

การพัฒนาชุดทดสอบการทรงตัวก้าวขาตามแนวเส้นรูปดาว Development of Star Excursion Balance Test Kit

อรอุมา บุญยารมย์¹, สมภียา สมถวิล^{1*}

Onuma Boonyarom¹, Sompiya Somthavil^{1*}

บทคัดย่อ

การพัฒนาชุดทดสอบการทรงตัวก้าวขาตามแนวเส้นรูปดาว (Star excursion balance test kit; SEBT kit) เป็นการพัฒนาเครื่องมือเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการประเมินหรือฝึกการทรงตัวขณะที่ร่างกายเคลื่อนที่ (Dynamic balance) การวิจัย การทดสอบหรือการฝึกสมรรถภาพร่างกาย การป้องกันและรักษาการบาดเจ็บ และการฟื้นฟู การศึกษานี้เป็นรูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้าง SEBT kit และเปรียบเทียบผลของการประเมินแบบใช้ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้นกับแบบใช้เทปติดบนพื้น รวมทั้งประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้น ในอาสาสมัครจำนวน 60 ราย เป็นเพศหญิงและเพศชายที่มีสุขภาพดี อายุระหว่าง 18 - 35 ปี ทำการทดสอบ Dynamic balance ของขาทั้งสองข้าง 8 ทิศทางด้วยเครื่องมือทั้งสองรูปแบบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา อธิบายลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร ค่าคะแนนความพึงพอใจ และค่าการทดสอบ SEBT ใช้สถิติ Paired Sample T-Test เปรียบเทียบผลของการประเมินทั้งสองวิธี ผลการศึกษาพบว่า ผลการทดสอบ Dynamic balance ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของขาซ้ายและขวาในทุกทิศทางระหว่างแบบใช้ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้นกับแบบใช้เทปติดบนพื้น ($p\text{-value} > 0.05$) สรุปได้ว่า SEBT kit ที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ในการประเมิน Dynamic balance ได้ และผู้ใช้มีความพึงพอใจ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: การทรงตัวขณะที่ร่างกายเคลื่อนที่, สมรรถภาพทางกาย, แนวเส้นรูปดาว

Citation:

Boonyarom O, Somthavil S. Development of the excursion balance test kit. Health Sci J Thai 2024; 6(1): 10-17. (in Thai); <https://doi.org/10.55164/hsjt.v6i1.262234>

¹ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

¹ Faculty of Sports Science, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom Province 73140, Thailand

* Corresponding author: Email: sompiya.s@ku.th, Tel: 08-1596-2234

Received: Apr 4, 2023; Revised: Aug 20, 2023; Accepted: Sep 14, 2023
<https://doi.org/10.55164/hsjt.v6i1.262234>

Abstract

The development of star excursion balance test (SEBT) kit is the development of equipment to assess practicing dynamic balance and conducting research as well as in physical fitness training, the prevention and treatment of injuries, and rehabilitation. It is an experimental research model. The researchers designed and built the SEBT kit and then compared the measurement results obtained using the developed kit with the results obtained using a floor-mounted tape-based SEBT, as well as assessing satisfaction of the developed SEBT kit of 60 healthy female and male volunteers aged 18 - 35. The dynamic balance of both legs was tested in 8 directions with both methods. Data were analyzed using descriptive statistics describing general characteristics of the subjects, satisfaction score, and the SEBT test score. Paired Sample t-test was used to compare the results of both assessment methods. The dynamic balance test results showed no statistically significant differences for the left leg and the right leg in all directions between the developed SEBT kit and floor-mounted tape-based ($p > 0.05$). In conclusion, the developed SEBT kit can be used to test dynamic balance and users are satisfied with the developed SEBT kit at the highest level.

Keywords: Dynamic balance, Physical fitness, Star excursion

บทนำ

สมรรถภาพทางกายเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ ในการทำกิจวัตรประจำวัน หรือกิจกรรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการ เดิน วิ่ง ยกของ หรือกิจกรรมอื่นๆ รวมทั้งในการเล่นกีฬาทุก ประเภทที่ต้องมีการเคลื่อนไหว มีการเปลี่ยนแปลงทิศทาง เช่น กีฬาบอลเลย์บอล ฟุตบอล บาสเกตบอล ยิมนาสติก ต้องอาศัย ความสามารถในการทรงตัวของร่างกาย (Balance) เป็นพื้นฐาน สำคัญ โดยเฉพาะการทรงตัวขณะที่ร่างกายเคลื่อนที่ (Dynamic balance) ซึ่งเป็นความสามารถที่มนุษย์สามารถรักษาให้ร่างกาย อยู่ในท่าทรงตัวที่ถูกต้องในขณะที่ร่างกายมีการเคลื่อนที่ เช่น การเดิน การวิ่ง การเล่นกีฬา การออกกำลังกาย เป็นต้น การทรงตัว (Balance) เป็นสมรรถภาพทางกายเฉพาะ (Performance-related fitness) หรือองค์ประกอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill-related physical fitness) ซึ่งหากมนุษย์จะมีการทรงตัว ที่ดีนั้นต้องอาศัยระบบ Somatosensory ระบบ Visual และ ระบบ Vestibular เป็นสำคัญ⁽¹⁾ ปัญหาของการทรงตัวถูกรบกวน ได้จากการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก (Musculoskeletal injury) การได้รับบาดเจ็บของศีรษะ (Head trauma) โรค (Disease) หรือความชรา (Aging) ผลดังกล่าวทำให้ลดระดับ ความสามารถทางกาย และลดความสามารถในการทำกิจวัตร ประจำวันตามปกติที่เคยทำได้ การประเมินความสามารถของ การทรงตัวหรือการฟื้นฟูความสามารถในการทรงตัวให้กลับมา ดีเหมือนเดิมจึงมีความจำเป็น วิธีการประเมินการทรงตัวใน รูปแบบ Dynamic balance ซึ่งเป็นส่วนใหญ่ในการเคลื่อนไหว ในชีวิตประจำวันของมนุษย์นั้นไม่มากเท่ากับการประเมินการ ทรงตัวในรูปแบบอยู่กับที่ (Static balance) แต่พบว่า Dynamic balance ก็มีความสำคัญมากเช่นกัน วิธีการประเมินการทรงตัว

ในรูปแบบ Dynamic balance ที่ได้มาตรฐานสูงหรือที่เรียกว่า เป็น Gold standard นั้นต้องใช้เครื่องมือราคาแพง และไม่ได้มี ใช้กันโดยทั่วไป เช่น การวิเคราะห์ด้วยแผ่นวัดแรง (Force plate analysis) ที่วิเคราะห์จุดศูนย์กลางแรงดัน (Center of pressure) จึงไม่เหมาะสมสำหรับการใช้ทางคลินิกหรือออกนอกพื้นที่ วิธีการหนึ่งที่เป็นที่ยอมรับ และนำมาประยุกต์ใช้ในทางคลินิก และงานวิจัย คือ วิธี Star excursion balance test (SEBT) เป็นวิธีการที่ง่าย ที่มีความเที่ยงและถูกต้องในการประเมิน ไม่แพง และรวดเร็ว รวมทั้งมีความน่าเชื่อถือดี⁽²⁻⁴⁾ การประเมินโดย SEBT เป็นการทดสอบแบบไดนามิกที่ต้องอาศัยความแข็งแรง ความยืดหยุ่น และการรับรู้ข้อต่อ (Proprioception) โดยการ วัดการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (Dynamic balance) สามารถใช้ ประเมิน Physical performance เพื่อประเมินสมรรถภาพ ทางกายหรือเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการทรงตัวในกีฬา ประเภทต่างๆ ใช้เป็นเครื่องมือคัดกรองสำหรับการมีส่วนร่วมในกีฬา ใช้ประเมินการควบคุมท่าทางขณะเคลื่อนไหว (Dynamic postural control) เนื่องจากการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก (Musculoskeletal injuries) เช่น ความไม่มั่นคงของข้อเท้าเรื้อรัง การประเมินความเสี่ยงของการบาดเจ็บข้อมือ (Lower extremity) ในนักกีฬา รวมทั้งใช้ในการฟื้นฟู (Rehabilitation) ได้⁽⁵⁻⁸⁾

ในประเทศไทยการประเมินโดย SEBT มีทั้งการใช้วิธีการ แบบใช้เทปติดบนพื้น หรือการใช้รูปแบบการทดสอบแบบ Y-balance test แทน ซึ่งอาจต้องใช้เวลานานในการติดตั้งและใน การติดตั้งแต่ละครั้งอาจมีความคลาดเคลื่อนของแนวเส้น และ มีการใช้เครื่องมือ The modified star excursion balance test (MSEBT) หรือ Y-balance test ซึ่งปัจจุบันมีเครื่องมือ SEBT ที่ขาย ในต่างประเทศ ราคาประมาณ US249 หรือเงินไทยประมาณ

8,000 บาท⁽⁹⁾ และเครื่องมือ MSEBT หรือ Y-balance test ราคาอยู่ประมาณ US\$260⁽¹⁰⁾ หรือเงินไทยประมาณ 8,400 บาท เมื่อนำเข้ามาขายในประเทศไทยต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นอีกหลายเท่า ดังนั้นจึงทำให้ผู้วิจัยต้องการพัฒนา SEBT kit ขึ้นเพื่อเป็นประโยชน์ในการลดการนำเข้า สามารถใช้วัสดุอุปกรณ์ภายในประเทศ พัฒนาโดยคนไทย ชุดทดสอบที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ ช่วยเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน ราคาถูก รวมทั้งนำไปใช้ประโยชน์ในการประเมินหรือฝึก Dynamic balance โดยใช้ SEBT เพื่อเป้าหมายในการวิจัย การทดสอบหรือการฝึกสมรรถภาพร่างกาย และการป้องกันรักษาและฟื้นฟู ในกลุ่มบุคคลทั่วไป นักกีฬา หรือผู้ป่วยต่อไป

วัตถุประสงค์

- 1) ออกแบบและสร้างชุดทดสอบการทรงตัวก้าวขาตามแนวเส้นรูปดาว
- 2) เปรียบเทียบผลของการประเมินแบบใช้ชุดทดสอบการทรงตัวก้าวขาตามแนวเส้นรูปดาวที่พัฒนาขึ้นกับแบบใช้เทปติดบนพื้น
- 3) ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดทดสอบการทรงตัวก้าวขาตามแนวเส้นรูปดาวที่พัฒนาขึ้น

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) ทำการทดสอบ Dynamic balance โดยใช้ SEBT แบบใช้เทปติดบนพื้นและใช้ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้น จากประชากรที่เป็นบุคคลที่มีสุขภาพดีที่อาศัยโดยรอบมหาวิทยาลัย การคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากการอ้างอิงงานวิจัยที่คล้ายคลึงกัน⁽¹¹⁾ ที่รวบรวมผลการวิจัยที่การศึกษาความน่าเชื่อถือโดยใช้วิธีการทดสอบแบบใช้เทปติดบนพื้นในอาสาสมัครที่มีสุขภาพดีได้กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครจำนวน 50 คน และผู้วิจัยได้คำนวณเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างสำหรับอัตราการสูญหายจากโครงการ (Drop-out rate) เท่ากับ 20% อีกจำนวน 10 คน รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 60 คน เพศหญิงและเพศชาย อายุระหว่าง 18 - 35 ปี ทำการศึกษาระหว่างเดือนธันวาคม 2564 - กรกฎาคม 2565 เกณฑ์การคัดเข้า คือ อาสาสมัครสามารถอ่าน ฟัง เขียนภาษาไทยได้ มีความสามารถในการยืนขาเดียวแล้วยืนเท้าอีกข้างที่ยกออกไปแตะทั้ง 8 ทิศทางได้ และสามารถเข้าใจคำสั่งหรือคำอธิบายต่างๆ ได้ ไม่มีปัญหาที่เกี่ยวกับการทรงตัวและการบาดเจ็บของร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อขาอักเสบ ข้อต่อบาดเจ็บ กระดูกหักหรือเคลื่อนไหวผิดปกติในระยะเวลา 6 เดือนยินยอมเข้าร่วมการวิจัย เกณฑ์การคัดออก คือ อาสาสมัครเกิดอุบัติเหตุหรือเหตุอันใดก็ตามที่ไม่สามารถทำการทดสอบได้ ไม่

สามารถปฏิบัติตามวิธีการทดสอบได้ ไม่อยู่ในช่วงเวลากการเก็บข้อมูล มีอาการไม่พึงประสงค์ที่ผู้วิจัยพิจารณาแล้วว่าจะเป็นอันตราย เช่น วิงเวียนศีรษะ หน้ามืด มึนงง และตั้งครุระหว่างเข้าร่วมการวิจัย อาสาสมัครแต่ละคนเข้าร่วมทำการทดสอบจำนวน 1 ครั้ง ใช้ระยะเวลา 30 - 45 นาที ทำการนัดหมายวันเวลาที่อาสาสมัครสะดวก และเริ่มจากการจับฉลากเพื่อจัดลำดับวิธีการทดสอบโดยใช้ SEBT แบบใช้เทปติดบนพื้นหรือใช้ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้นเป็นวิธีแรก และเลือกขาข้างที่ทดสอบอาสาสมัครทุกคนจะได้รับการฝึกการยืนขาไปให้ไกลสุดในแต่ละทิศทางก่อนเริ่มเก็บข้อมูลจริง ภายหลังการทดสอบขาข้างแรกเสร็จให้อาสาสมัครพักนาน 5 นาทีแล้วเริ่มการทดสอบขาอีกข้างด้วยวิธีการเดิม เมื่อทำการทดสอบด้วยวิธีแรกตามที่จับฉลากได้เสร็จ ให้อาสาสมัครพักนาน 10 นาทีก่อนเริ่มการทดสอบอีกวิธีการ งานวิจัยนี้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (COA No. COA64/031) โดยอาสาสมัครมีสิทธิ์ที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ และผู้วิจัยเคารพความเป็นส่วนตัวและการเก็บรักษาความลับของอาสาสมัครผู้รับการวิจัย

การออกแบบ SEBT kit

SEBT kit ได้ถูกออกแบบโดยผู้วิจัย ผลิตด้วยแผ่นพลาสติก (Plaswood) เป็นพลาสติกโฟม ชนิดแข็ง น้ำหนักเบา และคงทน ออกแบบให้สามารถวัดได้ 8 ทิศทาง ได้แก่ ทิศ Anterior (A) ทิศ Anteromedial (AM) ทิศ Medial (M) ทิศ Posteromedial (PM) ทิศ Posterior (P) ทิศ Posterolateral (PL) ทิศ Lateral (L) และทิศ Anterolateral (AL) ในแต่ละทิศแนวเส้นจากจุดศูนย์กลางมีความยาว 100 เซนติเมตร ความละเอียดของความยาวในแต่ละแนวเส้น 1 เซนติเมตร มุมระหว่างทิศเท่ากับ 45 องศา⁽¹²⁾ ในแต่ละแนวเส้นเขียนระบุชื่อทิศทางเพื่อการทดสอบทั้งขาซ้ายและขาขวา SEBT kit ที่พัฒนาขึ้นผ่านกระบวนการประเมินคุณภาพด้านความตรงและประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาและผู้ฝึกสอนจำนวน 3 ท่าน

ผู้วิจัยเตรียม SEBT แบบใช้เทปติดบนพื้นแบบ 8 ทิศทาง⁽¹³⁾ โดยใช้สายวัดที่เทียบสเกลแล้วเท่ากับเครื่องมือที่ใช้วัดสัดส่วนของร่างกาย (Anthropometric measuring set) ที่ได้มาตรฐาน และให้อาสาสมัครจับฉลากเพื่อจัดลำดับการทดสอบว่าจะทดสอบโดยใช้ SEBT แบบใช้เทปติดบนพื้นหรือทดสอบโดยใช้ SEBT kit ที่พัฒนา ก่อนหรือหลัง

การทดสอบ Star excursion balance

การทดสอบความเที่ยงตรงของการวัดระยะที่ขาขึ้นไปแตะและความยาวขาด้วยการวัดซ้ำ ใช้สถิติ Intraclass Correlation Coefficients (ICCs) model 3, 1 (Two-Way Mixed-Effect

model, Consistency) ค่า ICC ของการวัดในทิศ Anterior = 0.98 ทิศ Anteromedial = 0.98 ทิศ Medial = 0.94 ทิศ Posteromedial = 0.94 ทิศ Posterior = 0.91 ทิศ Posterolateral = 0.91 ทิศ Lateral = 0.93 ทิศ Anterolateral = 0.95 และความยาวขา = 0.99

เริ่มการทดสอบโดยการวัดความยาวขาทั้งสองข้าง ให้อาสาสมัครนอนหงายบนเตียง ผ่อนคลาย ผู้วิจัยคลำปุ่มกระดูกแล้วใช้สายวัดวัดระยะจากปุ่มกระดูกสะโพกด้านหน้า (Anterior superior iliac spine; ASIS) ถึงตาตุ่มด้านใน (Medical malleolus) สลับขาอีกข้าง หลังจากนั้นอาสาสมัครทำการยืดกล้ามเนื้อขา กลุ่มงอสะโพก (Hip flexor) เหยียดสะโพก (Hip extensor) กางสะโพก (Hip abductor) หุบสะโพก (Hip adductor) งอเข่า (Knee flexor) เหยียดเข่า (Knee extensor) กระดกข้อเท้าขึ้น (Ankle dorsiflexor) ถีบปลายเท้าลง (Ankle plantar flexor) ก่อนเริ่มการทดสอบ วิธีการทดสอบให้อาสาสมัครปฏิบัติดังนี้ ให้ขาข้างที่ทดสอบเป็นขาข้างที่ยืน ยืนด้วยเท้าเปล่าตรงกึ่งกลางเส้น (Center of grid) มือเท้าสะเอว ยืนขาอีกข้างไปให้ไกลสุด และกลับมาที่ตำแหน่งเริ่มต้นจะต้องสำเร็จภายใน 3 วินาที โดยการยืนขาเริ่มต้นจากทิศ Anterior ทิศ Anteromedial ทิศ Medial ทิศ Posteromedial ทิศ Posterior ทิศ Posterolateral ทิศ Lateral และ ทิศ Anterolateral ตามลำดับ อาสาสมัครทุกคนฝึกการยืนขาไปให้ไกลสุดในแต่ละทิศทางก่อนเริ่มเก็บข้อมูลจริง การทดสอบถูกยกเลิกและต้องทำซ้ำเมื่อในขณะยืนเท้าไปแตะในทิศต่างๆ แล้วเกิดลักษณะดังต่อไปนี้ อาสาสมัครเสียการทรงตัว มือไม่ได้เท้าเอว ส้นเท้าของขาข้างที่ยืนไม่ได้สัมผัสพื้นตลอดเท้าที่เหยียดไปในทิศทางต่างๆ ไม่ได้สัมผัสพื้น มีการลงน้ำหนักของเท้าข้างที่ยืนไป ขาข้างที่ยืนไม่ได้กลับมาที่ตำแหน่งตั้งต้นก่อนการยืนครั้งต่อไป^(4, 13-15) ภายหลังการทดสอบให้อาสาสมัครพักนาน 5 นาทีแล้วเริ่มการทดสอบขาอีกข้างด้วยวิธีการเดิม เมื่อทำการทดสอบด้วยวิธีแรกตามที่จับฉลากได้เสร็จเรียบร้อย ให้อาสาสมัครพักนาน 10 นาทีก่อนเริ่มการทดสอบอีกวิธีการตามรูปแบบเดิม ผู้วิจัยนำค่าที่ได้จากการทดสอบมาทำการ Normalized reach distance ด้วยสูตร $(\text{Reach distance} / \text{Leg length}) \times 100$ ในแต่ละทิศ แยกเป็นขาซ้ายและขาขวา

การประเมินความพึงพอใจ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้น

ผู้วิจัยประเมินความพึงพอใจ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้น โดยให้นักวิทยาศาสตร์การกีฬา ผู้ฝึกสอน นักกีฬา และนักกายภาพบำบัด สังเกตการณ์ขณะผู้อื่นทำการทดสอบ และทำการทดสอบการทรงตัวขณะที่ร่างกายเคลื่อนที่โดยใช้ SEBT ด้วยตนเอง ภายหลังการทดสอบให้ผู้ประเมินตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ และให้ข้อเสนอแนะ การประเมินความพึงพอใจ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้น แบ่งเป็น 5 ประเด็น ได้แก่ 1) ความเหมาะสมของการออกแบบ 2) ความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน และจัดเก็บ 3) ความเรียบร้อย

และสวยงามของอุปกรณ์ 4) ความแข็งแรงทนทาน 5) ความปลอดภัย ขณะทดสอบ แปลผลตามมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert scale)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ความยาวขาซ้าย ความยาวขาขวา และการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้น ใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean $\pm$ SD) การเปรียบเทียบผลของการวัดระหว่างการทดสอบโดยใช้ SEBT แบบใช้เทปติดบนพื้น และโดยใช้ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้น ใช้สถิติ Paired Sample T-Test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาวิจัยการทดสอบโดยการเปรียบเทียบผลของการวัดระหว่างการทดสอบโดยใช้ SEBT แบบใช้เทปติดบนพื้น ซึ่งใช้เป็นมาตรฐานในงานวิจัยที่ใช้วัด^(13, 16-20) และโดยใช้ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้น ในอาสาสมัครจำนวน 60 คน แบ่งเป็น เพศหญิง จำนวน 27 คน คิดเป็น 45.00% และเพศชาย จำนวน 33 คน คิดเป็น 55.00% มีลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ อายุเฉลี่ย 20.72 ± 2.00 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 63.60 ± 12.24 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 1.67 ± 0.08 เมตร ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 22.65 ± 3.78 กิโลกรัม/เมตร² ความยาวขาซ้ายเฉลี่ย 86.98 ± 4.40 เซนติเมตร และความยาวขาขวาเฉลี่ย 86.98 ± 4.51 เซนติเมตร

การทดสอบ Dynamic balance โดยใช้ SEBT แบบใช้เทปติดบนพื้น

การทรงตัวขณะที่ร่างกายเคลื่อนที่ (Dynamic balance) บ่งบอกถึงความสามารถที่จะรักษาให้ร่างกายอยู่ในท่าทรงตัวที่ถูกต้องในขณะที่ร่างกายมีการเคลื่อนที่โดยใช้ SEBT แบบใช้เทปติดบนพื้น ทดสอบความสามารถในการยืนขาเดียวแล้วยืนเท้าไปแตะทั้ง 8 ทิศทาง ทำการทดสอบทั้งขาซ้ายและขาขวา โดยนำค่าที่ได้มาทำการ Normalized reach distance $(\text{Reach distance} / \text{Leg length} \times 100)$ ในแต่ละทิศ แยกเป็นขาซ้ายและขาขวา ผลการทดสอบในแต่ละทิศมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของขาซ้ายและขาขวา ตามลำดับ ดังนี้ ทิศ Anterior เท่ากับ 78.91 ± 7.50 และ 79.13 ± 7.05 ทิศ Anteromedial เท่ากับ 85.02 ± 6.78 และ 86.14 ± 6.45 ทิศ Medial เท่ากับ 88.57 ± 8.05 และ 89.03 ± 6.84 ทิศ Posteromedial เท่ากับ 89.44 ± 9.56 และ 89.11 ± 9.46 ทิศ Posterior เท่ากับ 86.15 ± 10.12 และ 85.07 ± 12.39 ทิศ Posterolateral เท่ากับ 80.06 ± 10.91 และ 80.06 ± 11.89 ทิศ Lateral เท่ากับ 72.25 ± 11.24 และ 71.74 ± 11.91 และ ทิศ Anterolateral เท่ากับ 66.51 ± 9.02 และ 66.36 ± 8.33 ดังแสดงในตารางที่ (Table) 1

Table 1 Comparison of dynamic balance (%) between left and right lower limbs using the tape on the floor

Direction	Left side		Right side	
	Lower - Upper	Mean $\pm$ SD	Lower - Upper	Mean $\pm$ SD
Anterior	57.94 - 91.41	78.91 $\pm$ 7.50	64.26 - 90.38	79.13 $\pm$ 7.05
Anteromedial	64.29 - 100.37	85.02 $\pm$ 6.78	69.08 - 95.67	86.14 $\pm$ 6.45
Medial	69.55 - 108.29	88.57 $\pm$ 8.05	70.68 - 108.01	89.03 $\pm$ 6.84
Posteromedial	67.46 - 118.30	89.44 $\pm$ 9.56	66.27 - 115.83	89.11 $\pm$ 9.46
Posterior	64.68 - 109.98	86.15 $\pm$ 10.12	54.22 - 112.66	85.07 $\pm$ 12.39
Posterolateral	57.61 - 102.07	80.06 $\pm$ 10.91	54.31 - 104.37	80.06 $\pm$ 11.89
Lateral	53.18 - 92.46	72.25 $\pm$ 11.24	42.57 - 92.87	71.74 $\pm$ 11.91
Anterolateral	43.02 - 85.89	66.51 $\pm$ 9.02	47.68 - 84.63	66.36 $\pm$ 8.33

การทดสอบ Dynamic balance โดยใช้ SEBT แบบใช้ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้น

ทำการทดสอบการทรงตัวขณะที่ร่างกายเคลื่อนที่ โดยใช้ SEBT เหมือนกับแบบใช้เทปติดบนพื้น แต่ให้อาสาสมัครทำการทดสอบบน SEBT kit ที่พัฒนาขึ้น แล้วนำค่าที่ได้มาทำการ Normalized reach distance (Reach distance/Leg length $\times$ 100) ในแต่ละทิศ แยกเป็นขาซ้ายและขาขวา ผลการทดสอบในแต่ละทิศมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของขาซ้ายและขาขวา ตามลำดับ ดังนี้ ทิศ Anterior เท่ากับ 79.83 $\pm$ 7.05

และ 79.14 $\pm$ 7.36 ทิศ Anteromedial เท่ากับ 85.49 $\pm$ 6.38 และ 85.45 $\pm$ 7.32 ทิศ Medial เท่ากับ 88.70 $\pm$ 7.50 และ 88.82 $\pm$ 7.99 ทิศ Posteromedial เท่ากับ 89.28 $\pm$ 8.52 และ 89.56 $\pm$ 9.24 ทิศ Posterior เท่ากับ 86.07 $\pm$ 10.28 และ 86.65 $\pm$ 10.10 ทิศ Posterolateral เท่ากับ 81.12 $\pm$ 10.78 และ 81.22 $\pm$ 10.92 ทิศ Lateral เท่ากับ 72.59 $\pm$ 10.23 และ 73.16 $\pm$ 10.75 และ ทิศ Anterolateral เท่ากับ 67.37 $\pm$ 9.08 และ 66.65 $\pm$ 9.18 ดังแสดงในตารางที่ (Table) 2

Table 2 Comparison of dynamic balance (%) between left and right lower limbs using the developed SEBT kit

Direction	Left side		Right side	
	Lower - Upper	Mean $\pm$ SD	Lower - Upper	Mean $\pm$ SD
Anterior	63.89 - 102.05	79.83 $\pm$ 7.05	62.72 - 98.90	79.14 $\pm$ 7.36
Anteromedial	71.83 - 100.42	85.49 $\pm$ 6.38	71.79 - 100.42	85.45 $\pm$ 7.32
Medial	72.62 - 107.38	88.70 $\pm$ 7.50	72.59 - 105.77	88.82 $\pm$ 7.99
Posteromedial	72.92 - 110.24	89.28 $\pm$ 8.52	70.28 - 115.71	89.56 $\pm$ 9.24
Posterior	67.46 - 109.06	86.07 $\pm$ 10.28	61.45 - 112.64	86.65 $\pm$ 10.10
Posterolateral	60.08 - 99.07	81.12 $\pm$ 10.78	55.82 - 98.90	81.22 $\pm$ 10.92
Lateral	52.38 - 89.63	72.59 $\pm$ 10.23	49.80 - 92.36	73.16 $\pm$ 10.75
Anterolateral	46.41 - 83.84	67.37 $\pm$ 9.08	51.05 - 86.45	66.65 $\pm$ 9.18

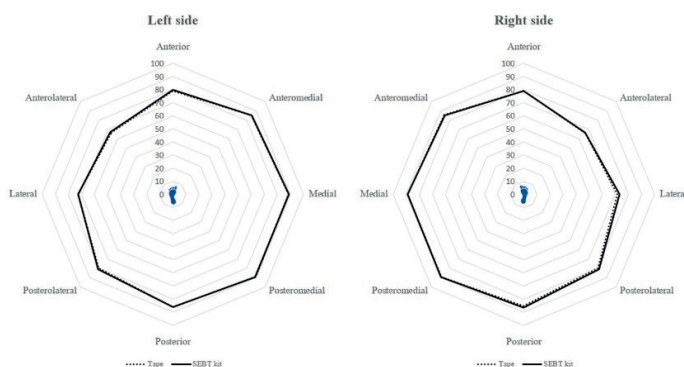
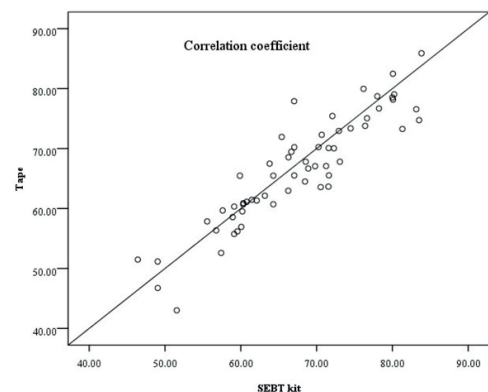
การเปรียบเทียบผลของการวัดระหว่างการทดสอบโดยใช้ SEBT แบบใช้เทปติดบนพื้นและโดยใช้ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้น

จากผลการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบผลของการวัดระหว่างการทดสอบโดยใช้ SEBT แบบใช้เทปติดบนพื้นและโดยใช้ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้น ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ของขาซ้ายและขาขวาในทุกทิศทาง ดังแสดงในตารางที่ (Table) 3 ภาพที่ (Figure) 1 และกราฟแสดงค่า

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ อยู่ในช่วง 0.71 - 0.91 ดังแสดงในภาพที่ (Figure) 2 แสดงว่าผลของการวัดระหว่างการทดสอบโดยใช้ SEBT แบบใช้เทปติดบนพื้นและโดยใช้ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้นมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกคือ เมื่อผลของการทดสอบโดยใช้ SEBT แบบใช้เทปติดบนพื้นในทิศแต่ละทิศเพิ่มขึ้นหรือลดลง ผลของการวัดระหว่างการทดสอบโดยใช้ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้นในทิศเดียวกันนั้นจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงด้วยทั้งขาซ้ายและขาขวา

Table 3 Comparison of dynamic balance (%) between using the floor-mounted tape-based and using the developed SEBT kit

Direction	Left side			Right side		
	Tape	SEBT Kit	p-value	Tape	SEBT Kit	p-value
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD		Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	
Anterior	78.91 $\pm$ 7.50	79.83 $\pm$ 7.05	0.208	79.13 $\pm$ 7.05	79.14 $\pm$ 7.36	0.978
Anteromedial	85.02 $\pm$ 6.78	85.49 $\pm$ 6.38	0.351	86.14 $\pm$ 6.45	85.45 $\pm$ 7.32	0.218
Medial	88.57 $\pm$ 8.05	88.70 $\pm$ 7.50	0.854	89.03 $\pm$ 6.84	88.82 $\pm$ 7.99	0.734
Posteromedial	89.44 $\pm$ 9.56	89.28 $\pm$ 8.52	0.799	89.11 $\pm$ 9.46	89.56 $\pm$ 9.24	0.552
Posterior	86.15 $\pm$ 10.12	86.07 $\pm$ 10.28	0.930	85.07 $\pm$ 12.39	86.65 $\pm$ 10.10	0.080
Posterolateral	80.06 $\pm$ 10.91	81.12 $\pm$ 10.78	0.105	80.06 $\pm$ 11.89	81.22 $\pm$ 10.92	0.185
Lateral	72.25 $\pm$ 11.24	72.59 $\pm$ 10.23	0.655	71.74 $\pm$ 11.91	73.16 $\pm$ 10.75	0.114
Anterolateral	66.51 $\pm$ 9.02	67.37 $\pm$ 9.08	0.084	66.36 $\pm$ 8.33	66.65 $\pm$ 9.18	0.114

**Figure 1** Comparison of dynamic balance (%) using the tape on the floor and the developed SEBT kit between left and right lower limbs**Figure 2** Show the correlation coefficient between using the developed kit and the floor-mounted tape-based SEBT

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้น

ให้ผู้ประเมิน จำนวน 6 คน สังเกตการณ์ขณะผู้อื่นทำการทดสอบ และทำการทดสอบการทรงตัวขณะที่ร่างกายเคลื่อนที่โดยใช้ SEBT ด้วยตนเอง ภายหลังการทดสอบให้ผู้ประเมินตอบแบบสอบถามความพึงพอใจและให้ข้อเสนอแนะ ผลการประเมินความพึงพอใจ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้น แปลผลตามมาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert scale) มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังนี้ 1) ความเหมาะสมของการออกแบบ เท่ากับ 4.67 ± 0.52 อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด 2) ความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน และจัดเก็บ เท่ากับ 5.00 ± 0.00 อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด 3) ความเรียบร้อย และสวยงามของอุปกรณ์ เท่ากับ 5.00 ± 0.00 อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด 4) ความแข็งแรงทนทาน เท่ากับ 4.83 ± 0.41 อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด และ 5) ความปลอดภัยขณะทดสอบ เท่ากับ 4.83 ± 0.41 อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ เพื่อพัฒนาเครื่องมือทดสอบความสามารถในการทรงตัวขณะที่ร่างกายเคลื่อนที่ จากผลการวิจัยพบว่า 1) การนำไปใช้งานเพื่อทดสอบ Dynamic balance จากผลการทดสอบ Dynamic balance โดยใช้ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้นนี้เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดสอบแบบใช้เทปติดบนพื้นไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ของชายชายและชาวนาในทุกทิศทาง แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้ชุดทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้แทนแบบใช้เทปติดบนพื้นได้ และเมื่อนำข้อมูลทั้งแบบใช้เทปติดบนพื้นกับชุดทดสอบที่พัฒนาขึ้นหาค่าความสัมพันธ์พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง 0.71 - 0.91 ซึ่งถือว่า การทดสอบโดยใช้ SEBT แบบใช้เทปติดบนพื้นกับโดยใช้ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้น มีความสัมพันธ์ระดับสูงถึงสูงมากและเป็นไปในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อพิจารณาผลการทดสอบ Dynamic balance (%) ที่ได้พบว่า

การยืนขาไปแต่ละในทิศ Posteromedial กับทิศ Medial ได้ค่าที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับทิศอื่น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Gribble & Hertel⁽²¹⁾ และ Lanning, et al.⁽²²⁾ แสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนไหวในทิศนี้ทำให้ร่างกายสามารถรักษาคจุดศูนย์กลาง (Center of gravity) ให้อยู่เหนือฐานรองรับ (Base of support)⁽¹²⁾ ได้ดีที่สุด และทิศ Anterolateral ได้ค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับทิศอื่น⁽²¹⁾

นอกจากนั้น ในเชิงกายภาพที่เกี่ยวกับวัสดุและความคงทนของชุดทดสอบ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้นนี้ การใช้แผ่นพลาสติกหรือแผ่นพีวีซีโฟมซึ่งเป็นแผ่นพีวีซีชนิดแข็ง ใช้ทดแทนไม่เป็นการช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม โดยคุณสมบัติของแผ่นพลาสติก มีความแข็งแรงสามารถรองรับน้ำหนักของอาสาสมัครในขณะทดสอบได้โดยไม่ยุบ ทนทาน ทนต่อความชื้นหรือน้ำไม่บวมพอง ป้องกันรอยขีดข่วน และไม่สกปรก ทำให้มีอายุการใช้งานได้นาน⁽²³⁾ ราคาไม่แพงและหาซื้อได้ง่าย จึงเห็นได้ว่าชุดทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ในการทดสอบ Dynamic balance ได้ นอกจากนี้ยังใช้งานได้ง่ายสะดวก และมีความแข็งแรงทนทาน 2) ในการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ SEBT kit ที่พัฒนาขึ้น ตามมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert scale) พบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดทุกข้อ และเมื่อประเมินโดยภาพรวมของความพึงพอใจรวมโดยไม่แยกข้อมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.87 ± 0.14 ซึ่งก็คือ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ในด้านความสะดวกในการติดตั้งการใช้งาน และการจัดเก็บ คะแนนความพึงพอใจมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.00 ± 0.00 ซึ่งก็คือ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับแบบใช้เทปติดบนพื้นนั้น ชุดทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้ใช้เวลาในการติดตั้งและจัดเก็บได้เร็วกว่ามาก เนื่องจากใช้เวลาเพียงแค่วางแผ่นพลาสติกลงบนพื้นเมื่อต้องการใช้งานและยกแผ่นพลาสติกเก็บเมื่อเลิกใช้งาน และเมื่อเปรียบเทียบการใช้งาน ชุดทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้ใช้เวลาในการทดสอบได้สะดวกและรวดเร็วกว่า เนื่องจากสเกลและตัวเลขที่อยู่บนแผ่นพลาสติกมีขนาดใหญ่สามารถเห็นได้ชัดเจนในระยะ 1 - 2 เมตร แต่อาจไม่สะดวกสำหรับการพกพาเนื่องจากแผ่นพลาสติกมีขนาดใหญ่ 3) ต้นทุนการผลิต ชุดทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้มีต้นทุนการผลิตเพียงแค่ 2,000 บาท เมื่อเทียบกับเครื่องมือที่ขายในต่างประเทศถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่ามาก ดังนั้นจึงเหมาะสมที่นำไปประยุกต์ใช้ในหน่วยงานที่ไม่มีเครื่องมือ

โดยสรุป ชุดทดสอบการทรงตัวก้าวขาตามแนวเส้นรูปดาว (SEBT kit) ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถใช้ทดสอบได้เหมือนกับการทดสอบโดยใช้ SEBT แบบใช้เทปติดบนพื้น ดังนั้น ชุดทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ทดสอบการทรงตัวขณะที่ยืนที่เคลื่อนที่ (Dynamic balance) ได้

ข้อเสนอแนะ

ชุดทดสอบการทรงตัวก้าวขาตามแนวเส้นรูปดาว (SEBT kit) ที่พัฒนาขึ้นนี้ ยังเป็นแผ่นขนาดใหญ่ ไม่สะดวกในการพกพา ควรปรับขนาดให้สะดวกในการพกพาและแยกชิ้นได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์การฟื้นฟูและการเคลื่อนไหว คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำวิจัย และสถานที่ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล และขอขอบพระคุณอาสาสมัครทุกท่านที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่ง

เอกสารอ้างอิง

- McMillan IR, Carin-Levy G. Tyldesley & Grieve's muscles, nerves and movement in human occupation (Fourth edition). Oxford: Wiley Blackwell; 2012.
- Kinzey SJ, Armstrong CW. The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. J Orthop Sports Phys Ther 1998; 27(5): 356-60.
- Hertel J, Miller SJ, Denegar CR. Intratester and intertester reliability during the star excursion balance tests. J Sport Rehabil 2000; 9(2): 104-116.
- Miller T. NSCA's Guide to tests and assessments. Champaign: Human Kinetics; 2012.
- Chaiwanichsiri D, Lorprayoon E, Noomano L. Star excursion balance training: effects on ankle functional stability after ankle sprain. J Med Assoc Thai 2005; 88(Suppl 4): S90-4.
- Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins B. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. N Am J Sports Phys Ther 2009; 4(2): 92-99.
- Pollock KM. The star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school football players [dissertation]. [Toledo (OH)]: University of Toledo, College of Health Sciences; 2010.
- 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 Athl Train 2012; 47(3): 339-357.

9. Movement Assessment Technologies. Movement Assessment Tool™ [Internet]. 2014 [cited 2019 April 11]. Available from: <https://www.matassessment.com/store/zRV53t5x>
10. Perform Better. FMS Y-Balance Test Kit [Internet]. - [cited 2019 April 11]. Available from: <https://www.performbetter.com/FMS-Y-Balance-Test-Kit>
11. Powden CJ, Dodds TK, Gabriel EH. The reliability of the star excursion balance test and lower quarter Y-balance test in healthy adults: a systematic review. *Int J Sports Phys Ther* 2019; 14(5): 683-694.
12. Olmsted LC, Carcia CR, Hertel J, SJ Shultz. Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *J Athl Train* 2002; 37(4): 501-506.
13. Uebayashi K, Akasaka K, Tamura A, Otsudo T, Sawada Y, Okubo Y, Hall T. Characteristics of trunk and lower limb alignment at maximum reach during the star excursion balance test in subjects with increased knee valgus during jump landing. *PLoS One* 2019; 14(1): e0211242.
14. Toiem K, Phonsrithi C, Boonchuay N, Nacharoen P, Tantarawongsa P, Somthavil S, Boonyarom O, Srisupornkornkool K. Effect of functional balance training on dynamic postural control in those who wear high-heeled shoes. *Chula Med J* 2018; 62(5): 843-858. (in Thai)
15. Somthavil S, Boonyarom O, Srisupornkornkool K, Toiem K, Phonsrithi C, Boonchuay N, Nacharoen P, Tantarawongsa P. The effect of functional balance training on the balancing abilities of those who wear high-heeled shoes. *Songklanakarin J Sci Technol* 2019; 41(6): 1260-1266.
16. Armstrong R, Brogden CM, Milner D, Norris D, Greig M. The influence of fatigue on star excursion balance test performance in dancers. *J Dance Med Sci* 2018; 22(3): 142-147.
17. Bhanot K, Kaur N, Brody LT, Bridges J, Berry DC, Ode JJ. Hip and trunk muscle activity during the star excursion balance test in healthy adults. *J Sport Rehabil* 2019; 28(7): 682-691
18. Gkrilias P, Zavvos A, Fousekis K, Billis E, Matzaroglou C, Tsepis E. Dynamic balance asymmetries in pre-season injury-prevention screening in healthy young soccer players using the modified star excursion balance test-a pilot study. *J Phys Ther Sci* 2018; 30(9): 1141-1144.
19. Jaber H, Lohman E, Daher N, Bains G, Nagaraj A, Mayekar P, Shanbhag M, Alameri M. Neuromuscular control of ankle and hip during performance of the star excursion balance test in subjects with and without chronic ankle instability. *PLoS One* 2018; 13(8): e0201479.
20. López-Plaza D, Juan-Recio C, Barbado D, I Ruiz-Pérez, FJ Vera-Garcia. Reliability of the star excursion balance test and two new similar protocols to measure trunk postural control. *PM&R* 2018; 10(12): 1344-1352.
21. Gribble PA, Hertel J. Considerations for normalizing measures of the star excursion balance test. *Meas Phys Educ Exerc Sci* 2003; 7(2): 89-100.
22. Lanning CL, Uhl TL, Ingram CL, Mattacola CG, English T, Newsom S. Baseline values of trunk endurance and hip strength in collegiate athletes. *J Athl Train* 2006; 41(4): 427-434.
23. Dechakaneewong T. The study on plastwood printmaking. *AJNU* 2020; 11(2): 224-237. (In Thai)