

การเปรียบเทียบภาวะเท้าแบนและเท้าปกติในการทรงท่า แบบอยู่นิ่งและเคลื่อนไหว

A Comparison of Pronated and Normal Foot Postures on Static and Dynamic Postural Stability

นลัท อุตสาหพันธ์^{*a}, สุชญดา กิ่งหมั่น, กฤติยา ทรงศรี, ณัชชา อิศรางกูร ณ อยุธยา

^{*}Excellent Unit Orthopedic Physical Therapy มหาวิทยาลัยรังสิต, ^aผู้รับผิดชอบบทความ

คณะกายภาพบำบัดและเวชศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยรังสิต

Nalut Utsahachant^{*a}, Sujyada Kingman, Krittiya Songsri,

Natcha Adsarangkool Na Aryuthaya

^{*}Excellent Unit Orthopedic Physical Therapy Rangsit University, ^aCorresponding author email:

Faculty of Physical Therapy and Sport Medicine, Rangsit University

บทคัดย่อ

การเคลื่อนไหวที่มากเกินไปของข้อต่อบริเวณเท้า และการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการลงน้ำหนัก ในภาวะเท้าแบนอาจส่งผลต่อการควบคุมการทรงท่า โดยเฉพาะในขณะยืนขาเดียวบนเท้าแบน ขณะทำกิจกรรม ดังนั้นการศึกษานี้จึงเปรียบเทียบการทรงท่าแบบอยู่นิ่งโดยยืนทรงท่าบนขาข้างเดียว ร่วมกับปิดตา และขณะทดสอบทรงท่าแบบเคลื่อนไหวโดยใช้การทดสอบ star excursion balance ระหว่างผู้ที่มีภาวะเท้าแบนและเท้าปกติ ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มเท้าแบน (20 คน) และเท้าปกติ (20 คน) จากการวัดความสูงของกระดูกนาคูล่าบนขาข้างถนัด และประเมินระยะทางที่สามารถยืนขาไปได้ไกลที่สุดในการทดสอบ star excursion balance ทั้ง 8 ทิศทาง และประเมินจุดศูนย์กลางแรงกดที่ฝ่าเท้าโดยใช้เครื่อง footscan system ขณะทดสอบการทรงท่าแบบอยู่นิ่ง และเคลื่อนไหว ผลงานวิจัยพบว่าข้อมูลการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดขณะทรงท่าแบบอยู่นิ่ง และระยะทางขณะทดสอบการทรงท่าแบบเคลื่อนไหวไม่มีความแตกต่างระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตาม กลุ่มเท้าแบนมีค่าระยะทางการเคลื่อนที่ไกลที่สุด และพื้นที่การแกว่งของจุดศูนย์กลางแรงกด ขณะทดสอบการทรงท่าแบบเคลื่อนไหวในทิศทางด้านใน และด้านหลังเฉียงด้านในมากกว่ากลุ่มเท้าปกติ ($p < 0.05$) ผลงานวิจัยนี้ยืนยันว่า การทดสอบการทรงท่าแบบอยู่นิ่งอาจไม่เพียงพอที่จะประเมินความแตกต่างในการทรงท่าระหว่างผู้ที่มีภาวะเท้าแบนและเท้าปกติ อย่างไรก็ตาม ผู้ที่มีภาวะเท้าแบนมีความยืดหยุ่นของเท้ามากกว่าปกติ และมีการปรับตัวของเท้าขณะทรงท่า ดังนั้นในทางคลินิกจึงควรพิจารณาประเมินการทรงท่าขณะเคลื่อนไหวซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อปัญหาจากภาวะเท้าแบน

คำสำคัญ : ภาวะเท้าแบน จุดศูนย์กลางแรงกด การทรงท่าแบบอยู่นิ่ง การทรงท่าแบบเคลื่อนไหว

Abstract

Joints hypermobility and changes in surface contact area in the pronated foot may affect postural control especially in unilateral stance over the pronated foot during functional activities. Thus, this study compared the static single limb stance with an eyes-closed condition (SLS) and the dynamic postural stability (star excursion balance test: SEBT) between pronated and normal foot postures. The participants were classified as a pronated foot (n=20) and normal foot (n=20) based on the navicular drop test on dominance leg. They were evaluated maximum reach distance during SEBT in 8 directions. We measured the center of pressure by the footscan system during SLS and SEBT. The results showed that the center of pressure during SLS and maximum reach distance during SEBT were not significantly different between both groups ($p > 0.05$). However, the pronated foot group had a significantly greater maximum distance and the sway area of the center of pressure during SEBT in medial and posteromedial directions than normal foot group ($p < 0.05$). These results confirmed that the static postural stability test may not be adequate to assess the difference between pronated and normal foot. However, the pronated foot persons had greater flexibility and adaptability of the foot. Therefore, the clinician should consider evaluating the dynamic postural stability which may affect the pronated foot problems.

Keywords : Pronated foot, center of pressure, static postural stability, dynamic postural stability

Received 23/5/2019 Revised 26/7/2019 Accepted 5/8/2019

บทนำ

ภาวะเท้าแบนแบบปรับตัวได้ (flexible flat-foot) คือภาวะที่มีส่วนโค้งทางด้านในของฝ่าเท้าต่ำกว่าปกติขณะอยู่ในท่าลงน้ำหนักที่เท้า ซึ่งส่วนโค้งด้านในฝ่าเท้ามีหน้าที่สำคัญคือ ช่วยดูดซับแรงกระแทกขณะลงน้ำหนักที่เท้า และทำให้เท้า

มั่นคงในจังหวะก้าว สาเหตุการเกิดภาวะเท้าแบนได้แก่ เอ็นข้อต่อ เอ็นกล้ามเนื้อใต้ฝ่าเท้ายึดมากเกินไป และกล้ามเนื้อที่ช่วยพยุงส่วนโค้งของเท้าอ่อนแรง ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่มากเกินไปของเท้าส่วนหลังและเท้าส่วนกลางซึ่งทำให้ส่วนโค้งทางด้านในของฝ่าเท้าต่ำลง^{1,2} นอกจากนั้นยังเกิด

การเคลื่อนไหวขจัดเศษในเท้าส่วนหน้ามากกว่าปกติ³ ดังนั้นกล้ามเนื้อจึงต้องทำงานควบคุมเท้ามากขึ้น ซึ่งอาจนำไปสู่พยาธิสภาพ ได้แก่ ภาวะรองข้ออักเสบ เอ็นเท้าอักเสบ และอาการเจ็บใต้ลูกสะบ้า เป็นต้น ซึ่งทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถทำกิจกรรมที่มีการยืนหรือเดินลงน้ำหนักได้อย่างเต็มที่^{4,5}

การควบคุมการทรงท่า คือการควบคุมท่าทางของร่างกายให้มั่นคง ซึ่งต้องใช้ความสมดุลของร่างกายโดยควบคุมจุดศูนย์กลางของร่างกายบนฐานรับน้ำหนักของร่างกาย ดังนั้นจำเป็นต้องอาศัยการทำงานอย่างประสานสัมพันธ์ของระบบกระดูก กล้ามเนื้อและระบบประสาท ทั้งการรับรู้ความรู้สึก การสั่งการและปัจจัยทางชีวกลศาสตร์^{6,7} ดังนั้นการเคลื่อนไหวที่มากเกินไปของข้อต่อบริเวณเท้า และการเปลี่ยนแปลงพื้นที่รับน้ำหนักของฝ่าเท้า อาจส่งผลให้มีความยากลำบากในการทรงท่า และมีความบกพร่องในการทรงท่าทั้งการทรงท่าแบบอยู่นิ่งและเคลื่อนไหว ในการประเมินการทรงท่าแบบอยู่นิ่งนิยมใช้การยืนทรงตัวบนขาข้างเดียว ร่วมกับลิ้มตาและปิดตา ซึ่งการทดสอบนี้มีค่าความเชื่อมั่นในระดับสูง^{8,9} จากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าผู้ที่มีภาวะเท้าแบนสามารถทรงท่ายืนบนขาข้างเดียวร่วมกับปิดตาได้ระยะเวลาสั้นกว่าผู้ที่มีเท้าปกติ และต้องทำการทดสอบหลายครั้งจึงจะเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งแสดงว่าผู้ที่มีภาวะเท้าแบนมีความบกพร่องในการควบคุมการทรงท่าในท่ายืน¹⁰ นอกจากนี้ ในปัจจุบันมีการใช้การประเมินจุดศูนย์กลางแรงกด (center of pressure) เพื่อประเมินการกระจายของแรงกด และการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้าในการประเมินการทรงท่าทั้งระยะการเคลื่อนไหวมากที่สุด⁷ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน¹⁰ และพื้นที่การแกว่งของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้าขณะทรงท่า⁶ จากการศึกษาของ Tsai และคณะ พบว่าผู้ที่มีภาวะเท้าแบนมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระยะการเคลื่อนไหว

ที่สุดของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้า ในการทดสอบยืนทรงตัวบนขาข้างเดียวร่วมกับปิดตา มากกว่าเท้าปกติและเท้าปกติ¹⁰ อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Cote และคณะ พบว่าเมื่อทดสอบในท่าเดียวกันบนเท้าที่มีภาวะเท้าแบน มีการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้าไม่แตกต่างจากเท้าปกติและเท้าปกติ ซึ่งผลการศึกษาที่แตกต่างกันอาจเกิดจากเกณฑ์การตัดเข้า และวิธีการทดสอบที่แตกต่างกัน¹¹

ส่วนการทรงท่าแบบเคลื่อนไหว สามารถใช้การทดสอบ star excursion balance ซึ่งเป็น การทดสอบที่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริงในชีวิตประจำวัน¹² การทดสอบนี้มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง¹³ จากการศึกษาของ Gribble และ Hertel พบว่าการรายงานระยะทางที่ยืนขาไปได้ไกลที่สุด ควรเทียบกับความยาวขา และผู้ที่มีภาวะเท้าแบนเท้าปกติ และเท้าปกติไม่มีความแตกต่างของระยะทางที่สามารถยืนขาไปได้ทั้ง 8 ทิศทางในการทดสอบ star excursion balance¹⁴ ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Cote และคณะ ที่พบว่าผู้ที่มีภาวะเท้าแบนสามารถยืนขาไปได้ไกลในทิศทางด้านหน้า และด้านหน้าเฉียงด้านใน มากกว่าเท้าปกติ แสดงถึงเกิดการเคลื่อนไหวทางด้านในของเท้ามากกว่าปกติ ทำให้สามารถยืนขาไปได้ไกลกว่าเท้าลักษณะอื่น¹¹ ดังนั้นหากภาวะเท้าแบนเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการทรงท่า ซึ่งอาจทำให้เกิดความบกพร่องขณะทรงท่าแบบอยู่นิ่งและเคลื่อนไหวทำให้การทรงท่าไม่มั่นคง และนำไปสู่การล้ม หรือใช้ระบบอื่นมาชดเชยการทำงานของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ และนำไปสู่การบาดเจ็บหรือพยาธิสภาพในอนาคตได้ อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาในการทดสอบการทรงท่าแบบอยู่นิ่งยังไม่ชัดเจน และยังไม่มีการศึกษาได้อธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้าขณะทรงท่าแบบเคลื่อนไหวในผู้ที่มีภาวะเท้าแบนและเท้าปกติ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้าทั้งขณะทรงท่าแบบอยู่นิ่งและเคลื่อนไหว (ระยะการเคลื่อนมากที่สุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และพื้นที่การแกว่งของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้า) และระยะการยื่นขาไปไดไกลที่สุดในการทดสอบการทรงท่าแบบเคลื่อนไหว ระหว่างผู้ที่มีภาวะเท้าแบนและเท้าปกติ

วิธีการศึกษา

รูปแบบงานวิจัย คือ Case control study ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นเพศหญิง อายุระหว่าง 18-25 ปี โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกคือ ผู้ที่มีค่าจากการทดสอบความสูงของกระดูกนาวิคิวลาร์บนขาข้างนัด (navicular drop test) มากกว่า 10 มิลลิเมตร จะถูกจัดอยู่ในกลุ่มเท้าแบน หากมีค่าระหว่าง 5-9 มิลลิเมตร จะถูกจัดอยู่ในกลุ่มเท้าปกติ¹¹ และมีเกณฑ์การคัดออกคือ 1) ผู้ที่มีค่าดัชนีมวลกายมากกว่า 22.9 กิโลกรัม/เมตร² 2) ความยาวของขาทั้ง 2 ข้างต่างกันมากกว่า 1 เซนติเมตร 3) เคยผ่าตัดรยางค์ขาและหลังมาก่อนหน้านี้ 4) มีประวัติการบาดเจ็บของรยางค์ขาและหลังเป็นเวลาน้อยกว่า 6 เดือน 5) ผู้ที่อยู่ในระหว่างการรักษาภาวะเท้าแบน 6) ผู้ที่ออกกำลังกายรยางค์ขามากกว่าหรือเท่ากับ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ 7) ผู้ที่มีประวัติสมองถูกกระทบกระเทือน หรือมีความบกพร่องในการมองเห็น และระบบประสาททรงตัว จำนวนผู้เข้าร่วมวิจัยกลุ่มละ 20 คน จากการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้าในขณะทดสอบ star excursion balance ระหว่างผู้ที่มีเท้าแบนและเท้าปกติ จากการศึกษาสำรวจ คำนวณขนาดตัวอย่างได้ 15 คน เมื่อรวม drop out 20% จะใช้กลุ่มตัวอย่างประมาณกลุ่มละ 20 คน

ขั้นตอนการวิจัย

อาสาสมัครจะได้รับการอธิบายเกี่ยวกับงานวิจัยในครั้งนี้โดยละเอียด หากอาสาสมัครยินยอมที่จะเข้าร่วมงานวิจัย จะให้ลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย และตอบแบบสอบถามข้อมูลทั่วไป หลังจากนั้นจะได้รับการประเมินดัชนีมวลกาย วัดความยาวของขาทั้ง 2 ข้าง และประเมินความสูงของกระดูกนาวิคิวลาร์ (navicular drop test) โดยผู้ที่ฝึกฝนการประเมินนี้เป็นเวลา 1 ปี มีค่าความเชื่อมั่นภายในผู้วัดในการประเมินเพศหญิง สุขภาพดี จำนวน 10 คน intra-rater reliability ICC (3,1) = 0.92 (0.71-0.98) ในการประเมิน navicular drop test จะใช้ digital vernier caliper (Mitutoyo) โดยจะวัดในท่านั่งวางเท้าราบกับพื้น งอข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า 90 องศา จัดให้เท้าอยู่ในตำแหน่งกึ่งกลาง (subtalar joint neutral position) แล้วใช้ digital vernier caliper ในการวัดจากพื้นถึงปุ่มกระดูกนาวิคิวลาร์ที่ทำเครื่องหมายไว้แล้วบันทึกค่าที่ได้ หลังจากนั้นจะประเมินในท่านั่งผ่อนคลาย แล้วหาความแตกต่างระหว่างท่านั่งและท่านอน ทำการประเมินทั้งหมด 3 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ย^{11,15} แล้วแบ่งผู้เข้าร่วมวิจัยออกเป็น 2 กลุ่มโดยหาค่าความแตกต่างของความสูงกระดูกนาวิคิวลาร์ทั้ง 2 ท่ามากกว่า 10 มิลลิเมตร จะถูกจัดอยู่ในกลุ่มเท้าแบน และหากมีค่าระหว่าง 5-9 มิลลิเมตร จะถูกจัดอยู่ในกลุ่มเท้าปกติ¹¹

การทดสอบการทรงท่าแบบอยู่นิ่ง

การทดสอบการทรงท่าแบบอยู่นิ่งจะใช้การทดสอบยืนบนเท้าเปล่าของขาข้างนัดร่วมกับปิดตา ขาด้านตรงข้ามงอเข่า 90 องศา ให้มือกอดอกในรูปกากบาท บนเครื่อง footscan system ขนาด 57.8 x 41.8 เซนติเมตร data acquisition frequency 150-300 Hz หลังจากนั้นให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยืนปิดตาให้ได้นาน 15 วินาที ทำทั้งหมด 3 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 1 นาที และบันทึกค่าการเคลื่อนที่

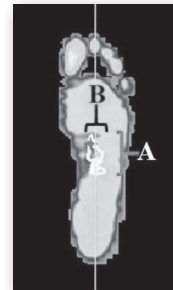
ของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้า การทดสอบการทรงท่าขณะเคลื่อนไหว

การทดสอบการทรงท่าขณะเคลื่อนไหวจะใช้การทดสอบ star excursion balance โดยผู้วิจัยจัดทำแนวเส้นตัดกันบนพื้นทั้งหมด 8 ทิศทาง ได้แก่ ด้านหน้า ด้านหน้าเฉียงด้านใน ด้านใน ด้านหลังเฉียงด้านใน ด้านหลัง ด้านหลังเฉียงด้านนอก ด้านนอก และด้านหน้าเฉียงด้านนอก โดยแต่ละเส้นทำมุมกัน 45 องศา แล้ววางเครื่อง footscan system ไว้ด้านบนตรงกลางจุดตัดของทุกเส้น โดยผู้ประเมินเป็นนักกายภาพบำบัดที่มีประสบการณ์ มีค่าความเชื่อมั่นภายในผู้วัดในการทดสอบ star excursion balance เพศหญิงสุขภาพดี จำนวน 10 คน intra-rater reliability ICC (3, 1) = 0.96 (0.86-0.99) ในการทดสอบจะให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยืนทรงตัวบนขาข้างถนัดตรงกลางจุดตัดของทุกเส้นบน footscan system แล้วพยายามยื่นขาไม่ถนัดไปแตะบนเส้นแต่ละทิศทางให้ไกลที่สุดเท่าที่ทำได้ แล้วดึงเท้ากลับมาที่จุดเริ่มต้น ในแต่ละทิศทางทำ 3 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 10 วินาที พักระหว่างทิศทาง 20 วินาที¹² ดังภาพที่ 1 ผู้วิจัยจะบันทึกระยะการยื่นขาไปได้ไกลที่สุดในการทดสอบ star excursion balance โดยจะเทียบกับความยาวขาข้างที่ยื่นออกไป (หน่วยคือ % ของความยาวขา)^{12,14} และบันทึกค่าการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกด ทั้งข้อมูลระยะการเคลื่อนที่มากที่สุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้าในทิศทางหน้า-หลัง และด้านใน-นอก โดยเทียบกับความยาวและความกว้างของเท้าตามลำดับ (หน่วยคือ % ของความยาวเท้า และ % ของความกว้างเท้า) และข้อมูลพื้นที่การแกว่งของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้า และภาพแสดงค่าดังภาพที่ 2 โดยค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ครั้งของการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกด

ใต้ฝ่าเท้าทั้งการทดสอบการทรงท่าแบบอยู่นิ่งและเคลื่อนไหว และระยะการยื่นขาไปได้ไกลที่สุดในการทดสอบ star excursion balance จะถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยการวิจัยในครั้งนี้ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในคน มหาวิทยาลัยรังสิต



ภาพที่ 1 แสดงการทดสอบการทรงท่าขณะเคลื่อนไหวในการทดสอบ star excursion balance



ภาพที่ 2 แสดงค่าการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้า โดย A และ B คือ ระยะการเคลื่อนที่มากที่สุดของจุดศูนย์กลางแรงกดในแนวหน้า-หลัง และแนวด้านใน-นอก ตามลำดับ และค่าพื้นที่การแกว่งของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้า (ตารางเซนติเมตร) = A X B

การวิเคราะห์ข้อมูล

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้า (ระยะการเคลื่อนมากที่สุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และพื้นที่การแกว่งของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้า) ทั้งขณะทรงท่าแบบอยู่นิ่งในการทดสอบยืนทรงตัวบนขาข้างเดียวร่วมกับปิดตา และการทรงท่าขณะเคลื่อนไหวในการทดสอบ star excursion balance และค่าเฉลี่ยระยะการยื่นขาไปได้ไกลที่สุดในการทดสอบ star excursion balance ระหว่างผู้ที่มีภาวะเท้าแบนและเท้าปกติ โดยใช้สถิติ independent t-test

กำหนดค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการศึกษา

1. ลักษณะของผู้เข้าร่วมวิจัย

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลลักษณะของผู้เข้าร่วมวิจัยของทั้งสองกลุ่มพบว่า อายุ ความสูง น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย ความยาวขา ความกว้างเท้า และความยาวเท้า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลลักษณะของผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งสองกลุ่ม

ข้อมูล	กลุ่มเท้าแบน (n=20)	กลุ่มเท้าปกติ (n=20)	p-value
อายุ (ปี)	21.00 ± 1.12	21.65 ± 0.99	0.13
ความสูง (เซนติเมตร)	157.65 ± 10.00	159.90 ± 4.40	0.80
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	49.80 ± 4.58	49.35 ± 5.44	0.78
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ²)	19.80 ± 1.60	19.27 ± 1.56	0.30
ความยาวขา (เซนติเมตร)	81.98 ± 4.09	82.83 ± 4.22	0.52
ความยาวเท้า (มิลลิเมตร)	225.00 ± 14.54	224.35 ± 14.20	0.89
ความกว้างเท้า (มิลลิเมตร)	91.90 ± 7.03	88.10 ± 5.62	0.11
Navicular drop test (มิลลิเมตร)	12.75 ± 2.11	7.38 ± 1.41	<0.001*
ขาข้างถนัด (ขวา/ซ้าย)	19 / 1	18 / 2	

* กำหนดค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

2. การเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้าในการทรงท่าแบบอยู่นิ่ง

จากการเปรียบเทียบข้อมูลระยะการเคลื่อนมากที่สุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และพื้นที่การแกว่งของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้าที่ได้จากการทดสอบการทรงท่ายืนบนขาข้างเดียวร่วมกับปิดตา ระหว่างกลุ่มเท้าแบนและเท้าปกติ พบว่าทุกข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทั้งสองกลุ่ม ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2

3. การทรงท่าขณะเคลื่อนไหวในการทดสอบ star excursion balance

ในการทดสอบ star excursion balance ระหว่างผู้ที่มีภาวะเท้าแบนและเท้าปกติ พบว่าระยะการยื่นขาไปได้ไกลที่สุดทั้ง 8 ทิศทางไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทั้งสองกลุ่ม ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้าที่ได้จากการทดสอบ พบว่าทั้งสองกลุ่ม

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้าในการทรงท่าแบบอยู่นิ่ง

ข้อมูล	กลุ่มเท้าแบน (n=20)	กลุ่มเท้าปกติ (n=20)	p-value
ระยะการเคลื่อนมากที่สุด หน้า-หลัง (%)	13.64 ± 4.15	12.72 ± 3.06	0.43
ระยะการเคลื่อนมากที่สุด ใน-นอก (%)	28.59 ± 7.08	30.47 ± 6.03	0.37
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หน้า-หลัง (%)	2.74 ± 0.84	2.67 ± 0.69	0.78
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใน-นอก (%)	6.24 ± 1.63	6.82 ± 1.40	0.24
พื้นที่การแกว่ง (ตารางเซนติเมตร)	8.42 ± 4.32	8.14 ± 3.16	0.82

หมายเหตุ: * กำหนดค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบระยะการยื่นขาไปได้ไกลที่สุดในการทดสอบ star excursion balance เทียบกับความยาวขา

ทิศทาง	กลุ่มเท้าแบน	กลุ่มเท้าปกติ	p-value
ด้านหน้า (%)	83.28 ± 5.59	82.04 ± 5.09	0.47
ด้านหน้าเฉียงด้านใน (%)	90.09 ± 4.88	89.81 ± 5.74	0.87
ด้านใน (%)	93.14 ± 5.83	91.19 ± 7.39	0.36
ด้านหลังเฉียงด้านใน (%)	93.63 ± 6.83	90.28 ± 8.09	0.17
ด้านหลัง (%)	94.91 ± 6.78	90.89 ± 9.82	0.14
ด้านหลังเฉียงด้านนอก (%)	86.42 ± 7.01	86.70 ± 9.01	0.91
ด้านนอก (%)	79.98 ± 7.04	76.61 ± 10.99	0.26
ด้านหน้าเฉียงด้านนอก (%)	67.58 ± 5.99	65.11 ± 8.37	0.29

* กำหนดค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในค่า ระยะการเคลื่อนมากที่สุด ในแนวหน้า-หลัง และ พื้นที่การแกว่งของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้า ในขณะที่ยืนขาไปในทิศทางด้านใน และด้านหลัง

เยื้องด้านใน ($p < 0.05$) ส่วนข้อมูลอื่นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่าง ทั้งสองกลุ่ม ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้าในการทดสอบ star excursion balance

ทิศทาง	ข้อมูลของจุดศูนย์กลางแรงกดที่ฝ่าเท้า	กลุ่มเท้าแบน	กลุ่มเท้าปกติ	p-value
ด้านหน้า	ระยะการเคลื่อนมากที่สุด หน้า-หลัง (%)	25.89 ± 7.05	23.79 ± 6.32	0.48
	ระยะการเคลื่อนมากที่สุด ใน-นอก (%)	19.43 ± 4.33	18.13 ± 3.95	0.33
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หน้า-หลัง (%)	8.32 ± 2.94	7.83 ± 2.12	0.99
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใน-นอก (%)	5.08 ± 1.14	4.85 ± 0.96	0.49
	พื้นที่การแกว่ง (ตารางเซนติเมตร)	10.49 ± 4.49	8.82 ± 3.79	0.21
ด้านหน้า เยื้องด้านใน	ระยะการเคลื่อนมากที่สุด หน้า-หลัง (%)	25.14 ± 6.65	22.33 ± 6.85	0.20
	ระยะการเคลื่อนมากที่สุด ใน-นอก (%)	22.00 ± 4.94	21.12 ± 4.66	0.57
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หน้า-หลัง (%)	7.81 ± 2.38	7.02 ± 2.60	0.32
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใน-นอก (%)	6.24 ± 1.48	6.12 ± 1.79	0.83
	พื้นที่การแกว่ง (ตารางเซนติเมตร)	11.23 ± 3.58	9.64 ± 3.88	0.18
ด้านใน	ระยะการเคลื่อนมากที่สุด หน้า-หลัง (%)	17.53 ± 6.78	13.13 ± 5.32	0.03*
	ระยะการเคลื่อนมากที่สุด ใน-นอก (%)	25.83 ± 5.86	24.41 ± 6.64	0.48
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หน้า-หลัง (%)	5.23 ± 2.61	4.03 ± 1.75	0.10
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใน-นอก (%)	7.64 ± 2.02	7.09 ± 1.92	0.38
	พื้นที่การแกว่ง (ตารางเซนติเมตร)	9.63 ± 4.06	6.64 ± 3.75	0.02*
ด้านหลัง เยื้องด้านใน	ระยะการเคลื่อนมากที่สุด หน้า-หลัง (%)	15.26 ± 4.21	11.86 ± 5.31	0.01*
	ระยะการเคลื่อนมากที่สุด ใน-นอก (%)	27.04 ± 6.24	24.90 ± 6.18	0.28
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หน้า-หลัง (%)	4.65 ± 1.18	4.08 ± 1.50	0.19
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใน-นอก (%)	7.45 ± 1.71	6.92 ± 1.71	0.33
	พื้นที่การแกว่ง (ตารางเซนติเมตร)	9.57 ± 3.64	6.72 ± 3.21	0.01*

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้าในการทดสอบ star excursion balance

ทิศทาง	ข้อมูลของจุดศูนย์กลางแรงกดที่ฝ่าเท้า	กลุ่มเท้าแบน	กลุ่มเท้าปกติ	p-value
ด้านหลัง	ระยะการเคลื่อนมากที่สุด หน้า-หลัง (%)	16.30 ± 3.17	14.50 ± 3.32	0.09
	ระยะการเคลื่อนมากที่สุด ใน-นอก (%)	24.59 ± 4.47	24.56 ± 5.47	0.99
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หน้า-หลัง (%)	4.67 ± 0.84	4.43 ± 1.17	0.46
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใน-นอก (%)	6.69 ± 1.54	6.65 ± 1.65	0.94
	พื้นที่การแกว่ง (ตารางเซนติเมตร)	8.37 ± 2.68	7.36 ± 2.97	0.26
ด้านหลัง เฉียงด้านนอก	ระยะการเคลื่อนมากที่สุด หน้า-หลัง (%)	15.53 ± 5.06	13.33 ± 5.41	0.19
	ระยะการเคลื่อนมากที่สุด ใน-นอก (%)	24.34 ± 5.56	24.24 ± 5.36	0.96
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หน้า-หลัง (%)	4.24 ± 1.44	3.78 ± 1.60	0.15
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใน-นอก (%)	6.86 ± 1.75	6.42 ± 1.20	0.36
	พื้นที่การแกว่ง (ตารางเซนติเมตร)	2.22 ± 0.47	2.13 ± 0.44	0.52
ด้านนอก	ระยะการเคลื่อนมากที่สุด หน้า-หลัง (%)	14.71 ± 4.28	13.35 ± 4.73	0.23
	ระยะการเคลื่อนมากที่สุด ใน-นอก (%)	23.53 ± 5.17	23.54 ± 5.95	1.00
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หน้า-หลัง (%)	4.14 ± 1.28	3.70 ± 1.36	0.31
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใน-นอก (%)	6.43 ± 1.57	6.42 ± 1.81	0.99
	พื้นที่การแกว่ง (ตารางเซนติเมตร)	7.65 ± 2.72	6.47 ± 3.34	0.23
ด้านหน้า เฉียงด้านนอก	ระยะการเคลื่อนมากที่สุด หน้า-หลัง (%)	18.14 ± 5.79	15.62 ± 4.75	0.14
	ระยะการเคลื่อนมากที่สุด ใน-นอก (%)	23.95 ± 8.75	22.99 ± 7.19	0.71
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หน้า-หลัง (%)	5.45 ± 2.00	4.46 ± 1.37	0.08
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใน-นอก (%)	7.15 ± 2.75	6.71 ± 2.22	0.58
	พื้นที่การแกว่ง (ตารางเซนติเมตร)	9.72 ± 5.97	7.52 ± 4.10	0.18

* กำหนดค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

การอภิปรายผล

ผู้เข้าร่วมวิจัยในการศึกษานี้เป็นเพศหญิง เนื่องจากเพศเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่องานวิจัยนี้คือ โครงสร้างกระดูกและกล้ามเนื้อเพศหญิงที่ควบคุม ส่วนโค้งทางด้านในของฝ่าเท้าที่มีขนาดเล็กกว่าเพศชาย¹⁶ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออย่างค้ำ

ของเพศหญิงน้อยกว่าเพศชายซึ่งอาจส่งผลต่อการทรงท่าขณะเคลื่อนไหว¹⁷ ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มเท้าแบนและเท้าปกติโดยใช้การประเมินความสูงของกระดูกนาวิคิวลา ซึ่งเป็นการประเมินความสูงของส่วนโค้งทางด้านในของฝ่าเท้า เมื่อมีการลงน้ำหนักที่เท้าในผู้ที่มีภาวะเท้าแบนจะทำให้

ความสูงของกระดูกนาคีคูล่าลดลง และการประเมินความสูงของกระดูกนาคีคูล่าในการศึกษานี้มีค่าความเชื่อมั่นภายในผู้วัดระดับสูง

ในการทรงท่ายืนบนขาข้างเดียวร่วมกับปิดตาจะต้องอาศัยการควบคุมอย่างประสานสัมพันธ์กันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ การรับรู้ความรู้สึกของร่างกาย และระบบเวสติบูลา แต่เมื่อตัดในส่วนการควบคุมจากการมองเห็น ทำให้ทรงท่าได้ยากขึ้น และต้องใช้ระบบอื่นทำงานมากขึ้นบนฐานรับน้ำหนักที่มีพื้นที่จำกัด จากผลงานวิจัยพบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มเท้าแบนและเท้าปกติในการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้า เช่นเดียวกับการศึกษาของ Cote และคณะ ได้ประเมินการทรงท่าโดยยืนบนขาข้างเดียวร่วมกับปิดตา พบว่าผู้ที่มีภาวะเท้าแบนมีการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้า ทั้งค่าระยะการเคลื่อนมากที่สุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และจุดศูนย์กลางการรับน้ำหนักไม่แตกต่างจากเท้าปกติ และเท้าปกติ¹¹ จากผลการศึกษาบ่งชี้ว่าผู้ที่มีภาวะเท้าแบนมีความสามารถในการทรงท่าแบบอยู่นิ่งเท่าเทียมกับคนปกติ ถึงแม้ผู้ที่มีภาวะเท้าแบนจะมีการเคลื่อนไหวที่มากเกินไปของข้อต่อบริเวณเท้า ส่งผลให้ฐานรับน้ำหนักไม่มั่นคง แต่ผู้ที่มีภาวะเท้าแบนสามารถชดเชยโดยการไ้ระบบอื่น ได้แก่ การรับรู้ความรู้สึกจากผิวหนัง การควบคุมจากกล้ามเนื้อมากขึ้น เพื่อให้สามารถควบคุมการทรงท่าได้ อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Tsai และคณะ พบว่าผู้ที่มีภาวะแบนมีค่าระยะการเคลื่อนที่มากที่สุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้าแตกต่างจากเท้าปกติ¹⁰ ซึ่งการศึกษาของ Tsai มีการประเมินภาวะเท้าแบนโดยใช้มุมส่วนโค้งทางด้านในของฝ่าเท้า (medial longitudinal arch angle) ทั้งทำนั่งและยืนลงน้ำหนัก และมุมของเท้าส่วนหลัง (rearfoot-to-leg angle) เพื่อจำแนกลักษณะเท้าแบน และเท้าปกติ ซึ่งเป็นการประเมินลักษณะเท้าทั้งส่วนหลัง กลาง และด้านหน้าเท้า ที่บ่งชี้

ระดับความรุนแรงของภาวะเท้าแบนต่างจากการศึกษานี้ อีกทั้งยังศึกษาทั้งในเพศชายและหญิง ซึ่งความแตกต่างของเพศอาจมีผลเนื่องจากปัจจัยทางโครงสร้าง สรีรวิทยา และจิตวิทยา^{18,19} ดังนั้นอาจเป็นสาเหตุให้ผลการศึกษามีความแตกต่างกัน

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าผู้ที่มีภาวะเท้าแบนสามารถยืนขาไปได้ไกลที่สุดทั้ง 8 ทิศทางในการทดสอบ star excursion balance ไม่แตกต่างจากเท้าปกติ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Gribble และ Hertel ที่พบว่าไม่มีความแตกต่างของระยะการยืนขาไปได้ไกลที่สุดทั้ง 8 ทิศทาง ในผู้ที่มีลักษณะเท้าแบน เท้าปกติ และเท้าปกติ อาจเนื่องจากในผู้ที่มีภาวะเท้าแบน และเท้าปกติมีการเคลื่อนไหวชดเชยและปรับเปลี่ยนการควบคุมเพื่อให้สามารถทำการทดสอบได้เช่นเดียวกับเท้าปกติ¹⁴ แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่านักกีฬาบาสเกตบอลเพศหญิงที่สามารถแสดงการทดสอบ star excursion balance โดยยืนขาไปได้ไกลน้อยกว่า 94% ของความยาวขา จะมีความเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บรยางค์ขามากกว่า 6 เท่า จากผลการศึกษานี้ พบว่าผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งกลุ่มเท้าแบนและเท้าปกติมีค่าระยะทางที่ยืนขาไปได้ไกลที่สุดน้อยกว่า 94% ของความยาวขา ยกเว้นทิศทางการยืนขาไปทางด้านหลังที่มีค่าเฉลี่ย 94.91% ของความยาวขา ซึ่งแสดงว่าผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 2 กลุ่มมีความเสี่ยงสูงในการเกิดการบาดเจ็บของรยางค์ขาเช่นกัน²⁰ ผู้ที่มีภาวะเท้าแบนมีค่าระยะการเคลื่อนที่มากที่สุด และพื้นที่การแกว่งของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้าในแนวหน้า-หลัง ขณะยืนเท้าไปในทิศทางด้านในและด้านหลังเฉียงด้านใน มากกว่าเท้าปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ที่มีภาวะเท้าแบนสามารถควบคุมการทรงท่าแบบเคลื่อนไหวได้ใกล้เคียงกับเท้าปกติ ส่วนการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้าในแนวหน้า-หลังที่มากกว่าเท้าปกติ เนื่องมาจากในภาวะเท้าแบน จะเกิดการเคลื่อนไหวที่มากเกินไปของข้อต่อใต้ต่อ

กระดูกทาลัส (subtalar joint) ข้อมต่อเท้าส่วนกลาง (midtarsal joint) และนำไปสู่การเคลื่อนไหวมากขึ้นของข้อต่อเท้าส่วนหน้า (forefoot varus)^{3,8} ซึ่งทำให้เกิดความไม่มั่นคงของข้อต่อบริเวณเท้า ดังนั้นจึงอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อควบคุมการทรงท่ามากขึ้นโดยเฉพาะกล้ามเนื้อที่ควบคุมส่วนโค้งทางด้านในของฝ่าเท้า (abductor hallucis)²¹ และเกิดแรงเครียดต่อเอ็นฝ่าเท้าทางด้านหน้าและด้านในของเท้ามากขึ้น เป็นผลให้เกิดความไม่มั่นคงขณะทรงท่า และผู้ที่มีภาวะเท้าแบนจะมีการถ่ายน้ำหนักบนฝ่าเท้าในทิศทางด้านหน้า-หลังมากขึ้น ดังนั้นในการควบคุมการทรงท่าขณะทดสอบ star excursion balance ในทิศทางด้านใน และด้านหลังเยื้องด้านใน จะเกิดการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้าในแนวหน้า-หลังมากขึ้น จึงจะสามารถยืนขาไปได้ในระยะทางเท่ากับเท้าปกติ

ข้อจำกัดของการศึกษานี้คือ ในการศึกษาไม่ได้ประเมินตำแหน่งของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้า และการทำงานของกล้ามเนื้อ จึงไม่สามารถอธิบายถึงลักษณะการควบคุมการทรงท่าที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้า ขณะทดสอบในผู้ที่มีภาวะเท้าแบนและเท้าปกติได้ นอกจากนี้ ในการศึกษาหน้าควรพิจารณาทดสอบในเพศชาย นักกีฬา ผู้ที่ออกกำลังกายอย่างหนักเป็นประจำ หรือผู้ที่มีพยาธิสภาพจากภาวะเท้าแบน เพื่ออธิบายถึงอิทธิพลของลักษณะเท้าต่อการควบคุมการทรงท่าในภาวะต่างๆ

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าผู้ที่มีภาวะเท้าแบนมีการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดใต้ฝ่าเท้าจากการทดสอบ star excursion balance แตกต่างจากเท้าปกติ ในทิศทางด้านในและด้านหลังเยื้องด้านใน ซึ่งนำไปสู่การชดเชยการใช้งานของกล้ามเนื้อหรือโครงสร้างอื่น รวมไปถึงระบบอื่นมากขึ้น อาจนำไปสู่การบาดเจ็บของร่างกายและลำตัวได้ในอนาคต ดังนั้นในผู้ที่มีภาวะเท้าแบนโดยเฉพาะ

ผู้ที่มีกิจกรรมทางกายในลักษณะทรงท่าบนขาข้างเดียว ผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ หรือนักกีฬาที่มีปัญหาการทรงท่าหรือการทรงตัวขณะทำกิจกรรม ควรพิจารณาป้องกัน หรือแก้ไขภาวะเท้าแบนที่อาจส่งผลต่อปัญหาที่เกิดขึ้น ได้แก่ การใช้แผ่นเสริมรองเท้า หรือการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความมั่นคงของเท้า เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ Excellent Unit Orthopedic Physical Therapy และคณะกายภาพบำบัดและเวชศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยรังสิตที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Neumann DA. Kinesiology of the muscu loskeletal system: foundations for rehabilitation. 3rd ed: Mosby St. Louis MO; 2016.
2. Buchanan KR, Davis I. The relationship between forefoot, midfoot, and rearfoot static alignment in pain-free individuals. J Orthop Sports Phys Ther, 2005; 35(9): 559-66.
3. Cobb SC, Tis LL, Johnson BF, Higbie EJ. The effect of forefoot varus on postural stability. J Orthop Sports Phys Ther, 2004; 34(2): 79-85.
4. Pohl MB, Hamill J, Davis IS: Biomechanical and anatomic factors associated with a history of plantar fasciitis in female runners. Clin J Sport Med, 2009; 19: 372-6.
5. Neal BS, Griffiths IB, Dowling GJ, Murley GS, Munteanu SE, Franettovich Smith MM, et al. Foot posture as a risk

- factor for lower limb overuse injury: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res*, 2014; 7: 55.
6. Carvalho CE¹, da Silva RA, Gil AW, Oliveira MR, Nascimento JA, Pires-Oliveira DA. Relationship between foot posture measurements and force platform parameters during two balance tasks in older and younger subjects. *J Phys Ther Sci*, 2015; 27(3): 705-10.
 7. Palmieri RM, Ingersoll CD, Stone MB, Krause BA. Center-of-pressure parameters used in the assessment of postural control. *J Sport Rehabil*, 2002; 11: 51-66.
 8. Hertel J, Gay MR, Denegar CR. Differences in postural control during single-leg stance among healthy individuals with different foot types. *J Athl Train*, 2002; 37: 129-32.
 9. Perez-Cruzado D, González-Sánchez M, Cuesta-Vargas AI. Parameterization and reliability of single-leg balance test assessed with inertial sensors in stroke survivors: a cross-sectional study. *Biomed Eng Online*, 2014; 13(1): 127.
 10. Tsai LC, Yu B, Mercer VS, Gross MT. Comparison of different structural foot types for measures of standing postural control. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2006; 36(12): 942-53.
 11. Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Athl Train*, 2005; 40(1): 41-6.
 12. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the star excursion balance test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *J Ath Train*, 2012; 24(3): 339-57.
 13. Hertel J, Miller SJ, Denegar CR. Intratester and intertester reliability during the star excursion balance tests. *J Sport Rehabil*, 2000; 9(2): 104-16.
 14. Gribble PA, Hertel J. Considerations for normalizing measures of the star excursion balance test. *Meas Phys Ed Exerc Science*, 2003; 7(2): 89-100.
 15. Razeghi M, Batt ME. Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait Posture*, 2002; 15(3): 282-91.
 16. Eluwa M, Omini R, Kpela T, Ekanem T, Akpantah A. The incidence of pes planus amongst Akwa Ibom State students in the University of Calabar. *Internet J Forensic Sci*, 2009; 3(2): 1-5.
 17. Chen G, Liu L, Yu J. A comparative study on strength between American College male and female students in Caucasian and Asian populations. *Sport Science Review*, 2012; 21(3-4): 153-65.
 18. Cuğ M, Özdemir RA, Ak E. Influence of leg dominance on single-leg stance performance during dynamic conditions: An investigation into the validity of symmetry hypothesis for dynamic postural control in healthy individuals. *Turk J Phys Med Rehab*, 2014; 60(1): 22-6.

19. Farenc I, Rougier P, Berger L. The influence of gender and body characteristics on upright stance. *Ann Hum Biol*, 2003; 30(3): 279-94.
20. Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2006; 36(12): 911-9.
21. Huang TH, Chou LW, Huang CY, Wei SW, Tsai YJ, Chen YJ. H-reflex in abductor hallucis and postural performance between flexible flatfoot and normal foot. *Phys Ther Sport*, 2019; 37: 27-33.