# ความเที่ยงในการวิเคราะห์ภาพตำแหน่งของกระดูกสะบักด้วยโปรแกรมประเมินตำแหน่งกระดูกสะบัก

# Reliability of image analysis for scapular alignment by scapular position estimator program

เศรษฐพงศ์ หนองหารพิทักษ์[1], ภัทรพล เพียรชนะ[1], อิสมาแอล สาและ[1], วรวรรณ คำฤาชา [1], ยอดชาย บุญประกอบ[1,2]*

Settapong Nongharnpitak[1], Patthrapon Pianchana[1], Isama-el Salaeh[1], Worawan Kamruecha[1], Yodchai Boonprakob[1,2]*

[1]สาขาวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[1]Department of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University

[2]สถาบันวิจัยเพื่อพัฒนาสมรรถนะมนุษย์และการเสริมสร้างสุขภาพ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[2]Institute for human high performance and health promotion (HHPHP), Khon Kaen University.

**บทคัดย่อ**

**ที่มาและความสำคัญ**: ในปัจจุบันมีเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตำแหน่งการวางตัวของกระดูกสะบักมากมาย อย่างไรก็ตาม เครื่องมือหรือวิธีการประเมินเหล่านั้นยังคงมีข้อจำกัดในด้านต่าง ๆ โปรแกรมประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักจึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งกระดูกสะบักในหลายระนาบการเคลื่อนไหว เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรกและยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับความเที่ยงของผู้วัด การศึกษาเพื่อให้ทราบถึงความเที่ยงของผู้วัดจึงมีความสำคัญ

**วัตถุประสงค์**: เพื่อศึกษาความเที่ยงภายในและระหว่างผู้วัดในการวิเคราะห์ตำแหน่งของกระดูกสะบักด้วยโปรแกรมประเมินตำแหน่งกระดูกสะบัก

**วิธีการวิจัย**: อาสาสมัครสุขภาพดี จำนวน 33 คน ได้รับการประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักจากผู้วัด 2 คน ที่มีประสบการณ์ทางคลินิกแตกต่างกัน ตัวแปรที่ใช้ประเมิน ได้แก่ ระยะทางระหว่างมุมด้านล่างของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว ระยะทางระหว่าง root of spine ของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว มุมการหมุนขึ้นของกระดูกสะบัก มุมการเคลื่อนขึ้นของกระดูกสะบัก และมุมการหมุนออกของกระดูกสะบัก จากนั้นนำข้อมูลความเที่ยงภายในผู้วัดมาทดสอบด้วยสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นแบบ 3, 2 (Intraclass correlation coefficient; $ICC_{3,2}$) และนำข้อมูลความเที่ยงระหว่างผู้วัดมาทดสอบด้วยสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นแบบ 2, 2 (Intraclass correlation coefficient; $ICC_{2,2}$)

**ผลการวิจัย**: ความเที่ยงภายในผู้วัดที่มีประสบการณ์ทางคลินิกอยู่ในระดับสูง มีค่า $ICC_{3,2}$ ระหว่าง 0.77 ถึง 0.98 ในขณะที่ความเที่ยงภายในผู้วัดที่เป็นนักศึกษากายภาพบำบัดชั้นปีที่ 4 อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง มีค่า $ICC_{3,2}$ ระหว่าง 0.68 ถึง 0.97 และความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง มีค่า $ICC_{2,2}$ ระหว่าง 0.60 ถึง 0.92

**สรุปผล**: ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าความเที่ยงภายในผู้วัดในการใช้โปรแกรมประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักในผู้วัดที่มีประสบการณ์มีค่าระดับสูง ในขณะที่ความเที่ยงระหว่างผู้วัดมีค่าระดับปานกลางถึงสูง ดังนั้นก่อนใช้โปรแกรมประเมินตำแหน่งกระดูกสะบัก ผู้วัดควรได้รับการฝึกฝนภายใต้คำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ รวมถึงฝึกซ้อมให้แม่นยำก่อนดำเนินการประเมินต่อไป นอกจากนี้ การศึกษาในอนาคตควรทดสอบความเที่ยงของผู้วัดในผู้ที่มีปัญหาการวางตัวของตำแหน่งกระดูกสะบักเพื่อให้ทราบถึงข้อมูลความเที่ยงเพื่อนำไปใช้ในกลุ่มประชากรที่หลากหลายต่อไป

**คำสำคัญ**: ตำแหน่งกระดูกสะบัก ความเที่ยงภายในผู้วัด ความเที่ยงระหว่างผู้วัด สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

**ABSTRACT**

**Background**: Nowadays, there are numerous tools for scapular alignment evaluation, though previous methods present some limitations. The scapular position estimator program was developed for

*Corresponding author: Yodchai Boonprakob. Department of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University, Thailand. Email: yodchai@kku.ac.th

*Received: 10 May 2022; Revised: 09 June 2022; Accepted: 21 Jun 2022*

scapular alignment assessments in several planes. However, the intra-rater and inter-rater reliability of this tool are yet to be investigated. Thus, both tests of intra-rater and inter-rater reliability are in need of studying.

**Objective:** to test the intra-rater and inter-rater reliability of the scapular position estimator program.

**Methods:** Thirty-three healthy participants were recruited in this study. Two raters with different clinical experience evaluated scapular alignment in 5 outcomes including lower horizontal distance, upper horizontal distance, upward rotation angle, superior translation angle, and external rotation angle. The intraclass correlation coefficients ($ICC_{3,2}$) for intra-rater reliability were calculated. The intraclass correlation coefficients ($ICC_{2,2}$) for inter-rater reliability were also calculated.

**Results:** The intra-rater reliability according to the experienced rater showed a high level ($ICC_{3,2}$ = 0. 77 - 0. 98) , whereas intra-rater reliability according to the 4th-year-undergraduate student demonstrated a moderate to high level ($ICC_{3,2}$ = 0.68 - 0.97). The inter-rater reliability of this study represented a moderate to high level ($ICC_{2,2}$ = 0.60 - 0.92).

**Conclusion:** The present findings show high intra-rater reliability for the scapular position estimator program in accordance with the experienced rater, while the results show moderate to high inter-rater reliability. Hence, the assessor should be trained by an expert clinician before using this tool. In addition, further studies ought to investigate reliability in patients with scapular malalignment for several conditions.

**Keywords:** Scapular alignment, Intra-rater reliability, Inter-rater reliability, Intraclass correlation coefficient

**บทนำ**

กระดูกโอบไหล่ (shoulder girdle) มีความสำคัญต่อการเคลื่อนไหวของรยางค์ส่วนบนของร่างกายและมีความสัมพันธ์ต่อการทำงานร่วมกันของข้อต่อและกล้ามเนื้อซึ่งทำให้เกิดรูปแบบการเคลื่อนไหวต่าง ๆ[1] กระดูกสะบักมีส่วนสำคัญต่อการรักษาความมั่นคงของการทำงานและส่งเสริมลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ระหว่างกระดูกสะบักและกระดูกต้นแขน (humerus) โดยที่กระดูกสะบักเป็นจุดศูนย์กลางในการหมุนของกระดูกต้นแขน อีกทั้งกระดูกสะบักยังเป็นส่วนยึดติดระหว่างกระดูกต้นแขนกับผนังทรวงอก (thoracic wall)[2] ความสัมพันธ์ของการทำงานระหว่างกระดูกสองชิ้นนี้หรือระหว่างข้อต่อ glenohumeral และข้อต่อ scapulothoracic เรียกว่า scapulohumeral rhythm โดยปกติควรมีอัตราส่วนการเคลื่อนไหวประมาณ 2:1[3] การหดตัวของกล้ามเนื้อรอบกระดูกสะบักทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของข้อต่อ scapulothoracic ซึ่งทำให้กระดูกสะบักเคลื่อนที่บริเวณด้านหลังทรวงอก (rib cages) หากกระดูก humerus มีการเคลื่อนที่จะส่งผลให้ glenoid fossa ของกระดูกสะบักเกิดการเคลื่อนไหวร่วมด้วย[4]

ความผิดปกติของการเคลื่อนไหวหรือการทำงานของกระดูกสะบักที่เรียกว่า scapular dyskinesis (SD)[5] มีสิ่งที่แสดงที่เห็นได้ชัดเจนคือ การวางตัวของกระดูกสะบักเปลี่ยนแปลงไป หรือพบการนูนที่ขอบล่างด้านใน (inferior medial border) ของกระดูกสะบักมากกว่าปกติ โดยทั่วไป SD มักเป็นอาการแสดงร่วมกับพยาธิสภาพของข้อไหล่ เช่น เอ็นคลุมข้อไหล่อักเสบหรือฉีกขาด (rotator-cuff tendinitis or tear) ภาวะข้อไหล่ไม่มั่นคง (glenohumeral instability) และภาวะกระดูกทับเส้นเอ็นบริเวณข้อไหล่ (shoulder impingement syndrome)[5,6] อย่างไรก็ตาม จากการทบทวน

วรรณกรรมอย่างเป็นระบบพบความชุกของการเกิด SD ในคนปกติหรือผู้ที่ไม่มีอาการปวดข้อไหล่ร้อยละ 61 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในนักกีฬาที่มีการยกแขนเหนือศีรษะ (overhead athletes) เช่น นักกีฬาวอลเลย์บอล นักกีฬาเบสบอล เป็นต้น[7]

จากความผิดปกติของการวางตัวของกระดูกสะบักดังกล่าว การตรวจประเมินตำแหน่งและการเคลื่อนไหวของกระดูกสะบักจึงมีความสำคัญต่อการวางแผนการรักษาในผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของข้อไหล่และสะบัก ปัจจุบันในทางคลินิกมีเครื่องมือและวิธีการในการประเมินหลายวิธี จากการศึกษาของ Larsen ในปี ค.ศ. 2020 ได้จัดรูปแบบการตรวจประเมินตามการเคลื่อนไหวของผู้ถูกประเมิน แบ่งเป็น 3 รูปแบบ ประกอบด้วย รูปแบบที่หนึ่งคือการตรวจประเมินขณะอยู่กับที่ (static positioning assessment) เช่น การใช้สายวัดประเมินระยะทางระหว่างมุมล่างของกระดูกสะบักและแนวแกนกึ่งกลางลำตัว รูปแบบที่สองคือการตรวจประเมินขณะกึ่งเคลื่อนไหวหรือการประเมินขณะสิ้นสุดการเคลื่อนไหวในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง (semi-dynamic positioning assessment) เช่น การใช้สายวัดประเมินระยะทางระหว่างขอบล่างของกระดูกสะบักและแนวแกนกึ่งกลางลำตัวขณะยกแขนเต็มช่วงการเคลื่อนไหว และรูปแบบที่สามคือการตรวจประเมินขณะเคลื่อนไหว (dynamic functional assessment) เช่น การประเมินการรับความรู้สึกของข้อต่อ (proprioception) โดยใช้ปากกาเลเซอร์ติดกับกระดูกข้อไหล่และทดสอบกับเป้านิ่ง[8] ยิ่งไปกว่านั้น ยังมีการประเมินจากภาพถ่ายรังสี (2-dimensional radiography) และการประเมินจากการใช้สนามแม่เหล็กในการสร้างภาพสามมิติ (3-dimensional magnetic tracking)[9] อย่างไรก็ตาม แต่ละวิธีมีข้อจำกัดแตกต่างกันไป เช่น มีความแม่นยำต่ำ พบความคลาดเคลื่อนในการวัดจากการอ่านค่า (parallax error) ไม่สามารถประเมินข้อมูลเชิงปริมาณได้ ไม่สามารถประเมินการวางตัวของกระดูกสะบักในหลายระนาบพร้อมกันได้[10] ส่วนวิธีทางรังสีจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ ใช้เวลานานในการประเมิน เป็นวิธีที่ลุกล้ำเข้าสู่ร่างกาย (invasive method) และไม่สะดวกต่อการประเมินในคลินิก

จากเหตุผลที่กล่าวมา จึงเป็นแนวคิดของผู้วิจัยได้พัฒนาวิธีการประเมินการวางตัวกระดูกสะบักจากหลักการประมวลผลจากภาพดิจิทัล (digital image processing) ใช้ในการประเมินค่าระยะทางและมุมจากตัวสะท้อนสัญญาณ (markers) ที่ติดตามจุดอ้างอิงที่ชัดเจน วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประเมิน ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม กล้อง ขาตั้งกล้อง และตัวสะท้อนสัญญาณ โดยตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมนี้ได้พัฒนาให้สามารถประเมินตำแหน่งของกระดูกสะบักทั้งในระนาบ 1) coronal คือการเคลื่อนไหวในทิศทางหมุนขึ้นและหมุนลง (upward and downward rotation) ประเมินจากตัวแปรระยะทางระหว่างมุมด้านล่างของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (lower horizontal distance) ระยะทางระหว่าง root of spine ของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (upper horizontal distance) และมุมการหมุนขึ้นของกระดูกสะบัก (upward rotation angle) 2) ระนาบ sagittal คือการเคลื่อนไหวในทิศทางกระดกข้างหน้าและกระดกข้างหลัง (anterior and posterior tilting) ประเมินจากตัวแปรมุมการเคลื่อนขึ้นของกระดูกสะบัก (superior translation angle) และ 3) ระนาบ transverse คือการเคลื่อนไหวในทิศทางหมุนเข้าและหมุนออก (internal and external rotation) ประเมินจากตัวแปรมุมการหมุนออกของกระดูกสะบัก (external rotation angle) โดยที่โปรแกรมสามารถประเมินทั้ง 5 ตัวแปรดังกล่าว ได้จากภาพถ่ายด้านหลังของอาสาสมัคร (posterior view) การประเมินด้วยโปรแกรมนี้เป็นการประเมินในอาสาสมัครขณะยืนนิ่ง ขณะงอข้อไหล่ และขณะกางข้อไหล่ตามมุมที่กำหนด ถือเป็นวิธีการตรวจประเมินขณะกึ่งเคลื่อนไหวที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่ออ่อน (soft tissue

adaptations) และการเปลี่ยนแปลงของการควบคุมการเคลื่อนไหวกระดูกสะบัก (alteration in scapular control and movement) เนื่องจากโปรแกรมประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักได้ถูกพัฒนามาเป็นครั้งแรก การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเที่ยงภายในและระหว่างผู้วัดโดยใช้โปรแกรมประเมินตำแหน่งกระดูกสะบัก เพื่อให้ทราบถึงความเที่ยงของเครื่องมือที่นำมาใช้ในทางคลินิกและการวิจัยและเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการรักษาที่เหมาะสมต่อไป

## วิธีการวิจัย

<u>กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา</u>

การศึกษาครั้งนี้คำนวณขนาดตัวอย่างจากสูตรสำหรับการศึกษาความเที่ยงโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นแบบ 3, 2 (intraclass correlation coefficients; $ICC_{3,2}$) อ้างอิงจากการศึกษาของ Walter และคณะ[11] กำหนดให้ระดับความเที่ยงที่น้อยที่สุดที่ยอมรับได้ ($p_0$) เท่ากับ 0.4 ระดับความเที่ยงที่คาดหวัง ($p_1$) เท่ากับ 0.7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ Power เท่ากับร้อยละ 80 ($\beta$ เท่ากับ 0.2) และจำนวนผู้วัด 2 คน (n) ได้จำนวนอาสาสมัครอย่างน้อย 33 คน ดังนั้นการศึกษานี้จึงดำเนินการศึกษาในอาสาสมัครสุขภาพดี แบ่งเป็น เพศชาย จำนวน 17 คน และเพศหญิง จำนวน 16 คน เกณฑ์การคัดเข้า ได้แก่ อาสาสมัครเพศชายหรือหญิง อายุระหว่าง 18-25 ปี ที่ไม่มีอาการปวดไหล่และสะบัก แขนทั้งสองข้างสามารถเคลื่อนไหวข้อไหล่และสะบักได้เต็มช่วงองศาการเคลื่อนไหว ส่วนเกณฑ์การคัดออกคือผู้ที่มีพยาธิสภาพที่จำกัดการเคลื่อนไหวของข้อไหล่และกระดูกสะบัก เช่น เอ็นหมุนหัวไหล่อักเสบ ข้อไหล่เสื่อมหรือติด อาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าต้องลงนามในใบยินยอมการเข้าร่วมโครงการวิจัย และโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หมายเลข HE631415

<u>ความเที่ยงของผู้วัด</u>

- *ความเที่ยงภายในผู้วัด (Intra-rater reliability)*

ความเที่ยงภายในผู้วัดทำการทดสอบในนักกายภาพบำบัดที่มีประสบการณ์ทางคลินิกและงานวิจัยเกี่ยวกับความผิดปกติบริเวณกระดูกสะบักมากกว่า 5 ปี จำนวน 1 คน และนักศึกษากายภาพบำบัดชั้นปีที่ 4 จำนวน 1 คน โดยนักศึกษาได้รับการฝึกฝนภายใต้คำแนะนำจากนักกายภาพบำบัดที่มีประสบการณ์ทางคลินิกและงานวิจัยเกี่ยวกับความผิดปกติบริเวณกระดูกสะบักมากกว่า 5 ปี ซึ่งได้ฝึกฝนการคลำปุ่มกระดูกเพื่อติดตัวสะท้อนสัญญาณที่จุดอ้างอิง ฝึกฝนการควบคุมให้อาสาสมัครงอข้อไหล่และกางข้อไหล่ตามมุมที่กำหนด และฝึกฝนการใช้โปรแกรมเพื่อบันทึกภาพและแปลผลเป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม การศึกษาความเที่ยงภายในผู้วัดที่เป็นนักศึกษากายภาพบำบัดชั้นปีที่ 4 ซึ่งมีประสบการณ์น้อย เป็นการทดสอบเพื่อให้ทราบว่าผู้ที่มีประสบการณ์น้อยและได้รับการฝึกฝนดังที่กล่าว มีความเที่ยงภายในผู้วัดมากหรือน้อยอย่างไร

- *ความเที่ยงระหว่างผู้วัด (Inter-rater reliability)*

ความเที่ยงระหว่างผู้วัดทำการทดสอบระหว่างนักกายภาพบำบัดที่มีประสบการณ์ทางคลินิกและงานวิจัยเกี่ยวกับความผิดปกติบริเวณกระดูกสะบักมากกว่า 5 ปี จำนวน 1 คน (ผู้วัดคนที่ 1) และนักศึกษากายภาพบำบัดชั้นปีที่ 4 จำนวน 1 คน (ผู้วัดคนที่ 2) โดยลำดับของการวัดทำการสุ่มด้วยวิธีจับฉลาก เพื่อป้องกันข้อมูลที่ได้มามีอคติ (information bias) ที่อาสาสมัครอาจเกิดการเรียนรู้หรือเกิดความเคยชินในการประเมิน การสุ่มลำดับผู้วัดทำให้ผู้วัดแต่ละคนมีโอกาสในการประเมินอาสาสมัครเป็นคนแรกเท่า ๆ กัน ซึ่งมีช่วงพักระหว่างการทดสอบของผู้วัดคนแรก 10 นาที ทั้งนี้ผู้วัดทั้งสองคนทำการติดตัวสะท้อนสัญญาณก่อนเริ่มการทดสอบใหม่ทุกครั้ง และมีการปิดบังข้อมูลระหว่างผู้วัดทั้งสองคนโดยให้ผู้วัดที่ยังไม่ได้ทำการวัดอยู่อีกห้องหนึ่ง การทดสอบทั้งหมดดำเนินการแล้วเสร็จภายในวันเดียวกัน

เครื่องมือการวิจัย

โปรแกรมประเมินตำแหน่งกระดูกสะบัก (scapular position estimator program) เป็นเครื่องมือที่ได้พัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรก จากหลักการประมวลผลจากภาพดิจิทัล (digital image processing) ใช้ในการประเมินค่าระยะทางและมุมจากตัวสะท้อนสัญญาณ (markers) ที่ติดตามจุดอ้างอิงที่ชัดเจน โดยใช้โปรแกรมย่อย Sobel detection ในการวิเคราะห์หาขอบภาพของตัวสะท้อนสัญญาณ ร่วมกับโปรแกรมย่อย Hough detection ในการระบุตำแหน่งของจุดกึ่งกลางของตัวสะท้อนสัญญาณ จากนั้นโปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่าระยะห่างและมุมของตัวสะท้อนสัญญาณโดยใช้ทฤษฎีพีทาโกรัส (Pythagoras theorem) ร่วมกับเมทริกซ์ (matrix) ซึ่งก่อนที่จะนำมาวิเคราะห์ในอาสาสมัคร ผู้วิจัยและนักวิศวกรคอมพิวเตอร์ได้นำโปรแกรมไปทดสอบกับเครื่องมือที่ทราบปริมาณ (known quantity tools) ได้แก่ การประเมินระยะทางด้วยสายวัด และการประเมินมุมด้วยโกนิโอมิเตอร์

เครื่องมือการวิจัยประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรมประเมินกระดูกสะบัก กล้องเว็บแคม ขาตั้งกล้อง และตัวสะท้อนสัญญาณรูปวงกลมซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 2.5 เซนติเมตร ผู้วิจัยติดตั้งกล้องและกำหนดตำแหน่งยืนทำการทดสอบของอาสาสมัคร ดังนี้ ระยะทางระหว่างอาสาสมัครถึงกล้องบันทึกภาพ 1 เมตร และระยะทางระหว่างอาสาสมัครถึงผนังห้อง 1 เมตร (รูปที่ 1A)

ค่าตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมนี้ได้พัฒนาให้สามารถประเมินตำแหน่งของกระดูกสะบักทั้งในระนาบ coronal ระนาบ sagittal และระนาบ transverse โดยมีทั้งสิ้น 5 ตัวแปร ได้แก่ 1) ระยะทางระหว่างมุมด้านล่างของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (lower horizontal distance) ซึ่งใช้เส้นตรงสมมติที่ลากผ่านจุดอ้างอิง spinous process of C7 ลงมาตามแนวกระดูกสันหลังเป็นแนวกึ่งกลางลำตัว 2) ระยะทางระหว่าง root of spine ของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (upper horizontal distance) 3) มุมการหมุนขึ้นของกระดูกสะบัก (upward rotation angle) ประเมินจากมุมที่เกิดจากเส้นตรงที่ลากผ่านจุดอ้างอิง acromion process และจุดอ้างอิง root of spine กับเส้นตรงที่ลากผ่านแนวกึ่งกลางลำตัว 4) มุมการเคลื่อนขึ้นของกระดูกสะบัก (superior translation angle) ประเมินจากมุมที่เกิดจากเส้นตรงที่ลากผ่านจุดอ้างอิง acromion process และจุดอ้างอิง spinous process of the C7 กับเส้นตรงที่ลากผ่านแนวกึ่งกลางลำตัว และ 5) มุมการหมุนออกของกระดูกสะบัก (external rotation angle) ประเมินจากมุมที่เกิดจากเส้นตรงสมมติที่ลากผ่านจุดอ้างอิง superior angle และลากขนานแนวกึ่งกลางลำตัวกับเส้นตรงที่ลากผ่านจุดอ้างอิง superior angle และจุดอ้างอิง inferior angle ทั้งนี้ การอธิบายการประเมินของตัวแปรดังกล่าว เป็นการอธิบายการประเมินตำแหน่งของกระดูกสะบักข้างเดียวกัน นอกจากนี้ โปรแกรมยังสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ลดความคลาดเคลื่อนในการวัดจากการอ่านค่า และเป็นวิธีที่ไม่ลุกล้ำเข้าสู่ร่างกายอีกด้วย

ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

ภายหลังจากอาสาสมัครทุกคนได้ให้ความยินยอม ลงนามเป็นลายลักษณ์อักษรในแบบยินยอม และผ่านเกณฑ์การคัดเข้าร่วมการศึกษา อาสาสมัครดำเนินการกรอกข้อมูลพื้นฐานส่วนตัว ได้แก่ น้ำหนักและส่วนสูง จากนั้นผู้วัดอธิบายรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติตัวในการประเมินและทำการสุ่มลำดับของการได้รับการประเมินจากผู้วัดคนที่ 1 และคนที่ 2 ด้วยวิธีจับสลาก อาสาสมัครเตรียมตัวเพื่อเริ่มประเมินโดยผู้วัดขอให้อาสาสมัครเพศชายถอดเสื้อและอาสาสมัครเพศหญิงสวมเสื้อกล้ามสีขาวที่จัดเตรียมให้

อาสาสมัครยืนในจุดที่กำหนด ผู้วัดคนแรกทำการติดตัวสะท้อนสัญญาณที่จุดอ้างอิงบริเวณกระดูกสะบักทั้งสองข้างของอาสาสมัคร ได้แก่ acromion processes, root of spines, superior angles, inferior angles, spinous process of C7 และตำแหน่งอ้างอิง

สองอันที่มีระยะห่าง 10 เซนติเมตร สำหรับตำแหน่งอ้างอิงนั้นเป็นระยะทางอ้างอิงของโปรแกรม ผู้วัดทำการติดไว้บริเวณใต้ต่อ inferior angle ทั้งสองข้าง (รูปที่ 1B) รวมถึงติดเครื่องมือที่ใช้ในการวัดมุมองศาข้อไหล่ (inclinometer) บริเวณข้อมือทั้งสองข้างของอาสาสมัคร การศึกษานี้ประเมินตำแหน่งของกระดูกสะบัก 2 ท่าทาง ได้แก่ การยกไหล่ (shoulder flexion) และการกางไหล่ (shoulder abduction) ผู้วัดทำการถ่ายภาพในองศาของการยกไหล่ ได้แก่ 0, 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 องศา ตามลำดับ และมีการพักระหว่างการเพิ่มมุมองศาในแต่ละครั้งเป็นเวลา 1 นาที เพื่อป้องกันอาการเมื่อยล้าของอาสาสมัคร และทำการวัดซ้ำอีก 1 รอบ ในทุกท่าทาง จากนั้น ทำการถ่ายภาพในองศาของการกางไหล่ ได้แก่ 0, 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 องศา ตามลำดับ ทั้งนี้ ได้อ้างอิงมุมการประเมินจากการศึกษาก่อนหน้า[12] และมีการพักระหว่างการเพิ่มมุมองศาในแต่ละครั้งเป็นเวลา 1 นาที และทำการวัดซ้ำอีก 1 รอบ ในทุกท่าทาง (ทดสอบรวมทั้งสิ้นสองครั้งต่อหนึ่งผู้วัด) เมื่อเสร็จสิ้นการประเมินจากผู้วัดคนแรก อาสาสมัครนั่งพักเป็นเวลา 10 นาที และผู้วัดถอดตัวสะท้อนสัญญาณและเครื่องมือวัดมุมออกจากอาสาสมัคร จากนั้นผู้วัดคนที่สองดำเนินการวัดในลักษณะเดียวกัน เมื่อผู้วัดถ่ายภาพจากโปรแกรมโปรแกรมจะวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 5 ตัวแปรทันที ดังแสดงใน Figure 1B จากนั้นผู้วัดนำข้อมูลส่วนนี้ไปประเมินหาค่าความเที่ยง (reliability)

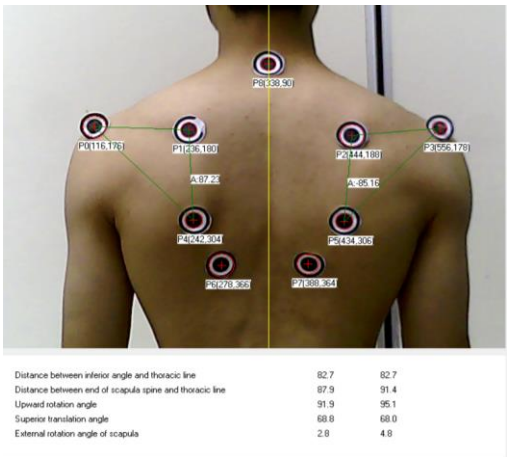
<u>การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ</u>

วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS 17.0 (SPSS Inc. Released 2008. SPSS Statistics for Windows, version 17.0 Chicago: SPSS Inc.) ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครแสดงในรูปแบบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความถี่ และร้อยละ ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro wilk test

ทดสอบความเที่ยงภายในผู้วัดด้วยสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นแบบ 3, 2 (Intraclass correlation coefficients; $ICC_{3,2}$) และทดสอบความเที่ยงระหว่างผู้วัดด้วยสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นแบบ 2, 2 (Intraclass correlation coefficients; $ICC_{2,2}$) ที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05 โดยค่า ICC น้อยกว่า 0.5 ถือว่ามีความเที่ยงระดับต่ำ ค่า ICC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แต่น้อยกว่า 0.75 ถือว่ามีความเที่ยงระดับปานกลาง และค่า ICC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.75 ถือว่ามีความเที่ยงอยู่ในระดับสูง[13] และทำการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (standard error of measurement; SEM)[14,15]



A




B

**รูปที่** 1 A; การติดตั้งกล้องและตำแหน่งยืนทำการทดสอบ B; การติดตัวสะท้อนสัญญาณที่จุดอ้างอิงบริเวณสะบัก

**ผลการวิจัย**

การศึกษานี้เก็บข้อมูลในอาสาสมัครสุขภาพดี จำนวน 33 คน (เพศชาย 17 คนและเพศหญิง 16 คน) อายุเฉลี่ย 21.03 ± 1.53 ปี น้ำหนักหนักเฉลี่ย 61.73 ± 12.07 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 167.15 ± 8.07 เซนติเมตร และค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย 21.94 ± 2.69 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เมื่อทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro wilk test พบว่าการแจกแจงข้อมูลปกติ

<u>ความเที่ยงภายในผู้วัดคนที่ 1 และคนที่ 2 ในการประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักในท่างอข้อไหล่</u>

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าที่มุมงอข้อไหล่ 0 องศา มีค่าความเที่ยงภายในผู้วัดแต่ละคนอยู่ในระดับสูง ($ICC_{3,2}$ = 0.77 - 0.96) ที่มุมงอข้อไหล่ 30 องศา มีค่าความเที่ยงภายในผู้วัดแต่ละคนอยู่ในระดับสูง ($ICC_{3,2}$ = 0.76 - 0.96) ยกเว้น ตัวแปร external rotation angle (ข้างซ้าย) ภายในผู้วัดคนที่ 2 มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับปานกลาง ($ICC_{3,2}$ = 0.70) ที่มุมงอข้อไหล่ 60 90 และ 120 องศา มีค่าความเที่ยงภายในผู้วัดแต่ละคนอยู่ในระดับสูง ($ICC_{3,2}$ = 0.79 - 0.97) ที่มุมงอข้อไหล่ 150 องศา มีค่าความเที่ยงภายในผู้วัดแต่ละคนอยู่ในระดับสูง ($ICC_{3,2}$ = 0.77 - 0.98) ยกเว้นตัวแปร superior translation angle (ข้างขวา) ภายในผู้วัดคนที่ 2 มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับปานกลาง ($ICC_{3,2}$ = 0.71) และที่มุมงอข้อไหล่ 180 องศา มีค่าความเที่ยงภายในผู้วัดแต่ละคนอยู่ในระดับสูง ($ICC_{3,2}$ = 0.85 - 0.98) ยกเว้นตัวแปร external rotation angle (ข้างซ้ายและข้างขวา) ภายในผู้วัดคนที่ 2 มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับปานกลาง ($ICC_{3,2}$ = 0.72 และ 0.73 ตามลำดับ) (ตารางที่ 1)

<u>ความเที่ยงภายในผู้วัดคนที่ 1 และคนที่ 2 ในการประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักในท่ากางข้อไหล่</u>

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าที่มุมกางข้อไหล่ 0 องศา มีค่าความเที่ยงภายในผู้วัดแต่ละคนอยู่ในระดับสูง ($ICC_{3,2}$ = 0.82 - 0.97) ยกเว้นตัวแปร external rotation angle (ข้างซ้าย) ภายในผู้วัดคนที่ 2 มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับปานกลาง ($ICC_{3,2}$ = 0.71) ที่มุมกางข้อไหล่ 30 และ 60 องศา มีค่าความเที่ยงภายในผู้วัดแต่ละคนอยู่ในระดับสูง ($ICC_{3,2}$ = 0.76 - 0.97) ที่มุมกางข้อไหล่ 90 องศา มีค่าความเที่ยงภายในผู้วัดแต่ละคนอยู่ในระดับสูง ($ICC_{3,2}$ = 078 - 0.96) ยกเว้นตัวแปร upper horizontal distance (ข้างซ้าย) และตัวแปร external rotation angle (ข้างซ้าย) ภายในผู้วัดคนที่ 2 ที่มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับปานกลาง ($ICC_{3,2}$ = 0.68 และ 0.74 ตามลำดับ) ที่มุมกางข้อไหล่ 120 องศา มีค่าความเที่ยงภายในผู้วัดแต่ละคนอยู่ในระดับสูง ($ICC_{3,2}$ = 0.84 - 0.96) ยกเว้นตัวแปร external rotation angle (ข้างซ้าย) ภายในผู้วัดคนที่ 2 ที่มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับปานกลาง ($ICC_{3,2}$ = 0.75) ที่มุมกางข้อไหล่ 150 องศา มีค่าความเที่ยงภายในผู้วัดแต่ละคนอยู่ในระดับสูง ($ICC_{3,2}$ = 0.80 - 0.97) ยกเว้นตัวแปร external rotation angle (ข้างขวา) ภายในผู้วัดคนที่ 2 มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับปานกลาง ($ICC_{3,2}$ = 0.69) และที่มุมกางข้อไหล่ 180 องศา มีค่าความเที่ยงภายในผู้วัดแต่ละคนอยู่ในระดับสูง ($ICC_{3,2}$ = 0.78 - 0.98) ยกเว้นตัวแปร upper horizontal distance (ข้างซ้าย) ภายในผู้วัดคนที่ 2 มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับปานกลาง ($ICC_{3,2}$ = 0.72) (ตารางที่ 2)

<u>ความเที่ยงระหว่างผู้วัดคนที่ 1 และคนที่ 2 ในการประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักในท่างอข้อไหล่</u>

ผลการศึกษาพบว่ามุมงอข้อไหล่ 0 องศา (ขณะยืนนิ่ง) มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับสูง ($ICC_{2,2}$ = 0.78 - 0.89) ยกเว้นตัวแปร upper horizontal distance (ข้างซ้ายและข้างขวา) และ upward rotation angle (ข้างซ้ายและข้างขวา) มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับปานกลาง ($ICC_{2,2}$ = 0.60 - 0.71) ที่มุมงอข้อไหล่ 30 องศา มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับสูง ($ICC_{2,2}$ = 0.76 - 0.86) ยกเว้นตัวแปร upper horizontal distance (ข้างซ้าย) upward rotation angle (ข้างซ้ายและข้างขวา)

superior translation angle (ข้างขวา) และ external rotation angle (ข้างขวา) มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับปานกลาง ($ICC_{2,2}$ = 0.61 - 0.73) ที่มุมงอข้อไหล่ 60 องศา ตัวแปร lower horizontal distance (ข้างซ้ายและข้างขวา) upper horizontal distance (ข้างขวา) และตัวแปร external rotation angle (ข้างซ้าย) มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับสูง ($ICC_{2,2}$ = 0.78 - 0.90) ส่วนตัวแปร upper horizontal distance (ข้างซ้าย) upward rotation angle (ข้างซ้ายและข้างขวา) superior translation angle (ข้างซ้ายและข้างขวา) และ external rotation angle (ข้างขวา) มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับปานกลาง ($ICC_{2,2}$ = 0.64 - 0.75) ที่มุมงอข้อไหล่ 90 องศา มีเพียงตัวแปร lower horizontal distance (ข้างซ้ายและข้างขวา) และ external rotation angle (ข้างซ้ายและข้างขวา) ที่มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับสูง ($ICC_{2,2}$ = 0.77 - 0.84) ส่วนตัวแปร upper horizontal distance (ข้างซ้ายและข้างขวา) upward rotation angle (ข้างซ้ายและข้างขวา) และ superior translation angle (ข้างซ้ายและข้างขวา) มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับปานกลาง ($ICC_{2,2}$ = 0.62 - 0.74) ที่มุมงอข้อไหล่ 120 องศา มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับปานกลาง ($ICC_{2,2}$ = 0.62 - 0.75) ยกเว้นตัวแปร upper horizontal distance (ข้างขวา) และ upward rotation angle (ข้างซ้าย) มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดในระดับสูง ($ICC_{2,2}$ = 0.80 และ 0.76 ตามลำดับ) ที่มุมงอข้อไหล่ 150 องศา ตัวแปรที่พบค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดในระดับสูง ($ICC_{2,2}$ = 0.77 - 0.84) ได้แก่ lower horizontal distance (ข้างขวา) upper horizontal distance (ข้างขวา) upward rotation angle (ข้างซ้ายและข้างขวา) และ superior translation angle (ข้างขวา) ส่วนตัวแปรที่พบค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดในระดับปานกลาง ($ICC_{2,2}$ = 0.62 - 0.75) ได้แก่ lower horizontal distance (ข้างซ้าย) upper horizontal distance (ข้างซ้าย) superior translation angle (ข้างซ้าย) และ external rotation angle (ข้างซ้ายและข้างขวา) มีเพียงตัวแปร upward rotation angle (ข้างซ้ายและข้างขวา) และมุมงอข้อไหล่ 180 องศา มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับสูง ($ICC_{2,2}$ = 0.76 - 0.83) ในตัวแปร lower horizontal distance (ข้างซ้ายและข้างขวา) upper horizontal distance (ข้างขวา) upward rotation angle (ข้างซ้าย) และ external rotation angle (ข้างขวา) ส่วนตัวแปรที่พบค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดในระดับปานกลาง ($ICC_{2,2}$ = 0.63 - 0.75) ได้แก่ upper horizontal (ข้างซ้าย) upward rotation angle (ข้างขวา) superior translation angle (ข้างซ้ายและข้างขวา) และ external rotation angle (ข้างซ้าย) (ตารางที่ 3)

<u>ความเที่ยงระหว่างผู้วัดคนที่ 1 และคนที่ 2 ในการประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักในท่ากางข้อไหล่</u>

ผลการศึกษาพบว่ามุมกางข้อไหล่ 0 องศา (ขณะยืนนิ่ง) มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับสูง ($ICC_{2,2}$ = 0.82 - 0.92) ยกเว้นตัวแปร upward rotation angle (ข้างซ้ายและข้างขวา) มีค่าความเที่ยงระดับปานกลาง ($ICC_{2,2}$ = 0.66 และ 0.63 ตามลำดับ) ที่มุมกางข้อไหล่ 30 องศา มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับสูง ($ICC_{2,2}$ = 0.76 - 0.90) ยกเว้นตัวแปร upward rotation angle (ข้างซ้ายและข้างขวา) มีค่าความเที่ยงระดับปานกลาง ($ICC_{2,2}$ = 0.61 และ 0.68 ตามลำดับ) ที่มุมกางข้อไหล่ 60 องศา ตัวแปร lower horizontal distance (ข้างซ้ายและข้างขวา) upper horizontal distance (ข้างขวา) superior translation angle (ข้างซ้ายและข้างขวา) และตัวแปร external rotation angle (ข้างซ้าย) มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับสูง ($ICC_{2,2}$ = 0.76 – 0.90) ส่วนตัวแปร upper horizontal distance (ข้างซ้าย) upward rotation angle (ข้างซ้ายและข้างขวา) และ external rotation angle (ข้างขวา) มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับปานกลาง ($ICC_{2,2}$ = 0.64 – 0.73) ที่มุมกางข้อไหล่ 90 องศา มีเพียงตัวแปร lower horizontal distance (ข้างซ้ายและข้างขวา)

ที่มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับสูง ($ICC_{2,2}$ = 0.76 - 0.80) ส่วนตัวแปรนอกจากนั้นมีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดในระดับปานกลาง ($ICC_{2,2}$ = 0.61 - 0.75) ที่มุมกางข้อไหล่ 120 องศา มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับปานสูง ($ICC_{2,2}$ = 0.77 - 0.87) ยกเว้นตัวแปร upward rotation angle (ข้างซ้ายและข้างขวา) และ superior translation angle (ข้างซ้ายและข้างขวา) มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดในระดับปานกลาง ($ICC_{2,2}$ = 0.66 - 0.72) ที่มุมกางข้อไหล่ 150 องศา ในตัวแปร lower horizontal distance (ข้างซ้ายและข้างขวา) upper horizontal distance (ข้างซ้ายและข้างขวา) และ external rotation angle (ข้างขวา) มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดในระดับสูง ($ICC_{2,2}$ = 0.77 - 0.87) ส่วนตัวแปรนอกจากนั้นมีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดในระดับปานกลาง ($ICC_{2,2}$ = 0.66 - 0.72) และมุมกางข้อไหล่ 180 องศา มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับสูง ($ICC_{2,2}$ = 0.78 - 0.82) ยกเว้นตัวแปร ในตัวแปร upward rotation angle (ข้างซ้าย) superior translation angle (ข้างขวา) และ external rotation angle (ข้างซ้ายและข้างขวา) มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดในระดับปานกลาง ($ICC_{2,2}$ = 0.62 - 0.71) (ตารางที่ 4)

**บทวิจารณ์**

การศึกษาครั้งนี้เป็นรายงานการศึกษาครั้งแรกของการทดสอบความเที่ยงภายในและระหว่างผู้วัดในการประเมินตำแหน่งของกระดูกสะบักด้วยโปรแกรมประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักซึ่งเป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งของกระดูกสะบักในการเคลื่อนไหวหลายระนาบพร้อมกัน ผลการศึกษาพบว่าในท่าทางการงอและกางข้อไหล่ค่าความเที่ยงภายในผู้วัดคนที่ 1 ซึ่งเป็นนักกายภาพบำบัดที่มีประสบการณ์ทางคลินิกและงานวิจัยเกี่ยวกับความผิดปกติบริเวณกระดูกสะบักมากกว่า 5 ปี มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับสูง ($ICC_{3,2}$ =0.77 - 0.98) ในขณะที่ค่าความเที่ยงภายในผู้วัดคนที่ 2 ซึ่งเป็นนักศึกษากายภาพบำบัดชั้นปีที่ 4 มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ($ICC_{3,2}$ =0.68 - 0.97) ส่วนผลการศึกษาค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดพบว่า ในท่าทางการงอข้อไหล่มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดในระดับปานกลางถึงสูง ($ICC_{2,2}$ = 0.60 - 0.90) และในท่าทางการกางข้อไหล่ก็มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดในระดับปานกลางถึงสูงเช่นเดียวกัน ($ICC_{2,2}$ = 0.61 - 0.92)

ผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ความเที่ยงภายในผู้วัดคนที่ 2 ที่เป็นนักศึกษากายภาพบำบัดชั้นปีที่ 4 มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ซึ่งค่าความเที่ยงระดับปานกลางส่วนใหญ่อยู่ในท่าทางการงอหรือการกางข้อไหล่ตั้งแต่ 30 องศาขึ้นไป บ่งชี้ว่าค่าความเที่ยงอาจลดลงเมื่ออาสาสมัครอยู่ในท่าทางที่ต้องงอหรือกางข้อไหล่ ทั้งนี้ ประสบการณ์และความชำนาญของผู้วัดอาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับค่าความเที่ยงดังกล่าว เนื่องจากขั้นตอนการจัดท่าทางให้อาสาสมัครอยู่ในท่าทางที่ต้องการ มีความจำเป็นต้องอาศัยความชำนาญในการสังเกตค่ามุมจาก inclinometer ต้องมีความแม่นยำในการระบุจุดอ้างอิงต่าง ๆ ของกระดูกสะบัก และมีความรวดเร็วในการกดบันทึกภาพจากโปรแกรม หากมีความผิดพลาดหรือมีความล่าช้าเกิดขึ้นอาจส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนของท่าทางที่ต้องการได้ ดังนั้น หากฝึกฝนทักษะดังกล่าวให้ชำนาญร่วมกับระบุจุดอ้างอิงในการติดตัวสะท้อนสัญญาณอย่างแม่นยำน่าจะทำให้ค่าความเที่ยงภายในและระหว่างผู้วัดเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ก่อนนำโปรแกรมประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักไปใช้จริง ผู้วัดควรมีค่าความเที่ยงในทุกท่าทางการเคลื่อนไหวและทุกตัวแปรในระดับสูง

**ตารางที่ 1** ค่าความเที่ยงภายในผู้วัดคนที่ 1 และคนที่ 2 ของการประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักในท่ายกไหล่

| มุม | ข้าง | | ระยะทางระหว่างมุมด้านล่างของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | | ระยะทางระหว่าง root of spine ของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | | มุมการหมุนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | | มุมการเคลื่อนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | | มุมการหมุนออกของกระดูกสะบัก (องศา) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ |
| 0° | ซ้าย | mean±SD | 87.4±15.3 | 88.5±16.0 | 75.5±11.1 | 81.7±11.9 | 102.6±7.5 | 110.1±5.1 | 69.9±3.7 | 67.4±3.0 | 5.2±3.8 | 6.1±3.8 |
| | | ICC (95% CI) | 0.92 (0.83-0.96) | 0.91 (0.82-0.96) | 0.92 (0.85-0.96) | 0.86 (0.72-0.93) | 0.96 (0.92-0.98) | 0.90 (0.80-0.95) | 0.95 (0.91-0.98) | 0.95 (0.90-0.98) | 0.91 (0.82-0.96) | 0.77 (0.52-0.88 |
| | | SEM | 4.3 | 4.8 | 3.1 | 4.5 | 1.5 | 1.9 | 0.8 | 0.7 | 1.1 | 1.8 |
| | ขวา | mean±SD | 90.4±15.0 | 92.0±15.9 | 81.4±10.1 | 85.6±12.5 | 105.0±6.5 | 108.4±4.6 | 69.0 ± 3.4 | 66.3±2.9 | 4.9±3.1 | 6.7±4.1 |
| | | ICC (95% CI) | 0.93 (0.86-0.97) | 0.93 (0.87-0.97) | 0.90 (0.79-0.95) | 0.90 (0.79-0.95) | 0.89 (0.78-0.95) | 0.82 (0.64-0.91) | 0.94 (0.88-0.97) | 0.94 (0.87-0.97) | 0.79 (0.58-0.90) | 0.82 (0.64-0.91 |
| | | SEM | 4.0 | 4.2 | 3.2 | 4.0 | 2.2 | 1.9 | 0.8 | 0.7 | 1.4 | 1.7 |
| 30° | ซ้าย | mean±SD | 92.3±16.4 | 92.6±16.3 | 80.1±12.3 | 86.2±12.8 | 103.9±7.5 | 113.7±6.8 | 70.9±3.9 | 67.8±3.3 | 6.2±3.9 | 5.7±3.4 |
| | | ICC (95% CI) | 0.89 (0.78-0.95) | 0.93 (0.86-0.96) | 0.96 (0.91-0.98) | 0.90 (0.79-0.95) | 0.90 (0.80-0.95) | 0.88 (0.77-0.94) | 0.96 (0.92-0.98) | 0.97 (0.93-0.98) | 0.89 (0.78-0.95) | 0.71 (0.39-0.85 |
| | | SEM | 5.4 | 4.3 | 2.5 | 4.0 | 2.4 | 2.4 | 0.8 | 0.6 | 1.3 | 2.2 |
| | ขวา | mean±SD | 92.8±17.3 | 94.7±17.9 | 84.5±11.0 | 88.0±13.3 | 110.6±6.1 | 112.0±4.6 | 70.1±3.0 | 67.1±2.8 | 5.4±3.3 | 5.8±3.6 |
| | | ICC (95% CI) | 0.93 (0.85-0.96) | 0.93 (0.85-0.96) | 0.90 (0.80-0.95) | 0.91 (0.82-0.96) | 0.86 (0.71-0.93) | 0.76 (0.52-0.88) | 0.91 (0.81-0.95) | 0.93 (0.86-0.97) | 0.84 (0.68-0.92) | 0.77 (0.53-0.89 |
| | | SEM | 4.6 | 4.7 | 3.5 | 4.0 | 2.3 | 2.3 | 0.9 | 0.7 | 1.3 | 1.7 |

**หมายเหตุ:** Mean คือ ค่าเฉลี่ย, SD: standard deviation คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ICC: Intraclass correlation coefficient คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น ($ICC_{3,2}$), CI: confidence Interval คือ ช่วงความเชื่อมั่น, SEM: standard error of measurement คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด



วารสารเวชศาสตร์ฟื้นฟูแห่งประเทศไทย ปีที่ 2566; 45(1): 42-65

**ตารางที่ 1** ค่าความเที่ยงภายในผู้วัดคนที่ 1 และคนที่ 2 ของการประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักในท่ายกไหล่ (ต่อ)

| มุม | ข้าง | | ระยะทางระหว่างมุมด้านล่างของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | | ระยะทางระหว่าง root of spine ของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | | มุมการหมุนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | | มุมการเคลื่อนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | | มุมการหมุนออกของกระดูกสะบัก (องศา) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ |
| 60° | ซ้าย | mean±SD | 94.2±15.8 | 95.9±14.3 | 90.7±15.1 | 95.8±11.3 | 115.9±8.1 | 122.0±6.9 | 73.8±4.3 | 71.0±3.8 | 6.7±3.9 | 6.6±3.9 |
| | | ICC (95% CI) | 0.90 (0.81-0.95) | 0.91 (0.82-0.96) | 0.94 (0.87-0.97) | 0.89 (0.77-0.94) | 0.91 (0.82-0.96) | 0.86 (0.72-0.93) | 0.95 (0.90-0.98) | 0.95 (0.91-0.98) | 0.86 (0.71-0.93) | 0.79 (0.58-0.90 |
| | | SEM | 5.0 | 4.3 | 3.7 | 3.7 | 2.4 | 2.6 | 1.0 | 0.8 | 1.5 | 1.8 |
| | ขวา | mean±SD | 97.1±15.7 | 100.0±17.8 | 92.4±12.7 | 97.0±14.3 | 120.6±8.5 | 120.4±6.2 | 73.4±3.4 | 70.2±3.1 | 5.6±3.7 | 5.9±3.5 |
| | | ICC (95% CI) | 0.92 (0.83-0.96) | 0.94 (0.88-0.97) | 0.87 (0.74-0.94) | 0.92 (0.84-0.96) | 0.89 (0.77-0.94) | 0.86 (0.72-0.93) | 0.89 (0.79-0.95) | 0.90 (0.80-0.95) | 0.83 (0.66-0.92) | 0.83 (0.65-0.92 |
| | | SEM | 4.4 | 4.4 | 4.6 | 4.1 | 2.8 | 2.3 | 1.1 | 1.0 | 1.5 | 1.4 |
| 90° | ซ้าย | mean±SD | 123.1±14.7 | 127.8±17.8 | 94.9±13.6 | 100.2±13.4 | 134.4±9.0 | 135.0±5.9 | 79.6±5.0 | 75.6±4.3 | 21.8±8.8 | 24.8±8.4 |
| | | ICC (95% CI) | 0.94 (0.88–0.97) | 0.87 (0.73-0.93) | 0.95 (0.89-0.97) | 0.90 (0.81-0.95) | 0.94 (0.87-0.97) | 0.86 (0.71-0.93) | 0.95 (0.90-0.98) | 0.96 (0.92-0.98) | 0.88 (0.75-0.94) | 0.84 (0.68-0.92 |
| | | SEM | 3.6 | 6.4 | 3.0 | 4.2 | 2.2 | 2.2 | 1.1 | 0.9 | 3.0 | 3.3 |
| | ขวา | mean±SD | 124.7±15.6 | 134.1±16.6 | 98.7±12.7 | 103.2±14.7 | 139.7±8.2 | 135.7±5.4 | 79.4±5.0 | 75.4±3.7 | 19.7±7.6 | 27.1±7.4 |
| | | ICC (95% CI) | 0.97 (0.94-0.99) | 0.79 (0.57-0.89) | 0.90 (0.79-0.95) | 0.92 (0.84-0.96) | 0.91 (0.82-0.96) | 0.81 (0.61-0.91) | 0.96 (0.92-0.98) | 0.90 (0.79-0.95) | 0.82 (0.63-0.91) | 0.68 (0.35-0.84 |
| | | SEM | 2.7 | 7.6 | 4.0 | 4.1 | 2.5 | 2.3 | 1.0 | 1.2 | 3.2 | 4.2 |

**หมายเหตุ**: Mean คือ ค่าเฉลี่ย, SD: standard deviation คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ICC: Intraclass correlation coefficient คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น ($ICC_{3,2}$), CI: confidence Interval คือ ช่วงความเชื่อมั่น, SEM: standard error of measurement คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

**ตารางที่ 1** ค่าความเที่ยงภายในผู้วัดคนที่ 1 และคนที่ 2 ของการประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักในท่ายกไหล่ (ต่อ)

| มุม | ข้าง | | ระยะทางระหว่างมุมด้านล่างของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | | ระยะทางระหว่าง root of spine ของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | | มุมการหมุนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | | มุมการเคลื่อนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | | มุมการหมุนออกของกระดูกสะบัก (องศา) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ |
| 120° | ซ้าย | mean±SD | 125.4±13.3 | 133.8±15.6 | 89.0±13.3 | 97.3±12.0 | 146.8±8.4 | 147.8±6.7 | 85.4±5.0 | 80.3±4.6 | 31.1±8.8 | 38.5±7.7 |
| | | ICC (95% CI) | 0.94 (0.87-0.98) | 0.94 (0.88-0.97) | 0.91 (0.822-0.96) | 0.88 (0.76-0.94) | 0.94 (0.87-0.97) | 0.88 (0.76-0.94) | 0.94 (0.88-0.97) | 0.95 (0.90-0.97) | 0.92 (0.83-0.96) | 0.91 (0.82-0.96 |
| | | SEM | 3.3 | 3.8 | 4.0 | 4.2 | 2.1 | 2.3 | 1.2 | 1.0 | 2.5 | 2.3 |
| | ขวา | mean±SD | 128.6±12.9 | 139.0±16.3 | 92.6±13.0 | 99.9±15.1 | 149.6±7.5 | 146.2±5.9 | 84.5±5.2 | 80.4±3.9 | 31.0±7.2 | 39.9±6.6 |
| | | ICC (95% CI) | 0.95 (0.89-0.97) | 0.93 (0.87-0.97) | 0.92 (0.84-0.96) | 0.87 (0.75-0.94) | 0.92 (0.84-0.96) | 0.86 (0.71-0.93) | 0.97 (0.95-0.99) | 0.88 (0.75-0.94) | 0.84 (0.67-0.92) | 0.89 (0.78-0.95 |
| | | SEM | 2.9 | 4.3 | 3.7 | 5.5 | 2.1 | 2.2 | 0.9 | 1.3 | 2.9 | 2.2 |
| 150° | ซ้าย | mean±SD | 125.0±12.6 | 134.2±14.2 | 88.6±10.9 | 90.9±11.4 | 152.6±8.6 | 151.5±6.8 | 85.5±5.5 | 80.4±5.0 | 42.4±7.0 | 47.9±7.1 |
| | | ICC (95% CI) | 0.94 (0.89-0.97) | 0.95 (0.89-0.97) | 0.77 (0.53-0.89) | 0.84 (0.67-0.92) | 0.95 (0.90-0.98) | 0.87 (0.74-0.94) | 0.98 (0.95-0.99) | 0.82 (0.63-0.91) | 0.81 (0.61-0.90) | 0.90 (0.80-0.95 |
| | | SEM | 3.1 | 3.2 | 5.2 | 4.6 | 1.9 | 2.5 | 0.8 | 2.1 | 3.1 | 2.3 |
| | ขวา | mean±SD | 125.8±13.8 | 140.0±16.2 | 88.3±13.6 | 95.2±13.4 | 152.4±8.9 | 149.6±8.9 | 82.6±4.5 | 80.9±4.5 | 42.6±7.8 | 48.0±6.1 |
| | | ICC (95% CI) | 0.90 (0.80-0.95) | 0.96 (0.93-0.98) | 0.89 (0.77-0.94) | 0.82 (0.63-0.91) | 0.93 (0.86-0.97) | 0.94 (0.88-0.97) | 0.95 (0.90-0.98) | 0.71 (0.42-0.86) | 0.93 (0.86-0.97) | 0.83 (0.66-0.92 |
| | | SEM | 4.4 | 3.2 | 4.5 | 5.7 | 2.4 | 2.2 | 1.0 | 2.4 | 2.1 | 2.5 |

**หมายเหตุ:** Mean คือ ค่าเฉลี่ย, SD: standard deviation คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ICC: Intraclass correlation coefficient คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น ($ICC_{3,2}$), CI: confidence Interval คือ ช่วงความเชื่อมั่น, SEM: standard error of measurement คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

**ตารางที่ 1** ค่าความเที่ยงภายในผู้วัดคนที่ 1 และคนที่ 2 ของการประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักในท่ายกไหล่ (ต่อ)

| มุม | ข้าง | | ระยะทางระหว่างมุมด้านล่างของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | | ระยะทางระหว่าง root of spine ของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | | มุมการหมุนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | | มุมการเคลื่อนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | | มุมการหมุนออกของกระดูกสะบัก (องศา) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ |
| 180° | ซ้าย | mean±SD | 125.6±12.2 | 134.4±13.2 | 87.9±10.0 | 87.2±11.7 | 155.2±8.3 | 154.3±7.0 | 80.2±4.8 | 77.7±4.6 | 48.9±7.8 | 56.1±6.5 |
| | | ICC (95% CI) | 0.91 (0.82-0.96) | 0.94 (0.87-0.97) | 0.89 (0.79-0.95) | 0.87 (0. 74-0.94) | 0.96 (0.92-0.98) | 0.90 (0.80-0.95) | 0.98 (0.97-0.99) | 0.96 (0.91-0.98) | 0.93 (0.85-0.96) | 0.72 (0.43-0.86 |
| | | SEM | 3.7 | 3.2 | 3.3 | 4.2 | 1.7 | 2.2 | 0.7 | 0.9 | 2.1 | 3.4 |
| | ขวา | mean±SD | 126.7±13.2 | 135.1±14.3 | 84.3±12.7 | 87.4±12.5 | 156.8±6.5 | 151.4±5.6 | 81.7±4.2 | 78.2±4.0 | 49.6±8.0 | 53.4±6.2 |
| | | ICC (95% CI) | 0.95 (0.91-0.98) | 0.91 (0.82-0.96) | 0.88 (0.76-0.94) | 0.86 (0.72-0.93) | 0.85 (0.71-0.93) | 0.81 (0.61-0.91) | 0.97 (0.94-0.98) | 0.95 (0.89-0.97) | 0.87 (0.74-0.94) | 0.73 (0.45-0.87 |
| | | SEM | 3.0 | 4.3 | 4.4 | 4.7 | 2.5 | 2.5 | 0.7 | 0.9 | 2.9 | 3.2 |

**หมายเหตุ:** Mean คือ ค่าเฉลี่ย, SD: standard deviation คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ICC: Intraclass correlation coefficient คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น ($ICC_{3,2}$), CI: confidence Interval คือ ช่วงความเชื่อมั่น, SEM: standard error of measurement คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

**ตารางที่ 2** ค่าความเที่ยงภายในผู้วัดคนที่ 1 และคนที่ 2 ของการประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักในท่ากางไหล่

| มุม | ข้าง | | ระยะทางระหว่างมุมด้านล่างของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | | ระยะทางระหว่าง root of spine ของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | | มุมการหมุนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | | มุมการเคลื่อนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | | มุมการหมุนออกของกระดูกสะบัก (องศา) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ |
| 0° | ซ้าย | mean±SD | 87.5±15.0 | 89.0±17.4 | 75.3±10.1 | 80.7±10.9 | 101.5±7.8 | 107.5±5.3 | 69.8± 4.0 | 66.9±3.1 | 5.7±3.4 | 6.5±3.7 |
| | | ICC (95% CI) | 0.93 (0.86-0.97) | 0.92 (0.84-0.96) | 0.91 (0.82-0.96) | 0.90 (0.80-0.95) | 0.95 (0.89-0.97) | 0.91 (0.83-0.96) | 0.97 (0.93-0.98) | 0.94 (0.88-0.97) | 0.91 (0.81-0.95) | 0.71 (0.42-0.86 |
| | | SEM | 4.0 | 4.9 | 3.0 | 3.5 | 1.7 | 1.6 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 2.0 |
| | ขวา | mean±SD | 90.0±13.8 | 93.5±16.8 | 82.2±10.5 | 85.3±12.8 | 104.5±6.8 | 107.1±4.4 | 68.8±2.9 | 66.1±3.0 | 4.8±3.0 | 6.6±4.1 |
| | | ICC (95% CI) | 0.96 (0.91-0.98) | 0.90 (0.81-0.95) | 0.89 (0.78-0.95) | 0.91 (0.81-0.95) | 0.91 (0.81-0.95) | 0.85 (0.69-0.93) | 0.94 (0.87-0.97) | 0.95 (0.90-0.98) | 0.87 (0.73-0.94) | 0.82 (0.64-0.91 |
| | | SEM | 2.8 | 5.3 | 3.5 | 3.8 | 2.0 | 1.7 | 0.7 | 0.7 | 1.1 | 1.7 |
| 30° | ซ้าย | mean±SD | 84.9±15.4 | 86.5±17.9 | 71.0±11.3 | 75.8±12.2 | 103.4±8.5 | 112.4±6.3 | 70.6±4.3 | 67.7±3.6 | 6.7±4.1 | 9.0±5.3 |
| | | ICC (95% CI) | 0.91 (0.81-0.96) | 0.91 (0.81-0.96) | 0.90 (0.79-0.95) | 0.94 (0.88-0.97) | 0.91 (0.82-0.96) | 0.86 (0.72-0.93) | 0.96 (0.91–0.98) | 0.96 (0.93-0.98) | 0.82 (0.63-0.91) | 0.80 (0.60-0.90 |
| | | SEM | 4.6 | 5.4 | 3.6 | 3.0 | 2.6 | 2.3 | 0.9 | 0.7 | 1.7 | 2.4 |
| | ขวา | mean±SD | 88.6±14.0 | 93.3±16.9 | 78.6±10.8 | 82.7±13.0 | 106.4±7.8 | 111.1±5.1 | 69.8±3.0 | 67.1±3.1 | 6.4±3.9 | 9.0±4.9 |
| | | ICC (95% CI) | 0.91 (0.82-0.96) | 0.93 (0.86-0.97) | 0.86 (0.71-0.93) | 0.93 (0.85-0.96) | 0.92 (0.83-0.96) | 0.85 (0.69-0.93) | 0.93 (0.87-0.97) | 0.95 (0.89-0.97) | 0.84 (0.67-0.92) | 0.76 (0.52-0.88 |
| | | SEM | 4.2 | 4.5 | 4.0 | 3.4 | 2.2 | 2.0 | 0.8 | 0.7 | 1.6 | 2.4 |

**หมายเหตุ**: Mean คือ ค่าเฉลี่ย, SD: standard deviation คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ICC: Intraclass correlation coefficient คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น ($ICC_{3,2}$), CI: confidence Interval คือ ช่วงความเชื่อมั่น, SEM: standard error of measurement คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

**ตารางที่ 2** ค่าความเที่ยงภายในผู้วัดคนที่ 1 และคนที่ 2 ของการประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักในท่ากางไหล่ (ต่อ)

| มุม | ข้าง | | ระยะทางระหว่างมุมด้านล่างของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | | ระยะทางระหว่าง root of spine ของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | | มุมการหมุนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | | มุมการเคลื่อนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | | มุมการหมุนออกของกระดูกสะบัก (องศา) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ |
| 60° | ซ้าย | mean±SD | 82.4±15.0 | 84.2±18.6 | 57.1±12.3 | 64.7±11.5 | 110.9±8.4 | 120.2±7.6 | 74.8±4.8 | 71.6±4.3 | 8.5±4.5 | 11.7±6.3 |
| | | ICC (95% CI) | 0.91 (0.81-0.95) | 0.94 (0.87-0.97) | 0.90 (0.80-0.95) | 0.88 (0.75-0.94) | 0.94 (0.88-0.97) | 0.89 (0.79-0.95) | 0.97 (0.93-0.98) | 0.97 (0.94-0.98) | 0.78 (0.55-0.89) | 0.81 (0.61-0.91 |
| | | SEM | 4.5 | 4.6 | 3.9 | 4.0 | 2.1 | 2.5 | 0.8 | 0.7 | 2.1 | 2.7 |
| | ขวา | mean±SD | 88.0±15.1 | 92.9±17.3 | 65.9±11.6 | 74.9±12.0 | 115.1±9.6 | 119.9±5.8 | 74.6±3.5 | 71.8±3.2 | 8.3±4.3 | 11.2±5.2 |
| | | ICC (95% CI) | 0.93 (0.86-0.97) | 0.93 (0.85-0.96) | 0.88 (0.75-0.94) | 0.89 (0.79-0.95) | 0.94 (0.88-0.97) | 0.82 (0.63-0.91) | 0.93 (0.85-0.96) | 0.95 (0.91-0.98) | 0.87 (0.74-0.94) | 0.84 (0.67-0.92 |
| | | SEM | 4.0 | 4.6 | 4.0 | 4.0 | 2.4 | 2.5 | 0.9 | 0.7 | 1.6 | 2.1 |
| 90° | ซ้าย | mean±SD | 109.4±16.0 | 109.6±18.3 | 60.9±13.2 | 62.3±9.0 | 128.6±8.8 | 130.8±6.0 | 79.4±4.8 | 74.9±4.7 | 27.8±7.5 | 34.6±6.1 |
| | | ICC (95% CI) | 0.91 (0.83-0.96) | 0.91 (0.81-0.95) | 0.91 (0.81-0.95) | 0.68 (0.36-0.84) | 0.92 (0.85-0.96) | 0.85 (0.70-0.93) | 0.96 (0.92-0.98) | 0.96 (0.91-0.98) | 0.90 (0.79-0.95) | 0.74 (0.46-0.87 |
| | | SEM | 4.8 | 5.5 | 4.0 | 5.1 | 2.5 | 2.3 | 1.0 | 0.9 | 2.4 | 3.1 |
| | ขวา | mean±SD | 113.9±16.5 | 121.2±21.7 | 69.6±15.0 | 72.9±13.6 | 134.1±8.7 | 132.2±5.8 | 80.1±3.3 | 76.2±3.8 | 27.5±6.9 | 34.7±7.2 |
| | | ICC (95% CI) | 0.91 (0.83-0.96) | 0.94 (0.88-0.97) | 0.89 (0.79-0.95) | 0.81 (0.62-0.91) | 0.92 (0.84-0.96) | 0.81 (0.62-0.91) | 0.92 (0.83-0.96) | 0.95 (0.91-0.98) | 0.90 (0.79-0.95) | 0.78 (0.55-0.89 |
| | | SEM | 5.0 | 5.3 | 5.0 | 6.0 | 2.5 | 2.5 | 0.9 | 0.8 | 2.2 | 3.4 |

**หมายเหตุ**: Mean คือ ค่าเฉลี่ย, SD: standard deviation คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ICC: Intraclass correlation coefficient คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น ($ICC_{3,2}$) , CI: confidence Interval คือ ช่วงความเชื่อมั่น, SEM: standard error of measurement คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

**ตารางที่ 2** ค่าความเที่ยงภายในผู้วัดคนที่ 1 และคนที่ 2 ของการประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักในท่ากางไหล่ (ต่อ)

| มุม | ข้าง | | ระยะทางระหว่างมุมด้านล่างของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | | ระยะทางระหว่าง root of spine ของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | | มุมการหมุนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | | มุมการเคลื่อนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | | มุมการหมุนออกของกระดูกสะบัก (องศา) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ |
| 120° | ซ้าย | mean±SD | 117.3±15.2 | 121.8±16.1 | 72.5±13.6 | 75.9±10.3 | 140.2±8.5 | 140.5±6.2 | 81.0±3.7 | 74.8±4.7 | 34.4±6.5 | 43.5±6.2 |
| | | ICC (95% CI) | 0.95 (0.90-0.98) | 0.96 (0.93-0.98) | 0.92 (0.83-0.96) | 0.93 (0.86-0.97) | 0.91 (0.81-0.96) | 0.84 (0.68-0.92) | 0.90 (0.81-0.95) | 0.94 (0.89-0.97) | 0.84 (0.68-0.92) | 0.75 (0.50-0.88 |
| | | SEM | 3.4 | 3.2 | 3.8 | 2.7 | 2.6 | 2.5 | 1.2 | 1.1 | 2.6 | 3.1 |
| | ขวา | mean±SD | 123.1±13.7 | 129.6±17.9 | 78.3±15.2 | 81.4±14.8 | 144.5±8.7 | 140.3±5.9 | 80.9±3.9 | 76.1±4.4 | 36.0±6.5 | 44.8±6.5 |
| | | ICC (95% CI) | 0.86 (0.73-0.93) | 0.94 (0.89-0.97) | 0.90 (0.80-0.95) | 0.91 (0.82-0.96) | 0.92 (0.84-0.96) | 0.90 (0.79-0.95) | 0.91 (0.81-0.95) | 0.96 (0.92-0.98) | 0.90 (0.79-0.95) | 0.86 (0.71-0.93 |
| | | SEM | 5.1 | 4.4 | 4.8 | 4.4 | 2.5 | 1.9 | 1.2 | 0.9 | 2.1 | 2.3 |
| 150° | ซ้าย | mean±SD | 121.0±12.1 | 128.1±14.7 | 78.4±11.2 | 80.1±10.4 | 147.3±8.3 | 146.9±6.2 | 81.7±5.0 | 75.9±4.5 | 38.7±6.1 | 50.3±7.8 |
| | | ICC (95% CI) | 0.90 (0.79-0.95) | 0.92 (0.84-0.96) | 0.92 (0.83-0.96) | 0.80 (0.59-0.90) | 0.94 (0.88-0.97) | 0.87 (0.74-0.94) | 0.97 (0.94-0.99) | 0.92 (0.84-0.96) | 0.80 (0.60-0.90) | 0.85 (0.70-0.93 |
| | | SEM | 3.8 | 4.2 | 3.2 | 4.6 | 2.0 | 2.2 | 0.9 | 1.3 | 2.7 | 3.0 |
| | ขวา | mean±SD | 126.1±12.9 | 133.9±16.7 | 80.5±13.5 | 83.0±14.4 | 150.9±7.8 | 145.6±6.1 | 82.3±4.0 | 77.4±4.1 | 44.0±4.5 | 47.0±5.1 |
| | | ICC (95% CI) | 0.97 (0.93-0.98) | 0.95 (0.89-0.97) | 0.87 (0.73-0.94) | 0.92 (0.84-0.96) | 0.84 (0.67-0.92) | 0.90 (0.81-0.95) | 0.94 (0.88-0.97) | 0.90 (0.81-0.95) | 0.85 (0.70-0.93) | 0.69 (0.37-0.85 |
| | | SEM | 2.2 | 3.7 | 4.9 | 4.1 | 3.1 | 1.9 | 1.0 | 1.3 | 1.7 | 2.8 |

**หมายเหตุ**: Mean คือ ค่าเฉลี่ย, SD: standard deviation คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ICC: Intraclass correlation coefficient คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น ($ICC_{3,2}$) , CI: confidence Interval คือ ช่วงความเชื่อมั่น, SEM: standard error of measurement คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

**ตารางที่ 2** ค่าความเที่ยงภายในผู้วัดคนที่ 1 และคนที่ 2 ของการประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักในท่ากางไหล่ (ต่อ)

| มุม | ข้าง | | ระยะทางระหว่างมุมด้านล่างของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | | ระยะทางระหว่าง root of spine ของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | | มุมการหมุนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | | มุมการเคลื่อนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | | มุมการหมุนออกของกระดูกสะบัก (องศา) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ 2 | ผู้วัดคนที่ 1 | ผู้วัดคนที่ |
| 180° | ซ้าย | mean±SD | 128.8±14.0 | 133.1±15.3 | 84.0±10.3 | 84.8±10.4 | 154.3±9.3 | 153.6±6.2 | 80.9±6.1 | 77.5±4.5 | 50.2±7.9 | 55.9±7.0 |
| | | ICC (95% CI) | 0.96 (0.93-0.98) | 0.97 (0.94-0.99) | 0.88 (0.76-0.94) | 0.72 (0.44-0.86) | 0.91 (0.82-0.96) | 0.86 (0.72-0.93) | 0.98 (0.96-0.99) | 0.96 (0.92-0.98) | 0.91 (0.83-0.96) | 0.78 (0.55-0.89 |
| | | SEM | 2.8 | 2.7 | 3.6 | 5.5 | 2.8 | 2.3 | 0.9 | 0.9 | 2.4 | 3.3 |
| | ขวา | mean±SD | 128.1±13.4 | 134.4±13.5 | 81.9±13.4 | 84.5±13.3 | 156.1±7.5 | 150.3±6.5 | 82.0±4.6 | 78.2±4.2 | 46.1±6.8 | 54.1±6.6 |
| | | ICC (95% CI) | 0.95 (0.90-0.98) | 0.95 (0.90-0.98) | 0.90 (0.80-0.95) | 0.92 (0.84-0.96) | 0.88 (0.75-0.94) | 0.91 (0.81-0.95) | 0.97 (0.94-0.98) | 0.95 (0.89-0.97) | 0.90 (0.80-0.95) | 0.79 (0.57-0.90 |
| | | SEM | 3.0 | 3.0 | 4.2 | 3.8 | 2.6 | 2.0 | 0.8 | 0.9 | 2.1 | 2.1 |

**หมายเหตุ**: Mean คือ ค่าเฉลี่ย, SD: standard deviation คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ICC: Intraclass correlation coefficient คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น ($ICC_{3,2}$), CI: confidence Interval คือ ช่วงความเชื่อมั่น, SEM: standard error of measurement คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

**ตารางที่** 3 ค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดของการประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักในท่ายกไหล่

| มุม | ข้าง | | ระยะทางระหว่างมุมด้านล่างของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | ระยะทางระหว่าง root of spine ของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | มุมการหมุนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | มุมการเคลื่อนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | มุมการหมุนออกของกระดูกสะบัก (องศา) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0° | ซ้าย | ICC | 0.89 | 0.71 | 0.71 | 0.78 | 0.86 |
| | | (95% CI) | (0.77 - 0.95) | (0.41 - 0.86) | (0.42 - 0.86) | (0.55 - 0.89) | (0.72 - 0.93) |
| | ขวา | ICC | 0.82 | 0.70 | 0.60 | 0.79 | 0.80 |
| | | (95% CI) | (0.63 - 0.91) | (0.39 - 0.85) | (0.19 - 0.80) | (0.58 - 0.89) | (0.60 - 0.90) |
| 30° | ซ้าย | ICC | 0.86 | 0.73 | 0.66 | 0.76 | 0.85 |
| | | (95% CI) | (0.72 - 0.93) | (0.46 - 0.87) | (0.31 - 0.83) | (0.51 - 0.88) | (0.70 - 0.93) |
| | ขวา | ICC | 0.79 | 0.79 | 0.68 | 0.65 | 0.61 |
| | | (95% CI) | (0.57 - 0.90) | (0.57 - 0.90) | (0.35 - 0.84) | (0.30 - 0.83) | (0.21 - 0.81) |
| 60° | ซ้าย | ICC | 0.78 | 0.64 | 0.74 | 0.75 | 0.90 |
| | | (95% CI) | (0.47 - 0.87) | (0.27 - 0.82) | (0.48 - 0.87) | (0.49 - 0.88) | (0.80 - 0.95) |
| | ขวา | ICC | 0.78 | 0.84 | 0.67 | 0.64 | 0.72 |
| | | (95% CI) | (0.47 - 0.87) | (0.40 - 0.85) | (0.34 - 0.84) | (0.28 - 0.82) | (0.44 - 0.86) |
| 90° | ซ้าย | ICC | 0.79 | 0.70 | 0.69 | 0.72 | 0.77 |
| | | (95% CI) | (0.55 - 0.89) | (0.40 - 0.85) | (0.38 - 0.85) | (0.43 - 0.86) | (0.54 - 0.89) |
| | ขวา | ICC | 0.84 | 0.74 | 0.68 | 0.62 | 0.83 |
| | | (95% CI) | (0.67 - 0.92) | (0.48 - 0.87) | (0.36 - 0.84) | (0.22 - 0.81) | (0.66 - 0.92) |
| 120° | ซ้าย | ICC | 0.75 | 0.68 | 0.76 | 0.62 | 0.75 |
| | | (95% CI) | (0.50 - 0.88) | (0.36 - 0.84) | (0.51 - 0.88) | (0.22 - 0.81) | (0.50 - 0.89) |
| | ขวา | ICC | 0.75 | 0.80 | 0.71 | 0.63 | 0.68 |
| | | (95% CI) | (0.50 - 0.88) | (0.60 - 0.90) | (0.42 - 0.86) | (0.24 - 0.82) | (0.36 - 0.84) |
| 150° | ซ้าย | ICC | 0.75 | 0.69 | 0.82 | 0.62 | 0.74 |
| | | (95% CI) | (0.49 - 0.88) | (0.37 - 0.85) | (0.63 - 0.91) | (0.24 - 0.81) | (0.48 - 0.87) |
| | ขวา | ICC | 0.77 | 0.77 | 0.84 | 0.77 | 0.69 |
| | | (95% CI) | (0.54 - 0.89) | (0.54 - 0.89) | (0.67 - 0.92) | (0.53 - 0.88) | (0.37 - 0.85) |
| 180° | ซ้าย | ICC | 0.83 | 0.71 | 0.76 | 0.65 | 0.63 |
| | | (95% CI) | (0.65 - 0.92) | (0.42 - 0.86) | (0.52 - 0.88) | (0.38 - 0.83) | (0.24 - 0.82) |
| | ขวา | ICC | 0.78 | 0.79 | 0.75 | 0.69 | 0.79 |
| | | (95% CI) | (0.55 - 0.89) | (0.58 - 0.90) | (0.49 - 0.88) | (0.38 - 0.85) | (0.58 - 0.90) |

**หมายเหตุ**: ICC: Intraclass correlation coefficient คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น ($ICC_{2,2}$) , CI: confidence Interval คือ ช่วงความเชื่อมั่น

**ตารางที่** 4 ค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดของการประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักในท่ากางไหล่

| มุม | ข้าง | | ระยะทางระหว่างมุมด้านล่างของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | ระยะทางระหว่าง root of spine ของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว (มิลลิเมตร) | มุมการหมุนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | มุมการเคลื่อนขึ้นของกระดูกสะบัก (องศา) | มุมการหมุนออกของกระดูกสะบัก (องศา) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0° | ซ้าย | ICC | 0.92 | 0.83 | 0.66 | 0.76 | 0.91 |
| | | (95% CI) | (0.84 - 0.96) | (0.66 - 0.92) | (0.30 - 0.83) | (0.52 - 0.88) | (0.81 - 0.95) |
| | ขวา | ICC | 0.85 | 0.82 | 0.63 | 0.79 | 0.78 |
| | | (95% CI) | (0.70 - 0.93) | (0.64 - 0.91) | (0.26 - 0.82) | (0.58 - 0.90) | (0.55 - 0.89) |
| 30° | ซ้าย | ICC | 0.90 | 0.85 | 0.61 | 0.76 | 0.80 |
| | | (95% CI) | (0.79 - 0.95) | (0.70 - 0.93) | (0.21 - 0.81) | (0.47 - 0.87) | (0.60 - 0.90) |
| | ขวา | ICC | 0.82 | 0.82 | 0.68 | 0.85 | 0.80 |
| | | (95% CI) | (0.64 - 0.91) | (0.63 - 0.91) | (0.35 - 0.84) | (0.70 - 0.93) | (0.59 - 0.90) |
| 60° | ซ้าย | ICC | 0.90 | 0.73 | 0.73 | 0.79 | 0.82 |
| | | (95% CI) | (0.80 - 0.95) | (0.45 - 0.87) | (0.46 - 0.87) | (0.57 - 0.89) | (0.63 - 0.91) |
| | ขวา | ICC | 0.81 | 0.83 | 0.72 | 0.76 | 0.64 |
| | | (95% CI) | (0.62 - 0.91) | (0.66 - 0.92) | (0.43 - 0.86) | (0.51 - 0.88) | (0.28 - 0.82) |
| 90° | ซ้าย | ICC | 0.76 | 0.67 | 0.63 | 0.75 | 0.61 |
| | | (95% CI) | (0.52 - 0.88) | (0.33 - 0.84) | (0.26 - 0.82) | (0.52 - 0.88) | (0.21 - 0.81) |
| | ขวา | ICC | 0.80 | 0.71 | 0.75 | 0.72 | 0.71 |
| | | (95% CI) | (0.59 - 0.90) | (0.42 - 0.86) | (0.49 - 0.88) | (0.43 - 0.86) | (0.41 - 0.86) |
| 120° | ซ้าย | ICC | 0.75 | 0.64 | 0.61 | 0.70 | 0.71 |
| | | (95% CI) | (0.49 - 0.88) | (0.27 - 0.82) | (0.21 - 0.81) | (0.39 - 0.85) | (0.42 - 0.86) |
| | ขวา | ICC | 0.76 | 0.87 | 0.65 | 0.73 | 0.65 |
| | | (95% CI) | (0.52 - 0.88) | (0.74 - 0.94) | (0.29 - 0.83) | (0.45 - 0.87) | (0.30 - 0.83) |
| 150° | ซ้าย | ICC | 0.77 | 0.77 | 0.68 | 0.66 | 0.70 |
| | | (95% CI) | (0.53 - 0.89) | (0.53 - 0.89) | (0.35 - 0.84) | (0.32 - 0.83) | (0.39 - 0.85) |
| | ขวา | ICC | 0.78 | 0.87 | 0.71 | 0.72 | 0.82 |
| | | (95% CI) | (0.56 - 0.89) | (0.74 - 0.94) | (0.41 - 0.86) | (0.44 - 0.86) | (0.64 - 0.91) |
| 180° | ซ้าย | ICC | 0.80 | 0.80 | 0.68 | 0.80 | 0.71 |
| | | (95% CI) | (0.59 - 0.90) | (0.59 - 0.90) | (0.34 - 0.84) | (0.59 - 0.90) | (0.41 - 0.86) |
| | ขวา | ICC | 0.78 | 0.82 | 0.78 | 0.69 | 0.62 |
| | | (95% CI) | (0.55 - 0.89) | (0.63 - 0.91) | (0.55 - 0.89) | (0.38 - 0.85) | (0.23 - 0.81) |

**หมายเหตุ**: ICC: Intraclass correlation coefficient คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น ($ICC_{2,2}$), CI: confidence Interval คือ ช่วงความเชื่อมั่น

สำหรับการวิเคราะห์ค่าความเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (standard error of measurement; SEM) ในการศึกษาครั้งนี้ตัวแปรทั้งหมดใช้ค่าเฉลี่ยในการวิเคราะห์ พบว่าค่า SEM ของผู้วัดทั้งสองคนอยู่ในระยะทางหรือมุมที่ต่ำกว่าร้อยละ 10 ยกเว้นในตัวแปร external rotation angle ในการงอที่มุม 0 มุม 30 มุม 60 และมุม 90 องศา และกางข้อไหล่ที่มุม 0 มุม 30 และมุม 60 องศา ที่มีค่า SEM มากกว่าร้อยละ 10 จากการศึกษาของ Liaw และคณะ ได้รายงานระดับการยอมรับสำหรับค่า SEM ควรมีค่าอยู่ในช่วงต่ำกว่าร้อยละ 10 ของค่าเฉลี่ย หรือค่าต่ำสุดหรือสูงสุดของเครื่องมือนั้น ๆ[16] ดังนั้น ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงถึงค่า SEM ในตัวแปรส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ อย่างไรก็ตาม เมื่อนำโปรแกรมไปใช้ในการประเมิน ผู้วัดควรแปลผลค่าที่ได้จากตัวแปรที่มีค่า SEM มากกว่าร้อยละ 10 ด้วยความระมัดระวัง กล่าวคือ ค่าความแตกต่างที่วัดได้ควรมีค่ามากกว่าค่า SEM เพื่อให้มั่นใจว่าไม่ได้เกิดความแตกต่างจากความเคลื่อนในการวัด

การศึกษาครั้งนี้พบว่าตัวแปร lower horizontal distance มีค่าความเที่ยงภายในผู้วัดทั้งสองคนอยู่ในระดับสูง ($ICC_{3,2}$ = 0.79 - 0.97) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาที่ผ่านมาที่ได้ประเมินความเที่ยงภายในผู้วัดในการวัดระยะทางระหว่างมุมด้านล่างของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัวด้วยวิธีการวัดด้วยสายวัดในท่ายืนนิ่ง ($ICC_{3,2}$ = 0.91) และ ($ICC_{3,2}$ = 0.79 - 0.92)[17,18] และวัดในท่างอข้อไหล่เต็มช่วงการเคลื่อนไหว ($ICC_{3,2}$ = 0.89)[8] ตัวแปรนี้เป็นที่นิยมในการประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักในระนาบ coronal การศึกษาของ Kibler ในปี ค.ศ. 1998 ได้ริเริ่มศึกษาโดยการประเมินตำแหน่งของกระดูกสะบักที่เรียกว่า Lateral Scapular Slide Test ทำการประเมินทั้งหมด 3 ท่าทาง ได้แก่ ท่าทางการยืนนิ่ง ท่าทางให้อาสมัครใช้มือจับที่เอวทั้งสองข้าง และท่าทางการกางแขน 90 องศาร่วมกับหมุนข้อไหล่เข้าด้านใน[19] อย่างไรก็ตาม ตัวแปรจากการศึกษาครั้งนี้ได้ประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักทั้งในท่าทางการยืนนิ่ง การงอหรือกางข้อไหล่ในมุม 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 องศา ซึ่งวิเคราะห์สามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ปัญหาของผู้ป่วยได้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

สำหรับตัวแปร upper horizontal distance เป็นการประเมินตำแหน่งของกระดูกสะบักในระนาบ coronal ที่วัดระยะทางระหว่าง root of spine ของกระดูกสะบักกับแนวกึ่งกลางลำตัว จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าความเที่ยงภายในผู้วัดคนที่ 1 อยู่ในระดับสูง ($ICC_{3,2}$ = 0.77 - 0.96) ในขณะที่ค่าความเที่ยงภายในผู้วัดคนที่สองอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ($ICC_{3,2}$ = 0.68 - 0.94) และค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ($ICC_{2,2}$= 0.64 - 0.87) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับสูง ($ICC_{2,2}$ = 0.89 - 0.97) ในการวัดระทางระหว่างจุดอ้างอิงทั้งสองจุดด้วยสายวัดในอาสาสมัครสุขภาพดีและอาสาสมัครที่มีอาการปวดข้อไหล่[18] อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวประเมินเพียงท่าทางการยืนนิ่งเท่านั้น ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ที่ประเมินในมุมการงอและการกางข้อไหล่ในท่าทางทั้งหมด 7 มุม

ในตัวแปร upward rotation angle หรือมุมการหมุนขึ้นของกระดูกสะบัก เป็นอีกหนึ่งตัวแปรที่มีความสำคัญทางคลินิก เนื่องจากเป็นตัวแปรที่สะท้อนถึงปัญหาตำแหน่งกระดูกสะบักผิดปกติแบบกลุ่มอาการกระดูกสะบักหมุนลง (scapular downward rotation syndrome) ค่าตัวแปรจากการศึกษาครั้งนี้ประเมินจากมุมที่เกิดจากเส้นที่ลากผ่าน acromion process และ root of spine of scapula ตัดกับเส้นที่ลากผ่านแนวกึ่งกลางลำตัว หากประเมินได้มุมที่มีค่ามากแสดงถึงกระดูกสะบักมีการหมุนขึ้นมาก จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าความเที่ยงภายในผู้วัดทั้งสองคนอยู่ในระดับสูง ($ICC_{3,2}$ = 0.76 - 0.96) และค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ($ICC_{2,2}$ = 0.60 - 0.84) จากการศึกษาที่ผ่านมา พบการวัดมุมการหมุนขึ้นของ

กระดูกสะบักในอาสาสมัครเพศหญิงที่ตำแหน่งของกระดูกสะบักผิดปกติและไม่มีอาการปวดข้อไหล่โดยการใช้ inclinometer วางขนานกับ spine of scapula และอ่านค่าองศาที่วัดได้ ประเมินในท่าทางการยืนนิ่ง และกางแขนในมุม 45, 90 และ 135 องศา จากผลการศึกษาดังกล่าว พบค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดในระดับต่ำ ($ICC_{2,2}$ = 0.21 - 0.39)[20] ในขณะที่การศึกษาของ Watson และคณะในปี ค.ศ. 2005 วัดความเที่ยงของการประเมินด้วยวิธีเดียวกันในอาสาสมัครที่มีพยาธิสภาพของข้อไหล่ พบว่าค่าความเที่ยงภายในผู้วัดอยู่ในระดับสูง ($ICC_{3,2}$ = 0.81 - 0.94)[21] จากความแตกต่างระหว่างผลของค่าความเที่ยงในการศึกษาดังกล่าว อาจเกิดได้จากรูปแบบการศึกษา (ความเที่ยงภายในผู้วัดและระหว่างผู้วัด) รวมถึงระยะเวลาในการพักที่เหมาะสมระหว่างการทดสอบ อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ประเมินตัวแปร upward rotation angle ในวิธีที่แตกต่างจากการศึกษาก่อนหน้า โดยอ้างอิงการติดตัวสะท้อนสัญญาณจากการศึกษาที่ใช้ Three-Dimensional Wing CT ในการประเมิน ซึ่งพบค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดในระดับสูง ($ICC_{2,2}$ = 0.97)[9]

นอกจากนั้น การศึกษาของ Park และคณะในปี ค.ศ. 2013 ยังได้ใช้ Three-Dimensional Wing CT ประเมินตัวแปรมุมการเคลื่อนขึ้นของกระดูกสะบัก (superior translation angle) ซึ่งประเมินจากมุมที่เกิดจากเส้นที่ลากผ่าน acromion process และ spinous process ของกระดูกคอชิ้นที่ 7 ตัดกับเส้นที่ลากผ่านแนวกึ่งกลางลำตัว หากประเมินได้มุมที่มีค่ามากแสดงถึงกระดูกสะบักมีการเคลื่อนขึ้นมาก[9] ซึ่งการศึกษาครั้งนี้อ้างอิงการติดตัวสะท้อนสัญญาณจากการศึกษาดังกล่าว ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าความเที่ยงภายในผู้วัดทั้งสองคนอยู่ในระดับสูง ($ICC_{3,2}$ = 0.89 - 0.98) และค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ($ICC_{2,2}$ = 0.62 - 0.85)

ในการประเมินตำแหน่งของกระดูกสะบักในระนาบ transverse ในโปรแกรมนี้คือ ตัวแปรมุมการหมุนออกของกระดูกสะบัก (external rotation angle) วิเคราะห์จากมุมที่เกิดจากเส้นที่ลากผ่าน superior angle ของกระดูกสะบักซึ่งลากขนานกับแนวกึ่งกลางลำตัว ตัดกับเส้นที่ลากผ่าน superior angle ของกระดูกสะบัก และ inferior angle ของกระดูกสะบัก หากประเมินได้มุมที่มีค่ามากแสดงถึงกระดูกสะบักมีการหมุนออกมาก จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าความเที่ยงภายในผู้วัดคนที่ 1 อยู่ในระดับสูง ($ICC_{3,2}$ = 0.78 - 0.93) ในขณะที่ค่าความเที่ยงภายในผู้วัดคนที่สองอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ($ICC_{3,2}$ = 0.68 - 0.91) และค่าความเที่ยงระหว่างผู้วัดอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ($ICC_{2,2}$= 0.61 - 0.91) และจากการวิเคราะห์ค่า SEM พบว่าตัวแปรนี้มีค่าดังกล่าวสูงกว่าร้อยละ 10 แสดงถึงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดสูง จากการศึกษาที่ผ่านมาพบการประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักในการเคลื่อนไหวแบบหมุนเข้าและหมุนออก (external and internal rotation) ด้วยคลื่นไฟฟ้าแม่เหล็ก (electromagnetic motion) พบค่าความเที่ยงภายในผู้วัดในระดับต่ำถึงสูง ($ICC_{3,2}$ = 0.23 - 0.88)[22] อย่างไรก็ตาม คณะผู้วิจัยยังไม่พบการศึกษาวิจัยที่ประเมินค่าความเที่ยงของตัวแปร external rotation angle ที่ประเมินด้วยวิธีเดียวกันกับการศึกษาครั้งนี้

การศึกษาครั้งนี้มีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ 1) การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นศึกษาในกลุ่มตัวอย่างสุขภาพดีที่ไม่มีอาการปวดข้อไหล่และไม่มีพยาธิสภาพของข้อไหล่ เนื่องจากเป็นการศึกษาความเที่ยงครั้งแรกของการใช้เครื่องมือนี้ หากต้องการนำไปใช้ในอาสาสมัครกลุ่มอื่น เช่น ผู้ป่วยกลุ่มอาการสะบักจม (scapulocostal syndrome) ควรทดสอบความเที่ยงของผู้วัดก่อนนำไปใช้จริง 2) ช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้กำหนดระหว่าง 18 ถึง 25 ปี ในอนาคตยังคงต้องศึกษาในกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุอื่น ๆ เพิ่มเติม 3) การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาความเที่ยงของผู้วัดในเครื่องมือที่ถูกพัฒนาครั้งแรก ซึ่งค่าตัวแปรต่าง ๆ แสดงถึงตำแหน่งของกระดูกสะบัก ณ ขณะนั้น ไม่สามารถ

นำมาเป็นเครื่องมือในการคัดกรองหรือวินิจฉัยความผิดปกติของตำแหน่งกระดูกสะบักได้ เนื่องจากยังไม่มีค่าจุดตัด (cut-off point) การศึกษาต่อไปควรศึกษาหาค่าจุดตัด เพื่อที่จะสามารถนำเครื่องมือนี้ไปใช้ประโยชน์ในผู้ป่วยจริงในอนาคต

**สรุปผลการวิจัย**

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงความเที่ยงภายในผู้วัดที่มีประสบการณ์โดยการใช้โปรแกรมประเมินตำแหน่งกระดูกสะบักมีค่าความเที่ยงในระดับสูง ในขณะที่ความเที่ยงภายในผู้วัดที่เป็นนักศึกษากายภาพบำบัดชั้นปีที่ 4 มีค่าความเที่ยงในระดับปานกลางถึงสูง และมีความเที่ยงระหว่างผู้วัดในระดับปานกลางถึงสูง อย่างไรก็ตาม ก่อนใช้โปรแกรมประเมินตำแหน่งกระดูกสะบัก ผู้วัดควรได้รับการฝึกฝนภายใต้คำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ รวมถึงฝึกซ้อมให้แม่นยำก่อนดำเนินการประเมินต่อไป นอกจากนี้ การศึกษาในอนาคตควรทดสอบความเที่ยงของผู้วัดในผู้ที่มีปัญหาการวางตัวของตำแหน่งกระดูกสะบักเพื่อให้ทราบถึงข้อมูลความเที่ยงและนำไปใช้ในกลุ่มประชากรที่หลากหลายต่อไป

**กิตติกรรมประกาศ**

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนวิจัยสำหรับคณาจารย์บัณฑิตศึกษา เพื่อให้สามารถรับนักศึกษาที่มีความสามารถและศักยภาพสูงเข้าศึกษาในหลักสูตรและทำวิจัยในสาขาที่อาจารย์มีความเชี่ยวชาญ ประจำปีการศึกษา 2561 มหาวิทยาลัยขอนแก่น นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณสมศักดิ์ รวมมหทรัพย์ ที่ให้การสนับสนุนการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้การศึกษาครั้งนี้

**เอกสารอ้างอิง**

1. Matsui K, Tachibana T, Nobuhara K, Uchiyama Y. Translational movement within the glenohumeral joint at different rotation velocities as seen by cine MRI. J Exp Orthop 2018; 5: 7. doi: 10.1186/s40634-018-0124-x.
2. McQuade KJ, Borstad J, de Oliveira AS. Critical and Theoretical Perspective on Scapular Stabilization: What Does It Really Mean, and Are We on the Right Track? Phys Ther 2016; 96(8): 1162-9. doi: 10.2522/ptj.20140230.
3. McClure PW, Michener LA, Sennett BJ, KardunaDirect AR. 3-dimensional measurement of scapular kinematics during dynamic movements in vivo. J Shoulder Elbow Surg 2001; 10(3): 269-77. doi: 10.1067/mse.2001.112954.
4. Panagiotopoulos AC, Crowther IM. Scapular dyskinesia, the forgotten culprit of shoulder pain and how to rehabilitate. SICOT J 2019; 5: 29. doi: 10.1051/sicotj/2019029.
5. Ludewig PM, Reynolds JF. The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies. J Orthop Sports Phys Ther 2009; 39(2): 90-104. doi: 10.2519/jospt.2009.2808.
6. Struyf F, Nijs J, Baeyens JP, Mottram S, Meeusen R. Scapular positioning and movement in unimpaired shoulders, shoulder impingement syndrome, and glenohumeral instability. Scand J Med Sci Sports 2011; 21(3): 352-8. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01274.x.
7. Burn MB, McCulloch PC, Lintner DM, Liberman SR, Harris JD. Prevalence of Scapular Dyskinesis in Overhead and Nonoverhead Athletes: A Systematic Review. Orthop J Sports Med 2016; 17; 4(2): 2325967115627608. doi: 10.1177/2325967115627608.

8. Larsen CM, Søgaard K, Eshoj H, Ingwersen K, Juul-Kristensen B. Clinical assessment methods for scapular position and function. An inter-rater reliability study. Physiother Theory Pract 2020; 36(12): 1399-420. doi: 10.1080/09593985.2019.1579284.
9. Park JY, Hwang JT, Kim KM, Makkar D, Moon SG, Han KJ. How to assess scapular dyskinesis precisely: 3-dimensional wing computer tomography--a new diagnostic modality. J Shoulder Elbow Surg 2013; 22(8): 1084-91. doi: 10.1016/j.jse.2012.10.046.
10. Jildeh TR, Ference DA, Abbas MJ, Jiang EX, Okoroha KR. Scapulothoracic Dyskinesis: A Concept Review. Curr Rev Musculoskelet Med 2021; 14(3): 246-54. doi: 10.1007/s12178-021-09705-8.
11. Walter SD, Eliasziw M, Donner A. Sample size and optimal designs for reliability studies. Stat Med 1998; 17(1): 101-10. doi:10.1002/(sici)1097-0258(19980115)17:1<101::aid-sim727>3.0.co;2-e.
12. Sanchez HM, Sanchez EG, Tavares LI. Association between scapular dyskinesia and shoulder pain in young adults. Acta Ortop Bras 2016; 24(5): 243-8. doi: 10.1590/1413-785220162405142225.
13. Portney LG, Watkins MP. Foundations of clinical research applications to practice. New Jersey: Prentice Hall Inc; 2000; 560-7.
14. Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. Sports Med 2000; 30: 1-15.doi:10.2165/00007256-200030010-00001.
15. Kawsoiy K, Uthaikhup S. Intra-and inter-rater reliability of ultrasound imaging of the lower trapezius muscle thickness. J Med Tech Phy Ther 2014; 26: 180-8.
16. Liaw LJ, Hsieh CL, Lo SK, Chen HM, Lee S, Lin JH. The relative and absolute reliability of two balance performance measures in chron- ic stroke patients. Disabil Rehabil 2008; 30(9): 656-61. doi: 10.1080/09638280701400698.
17. Juul-Kristensen B, Hilt K, Enoch F, Remvig L, Sjøgaard G. Scapular dyskinesis in trapezius myalgia and intraexaminer reproducibility of clinical tests. Physiother Theory Pract 2011; 27(7): 492-502. doi: 10.3109/09593985.2010.528548.
18. Lewis JS, Valentine RE. Intraobserver reliability of angu- lar and linear measurements of scapular position in subjects with and without symptoms. Arch Phys Med Rehabil 2008; 89(9): 1795-802. doi: 10.1016/j.apmr.2008.01.028.
19. Kibler WB. The role of the scapula in athletic shoulder function. Am J Sports Med 1998; 26(2): 325-37. doi: 10.1177/03635465980260022801.
20. De Groef A, Van Kampen M, Vervloesem N, Clabau E, Christiaens M, Neven P, et al. Inter-rater reliability of shoulder measurements in middle-aged women. Physiotherapy 2017. 103: 222-30. doi: 10.1016/j.physio.2016.07.002.
21. Watson L, Balster S, Finch C, Dalziel. Measurement of scapula upward rotation: A reliable clinical procedure. Br J Sports

Med 2005; 39(9): 599-603. doi: 10.1136/bjsm.2004.013243.

22. Michener LA, Elmore KA, Darter BJ, Timmons MK. Biomechanical measures in participants with shoulder pain: Intra-rater reliability. Man Ther 2016; 22: 86-93. doi: 10.1016/j.math.2015.10.011.