

การเปรียบเทียบความแตกต่างของความนุ่มแผ่นยางพาราต่อการทรงตัวในวัยรุ่นสุขภาพดี

Comparison of a different type of rubber pad softness on postural sway in healthy young adults

ชวนพิศ บุญเกิด*, ยุทธนา ยางเครือ, สุพิชชา ถาวรสติยวงศ์

Chuanpis Boonkerd*, Yutthana Yangkrua, Supitcha Thawornsathitwong

ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Science, Thammasat University

บทคัดย่อ

ที่มาและความสำคัญ: การฝึกการทรงตัวเป็นเทคนิคการฟื้นฟูที่มีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มความสามารถในการควบคุมการทรงตัวโดยท้าทายตำแหน่งของร่างกายให้ทรงตัวอยู่ในพื้นที่ฐานรองรับน้ำหนัก แผ่นโฟมเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้สำหรับการฝึกการทรงตัวในทางคลินิก อย่างไรก็ตาม แผ่นโฟมสังเคราะห์จากพลาสติกนั้นมีความแข็งที่ค่อนข้างสูงทำให้เข้าถึงได้ยากและเป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ขณะที่ยางพาราเป็นวัสดุธรรมชาติที่มีคุณสมบัติให้ความยืดหยุ่นและมีความทนทานเช่นเดียวกันกับแผ่นโฟมแต่มีราคาถูกกว่า เข้าถึงได้ง่าย และไม่เป็นพิษต่อผู้ใช้งาน

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาผลความแตกต่างของความนุ่มแผ่นยางพาราต่อการควบคุมการทรงตัวในวัยรุ่นสุขภาพดี

วิธีการวิจัย: ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นผู้ที่มีสุขภาพดีจำนวน 20 คน (ชาย 3 คน และหญิง 17 คน; อายุเฉลี่ย 22.06 ± 0.84 ปี; ค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย 22.08 ± 3.51 กิโลกรัมต่อเมตร²) ประเมินความสามารถในการทรงตัวโดยใช้ ความเร็วจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP velocity) และระยะทางการเคลื่อนที่จุดศูนย์กลางแรงดัน (COP displacement) ขณะยืนทรงตัวและหลับตาบนแผ่นฝึกการทรงตัว 5 ชนิด ได้แก่ แผ่นโฟม Airex และแผ่นยางพาราความนุ่ม 4 ระดับ โดยสุ่มลำดับแผ่นในการทดสอบ เปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP velocity) และระยะทางการเคลื่อนที่จุดศูนย์กลางแรงดัน (COP displacement) โดยใช้สถิติ One-way repeated measure ANOVA และใช้ Bonferroni post hoc analysis เพื่อเปรียบเทียบคู่ที่แตกต่าง

ผลการวิจัย: พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของค่า ความเร็วและระยะทางในการเคลื่อนที่จุดศูนย์กลางแรงดัน ระหว่างแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 1 และ 4 กับ แผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 2, 3 และแผ่นโฟม (Airex) ($p < 0.001$)

สรุปผล: จากการศึกษ พบว่าความนุ่มของแผ่นยางพารามีผลต่อความสามารถในการทรงตัวในวัยรุ่นสุขภาพดี ซึ่งยางพาราความนุ่มระดับ 2 และ 3 อาจจะสามารถใช้เป็นอุปกรณ์ทดแทนที่มีราคาถูกในการตรวจประเมินและฝึกการทรงตัว

คำสำคัญ: การทรงตัว แผ่นยางพารา ความนุ่ม

ABSTRACT

Background: Balance training is an effective rehabilitation technique that improved postural control by challenging the body alignment with regard to the base of support. Foam is usually used as a balance training tool in the clinic. However, foam making by plastic is expensive and accessibility restrictions as well as polluting to the environment. Whereas, rubber is a natural material that has a visco-elastic property and long durability similar to foam pad but it is cheap, easily available, and safe for users.

Objective: To evaluate the effects of rubber pad softness on postural sway in healthy young adults.

Methods: Twenty healthy young adults (3 males and 17 females; averaged age 22.06 ± 0.84 years; BMI 22.08 ± 3.51 kg/m²) participated in this study. They were assessed postural sway by measured

*Corresponding author: Chuanpis Boonkerd. Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Science, Thammasat University, Pathumthanee, Thailand. Email: chuanpis.b@allied.tu.ac.th.

Received: 14 Dec 2020; Revised: 06 Feb 2021; Accepted: 27 Feb 2021

the COP velocity and COP displacement while standing with eyes closed on 5 different types of balance pads including an Airex and rubber pads firmness 1 to 4. The order of surfaces was randomly assigned. COP velocity and COP displacement between conditions were compared using the One-way repeated ANOVA and the Bonferroni post hoc analysis.

Results: COP velocity and COP displacement of Rubber pad firmness 1 and 4 had significant differences from Rubber pad firmness 2, 3 and Foam Airex ($p < 0.001$).

Conclusion: This result found that the firmness of the pad had an effect on postural performance in healthy young adults. Rubber pads firmness 2 and 3 may be used as a low-cost tool for balance assessment and training.

Keywords: Postural sway, Rubber pad, Softness

บทนำ

การทรงตัว (Balance) มีส่วนสำคัญในการทำกิจกรรมประจำวัน เช่น การนั่ง การลุกขึ้นยืน การเดิน การเอื้อมจับสิ่งของ และกิจกรรมต่าง ๆ อีกมากมาย การทรงตัวแบ่งออกได้ เป็น 2 ประเภท คือ การทรงตัวขณะอยู่นิ่ง (Static balance) และการทรงตัวในขณะที่เคลื่อนไหว (Dynamic balance)¹ ซึ่งการทรงตัวจะต้องอาศัยการทำงานประสานกันของระบบประสาทการมองเห็น (Visual system) ระบบการรับรู้สัมผัสบริเวณกล้ามเนื้อและข้อต่อ (Proprioceptive system) และระบบรับรู้สัมผัสของหูชั้นในที่ช่วยในการทรงตัว (Vestibular)

การฝึกการทรงตัว (Balance training) เป็นเทคนิคการรักษาฟื้นฟูทางกายภาพบำบัด ช่วยป้องกันหรือลดความเสี่ยงต่อการเกิดการล้มในผู้ที่มีปัญหาทรงตัว ป้องกันการเกิดการบาดเจ็บซ้ำในกลุ่มผู้ป่วยที่มีการ

บาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ^{2,3} การประเมินการทรงตัวโดยหาค่าจุดศูนย์กลางแรงดัน (Center of pressure : COP) ใช้ประเมินความสามารถในการทรงตัวในท่ายืนตรง ค่าการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP) ที่เพิ่มมากขึ้นแสดงให้เห็นถึงความเร็วในการแกว่งของร่างกายที่เพิ่มขึ้น ทำให้ความสามารถในการทรงตัวลดน้อยลง⁴ วิธีการประเมินการทรงตัวโดยหาค่าการเปลี่ยนแปลงของจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP) เป็นวิธีการที่เที่ยงตรงและใช้ประเมินได้ในหลายกลุ่มประชากร⁵ นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาของ Lin และคณะ⁶ ที่ศึกษาความแม่นยำของการวัดซ้ำในการประเมินการทรงตัวโดยหาค่าการเปลี่ยนแปลงของจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP) ในประชากรวัยรุ่นและผู้สูงอายุพบว่ามีค่าความน่าเชื่อถือของการวัดซ้ำในการทดสอบวันเดียวกันของค่าความเร็วจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP velocity) และระยะทางการเคลื่อนที่จุดศูนย์กลางแรงดัน (COP displacement) ของวัยรุ่นอยู่ในระดับดี ($ICC(3,1) = 0.80-0.91$)

การศึกษาที่ผ่านมาพบว่ากรดยืนฝึกการทรงตัวบนพื้นผิวที่มีความไม่มั่นคงจะช่วยเพิ่มความสามารถในการทรงตัวได้ดีกว่าการฝึกยืนบนพื้นผิวที่มีความมั่นคง⁷⁻⁸ โดยการยืนทรงตัวบนพื้นโฟมจะทำให้เห็นการปรับเปลี่ยนการควบคุมการทรงตัวเพื่อให้อยู่มั่นคงให้ได้ ซึ่งต้องใช้ความสามารถที่เพิ่มมากขึ้นกว่าการยืนทรงตัวบนพื้นผิวที่มั่นคงราบเรียบ² เนื่องจากลักษณะของแผ่นโฟมที่มีความนิ่มมากกว่าพื้นเรียบทำให้การกระจายแรงบริเวณฝ่าเท้าและการควบคุมของร่างกายในการทรงตัวทำได้ยากขึ้น ซึ่งคุณสมบัติทางกลศาสตร์ของโฟมที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อความสามารถในการควบคุมการทรงตัวด้วย⁹ ลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกการทรงตัวมีหลากหลายรูปแบบซึ่งแต่ละแบบจะมีความจำเพาะและความยากง่ายในการฝึกการทรงตัวที่แตกต่างกัน¹⁰ แผ่นโฟม Airex เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กันในห้องปฏิบัติการและทางคลินิก ซึ่งมีความน่าเชื่อถือในการทดสอบและ

การฝึกสูง¹¹ จากการศึกษาของ Boonsinsukh และคณะ¹² พบว่าแผ่นโฟม Airex สามารถใช้เป็นอุปกรณ์โฟมในการทดสอบ modified clinical test for sensory interaction and balance (mCTSIB) ซึ่งได้ ค่า การทดสอบแม่นยำใกล้เคียงกับแผ่นโฟม Neurocom® ที่เป็นโฟมมาตรฐานในการทดสอบ mCTSIB และมีผลของการศึกษาที่ชี้ให้เห็นถึงคุณสมบัติของแผ่นโฟม¹³ ความหนาแน่น และความยืดหยุ่นของแผ่นโฟมมีผลต่อความสามารถในการทรงตัว แต่เนื่องจากแผ่นโฟม Airex ดังกล่าวยังไม่มีการผลิตในประเทศไทยทำให้ต้องมีการนำเข้าในราคาที่สูง

ในการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกอุปกรณ์การฝึกการทรงตัวจากยางพารา ซึ่งยางพาราเป็นผลผลิตทางการเกษตรของไทยที่โดยแผ่นยางธรรมชาติมีคุณสมบัติที่ดีในด้านความแข็งแรงและความยืดหยุ่น ซึ่งการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระดับความนุ่มของแผ่นยางพาราต่อการควบคุมการทรงตัวในวัยรุ่นสุขภาพดี เพื่อศึกษาว่าแผ่นยางพาราที่มีความนุ่มแตกต่างกันจะส่งผลต่อการทรงตัวในวัยรุ่นสุขภาพดีแตกต่างกันหรือไม่

วิธีการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยโดยการสังเกตรูปแบบภาคตัดขวาง (Observational Research : Cross sectional study) โดยผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการวิจัยในมนุษย์ ชุดที่ 3 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (เลขที่การอนุมัติ COA. No.016/2563)

ผู้เข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกของผู้เข้าร่วมการวิจัย ได้แก่ อาสาสมัครที่มีสุขภาพดี เพศชายและหญิง อายุ 20-35 ปี สามารถสื่อสารและเข้าใจภาษาไทย และทำตามคำสั่งได้ เกณฑ์การคัดออก ได้แก่ มีความผิดปกติของระบบประสาท ระบบรับรู้การทรงตัวในหูชั้นใน และการมองเห็น มีอาการเจ็บป่วยทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในช่วงที่มีการเก็บข้อมูลวิจัย มีความพิการทางสายตา ที่ส่งผลต่อการมองเห็น เช่น ตาบอด ตาเห็น

เลื่อนกลาง เป็นต้น และโรคประจำตัวใด ๆ ที่อาจส่งผลต่อการทรงตัว ผู้เข้าร่วมงานวิจัยได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และขั้นตอนในการทำวิจัย พร้อมให้ความยินยอมในการเข้าร่วมงานวิจัย

ขั้นตอนการวิจัย

ผู้วิจัยอธิบายรายละเอียดของงานวิจัย วัตถุประสงค์และกระบวนการทดสอบให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับทราบ พร้อมลงชื่อในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัยก่อนทำการทดสอบ หลังจากนั้นผู้วิจัยคัดกรองผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยการซักประวัติ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลในแบบบันทึกข้อมูล เมื่อเริ่มทำการทดสอบ ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกคนทำการสุ่มลำดับของแผ่นยางพาราที่ใช้ในการทดสอบโดยแบ่งออกเป็น 5 เงื่อนไข ดังนี้ แผ่นโฟม Airex (ขนาด 41 x 50 x 6 ซม.) และแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 1 – 4 (ขนาด 40 x 40 x 5.3 ซม.) กำหนดระดับความนุ่มตามค่าความสามารถในการรับแรงกดจากน้อยไปมาก ทดสอบด้วยเครื่อง Universal testing machine (INSTRON 5566, Instron Corp. , USA) โดยศูนย์วิจัยเทคโนโลยียาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ค่าข้อมูลคุณสมบัติทางวัสดุศาสตร์ระหว่างแผ่นโฟม Airex และแผ่นยางพาราความนุ่ม 4 ระดับ แสดงในตารางที่ 2

หลังจากทำการสุ่มลำดับในการทดสอบ วางแผ่นทดสอบตามเงื่อนไขบนเครื่อง force platform (Kistler Instrument Corp. , USA) ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการทดสอบความสามารถในการทรงตัว โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนด้วยขาทั้งสองข้าง ระยะห่างระหว่างเท้าทั้งสองข้างเท่ากับความกว้างของไหล่ ทำการบันทึกค่าระยะระหว่างกึ่งกลางกระดูกสันหลังทั้งสองข้างเพื่อกำหนดให้เท้าอยู่ในระยะที่เท่ากันในทุกการทดสอบ สั่งให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยหลับตาและมือทั้งสองข้างทอดออกเป็นเวลา 30 วินาที¹⁴ พัก 1 นาที ทำการทดสอบซ้ำอีก 2 ครั้ง และพัก 5 นาที ระหว่างการทดสอบแต่ละเงื่อนไข บันทึกค่าตัวแปรขณะผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนหลับตา 30 วินาทีด้วยเครื่อง force platform

และ วิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยของความเร็วจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP velocity) และช่วงระยะทางการเคลื่อนที่จุดศูนย์กลางแรงดัน (COP displacement) ในแนวหน้า-หลังและแนวด้านข้าง ด้วยโปรแกรม BioWare ที่ความถี่ 200 เฮิรตซ์ กรองสัญญาณผ่านตัวกรองบัตเตอร์เวิร์ทลพาสลำดับที่ 10 ที่ความถี่คัตออฟ 7 เฮิรตซ์⁵

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม IBM Statistical Package for the Social Science (SPSS) version 22.0 (IBM Corp. Released 2013, Armonk, NY, USA) โดยใช้ Shapiro-Wilk test เพื่อตรวจสอบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ และใช้สถิติ One-way repeated measure ANOVA ในการวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP velocity) และช่วงระยะทางการเคลื่อนที่จุดศูนย์กลางแรงดัน (COP displacement) ในแนวหน้า-หลังและแนวด้านข้าง โดยมีระดับนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

ผลการวิจัย

คุณลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ผู้เข้าร่วมการวิจัยสุขภาพดีจำนวน 20 คน ประกอบด้วยเพศหญิง 17 คน และเพศชาย 3 คน อายุเฉลี่ย 22.06 ± 0.84 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 58.17 ± 12.07 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 1.61 ± 0.78 เมตร และค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย 22.08 ± 3.51 กิโลกรัมต่อเมตร²

คุณสมบัติทางวัสดุศาสตร์ของแผ่นยางพารา

แผ่นโฟม Airex มีขนาด 41×50 เซนติเมตร และความหนา 6.0 เซนติเมตร ส่วนแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 1,2,3 และ 4 มีขนาด 40×40 เซนติเมตรและความหนา 5.3 เซนติเมตร ความหนาแน่นของแผ่นโฟม Airex และแผ่นยางพาราความนุ่ม ระดับ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 0.061 , 0.097 , 0.122 , 0.178 และ 0.250

กรัม/เซนติเมตร³ ตามลำดับ แรงกดที่ 25% และ 40% ของความหนาเริ่มต้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานลักษณะทางกายภาพของผู้เข้าร่วมงานวิจัย ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูงและดัชนีมวลกาย

คุณลักษณะ	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
เพศ	
- ชาย	3 คน
- หญิง	17 คน
อายุ (ปี)	22.06 ± 0.84
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	58.17 ± 12.07
ส่วนสูง (เมตร)	1.61 ± 0.78
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	22.08 ± 3.51

ผลการเปรียบเทียบความเร็วจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP velocity) และระยะทางการเคลื่อนที่จุดศูนย์กลางแรงดัน (COP displacement) ระหว่างแผ่นโฟม Airex และแผ่นยางพาราความนุ่ม 4 ระดับ

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP velocity) และระยะทางการเคลื่อนที่จุดศูนย์กลางแรงดัน (COP displacement) ในแนวหน้า-หลังและแนวด้านข้างของแผ่นโฟม Airex และแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 1, 2, 3 และ 4 แสดงในตารางที่ 3

จากผลการศึกษาพบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของความเร็วจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP velocity) ในแนวหน้า-หลัง ระหว่าง แผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 1 กับ แผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 2, 3, 4 และแผ่นโฟม Airex ($p < 0.001$) นอกจากนั้น ยังพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของความเร็วจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP velocity) ในแนวหน้า-หลัง ระหว่างแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 4 กับ แผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 1, 2, 3 และแผ่นโฟม Airex ($p < 0.001$) ขณะที่

ระยะทางการเคลื่อนที่จุดศูนย์กลางแรงดัน (COP displacement) ในแนวหน้า-หลังพบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 4 กับ แผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 1, 2, 3 และ แผ่นโฟม Airex ($p < 0.001$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญของความเร็วจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP velocity) ในแนวหน้า-หลัง และระยะทางการเคลื่อนที่จุดศูนย์กลางแรงดัน (COP displacement) ในแนวหน้า-หลังระหว่างแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 2, 3 และ แผ่นโฟม Airex ($p > 0.05$)

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติทางวัสดุศาสตร์ระหว่างแผ่นโฟม Airex และแผ่นยางพาราความนุ่ม 4 ระดับ

	แผ่นโฟม Airex	แผ่นยางพารา ความนุ่มระดับ 1	แผ่นยางพารา ความนุ่มระดับ 2	แผ่นยางพารา ความนุ่มระดับ 3	แผ่นยางพารา ความนุ่มระดับ 4
ขนาด (เซนติเมตร)	41 x 50	40 x 40	40 x 40	40 x 40	40 x 40
ความหนา (เซนติเมตร)	6.0	5.3	5.3	5.3	5.3
ความหนาแน่น (กรัม/ ลูกบาศก์เซนติเมตร)	0.061	0.097	0.122	0.178	0.250
แรงกดที่ความหนา ลดลง 25% (นิวตัน)	746.07 ± 12.00	114.67 ± 2.23	173.93 ± 5.73	592.73 ± 9.70	1142.33 ± 26.41
แรงกดที่ความหนา ลดลง 40% (นิวตัน)	1661.67 ± 9.07	194.88 ± 7.47	367.96 ± 15.46	1113.20 ± 24.68	2401.62 ± 44.75

ตารางที่ 3 แสดงค่าความเร็วจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP velocity) และระยะทางการเคลื่อนที่จุดศูนย์กลางแรงดัน (COP displacement) ระหว่างแผ่นโฟม Airex และแผ่นยางพาราความนุ่ม 4 ระดับ ด้วยการทดสอบ Bonferroni post hoc analysis

Variables	แผ่นโฟม Airex (Mean ± SD)	แผ่นยางพารา ความนุ่มระดับ 1 (Mean ± SD)	แผ่นยางพารา ความนุ่มระดับ 2 (Mean ± SD)	แผ่นยางพารา ความนุ่มระดับ 3 (Mean ± SD)	แผ่นยางพารา ความนุ่มระดับ 4 (Mean ± SD)	p-value
ความเร็วในแนวหน้า-หลัง (มิลลิเมตร/วินาที)	15.40 ± 3.17 ^{b,e}	12.38 ± 3.11 ^{a,c,d,e}	15.90 ± 3.50 ^{b,e}	15.49 ± 3.60 ^{b,e}	10.82 ± 2.24 ^{a,b,c,d}	<0.001
ระยะทางในแนวหน้า-หลัง (มิลลิเมตร)	43.15 ± 11.62 ^e	39.26 ± 12.39 ^e	44.57 ± 12.17 ^e	41.87 ± 10.95 ^e	32.12 ± 9.87 ^{a,b,c,d}	<0.001
ความเร็วในแนวด้านข้าง (มิลลิเมตร/วินาที)	10.09 ± 2.74 ^{b,e}	8.10 ± 2.67 ^{a,c,d}	10.29 ± 2.76 ^{b,e}	9.99 ± 2.60 ^{b,e}	7.30 ± 1.70 ^{a,c,d}	<0.001
ระยะทางในแนวด้านข้าง (มิลลิเมตร)	25.94 ± 7.94 ^{b,e}	20.97 ± 8.56 ^{a,c,d}	27.94 ± 8.50 ^{b,e}	28.93 ± 10.02 ^{b,e}	18.60 ± 9.00 ^{a,c,d}	<0.001

หมายเหตุ: ^a ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับแผ่นโฟม Airex ที่ระดับ $p < 0.05$, ^b ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 1 ที่ระดับ $p < 0.05$, ^c ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 2 ที่ระดับ $p < 0.05$, ^d ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 3 ที่ระดับ $p < 0.05$, ^e ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 4 ที่ระดับ $p < 0.05$

ความเร็วจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP velocity) และระยะทางการเคลื่อนที่จุดศูนย์กลางแรงดัน (COP displacement) ในแนวด้านข้างพบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 1 และ 4 กับ แผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 2, 3 และแผ่นโฟม Airex ($p < 0.001$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 2, 3 และ แผ่นโฟม Airex ($p > 0.05$) และระหว่างแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 1 กับ แผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 4

บทวิจารณ์

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำการเปรียบเทียบระดับความนุ่มของแผ่นยางพาราต่อการควบคุมการทรงตัวในวัยรุ่นสุขภาพดี เพื่อศึกษาผลของความนุ่มแผ่นยางพาราต่อการทรงตัวในวัยรุ่นสุขภาพดีซึ่งผลการศึกษพบว่าที่ระดับความนุ่มของแผ่นยางพาราที่แตกต่างกันจะส่งผลให้ความเร็วจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP velocity) และระยะทางการเคลื่อนที่จุดศูนย์กลางแรงดัน (COP displacement) ในแนวหน้า-หลังและด้านข้างมีความแตกต่างกันด้วยซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานวิจัยในครั้งนี้

จากผลการวิจัย พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าความเร็วจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP velocity) และระยะทางการเคลื่อนที่จุดศูนย์กลางแรงดัน (COP displacement) ในแนวหน้า-หลังและทางด้านข้าง ระหว่างแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 2, 3 และแผ่นโฟม Airex กับ แผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 1 และ 4 แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 2, 3 และแผ่นโฟม Airex โดยงานวิจัยนี้เป็นการทดสอบโดยการยืนด้วยเท้าทั้งสองข้างบนแผ่นโฟมที่วางอยู่บน force platform ขณะหลับตา ซึ่งจะพบว่าสามารถรักษาทรงตัวได้ยากมากขึ้นเนื่องจากการมองเห็นเป็นองค์ประกอบหนึ่งในการทรงตัว¹⁵ เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Pyykko และคณะ (1990)¹⁶ ที่ศึกษาผลของการรักษาทรงตัวบนแผ่นโฟมพลาสติกจะทำให้ค่าความเร็วจุดศูนย์กลาง

แรงดัน (COP velocity) มีค่ามากกว่าขณะที่ยืนบนพื้นผิวเรียบ สอดคล้องกับการศึกษาของ Lee และคณะ (2018)¹⁰ พบว่าการยืนบนพื้นที่ไม่มั่นคงจะเกิดการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP displacement) มากขึ้นเนื่องจาก cutaneous receptor ได้ฝ่าเท้ารับข้อมูลเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้มีการปรับตัวมากขึ้น จากการศึกษาของ Chaikereee และคณะ¹⁴ ที่ทำการศึกษาค้นคว้าของปัจจัยเรื่องอายุและชนิดของแผ่นโฟมต่อการทรงตัว พบว่าลักษณะของโฟมที่มีความนุ่มแตกต่างกันจะส่งผลต่อความสามารถในการทรงตัว โดยโฟมที่มีความนุ่มสูงจะรบกวนการทรงตัวมากกว่าโฟมที่มีความนุ่มต่ำ(แข็ง) ซึ่งปัจจัยเรื่องของความนุ่มส่งผลทั้งในกลุ่มวัยรุ่นและผู้สูงอายุ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ที่ใช้อาสาสมัครวัยรุ่นอายุเฉลี่ยใกล้เคียงกันและใช้รูปแบบการยืนที่เหมือนกัน

นอกจากนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดคุณสมบัติของวัสดุศาสตร์ของแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 2 และ 3 ให้มีความใกล้เคียงกับแผ่นโฟม Airex มากที่สุด ซึ่งได้มีการทดสอบผลการเทียบแรงกดของแผ่นโฟม Airex และแผ่นยางพาราด้วยเครื่อง Universal testing machine (INSTRON 5566) ผลมีระดับแรงกดสูงสุดที่ใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ค่าตัวแปรค่าความเร็วจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP velocity) และระยะทางการเคลื่อนที่จุดศูนย์กลางแรงดัน (COP displacement) ในแนวหน้า-หลังและทางด้านข้าง ขณะทรงตัวบนแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 2 และ 3 ไม่พบความแตกต่างเมื่อเทียบกับแผ่นโฟม Airex แสดงให้เห็นว่า เมื่อยืนทดสอบการทรงตัวบนแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 2 และ 3 จะให้ผลการทดสอบที่ใกล้เคียงกับแผ่นโฟม Airex มากที่สุด ขณะที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 1 และ 4 กับ แผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 2, 3 และ แผ่นโฟม Airex เนื่องมาจากแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 4 มีความแข็งและความหนาแน่นมากที่สุดเปรียบเสมือนกับการยืนทรงตัวบนพื้นราบเรียบซึ่งรบกวนการทรงตัวน้อยจึงให้

ค่าความเร็วจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP velocity) และระยะทางการเคลื่อนที่จุดศูนย์กลางแรงดัน (COP displacement) ในแนวหน้า-หลังและทางด้านข้าง น้อยที่สุดแตกต่างจากแผ่นอื่นๆ เช่นเดียวกับแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 1 ที่มีค่าความเร็วจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP velocity) และระยะทางการเคลื่อนที่จุดศูนย์กลางแรงดัน (COP displacement) ในแนวหน้า-หลังและทางด้านข้าง รองลงมาอาจเป็นไปได้ว่าแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 1 มีความอ่อนนุ่มมากและความหนาแน่นน้อยที่สุดทำให้ขณะยืนทรงตัวน้ำหนักตัวของผู้ถูกทดสอบกดลงทำให้ยุบตัวลงมากทำให้มีความรู้สึกเหมือนกับเท้าสัมผัสบนพื้นราบเรียบ ซึ่งคุณสมบัติทางวัสดุศาสตร์ เช่น ความนุ่ม การรับแรงกดและความหนาแน่น เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทรงตัว¹⁷⁻¹⁹

นอกจากนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นจะเกิดในแนวหน้า-หลังมากกว่าทางด้านข้าง เนื่องมาจากปัจจัยของท่าที่ใช้ทดสอบ เนื่องจากขณะที่ยืนสองขาทำให้การเอียงของร่างกายจะเอียงไปทางด้านหน้า-หลัง มากกว่าเอียงทางด้านข้าง เนื่องจาก Base of support ของเท้าที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รวมถึงการควบคุมการทรงตัวที่ลดลง กล่าวคือ ร่างกายต้องอาศัยการทำงานของระบบการมองเห็น (Visual system) ระบบการรับความรู้สึกบริเวณกล้ามเนื้อและข้อต่อ (Proprioceptive system) และระบบรับความรู้สึกของหูชั้นในที่ช่วยในการทรงตัว (Vestibular) เพื่อส่งข้อมูลเข้าไปสู่ระบบประสาทส่วนกลาง เมื่อการมองเห็นถูกจำกัด (closed eyes) ทำให้ระบบที่เหลืออยู่ทำงานเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้น ค่าระยะทางการเคลื่อนที่จุดศูนย์กลางแรงดัน (COP displacement) จึงมากขึ้นตามไปด้วย²⁰⁻²¹ และข้อเท้าเป็นข้อต่อชนิดบานพับ (Synovial hinge joint) ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวหลัก คือ การกระดกเท้าขึ้น (Dorsiflexion) และการเหยียดปลายเท้าลง (Plantar flexion) ส่งผลให้เมื่อทำการทดสอบความสามารถใน

การทรงตัว ตำแหน่งศูนย์กลางแรงดันที่ฝ่าเท้าจะมีการเคลื่อนไปยังบริเวณด้านหน้า-หลังมากกว่าบริเวณด้านข้าง²²

ในด้านปัจจัยเรื่องของเพศต่อความสามารถในการทรงตัวนั้น จากงานวิจัยของ Kim และคณะ²³ ที่ศึกษาปฏิสัมพันธ์ของเพศต่อการทรงตัวในวัยรุ่นและผู้สูงอายุ พบว่าปัจจัยเรื่องเพศไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อการทรงตัวในแนวหน้า-หลัง แต่ส่งผลการทรงตัวในแนวด้านข้างโดยเพศหญิงจะมีการเคลื่อนที่ในแนวด้านข้างมากกว่าเพศชายแต่ปฏิสัมพันธ์ดังกล่าวจะเกิดขึ้นในกลุ่มผู้สูงอายุมากกว่าวัยรุ่น

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความเที่ยงตรง (validity) ของการใช้แผ่นยางพาราที่ความนุ่มระดับ 2 และ 3 ในการประเมินการทรงตัว และการศึกษาการทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (RCTs) เกี่ยวกับผลของการฝึกการทรงตัวโดยใช้แผ่นยางพาราที่ความนุ่มระดับ 2 และ 3 ในผู้ที่มีปัญหาการทรงตัว

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าค่าความเร็วจุดศูนย์กลางแรงดัน (COP velocity) และระยะทางการเคลื่อนที่จุดศูนย์กลางแรงดัน (COP displacement) ระหว่างแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 2, 3 และแผ่นโฟม Airex ไม่มีความแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าแผ่นยางพาราความนุ่มระดับ 2 และ 3 สามารถนำสามารถใช้เป็นอุปกรณ์ทางเลือกทดแทน ที่มีราคาถูกในการตรวจประเมินและฝึกการทรงตัว

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากทุนวิจัย คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2562

เอกสารอ้างอิง

1. St-Pierre F. Analysis of static and /or Dynamic Posture on Force Platform (Posturography). St-Denis La Plaine, France: Department of Medical and Surgical Procedure Assessment, Haute Autorite de Sante; 2007.
2. McKeon PO, Ingersoll CD, Kerrigan DC, Saliba E, Bennett BC, Hertel J. Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40(10): 1810-9.
3. Hall EA, Chomistek AK, Kingma JJ, Docherty CL. Balance- and Strength-Training Protocols to Improve Chronic Ankle Instability Deficits, Part I: Assessing Clinical Outcome Measures. *J Athl Train* 2018; 53(6): 568-77.
4. Siriphorn A, Chamonchant D, Boonyong A. Comparison of the effect of a foam pad, mung bean bag and plastic bead bag on postural stability disturbance in healthy young adults. *J Phys Ther Sci* 2016; 28:530-4.
5. Donath L, Roth R, Zahner L, Faude O. Testing single and double limb standing balance performance: Comparison of COP path length evaluation between two devices. *Gait Posture* 2012; 36: 439-43.
6. Lin D, Seol H, Nussbaum MA, Madigan ML. Reliability of COP-based postural sway measures and age-related differences. *Gait Posture* 2008; 28: 337-42.
7. Hirase T, Inokuchi S, Matsusaka N, Okita M. Effects of a Balance Training Program Using a Foam Rubber Pad in Community-Based Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *J Geriatr Phys Ther* 2015; 38:62-70.
8. Mastusaka N, Yokoyama S, Tsurusaki T, Inikuchi A, Okita M. Effect of ankle disc training combined with tactile stimulation to the leg and foot on functional instability of the ankle. *Am J Sports Med* 2001; 29(1):25-30.
9. Patel M, Fransson PA, Lush D, Gomez S. The effect of foam surface properties on postural stability assessment while standing. *Gait Posture* 2008; 28:649-56.
10. Lee D, Kim H, An H, Jang J, Hong S, Jung S, Lee K, Choi M-R, Lee K-H, Lee G. Comparison of Postural sway depending on balance pad type. *J Phys Ther Sci* 2018; 30: 252-7.
11. Lin CC, Roche JL, Steed DP, Musolino MC, Marchetti GF, Furman GR, Sedfern MS, Whitney SL. Test-retest reliability of postural stability on two different foam pads. *J Nat Sci* 2015; 1(2): 1-12.
12. Boonsinsukh R, Khumnonchai B, Saengsirisuwan V, Chaikereee N. The effect of the type of foam pad used in the modified Clinical Test of Sensory Interaction and Balance (mCTSIB) on the accuracy in identifying older adults with fall history. *Hong Kong Physiother J* 2020; 40(2):133-43.
13. Patel M, Fransson PA, Lush D, Petersen H, Magnusson M, Johansson R, Gomez S. The effects of foam surface properties on standing body movement. *Acta Otolaryngol* 2008; 128(9): 952-60.
14. Chaikereee N, Saengsirisuwan V, Chinsongkram B, Boonsinsukh R. Interaction of age and foam types used in Clinical Test for Sensory Interaction and Balance (CTSIB). *Gait Posture* 2015; 41(1): 313-5.

15. Bey ME, Arampatzis A, Legerlotz K. The effect of a maternity support belt on static stability and posture in pregnant and non-pregnant women. *J Biomech* 2008; (75): 123-8.
16. Pyykko I, Jantti P, Aalto H. Postural control in elderly subjects. *Age Ageing* 1990; 19(3):215-21.
17. List R, Hitz M, Angst M, Taylor WR, Lorenzetti S. In-situ force plate calibration: 1 2 years' experience with an approach for correcting the point of force application. *Gait Posture* 2017; 58: 98-102.
18. Gosselin G, Fagan M. Foam pads properties and their effects on posturography in participants of different weight. *Chiropr Man Therap* 2015; 23(1): 2.
19. Liu B, Leng Y, Zhou R, Liu J, Liu D, Liu J, Zhang S-L, Kong WJ. Foam pad of appropriate thickness can improve diagnostic value if foam posturography in detecting postural instability. *Acta Otolaryngol* 2018; 138(4): 351-6.
20. Nam H-S, Kim J-H, Lim Y-J. The Effect of the Base of Support on Anticipatory Postural Adjustment and Postural Stability. *J Kor Phys Ther* 2017; 29(3): 135-41.
21. Surarangsit T, Krityakiarana W, Khongprasert S. Comparison of postural stability between dancers and healthy with and without chronic ankle instability. *Journal Sports Science and Health* 2019; 20(2): 26-39.
22. Chatchawan U. Physical therapy in ankle sprain. *J Med Tech Phy Ther* 2001; 13(1): 1-14.
23. Kim JW, Eom G-M, Kim C-S, Kim D-H, Lee J-H, Park BK, Hong J. Sex differences in the postural sway characteristics of young and elderly subjects during quiet natural standing. *Geriatr Gerontol Int* 2010; 10: 191-8.