

ความน่าเชื่อถือและความตรงของเครื่องมือวัดการเคลื่อนไหวคอ “WE-CAP”

กัลยา ปานงูเหลือม^{1,3} และ วิชัย อิงพิณจพงศ์^{2,3*}

Received: Mar 3, 2018

Revised: June 1, 2018

Accepted: June 4, 2018

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความน่าเชื่อถือและความตรงของเครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวแบบใหม่ (WE-CAP) เทียบกับเครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอแบบเดิม (CROM) เก็บข้อมูลในอาสาสมัครสุขภาพดี 20 คน ซึ่งประกอบด้วยอาสาสมัครเพศชาย 8 คน เพศหญิง 12 คน อายุเฉลี่ย 29.1 ± 4.27 ปี โดยวัดองศาการเคลื่อนไหวในท่า flexion, extension, right rotation, left rotation และ right lateral flexion, left lateral flexion จำนวน 3 ครั้งหาค่าเฉลี่ย นิ่งพัก 5 นาที และวัดซ้ำอีกท่าละ 3 ครั้งทำการวัดซ้ำโดยผู้วัดเพียงคนเดียว วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ intraclass-correlation coefficient (ICC), coefficient of variation (CV), standard error of measurements (SEMs) และ Pearson's correlation coefficient ผลการวิจัยพบว่า ทั้งเครื่อง WE-CAP และ CROM แบบเดิมมีค่าความน่าเชื่อถืออยู่ในเกณฑ์สูงมาก (ICC > 0.84) ค่า coefficient of variation (CV) ทุกตัวมีค่า $\leq 8\%$, standard error of measurements (SEMs) ทุกตัวมีค่า ≤ 0.94 และค่าความตรงของเครื่องมือทั้งสอง อยู่ในระดับสูงมาก (Pearson's correlation coefficient > 0.93) จึงสรุปได้ว่า เครื่อง WE-CAP มีค่าความน่าเชื่อถือและมีความตรงอยู่ในเกณฑ์สูงมาก สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางคลินิกได้

คำสำคัญ: เครื่องมือใหม่, CROM, การเคลื่อนไหวคอ, ความน่าเชื่อถือ, ความตรง

¹ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² สายวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³ ศูนย์ส่งเสริมคุณภาพชีวิตคนวัยทำงาน มหาวิทยาลัยขอนแก่น

* ผู้รับผิดชอบบทความ



Reliability and validity of a “WE-CAP” device for measurement of cervical range of motion

Kallaya Panngooluem^{1,3} and Wichai Eungpinichpong^{2,3*}

Abstract

The purposes of this study were to evaluate reliability and validity of a new device (WE-CAP) for measurement of cervical range of motion. Test-retest reliability of measurements in twenty healthy subjects (8 men and 12 women; mean age 29.1 ± 4.27 years) participated. A standard goniometer for measuring cervical range of motion (CROM) was chosen for comparison with the WE-CAP. Active cervical range of motion in all directions including flexion, extension, right rotation, left rotation, right lateral flexion and left lateral flexion were measured 3 times. After 5 minutes rest, the subjects were measured again with the same protocol. Analysis using intraclass-correlation coefficient (ICC), coefficient of variation (CV), standard error of measurements (SEMs), Pearson's correlation coefficient were analyzed. Results showed that both devices had high reliability (ICCs > 0.92 for all directions), (%CV) less than 8%, SEMs less than 0.94. The agreement of measurements between the two devices was high (Pearson's correlation coefficient > 0.93). It is concluded that the measurement of cervical range of motion using WE-CAP has high reliability and validity. This device could be used in clinical setting.

Keywords: New device, CROM, Neck, Reliability, Validity

¹ Physical therapy student, Faculty of Associated medical sciences, Khon Kean University

² Associate Professor, Faculty of Associated medical sciences, Khon Kean University

³ Research and training center for enhancing quality of life of working age people

* Corresponding author : (e-mail: wiceun@yahoo.com)

บทนำ

อาการปวดคอเป็นปัญหาที่มักพบได้บ่อยในวัยผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ อาการปวดคอเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อชีวิตประจำวัน และประสิทธิภาพในการทำงานจนเป็นสาเหตุของการขาดงานและการเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาเพิ่มขึ้น⁽¹⁾ จากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าอาการปวดคอสามารถพบได้บ่อยประมาณร้อยละ 30⁽²⁾ ปัจจัยที่อาจส่งผลทำให้เกิดอาการปวดคอบ่อยเกิดจากท่าทางการทำงานที่ไม่ถูกต้องตามหลักกายศาสตร์ กล่าวคือทำงานขณะที่คออยู่ในท่าก้มต่อเนื่องกันเป็นเวลานานเกินกว่าครึ่งชั่วโมงและมีความเครียดในการทำงาน มีการรายงานเกี่ยวกับการเกิดอาการปวดคอในกลุ่มคนที่ใช้คอมพิวเตอร์ประมาณ ร้อยละ 65 ซึ่งส่วนใหญ่ปวดระดับปานกลาง ในมุมเงยและมุมก้มมากกว่า 17 องศา⁽³⁾ หากไม่ได้รับการรักษาอย่างมีประสิทธิภาพอาการนี้อาจนำไปสู่ความผิดปกติเรื้อรัง และทำให้เกิดกลุ่มอาการ myofascial pain ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดอาการปวดคอเรื้อรังและช่วงมุมการเคลื่อนไหวของคอลดลง

การวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอ สามารถใช้ตรวจหาความผิดปกติของการเคลื่อนไหวของคอรวมถึงการประเมินผลของการรักษาได้ ปัจจุบันมีเครื่องมือหลากหลายที่ใช้ในการวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอได้ โดยเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการประเมิน ได้แก่ Goniometer ซึ่งเป็นเครื่องมือที่หาง่ายและมีราคาถูก แต่มักจะมีความคลาดเคลื่อนในการวัดได้ง่ายเนื่องจากผู้วัดต้องกำหนดจุดวางแกนหมุนของ Goniometer บนตำแหน่งของร่างกายที่ไม่ชัดเจน และต้องจัดแขนหนึ่งของเครื่องมือให้อยู่ในขณะเคลื่อนไหวของแขนวัดไปตามทิศทางการเคลื่อนไหว และต้องมองให้ตรงกับจุดหมุน จึงเป็นการยากที่จะวัดได้อย่างแม่นยำและน่าเชื่อถือซึ่งมักจะขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้วัด นอกจากนี้ยังมีแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟน, เครื่องมือวิเคราะห์การเคลื่อนไหว (motion analysis)⁽⁷⁾ เครื่องมือวัดองศาแบบดิจิทัล (head posture spinal)⁽⁶⁾ และเครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอแบบเดิม (CROM) เป็นเครื่องมืออีกเครื่องมือหนึ่งที่เป็นที่นิยม⁽⁴⁾ ซึ่งเครื่องมือต่างๆ เหล่านี้มีข้อจำกัดคือ วิธีการซับซ้อนและราคาแพง จึงไม่เหมาะ

กับการนำมาใช้วัดหรือตรวจประเมินทางคลินิก ดังนั้นจึงเกิดแนวความคิดการพัฒนาเครื่องวัดองศาที่สามารถแสดงค่าองศาการเคลื่อนไหวของคอโดยผู้ป่วยเคลื่อนไหวเองเพื่อลดความผิดพลาดจากการวัด เครื่องวัดองศาประกอบด้วยอุปกรณ์วัดความลาดเอียงแบบดิจิทัล (digital inclinometer) และเข็มทิศ ติดไว้ที่หมวกพลาสติกเรียกชื่ออุปกรณ์นี้ว่า WE-CAP (พัฒนาโดย รศ.ดร.วิชัย อึ้งพินิจพงศ์) ซึ่งอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้จะมีความสะดวกในการใช้ในทางคลินิกแต่ยังไม่มีรายงานถึงค่าความน่าเชื่อถือความตรงของเครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอแบบใหม่ (WE-CAP) นี้

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความน่าเชื่อถือและความตรงของเครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอแบบใหม่ (WE-CAP)

วัสดุและวิธีการ

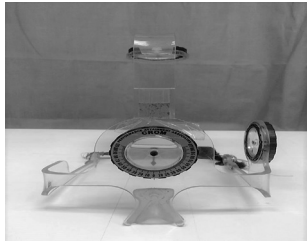
1. กลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์อาสาสมัครที่จะเข้าร่วมการวิจัยนี้ต้องเป็นอาสาสมัครสุขภาพดีและไม่เคยมีอาการปวดคอในช่วง 3 เดือน ก่อนหน้าเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 20 คน แบ่งเป็นเพศหญิง 12 คน เพศชาย 8 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกเข้ากลุ่มตัวอย่าง ดังนี้คือ เป็นบุคคลทั่วไปที่มีอายุระหว่าง 20-40 ปี และไม่มีอาการปวดคอ อนึ่งงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่องการนวดไทยประยุกต์ต่อองศาการเคลื่อนไหวของคอในผู้ป่วยปวดคอ: การศึกษาวิจัยเชิงเปรียบเทียบแบบสุ่ม ซึ่งผ่านการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่นแล้ว (เลขที่โครงการ HE602214) นอกจากนี้หมวก WE-CAP เป็นอุปกรณ์การวัดผลไม่ได้นำมาใช้ในการรักษาจึงไม่ได้จัดอยู่ในหมวดเครื่องมือแพทย์ที่ต้องผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ก่อนการเก็บข้อมูลอาสาสมัครทุกคนได้รับเอกสารชี้แจงวัตถุประสงค์และอธิบายขั้นตอนการร่วมวิจัยแล้วจึงลงนามแสดงความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย

2. เครื่องมือวิจัย

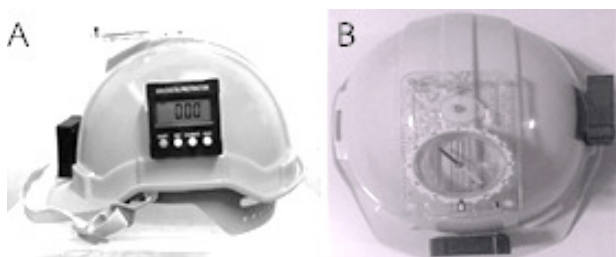
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบด้วย

2.1 CROM เป็นเครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอแบบเดิมที่มีมาตรฐานและใช้เพื่องานวิจัยที่ต้องการวัดมุมการเคลื่อนไหวคอ ซึ่งประกอบขึ้นด้วยโครงพลาสติกติดแป้นวัดมุมชนิด inclinometer ติดไว้ด้านข้าง 1 อันและด้านหน้า 1 อัน และเข็มทิศวางอยู่บนก้านพลาสติกฉากด้านบน (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 CROM

2.2 WE-CAP เป็นเครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอแบบใหม่ยังไม่ได้ทำการจดขึ้นทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา มีลักษณะเป็นหมวกพลาสติกรูปทรงรี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20x22 เซนติเมตร มีสายคล้องรัดคางและมีแถบวัดศีรษะเพื่อให้ปรับขนาดสวมใส่ได้พอเหมาะกับขนาดของศีรษะแต่ละคน ด้านหน้าและด้านข้างติดอุปกรณ์วัดมุมโดยใช้หลักการการวัดมุมลาดเอียงชนิด digital inclinometer ซึ่งแสดงผลเป็นตัวเลขมุมเอียงเป็นองศาที่ละเอียดยกขนาดทศนิยม 1 ตำแหน่ง และมีเข็มทิศมาติดที่ด้านบนของหมวกเพื่อแสดงค่าองศาการเคลื่อนไหวของคอซึ่งอ้างอิงตามทิศทางของแม่เหล็กโลก ในการเริ่มวัดมุมผู้ป่วยสวมหมวกให้กระชับแล้วเคลื่อนไหวคอเองตามที่ผู้วิจัยกำหนด เพื่อลดความผิดพลาดจากการวัดโดยผู้วัด (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 A คือ WE-CAP ด้านข้าง B คือ WE-CAP ด้านบน

3. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยจัดให้อาสาสมัครนั่งตัวตรงบนเก้าอี้ที่ไม่มีพนักพิงซึ่งหันหน้าไปทางทิศเหนือ สวมใส่เครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอที่ละชนิดโดยการสวม แล้วให้เคลื่อนไหวคอในท่า ก้มหน้า-เงยหน้า (flexion-Extension), หมุนศีรษะไป ทางซ้ายและทางขวา (left-right rotation), เอียงศีรษะไปทางซ้ายและทางขวา (left-right lateral flexion) ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้จำนวน 3 ครั้ง จากนั้นให้นั่งพักเป็นเวลา 5 นาที แล้วจึงให้ทำการเคลื่อนไหวแบบเดิมอีกท่าละ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ยของแต่ละท่า แล้วนำค่ามาคำนวณหาค่าความน่าเชื่อถือและความตรงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (standard error of measurements, SEMs) และค่าความแปรปรวน (coefficient of variation, CV)⁽⁸⁾ ทั้งนี้ผู้วัดเป็นนักกายภาพบำบัดและเป็นบุคคลเดียวกันตลอดการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าเฉลี่ยของการวัดในแต่ละท่าการเคลื่อนไหวของคอด้วยเครื่องมือแต่ละอัน ถูกนำมาหาค่าความเชื่อถือด้วยสถิติ Intraclass correlation coefficient: ICC ส่วนการทดสอบความตรงของการวัดด้วยเครื่องมือทั้งสองชนิด ใช้ค่าเฉลี่ยเหล่านั้นมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson correlation coefficient: r) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ร้อยละ 95 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (standard error of measurements, SEMs) และค่าความแปรปรวน (coefficient of variation, CV)⁽⁸⁾

ผลการศึกษา

จากการศึกษาในอาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัยนี้ทั้งสิ้น 20 คน (ชาย 8 คน, หญิง 12 คน) มีอายุเฉลี่ย 29.1 ± 4.27 ปี ดัชนีมวลกาย 23.2 ± 9.1 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มอาสาสมัครผู้ใหญ่ที่ปกติและไม่อ้วนหรือน้ำหนักเกิน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานอาสาสมัคร

ลักษณะทั่วไป	ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
1. อายุ (ปี)	29.1 (4.2)
2. น้ำหนัก (กิโลกรัม)	60.6 (9.1)
3. ส่วนสูง (เซนติเมตร)	161.60 (5.7)
4. ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)	23.2 (3.1)

ตารางที่ 2 ความความตรงของการวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอ ด้วยเครื่อง CROM และ WE-CAP

Cervical range of motion		
Motion	Pearson correlation (r)	p-value
Flexion	0.93	0.001
Extension	0.94	0.001
Right Rotation	0.98	0.001
Left Rotation	0.97	0.001
Right Lateral flexion	0.85	0.001
Left Lateral flexion	0.85	0.001

จากผลการศึกษาพบว่าการวิเคราะห์ความตรงระหว่างการวัดด้วย CROM และ WE-CAP พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson correlation coefficient: r) ของ WE-CAP มีค่า r อยู่ระหว่าง 0.85-0.98 ในท่า flexion, extension, right rotation, left rotation และ right lateral flexion, left lateral flexion ใน**ตารางที่ 2** สำหรับการวิเคราะห์ค่าความน่าเชื่อถือพบว่า CROM มีค่า Intra-class correlation coefficient, ICC อยู่ระหว่าง 0.90-0.97 และ WE-CAP มีค่า Intra-class

สำหรับการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด (standard error of measurements, SEMs) พบว่า CROM มีค่า SEMs อยู่ระหว่าง 0.52-0.94 องศา WE-CAP มีค่า SEMs อยู่ระหว่าง 0.50-0.89 องศา และสำหรับการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (coefficient of variation, CV) พบว่า CROM มีค่า %CV อยู่ระหว่าง 5.0-8.0% WE-CAP มีค่า %CV อยู่ระหว่าง 4.7-7.6% (**ตารางที่ 3**)

correlation coefficient, ICC อยู่ระหว่าง 0.96-0.98

ตารางที่ 3 Intra-class correlation coefficients (ICC), 95% confidence interval (95% CI), standard error of measurements (SEMs) and coefficient of variation (CV) of all measurements (n=20).

Cervical range of motion					
Motion	Mean $\pm$ SD	ICC	95% CI	CV%	SEMs
Flexion					
- WE-CAP	44.97 $\pm$ 2.24	0.92	0.691 to 0.91	5.00	0.50
- CROM	44.90 $\pm$ 2.32	0.92	0.688 to 0.981	5.20	0.52
Extension					
- WE-CAP	52.10 $\pm$ 3.98	0.97	0.871 to 0.992	7.60	0.89
- CROM	52.14 $\pm$ 4.20	0.88	0.500 to 0.969	8.00	0.94
Right Rotation					
- WE-CAP	71.52 $\pm$ 3.33	0.99	0.966 to 0.998	4.70	0.74
- CROM	71.36 $\pm$ 3.58	0.92	0.694 to 0.981	5.00	0.80
Left Rotation					
- WE-CAP	70.28 $\pm$ 3.84	0.98	0.948 to 0.997	5.50	0.86
- CROM	70.11 $\pm$ 3.72	0.95	0.825 to 0.989	5.30	0.83
Right Lateral flexion					
- WE-CAP	39.25 $\pm$ 2.76	0.91	0.626 to 0.977	7.00	0.62
- CROM	38.77 $\pm$ 2.99	0.85	0.375 to 0.961	7.70	0.67
Left Lateral flexion					
- WE-CAP	39.77 $\pm$ 2.62	0.92	0.688 to 0.981	6.60	0.59
- CROM	39.07 $\pm$ 2.69	0.89	0.577 to 0.974	6.90	0.60

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

ในการศึกษานี้ใช้ค่า Intraclass correlation coefficient: ICC, ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด (standard error of measurements, SEMs) และค่าความแปรปรวน (coefficient of variation, CV), ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson correlation coefficient: r) นำมาเปรียบเทียบกับเครื่องมือที่มีมาตรฐานอย่าง CROM ในการประเมินค่าความน่าเชื่อถือและความตรงของเครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอ WE-CAP ผลที่ได้แสดงให้เห็นถึงความน่าเชื่อถือและความตรงของเครื่องมือ

WE-CAP ในทุกตัวแปร คือค่า ICC อยู่ระหว่าง 0.96-0.98 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้⁽⁸⁾ ทั้งนี้ยังมีค่า SEMs และค่า %CV ที่ต่ำ ซึ่งผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าเครื่อง WE-CAP มีความน่าเชื่อถือในการวัดซ้ำอยู่ในระดับสูงมาก และมีค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดน้อย และค่าความแปรปรวนของการวัด (%CV) มีค่าน้อย⁽⁸⁾ นอกจากนี้ก็ยังพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r อยู่ระหว่าง 0.85-0.98 ซึ่งมีความสัมพันธ์ระดับสูงมากแสดงว่าเครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอ ทั้งแบบ CROM และ

WE-CAP ไม่แตกต่างกันสามารถใช้แทนกันได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Audette I et al ได้รายงานผลของ CROM คือค่า Pearson correlation coefficients อยู่ระหว่าง 0.93-0.98, ICC อยู่ระหว่าง 0.89-0.98 และค่า SEMs อยู่ระหว่าง 1.6°-2.8°⁽⁵⁾

เนื่องด้วยเครื่อง WE-CAP เป็นอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่เป็นหมวกที่มีไซส์มาตรฐานสามารถปรับขนาดได้ แต่อาจจะไม่สามารถใช้ได้กับกลุ่มคนที่มีศีรษะเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 15 เซนติเมตรหรือศีรษะมีขนาดใหญ่กว่า 25 เซนติเมตรอาจจะมีการพัฒนาต่อไปในอนาคต ข้อดีคือมีวิธีการอ่านค่ามุมเป็นแบบดิจิทัล ทศนิยม 1 ตำแหน่ง ซึ่งมีความละเอียดและแม่นยำสูงมาก ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยและมีแสดงค่าอัตโนมัติแบบดิจิทัล เห็นเป็นตัวเลขชัดเจนทำให้สามารถอ่านค่าได้อย่างแม่นยำ จึงสะดวกต่อการใช้งาน ต่างจากวิธีการอ่านค่าจาก CROM เป็นแบบ สเกล 2,4,6,8,10 ซึ่งมีช่วงห่างทีละ 2 องศาซึ่งยังไม่ละเอียดพอ

ผลการศึกษานี้สรุปได้ว่า เครื่องมือวัดองศาการเคลื่อนไหวคอ WE-CAP นั้นเป็นเครื่องมือที่มีค่าความน่าเชื่อถือสูง มีค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดและความแปรปรวนของการวัดน้อยซึ่งค่าที่ได้อยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐาน รวมไปถึงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r ที่มีค่าสูงมากแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือวัดองศาการเคลื่อนไหวคอ WE-CAP นั้นสามารถใช้แทนเครื่อง CROM ที่เป็นมาตรฐานที่ใช้ในปัจจุบัน

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนจากศูนย์ส่งเสริมคุณภาพชีวิตคนวัยทำงาน มหาวิทยาลัยขอนแก่น และขอขอบพระคุณ อาสาสมัครทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีจนงานวิจัยสำเร็จลงได้

เอกสารอ้างอิง

1. Boram K, Taikon K, Mi JK, Kyu HL, Seungyoung C, Dong HL, et al. Relief of chronic neck pain depending on the type of forest therapy: Comparison of the therapeutic effects of forest bathing alone versus forest bathing with exercise. *Ann Rehabil Med*. 2015; 39: 957-963
2. Steven P. Cohen. Epidemiology, diagnosis and treatment of neck pain. *Mayo Clin Proc*. 2015; 90: 284-299.
3. Punwaree J, Klaphajone J, Kovindha A. Neck pain in computer use: a study of ergonomic factors. *J Thai Rehabil Med*. 2009; 19(1): 30-35.
4. Rheault W, Albright B, Beyers C, Franta M, Johnson A, Skowronek M. Intertester reliability of the cervical range of motion device. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1992; 15:147-150.
5. Audette I, Dumas JP, Cote JN, Sophie J. Validity and between-day reliability of the cervical range of motion (CROM) Device. *J Ortho Sport Phys Ther*. 2010; 40: 318-322
6. Lau HM and Lam TH. Measurement of craniovertebral angle with Electronic Head Posture Instrument: Criterion validity. *J Reh Res*. 2010; 47: 911-918.
7. Taweekarn P, Boonprakob Y, Sae-lee D, Johns P T, Ungpansattawong S, Ruammahasab S. A test of validity and reliability between the three-point marker detection software method and goniometry. *J Med Tech Phy Ther* 2013; 25: 2: 173-180.
8. Weir JP. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *J Strength Cond Res*. 2005; 19: 231-40.