inversion) ซึ่งการที่เป็นเช่นนี้ซ้ำ ๆ ส่งผลให้ขณะที่เดินหรือวิ่งมีการลงน้ำหนักที่ผิดปกติเช่นกัน และเกิดความเสี่ยงที่ข้อเท้าจะแพลงซ้ำได้ ดังนั้นผู้ที่มีภาวะเช่นนี้มักจะกังวลในขณะที่เดินหรือวิ่ง ทำให้ต้องลดความเร็วลงเพื่อให้เท้ามั่นคงมากขึ้น โดยปัญหานี้มักเกิดขึ้นในขณะที่เท้าวางบนพื้นในระยะกลางของการลงน้ำหนัก หรือ mid stance (Abdelraouf & Abdel-aziem, 2012; Lin, Lin, & Lee, 2019) ซึ่งทำให้การทรงตัวในขณะอยู่นิ่ง (static balance) และการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (dynamic balance) ผิดปกติตามไปด้วย โดยเชื่อว่าสาเหตุที่ทำให้มีการลงน้ำหนักที่เท้าผิดปกติไปนั้นเนื่องมาจากกล้ามเนื้อในการพลิกข้อเท้าออกด้านนอก (evertor) อ่อนแรง (McCann et al, 2018) ปัญหาการเดินที่ผิดปกติไปจากเดิมในผู้ที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงนั้นนอกจากการลงน้ำหนักผิดปกติ ยังมีปัญหาอื่น ๆ อีก ได้แก่ การมีองศาในการกระดกข้อเท้าขึ้นในขณะเดินลดลง (Hoch, Staton, & Medina McKeon, 2012) ทำให้ผู้ป่วยมีการถ่ายน้ำหนักในขณะเดินได้ช้าลง การรับความรู้สึกของข้อเท้าถูกทำลาย (mechanoreceptors) ดังนั้นจึงจะเห็นได้ว่าทั้งการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันกับการเดินและการวิ่ง (Anguish & Sandrey, 2018; Nanbancha et al., 2019; Luan, Adams, Witchalls, & Ganderton, 2021) ซึ่งปัญหาเหล่านี้ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของนักกีฬาอย่างมาก โดยอาจทำให้นักกีฬาบางคนต้องเลิกเล่นกีฬาไป (Nyska et al., 2003; Simpson, Stewart, Macias, Chander, & Knight, 2019) ดังนั้นการแก้ไขปัญหาเหล่านี้อาจส่งผลให้การเดินและการวิ่งได้ดีมากขึ้น (Arnheim, & Prentice, 1997)

การรักษาฟื้นฟูข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรังในปัจจุบันนั้นมีหลายรูปแบบ การฝึกออกกำลังกายเพื่อเพิ่มองศาการเคลื่อนไหว (Range Of Motion: ROM) และการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรยางค์ล่าง ทั้งแบบ

isotonic exercise และแบบ isometric exercise และการฝึกการทรงตัว (Mohd, 2018; Kim, & Jeon, 2016) เป็นที่นิยมมากในการฟื้นฟูเพื่อให้นักกีฬาสามารถกลับไปเล่นกีฬาได้เร็ว และมีสมรรถภาพที่ดีภายหลังจากที่มีข้อเท้าแพลง หรือภาวะข้อเท้าไม่มั่นคง (Loudon, Santos, Franks, & Liu, 2008) โดยการฝึกการทรงตัวนั้นมีทั้งการฝึกแบบอยู่กับที่และแบบเคลื่อนที่ แต่การฝึกแบบเคลื่อนที่จะนิยมใช้ในทางคลินิกมากกว่า (Feger, Donovan, Hart, & Hertel, 2015)

ในปัจจุบันการศึกษาการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการฝึกการทรงตัวในผู้ที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงนั้นมีอย่างหลากหลาย และการศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงของข้อเท้าโดยฝึกกล้ามเนื้อขาโดยรอบที่เกี่ยวข้องกับการเดินและการฝึกการทรงตัวต่อความเร็วในขณะที่เดิน มีความสำคัญในผู้ที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงอย่างมาก ทั้ง 2 การฝึกอาจทำให้ข้อเท้ามีความมั่นคงมากขึ้นได้ และมีความสำคัญอย่างมากในนักกีฬา เนื่องจากต้องมีการเดินและวิ่งตลอดเวลา (Anguish et al., 2018; Hall et al., 2018; Luan et al., 2021)

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดเกี่ยวกับการฝึกเพื่อศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและการฝึกการทรงตัวที่มีต่อความเร็วในการเดินของผู้ที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง เพื่อนำผลที่ได้ไปช่วยฝึกให้นักกีฬาที่มีอาการบาดเจ็บเรื้อรัง และอาจส่งผลให้เกิดการพัฒนาสมรรถภาพในการเล่นกีฬาให้ดีขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) ศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อความเร็วของการเดิน ในผู้ที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรังภายในกลุ่ม ช่วงก่อนการฝึก และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6

2) ศึกษาผลของการฝึกการทรงตัวต่อความเร็วของการเดิน ในผู้ที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรังภายในกลุ่ม ช่วงก่อนการฝึก และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6

สมมติฐานการวิจัย

1) การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในผู้ที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรังส่งผลให้ความเร็วของการเดินเพิ่มขึ้น

2) การฝึกการทรงตัวในผู้ที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรังส่งผลให้ความเร็วของการเดินเพิ่มขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัยและสถานที่วิจัย

การศึกษานี้เป็นรูปแบบ Randomized controlled trial design และได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ เอกสารเลขที่ TNSU 071/2563 โดยผู้เข้าร่วมโครงการเป็นเพศชาย หรือหญิงที่มีสุขภาพดี มีอายุระหว่าง 18 – 25 ปี มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง สามารถออกกำลังกายตามโปรแกรมของงานวิจัยได้ต่อเนื่อง เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมโครงการจะถูกสุ่มเข้าสู่กลุ่มการทดลองในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ใน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และกลุ่มที่ฝึกการทรงตัว สถานที่วิจัย คือ ห้องชีวกลศาสตร์ ชั้น 1 อาคารศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตมหาสารคาม

เกณฑ์การคัดเข้าร่วมโครงการวิจัย

1) เคยมีข้อเท้าพลิกก่อนเข้าร่วมงานวิจัย อย่างน้อย 6 สัปดาห์ก่อนเข้าร่วมโครงการวิจัย

2) รู้สึกข้อเท้าไม่มั่นคงในขณะทำกิจกรรมหรือเล่นกีฬาภายในช่วง 6 เดือนก่อนเข้าร่วมงานวิจัย

3) มีคะแนน CAIT น้อยกว่า 27

เกณฑ์การคัดผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยออก

1) เคยมีประวัติการผ่าตัดทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของรยางค์ล่างมาก่อน

2) มีประวัติกระดูกของรยางค์ขาหัก ซึ่งต้องได้รับการจัดกระดูกใหม่

3) มีการบาดเจ็บแบบเฉียบพลันของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของข้ออื่น ๆ ของรยางค์ขา ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา ซึ่งส่งผลต่อความสมบูรณ์และการทำงานของข้อต่อจนส่งผลต่อการทำกิจกรรมทางกาย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แบบบันทึกข้อมูลทั่วไป ประกอบไปด้วย เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโรคประจำตัว ชนิดกีฬา วิธีการความหนักของการฝึกซ้อม หรือชนิดของการออกกำลังกาย ที่ทำเป็นประจำ

2) แบบคัดกรองผู้ที่มีความไม่มั่นคงของข้อเท้า Cumberland ankle instability tool (CAIT)

3) อุปกรณ์ทดสอบความมั่นคงของข้อเท้า Star excursion balance test

4) เครื่องทดสอบไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography; EMG)

5) เครื่องทดสอบการทรงตัวด้วย balance board (Kinematic measurement system (KMS) balance and stability test)

6) เครื่องทดสอบความเร็วในการเดิน (Kinematic measurement system (KMS) walking test)

ขั้นตอนการวิจัย

1) คัดเลือกผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยโดยทำการประเมินว่าเป็นผู้มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง โดยทำแบบทดสอบ CAIT หากเป็นผู้ที่มีความไม่มั่นคงของข้อเท้าจริง จึงเข้าสู่กระบวนการต่อไป

2) กลุ่มเป้าหมายทุกคน (จำนวน 16 คน ตามการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง จากโปรแกรม G*Power) ลงนามในใบยินยอมด้วยความสมัครใจและได้รับการอธิบายและคำชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยละเอียด รวมถึงประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัยครั้งนี้

3) ทำการแบ่งกลุ่มเป้าหมายเป็น 2 กลุ่ม ด้วยวิธีการสุ่มแบบอย่างง่าย โดยมีการกระจายข้างของที่ทดสอบเท่า ๆ กัน ทั้ง 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 ทำการฝึกทำการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา (Hamstring, Quadricep) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อปลายขา (Gastrocnemius, Tibialis anterior) กล้ามเนื้อละ 5 เซ็ต เซ็ตละ 10 ครั้ง ฝึกขาทั้งสองข้าง โดยใช้ความหนัก 75% 1RM สัปดาห์ละ 3 วัน ทุกวันจันทร์ พุธ ศุกร์ โดยต้องมาออกกำลังกายที่ห้องวิจัยในเวลาเดิม เป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยก่อนและหลังการฝึกทุกครั้งจะต้องยืดกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกกำลังกายทุกมัด และอบอุ่นร่างกาย เป็นเวลา 10 นาที (Luan et al., 2021)

กลุ่มที่ 2 ทำการฝึกการทรงตัวด้วยเครื่องฝึกการทรงตัวสัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 5 เซ็ต เซ็ตละ 10 ครั้ง แต่ละครั้งให้พยายามทรงตัวบนแผ่นทรงตัวโดยยืนขาเดียวให้ได้นานที่สุด และฝึกขาทั้งสองข้าง ที่ห้องวิจัยในเวลาเดิม ทุกวันจันทร์ พุธ ศุกร์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยก่อนและหลังการฝึกทุกครั้งจะต้องยืดกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกกำลังกายทุกมัด และอบอุ่นร่างกาย เป็นเวลา 10 นาที (Anguish et al., 2018; Hall et al., 2018)

4) ทดสอบความมั่นคงของข้อเท้า โดยการทดสอบ Star excursion balance test ทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง EMG ทดสอบความเร็วในการเดิน และทดสอบความสามารถในการทรงตัว ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของทั้ง 2 กลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความมั่นคงของข้อเท้าจาก Star excursion balance test ค่าไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วยเครื่อง EMG ความเร็วในการเดิน และความสามารถในการทรงตัว ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 6 วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่มด้วยค่าเฉลี่ยความมั่นคงของข้อเท้าก่อนการฝึก และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 โดยใช้สถิติ paired t - test ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ผลการวิจัย

ข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม

	Group, mean ± S.D.	
	balance	strength
Age, y	20.00±1.00	19.67±1.11
Height, cm	174.56±3.75	173.00±2.45
Weight, kg	68.78±4.49	69.89±2.76
CAIT	18.67±2.08	19.00±3.00
Limb, Right/Left	6/2	6/2
CAI, Unilateral/ Bilateral	6/2	6/2
Sex, Men/Women	8/0	8/0
Previous Rehabilitation, Yes/No	5/3	5/3

ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยเพศชาย 16 คน มีอายุเฉลี่ย 19.83 ± 1.04 ปี มีความสูงเฉลี่ย 173.78 ± 3.17 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 69.33 ± 3.66 กิโลกรัม มีคะแนนการทดสอบความไม่มั่นคงของข้อเท้า (CAIT) เฉลี่ย 29.80 ± 4.53 คะแนน ผู้เข้าร่วมถูกสุ่มเข้าสู่กลุ่มการทดลอง 2 กลุ่มการทดลองโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของทั้งสองกลุ่มไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยแยกเป็นกลุ่มฝึกการทรงตัว และกลุ่มฝึกความแข็งแรง ดังตารางที่ 1

ผลการฝึกการทรงตัวบนบอลครึ่งวงกลมฝึกการทรงตัว และการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาด้วยถุงทราย ต่อความสามารถในการทรงตัวขณะอยู่นิ่งและขณะเคลื่อนไหว

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบผลการทดสอบ Star excursion balance test และความสามารถในการทรงตัวขณะอยู่นิ่ง ภายในกลุ่มฝึกการทรงตัวและกลุ่มฝึกความแข็งแรง ก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 6

Test	Group							
	balance				strength			
	pretest $\bar{x}$ ± S.D.	6 weeks $\bar{x}$ ± S.D.	t	p	pretest $\bar{x}$ ± S.D.	6 weeks $\bar{x}$ ± S.D.	t	p
SEBT (cm)								
Ant.	70.65±9.15	73.67±7.99	-1.66	0.14	81.09±3.08	80.16±2.01	0.88	0.43
Post. Lat.	76.52±6.99	82.04±13.32	-2.72	0.04*	87.11±7.82	94.79±7.27	-2.87	0.04*
Post. Med.	80.73±8.44	82.13±7.53	-0.90	0.39	85.30±6.63	93.33±7.08	-4.41	0.01*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับ pretest

จากตารางที่ 2 การทดสอบความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว โดยวิธี Star excursion balance test หรือ SEBT พบว่าการทดสอบในทิศทาง posterior lateral มีค่าเพิ่มขึ้นจากก่อนเข้าร่วมโปรแกรมฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังฝึกสัปดาห์ที่ 6 ทั้งกลุ่มฝึกการทรงตัว (p = 0.04) และกลุ่มฝึกความแข็งแรง (p =0.04) โดยมีค่าเท่ากับ 82.04±13.32 และ 94.79±7.27 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการทดสอบในทิศทาง posterior medial พบมีค่าเพิ่มขึ้นจากก่อนเข้าร่วมโปรแกรมฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในสัปดาห์ที่ 6 (p = 0.01) ในกลุ่มฝึกความแข็งแรง โดยมีค่าเท่ากับ 93.33±7.08 เซนติเมตร

ผลการฝึกการทรงตัวบนบอลครึ่งวงกลมฝึกการทรงตัว และการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาด้วยถุงทราย ต่อความเร็วในการเดิน

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลการทดสอบความสามารถในการทรงตัวขณะอยู่นิ่ง ภายในกลุ่มฝึกการทรงตัวและกลุ่มฝึกความแข็งแรง ก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 6

Test	Group							
	balance				strength			
	pretest $\bar{x}$ ± S.D.	6 weeks $\bar{x}$ ± S.D.	t	p	pretest $\bar{x}$ ± S.D.	6 weeks $\bar{x}$ ± S.D.	t	p
Balance (Sec.)								
ลืมตา	20.54±10.26	22.15±7.04	-0.79	0.46	24.46±8.04	24.47±3.03	-0.01	0.90
หลับตา	14.37±9.74	18.77±10.10	-2.26	0.05*	15.84±8.71	18.44±5.86	-1.98	0.14

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับ pretest

จากการทดสอบความเร็วในการเดิน ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการระยะเวลาในการเดินระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกทั้งสองกลุ่ม ดังตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 การทดสอบความสามารถในการทรงตัวขณะอยู่นิ่ง โดยวิธี balance board ด้วยเครื่อง KMS balance and stability test พบว่า ในการทดสอบการทรงตัวแบบลืมตาไม่มีความแตกต่างกันทั้งก่อนฝึกและสัปดาห์ที่ 6 ทั้งสองกลุ่ม แต่พบความแตกต่างในการทดสอบแบบหลับตาหลังฝึกสัปดาห์ที่ 6 พบมีค่าเพิ่มขึ้นจากก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งกลุ่มฝึกการทรงตัว (p=0.05) และกลุ่มฝึกความแข็งแรง (p=0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 18.77±10.10 และ 18.44±5.86 วินาที ตามลำดับ

ผลการฝึกการทรงตัวบนบอลครึ่งวงกลมฝึกการทรงตัว และการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาด้วยถุงทราย ต่อการทำงานของกล้ามเนื้อขา (EMG)

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลการทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง EMG ความเร็วในการเดิน และคะแนน CAIT ภายในกลุ่มฝึกการทรงตัวและกลุ่มฝึกความแข็งแรง ก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 6

Test	Group							
	balance				strength			
	pretest $\bar{x}$ ± S.D.	6 weeks $\bar{x}$ ± S.D.	t	p	pretest $\bar{x}$ ± S.D.	6 weeks $\bar{x}$ ± S.D.	t	p
EMG (amplitude of postinitial contact)								
Gastrocnemius	0.61±0.31	0.63±0.32	-0.19	0.86	0.32±0.08	0.53±0.03	-0.93	0.45
Tibialis anterior	0.83±0.13	0.81±0.19	0.12	0.90	0.60±0.02	0.61±0.05	-0.15	0.89
Hamstrings	0.52±0.14	0.60±0.34	0.89	0.42	0.68±0.08	0.56±0.05	0.35	0.75
Quadriceps	0.56±0.91	0.52±0.30	0.56	0.63	0.36±0.06	0.55±0.03	-0.79	0.51
Walking speed (Sec.)	7.57±1.23	7.54±0.59	0.10	0.92	7.16±2.64	7.00±1.76	0.26	0.83
CAIT (score)	18.67±2.08	24.67±6.81	2.80	0.04*	19.00±3.00	23.00±1.73	3.50	0.02*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับ pretest

จากตารางที่ 4 การทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อขา ด้วยเครื่องทดสอบไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography; EMG) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการทำงานของกล้ามเนื้อของก่อนและหลังเข้าโปรแกรมการฝึกทั้งสองกลุ่ม

ผลการฝึกการทรงตัวบนบอลครึ่งวงกลมฝึกการทรงตัว และการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาด้วยถุงทราย ต่อคะแนน CAIT

จากการทำแบบประเมินความไม่มั่นคงของข้อเท้าเรื้อรัง โดยใช้เครื่องมือคือแบบประเมิน CAIT พบว่าหลังฝึกสัปดาห์ที่ 6 ผู้เข้าร่วมมีคะแนน CAIT เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งกลุ่มฝึกการทรงตัว และการฝึกความแข็งแรง โดยมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 24.67±6.81 (p=0.04) และ 23.00±1.73 (p=0.02) คะแนนตามลำดับ ดังตารางที่ 4

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อความเร็วของการเดิน ในผู้ที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง และศึกษาผลของการฝึกการทรงตัวต่อความเร็วของการเดินในผู้ที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง ทั้งหมดเป็นเพศชาย 16 คน ไม่มีประวัติข้อเท้าแพลงภายในช่วง 6 สัปดาห์ก่อนเข้าร่วมการวิจัย และมีคะแนน CAIT น้อยกว่า 27 โดยผู้เข้าร่วมจะถูกสุ่มเข้าสู่กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มฝึกการทรงตัว และกลุ่มฝึกความแข็งแรง โดยต้องทดสอบ Star excursion balance test (SEBT) การทำงานของกล้ามเนื้อ ความเร็วในการเดิน และความสามารถในการทรงตัว จากนั้นจึงเข้าโปรแกรมฝึกเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

จากผลการทดสอบความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวพบว่า การฝึกการทรงตัวบนลูกบอลครึ่งวงกลม และการฝึกความแข็งแรงสามารถเพิ่มความสามารถในการทรงตัวในขณะเคลื่อนไหวได้หลังการฝึก 6 สัปดาห์ (ดังตารางที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฮอลล์ และคณะ (Hall et al., 2018) โดยในการศึกษานี้ใช้โปรแกรมการฝึกการทรงตัวโดยการกระโดดแบบต่าง ๆ โปรแกรมการฝึกความแข็งแรงใช้ยางยืด (band wrapped) ในการฝึก และกลุ่มควบคุม ให้ปั่นจักรยาน ครั้งละ 20 นาที เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าหลังผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยเข้าโปรแกรมการฝึกการทรงตัว และการฝึกความแข็งแรง เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ มีผลการทดสอบ SEBT เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ แอนกูซและแซนเดรย์ (Anguish et al., 2018) ที่ทำการศึกษาในอาสาสมัครที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง 18 คน โดยแบ่งผู้เข้าร่วมเข้าสู่สองกลุ่มการทดลองได้แก่ กลุ่มฝึกการทรงตัวโดยการยืนขาเดียว และกลุ่มฝึกการทรงตัวโดยการกระโดด (รูปแบบการฝึกของ McKeon) โดยฝึกเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน พบว่า ทั้งสองกลุ่มการทดลองมีการรับความรู้สึกของข้อต่อดีขึ้นและมีการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวดีขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการทดสอบความสามารถในการทรงตัวขณะอยู่นิ่งพบว่า ในการทดสอบการทรงตัวแบบลืมตาไม่มีความแตกต่างกันทั้งก่อนฝึกและสัปดาห์ที่ 6 ทั้งสองกลุ่ม แต่พบความแตกต่างในการทดสอบแบบหลับตาในสัปดาห์ที่ 6 พบมีค่าเพิ่มขึ้นจากก่อนก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ทั้งกลุ่มฝึกการทรงตัว และกลุ่มฝึกความแข็งแรง (ดังตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กอนซาเลซ และคณะ (Gonzales et al., 2017) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของการฝึกการทรงตัว โดยใช้โปรแกรมการฝึกของ McKeon เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าผู้เข้าร่วมโปรแกรมฝึกมีความสามารถของการทรงตัวขณะอยู่นิ่งและขณะเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เช่นเดียวกับการศึกษาของ ลี ฟริดลินด์ และแอคเคอร์แมน (Lee, Fridlind, & Ackerman 2021) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของการฝึกการทรงตัวด้วย เครื่องวัดความเร็วรอบ (stroboscopic glasses) ต่อการทรงตัวในผู้ที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง พบว่า ภายหลังการฝึก 4 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยมีการทรงตัวขณะอยู่กับที่ (Static postural control) แต่ในการศึกษานี้พบว่าการทรงตัวขณะอยู่นิ่งดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในการทดสอบแบบลืมตา และหลับตา และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ เฮิร์น และคณะ (Ahern, Nicholson, O'Sullivan, McVeigh, 2021) ซึ่งพบว่า การฝึกการ

ทรงตัวด้วยบอล และการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสะโพก ส่งผลให้นักกีฬาที่มีความไม่มั่นคงของข้อเท้ามีการทรงตัวที่ดีขึ้นได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากผลการทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อขา ด้วยเครื่องทดสอบไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography: EMG) พบว่า ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการทำงานของกล้ามเนื้อของก่อนและหลังเข้าโปรแกรมการฝึกทั้งสองกลุ่ม (ดังตารางที่ 4) ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาของ คอนเซเซา และคณะ (Conceicao, Schaefer, Santos, Keighley, & Santos, 2016) ซึ่งทำการศึกษาในอาสาสมัครที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง โดยให้อาสาสมัครฝึกการทรงตัวโดยใช้ การเตะบอล (Ball-Kicking Balance Exercise) พบว่า เมื่อสิ้นโปรแกรมฝึกอาสาสมัครมีค่าไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ของกล้ามเนื้อ Tibialis anterior และ Soleus ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแตกต่างจากการศึกษานี้ อาจเนื่องมาจากรูปแบบการฝึกที่แตกต่างกัน โดยในการศึกษาของ คอนเซเซา และคณะ (Conceicao et al., 2016) มีการฝึกต่อเนื่องทั้งรูปแบบที่เป็นงานขณะอยู่กับที่ (static task) และงานขณะเคลื่อนไหว (dynamic task) รวมไปถึงในการศึกษานี้ไม่ได้ทำการวัดค่าไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อ Soleus อีกด้วย ผลการศึกษาของงานวิจัยนี้ยังแตกต่างจากการศึกษาของ สตอม และคณะ (Strom et al., 2016) ที่ทำการศึกษาในอาสาสมัครสุขภาพดี โดยให้ผู้เข้าร่วมโครงการฝึกการทรงตัวในรูปแบบต่าง ๆ จากนั้นทำการทดสอบไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) พบว่า อาสาสมัครที่เข้าร่วมโปรแกรมการฝึกการทรงตัวด้วยใช้บอลครึ่งวงกลม (BOSU ball) และกลุ่มที่ฝึกการทรงตัวโดยใช้แผ่นโฟม ทรงตัว (wobble board) มีค่า EMG ของกล้ามเนื้อ Peroneal ที่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ฝึกการทรงตัวบนพื้นราบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เนื่องด้วยการศึกษานี้ทำการฝึกการทรงตัวในอาสาสมัครที่เป็นคนปกติสุขภาพดี จึงอาจทำให้ผลการศึกษาแตกต่างกัน

จากผลการทดสอบความเร็วในการเดินนั้น พบว่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของความเร็วในการเดินเมื่อเทียบกับก่อนเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 6 ทั้งสองกลุ่มการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สปริงเกอร์และกอตต์ลีบ (Springer, & Gottlieb, 2017) ที่รายงานว่า เมื่อเทียบระหว่างผู้ที่มีข้อเท้าปกติและผู้ที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรังนั้นจะมีความเร็วในการเดินในทุกรูปแบบลดลง ไม่ว่าจะเป็นการเดินเร็วอย่างเดียว หรือเดินเร็วพร้อมกับทำกิจกรรมอย่างอื่นร่วมด้วย ซึ่งการฟื้นฟูในระยะเวลาที่ไม่มากพอนั้น อาจยังไม่ส่งผลต่อความเร็วในการเดินที่ดีขึ้นได้ ซึ่งยังสอดคล้องกับการศึกษาของ สปริงเกอร์และกอตต์ลีบ (Springer, & Gottlieb, 2017) ซึ่งทำการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกระบบประสาทกล้ามเนื้อในนักกีฬาที่มีปัญหาข้อเท้า และจากการศึกษาพบว่า ภายหลังเข้าร่วมโปรแกรมฝึกระบบประสาทกล้ามเนื้อ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ไม่พบความแตกต่างของความเร็วในการเดินบนลู่วิ่งและการวิ่ง

จากผลการประเมินแบบทดสอบ CAIT พบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังฝึกครบ 6 สัปดาห์ ทั้งกลุ่มฝึกการทรงตัวและกลุ่มฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ คาลิลี บาราตี โอริเวียร่า และโนบาริ (Khalili, Barati, Oliveira, & Nobari, 2022) ที่ทำการศึกษาในนักกีฬาหญิงที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคง โดยผู้เข้าร่วมโครงการต้องทำการฝึกการทรงตัวร่วมกับการติดเทปบำบัดเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ เพื่อศึกษาผลการฝึกต่อการทรงตัว การทรงท่า และระดับของอาการข้อเท้าไม่มั่นคง โดยจากการศึกษาพบว่า ผู้เข้าร่วมโปรแกรมมีคะแนน CAIT เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าทั้งกลุ่มที่ฝึกการทรงตัวและการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาสามารถเพิ่มความสามารถในการทรงตัวในผู้ที่มีข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรังได้ แต่ไม่สามารถเพิ่มความเร็วในการเดินได้ จึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

สรุปผลการวิจัย

การฝึกการทรงตัวและการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา สามารถเพิ่มความสามารถในการทรงตัวในผู้ที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรังได้ ทั้งการทรงตัวในขณะอยู่นิ่งและการทรงตัวในขณะเคลื่อนไหว แต่ไม่สามารถเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อจากการวัดค่าไฟฟ้ากล้ามเนื้อ และความเร็วในการเดินได้ แต่อย่างไรก็ตามผู้เข้าร่วมการวิจัยมีคะแนน CAIT สูงขึ้นทั้ง 2 กลุ่มการทดลอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีคุณภาพในการทำกิจกรรมที่ดีขึ้นได้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การทรงตัวและการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ระยะเวลา 6 สัปดาห์ ไม่สามารถเพิ่มการทำงานของไฟฟ้ากล้ามเนื้อได้ อาจมีความจำเป็นต้องเพิ่มระยะเวลาในการฝึก หรือเพิ่ม หรือปรับเปลี่ยนรูปแบบการฝึก

ในการศึกษานี้ไม่พบความแตกต่างของการเดิน เนื่องจากความเร็วในการเดินของผู้เข้าร่วมการวิจัยมีความเร็วค่อนข้างมาก ดังนั้นการวัดเพื่อหาความแตกต่างของความเร็วในการเดิน อาจจะเป็นไปได้ยาก หากเพิ่มระยะทางในการเดินหรือเปลี่ยนเป็นการวัดความเร็วในการวิ่งอาจจะทำให้เห็นความแตกต่างได้

References

Abdelraouf, O. R., & Abdel - aziem, A. A. (2012). Contralateral ankle kinematics during shod walking in subjects with unilateral chronic ankle instability. Beni - Suef University. *Journal of Applied Sciences, 1*(1), 21 - 34.

Ahern, L., Nicholson, O., O'Sullivan, D., & McVeigh, J (2021). Effect of functional rehabilitation on performance of the star excursion balance test among recreational athletes with chronic ankle instability: A systematic review. *Archives of Rehabilitation Research and Clinical Translation, 3*, 1 - 16.

Anguish, B., & Sandrey, M. A. (2018). Two 4 - week balance - training programs for chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training, 53*(7), 662 - 671.

Arnheim, D. D., & Prentice, W.E. (1997). *Principles of athletic training* (9th ed.). North Carolina. McGraw - Hill Publishers.

Coughlan, G. F., & Caulfield, B. A. (2007). 4 - week neuromuscular training program and gait patterns at the ankle joint. *Journal of Athletic Training, 42*(1), 51 - 59.

Conceicao, J. S., Schaefer de Arau´jo, F. G., Santos, G. M., Keighley, J., & Santos, M. J. (2016). Changes in postural control after a ball - kicking balance exercise in individuals with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*, 51(6), 480 - 490.

Delahunt, E., Monaghan, K., & Caulfield, B. (2006). Altered neuromuscular control and ankle joint kinematics during walking in subjects with functional instability of the ankle joint. *The American Journal of Sports Medicine, 34*(12), 1970 - 1976.

Deussen, S., & Alfuth, M. (2018). The influence of sensorimotor training modalities on balance, strength, joint function, and plantar foot sensitivity in recreational athletes with a history of ankle sprain: A randomized controlled pilot study. *International Journal of Sports Physical Therapy, 13*(6), 993 - 1007.

Feger, M. A., Donovan, L., Hart, J. M., & Hertel, J. (2015). Lower extremity muscle activation in patients with or without chronic ankle instability during walking. *Journal of Athletic Training, 50*(4), 350 - 357.

Gonzales, J., Thomas, A., Burcal, C., et al. (2017). Effects of a 4 - week balance training and cognitive loading program in subjects with chronic ankle instability. *British Journal of Sports Medicine, 51*, A11.

Hall, E., Chomistek, A. K., Kingma, J. J., & Docherty, C. L. (2018). Balance and strength - training protocal to improve chronic ankle instability deficit, Part I: Assessing clinical outcome measures. *Journal of Athletic Training, 53*(6), 568 - 577.

Hiller, C. E., Kilbreath, S. L., & Refshauge, K. M. (2011). Chronic ankle instability: Evolution of the model. *Journal of Athletic Training, 46*(2), 133 – 141.

Hoch, M. C., Staton, G. S., & Medina McKeon, J. M. (2012). Dorsiflexion and dynamic postural control deficits are present in those with chronic ankle instability. *Journal of Science and Medicine in Sport, 15*, 574 – 579.

Khalili, S.M., Barati, A.H., Oliveira, R., & Nobari, H. (2022). Effect of combined balance exercises and kinesio taping on balance, postural stability, and severity of ankle instability in female athletes with functional ankle instability. *Life, 12*, 178-190.

Kim, K., & Jeon, K. (2016). Development of an efficient rehabilitation exercise program for functional recovery in chronic ankle instability. *The Journal of Physical Therapy Science, 28*, 1443 – 1447.

Lee, E., Cho, J., & Lee, S. (2019) Short - Foot exercise promotes quantitative somatosensory function in ankle instability: A randomized controlled trial. *Medical Science Monitor, 25*, 618 - 626.

Lee, H., Fridlind, A. M., & Ackerman, A. S. (2021). An evaluation of size - resolved cloud microphysics scheme numeric for use with radar observations. Part II: Condensation and evaporation. *Journal of the Atmospheric Sciences, 78*(5), 1629 - 1645.

Lin, J.Z., Lin, Y.A., & Lee, H.J. (2019). Are landing biomechanics altered in elite athletes with chronic ankle instability. *Sports Science and Medicine, 18*, 653 - 662.

Loudon, J.K., Santos, M.J., Franks, L., & Liu, W. (2008). The effectiveness of active exercise as an intervention for functional ankle instability. *Sports Medicine, 38*(7), 553 - 563.

Luan, L., Adams, R., Witchalls, J., & Ganderton, C. (2021). Does strength training for chronic ankle instability improve balance and patient - reported outcomes and by clinically detectable amounts a systematic review and meta - analysis. *Physical therapy, 101*(7), 1-12.

McCann, R. S., Bolding, B. A., Terada, M., Kosik, K. B., Crossett, I. D., & Gribble, P. A. (2018). Isometric hip strength and dynamic stability of individuals with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training, 53*(7), 672 - 678.

Mohd, N.S. (2018). Effects of the standard physiotherapy programme on pain and isokinetic ankle strength in individuals with grade I ankle sprain. *Journal of Taibah University Medical Sciences, 13*(6), 576 - 581.

Nanbancha, A., Tretriluxana, J., Limroongreungrat, W., et al. (2019). Decreased supraspinal control and neuromuscular function controlling the ankle joint in athletes with chronic ankle instability. *European Journal of Applied Physiology, 119*, 2041 – 2052.

Nyska, M., Shabat, S., Simkin, A., Neeb, M., Matan, Y., & Mann, G. (2003). Dynamic force distribution during level walking under the feet of patients with chronic ankle instability. British journal of sports medicine, 37(6), 495–497.

Springer, S., & Gottlieb, U. (2017). Effects of dual-task and walking speed on gait variability in people with chronic ankle instability: A cross - sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders, 18*, 316 - 324.

Simpson, J. D., Stewart, E. M., Macias, D. M., Chander, H., & Knight, A. C. (2019). Individuals with chronic ankle instability exhibit dynamic postural stability deficits and altered unilateral landing biomechanics: A systematic review. *Physical Therapy in Sport, 37*, 210 - 219.

Strom, M., Thorborg, K., Bandholm, T., Tang, L., Zebis, M., Nielsen, et al. (2016) Ankle joint control during single-legged balance using common balance training devices - implications for rehabilitation strategies. *International Journal of Sports Physical Therapy, 11*(3), 388 - 399.

Wagemans, J., Bleakley, C., Taeymans, J., Schurz, A. P., Kuppens, K., Baur, H., et al. (2022). Exercise-based rehabilitation reduces reinjury following acute lateral ankle sprain: A systematic review update with meta-analysis. *PLoS ONE, 17*(2), e0262023.

Xue, X., Ma, T., Li, Q., Song, Y., & Hua, Y. (2021). Chronic ankle instability is associated with proprioception deficits: a systematic review and metanalysis. *Journal of Sport and Health Science, 10*, 182 - 191.

Received: 2023, May 25
Revised: 2023, December 6
Accepted: 2023, December 8