

การเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมการทรงตัวขณะยืนนิ่งและขณะเคลื่อนไหวในเพศชาย
ที่มีฝ่าเท้าแบนและฝ่าเท้าปกติอายุระหว่าง 18-25 ปี

Comparisons of ability to control static and dynamic standing balances in male individuals
with and without flat foot aged between 18–25 years.

ไชยยงค์ จรเกตุ*, จุฑาลักษณ์ กองสุข, สุภัตสร วรณอ่อน, สุธาสินี คณธา, เสาวลักษณ์ สังข์ภาณี

Chaiyong Jorrakate*, Jutaluk Kongsuk*, Suphatsorn Wannan*, Suthasini Kontha*, Saowaluck Sungpasee*

ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University

บทคัดย่อ

ความล้มเหลวของโครงสร้างของเท้าในผู้ที่มี
ฝ่าเท้าแบนอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความไม่มั่นคงของ
ข้อเท้าได้ *วัตถุประสงค์* เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง
ของการควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าขณะยืนนิ่งและ
เคลื่อนไหวระหว่างผู้ที่มีฝ่าเท้าแบนและฝ่าเท้าปกติ
วิธีการวิจัย อาสาสมัครชายสุขภาพดีที่มีฝ่าเท้าแบน (15
คน) และฝ่าเท้าปกติ (15 คน) ทดสอบการทรงตัวขณะ
ยืนนิ่งด้วย One leg standing (OLS) และขณะ
เคลื่อนไหวด้วย Functional reach test (FRT) และ
Multiple directional reach test (MRT) ใช้สถิติ
Independent-t-test และ Mann Whitney U test
ทดสอบความแตกต่างของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา
ระหว่างกลุ่ม *ผลการวิจัย* ระหว่างกลุ่มที่มีฝ่าเท้าแบน
และฝ่าเท้าปกติไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจาก
การทดสอบ OLS (ขณะลืมตา: 14.84 ± 9.48 วินาที และ
 20.01 ± 9.86 วินาที, ขณะหลับตา: 3.06 ± 1.87 วินาที
และ 3.82 ± 2.18 วินาที) การทดสอบ FRT (10.13 ± 3.25
นิ้ว และ 11.91 ± 1.98 นิ้ว) และการทดสอบ MRT
ด้านซ้าย (6.71 ± 2.02 นิ้ว และ 7.49 ± 1.11 นิ้ว) แต่พบ
ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบ
MRT ด้านขวา (6.62 ± 1.74 นิ้ว และ 8.10 ± 1.43 นิ้ว,
 $p < 0.05$) สรุป/ การควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าขณะ
ยืนนิ่งระหว่างผู้ที่มีฝ่าเท้าปกติและฝ่าเท้าแบนไม่มีความ
แตกต่างกัน ความแตกต่างของการควบคุมความมั่นคง
ของข้อเท้าขณะเคลื่อนไหวที่พบอาจไม่มีนัยสำคัญ
ในทางคลินิก

Abstract

Deformation of joint structures in flat foot
individual was hypothesized to be a cause of
ankle joint instability. *Objective:* To compare the
ability to control static and dynamic ankle joint
stability between flat foot and normal foot
individuals. *Methods:* Healthy male volunteers with
normal ($n=15$) and without flatfoot ($n=15$) were
measured static ankle joint stability with one leg
standing test (OLS) and dynamic ankle joint
stability with functional reach test (FRT) and
multiple directional reach test (MRT).
Independent-t-test and Mann Whitney U test were
used to analyze the data. *Results:* No differences
between two groups were found in three
conditions including the OLS test (eyes open:
 $14.84 \pm 9.48s$ VS. $20.01 \pm 9.86s$, eyes closed:
 $3.06 \pm 1.87s$ VS. $3.82 \pm 2.18s$), the FRT test
(10.13 ± 3.25 in VS. 11.91 ± 1.98 in) and the MRT test
for left side (6.71 ± 2.02 in VS. 7.49 ± 1.11 in), but
there was significant difference in the MRT test
values for right side (6.62 ± 1.74 in VS. 8.10 ± 1.43 in,
 $p < 0.05$). *Conclusion:* The ability to control static
ankle joint stability in healthy male individuals with
and without flat foot was not different. Statistically
significant difference in dynamic ankle stability
control between normal and flatfoot individuals
may not be clinically significant.

Keywords: flatfoot, ankle stability, one leg standing, functional reach test

บทนำ

ความไม่มั่นคงของข้อเท้าเรื้อรัง (chronic ankle instability) เป็นปัญหาที่พบได้บ่อยหลังการเกิดการบาดเจ็บที่ข้อเท้า และไม่ได้รับการรักษาฟื้นฟูอย่างเหมาะสม อาจเกิดจากความไม่มั่นคงทางกลไก (mechanical instability) หรือความไม่มั่นคงทางการทำงาน (functional instability) หรือทั้ง 2 อย่างร่วมกัน^{1,2} การทำงานควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าจะควบคุมโดยผ่านระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (neuromuscular control) การรับรู้การเคลื่อนไหวของข้อต่อ (proprioception) การควบคุมการทรงตัวของร่างกาย (postural control) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (muscle strength)³ โดยระบบประสาทส่วนกลางจะรับรู้สัญญาณการเคลื่อนไหวจากประสาทรับรู้การเคลื่อนไหวที่ข้อเท้า จากนั้นระบบประสาทส่วนกลางจะประมวลผลและส่งกระแสประสาทไปควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าโดยสั่งการให้กล้ามเนื้อรอบข้อเท้าทำงานเพื่อรักษาความมั่นคงของข้อต่อ และไปควบคุมกล้ามเนื้อในการทรงตัวทางของร่างกายเพื่อให้เกิดความมั่นคง⁴ เมื่อเกิดการบาดเจ็บหรือความผิดปกติของข้อเท้าที่ทำให้โครงสร้างของข้อเท้าสูญเสียคุณสมบัติของเนื้อเยื่อ จะทำให้ตัวรับสัญญาณ (receptors) ส่งกระแสประสาทที่บกพร่องไปยังระบบประสาทส่วนกลาง ดังนั้นระบบประสาทส่วนกลางจึงเกิดการประมวลผลที่ผิดพลาดและสั่งการให้กล้ามเนื้อควบคุมความมั่นคงของข้อต่อผิดไปจากปกติ ทำให้เกิดความไม่มั่นคงของข้อเท้าและเกิดปัญหาการทรงตัวเกิดขึ้นได้^{4,5,6}

เท้าแบน (flat foot) คือลักษณะฝ่าเท้าที่ไม่มีโค้งเท้า โดยพบว่า medial longitudinal arch of foot ต่ำกว่าปกติ ทำให้รับแรงเครียด (stress) เพิ่มขึ้นในขณะทำหน้าที่กระจายแรงที่กระทำต่อข้อเท้า ซึ่งส่งผลให้เวลาเดินหรือวิ่งนานๆ อาจทำให้มีแรงกระทำต่อข้อเท้าที่ผิดปกติไป⁷⁻⁹ ทำให้กลไกการควบคุมการเคลื่อนไหวของ

ข้อเท้าเปลี่ยนแปลงและอาจทำให้เกิดการบาดเจ็บตามมาได้¹⁰ เมื่อเกิดฝ่าเท้าแบน เอ็นยึดระหว่างกระดูกข้อเท้ามีการยืดหรือข้อต่อเกิดการหลวมทำให้สูญเสียคุณสมบัติของเนื้อเยื่อ ตัวรับความรู้สึกที่เนื้อเยื่อเหล่านั้นอาจส่งสัญญาณประสาทที่บกพร่องและส่งผลทำให้เกิดอาการบาดเจ็บของข้อเท้าที่เกิดจากการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติได้^{4,11} การศึกษาในอดีตรายงานว่า ฝ่าเท้าแบน เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีแนวโน้มให้เกิดการบาดเจ็บของเท้าระหว่างออกกำลังกาย ทำให้เกิดความไม่มั่นคงของข้อเท้าและเกิดปัญหาการทรงตัวตามมา¹²

จากการศึกษาในอดีตพบว่า ฝ่าเท้าแบนทำให้แรงที่กระทำต่อเท้าเปลี่ยนไปจากปกติ^{8,9} และมีส่วนในการเกิดการบาดเจ็บของข้อเท้า ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดปกติของการควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าทั้งขณะอยู่นิ่งและเคลื่อนไหว จากงานวิจัยของ Hertel และคณะ¹³ ในปี ค.ศ. 2002 ทำการทดสอบการควบคุมการทรงตัวโดยใช้การยืนขาเดียวบนแผ่นวัดแรงปฏิกิริยา (force platform) เพื่อทดสอบการทรงตัวโดยประเมินจากการวัดจุดศูนย์กลางแรงกด (center of pressure (COP) ในอาสาสมัครที่มีลักษณะฝ่าเท้าที่แตกต่างกัน 3 ประเภท ได้แก่ ฝ่าเท้าสูง (cavus foot) ฝ่าเท้าปกติ (rectus Foot) และฝ่าเท้าแบน (planus foot) ผลการศึกษาไม่พบความแตกต่างกันในด้านความเร็วของ COP ขณะยืนนิ่งด้วยขาเดียวระหว่างอาสาสมัครที่มีลักษณะฝ่าเท้าทั้ง 3 แบบ และไม่พบความแตกต่างของการเคลื่อนที่ของ COP ระหว่างผู้ที่มีฝ่าเท้าแบนและฝ่าเท้าปกติ Cote และคณะ¹⁴ ในปี ค.ศ. 2005 ศึกษาเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของ COP ในอาสาสมัครที่มีฝ่าเท้าแบน ฝ่าเท้าปกติ และฝ่าเท้าสูง เพื่อประเมินความสามารถในการควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าขณะอยู่นิ่งและเคลื่อนไหว ผลการศึกษาไม่พบความแตกต่างของความสามารถในการควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าในขณะยืนนิ่งขาเดียวระหว่างอาสาสมัครทั้งสามกลุ่ม แต่พบความสามารถในการควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าในขณะเคลื่อนไหวในบางทิศทาง

ระหว่างผู้ที่มีฝ่าเท้าแบนและฝ่าเท้าปกติ อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างดังกล่าวมีปริมาณที่น้อย อาจจะไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา^{13, 14} ยังพบหลักฐานที่ไม่เพียงพอที่จะสนับสนุนว่าผู้ที่มีปัญหาฝ่าเท้าแบนจะมีปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าในขณะที่อยู่นิ่งและเคลื่อนไหว ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบการควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าในขณะที่อยู่นิ่งและขณะเคลื่อนไหวระหว่างผู้ที่มีลักษณะฝ่าเท้าแบนและฝ่าเท้าปกติ เพื่อให้ทราบแน่ชัดยิ่งขึ้นว่าผู้ที่มีปัญหาฝ่าเท้าแบนจะมีปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าขณะยืนนิ่งและเคลื่อนไหวหรือไม่

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาในอาสาสมัครเพศชายจำนวน 30 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มที่มีลักษณะฝ่าเท้าแบน 15 คน และกลุ่มที่มีลักษณะฝ่าเท้าปกติ 15 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเลือก ดังนี้ 1) เป็นเพศชาย 2) มีอายุระหว่าง 18-25 ปี 3) ดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ (18.5-24.9 กิโลกรัม/ตารางเมตร)¹⁵ 4) ผู้ที่มีลักษณะเท้าปกติหรือเท้าแบนทั้ง 2 ข้างและไม่มีอาการปวดบริเวณข้อเท้าขณะยืนหรือเดินในขณะเข้าร่วมการวิจัยและ 5) ผู้ที่สามารถยืนทรงตัวได้เองสำหรับเกณฑ์การคัดออก มีดังต่อไปนี้ 1) ผู้เข้าร่วมวิจัยเคยได้รับอุบัติเหตุที่รุนแรงหรือเคยผ่าตัดที่บริเวณขาและข้อเท้ามาก่อน หรือเคยมีประวัติการเกิดข้อเท้าแพลง 2) มีการบาดเจ็บบริเวณข้อเท้าจนส่งผลกระทบต่อเดินและการทรงตัว ภายในช่วงเวลา 6 เดือนก่อนเข้าร่วมการวิจัย 3) ลักษณะของเท้าที่มีความผิดปกติที่ไม่ใช่ฝ่าเท้าแบนเช่น เท้าปุก เท้าแป เป็นต้น 4) ตีมีสุราหรือเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของคาเฟอีนหรือสารเคมีที่ออกฤทธิ์กระตุ้นหรือยับยั้งระบบประสาทส่วนกลางในระยะ 24 ชั่วโมงก่อนการทดสอบ และ 5) เคยมีอาการเวียนศีรษะบ้านหมุนหรือวิงเวียนศีรษะร่วมกับอาการสูญเสียการทรงตัว 6) มีข้อจำกัดทางร่างกายที่ส่งผลทำให้ไม่สามารถยืนทรงตัวด้วยขาเดียวได้ด้วยตนเอง อนึ่ง การวิจัยนี้ได้รับการรับรองจาก

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัย
นครสวรรค์ (IRB No. 063/56) ก่อนเริ่มดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัย

อาสาสมัครลงชื่อแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย จากนั้นกรอกแบบสอบถามข้อมูลทั่วไปและข้อมูลสุขภาพเพื่อใช้ในการคัดกรองอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัย อาสาสมัครที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเลือก ได้รับการชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง และคำนวณหาค่าดัชนีมวลกาย จากนั้นผู้วิจัยจะวัดความสูงของกระดูก navicular ด้วยวิธี normalized navicular height truncated (NNHT)¹⁶ เพื่อแบ่งผู้เข้าร่วมออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีลักษณะฝ่าเท้าแบนและฝ่าเท้าปกติ ซึ่งวิธีการวัด NNHT ผู้วัดจะวัดระยะจากส่วนที่นูนที่สุดด้านในของกระดูก navicular จนถึงพื้น (หน่วยเป็นมิลลิเมตร) ขณะที่ผู้ถูกวัดอยู่ในท่ายืนลงน้ำหนักบนขาทั้งสองข้างเท่าๆ กันแล้วนำค่าที่ได้หารด้วยความยาวของเท้าที่วัดระยะจากสันเท้าถึงตำแหน่ง 1st metatarsophalangeal joint (มิลลิเมตร) ค่าปกติของผู้ที่มีเท้าปกติอยู่ระหว่าง 0.22-0.30 โดยค่าการคำนวณที่ได้มีค่าน้อยกว่า 0.22 จะถูกกำหนดว่ามีลักษณะฝ่าเท้าแบน จากนั้นจะทดสอบหาความถนัดของเท้า ด้วยวิธีการให้อาสาสมัครใช้เท้าทำกิจกรรม 3 กิจกรรม ได้แก่ การเตะลูกบอล การเขียนอักษรบนพื้น และการใช้เท้าหยิบปากกาที่อยู่บนพื้น โดยไม่แจ้งแก่อาสาสมัครให้ทราบล่วงหน้าว่าจะทดสอบความถนัดของเท้า หากอาสาสมัครใช้เท้าใดทำกิจกรรมดังกล่าวทั้งหมด 3 กิจกรรม จะประเมินให้เท้าข้างนั้นเป็นเท้าที่ถนัด จากนั้นตรวจการรับรู้ลึกของข้อต่อ (joint proprioception) ด้วยวิธีการทดสอบอย่างง่าย โดยผู้ถูกทดสอบจะอยู่ในท่านอนหงายและหลับตาอยู่บนเตียงขาข้างที่ถูกทดสอบจะยื่นออกมาด้านนอกของเตียงอยู่ในท่างอเข้าประมาณ 90 องศา ผู้ทดสอบใช้มือทั้งสองข้างจับที่สันเท้าและปลายเท้าของผู้ถูกทดสอบ โดยผู้ทดสอบจะใช้นิ้วมือสัมผัสที่บริเวณเท้าให้น้อยที่สุด จัดข้อเท้าผู้ถูกทดสอบให้อยู่ในท่าปกติ (neutral position)

จากนั้นผู้ทดสอบจะค่อยๆ เคลื่อนข้อเท้าของผู้ถูกทดสอบอย่างช้าๆ ไปในทิศ dorsiflexion (ประมาณ 10 องศา) หรือ plantar flexion (ประมาณ 10 องศา) แล้วหยุดค้างไว้ แล้วถามผู้ถูกทดสอบว่าข้อเท้าอยู่ในท่าใด (กระดกข้อเท้าขึ้นหรือลง) ทำการทดสอบซ้ำ 5 ครั้ง โดยสุ่มทิศทางการเคลื่อนไหวของข้อเท้า หากผู้ถูกทดสอบสามารถบอกได้ว่าข้อเท้ากำลังอยู่ในท่าใดได้อย่างถูกต้องจำนวน 5 ครั้ง จะตัดสินว่าผู้ถูกทดสอบมีการรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อที่ข้อเท้าเป็นปกติ และทดสอบกำลังกล้ามเนื้อด้วยมือ (manual muscle testing) บริเวณข้อเท้า ได้แก่กล้ามเนื้อ Tibialis anterior กล้ามเนื้อ Tibialis posterior กล้ามเนื้อ Peroneus longus กล้ามเนื้อ Peroneus brevis ผลการทดสอบพบว่าอาสาสมัครทุกคนมีเท้าข้างถนัดคือเท้าขวา ผลการตรวจการรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อที่ข้อเท้าเป็นปกติ และมีการทดสอบกำลังกล้ามเนื้อข้อเท้าดังกล่าว อยู่ในเกณฑ์ปกติทุกคน

ต่อจากนั้น อาสาสมัครจะได้รับการทดสอบความมั่นคงของข้อเท้าทั้งขณะอยู่นิ่งด้วยวิธี one leg standing test (OLS) ¹⁷(ทั้งขณะลืมตาและหลับตา) และขณะเคลื่อนไหวด้วยวิธี Functional Reach Test (FRT) ¹⁸และ Multidirectional Reach Test (MRT) ¹⁹ การทดสอบด้วยวิธี OLS จะทดสอบโดยให้อาสาสมัครยืนขาเดียวโดยใช้ขาข้างที่ถนัด ยกขาข้างตรงกันข้ามด้วยการงอเข้าไปทางด้านหลังประมาณ 90 องศา ข้อศอกทั้งสองข้างอยู่ในแนวตรง (neutral position) แขนทั้งสองข้างปล่อยตามสบายไว้ที่ด้านข้างของลำตัว จากนั้นเริ่มจับเวลาที่อาสาสมัครสามารถยืนขาเดียวแบบนิ่งๆ ได้ (ขณะหลับตาหรือลืมตา) โดยไม่มีการเคลื่อนไหวของขาข้างที่งอเข้าหรือมีการสูญเสียการทรงตัวขณะยืนด้วยขาเดียวส่วนการทดสอบและในขณะเคลื่อนไหวด้วยวิธี Functional reach test (FRT) ¹⁸ เริ่มจากให้ผู้ถูกทดสอบยืนกางขาเท่ากับไหล่กำมือและเหยียดแขนขวาไปด้านหน้า 90 องศาขนานกับสายวัด จากนั้นโน้มตัวเอื้อมมือไปข้างหน้ามากที่สุดที่จะทำได้

โดยไม่ขยับเท้าและไม่พังกาง แล้วยวัดระยะที่มีมือเคลื่อนที่ไปได้ โดยวัดจาก head of 3rd metacarpal bone (หน่วยเป็นนิ้ว) และการทดสอบเขตจำกัดความมั่นคง (Multiple directional reach test; MRT) ทางด้านข้าง ¹⁹ (ทั้งด้านซ้ายและขวา) ให้ผู้ถูกทดสอบยืนกางขาโดยเท้าทั้งสองข้างวางห่างกันเท่ากับระยะระหว่างไหล่ทั้งสองข้าง กางแขนข้างที่จะทดสอบให้สูงในระดับข้อไหล่ จากนั้นเอียงตัวเอื้อมมือไปทางด้านข้างให้ได้มากที่สุดโดยไม่ขยับเท้า วัดระยะที่มีมือสามารถเคลื่อนไปได้เป็นนิ้วแต่ละการทดสอบจะทำการทดสอบโดยผู้วัดคนเดิม โดยทุกการทดสอบจะทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง แต่ละครั้งมีช่วงระยะเวลาพักอย่างน้อย 1 นาที นำค่าที่ทดสอบได้ทั้ง 3 ครั้งมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งก่อนการเริ่มงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วัดในแต่ละการทดสอบได้ทำการทดสอบความน่าเชื่อถือของการวัดซ้ำภายในตัวผู้วัด (Intratester reliability) ด้วยสถิติ Intraclass Correlation Coefficient (ICC) ผลการทดสอบพบความน่าเชื่อถือของการวัดซ้ำภายในตัวผู้วัดอยู่ในระดับสูง (การทดสอบ OLS ขณะลืมตา มีค่า ICC = 0.92, OLS ขณะหลับตา มีค่า ICC = 0.90, FRT มีค่า ICC = 0.98 และ MRT มีค่า ICC = 0.95)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ค่า NNHT ค่าผลการทดสอบ OLS, FRT และ MRT จะนำเสนอรูปแบบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean $\pm$ standard deviation) ใช้สถิติ Shapiro-Wilk test ในการทดสอบการกระจายข้อมูล ผลการทดสอบพบข้อมูลอายุ ส่วนสูง และค่าการทดสอบ OLS (ลืมตา) มีการกระจายตัวไม่เป็นแบบปกติ จึงใช้สถิติ Mann Whitney U test ในการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม และพบว่าข้อมูลน้ำหนัก ดัชนีมวลกาย ค่าการทดสอบ OLS (หลับตา), FRT และ MRT มีการกระจายตัวเป็นแบบปกติ จึงใช้ Independent-t-test ในการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง

2 กลุ่ม โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$
สำหรับทุกการวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการวิจัย

ทำการศึกษาโดยเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือน
กันยายน-พฤศจิกายน 2556 มีผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็น
อาสาสมัครเพศชาย จำนวน 30 คน ที่ผ่านเกณฑ์การ
คัดเข้าและได้ลงนามในเอกสารยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
แบ่งอาสาสมัครออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มฝ่าเท้าปกติ 15
คน และฝ่าเท้าแบน 15 คน อาสาสมัครทุกรายนัดเท้า

ขวา และมี proprioception ของข้อเท้าเป็นปกติ
ค่าเฉลี่ยของอายุ (ปี) ส่วนสูง (เซนติเมตร) น้ำหนัก
(กิโลกรัม) BMI (กิโลกรัม/ตารางเมตร) ค่าการวัด
NNHT แสดงในรูปของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐาน ดังตารางที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าคุณลักษณะ
ทั่วไปของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน
ในด้านอายุ น้ำหนัก ความสูง และ BMI ยกเว้น ค่า
NNHT มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.001$)

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลคุณลักษณะทั่วไปและค่าการวัด Normalized Navicular Height Truncated (NNHT) ของอาสาสมัคร

คุณลักษณะทั่วไป	ฝ่าเท้าแบน (n=15)	ฝ่าเท้าปกติ (n=15)	p-value
อายุ (ปี) (Minimum-Maximum)	19.67±1.84 (18-23)	20.93±1.53 (18-23)	0.06
ความสูง (cm) (Minimum-Maximum)	173.13±6.83 (160-187)	170.20±4.99 (162-180)	0.20
น้ำหนักตัว (kg) (Minimum-Maximum)	62.73±8.65 (52-80)	59.73±6.52 (50-70)	0.29
ดัชนีมวลกาย (kg/m ²) (Minimum-Maximum)	20.90±1.98 (18.52-24.57)	20.56±2.05 (18.83-24.22)	0.64
NNHT (Minimum-Maximum)	0.19±0.01 (0.16-0.21)	0.27±0.02 (0.23-0.28)	0.001*

* พบความแตกต่างกันระหว่างฝ่าเท้าปกติและฝ่าเท้าแบนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$

การเปรียบเทียบผลการทดสอบความมั่นคงของข้อเท้าด้วยวิธีทดสอบ OLS ระหว่างกลุ่มที่มีฝ่าเท้าปกติและฝ่าเท้าแบน พบว่าค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบที่ได้ระหว่าง 2 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) และผลการทดสอบความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวด้วยวิธีทดสอบ FRT และ MRT ในผู้ที่มีฝ่าเท้าปกติและเท้าแบน พบว่า ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบ FRT และ MRT ทางด้านซ้าย ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่พบว่าค่าเฉลี่ยของการทดสอบ MRT ทางด้านขวาของทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการทดสอบ One leg standing test (OLS), Functional reach test(FRT) และ Multiple directional reach test (MRT) ระหว่างกลุ่มที่มีฝ่าเท้าแบนและฝ่าเท้าปกติ

ตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบ	ฝ่าเท้าแบน (n = 15)	ฝ่าเท้าปกติ (n = 15)	p-value
OLS with eyes open (วินาที)	14.84±9.48 (5.78-39.47)	20.01±9.86 (5.27-42.00)	0.15
OLS with eyes closed (วินาที)	3.06±1.87 (0.93-6.85)	3.82±2.18 (0.77-7.46)	0.32
Functional reach test (นิ้ว)	10.13±3.25 (5.34-17.16)	11.91±1.98 (8.24-15.44)	0.08
MRT ทางด้านขวา (นิ้ว)	6.62±1.74 (3.13-10.00)	8.10±1.43 (5.41-10.18)	0.02*
MRT ทางด้านซ้าย (นิ้ว)	6.71±2.02 (3.09-10.75)	7.49±1.11 (5.75-9.04)	0.20

* พบความแตกต่างกันระหว่างฝ่าเท้าปกติและฝ่าเท้าแบนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p<0.05$

บทวิจารณ์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความมั่นคงของข้อเท้า ขณะยืนนิ่ง ระหว่างผู้ที่มีฝ่าเท้าปกติและฝ่าเท้าแบน จากผลการวิจัย พบว่าค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบOLS ทั้งขณะล้มตาและหลับตาของทั้ง 2 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งการควบคุมการทรงตัวขณะยืนนิ่งของผู้ที่มีฝ่าเท้าปกติจะอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อเอ็นยึดข้อ (ligament) และ เยื่อหุ้มข้อ (joint capsule) ที่อยู่รอบๆ ข้อเท้าเป็นหลักในการส่งสัญญาณประสาทที่ถูกต้องไปที่ระบบประสาทส่วนกลาง ให้สามารถส่งการลงมาให้กับกล้ามเนื้อรอบๆ ข้อเท้าทำงานควบคุมความมั่นคงของข้อเท้า^{20, 21} แต่ในกลุ่มที่มีลักษณะฝ่าเท้าแบนนั้นจะมี medial longitudinal arch ต่ำลงกว่าปกติ ซึ่งเกิดจาก ligament และcapsule ที่บริเวณข้อเท้ามีความยืดหยุ่นมากกว่าปกติ มีผลทำให้ข้อต่อมีกลไกการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติไป^{8, 9, 22} และอาจทำให้ตัวรับสัญญาณ (receptor) ส่งกระแสประสาทที่บกพร่องไปยังระบบประสาทส่วนกลาง ระบบประสาทส่วนกลางเกิดการประมวลผลที่ผิดพลาด และสั่งการให้กล้ามเนื้อควบคุมความมั่นคงของข้อต่อผิดไปจากปกติ ส่งผลให้เกิดความไม่มั่นคงของข้อเท้า และเกิดปัญหาการควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าเกิด^{4, 7} ซึ่งเป็นที่มาของสมมติฐานงานวิจัยนี้ คือการทรงตัวทั้งขณะอยู่นิ่งและขณะเคลื่อนไหวในผู้ที่มีฝ่าเท้าปกติและฝ่าเท้าแบนน่าจะมีความแตกต่างกัน

จากการศึกษาของ Hertel และคณะ¹³ ในปี ค.ศ. 2002 ที่ทำการทดสอบการควบคุมการทรงตัวขณะยืนนิ่งในลักษณะเท้าที่แตกต่างกัน (cavus foot, rectus foot และ planus foot) โดยใช้การยืนขาเดียวขณะล้มตาบน force platform เพื่อวัดการเคลื่อนไหวของ COP ในอาสาสมัครสุขภาพดีและการศึกษาของ Cote และคณะ¹⁴ ในปี ค.ศ. 2005 ที่ทดสอบการควบคุมการทรงตัวขณะอยู่นิ่งและเคลื่อนไหวในลักษณะเท้าที่แตกต่างกัน

กัน (ฝ่าเท้าแบน ฝ่าเท้าปกติ และฝ่าเท้าสูง) โดยใช้การยืนขาเดียวขณะล้มตาและหลับตาเพื่อทดสอบการควบคุมการทรงตัวขณะอยู่นิ่ง และใช้การทดสอบ Star Excursion Balance Test โดยการให้อาสาสมัครยืนอยู่บนขาข้างที่ต้องการทดสอบและให้เอื้อมขาอีกข้างไปในทิศทางๆ ให้ไกลมากที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยไม่สูญเสียการทรงตัว โดยประเมิน COP ขณะทดสอบในท่าต่างๆ บน Force platform ผลการศึกษาของทั้ง 2 งานวิจัยพบว่า ความสามารถในการทรงตัวขณะอยู่นิ่งระหว่างผู้ที่มีฝ่าเท้าปกติและฝ่าเท้าแบนไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ ทั้ง 2 งานวิจัยดังกล่าวได้ให้เหตุผลที่คล้ายกันว่าในการควบคุมความสามารถในการทรงตัว ต้องอาศัยการทำงานจากหลายระบบร่วมกัน เช่น ระบบการรับรู้ลึกของข้อต่อระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ไม่ใช่แค่การทำงานของข้อเท้าเพียงอย่างเดียว จึงทำให้ไม่พบความแตกต่างของการเคลื่อนไหวที่ COP ระหว่างผู้ที่มีฝ่าเท้าปกติและฝ่าเท้าแบนขณะทดสอบด้วยการควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าขณะยืนขาเดียว^{13, 14} อย่างไรก็ตาม ในการทดสอบขณะเคลื่อนไหวในการศึกษาของ Cote และคณะ¹⁴ พบว่าผู้ที่มีฝ่าเท้าแบนสามารถเอื้อมขาฝั่งตรงข้ามกับขาข้างที่มีปัญหาเท้าแบนไปด้านหน้า (anterior direction) และด้านเฉียงมาทางด้านใน (anteromedial direction) ได้มากกว่าผู้ที่มีฝ่าเท้าปกติ อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างที่พบมีค่าน้อย ซึ่งอาจจะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ในการศึกษาของ Hertel และคณะ¹³ และ Cote และคณะ¹⁴ ไม่ได้รายงานว่ามีการประเมิน proprioception ของข้อเท้าและกล้ามเนื้อรอบข้อเท้าก่อนการวิจัยหรือไม่ จึงอาจจะทำให้ปัจจัยเหล่านั้นมีผลกระทบต่อผลการวิจัยได้ ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดสอบกล้ามเนื้อรอบข้อเท้าและ proprioception ของข้อเท้าในอาสาสมัครทุกคน พบผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ปกติและไม่มีความแตกต่างกันระหว่างอาสาสมัครที่มีฝ่าเท้าแบนและฝ่าเท้าปกติ จึงอาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ไม่สามารถพบความแตกต่างใน

การควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าระหว่างอาสาสมัครที่มีฝ่าเท้าแบนและฝ่าเท้าปกติได้อย่างชัดเจน การตรวจประเมิน proprioception ของข้อเท้า ในการวิจัยนี้เป็นวิธีการตรวจคัดกรองอย่างง่าย กระทำในท่านอนหงายซึ่งผลที่ได้อาจจะไม่เชื่อมโยงกับลักษณะท่ายืนขาเดียวที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งอาจจะใช้สัญญาณประสาทการรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อจากข้อเท้าที่แตกต่างจากท่านอน แต่ด้วยข้อจำกัดในการวิจัยนี้ จึงไม่สามารถประเมิน proprioception ของข้อเท้าในท่าที่มีการลงน้ำหนักข้อต่อได้ นอกจากนี้ ปัจจัยด้านระดับกิจกรรมในชีวิตประจำวันอาจจะมีผลต่อการควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าของอาสาสมัครได้ ในการวิจัยนี้ไม่ได้ประเมินระดับกิจกรรมในชีวิตประจำวันของอาสาสมัครหากอาสาสมัครเป็นผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ หรือมีระดับกิจกรรมในชีวิตประจำวันอยู่ในระดับมาก อาจมีผลทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนการควบคุมการทรงตัวอันเนื่องมาจากการเรียนรู้จากกิจกรรมที่ทำเป็นประจำและมีผลให้ไม่พบความบกพร่องของการควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าได้

การควบคุมความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวของข้อเท้า นอกจากจะอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อและเอ็นรอบๆ ข้อต่อแล้ว การทดสอบ FRT เป็นการให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเอื้อมมือไปด้านหลังให้ได้มากที่สุด โดยที่ยังสามารถควบคุมการทรงตัวในขณะที่เท้าทั้งสองข้างยังคงสัมผัสพื้นอยู่ ซึ่งจะมีการใช้กลไกการควบคุมการทรงตัวโดยใช้ hip strategy เข้ามาร่วมกับการใช้ ankle strategy จึงไม่ได้มีเพียงการทำงานของข้อเท้าแต่เพียงอย่างเดียว ดังนั้น ผู้ที่มีฝ่าเท้าแบนจึงอาจมีการทำงานของข้อต่อและกล้ามเนื้ออื่นๆ ร่วมทำงานนอกเหนือไปจากกล้ามเนื้อของข้อเท้าเข้ามาช่วยในการควบคุมความสามารถในการทรงตัวร่วมด้วย^{20, 21} โดย hip strategy จะทำงานเพื่อชดเชยการทำงานของข้อเท้าในกรณีที่ข้อเท้าไม่สามารถควบคุมความมั่นคงในการทรงตัวได้ในขณะยืน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ทั้ง 2 กลุ่ม เป็นอาสาสมัครสุขภาพดี กล้ามเนื้อที่ใช้ในการ

ทรงตัวมีความแข็งแรงดี จึงทำให้ค่า FRT ที่ได้ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามควรจะมีการศึกษาในรายละเอียดต่อไปถึงความแตกต่างในเรื่องการใช้กลไกการควบคุมการทรงตัวระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม ว่ามีการใช้แต่ละกลไกในสัดส่วนแตกต่างกันมากน้อยเพียงใดหรือหากต้องการทดสอบกลไกการควบคุมการทรงตัวทางโดยควบคุมปัจจัยชดเชยจาก hip strategy อาจจะต้องมีการวัดค่าตัวแปรการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นและนำมาใช้ในการวิเคราะห์เป็นตัวแปรร่วม (Co-variate) หรือจัดให้เป็นตัวแปรต้นของการศึกษาค้างต่อไป

งานวิจัยครั้งนี้ยังพบว่า การทดสอบเขตจำกัดความมั่นคงทางด้านข้างระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในการทดสอบเขตจำกัดความมั่นคงทางด้านขวา แต่ไม่พบความแตกต่างกันในการทดสอบเขตจำกัดความมั่นคงทางด้านซ้าย ทั้งนี้ ผู้วิจัยคาดว่าผู้ที่มีฝ่าเท้าแบนน่าจะมี ความบกพร่องในกลไกการควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าการทรงตัวดังเหตุผลที่ได้ตั้งสมมติฐานดังกล่าวข้างต้น อย่างไรก็ตาม แม้ผลที่ได้จะแสดงให้เห็นว่าผู้ที่มีฝ่าเท้าแบนมีความสามารถในการควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าในการทรงตัวน้อยกว่าผู้ที่มีฝ่าเท้าปกติ เมื่อโน้มตัวไปทางด้านขวา แต่เมื่อพิจารณาความแตกต่างแล้วพบว่าปริมาณน้อย (6.62 ± 1.74 VS 8.10 ± 1.43) ดังนั้น แม้จะพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็อาจจะไม่มีระดับนัยสำคัญทางคลินิก

ข้อจำกัดของงานวิจัย

การวิจัยนี้ไม่ได้คัดกรองแยกประเภทฝ่าเท้าแบบ rigid flatfoot และ flexible flatfoot ในกลุ่มอาสาสมัครที่มีฝ่าเท้าแบนและไม่ได้ควบคุมปัจจัยด้านระดับกิจกรรมในชีวิตประจำวันของอาสาสมัคร ซึ่งการศึกษาต่อไปทำการวิจัยการควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าในผู้ที่มีฝ่าเท้าแบนประเภทต่างๆ และคัดเลือกอาสาสมัครที่มีระดับกิจกรรมในชีวิตประจำวันเหมือนกัน นอกจากนี้ ในการศึกษาครั้งต่อไปควรจะใช้

วิธีการวัดความสามารถในการควบคุมความมั่นคงของข้อเท้า ข้อเข่า และข้อตะโพกในท่ายืนเพื่อให้เห็นรูปแบบการตอบสนองของร่างกายได้ครอบคลุมยิ่งขึ้น โดยใช้เครื่องมือที่สามารถวัดค่าการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นได้ละเอียดกว่าการทดสอบแบบ OLS, FRT และ MRT ได้แก่ การใช้ force platform และกล้องวิดีโอความเร็วสูงพร้อมโปรแกรมวิเคราะห์การเคลื่อนไหว เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดและแม่นยำยิ่งขึ้น และอาจเพิ่มเติมวิธีการทดสอบการควบคุมความมั่นคงของข้อเท้าในรูปแบบอื่นๆ ที่มีความท้าทายต่อการควบคุมการเคลื่อนไหวมากยิ่งขึ้นกว่าการทดสอบ FRT และ MRT นอกจากนี้ การวิจัยนี้ทำการศึกษาในอาสาสมัครเพศชายเท่านั้น จึงไม่สามารถนำผลการศึกษาที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับประชากรเพศหญิงได้

สรุปผล

ความสามารถในการทรงตัวขณะยืนนิ่งระหว่างกลุ่มที่มีฝ่าเท้าปกติและฝ่าเท้าแบน โดยใช้การทดสอบ OLS ขณะลืมตาและหลับตา ไม่มีความแตกต่างกัน และความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว โดยใช้การทดสอบ FRT และ MRT ทางด้านซ้าย ของทั้ง 2 กลุ่ม ไม่พบความแตกต่างกันแต่ผลการทดสอบ MRT ทางด้านขวาของทั้ง 2 กลุ่ม พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างดังกล่าว อาจไม่มีนัยสำคัญในทางคลินิก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และขอขอบคุณภาควิชากายภาพบำบัด ตลอดจนอาสาสมัครทุกท่านที่เอื้อเฟื้อสถานที่และสละเวลาเข้าร่วมงานวิจัยจนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Docherty CL, Valovich McLeod TC, Shultz SJ. Postural control deficits in participants with functional ankle instability as measured by the balance error scoring system. Clin J Sport Med 2006; 16(3): 203-8.
2. Gutierrez GM, Kaminski TW, Douex AT. Neuromuscular Control and Ankle Instability. PM R 2009; 1(4): 359-65.
3. Hertel J. Functional Anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. J Athl Train 2002; 37(4): 364-75.
4. Riemann BL, Lephart SM. Sensorimotor system, part II: the role of proprioception in motor control and functional joint stability. J Athl Train 2002; 37(1): 80-4.
5. Pijnenburg AC, Van Dijk CN, Bossuyt PM, Marti RK. Treatment of ruptures of the lateral ankle ligaments: a meta-analysis. J Bone Joint Surg Am 2000; 82(6): 761-73.
6. Jonsson E, Seiger A, Hirschfeld H. One-leg stance in healthy young and elderly adults: a measure of postural steadiness? Clin Biomech (Bristol, Avon) 2004; 19(7): 688-94.
7. Hunt AE, Smith RM. Mechanics and control of the flat versus normal foot during the stance phase of walking. Clin Biomech 2004; 19: 391-7.
8. Fan Y, Fan Y, Li Z, Lv C, Luo D. Natural gaits of the non-pathological flat foot and high-arched foot. PLoS ONE 2011; 6(3): e17749.
9. Chang H-W, Chieh H-F, Lin C-J, Su FC, Tsai M-J. The relationship between foot arch volumes and dynamic plantar pressure during

- midstance of walking in preschool children. PLoS ONE 2014; 9(4): e94535.
10. Barry RJ, Scranton PE Jr. Flat feet in children. Clin Orthop Relat Res 1983; (181):68-75.
 11. Rao UB, Joseph B. The influence of footwear on the prevalence of flat foot: a survey of 2,300 children. J Bone Joint Surg Br 1992; 74: 525-7.
 12. สุจิตรา บุญหยง. ผลของการเสริม踵เท้าด้านในต่อรูปแบบการกระจายของแรงได้ฝ่าเท้าในเท้าแบนที่ปรับตัวได้และไม่มีอาการ [วิทยานิพนธ์ / วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (กายภาพบำบัด)]. กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล;1998.
 13. 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.
 14. 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: 41-6.
 15. Lin CW, Hiller CE, de Bie RA. Evidence-based treatment for ankle injuries: a clinical perspective. J Man Manip Ther 2010; 18: 22-8.
 16. Murley GS MH, Landorf KB. A protocol for classifying normal and flat-arched foot posture for research studies using clinical and radiographic measurements. J Foot Ankle Res 2009; 2: 22.
 17. Springer BA, Marin R, Cyhan T, Roberts H, Gill NW. Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. J Geriatr Phys Ther 2007; 30: 8-15.
 18. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. J Gerontol 1990; 45: M192-7.
 19. Newton RA. Validity of the multi-directional reach test: a practical measure for limits of stability in older adults. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2001; 56: M248-52.
 20. Robert A, Donatelli. The Biomechanics of the foot and ankle. Philadelphia: FA Davis Company. 1996: 91-5, 104-5, 180-1.
 21. Camicioli R, Moore MM, Sexton G, Howieson DB, Kaye JA. Age-related brain changes associated with motor function in healthy older people. J Am Geriatr Soc 1999; 47 (3): 330-4.
 22. Hertel J. Sensorimotor deficits with ankle sprains and chronic ankle instability. Clin Sports Med 2008; 27: 353-70.