

ความน่าเชื่อถือภายในและระหว่างผู้ประเมินของกระบวนการวัดองศาการเคลื่อนไหวของ หลังส่วนล่างโดยใช้เครื่องมือ BROM II

Intra and inter-rater reliability of the lumbar range of motion procedure using back range of
motion instrument (BROM II)

พิชญา ลีวัฒนานุกุล, อติษฐ์ จิระเดชนันท์*

Phitchaya Leevattananukool, Adit Chiradejnant*

ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

บทคัดย่อ

ที่มาและความสำคัญ : Back range of motion instrument™ (BROM II) (Performance Attainment Associates, Roseville, Minn) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังได้ในทุกทิศทาง เมื่อพิจารณาถึงกระบวนการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังในแต่ละการศึกษานั้นพบว่า ขั้นตอนของกระบวนการวัดองศา การฝึกการใช้เครื่องมือของผู้ประเมิน และคำอธิบายวิธีการหาตำแหน่งอ้างอิงในการวางเครื่องมือ BROM II ไม่ชัดเจน จึงทำให้การศึกษาถึงความน่าเชื่อถือในการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างโดยใช้ BROM II มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นในการวัดช่วงการเคลื่อนไหวในบางทิศทางที่มีค่าสูง

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาความน่าเชื่อถือภายในและระหว่างผู้ประเมินของกระบวนการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างโดยใช้เครื่องมือ BROM II

วิธีการวิจัย: ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้งสิ้น 20 คน (ชาย 10 คนและ หญิง 10 คน) และผู้ประเมิน 2 คน ดูปฏิบัติโอขนาดความยาวประมาณ 4 นาที ประกอบด้วย 3 ตอน คือ (1) การหาตำแหน่งอ้างอิง (2) การกำหนดตำแหน่งท่าทางเริ่มต้น และ (3) การระบุคำสั่งและแสดงท่าทางการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่าง จากนั้นจึงหาตำแหน่งอ้างอิงและกำหนดตำแหน่งท่าทางเริ่มต้น และการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างจำนวน 6 ทิศทาง โดยให้คำสั่งในการทำเคลื่อนไหวที่ชัดเจน เป็นจำนวน 4 ครั้ง สลับกันระหว่างผู้ประเมิน 2 คน โดยการทดสอบทางสถิติใช้แบบจำลอง ICC_(3,1) ในการหาความ

น่าเชื่อถือภายในตัวผู้ประเมินและใช้แบบจำลอง ICC_(2,1) ในการหาความน่าเชื่อถือระหว่างตัวผู้ประเมิน

ผลการวิจัย: จากการศึกษาพบว่าความน่าเชื่อถือของกระบวนการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังโดยใช้เครื่องมือ BROM II อยู่ในระดับดีในทุกทิศทาง โดยพบความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้ประเมินคนที่ 1 และ 2 [ICC_(3,1)] อยู่ระหว่าง 0.81 ถึง 0.97 และพบความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน [ICC_(2,1)] อยู่ระหว่าง 0.77 ถึง 0.88

สรุปผล: กระบวนการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างโดยใช้เครื่องมือ BROM II ที่มีการปรับปรุงกระบวนการ พบว่ามีความน่าเชื่อถือในระดับดีในทุกทิศทาง โดยกระบวนการดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในงานวิจัยเกี่ยวกับการวัดการเปลี่ยนแปลงของช่วงการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างได้

คำสำคัญ: การวัดพิสัยการเคลื่อนไหว, BROM II, ความน่าเชื่อถือ, กระดูกสันหลังระดับเอว, พิสัยการเคลื่อนไหว

ABSTRACT

Background: Back range of motion instrument™ (BROM II) (Performance Attainment Associates, Roseville, Minn) has been used to investigate the lumbar range of motions (LROM) in all directions. In consideration of the difference in LROM procedures, it has been noted that there would be some errors in ROM measurement including lack of practice to using the BROM II in a standardized

*Corresponding author: Adit Chiradejnant, Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, Chulalongkorn University, Thailand. Email: adit.c@chula.ac.th, aditjira@gmail.com

protocol, lack of ability to identify reference points and lack of the consistent verbal instructions. So, reliability of BROM II was high intra and inter tester reliability in some directions.

Objective: To investigate the intra- and inter-rater reliability of the use of BROM II to measure LROM.

Methods: Twenty healthy participants (10 women and 10 men) and 2 raters participated in this study. Prior to the measurement, all participants were asked to watch a 4-minute video clip. The video clip consisted of 3 parts; (1) finding reference points, (2) starting position and movements and (3) consistent verbal instruction. The participants have then marked the reference points and set the starting positions by the raters. The participants were asked to move the lumbar spine in six directions with the consistent verbal instruction for 4 trials alternating between 2 raters. Data regarding the LROM were kept for further analysis using Intraclass correlation coefficients ($ICC_{(3,1)}$ and $ICC_{(2,1)}$).

Results: The results of this study showed that the intra-rater reliability [$ICC_{(3,1)}$] and inter-rater reliability [$ICC_{(2,1)}$] were high ranging from 0.81 to 0.97 and 0.77 to 0.88, respectively.

Conclusion: The LROM procedure obtained by BROM II was found to be reliable and suitable for research. The results from this study may provide useful information for design the protocol of the LROM measurement using BROM II.

Keywords: Range of motion procedure, BROM II, Reliability, Lumbar spine, Range of motion

บทนำ

การวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างนั้นเป็นวิธีการที่นักกายภาพบำบัดใช้ประเมินช่วงการเคลื่อนไหวในทางคลินิกและงานวิจัย โดยการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างนั้นมีหลายวิธี เช่น การใช้สายวัด¹⁻³ ไม้บรรทัดโค้ง (flexible ruler)⁴⁻⁶ เครื่องวัดมุม (goniometer)^{7,8} มาตราวัดการเอียงตัว (inclinometer)^{8,9} และการใช้เครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลัง (back range of motion instrument หรือ BROM II)^{3,8,10} เป็นต้น โดยวิธีการวัดดังกล่าวจะสามารถจำแนกวิธีการวัดช่วงการเคลื่อนไหวได้เป็น 2 ประเภทนั่นคือ การวัดช่วงการเคลื่อนไหวทางอ้อม (indirect measurement method) และการวัดช่วงการเคลื่อนไหวทางตรง (direct measurement method)¹¹

วิธีการวัดช่วงการเคลื่อนไหวทางอ้อมเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกในการวัดทางคลินิกและงานวิจัย โดยการวัดนั้นจะใช้สายวัดวัดระยะห่างระหว่างตำแหน่งอ้างอิง 2 ตำแหน่ง โดยจะมีการกำหนดตำแหน่งอ้างอิงที่ตำแหน่งกระดูกสันหลังส่วนกระเบนเหน็บข้อที่ 2 (sacral bone level 2) และ ตำแหน่งกระดูกสันหลังระดับเอวข้อที่ 1 (lumbar bone level 1)^{1,2} เปรียบเทียบในท่าตั้งต้นและท่าที่มีการเคลื่อนไหวไปในทิศทางต่างๆ ได้แก่ ก้มหลัง และแอ่นหลัง ถึงแม้ว่าวิธีการวัดช่วงการเคลื่อนไหวด้วยสายวัดนั้นเป็นวิธีการที่ง่ายและมีค่าใช้จ่ายที่น้อย¹² แต่การวัดช่วงการเคลื่อนไหวด้วยวิธีดังกล่าวมีข้อจำกัดคือ การวัดเป็นการวัดการยืดยาวออกของผิวหนังที่ตอบสนองต่อการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลัง^{2,3} ซึ่งทำให้ค่าที่ได้อาจคลาดเคลื่อนไปจากองศาการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังที่ทำได้จริง โดยมีการศึกษาค่าความตรงเชิงสัมพันธ์ตามเกณฑ์ (criterion-related validity) ในการเปลี่ยนแปลงระยะดังกล่าวกับการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังจากการถ่ายภาพทางรังสีวิทยา (X-ray) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.67¹ นอกเหนือจากนี้การวัดช่วงการเคลื่อนไหวด้วยสายวัดนั้นยังมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถวัด

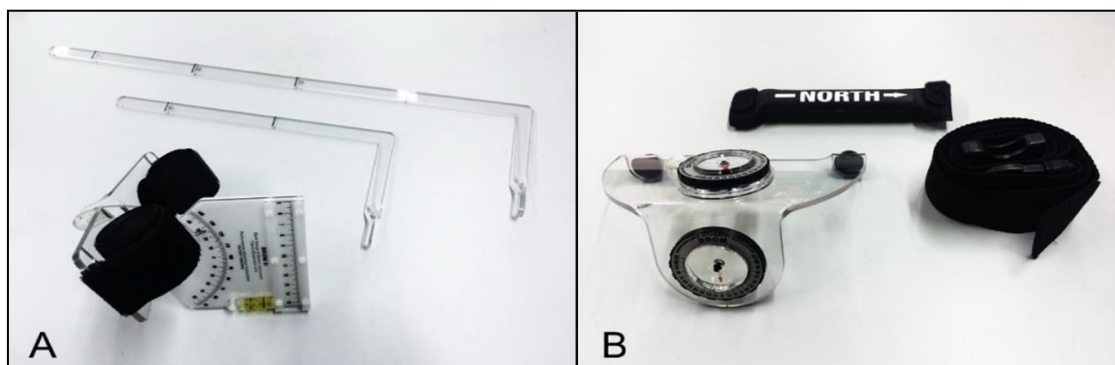
ในทิศทางการเอียงตัวและหมุนตัวได้ ทำให้ไม่สามารถแสดงถึงการเคลื่อนไหวที่แท้จริงของกระดูกสันหลังส่วนเอวได้ทั้งหมด จากข้อจำกัดดังกล่าวร่วมกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่อยู่ในระดับปานกลางเป็นเหตุให้วิธีการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างด้วยสายวัดไม่นิยมใช้ในงานวิจัย

วิธีการวัดช่วงการเคลื่อนไหวทางตรงเป็นการวัดที่สะท้อนการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างจริงๆ โดยมีการใช้อุปกรณ์ในการวัดหลายชนิด เช่น การใช้ไม้บรรทัดโค้ง เครื่องวัดมุม และมาตรวัดการเอียงตัว เป็นต้น ซึ่งทั้ง 3 ชนิดนั้น มีการกำหนดตำแหน่งอ้างอิงที่ตำแหน่งกึ่งกลางของกระดูกสันหลังระดับข้อที่ 12 (spinous process of thoracic spine level 12) และกระดูกสันหลังส่วนกระเบนเหน็บข้อที่ 2 (sacral bone level 2) และสามารถบันทึกช่วงการเคลื่อนไหวออกมาเป็นองศาการเคลื่อนไหว แต่การวัดโดยใช้ทั้ง 3 วิธียังมีข้อจำกัดในการวัดดังนี้ การวัดด้วยไม้บรรทัดโค้ง แม้ว่าจะมีค่าความตรงเชิงสัมพันธ์ตามเกณฑ์ของเครื่องมือดังกล่าวกับการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังจากการถ่ายภาพทางรังสีวิทยามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง (0.81-0.87)¹³ แต่การวัดองศาการเคลื่อนไหวนี้มีข้อจำกัดที่ไม่แตกต่างจากการใช้สายวัดและยังมีความยุ่งยากเนื่องจากต้องระมัดระวังไม่ให้ไม้บรรทัดโค้งมีรูปร่างเปลี่ยนไปขณะยกออกจากกระดูกสันหลัง¹⁴ อีกทั้งใช้เวลาค่อนข้างมาก

ในขณะที่จากความตรงเชิงสัมพันธ์ตามเกณฑ์

ของการใช้เครื่องวัดมุมและมาตรวัดการเอียงตัวพบว่ามีการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังจากการถ่ายภาพทางรังสีวิทยา ซึ่งจากการใช้เครื่องวัดมุม แม้ว่าจะเป็นวิธีการที่สามารถประเมินได้เร็ว⁸ แต่จากค่าความตรงเชิงสัมพันธ์ตามเกณฑ์ของเครื่องมือพบว่ายังมีบางทิศทางที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากเครื่องมือที่ใช้ในการวัดไม่ได้สัมผัสกับผิวหนังของผู้ถูกวัดโดยตรง จึงอาจส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ง่าย¹⁷ และยากในการควบคุมการเคลื่อนไหวทดแทนที่เกิดขึ้น^{7,8} อีกทั้งวิธีการวัดองศาการเคลื่อนไหวทั้ง 3 วิธีดังที่กล่าวมาในข้างต้นนั้น ไม่สามารถวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังได้ในทุกทิศทาง

ด้วยหลักการวัดช่วงการเคลื่อนไหวด้วยเครื่องวัดมุมและมาตรวัดการเอียงตัวเป็นวิธีการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างซึ่งมีค่าความตรงเชิงสัมพันธ์ตามเกณฑ์ที่สูง จึงมีการนำหลักการดังกล่าวมาใช้ในการวัดองศาการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังในงานวิจัย โดยมีการพัฒนาเครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลัง หรือ BROM II^{TM 3, 10, 18} ซึ่งสามารถใช้วัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังได้ในทุกทิศทาง⁹ และสามารถวัดได้จริงทางคลินิก อีกทั้งยังมีราคาไม่แพง โดยเครื่องมือดังกล่าวประกอบด้วย อุปกรณ์พลาสติกจำนวน 2 ชุด โดยในชุดแรกใช้สำหรับวัดการก้มหลังและแอ่นหลัง (รูปที่ 1A) และชุดที่สองใช้สำหรับวัดการเอียงตัวและการหมุนตัว (รูปที่ 1B)



รูปที่ 1 BROM II: A แสดงถึงอุปกรณ์สำหรับวัดการก้มหลังและแอ่นหลัง, B แสดงถึงอุปกรณ์สำหรับวัดการเอียงตัวและการหมุนตัว

ในปัจจุบันมีงานวิจัยหลายงาน^{8, 10, 19-21} ที่ศึกษาเกี่ยวกับค่าความตรงเชิงสัมพันธ์ตามเกณฑ์และความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ (reliability) ในการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างโดยใช้ BROM II ซึ่งพบว่าค่าความตรงเชิงสัมพันธ์ตามเกณฑ์ของเครื่องมือดังกล่าวกับการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังจากการใช้มาตรวัดการเอียงตัวมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.78²¹ และค่าความน่าเชื่อถือของการใช้ BROM II มีค่าระหว่าง 0.35-0.95^{8, 10, 19, 20} โดยพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นในการวัดช่วงการเคลื่อนไหวมีเพียงบางทิศทางที่มีค่าสูงเท่านั้น เช่น จากการศึกษาของ Breum และคณะ¹⁰ พบว่า BROM II เป็นเครื่องมือที่มีความน่าเชื่อถือภายในและระหว่างผู้ประเมินในการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังในท่าก้มหลังเท่ากับ 0.91 และ 0.77 ตามลำดับ และเอียงตัวไปทางด้านข้างเท่ากับ 0.91 และ 0.85 ตามลำดับ ในขณะที่การศึกษาของ Kachingwe และ Phillips⁸ พบว่าการใช้ BROM II มีความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้ประเมินในการวัดในท่าก้มหลังอยู่ในช่วง 0.79-0.84 และเอียงตัวไปทางด้านข้างอยู่ในช่วง 0.83-0.85 และจากการศึกษาของ Madson และคณะ¹⁹ พบว่าการใช้ BROM II มีความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้ประเมินในการวัดในท่าเอียงตัวไปทางด้านข้างอยู่ในช่วง 0.91-0.95 และการหมุนตัวอยู่ในช่วง 0.88-0.93

เมื่อพิจารณาถึงกระบวนการวัดนั้นพบว่ากระบวนการการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างในการศึกษาที่ผ่านมา พบความแตกต่างกันซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดความคลาดเคลื่อนในกระบวนการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่าง ที่ส่งผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของค่าที่วัดได้และค่าความน่าเชื่อถือในการวัด เช่น (i) ผู้วิจัยไม่ได้ระบุรายละเอียดวิธีการฝึกการใช้เครื่องมือที่ชัดเจน อีกทั้งไม่ได้ให้ผู้วิจัยทำการฝึกการวัดก่อนดำเนินการวิจัย^{10, 19} (ii) การหาตำแหน่งอ้างอิงในการวางเครื่องมือ BROM II ยังไม่มีการอธิบายที่ชัดเจน¹⁰ และ (iii) แม้ว่าจะมีการระบุเกี่ยวกับการใช้

คำสั่งในการเคลื่อนไหวที่เหมือนกัน (consistent verbal instruction)⁸ แต่ในรูปแบบของการสื่อสารถึงการเคลื่อนไหวอาจมีความคลาดเคลื่อนจากอาสาสมัครคนหนึ่งสู่อีกคนหนึ่ง โดยปัจจัยที่สำคัญเหล่านี้อาจส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนของการวัดการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่าง เป็นเหตุให้ความน่าเชื่อถือในการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างด้วยเครื่องมือดังกล่าวมีค่าสูงเพียงบางทิศทาง^{8, 10, 19} โดยจากข้อมูลที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่ากระบวนการวัดเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลต่อค่าความน่าเชื่อถือของการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลัง

โดยการศึกษาที่ได้มีการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการวัดเพื่อควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวมาในข้างต้นคือ มีการกำหนดวิธีการหาตำแหน่งอ้างอิงที่ชัดเจน รวมถึงเปิดโอกาสให้ผู้วัดและผู้เข้าร่วมงานวิจัยทำความเข้าใจในการทำการเคลื่อนไหว โดยการใช้สื่อเป็นภาพเคลื่อนไหวและมีการกำหนดการให้คำสั่งในการทำการเคลื่อนไหวที่ชัดเจน โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความน่าเชื่อถือภายในและระหว่างผู้ประเมินของกระบวนการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างโดยใช้เครื่องมือ BROM II

วิธีการวิจัย

ผู้ประเมิน

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นรูปแบบการวิจัยแบบการวัดซ้ำ (test-retest reliability study) โดยหาอาสาสมัครที่เป็นนักกายภาพบำบัดซึ่งมีประสบการณ์ทางคลินิกอย่างน้อย 1 ปี ในคณะสหเวชศาสตร์จำนวน 2 คน โดยจะเรียกอาสาสมัคร 2 คนนี้ว่า ผู้ประเมิน ผู้ประเมินจะได้รับข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ BROM II อีกทั้งก่อนการเก็บข้อมูล ผู้ประเมินได้ดูคลิปวิดีโอที่อธิบายถึงขั้นตอนและกระบวนการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างโดยใช้ BROM II และให้ผู้ประเมินฝึกการใช้ BROM II และกระบวนการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างโดยใช้เครื่องมือ BROM II จนคุ้นเคย

ผู้เข้าร่วมงานวิจัย

ผู้เข้าร่วมงานวิจัยในงานวิจัยนี้เป็นอาสาสมัครสุขภาพดีที่ได้มาจากการการสุ่มตามความสะดวก (convenience sampling) จากนิสิตหรือบุคลากร คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีอายุระหว่าง 20-55 ปี โดยมีเกณฑ์การคัดเข้าได้แก่ ไม่มีอาการปวดหลังส่วนล่างในขณะที่ทำการวัด และไม่เคยมีประวัติการผ่าตัดที่กระดูกสันหลังมาก่อน หากผู้เข้าร่วมงานวิจัยประสงค์ที่จะขอยุติในขั้นตอนต่างๆ ของงานวิจัย สามารถแจ้งกับผู้วิจัยได้ทันที

จำนวนผู้เข้าร่วมงานวิจัยอ้างอิงจากการศึกษาของ Bujang และ Baharum²² โดยกำหนดตัวแปรดังต่อไปนี้ ผู้วัดจำนวน 2 คน ค่าการวัดซ้ำ (acceptable reliability) เท่ากับ 0.70 ค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูล (power) เท่ากับ 0.80 และค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับแอลฟา (alpha) เท่ากับ 0.05 สามารถคำนวณจำนวนผู้เข้าร่วมงานวิจัยได้ 10 คน ดังนั้นในการศึกษานี้จะกำหนดขนาดผู้เข้าร่วมงานวิจัยจำนวน 20 คน เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยมีความน่าเชื่อถือ การศึกษานี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรม จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตามเอกสารเลขที่ 162.1/61

กระบวนการวัดองค์การเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่าง

ในงานวิจัยนี้ได้มีการจัดทำคู่มือเพื่อให้ผู้ประเมินและผู้เข้าร่วมงานวิจัยทำความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการวัดช่วงการเคลื่อนไหวทั้งหมด โดยมีความยาวประมาณ 4 นาที ประกอบด้วย 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 แสดงการหาตำแหน่งอ้างอิงเป็นเวลาประมาณ 1 นาที ตอนที่ 2 แสดงการกำหนดตำแหน่งท่าทางเริ่มต้นเป็นเวลาประมาณ 1 นาที และในตอนที่ 3 เป็นการระบุคำสั่งและแสดงท่าทางการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างทั้ง 6 ทิศทางเป็นเวลาประมาณ 2 นาที

โดยก่อนเริ่มการประเมินช่วงการเคลื่อนไหว ผู้ประเมินและผู้เข้าร่วมงานวิจัยดูคู่มือประกอบไปด้วยตอนที่ 1 แสดงการหาตำแหน่งอ้างอิง โดยผู้ประเมินจะ

ทำการหาตำแหน่งอ้างอิงจำนวน 2 ตำแหน่ง ได้แก่ ที่บริเวณฐานของกระดูกกระเบนเหน็บ (base of sacrum) และกึ่งกลางของกระดูกสันหลังระดับอกข้อที่ 12 (spinous process of thoracic spine level 12) โดยให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยนอนคว่ำ จากนั้นผู้ประเมินหาตำแหน่งกระดูกกระเบนเหน็บข้อที่ 2 (sacral bone level 2) ซึ่งตรงกับตำแหน่ง posterior superior iliac spine (PSIS)²³ จากนั้นจึงคลำไล่ขึ้นมาจนถึงฐานของกระดูกกระเบนเหน็บ และใช้ปากกาเคมีขีดขวางเป็นตำแหน่งอ้างอิงจุดที่ 1 และไล่แนวกระดูกสันหลังต่อขึ้นไปอีก 6 ระดับ จะตรงกับกึ่งกลางของกระดูกสันหลังระดับอกข้อที่ 12 จากนั้นใช้ปากกาเคมีขีดขวางเป็นตำแหน่งอ้างอิงจุดที่ 2⁸

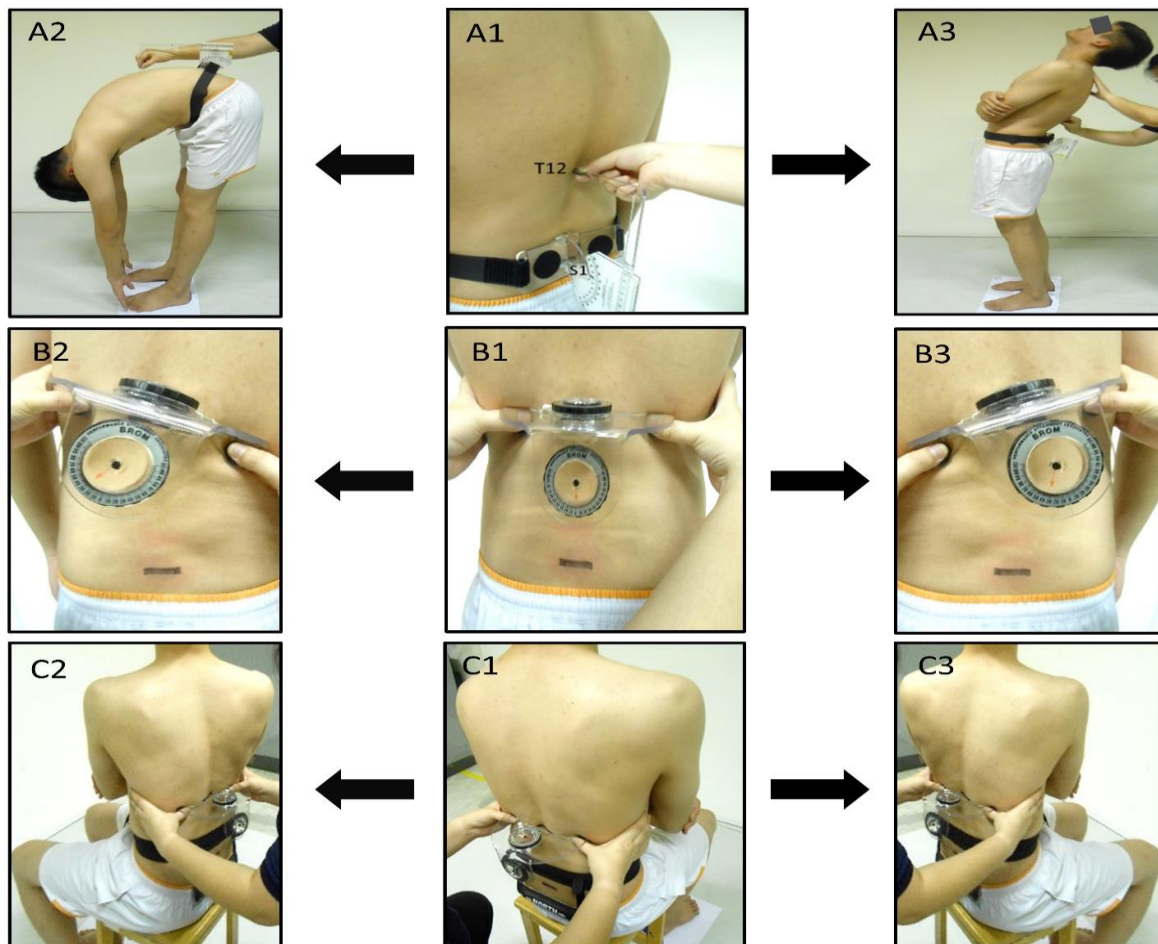
ในตอนที่ 2 แสดงการกำหนดตำแหน่งท่าทางเริ่มต้น โดยให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยยืนตัวตรง โดยกำหนดระยะห่างระหว่างส้นเท้า 17 เซนติเมตร²⁴ และมุมเท้ากำหนดที่ 3 ระดับ ได้แก่ 4° 8° และ 12° โดยให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเลือกมุมที่รู้สึกสบายมากที่สุดเป็นตำแหน่งของเท้าที่ใช้ตลอดการทำการเคลื่อนไหว ซึ่งการทำการเคลื่อนไหวจะวัดในท่ายืน ยกเว้นการหมุนตัวจะวัดในท่านั่งโดยให้เท้าสัมผัสพื้นในมุมเดียวกันกับการวัดในท่ายืน

ในตอนที่ 3 เป็นการระบุคำสั่งและแสดงท่าทางการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างทั้ง 6 ทิศทาง ดังนี้ การก้มหลังจะให้คำสั่งคือ “ก้มตัวไปด้านหน้าโดยเอามือแตะพื้นให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยไม่งอเข่าค่อยๆ กลับมายืนตรง” การแอ่นหลังจะให้คำสั่งคือ “ให้กอดอก แล้วแอ่นตัวไปทางด้านหลังให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ค่อยๆ กลับมายืนตรง” การวัดท่าเอียงตัวไปทางด้านซ้ายและขวา จะให้คำสั่งคือ “ให้เอียงตัวไปทางด้านซ้าย/ขวาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยไม่มีการหมุนตัวช่วย ค่อยๆ กลับมายืนตรง” และการวัดการหมุนตัว จะให้คำสั่งคือ “ให้กอดอก หมุนตัวไปทางด้านซ้าย/ขวาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ค่อยๆ กลับมานั่งตรง”

หลังจากที่ผู้เข้าร่วมงานวิจัยดูคู่มือแล้ว จะให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยฝึกทำการเคลื่อนไหวในท่าทางที่

ถูกต้องก่อนการเก็บค่าจริง จากนั้นจึงกำหนดท่าทาง เริ่มต้น และผู้วิจัยจะทำการยึดอุปกรณ์ BROM II โดย สำหรับการวัดท่าก้มหลังและแอ่นหลัง จะทำการยึด อุปกรณ์ BROM II ชุดที่ 1 (รูปที่ 1A) โดยวางจุดหมุนไว้ ที่ตำแหน่งอ้างอิงจุดที่ 1 และใช้ไม้รูปตัว L วางที่ ตำแหน่งอ้างอิงจุดที่ 2 สำหรับการวัดท่าเอียงตัว จะวาง อุปกรณ์ BROM II ชุดที่ 2 (รูปที่ 1B) ไว้ที่ตำแหน่งอ้างอิง จุดที่ 2 และสำหรับการวัดการหมุนตัว ผู้วิจัยจะติดสาย วัดโดยติดแม่เหล็กให้ต่ำกว่าตำแหน่งอ้างอิงจุดที่ 1 ประมาณ 4 เซนติเมตร จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยนั่ง เก้าอี้และผู้ประเมินวางอุปกรณ์ BROM II ชุดที่ 2 ไว้ที่ ตำแหน่งอ้างอิงจุดที่ 2 และทำการวัดช่วงการเคลื่อนไหว ของหลังส่วนล่างจำนวน 6 ทิศทางดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่ง

จะเรียงลำดับดังนี้ ก้มหลัง แอ่นหลัง เอียงตัวไปทางซ้าย เอียงตัวไปทางขวา หมุนตัวไปทางซ้าย และหมุนตัวไป ทางขวา โดยผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะได้รับคำอธิบายการ เคลื่อนไหวเช่นเดียวกับในวิดีโอทุกครั้ง และทำการซ้อม การเคลื่อนไหวก่อน 1 ครั้ง แล้วจึงวัดจริงอีกจำนวนรวม 4 ครั้ง สลับกันระหว่างผู้ประเมิน 2 คน โดยค่าที่ได้จาก การวัดแต่ละครั้งของแต่ละท่าทางจะถูกนำมาวิเคราะห์ ผลทางสถิติต่อไป นอกจากนี้ผู้ประเมินจะไม่ทราบผล การวัดช่วงการเคลื่อนไหวของตนเอง เนื่องจากผู้ประเมิน อีกคนหนึ่งจะเป็นผู้บันทึกค่าที่ได้ และลำดับผู้ประเมินที่ วัดช่วงการเคลื่อนไหวจะสลับกันระหว่างผู้ประเมินคนที่ 1 และ 2



รูปที่ 2 ท่าทางการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่าง: ภาพชุด A: A1 แสดงถึงท่าทางเริ่มต้น, A2 แสดงถึงท่าก้ม หลัง, A3 แสดงถึงท่าแอ่นหลัง, ภาพชุด B: B1 แสดงถึงท่าทางเริ่มต้น, B2 แสดงถึงท่าเอียงตัวไปทางขวา, B3 แสดงถึงท่า เอียงตัวไปทางซ้าย, ภาพชุด C: C1 แสดงถึงท่าทางเริ่มต้น, C2 แสดงถึงท่าหมุนตัวไปทางขวา, C3 แสดงถึงท่าหมุนตัวไปทางซ้าย

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดสอบทางสถิติทั้งหมดใช้โปรแกรม Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 22 โดยสถิติที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass correlation coefficients) โดยใช้แบบจำลอง $[ICC_{(3,1)}]$ ถูกใช้เปรียบเทียบค่าความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้ประเมินซึ่งจะใช้ค่าที่ได้จากการวัด 2 ครั้งของผู้ประเมินแต่ละคน และแบบจำลอง $[ICC_{(2,1)}]$ ถูกใช้ในการหาค่าความน่าเชื่อถือระหว่างตัวผู้ประเมินซึ่งจะใช้ค่าที่ได้จากการวัดครั้งที่ 2 ของผู้ประเมินคนที่ 1 และ 2 โดยค่า ICC มากกว่า 0.75 ถือว่ามีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดี ระหว่าง 0.75 และ 0.50 ถือว่ามีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับปานกลาง ระหว่าง 0.50 และ 0.25 ถือว่ามีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำ และน้อยกว่า 0.25 ถือว่าไม่มีความน่าเชื่อถือ²⁵

ผลการวิจัย

จากการศึกษาที่มีผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้งสิ้น 20 คน (ชาย 10 คนและหญิง 10 คน: อายุเฉลี่ย 24.80 ± 3.69 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 58.78 ± 11.61 กิโลกรัม ส่วนสูง 1.63 ± 0.07 เมตร) โดยข้อมูลทางประชากรศาสตร์แสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 แสดงผลจากการศึกษาพบความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดีในทุกทิศทาง (0.77 ถึง 0.97) โดยพบความน่าเชื่อถือ

ภายในตัวผู้ประเมินคนที่ 1 และ 2 $[ICC_{(3,1)}]$ อยู่ระหว่าง 0.81 ถึง 0.97 และค่าความน่าเชื่อถือระหว่างตัวผู้ประเมินซึ่งจากค่าที่ได้จากการวัดครั้งที่ 2 ของผู้ประเมินแต่ละคน พบความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน $[ICC_{(2,1)}]$ อยู่ระหว่าง 0.77 ถึง 0.88

บทวิจารณ์

จากผลการศึกษาเรื่องความน่าเชื่อถือภายในและระหว่างผู้ประเมินของกระบวนการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างโดยใช้เครื่องมือ BROM II พบว่า กระบวนการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างโดยใช้เครื่องมือ BROM II มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดีในทุกทิศทาง ทั้งความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้ประเมินคนที่ 1 และ 2 $[ICC_{(3,1)}]$ อยู่ในช่วง 0.81-0.97 และระหว่างผู้ประเมิน $[ICC_{(2,1)}]$ อยู่ในช่วง 0.77-0.88 ซึ่งพบว่าสอดคล้องกับการศึกษาของ Atya²⁶ พบว่าความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้ประเมินอยู่ระหว่าง 0.81-0.91 ในขณะที่ผลของงานวิจัยนี้มีค่าความน่าเชื่อถือที่สูงกว่าการศึกษาอื่นๆ^{8, 10, 19} โดยเมื่อพิจารณาในแต่ละทิศทางพบว่า ในงานวิจัยที่ผ่านมาพบค่าความน่าเชื่อถือภายในและระหว่างผู้ประเมินในการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังในท่าก้มหลังอยู่ระหว่าง 0.74-0.91 ท่าแอ่นหลังอยู่ระหว่าง 0.35-0.78 ท่าเอียงตัวไปทางซ้ายอยู่ระหว่าง 0.78-0.92 ท่าเอียงตัวไปทางขวาอยู่

ตารางที่ 1 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ (N = 20)

ข้อมูล	(ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด
จำนวนประสบการณ์ทางคลินิกของผู้วัด (ปี)	(1.50±0.71)	1-2
อายุ (ปี)	(24.80±3.69)	20-32
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	(58.78±11.61)	44.50-94.40
ส่วนสูง (เมตร)	(1.63±0.07)	1.53-1.75
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ²)	(21.85±3.25)	18.00-32.20
มูเมท้า (จำนวน/20)		
4 องศา	6/20	-
8 องศา	11/20	-
12 องศา	3/20	-

ตารางที่ 2 ความน่าเชื่อถือภายในและระหว่างผู้ประเมินและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (Standard error of measurement, SEM) (N = 20)

	ผู้ประเมินคนที่ 1				ผู้ประเมินคนที่ 2				ICC _(2, 1) **	
	ครั้งที่ 1 (องศา) (ค่าเฉลี่ย±ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน)	ครั้งที่ 2 (องศา) (ค่าเฉลี่ย±ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน)	ICC _(3, 1) * (ช่วงความ เชื่อมั่น 95%)	SEM ₁ (องศา)	ครั้งที่ 1 (องศา) (ค่าเฉลี่ย±ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน)	ครั้งที่ 2 (องศา) (ค่าเฉลี่ย±ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน)	ICC _(3, 1) * (ช่วงความ เชื่อมั่น 95%)	SEM ₂ (องศา)	(ช่วงความ เชื่อมั่น 95%)	SEM ₃ (องศา)
ก้มหลัง	27.10±6.08	27.60±5.50	0.89 (0.75-0.96)	1.90	28.45±5.38	28.65±5.08	0.94 (0.86-0.98)	1.27	0.77 (0.51-0.90)	2.54
แอ่นหลัง	7.90±4.78	7.40±4.24	0.93 (0.83-0.97)	1.20	7.75±4.29	8.00±4.82	0.97 (0.92-0.99)	0.85	0.84 (0.65-0.93)	1.82
เอียงตัวไป ทางซ้าย	29.70±3.57	29.50±3.83	0.94 (0.86-0.98)	0.89	28.30±3.33	28.10±3.58	0.87 (0.69-0.94)	1.27	0.85 (0.40-0.95)	1.44
เอียงตัวไป ทางขวา	27.80±3.83	28.10±4.28	0.95 (0.87-0.98)	0.95	26.90±4.18	26.40±4.57	0.93 (0.84-0.97)	1.14	0.86 (0.35-0.96)	1.66
หมุนตัวไป ทางซ้าย	9.00±2.29	9.00±2.47	0.93 (0.83-0.97)	0.64	9.30±2.36	9.60±1.90	0.81 (0.58-0.92)	0.95	0.84 (0.60-0.94)	0.88
หมุนตัวไป ทางขวา	9.00±1.38	9.30±1.49	0.86 (0.67-0.94)	0.54	8.90±1.77	9.00±1.65	0.97 (0.92-0.99)	0.32	0.88 (0.72-0.95)	0.55

หมายเหตุ: * Intra-rater reliability แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น โดยใช้แบบจำลอง ICC_(3,1), ** Inter-rater reliability แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น โดยใช้แบบจำลอง ICC_(2,1),

SEM₁ แสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดของผู้ประเมินคนที่ 1, SEM₂ แสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดของผู้ประเมินคนที่ 2, SEM₃ แสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดระหว่างผู้ประเมินคนที่ 1 และ 2

ระหว่าง 0.79-0.95 ทำหมันตัวไปทางซ้ายอยู่ระหว่าง 0.37-0.88 และทำหมันตัวไปทางขวาอยู่ระหว่าง 0.35-0.93 จะเห็นได้ว่าค่าความน่าเชื่อถือภายในและระหว่างผู้ประเมินในการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังในท่าแอ่นหลังและทำหมันตัวไปทางซ้ายและขวามีค่าความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำ ในขณะที่งานวิจัยนี้มีค่าความน่าเชื่อถือภายในและระหว่างผู้ประเมินในการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังในท่าแอ่นหลังอยู่ระหว่าง 0.84-0.97 ทำหมันตัวไปทางซ้ายอยู่ระหว่าง 0.81-0.93 และทำหมันตัวไปทางขวาอยู่ระหว่าง 0.86-0.97 ซึ่งค่า ICC มากกว่า 0.75 ถือว่ามีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดี²⁵ สามารถนำมาใช้ในงานวิจัยเกี่ยวกับการวัดการเปลี่ยนแปลงของช่วงการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างต่อไปได้

เมื่อพิจารณาถึงสาเหตุที่ทำให้ค่าความน่าเชื่อถือภายในและระหว่างผู้ประเมินในการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังในท่าแอ่นหลัง และทำหมันตัวไปทางซ้ายและขวาในการศึกษาก่อนหน้า^{8, 10, 19} อยู่ในระดับต่ำ เนื่องมาจากในการศึกษาก่อนหน้ายังขาดการอธิบายการหาตำแหน่งอ้างอิงในการวางเครื่องมือ BROM II ที่ชัดเจน และไม่มีการระบุถึงรูปร่างของผู้เข้าร่วมงานวิจัย ซึ่งหากผู้เข้าร่วมงานวิจัยที่มีรูปร่างเตี้ย อาจทำให้อุปกรณ์ในการวัดจำกัดการทำการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างในทิศทางการแอ่นหลังได้ ในส่วนของการหมันตัวไปทางซ้ายและขวานั้น ในการศึกษาก่อนหน้ายังขาดการกำหนดตำแหน่งเบื้องต้นของผู้เข้าร่วมงานวิจัยในการทำการเคลื่อนไหว ซึ่งจากสาเหตุดังที่กล่าวมานั้นอาจส่งผลต่อค่าความน่าเชื่อถือภายในและระหว่างผู้ประเมินในการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังได้ทั้งสิ้น

โดยในงานวิจัยครั้งนี้ได้มีการควบคุมปัจจัยที่อาจส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดทั้งจากตัวผู้ประเมินและจากผู้เข้าร่วมงานวิจัย^{8, 10, 19, 27} โดยให้ผู้ประเมินและผู้เข้าร่วมงานวิจัยทำความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการวัดช่วงการเคลื่อนไหวทั้งหมดจากการดู

คลิปวิดีโอ อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้ผู้ประเมินทำการซักถามเกี่ยวกับกระบวนการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างและฝึกการใช้ BROM II จนคุ้นเคย ซึ่งคลิปวิดีโอดังกล่าวประกอบด้วย การกำหนดตำแหน่งท่าทางเริ่มต้น การระบุคำสั่งและแสดงท่าทางการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างทั้ง 6 ทิศทาง และการหาตำแหน่งอ้างอิงในการวางเครื่องมือ BROM II แม้ว่าในการศึกษาของ Kachingwe และ Phillips⁸ จะมีการอธิบายถึงการหาตำแหน่งอ้างอิงแล้ว แต่ในกรณีของผู้ประเมินที่ไม่มีประสบการณ์ทางคลินิกอาจหาตำแหน่งอ้างอิงคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีการพัฒนาโดยใช้คลิปวิดีโออธิบายการหาตำแหน่งอ้างอิงที่มีความชัดเจนมากขึ้น เนื่องจากทางผู้วิจัยเห็นว่าการหาตำแหน่งอ้างอิงเป็นส่วนที่สำคัญที่ส่งผลต่อการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างได้ นอกจากนี้ยังมีการฝึกการใช้เครื่องมือในการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังก่อนการเก็บข้อมูลจริงเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าผู้ประเมินมีความเชี่ยวชาญในการใช้เครื่องมือ BROM II ซึ่งค่าความน่าเชื่อถือที่สูงขึ้นนี้อาจสะท้อนถึงการลดข้อจำกัดดังกล่าวของผู้ประเมิน

นอกจากนี้ในการศึกษานี้ได้มีการกำหนดท่ายืนเบื้องต้นของผู้เข้าร่วมงานวิจัยก่อนทำการเคลื่อนไหวอ้างอิงจากลักษณะการวางเท้าที่ผู้ยืนรู้สึกสบายที่ใช้ตลอดการทำการเคลื่อนไหว โดยตำแหน่งของการวางเท้าที่กำหนดในการศึกษานี้มี 3 ระดับ (4° 8° และ 12°)²⁴ โดยผลงานวิจัยนี้พบว่าผู้เข้าร่วมงานวิจัยประมาณ 55% (11 คน); 30% (6 คน) และ 15% (3 คน) เลือกมุมของเท้าที่รู้สึกสบายมากที่สุดอยู่ที่ 8° 4° และ 12° ตามลำดับ ดังนั้นในงานวิจัยต่อไปที่ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงช่วงการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างอาจพิจารณาที่เลือกใช้มุมของการวางเท้าที่ 8° เพื่อให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยรู้สึกสบายขณะทำการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างทั้งในท่ายืนและทำนั่ง

อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดของการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ ผู้เข้าร่วมงานวิจัยในการศึกษานี้เป็น

อาสาสมัครสุขภาพดี ในขณะที่การนำมาใช้จริงในทางคลินิกจะเป็นการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง อย่างไรก็ตาม หากทำการศึกษาในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลัง การวัดช่วงการเคลื่อนไหวซ้ำๆ อาจส่งผลต่ออาการปวดหลังของผู้เข้าร่วมงานวิจัย อีกทั้งยังส่งผลต่อช่วงการเคลื่อนไหวของหลัง เป็นผลให้ค่าความน่าเชื่อถือในกระบวนการการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างโดยใช้ BROM II เกิดความคลาดเคลื่อน นอกจากนี้ ในการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างด้วยเครื่องมือดังกล่าวอาจไม่เหมาะสมกับผู้เข้าร่วมงานวิจัยที่มีรูปร่างเตี้ยและมีช่วงการเคลื่อนไหวที่มากกว่าปกติ (hypermobility) อาทิเช่น ในนักยิมนาสติก เนื่องมาจากอุปกรณ์ BROM II ชุดที่ 1 และไม้รูปตัว L อาจจำกัดการทำการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างในบางทิศทาง ซึ่งจากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่าในการวัดองศาการเคลื่อนไหวของคนกลุ่มนี้อาจถูกจำกัดได้โดยเฉพาะในทิศทางการแอ่นหลัง แต่อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบภาวะดังกล่าว

จากข้อมูลในช่วงต้นกระบวนการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างโดยใช้เครื่องมือ BROM II ในงานวิจัยนี้มีความน่าเชื่อถือภายในและระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับดีในทุกทิศทาง ทำให้สามารถนำกระบวนการดังกล่าวไปใช้ในงานวิจัยเกี่ยวกับการวัดการเปลี่ยนแปลงของช่วงการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่าง อีกทั้งยังนำมาใช้ในการตรวจและประเมินผลการรักษาทางคลินิกได้

สรุปผลงานวิจัย

กระบวนการวัดองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างโดยใช้เครื่องมือ BROM II ที่มีการปรับปรุงและพัฒนาโดยให้ผู้ประเมินและผู้เข้าร่วมงานวิจัยดูวิดีโอสาธิตเป็นเวลาประมาณ 4 นาที ประกอบด้วยการหาตำแหน่งอ้างอิง การกำหนดตำแหน่งท่าทางเริ่มต้น การอธิบายท่าทางการเคลื่อนไหว และให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยฝึกทำการเคลื่อนไหวในท่าทางที่ถูกต้องก่อนการเก็บค่า

จริง รวมถึงมีการกำหนดคำสั่งที่ให้ในการทำการเคลื่อนไหวที่ชัดเจนและเหมือนกันในทุกครั้ง พบว่ามีความน่าเชื่อถือภายในและระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับดีในทุกทิศทาง สามารถนำไปใช้ในงานวิจัยเกี่ยวกับการวัดการเปลี่ยนแปลงของช่วงการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่าง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้จะเกิดขึ้นไม่ได้หากไม่ได้รับการสนับสนุน ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2561

เอกสารอ้างอิง

1. Tousignant M, Poulin L, Marchand S, Viau A, Place C. The Modified-Modified Schober Test for range of motion assessment of lumbar flexion in patients with low back pain: a study of criterion validity, intra- and inter-rater reliability and minimum metrically detectable change. *Disabil Rehabil.* 2005; 27(10): 553-9.
2. Merritt JL, McLean TJ, Erickson RP, Offord KP. Measurement of trunk flexibility in normal subjects: reproducibility of three clinical methods. *Mayo Clin Proc.* 1986; 61(3): 192-7.
3. Reese NB, Bandy WD. Joint range of motion and muscle length testing. St. Louis, Missouri: Saunders/Elsevier, 2002.
4. Teixeira F, Carvalho G. Reliability and validity of thoracic kyphosis measurements using flexicurve method. *Rev Bras Fisioter.* 2007; 11(3): 173-7.
5. Youdas JW, Suman VJ, Garrett TR. Reliability of measurements of lumbar spine sagittal mobility obtained with the flexible curve. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1995; 21(1): 13-20.

6. Mirbagheri SS, Rahmani-Rasa A, Farmani F, Amini P, Nikoo MR. Evaluating kyphosis and lordosis in students by using a flexible ruler and their relationship with severity and frequency of thoracic and lumbar pain. *Asian Spine J.* 2015; 9(3): 416-22.
7. Nitschke JE, Natrass CL, Disler PB, Chou MJ, Ooi KT. Reliability of the American Medical Association guides' model for measuring spinal range of motion: Its implication for whole-person impairment rating. *Spine.* 1999; 24(3): 262-8.
8. Kachingwe AF, Phillips BJ. Inter- and intratester reliability of a back range of motion instrument. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005; 86(12): 2347-53.
9. Ng JK, Kippers V, Richardson CA, Parnianpour M. Range of motion and lordosis of the lumbar spine: reliability of measurement and normative values. *Spine.* 2001; 26(1): 53-60.
10. Breum J, Wiberg J, Bolton JE. Reliability and concurrent validity of the BROM II for measuring lumbar mobility. *J Manipulative Physiol Ther.* 1995; 18(8): 497-502.
11. Haff, GG and Dumke, C. Laboratory manual for exercise physiology. Champaign, IL: Human Kinetics, 2012.
12. Williams R, Binkley J, Bloch R, Goldsmith CH, Minuk T. Reliability of the modified-modified Schober and double inclinometer methods for measuring lumbar flexion and extension. *Phys Ther.* 1993; 73(1): 33-44.
13. Yousefi M, Ilbeigi S, Mehrshad N, Afzalpour ME, Naghibi SE. Comparing the validity of non-invasive methods in measuring thoracic kyphosis and lumbar lordosis. *Zahedan J Res Med Sci.* 2012; 14(4): 37-42.
14. Yanagawa TL, Maitland ME, Burgess K, Young L, Hanley D. Assessment of thoracic kyphosis using the flexicurve for individuals with osteoporosis. *Hong Kong Physiother J.* 2000; 18(2): 53-7.
15. Brosseau L, Balmer S, Tousignant M, O'Sullivan JP, Goudreau C, Goudreau M, et al. Intra- and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for measuring maximum active knee flexion and extension of patients with knee restrictions. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001; 82(3): 396-402.
16. Saur PM, Ensink FB, Frese K, Seeger D, Hildebrandt J. Lumbar range of motion: reliability and validity of the inclinometer technique in the clinical measurement of trunk flexibility. *Spine.* 1996; 21(11): 1332-8.
17. Stovall BA, Kumar S. Anatomical landmark asymmetry assessment in the lumbar spine and pelvis: a review of reliability. *PM&R.* 2010; 2(1): 48-56.
18. Performance Attainment Associates. BROM 11: Back Range of Motion [brochure 8201 and video] . Roseville, Minn: Performance Attainment Associates; 1992.
19. Madson TJ, Youdas JW, Suman VJ. Reproducibility of lumbar spine range of motion measurements using the back range of motion device. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1999; 29(8): 470-7.

20. Norkin CC, White DJ. Measurement of joint motion: a guide to goniometry. Philadelphia: F.A. Davis Company, 2016.
21. Tousignant M, Morissette J, Murphy M. Criterion validity study of lumbar goniometers BROM II and EDI-3 2.0 for range of motion of lumbar flexion of low back pain patients. J Back Musculoskelet Rehabil. 2002; 16(4): 159-67.
22. Bujang MA, Baharum N. A simplified guide to determination of sample size requirements for estimating the value of intraclass correlation coefficient: a review. Arch Orofac Sci. 2017;12(1):1-11.
23. Hoppenfeld S. Physical examination of the spine and extremities. New York: Appleton-Century-Crofts. 1976.
24. McIlroy WE, Maki BE. Preferred placement of the feet during quiet stance: development of a standardized foot placement for balance testing. Clin Biomech. 1997; 12(1): 66-70.
25. Portney LG, Watkins MP. Foundations of clinical research: applications to practice. 2nd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall Health, 2000.
26. Atya AM. The validity of spinal mobility for prediction of functional disability in male patients with low back pain. J Adv Res. 2013; 4(1): 43-9.
27. Mayer TG, Kondraske G, Beals SB, Gatchel RJ. Spinal range of motion. Accuracy and sources of error with inclinometric measurement. Spine. 1997; 22(17): 1976-84.