นิพนธ์ต้นฉบับ | Original Article

การศึกษาความตรงและความเที่ยงของโกนิโอมิเตอร์แบบประยุกต์ในการวัดการเคลื่อนไหวของข้อเข่า

Validity and Reliability of Developed Goniometer in Measuring Knee Joint

*ธัญชนก ดำริห์,วท.บ. (กายภาพบำบัด)**
*จีระนันท์ มะโนมัย วท.บ. (กายภาพบำบัด)**
*ตติยา เพ็งชัย วท.บ. (กายภาพบำบัด)**
*Tanchano kDamri, PT.**
*Jeeranan Manomai, PT.**
*Tatiya Pengchai, PT.**
**โรงพยาบาลศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ ประเทศไทย 33000*
**Department of Physical Therapy, Sisaket Hospital, Sisaket. Thailand, 33000*
Corresponding author. Email address: pumpimkku@hotmail.co.th

บทคัดย่อ

หลักการและเหตุผล : โกนิโอมิเตอร์เป็นเครื่องมือทางกายภาพบำบัดใช้สำหรับวัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ ในทางคลินิกนิยมใช้โกนิโอมิเตอร์แบบมาตรฐาน อย่างไรก็ตาม ในการติดตามผู้ป่วยเมื่อกลับไปพักฟื้นที่บ้าน มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่ง่าย สะดวก และราคาไม่แพงวัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาความตรงและความเที่ยงของโกนิโอมิเตอร์แบบประยุกต์ (Developed goniometer, DG) ในการวัดการเคลื่อนไหวของข้อเข่า

ประชากรศึกษา : อาสาสมัครจำนวน 50 ราย อายุระหว่าง 18-70 ปี เฉลี่ย 38.6±5.6 ปีไม่เคยมีประวัติกระดูกหักหรือบาดเจ็บที่ข้อเข่า กระดูกสะบ้าและกระดูกปลายขา

ระยะเวลาที่ทำการศึกษา : 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 ถึง 31 กันยายน พ.ศ.2561

วิธีการศึกษา : อาสาสมัครจำนวน 50 ราย ได้รับการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในท่า knee flexion ด้วย DG และ (Universal Goniometer, UG)

ผลการศึกษา : ค่าเฉลี่ยของ knee flexion ที่วัดด้วย DG (134.1 ±11.7) และ UG (131.9 ±6.2) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.77$, $p<0.05$) ส่วนผลการศึกษาความเที่ยงตรงของ DG เมื่อเทียบกับ UG พบว่าค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวของ knee flexion ที่วัดด้วย DG และ UG มีค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

สรุป : โกนิโอมิเตอร์แบบประยุกต์มีความตรงและความเที่ยงในการวัดการเคลื่อนไหวของ knee flexion

คำสำคัญ : โกนิโอมิเตอร์แบบประยุกต์ ช่วงการเคลื่อนไหวข้อเข่า ความน่าเชื่อถือ ความเที่ยง

วารสารการแพทย์โรงพยาบาลศรีสะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์ 2562;34(1): 79-86

ABSTRACT

Background : Goniometer is a physical therapy tool for evaluation the range of motion. Standard goniometer is commonly used for clinical practice. However, to recovery the range of motion in community would need a simple and inexpensive tool. The purpose of this study was to investigate the reliability and validity of the Developted Goniometer (DG) in measure knee range of motion.

Subjective : Fifty healthy participants were included. Participants consisted of men and women aged between 18-70 years old (38.6±5.6) without fracture or injuries of knee joint, patella and legs were recruited for this study.

Duration of this study : 1st July 2018 to 31st September 2018.

Method : Fifty subjects were evaluated for the range of motion of knee flexion by AG and UG.

Results : The results showed that the agreement between the DG and UG presented a high level of agreement ($r=0.77$, $p<0.05$) while average of knee flexion of DG and UG were 134.1±5.6, 131.9±6.2 degree respectively. The validity result compared with UG showed having no significant different of average range of knee flexion measured by two devices.

Conclusion : Developted goniometer has a reliability and validity for measure knee range of motion in flexion.

Keywords : Developted gonimeter, Knee range of motion, Reliability, Validity.

Med J Srisaket Surin Biriram Hosp 2019;34(1): 79-86

หลักการและเหตุผล

ภาวะข้อเข่าเสื่อมพบมากในผู้สูงอายุ อาการที่พบ ได้แก่ ปวด การจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อ หรือเข่าผิดรูป ซึ่งส่งผลต่อการทำกิจวัตรประจำวัน ผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยยา หรือการทำกายภาพบำบัด แต่อาการยังไม่ดีขึ้น จำเป็นต้องรักษาโดยการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม (Total knee replacement: TKR) การจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อต่อเป็นปัญหาที่พบบ่อยโดยเฉพาะผู้ป่วยที่ผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่า ทำให้ไม่สามารถทำกิจวัตรประจำวันได้ตามปกติ คือ ไม่สามารถงอ-เหยียดเข่าได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว

ในระยะแรก ส่งผลต่อรูปแบบการเดินของผู้ป่วย จากสถิติผู้ป่วยที่มารับบริการงานกายภาพบำบัด กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลศรีสะเกษ ปี พ.ศ.2560 พบว่าผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมมากเป็นอันดับ 5 และผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าและได้รับการประเมินการเคลื่อนไหวของข้อเข่า จำนวน 20 ราย มีภาวะข้อเข่าติด จำนวน 9 ราย (ร้อยละ 45) ภาวะแทรกซ้อนที่พบมากที่สุดเมื่อผู้ป่วยกลับบ้าน คือ ภาวะข้อเข่าติด งอเหยียดเข่าไม่สุด ในการตรวจร่างกายเป็นขั้นตอนแรกในการหาปัญหา วิเคราะห์ปัญหาและวางแผนการรักษาผู้ป่วยทางกายภาพ บำบัดการตรวจประเมินบางอย่างต้องอาศัยเครื่องมือในการตรวจเพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำและมีความน่าเชื่อถือ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดช่วงการเคลื่อนไหวข้อทางกายภาพบำบัดใช้คือ โกนิโอมิเตอร์มาตรฐาน (Universal goniometer, UG)[1-3] เป็นเครื่องมือที่มีความน่าเชื่อถือและความแม่นยำในการวัด ได้มีการพัฒนาโกนิโอมิเตอร์แบบอ่านค่าเป็นตัวเลขซึ่งราคาแพงและไม่ค่อยนำมาใช้ในทางคลินิกท่าที่ใช้ในการวัดข้อเข่า คือ ท่านอนหงาย จุดหมุนอยู่ที่ epicondyle ของกระดูก femur แขนข้างหนึ่งของโกนิโอมิเตอร์อยู่ที่ตำแหน่งระหว่าง greater trochanter กับตรงกลางของกระดูก femur ส่วนอีกแขนหนึ่งจะอยู่ที่ตำแหน่งระหว่าง lateral malleolus กับตรงกลางของกระดูก fibular[4] แต่ยังมีข้อจำกัดในการใช้เพราะขณะทำการวัดสองมือจะต้องจับที่โกนิโอมิเตอร์ อาจยากต่อการควบคุมร่างกายส่วนที่ไม่ต้องการให้เกิดเคลื่อนไหว การวางแขนของเครื่องมือให้ขนานกับส่วนของร่างกายส่งผลให้ความแม่นยำในการวางของจุดหมุนคลาดเคลื่อนได้ และผู้ป่วยหรือญาติไม่สามารถนำกลับไปใช้ต่อที่บ้านได้ เพื่อให้ผู้ป่วยสามารถวัดการเคลื่อนไหวของข้อเข่าที่บ้านได้ด้วยตัวเอง จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่ใช้ง่าย สะดวก รวดเร็ว ราคาไม่แพงมาก แต่ต้องมีความน่าเชื่อถือและความแม่นยำในการวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อ คณะผู้วิจัยจึงได้จัดทำเครื่องมือวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่าแบบประยุกต์ (Developed goniometer : DG) เพื่อให้ผู้ป่วยสามารถวัดได้ด้วยตัวเองและนำกลับไปใช้ต่อที่บ้านได้ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความตรงและความเที่ยงตรงของโกนิโอมิเตอร์แบบประยุกต์ในการวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่า

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความตรงและความเที่ยงของเครื่องมือโกนิโอมิเตอร์แบบประยุกต์ DG ในการวัดการเคลื่อนไหวของข้อเข่า

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสร้างเครื่องมือและทดสอบความเที่ยงของโกนิโอมิเตอร์แบบประยุกต์ DG

1.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

อาสาสมัคร จำนวน 30 คนใช้การคัดเลือกแบบ convenience sampling เพศชายและหญิง อายุ 18-70 ปี ไม่เคยมีประวัติกระดูกหักหรือการบาดเจ็บบริเวณข้อเข่า กระดูกสะบ้า กระดูกต้นขา ปลายขา ในช่วง 3 เดือน

1.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

คณะผู้วิจัยประสานกับผู้ที่สามารถผลิตเครื่องมือ DG ตามแบบที่คณะผู้วิจัยต้องการ (ภาพที่ 1) เมื่อได้เครื่องมือผู้วิจัยตรวจสอบรายละเอียดของเครื่องมือ ทดสอบวิธีการใช้ตามวิธีมาตรฐานของ

เครื่องมือ ผู้วัดซึ่งเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการวัดช่วงการเคลื่อนไหวข้อเข่าตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไปฝึกการใช้เครื่องมือ DG ในการวัดการเคลื่อนไหวของ knee flexion

ภาพที่ 1 Developted goniometer (DG)

1.3 การทดสอบคุณภาพเครื่องมือ DG อาสาสมัครนอนหงาย แขนวางแนบลำตัว ผู้วิจัยอธิบายเกี่ยวกับท่าทางการเคลื่อนไหว จากนั้นให้อาสาสมัครเคลื่อนไหวในท่า knee flexion ด้วยตัวเองให้สุดช่วงการเคลื่อนไหว ฝึกท่าละ 3 ครั้งก่อนทำการทดสอบ ผู้วัดคนที่ 1 กำหนดตำแหน่งวางเครื่องมือด้านบนของขา จากนั้นให้อาสาสมัครทำ knee flexion ของขาข้างขวา 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งพัก 2 นาที ผู้วัดคนที่ 2 เป็นคนอ่านองศาและผู้วัดคนที่ 3 เป็นผู้บันทึกข้อมูล เป็นการเสร็จสิ้นการวัดคนที่ 1 จากนั้นพัก 5 นาที และทำการวัดตามขั้นตอนดังกล่าวโดยผู้วัดคนที่ 2 และ 3 ต่อไป

2. การทดสอบคุณภาพเครื่องมือโกนิโอมิเตอร์แบบประยุกต์ DG โดยเปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐานUG

สมมติฐาน : มุมการเคลื่อนไหวของข้อเข่าจากการวัดด้วยเครื่องมือทั้งสองแบบไม่มีความแตกต่างกัน (Ho : $\mu1=\mu2$, H1 : $\mu1\neq\mu2$)

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา อาสาสมัคร จำนวน 50 คนใช้การคัดเลือกแบบ convenience sampling เพศชายและหญิง อายุ 18-70 ปี ไม่เคยมีประวัติกระดูกหักหรือการบาดเจ็บบริเวณข้อเข่า กระดูกสะบ้า กระดูกต้นขา ปลายขา ในช่วง 3 เดือน

สูตรการประมาณค่าเฉลี่ย (ทราบประชากร)[5] ผู้ป่วยผ่าตัดเข่าจำนวน 46 คน e=2

$$n = \frac{NZ^2\alpha/2\sigma^2}{[e^2(N-1)]+[Z^2\alpha/2\sigma^2]}$$

$$= \frac{46\times1.96^2\times2^2}{0.05^2\times(46-1)+1.96^2\times2^2}$$

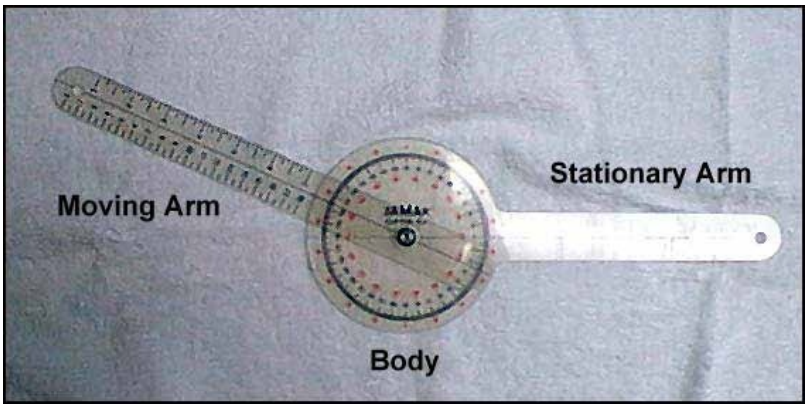
= 45 คน

= 50 คน (drop out)

2.2 วิธีการศึกษา

การทดสอบคุณภาพเครื่องมือโกนิโอมิเตอร์แบบประยุกต์ DG โดยเปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน UG ผลิตในประเทศอเมริกา (ภาพที่ 2) อาสาสมัครได้รับการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในทิศ knee flexion ให้สุดช่วงการเคลื่อนไหว ก่อนทำการวัดผู้วิจัยจับฉลาก

เพื่อเลือกเครื่องมือในการวัดอันดับแรก อาสาสมัครนอนหงายบนเตียง วางแขนแนบลำตัว จากนั้นผู้วิจัยอธิบายเกี่ยวกับท่าทางที่เคลื่อนไหวฝึก 3 ครั้ง กรณีวัดด้วยเครื่องมือ DG ให้อาสาสมัครเคลื่อนไหวในทิศ knee flexion 3 ครั้ง แต่ละครั้งพัก 2 นาที ให้ผู้วัดคนที่ 2 อ่านค่าและบันทึกค่า พัก 5 นาที จากนั้นวัดการเคลื่อนไหวด้วยเครื่องมือ UG ด้วยขั้นตอนและเวลาพักเท่ากัน



ภาพที่ 2 Universal Goniometer (UG)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลทั่วไปได้แก่ อายุ เพศ ใช้ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ความน่าเชื่อถือของเครื่องมือภายในตัวผู้วัดและระหว่างผู้วัด ใช้สถิติ Intraclasscorrelation coefficient: ICC

- ความเที่ยงตรงของเครื่อง DG เมื่อเทียบกับ UG วิเคราะห์โดย paired t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษา

ระยะที่ 1 การสร้างเครื่องมือและทดสอบคุณภาพของ DG

อาสาสมัครจำนวนทั้งสิ้น 30 ราย อายุระหว่าง 18-70 ปี อายุเฉลี่ย 38.9±11.7 ปี ได้รับการวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในทิศ knee flexion ข้อมูลองศาการเคลื่อนไหวของ knee flexion เป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติ ค่าความน่าเชื่อถือของ DG (intra-rater reliability) ภายในผู้วัดคนที่ 1 คนที่ 2 และคนที่ 3 ในท่า knee flexion มีค่า ICC คือ 0.9 0.9 และ 0.9 ($p<0.05$) ตามลำดับ(ตารางที่ 1) ค่าความน่าเชื่อถือของ DG ระหว่างผู้วัด (inter-rater reliability) ผู้วัดคนที่ 1 และคนที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.9 ผู้วัดคนที่ 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 0.9 และ ผู้วัดคนที่ 1 และ 3 มีค่าเท่ากับ 0.9($p<0.05$) ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 แสดงค่าความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้วัดของการวัด ด้วย DG

Rater	Knee Flexion (degree)	Intra-class Correlation Coefficient (ICC)	95% Confidence Interval	p - value
1	132.5 ± 6.6	0.9	0.9 - 1.0	
2	132.8 ± 5.3	0.9	0.8 - 1.0	p < 0.05
3	134.2 ± 6.0	0.9	0.8 - 0.9	

ตารางที่ 2 แสดงค่าความน่าเชื่อถือระหว่างผู้วัดของการวัด ด้วย DG

Rater	Knee Flexion (degree)	Intra-class Correlation Coefficient (ICC)	95% Confidence Interval	p - value
1 vs 2	-	0.9	0.8 - 0.9	
2 vs 3	-	0.9	0.8 - 0.9	p < 0.05
1 vs 3	-	0.9	0.8 - 0.9	

ระยะที่ 2 การทดสอบคุณภาพเครื่องมือ DG โดยเปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน UG

อาสาสมัครจำนวน 50 ราย อายุระหว่าง 18-70 ปี อายุเฉลี่ย 38.6±11.7 ปี ได้รับการวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในทิศ knee flexion ด้วยเครื่องมือ UG และ DG พบว่าค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหว knee flexion ของการวัดด้วย UG ระหว่างการวัดจำนวน 3 ครั้ง มีค่า ICC เท่ากับ 0.9 และค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหว knee flexion ที่วัดด้วย DG ระหว่างการวัดจำนวน 3 ครั้ง มีค่า ICC เท่ากับ 0.9 (ตารางที่ 3) ผลการศึกษาความน่าเชื่อถือของ DG เมื่อเปรียบเทียบกับ UG พบว่าค่าเฉลี่ยองศา knee flexion ที่วัดด้วย UG (133.0±0.9 องศา) และ DG (130.5±0.9 องศา) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r=0.8, p<0.05) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวของ knee flexion ที่วัดด้วย DG และ UG พบว่ามีค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวของการวัดด้วย UG และ DG ค่าความน่าเชื่อถือ ICC

Tool	Knee flexion (average)	ICC (95%CI)
UG	133.0 ± 0.9	0.9(0.8-0.9)
DG	130.5 ± 0.9	0.9 (0.9-0.9)

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหว knee flexion ของการวัดด้วย UG และ DG

UG			DG			Mean Difference	Std. Error Difference	p-value
Mean	S.D	S.E mean	Mean	S.D	S.E mean			
131.9	6.2	0.9	134.1	5.6	0.8	-2.4	0.7	0.001 *

วิจารณ์ผลการศึกษา

จากการทดสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดข้อเข่าที่สร้างขึ้นใหม่ คือ DG ในระยะแรกของการพัฒนาเครื่องมือพบว่า มีค่า ICC ของผู้วัดทั้ง 3 คนในการวัด knee flexion อยู่ในระดับสูง นอกจากนี้ยังพบว่าเครื่องมือ DG ยังมี ICC อยู่ในระดับสูงเช่นเดียวกัน แสดงให้เห็นว่า DG เป็นเครื่องมือที่มีความน่าเชื่อถือในการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่า ไม่ว่าวัดโดยใครก็ตามค่าที่ได้มีความใกล้เคียงกัน เมื่อนำเครื่องมือดังกล่าวมาวัดซ้ำในระยะที่ 2 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน UG พบว่า ค่า ICC ของเครื่องมือ DG ในการวัด knee flexion เท่ากับ 0.9 การศึกษาความตรงและความเที่ยงของการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในท่า knee flexion โดยใช้ DG เปรียบเทียบกับ UG พบว่าค่าที่วัดได้จากเครื่องมือทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r=0.8) อยู่ในระดับสูง เนื่องจากเครื่องมือทั้งสองอาศัยหลักการเดียวกันในการวัดองศาการเคลื่อนไหวจึงทำให้ค่าที่วัดได้มีความสอดคล้องและสัมพันธ์การศึกษาความสัมพันธ์และความสอดคล้องของการวัดของเครื่องมือทั้งสองมีประเด็นที่น่าสนใจถึงความคลาดเคลื่อนในการวัด (SEMs) ของเครื่องมือทั้งสอง ที่พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดด้วย DG มีค่าน้อยกว่าการวัดด้วย UG อาจเป็นผลมาจากความละเอียดของเครื่องมือ UG มีความละเอียดมากกว่าสามารถอ่านค่ามุมได้ถึงช่องละ 1 องศา ในขณะเครื่อง DG มีความละเอียดช่องละ 5 องศา ทำให้ตัวเลขที่อ่านค่าได้มีความคลาดเคลื่อนมากกว่า การศึกษาครั้งนี้จัดทำเพื่อรองรับเครื่องมือที่ใช้วัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่า ซึ่งทำในรูปแบบของนวัตกรรมสำหรับให้ผู้ป่วยนำกลับไปใช้ประเมินองศาข้อเข่าเองที่บ้านในช่วงที่รอติดตามการรักษาของแพทย์ และจากการทบทวนวรรณกรรมยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับความละเอียดของสเกลที่อ่านค่ามุมข้อเข่าที่ต่างกัน 5 องศาและ 1 องศา ว่ามีผลต่อการทำกิจวัตรของผู้ป่วย แต่อย่างน้อยเครื่องมือนี้สามารถทำให้ผู้ป่วยทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของการงอเข่าและช่วยให้ตระหนักถึงความสำคัญของการเพิ่มองศาการข้อเข่า ซึ่งส่งผลต่อการทำกิจวัตรประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นการเดิน การนั่ง การขึ้น-ลงบันได เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งต่อไปควรเพิ่มความละเอียดสเกลของเครื่องวัด DG ให้เท่ากับเครื่องมือมาตรฐาน UG และเป็นการศึกษาข้อเข่าเพียงข้อต่อเดียว แต่ในการประเมินทางกายภาพบำบัดจำเป็นต้องมีเครื่องมือดังกล่าวในทุกข้อต่อที่มีปัญหา จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาการใช้เครื่องมือนี้กับข้อต่ออื่นๆ เพิ่มเติมเพื่อให้การวัดด้วย DG มีความแม่นยำมากขึ้น

สรุป

โกนิโอมิเตอร์แบบประยุกต์ (DG) มีความตรงและความเที่ยงในการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่า นอกจากนี้ผู้ป่วยหรือญาติยังสามารถวัดได้ด้วยตัวเอง และนำกลับไปใช้ประเมินองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่าต่อเนื่องที่บ้านได้ เนื่องจากใช้ง่าย สะดวก

เอกสารอ้างอิง

1. Bronzino JD, editor. Biomedical engineering handbook. 2nd ed. Florida: CRC Press LLC; 2000.
2. Clarkson HM. Musculoskeletal assessment : Joint range of motion and manual muscle strength. 2nded. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
3. Reese NB, Bandy WD. Joint range of motion and muscle length testing. 2nd ed. Canada: Saunders Elsevier; 2010.
4. Denis M, Moffet H, Caron F, Ouellet D, Paquet J, Nolet L. Effectiveness of continuous passive motion and conventional physical therapy after total knee arthroplasty: a randomized clinical trial. Phys Ther 2006;86(2): 174-85.
5. ปุญญพัฒน์ ไชยเมล์. การกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับการวิจัยเชิงพรรณนาในงานสาธารณสุข. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ 2556;16(2):9-16.