ความน่าเชื่อถือและความเที่ยงตรงของ โกนิโอมิเตอร์อาศัยแรงโน้มถ่วงแบบดัดแปลง และ hand-held inclinometer ในการวัดการเคลื่อนไหวของข้อไหล่

Reliability and validity of adapted gravitational goniometer and hand-held inclinometer in measuring shoulder mobility

สรายุธ มงคล* ผกาวลี พุ่มสุทัศน์ รัตนาภรณ์ ซ้อนเปียยุง

Sarayoot Mongkol Pakavalee Poomsutat Ratnaporn Saunpiayoong

คณะกายภาพบำบัด วิทยาลัยเซนต์หลุยส์ กรุงเทพฯ

Faculty of Physical Therapy, Saint Louis College, Bangkok, Thailand

** ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: grn_pt15@hotmail.com)*

** Corresponding author (Email: grn_pt15@hotmail.com)*

Received July 2017

Accepted as revised September 2017

Abstract

Background: Goniometer is a physical therapy tool for evaluation of the range of motion. Standard goniometer is commonly used in clinical practice. However, simple and inexpensive tools are necessary for community based practice.

Objectives: To study reliability and validity between adapted gravitational goniometer (AGG) and hand-held inclinometer (HHI) in measuring shoulder range of motion.

Materials and methods: One hundred and eight female subjects aged between 18-22 years old (19.25±0.99 years old) without shoulder operation or injuries of shoulder, clavicle, scapular, and shoulder muscle recruited for this study. All subjects were evaluated for the ranges of motion of shoulder flexion, extension, abduction, and adduction by AGG and HHI.

Results: Mean average of shoulder flexion measured by AGG (167.69±6.3 degrees) and by HHI (167.78±7.23 degrees) was significant correlated at r=0.84 (p<0.05). Mean average of shoulder extension measured by AGG (36.29±10.84 degrees) and by HHI (35.19±11.14 degrees) was significant correlated at r=0.67 (p<0.05). Mean average of shoulder abduction measured by AGG (169.44±7.28 degrees) and by HHI (168.48±7.66 degrees) was significant correlated at r=0.78 (p<0.05). Mean average of shoulder adduction measured by AGG (49.05±7.89 degrees) and by HHI (48.08±8.35 degrees) was significant correlated at r=0.66 (p<0.05). The validity study of AGG and HHI revealed by having no significant differences of average ranges of shoulder flexion, shoulder extension, shoulder abduction, and shoulder adduction (p>0.05) measured by two devices.

Conclusion: Adapted gravitational goniometer is reliable and valid in comparison to hand-held inclinometer for evaluation of shoulder flexion, shoulder extension, shoulder adduction, and shoulder abduction.

Journal of Associated Medical Sciences 2017; 50(3): 566-575. Doi: 10.14456/jams.2017.53

Keywords: Adapted gravitational goniometer, shoulder range of motion, reliability, validity

บทคัดย่อ

ที่มาและความสำคัญ: โกนิโอมิเตอร์เป็นเครื่องมือทางกายภาพบำบัดสำหรับการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ โกนิโอมิเตอร์แบบมาตรฐานเป็นที่นิยมใช้ในทางคลินิก อย่างไรก็ตาม การบริการกายภาพบำบัดในบริบทเชิงรุกมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว และราคาไม่แพง

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาความน่าเชื่อถือและความเที่ยงตรงของโกนิโอมิเตอร์อาศัยแรงโน้มถ่วงแบบดัดแปลง (adapted gravitational goniometer; AGG) และ hand-held inclinometer (HHI) ในการวัดการเคลื่อนไหวของข้อไหล่

วัสดุและวิธีการ: อาสาสมัครเพศหญิงจำนวน 108 ราย อายุระหว่าง 18-22 ปี (19.25±0.99 ปี) ไม่เคยได้รับการผ่าตัดหรือบาดเจ็บบริเวณข้อไหล่ กระดูกไหปลาร้า กระดูกสะบัก กล้ามเนื้อหรือเอ็นรอบข้อไหล่ 2 เดือน อาสาสมัครได้รับการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของ shoulder flexion, shoulder extension, shoulder adductionและ shoulder abduction ด้วยAGG และ HHI

ผลการศึกษา: ค่าเฉลี่ยองศาของ shoulder flexion ที่วัดด้วย AGG (167.69±6.32 องศา) และ HHI (167.78±7.23 องศา) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r=0.84, p<0.05) ค่าเฉลี่ยองศาของ shoulder extension ที่วัดด้วย AGG (36.29±10.84 องศา)และ HHI (35.19±11.14 องศา) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r=0.67, p<0.05) ค่าเฉลี่ยองศาของ shoulder abduction ที่วัดด้วย AGG (169.44±7.28 องศา) และ HHI (168.48±7.66 องศา) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r=0.78, p<0.05) และค่าเฉลี่ยองศาของ shoulder adduction ที่วัดด้วย AGG (49.05±7.89 องศา) และ HHI (48.08±8.35 องศา) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r=0.66, p<0.05) ส่วนผลการศึกษาความเที่ยงตรงของ AGG เมื่อเปรียบเทียบกับ HHI พบว่าค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวของ shoulder flexion, shoulder extension, shoulder abduction และ shoulder adduction ที่วัดด้วย AGG และ HHI มีค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05)

สรุปผลการศึกษา: โกนิโอมิเตอร์อาศัยแรงโน้มถ่วงแบบดัดแปลงมีความน่าเชื่อถือและความเที่ยงตรงในการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของ shoulder flexion, shoulder extension, shoulder adduction และ shoulder abduction เมื่อเทียบกับ hand-held inclinometer

Journal of Associated Medical Sciences 2560; 50(3): 566-575. Doi: 10.14456/jams.2017.53

คำสำคัญ: โกนิโอมิเตอร์อาศัยแรงโน้มถ่วงแบบดัดแปลง ช่วงการเคลื่อนไหวของข้อไหล่ ความน่าเชื่อถือ ความเที่ยงตรง

บทนำ

การตรวจร่างกายเพื่อวิเคราะห์ปัญหาทางกายภาพบำบัดในผู้ป่วยในระบบต่างๆ มีความจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือในการตรวจประเมินเพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำและมีความน่าเชื่อถือ ปัญหาทางกายภาพบำบัดปัญหาหนึ่งที่พบบ่อยในผู้ป่วยที่มีความบกพร่องทางร่างกาย คือ การจำกัดช่วงการเคลื่อนไหวของร่างกายโดยเฉพาะข้อไหล่ เครื่องมือที่นิยมใช้ทางกายภาพบำบัดในการวัดช่วงการเคลื่อนไหวคือ universal goniometer[1-3] ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีค่าความน่าเชื่อถือและความแม่นยำในการวัดเครื่องมือหนึ่ง แต่ยังคงมีข้อจำกัดในการที่ต้องใช้สองมือในการวัดทำให้ยากต่อการควบคุมส่วนร่างกายที่ไม่ต้องการให้เกิดการเคลื่อนไหว อาจส่งผลให้มีความคลาดเคลื่อนต่อความแม่นยำในการวางจุดหมุนของเครื่องมือ ณ ตำแหน่งที่เป็นจุดหมุนของข้อต่อ การวางให้แขนของเครื่องมือขนานไปกับส่วนของร่างกาย รวมไปถึงการจัดท่าเริ่มต้นในการวัด เป็นต้น[4] ปัจจุบันการให้บริการทางกายภาพบำบัดมีการให้บริการเชิงรุก เช่น ให้บริการในชุมชน หรือให้บริการนอกที่ตั้ง ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่ใช้ง่าย สะดวก รวดเร็ว แต่ต้องมีความน่าเชื่อถือและความแม่นยำในการวัดช่วงการเคลื่อนไหว ตัวอย่างเครื่องมือได้แก่ inclinometer[5] หรือ gravitational goniometer หรือ bubble goniometer หรือ pendulum goniometer เป็นเครื่องมือที่อาศัยหลักการของแรงโน้มถ่วงในการวัด[2-3] ที่ใช้ง่าย สะดวก มีความน่าเชื่อถือ สามารถวัดและอ่านค่าองศาการเคลื่อนไหวได้ทันทีในขณะที่ใช้มือทั้งสองข้างจับพยุงส่วนรยางค์ผู้ป่วยเคลื่อนไหวไปในจุดที่ต้องการวัด เป็นต้น แต่เครื่องมือมีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความน่าเชื่อถือและความเที่ยงตรงของโกนิโอมิเตอร์อาศัยแรงโน้มถ่วงแบบดัดแปลง (adapted gravitational goniometer; AGG) ที่ใช้หลักการเช่นเดียวกับเครื่องมือดังกล่าวในการวัดการเคลื่อนไหวของข้อไหล่

วัสดุและวิธีการศึกษา

การศึกษานี้ได้รับอนุมัติจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยวิทยาลัยเซนต์หลุยส์ (E.023/2556) การศึกษาประกอบด้วย 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การสร้างเครื่องมือและทดสอบคุณภาพของเครื่องมือโกนิโอมิเตอร์อาศัยแรงโน้มถ่วงแบบดัดแปลง (adapted gravitational goniometer; AGG) และระยะที่ 2 การทดสอบคุณภาพเครื่องมือโกนิโอมิเตอร์อาศัยแรงโน้มถ่วงแบบดัดแปลง (adapted gravitational goniometer; AGG) โดยเปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน hand-held inclinometer (HHI)

ระยะที่ 1 การสร้างเครื่องมือและทดสอบคุณภาพของ AGG

1.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

อาสาสมัคร คือ นักศึกษาเพศหญิงของวิทยาลัยเซนต์หลุยส์ จำนวน 92 ราย ใช้การคัดเลือกแบบ convenience sampling[6-7] ตามคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเข้าและคัดออกและยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย

1.2 วิธีการศึกษา

1.2.1 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ AGG คณะผู้วิจัยติดต่อประสานงานกับโรงงาน หรือผู้ที่สามารถผลิตเครื่องมือ AGG ตามแบบที่คณะผู้วิจัยต้องการ (Figure 1) เมื่อได้เครื่องมือ AGG ผู้วิจัยทุกคนตรวจสอบรายละเอียดของเครื่องมือ ทดสอบวิธีการใช้ตามวิธีมาตรฐานของเครื่องมือที่ใช้หลักการเดียวกัน[3] โดยให้ผู้ผลิตปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของทีมผู้วิจัยจากนั้นผู้วัดซึ่งเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อมาตั้งแต่ 2 ปีขึ้นไปฝึกใช้เครื่องมือ AGG ในการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของ shoulder flexion และ shoulder extension



Figure 1 Adapted gravitational goniometer (AGG).

1.2.2 การทดสอบคุณภาพเครื่องมือ AGG อาสาสมัครนั่งเก้าอี้ที่มีพนักพิง ไม่มีที่วางแขน ในท่านั่งหลังตรง เท้าสัมผัสกับพื้นทั้งสองข้าง ผู้วิจัยอธิบายเกี่ยวกับท่าทางการเคลื่อนไหว จากนั้นให้อาสาสมัครเคลื่อนไหวท่า shoulder flexion และ shoulder extension ด้วยตนเองให้สุดช่วงการเคลื่อนไหวและแขนแนบข้างใบหู ฝึกท่าละ 3 ครั้งก่อนทำการทดสอบผู้วัดคนที่ 1 กำหนดตำแหน่งในการติดเครื่องมือ AGG ที่แขนขวาโดยลากเส้นจากกึ่งกลาง acromion process ลงมาถึง lateral epicondyle และใช้สายวัดวัดตามเส้นที่ลากจาก lateral epicondyle ขึ้นไป 3 นิ้ว ใช้ตำแหน่งดังกล่าวเป็นจุดอ้างอิงในการติดเครื่องมือ โดยหันหน้าปัดออกทางด้านนอกของอาสาสมัคร จากนั้นให้อาสาสมัครทำ shoulder flexion ของแขนข้างขวา 3 ครั้งต่อทิศทางโดยแต่ละครั้งพัก 2 นาที ผู้วัดคนที่ 2 เป็นผู้อ่านค่าองศาและผู้วัดคนที่ 3 เป็นผู้บันทึกข้อมูลจากนั้นทำตามขั้นตอนดังกล่าวซ้ำในท่า shoulder extension เป็นการเสร็จสิ้นการวัดโดยผู้วัดคนที่ 1 จากนั้นพัก 5 นาที และทำการวัดตามขั้นตอนดังกล่าวโดยผู้วัดคนที่ 2 ผู้วัดทั้งสองคนทำเช่นนี้สลับจนครบทุกท่า

ระยะที่ 2 การทดสอบคุณภาพเครื่องมือ AGG โดยเปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน HHI

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ผู้วิจัยนัดนักศึกษาเพศหญิงของวิทยาลัยเซนต์หลุยส์ จำนวน 250 ราย ที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัยในครั้งนี้ช่วงอายุระหว่าง 18-25 ปี ไม่เคยมีประวัติได้รับการผ่าตัดไม่เคยได้รับการบาดเจ็บของข้อไหล่ กระดูกไหปลาร้า กระดูกสะบัก กล้ามเนื้อบริเวณคอกล้ามเนื้อหรือเอ็นรอบข้อไหล่ ในช่วง 2 เดือน คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง[6-7] จากรหัสแบบสอบถามได้จำนวน 108 ราย อาสาสมัครได้รับคำชี้แจงเกี่ยวกับการดำเนินโครงการและการพิทักษ์สิทธิ์ในฐานะอาสาสมัคร จากนั้นลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

2.2 วิธีการศึกษา

การทดสอบคุณภาพเครื่องมือ AGG โดยเปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน HHI หรือ plurimeter ที่ผลิตโดยบริษัท Australasian Medical and Therapeutic Instruments ประเทศ Australia[8] (Figure 2) อาสาสมัครได้รับการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อไหล่ 4 ทิศทาง แบบผู้ป่วยเคลื่อนไหวเอง (active movement) ได้แก่ shoulder flexion, shoulder extension, shoulder adductionและ shoulder abduction ตามลำดับ ก่อนการวัดผู้วิจัยจับฉลากเพื่อเลือกเครื่องมือในการวัดเป็นอันดับแรก ก่อนอาสาสมัครนั่งเก้าอี้ที่มีพนักพิง ไม่มีที่วางแขน ในท่านั่งหลังตรง เท้าสัมผัสกับพื้นทั้งสองข้าง จากนั้นผู้วัดอธิบายเกี่ยวกับท่าทางที่มีการเคลื่อนไหวเช่น shoulder flexion ให้อาสาสมัครยกแขนขึ้นจนสุดการเคลื่อนไหวแขนแนบข้างใบหู ฝึกท่าละ 3 ครั้ง

กรณีวัดด้วยเครื่องมือ AGG ก่อนทดสอบผู้วัดคนที่ 1 ติดอุปกรณ์วัดช่วงการเคลื่อนไหว AGG บริเวณเหนือต่อ lateral epicondyle 3 นิ้ว ของแขนข้างขวาหันหน้าปัดออกทางด้านนอกอาสาสมัคร จากนั้นให้อาสาสมัครเคลื่อนไหวแขนข้างขวาในทิศ shoulder flexion 3 ครั้ง พัก 2 นาที ให้ผู้วัดคนที่ 2 อ่านค่าและบันทึกค่า shoulder flexion 3 ครั้ง พัก 5 นาทีก่อนวัดองศาการเคลื่อนไหวถัดไป ปฏิบัติตามขั้นตอนดังกล่าวในการวัดองศาการเคลื่อนไหวในทิศ shoulder extension, shoulder abduction, และshoulder adduction ตามลำดับโดยมีขั้นตอนการติดเครื่องมือเช่นเดิม ยกเว้นแต่การหันหน้าปัดในการอ่านในท่า shoulder abduction และ shoulder adduction หันหน้าปัดออกทางด้านหน้าอาสาสมัคร อาสาสมัครพัก 5 นาที จากนั้นวัดการเคลื่อนไหวทั้ง 4 ทิศทางด้วยเครื่องมือ HHI ด้วยขั้นตอนและระยะเวลาพักเท่ากันโดยติดอุปกรณ์วัดช่วงการเคลื่อนไหว HHI บริเวณเหนือต่อ lateral epicondyle 3 นิ้ว ของแขนข้างขวา ซึ่งเป็นตำแหน่งเดียวกับการวัดด้วย AGG



Figure 2 Hand-held inclinometer (HHI)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อายุ วิเคราะห์ โดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวที่ได้จากการวัด 3 ครั้งได้รับการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลโดย Kolmogorov-Smirnov test ความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ AGG ภายในตัวผู้วัด (intra-rater reliability) และระหว่างผู้วัด (inter-rater reliability)[9-10] ความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ AGG และ HHI วิเคราะห์โดย Pearson product moment correlation coefficient (r) และสถิติ intra-class correlation coefficient (ICC) สำหรับความเที่ยงตรงของเครื่องมือ AGG เมื่อเทียบกับ HHI วิเคราะห์โดย Paired t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%[9]

ผลการศึกษา

ระยะที่ 1 การสร้างเครื่องมือและทดสอบคุณภาพของ AGG

อาสาสมัครจำนวนทั้งสิ้น 92 ราย อายุระหว่าง 18-25 ปี มีอายุเฉลี่ย 20.63±1.55 ปี ได้รับการวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อไหล่ในทิศ shoulder flexion และ shoulder extension ข้อมูลองศาการเคลื่อนไหวทั้ง 2 ทิศทาง shoulder flexion และ shoulder extension เป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติ ค่าความน่าเชื่อถือของ AGG ภายในผู้วัดคนที่ 1 (intra-rater reliability) ในท่า shoulder flexion และ shoulder extension มีค่า intra-rater correlation coefficient ระหว่าง 0.86 -0.90 (p<0.05) และ 0.84-0.94 (p<0.05) ตามลำดับ (Table 1) ค่าความน่าเชื่อถือของ AGG ภายในผู้วัดคนที่ 2 (intra-rater reliability) ในท่า shoulder flexion และ shoulder extension มีค่า intra-rater correlation coefficient ระหว่าง 0.80-0.90 (p<0.05) และ 0.84-0.86 (p<0.05) ตามลำดับ (Table 2) ส่วนค่าความน่าเชื่อถือของ AGG ระหว่างผู้วัดคนที่ 1 และ คนที่ 2 (inter-rater reliability) ในการวัด shoulder flexion และ shoulder extension เท่ากับ 0.66 และ 0.67 (p<0.05) ตามลำดับ (Figure 3, 4)

Table 1 Measurement of shoulder flexion and shoulder extension using AGG by first person (N=92).

	Trial 1 (degree)	Trial 2 (degree)	Trial 3 (degree)	r	ICC (95%CI)
Shoulder flexion	165.39±6.43	165.45±6.22	-	0.89*	0.88 (0.84-0.92)
	165.39±6.43	-	165.74±6.22	0.86*	
	-	165.45±6.22	165.74±6.22	0.90*	
Shoulder extension	39.46±8.66	40.16±8.76	-	0.90*	0.89 (0.86-0.93)
	39.46±8.66	-	40.74±9.104	0.84*	
	-	40.16±8.76	-	0.94*	

*p<0.05

Table 2 Measurement of shoulder flexion and shoulder extension using AGG by second person (N=92).

	Trial 1 (degree)	Trial 2 (degree)	Trial 3 (degree)	r	ICC (95%CI)
Shoulder flexion	165.78±6.45	165.97±5.12	-	0.80*	0.82 (0.76-0.87)
	165.78±6.45	-	165.92±5.67	0.81*	
	-	165.97±5.12	165.92±5.67	0.90*	
Shoulder extension	40.97±8.17	41.62±8.74	-	0.86*	0.84 (0.79-0.89)
	40.97±8.17	-	42.21±8.81	0.84*	
	-	41.62±8.74	42.21±8.81	0.84*	

**p<0.05*

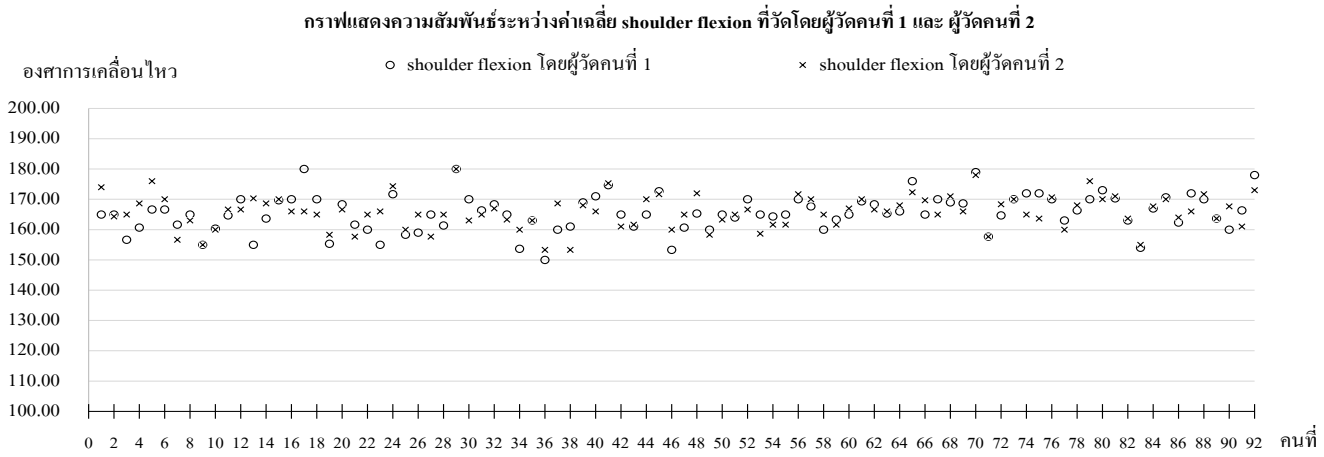


Figure 3 Correlation of degree of shoulder flexion by IGG between two physiotherapy.

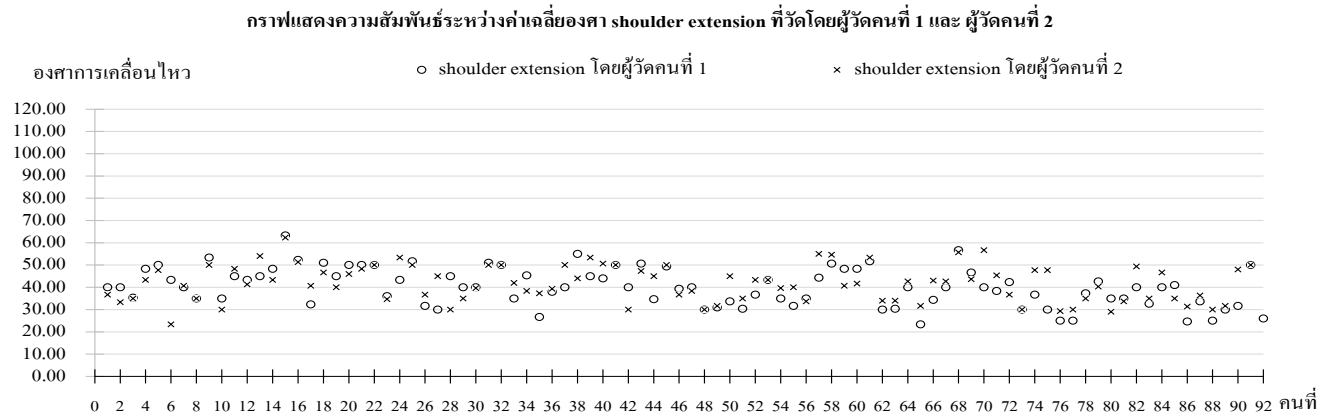


Figure 4 Correlation of degree of shoulder extension by IGG between two physiotherapy.

ระยะที่ 2 การทดสอบคุณภาพเครื่องมือ AGG โดยเปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน HHI

อาสาสมัครเพศหญิง จำนวน 108 ราย อายุระหว่าง 18-22 ปี อายุเฉลี่ย 19.25±0.99 ปี ได้รับการวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อไหล่ในทิศ shoulder flexion, shoulder extension, shoulder adduction และ shoulder abduction ด้วย HHI และ AGG มีค่าเฉลี่ยองศา shoulder flexion ที่วัดด้วย HHI ระหว่างการวัดจำนวน 3 ครั้ง มีค่า ICC เท่ากับ 0.98 ค่า standard error of measurements (SEMs) เท่ากับ 1.05 องศา ค่าเฉลี่ยองศา shoulder extension ระหว่างการวัดจำนวน 3 ครั้ง มีค่า ICC

เท่ากับ 0.99 และค่า SEMs เท่ากับ 1.36 องศา ค่าเฉลี่ยองศา shoulder abduction ระหว่างการวัดจำนวน 3 ครั้ง มีค่า ICC เท่ากับ 0.98 และค่า SEMs เท่ากับ 1.11 องศา ส่วนค่าเฉลี่ยองศา shoulder adduction ระหว่างการการวัดจำนวน 3 ครั้ง มีค่า ICC เท่ากับ 0.98 และค่า SEMs เท่ากับ 1.21 องศา (Table 3)

Table 3 Standard error of measurements of shoulder flexion, shoulder extension, shoulder abduction and shoulder adduction measured by HHI (N=108).

Motion	Trial 1 (degree)	Trial 2 (degree)	Trial 3 (degree)	r	ICC (95% CI)	SEM (%)
Shoulder flexion	167.73±7.27	167.79±7.26		0.98*	0.98 (0.97-0.98)	1.05 (0.62%)
	167.73±7.27		167.83±7.32	0.97*		
		167.79±7.26	167.83±7.32	0.98*		
Shoulder extension	35.26±11.17	35.09±11.18		0.99*	0.99 (0.98-0.99)	1.36 (3.86%)
	35.26±11.17		35.20±11.25	0.98*		
		35.09±11.18	35.20±11.25	0.99*		
Shoulder abduction	168.54±7.72	168.33±7.73		0.98*	0.98 (0.97-0.99)	1.11 (0.66%)
	168.54±7.72		168.57±7.69	0.97*		
		168.33±7.73	168.57±7.69	0.98*		
Shoulder adduction	47.81±8.40	48.12±8.48		0.99*	0.98 (0.97-0.99)	1.21 (2.47%)
	47.81±8.40		48.32±8.35	0.98*		
		48.12±8.48	48.32±8.35	0.98*		

** Significant different at p<0.05*

ค่าเฉลี่ยองศา shoulder flexion ที่วัดด้วย AGG ระว่างการวัดจำนวน 3 ครั้ง มีค่า 167.43±6.43, 167.78±6.32 และ 167.88±6.42 องศา ตามลำดับ มีค่า ICC เท่ากับ 0.95, 0.97 และ 0.98 และค่า SEMS เท่ากับ 1.16 องศา ส่วนค่าเฉลี่ยองศา shoulder extension จำนวน 3 ครั้ง มีค่า 36.40±10.91, 36.32±10.92, และ 36.11±11.19 องศาตามลำดับ มีค่า ICC เท่ากับ 0.95 และค่า SEMs เท่ากับ 2.32 องศาค่าเฉลี่ยองศา shoulder abduction จำนวน 3 ครั้ง มีค่า 169.40±7.31, 169.47±7.36 และ 169.46±7.37 องศาตามลำดับ มีค่า ICC เท่ากับ 0.97 และค่า SEMs เท่ากับ 1.22 องศา ส่วนค่าเฉลี่ยองศา shoulder adduction จำนวน 3 ครั้ง มีค่า 48.80±7.72, 49.10±8.17 และ 49.25±8.11 องศาตามลำดับ มีค่า ICC เท่ากับ 0.96 และค่า SEMs เท่ากับ 1.60 องศา (Table 4)

Table 4 Standard error of measurements of shoulder flexion, shoulder extension, shoulder abduction and shoulder adduction measured by AGG (N=108).

Motion	Trial 1 (degree)	Trial 2 (degree)	Trial 3 (degree)	r	ICC (95% CI)	SEM (%)
Shoulder flexion	167.43±6.43	167.78±6.32		0.97*	0.97 (0.95-0.98)	1.16 (0.69%)
	167.43±6.43		167.88±6.42	0.95*		
		167.78±6.32	167.88±6.42	0.98*		
Shoulder extension	36.40±10.91	36.32±10.92		0.98*	0.95 (0.94-0.98)	2.32 (6.39%)
	36.40±10.91		36.16±11.19	0.94*		
		36.32±10.92	36.16±11.19	0.94*		

Table 4 Standard error of measurements of shoulder flexion, shoulder extension, shoulder abduction and shoulder adduction measured by AGG (N=108). (continued)

Motion	Trial 1 (degree)	Trial 2 (degree)	Trial 3 (degree)	r	ICC (95% CI)	SEM (%)
Shoulder abduction	169.40±7.31	169.47±7.36		0.98*	0.97 (0.96-0.98)	1.22 (0.72%)
	169.40±7.31		169.46±7.37	0.96*		
		169.47±7.36	169.46±7.37	0.97*		
Shoulder adduction	48.80±7.72	49.10±8.17		0.96*	0.96 (0.94-0.97)	1.60 (3.26%)
	48.80±7.72		49.25±8.11	0.95*		
		49.10±8.17	49.25±8.11	0.97*		

** Significant different at p<0.05*

ผลการศึกษาความน่าเชื่อถือของ AGG เมื่อเปรียบเทียบกับ HHI (Table 5) พบว่าค่าเฉลี่ยองศา shoulder flexion ที่วัดด้วย AGG (167.69±6.32 องศา) และ HHI (167.78±7.23 องศา) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r=0.84, p<0.05) ค่าเฉลี่ยองศา shoulder extension ที่วัดด้วย AGG (36.29±10.84 องศา) และ HHI (35.19±11.14 องศา) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r=0.67, p<0.05) ค่าเฉลี่ยองศา shoulder abduction ที่วัดด้วย AGG (169.44±7.28 องศา) และ HHI (168.48±7.66 องศา) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r=0.78, p<0.05) และค่าเฉลี่ยองศา shoulder adduction ที่วัดด้วย AGG (49.05±7.89 องศา) และ HHI (48.08±8.35 องศา) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r=0.66, p<0.05) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวของ shoulder flexion, shoulder extension, shoulder abduction และ shoulder adduction ที่วัดด้วย AGG และ HHI พบว่า มีค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) (Figure 5, Table 6)

Table 5 Mean degrees of shoulder flexion, shoulder extension, shoulder abduction and shoulder adduction measured by AGG and HHI (N=108).

Motion	AGG (min-max)	HHI (min-max)	r	ICC (95% CI)
Shoulder flexion (degree)	167.69±6.32 (150.00-180.00)	167.78±7.23 (150.00-180.00)	0.84*	0.83 (0.76-0.88)
Shoulder extension (degree)	36.29±10.84 (10.00-70.00)	35.19±11.14 (16.00-70.00)	0.67*	0.67 (0.55-0.76)
Shoulder abduction (degree)	169.44±7.28 (150.67-180.00)	168.48±7.66 (150.00-180.00)	0.78*	0.77 (0.68-0.84)
Shoulder adduction (degree)	49.05±7.89 (24.00-68.33)	48.08±8.35 (20.00-70.00)	0.66*	0.66 (0.53-0.75)

** Significant different at p<0.05*

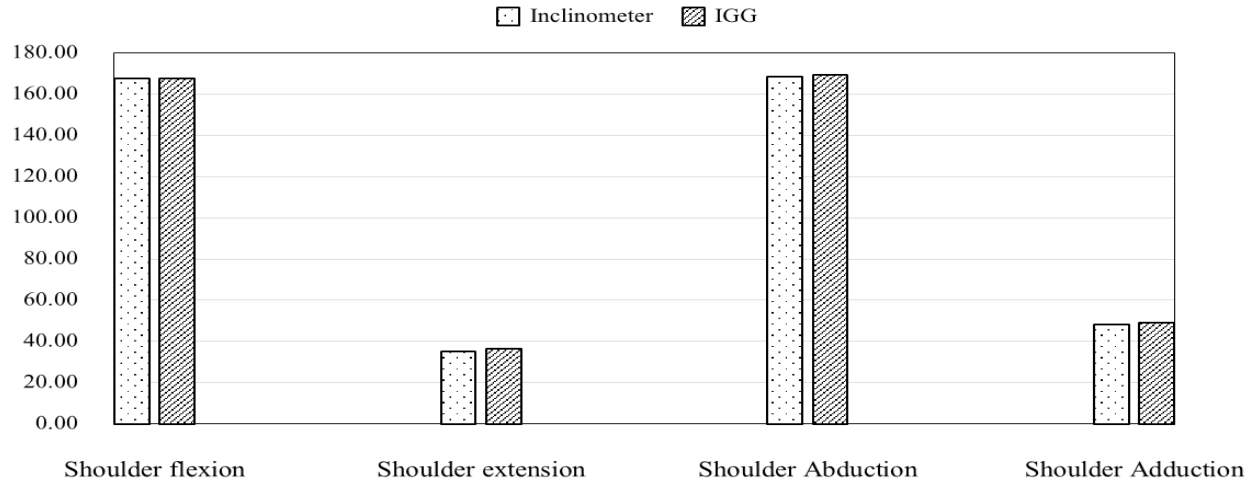


Figure 5 Compare of degree of shoulder motion measure by HHI and IGG.

Table 6 Compared degrees of shoulder flexion, shoulder extension, shoulder abduction and shoulder adduction measured by AGG and HHI (N=108).

Motion	AGG			HHI			Mean Difference	Std. Error Difference	*p* value
	Mean	S.D.	S.E. mean	Mean	S.D.	S.E. mean			
Shoulder flexion (degree)	167.69	6.32	0.61	167.78	7.23	0.70	0.0895	0.924	0.923
Shoulder extension (degree)	36.290	10.84	1.04	35.19	11.14	1.07	-1.105	1.496	0.461
Shoulder abduction (degree)	169.44	7.28	0.70	168.48	7.66	0.74	-0.963	1.016	0.345
Shoulder adduction (degree)	49.05	7.89	0.76	48.08	8.35	0.80	-0.966	1.106	0.383

วิจารณ์ผลการศึกษา

จากการทดสอบคุณภาพเครื่องมือในระยะแรกของการพัฒนาเครื่องมือ พบว่า adapted gravitational goniometer (AGG) มีค่า intra-rater correlation coefficient ของผู้วัดทั้ง 2 คนในการวัด shoulder flexion, shoulder extension, shoulder abduction และ shoulder adduction อยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก[10-11] นอกจากนี้ ยังพบว่าเครื่องมือ AGG ยังมี inter-rater correlation coefficient อยู่ในระดับสูงเช่นเดียวกัน แสดงให้เห็นว่า AGG เป็นเครื่องมือที่มีความน่าเชื่อถือในการวัดช่วงการเคลื่อนไหว ไม่ว่าวัดโดยใครก็ได้ค่าที่มีความใกล้เคียงกัน เมื่อนำเครื่องมือดังกล่าวมาวัดซ้ำในระยะที่ 2 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน HHI พบว่า ICC ของเครื่องมือ AGG ในการวัด shoulder flexion, shoulder extension, shoulder abduction และ shoulder adduction เท่ากับ 0.97, 0.95, 0.97 และ 0.96 ตามลำดับ และมีค่า SEMs ในแต่ละทิศทางเท่ากับ 1.16, 2.32, 1.22 และ 1.60 องศา ตามลำดับ

Yankai และ คณะ[12] พบว่า AGG มีความน่าเชื่อถือในระดับสูงถึงสูงมากในการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของคอในทิศทาง flexion, extension, left lateral flexion และ right lateral flexion เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้โกนิโอมิเตอร์แบบมาตรฐาน[12] และจากการศึกษาความน่าเชื่อถือและความเที่ยงตรงของ digital inclinometer และ goniometer โดยวัดในข้อไหล่ ซึ่งวัดในท่า shoulder flexion, abduction, internal rotation, external rotation ของ Kolbe rและคณะ[13] พบว่า inclinometer มี

ค่าความน่าเชื่อถือสูง (ICC=0.95) เมื่อเทียบกับ standard goniometer (ICC=0.96)[13] ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงใช้ HHI ซึ่งเป็นเครื่องมือที่อาศัยหลักการของ inclinometer ที่มีค่าความน่าเชื่อถือสูง[8, 13] มาเปรียบเทียบกับAGG ในการวัดการเคลื่อนไหวของข้อไหล่ การศึกษาความน่าเชื่อถือและความเที่ยงของการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อไหล่ในท่า shoulder flexion, extension, abduction และ adductionโดยใช้ AGG เปรียบเทียบกับ HHI พบว่าค่าที่วัดได้จากเครื่องมือทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง[6] ค่าองศาการเคลื่อนไหวที่วัดได้จากเครื่องมือ AGG สอดคล้องกับค่าองศาการเคลื่อนไหวที่วัดได้จากเครื่องมือ HHI (Table 5) พบว่าค่าองศาการเคลื่อนไหวที่วัดด้วยเครื่องมือทั้งสองมีความสัมพันธ์และความสอดคล้องกันในเกณฑ์ปานกลางถึงดี เนื่องจากเครื่องมือทั้งสองอาศัยหลักการเดียวกันในการวัดองศาการเคลื่อนไหวจึงทำให้ค่าที่วัดได้มีความสอดคล้องและสัมพันธ์กัน นอกจากนี้ พบว่าค่าองศาการเคลื่อนไหวที่วัดได้ในการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Vairo และคณะ[14] ซึ่งรายงานว่าองศาปกติของ shoulder flexion ในเพศหญิงสุขภาพดีในช่วงวัยรุ่นมีค่าเท่ากับ 168.12±8.61 องศา[14] ดังนั้น AGG จึงมีความเที่ยงที่สามารถวัดได้ค่าองศาปกติที่สอดคล้องกับการศึกษาในกลุ่มเพศหญิงที่อยู่ในช่วงอายุเดียวกัน อย่างไรก็ตาม การศึกษาความสัมพันธ์และความสอดคล้องของเครื่องมือทั้งสองมีประเด็นที่น่าสนใจถึงความคลาดเคลื่อนในการวัด (SEMs) ของเครื่องมือทั้งสอง ที่พบว่าความคลาดเคลื่อนของการวัดการเคลื่อนไหวในทิศ shoulder extension (AGG=6.39%, HHI=3.86%) และ shoulder adduction (AGG=3.26%, HHI=2.47%) มีเปอร์เซ็นต์ความเคลื่อนในการวัดที่สูงกว่าการวัดในทิศ shoulder flexion (AGG=0.69%, HHI=0.62%) และ shoulder abduction (AGG=0.72%, HHI=0.66%) อาจเป็นผลจากขณะเคลื่อนไหวในทิศ shoulder abduction แขนที่มีอุปกรณ์ติดอยู่เหนือต่อ lateral epicondyle เกิดการเคลื่อนไหวในลักษณะ lateral rotation ส่งผลให้แรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อลูกดิ่งโดยตรง เช่นเดียวกับการเคลื่อนไหวในทิศ shoulder flexion ที่ในช่วงแรกของการเคลื่อนไหวแนวแขนอยู่ในท่า slightly external rotation เนื่องจากเกิดการ spin ของ humeral head ไปจนถึง 90 องศา แนวแขนจึงเกิดการเคลื่อนไหวในทิศ internal rotation ร่วมด้วย[15] อย่างไรก็ตาม การวัดองศาการเคลื่อนไหวต้องระวังตำแหน่งในการวางอุปกรณ์ตลอดการเคลื่อนไหวของข้อต่อที่ต้องการวัด ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมายังไม่มีวิจัยเรื่องใดที่ศึกษาเกี่ยวกับตำแหน่งการติด gravitation goniometer ในข้อไหล่ ซึ่งการติดอุปกรณ์ในการวัดแต่ละทิศทาง ต้องมีความแม่นยำในการติดอุปกรณ์และการอ่านค่าองศา ซึ่งความแม่นยำและความชำนาญขึ้นอยู่กับการฝึกฝนของผู้วิจัยในการติดอุปกรณ์และอ่านค่าให้มีความชำนาญ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเพียงข้อไหล่เพียงข้อต่อเดียว แต่ในการตรวจประเมินทางกายภาพบำบัด จำเป็นต้องใช้เครื่องมือดังกล่าวในการตรวจทุกข้อต่อที่มีปัญหา จึงจำเป็นต้องศึกษาการใช้เครื่องมือนี้กับข้อต่ออื่นเพิ่มเติมเพื่อให้การวัดด้วย AGG ได้ค่าที่แม่นยำมากขึ้น และศึกษาในกลุ่มผู้ที่มีพยาธิสภาพของข้อไหล่ นอกจากนี้ ควรมีการศึกษาจุดหมุนในการติดอุปกรณ์ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้เป็นการกำหนดจุดหมุนโดยอ้างอิงจากงานวิจัยที่วัดด้วยเครื่องมือที่ใกล้เคียงกัน

สรุปผลการศึกษา

โกนิโอมิเตอร์อาศัยแรงโน้มถ่วงแบบดัดแปลง (AGG) มีความน่าเชื่อถือและความเที่ยงตรงเทียบเท่า (HHI) ในการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อไหล่ นอกจากนี้ ยังมีราคาถูกกว่า HHI ประมาณ 10 เท่า รวมทั้ง AGG ยังสามารถใช้งานได้ง่าย พกพาสะดวก และสามารถวัดได้ในข้อต่อใหญ่ๆ ของร่างกาย สะดวกต่อตรวจประเมินผู้ป่วยในชุมชนหรือบ้านของผู้ป่วยที่มีพื้นที่คับแคบได้ และอำนวยความสะดวกให้นักกายภาพบำบัดที่ออกเยี่ยมบ้านที่จำเป็นต้องตรวจร่างกายของผู้ป่วยที่บ้านได้ อาจกล่าวได้ว่า AGG เป็นเครื่องมือที่มีราคาถูกและได้มาตรฐานระดับหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ทดแทนเครื่องวัดแบบมาตรฐาน เช่น HHI ในทางคลินิกได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากวิทยาลัยเซนต์หลุยส์ และขอบคุณอาสาสมัครทุกท่าน ในการให้ความร่วมมือจนงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Bronzino JD. Biomedical engineering handbook. 2nd ed. Springer-Verlag GmbH & Co. KG: Germany; 2000.
2. Clarkson HM. Musculoskeletal assessment. Joint range of motion and manual muscle strength. 2nded. Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia; 2000.
3. Reese NB, Bandy WD. Joint range of motion and muscle length testing. 2nd ed. Saunders Elsevier: Canada; 2010.
4. Lea RD, Gerhardt JJ. Range-of-motion measurements. J Bone Joint Surg Am 1995; 77(5): 784-98.
5. Clapis PA, Davis SM, Davis RO. Reliability of inclinometer and goniometric measurements of hip extension flexibility using the modified Thomas test. Physiother Theory Pract 2008; 24(2): 135-41. doi: 10.1080/09593980701378256.
6. Grove SK. Statistics for health care research: a practical workbook. 1st ed. Elsevier Saunders: Edinburgh; 2007.
7. Shieh G. Sample size requirements for the design of reliability studies: precision consideration. Behav Res Methods 2014; 46(3): 808-22. doi: 10.3758/s13428-013-0415-1.
8. Inclinometers. [Internet]. Australia: Australasian Medical & Therapeutic Instrument; 2013 [cited 2017 Aug 10]. Available from: http://www.australasianmedical.com.au/.
9. Nussbaumer S, Leunig M, Glatthorn JF, Stauffacher S, Gerber H, Maffiuletti NA. Validity and test-retest reliability of manual goniometers for measuring passive hip range of motion in femoroacetabular impingement patients.BMC Musculoskelet Disord 2010; 11: 1-11. doi: 10.1186/1471-2474-11-194.
10. Steckler A, McLeroy KR. The importance of external validity.Am J Public Health2011; 98(1): 9-10.
11. McKay D. Handbook of research methods in abnormal and clinical psychology. 1st ed. Sage: Los Angeles; 2008.
12. Yankai A, Manosan P. Reliability of the universal and adapted gravity goniometer in measuring active cervical range of motion in normal healthy subjects. IJABME 2009; 2(1): 49-53.
13. Kolber MJ, Hanney WJ. The reliability and concurrent validity of shoulder mobility measurements using a digital inclinometer and goniometer: a technical report. Int J Sports Phys Ther 2012; 7(3): 306-13.
14. Vairo GL, Duffey ML, Owens BD, Cameron KL. Clinical descriptive measures of shoulder range of motion for a healthy, young and physically active cohort. Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol 2012; 4: 1-7. doi: 10.1186/1758-2555-4-33.
15. Halder AM, Itoi E, An KN. Anatomy and biomechanics of the shoulder. Orthop Clin North Am 2000; 31(2): 159-76.