

การใช้เครื่องวัดความดันโลหิตในการวัดแรงกำมือ เปรียบเทียบกับเครื่องวัดแรงกำมือแบบมาตรฐานในกลุ่มประชากรปกติและผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์

พันธศักดิ์ ต้นสกุล พ.บ. , มลรัฐฐา ภาณุวรรณกร พ.บ.ว. เวชศาสตร์ฟื้นฟู
ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

ABSTRACT

Grip strength in normal population and rheumatoid arthritis patients: comparison of sphygmomanometer and hydraulic dynamometer

Tansakul P, Panuwannakorn M.
Department of Rehabilitation Medicine,
Faculty of Medicine, Ramathibodi
Hospital

Objectives: To study the correlation of grip strength measured by sphygmomanometer and hydraulic dynamometer in normal population and rheumatoid arthritis patients

Study Design: Cross-sectional analytic study

Setting: Ramathibodi Hospital

Subjects: 109 normal populations without dominant hand problem and 48 rheumatoid arthritis patients

Methods: Measure grip strength of dominant hand in normal population and rheumatoid arthritis patients using hydraulic dynamometer and Sphygmomanometer 3 times for each then calculate for mean.

Results: Mean grip strength of normal population measured by hydraulic dynamometer and sphygmomanometer were 29.89 ± 7.95 Kg and

226.88 ± 41.52 mmHg respectively and mean grip strength of rheumatoid arthritis patients were 19.44 ± 6.01 Kg and 158.40 ± 41.74 mmHg respectively. The correlation (R^2) of grip strength measured by sphygmomanometer and hydraulic dynamometer was 0.70 and 0.67 in normal population and rheumatoid arthritis patients respectively.

Conclusion: Correlation of grip strength measured by sphygmomanometer and hydraulic dynamometer in both normal population and rheumatoid arthritis patients were high.

Key words: grip strength, normal population, rheumatoid arthritis, hydraulic dynamometer, sphygmomanometer

J Thai Rehabil Med 2007; 17(3): 86 - 90

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของค่าแรงกำมือที่วัดโดยเครื่องวัดความดันโลหิตเปรียบเทียบกับเครื่องวัดแรงกำมือแบบมาตรฐานในกลุ่มประชากรปกติและผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์

รูปแบบงานวิจัย: การวิจัยเชิงวิเคราะห์ ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง

สถานที่ทำการวิจัย: โรงพยาบาลรามธิบดี

กลุ่มประชากร: กลุ่มประชากรปกติที่ไม่มีปัญหาของมือข้างที่ถนัด จำนวน 109 คน และผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ จำนวน 48 คน

วิธีการศึกษา: วัดแรงกำมือของกลุ่มประชากรปกติและผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์โดยเครื่องมือ 2 ชนิด คือเครื่องวัดความดันโลหิตที่ใช้ส่วนวัดต้นแขนมา้วนพันสำหรับมือบีบและเครื่องวัดแรงกำมือแบบมาตรฐานโดยทำเครื่องมือละ 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยของแรงกำมือ

ผลการศึกษา: ค่าแรงกำมือเฉลี่ยของกลุ่มประชากรปกติที่วัดโดยเครื่องวัดความดันโลหิตและเครื่องวัดแรงกำมือแบบมาตรฐานเท่ากับ 226.88 ± 41.52 มิลลิเมตรปรอท และ 29.89 ± 7.95 กิโลกรัม ตามลำดับค่าแรงกำมือเฉลี่ยของผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ เท่ากับ 158.40 ± 41.74 มิลลิเมตรปรอทและ 19.44 ± 6.01 กิโลกรัม ตามลำดับความสัมพันธ์ของผลการวัดแรงกำมือเปรียบเทียบเครื่องมือทั้งสองชนิดมีความสัมพันธ์ (R^2) ขนาด 0.70 และ 0.67 ในกลุ่มประชากรปกติและผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ ตามลำดับ

สรุป: ผลการวัดแรงกำมือโดยใช้เครื่องวัดความดันโลหิตที่ปรับมาใช้วัดแรงกำมือและเครื่องมือวัดแรงกำมือแบบมาตรฐานมีความสัมพันธ์กันทั้งในกลุ่มประชากรปกติและในกลุ่มผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์

คำสำคัญ: แรงกำมือ, เครื่องวัดแรงกำมือแบบมาตรฐาน, เครื่องวัดความดันโลหิต

เวชศาสตร์ฟื้นฟู 2550; 17(3): 86 - 90

Correspondence to: Pantasak
Tansakul, Sirindhorn National Medical
Rehabilitation Center, 88126 Tivanon
Rd. Nontaburi, 11000.
E-mail: pantasak@health2.moph.go.th

บทนำ

การวัดแรงกำมือเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้วัดกำลังและมีการใช้อย่างกว้างขวางเพื่อการประเมินการทำงานของมือ^(1,2) เนื่องจากสามารถประเมินได้ง่าย มีค่าที่วัดได้จึงใช้ติดตามการดำเนินของโรคและติดตามผลการรักษาได้ เช่น มีการศึกษาพบว่า การเกิดทุพพลภาพ (disability) ในกลุ่มผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ (rheumatoid arthritis) มีความสัมพันธ์กับแรงกำมือและการใช้มือ⁽³⁾ นอกจากนี้ แรงกำมือยังเป็นตัววัดที่เชื่อถือได้ในการประเมินสมรรถภาพของมนุษย์

วิธีวัดแรงกำมือมาตรฐานคือ การใช้ hydraulic dynamometer หรือ Jamar dynamometer ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีความแม่นยำและเที่ยงตรง รวมทั้งมีการกำหนดค่าที่ใช้ในการวัดที่เป็นมาตรฐาน^(2, 4-8) อย่างไรก็ตามมีปัญหาในการใช้งาน hydraulic dynamometer เนื่องจากเป็น เครื่องมือที่มีขนาดใหญ่ แข็ง และมีน้ำหนักมาก ทำให้มีความยากลำบากเมื่อใช้กับผู้ป่วยที่มีปัญหาทางมือ เช่น ผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ ผู้ป่วยที่มีมือได้รับบาดเจ็บ หรือเด็กที่มีขนาดมือเล็ก นอกจากนี้ เครื่องมือดังกล่าวยังมีราคาแพง และมีใช้เฉพาะในสถานบริการบางแห่งเท่านั้น

ด้วยข้อจำกัดที่ได้กล่าวมา จึงมีการเสนอให้ใช้เครื่องวัดความดันโลหิต (sphygmomanometer) เพื่อนำมาใช้วัดแรงกำมือเนื่องจากเป็นเครื่องมือที่มีในทุกสถานบริการ หาได้ง่าย ราคาไม่แพง จากการศึกษาของ Dunn W. พบว่า เครื่องวัดความดันโลหิตเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมกับการวัดแรงกำมือของผู้ป่วยโรคข้อที่ไม่สามารถใช้อุปกรณ์วัดแรงกำมือแบบ มาตรฐาน⁽¹⁾

แม้ว่าเคยมีการวิจัยที่ทำการเปรียบเทียบการวัดแรงกำมือระหว่างเครื่องวัดแรงกำมือมาตรฐานและเครื่องวัด

ความดันโลหิต⁽⁹⁾ แต่วิธีการเก็บข้อมูล ในการศึกษาดังกล่าว ยังไม่ได้ตามมาตรฐาน ของ American Society of Hand Therapy (ASHT)⁽⁵⁾ นอกจากนี้ ยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบเครื่องมือทั้งสองนี้ในผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ซึ่งเป็นกลุ่มประชากรที่จะได้รับประโยชน์จากเครื่องมือนี้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาความสัมพันธ์ของค่าแรงกำมือที่วัดด้วยเครื่องวัดความดันโลหิตเปรียบเทียบกับเครื่องวัดแรงกำมือแบบมาตรฐานในกลุ่มประชากรปกติ และผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์

วิธีการศึกษา

กลุ่มประชากร

แบ่งเป็นกลุ่มประชากรปกติและกลุ่มผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ โดยที่กลุ่มผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์เป็นผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาที่แผนกเวชศาสตร์ฟื้นฟูและแผนกอายุรกรรม โรงพยาบาลรามาริบัติ ในช่วงเดือนสิงหาคม ถึง กันยายน 2548 ส่วนกลุ่มประชากรปกติเป็นเจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาลรามาริบัติ และญาติผู้ป่วยในช่วงเวลาเดียวกัน

เกณฑ์การคัดเลือกเข้า

- อายุไม่ต่ำกว่า 15 ปี
- ประชากรปกติ: มีสุขภาพดี ไม่มีโรคประจำตัว ไม่มีประวัติมือผิดปกติ หรือบาดเจ็บทางมือ
- ผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์: ไม่มีการอักเสบเฉียบพลัน ไม่มีข้อผิดรูปหรือมีการเลื่อน (subluxation) ของข้อมือ
- ยินยอมเข้าร่วมวิจัย

เกณฑ์การคัดออก

- มีปัญหา ไม่สามารถทำตามการทดสอบมาตรฐานได้

เครื่องมือและอุปกรณ์ :

- เครื่องวัดแรงกำมือมาตรฐาน (Hydraulic dynamometer) T.K.K.

5401, Takei Scientific Instruments Co., Ltd. No.6-18, Hatanodai 1-Chrome, Shinagawa-ku, Tokyo 142-0064, Japan) มีหน่วยวัดเป็น กิโลกรัม (รูปที่ 1)



รูปที่ 1



รูปที่ 2

- เครื่องวัดความดันโลหิต (Mercury-gravity sphygmomanometer: Baumamometer, W.A. Baum Co. Inc. Copiague, New York 11726) มีหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตรปรอท โดยมีส่วนที่ใช้พันรัดรอบต้นแขน (cuff) ให้เส้นผ่าศูนย์กลางของม้วนเท่ากับ ความกว้างของเครื่องวัดแรงกำมือมาตรฐานเพื่อให้ใช้แรงจากกลุ่มกล้ามเนื้อที่เหมือนกันกับการวัด ด้วยเครื่องวัดแรงกำมือมาตรฐานและตั้งแรงดันปรอทไว้เท่ากับ 30 มิลลิเมตรปรอทก่อนการวัด⁽⁹⁾ (รูปที่ 3-6)



รูปที่ 3



รูปที่ 6



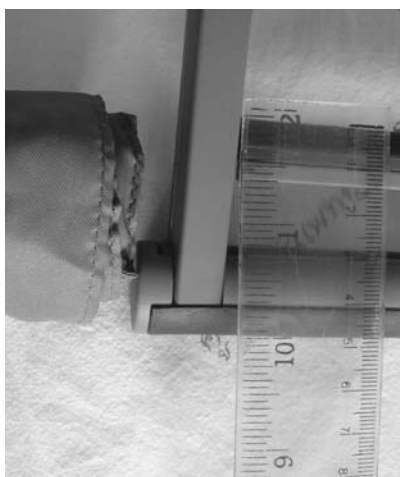
รูปที่ 7



รูปที่ 4

ขั้นตอนการวิจัย

- ผู้วิจัยอธิบายให้ผู้ร่วมวิจัยรับทราบ ข้อมูลและวิธีการวิจัยจนเข้าใจแล้ว จึงให้ผู้ร่วมวิจัยลงนามในหนังสือ ยินยอมเข้าร่วมวิจัยพร้อมทั้งตอบ แบบสอบถาม
- ผู้วิจัยสุ่มเลือกเครื่องมือที่จะให้ผู้ร่วม วิจัยทำก่อนหลังโดยผู้ร่วมวิจัยลำดับ เลขคือให้ใช้เครื่องวัดแรงกำมือแบบ มาตรฐาน ก่อน ผู้ร่วมวิจัยลำดับเลขคู่ ใช้เครื่องวัดความดันโลหิตก่อน จากนั้นจึงสลับเครื่องมือ
- ให้ผู้ร่วมวิจัยนั่งบนเก้าอี้ที่ไม่มีพนัก หลังตรง แขนข้างที่ถนัดแนบลำตัว ข้อศอกงอตั้งฉาก ปลายแขนขนาน กับพื้นและอยู่ในท่ากึ่งกลาง ข้อมือ อยู่ในท่าตรง^(10, 11) (รูปที่ 7-8) จากนั้นให้ผู้ร่วมวิจัยกำเครื่องมือวัด แรงกำมือแต่ละเครื่องตามลำดับ ก่อนหลังตามที่สุ่มเลือกได้ โดยให้ ผู้ร่วมวิจัยออกแรงกำเต็มที่ ทำซ้ำรวม 3 ครั้ง แต่ละครั้งมีช่วงพัก 10 วินาที⁽¹²⁾ เมื่อครบ 3 ครั้งแล้วให้เปลี่ยนไปกำ เครื่องมือลำดับต่อไป ด้วยวิธีการ เช่นเดียวกัน



รูปที่ 5



รูปที่ 8

วิธีวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

- ใช้ descriptive data สำหรับข้อมูล ด้านอายุ, เพศ, ค่าแรงกำมือ
- ใช้ Pearson correlation สำหรับดู ความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงกำมือ ที่ได้จากเครื่องวัดความดันโลหิตกับ เครื่องมือวัดแรงกำมือแบบมาตรฐาน โดยถือว่าสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.001$

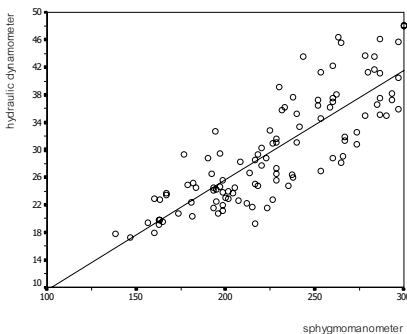
ผลการศึกษา

ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด 157 คน ประกอบด้วยอาสาสมัครซึ่งเป็นกลุ่ม ประชากรปกติ 109 คน เป็นชาย 44 คน หญิง 65 คน ช่วงอายุ 17 ถึง 77 ปีอายุเฉลี่ย 36 ปี และผู้ป่วยโรคข้อ อักเสบรูมาตอยด์ 48 คน เป็นชาย 6 คน หญิง 42 คน ช่วงอายุ 23 ถึง 86 ปี อายุเฉลี่ย 51 ปี มีระยะเวลาของการ เป็นโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ตั้งแต่ 1 ปี ถึง 44 ปี เฉลี่ย 8 ปี

ครั้งที่	1	2	3	Mean
Sphygmomanometer (mmHg ± SD)				
normal	226.12 ± 43.75	228.88 ± 42.05	225.65 ± 42.23	226.88 ± 41.52
RA	158.02 ± 45.34	160.21 ± 42.20	156.98 ± 40.09	158.40 ± 41.74
Total	205.30 ± 54.18	207.89 ± 52.61	204.66 ± 52.21	205.95 ± 52.15
Hydraulic dynamometer (Kg ± SD)				
normal	30.17 ± 8.11	29.87 ± 7.90	29.63 ± 8.31	29.89 ± 7.95
RA	19.28 ± 6.58	19.43 ± 6.07	19.61 ± 5.67	19.44 ± 6.01
total	26.84 ± 9.16	26.68 ± 8.01	26.56 ± 8.88	26.69 ± 8.83

ตารางที่ 1 แสดงค่าแรงกำมือที่วัดได้โดย hydraulic dynamometer และ sphygmomanometer ในกลุ่มประชากรปกติ และกลุ่มผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์

ในกลุ่ม ประชากรปกติพบว่าแรงกำมือซึ่งวัดด้วยเครื่องมือทั้งสองได้ค่าแรงกำมือนั้นต่างกันไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการวัดแต่ละครั้ง จึงใช้ค่าเฉลี่ยของแรงกำมือเป็นตัวแทนในการคำนวณค่าความสัมพันธ์ ดังรูปที่ 9 ซึ่งพบความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือวัดความดันโลหิตในการวัดแรงกำมือมีค่าสูง โดยที่ค่า $R^2 = 0.695$ ที่ $P < 0.001$ ดังรูปที่ 9



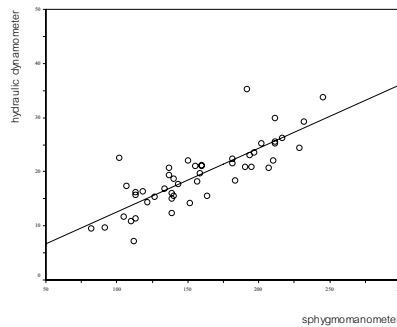
รูปที่ 9 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงกำมือที่วัดด้วยเครื่องมือมาตรฐานและเครื่องมือวัดความดันโลหิต ในกลุ่มประชากรปกติ

เมื่อคำนวณค่าความถดถอยเชิงเส้นตรงได้สมการดังนี้

$$\text{hydraulic dynamometer} = (0.160 \times \text{sphygmomanometer}) - 6.311$$

เมื่อศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์พบว่าแรงกำมือที่วัดได้มีค่าต่างตารางที่ 1 และพบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างค่าแรงกำมือครั้งที่ 1 - 3

เช่นเดียวกับกลุ่มประชากรปกติ จึงนำ ค่าเฉลี่ยของการวัดมาใช้เปรียบเทียบ เช่นกันพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือวัดแรงกำมือแบบมาตรฐานกับเครื่องมือวัดความดันโลหิตโดยที่ค่า $R^2 = 0.671$ ที่ $P < 0.001$ ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงกำมือที่วัดด้วยเครื่องมือมาตรฐานและเครื่องมือวัดความดันโลหิต ในกลุ่มผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์

เมื่อคำนวณค่าความถดถอยเชิงเส้นตรงจะได้สมการดังนี้

$$\text{hydraulic dynamometer} = 0.771 + (0.118 \times \text{sphygmomanometer})$$

การศึกษาค้นพบว่าในกลุ่มประชากรปกติมีผู้ที่มีแรงกำมือจากการวัดด้วยเครื่องมือวัดความดันโลหิต มากกว่า 300 มม.ปรอท จำนวน 8 คน จึงได้ตัดออกไป เนื่องจากทำให้ผลการคำนวณค่าความสัมพันธ์เปลี่ยนไป ปัญหานี้แสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดของเครื่องมือวัดความดันโลหิตว่าไม่สามารถใช้กับผู้ที่มีการกำมือมาก ๆ ได้ แต่จากจุดประสงค์

ของการดัดแปลงเครื่องมือนี้เพื่อต้องการนำมาใช้ในผู้ที่มีปัญหาเกี่ยวกับแรงกำมือ จึงคิดว่าไม่มีผลต่อการนำไปใช้งาน

บทวิจารณ์

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมากมีนัยสำคัญระหว่างแรงกำมือที่วัดด้วยเครื่องมือวัดความดันโลหิตกับเครื่องมือวัดแรงกำมือมาตรฐานที่เป็นเครื่องมือมาตรฐานที่ใช้วัดแรงกำมือซึ่งมีการศึกษาว่ามีความเที่ยงตรงและความน่าเชื่อถือในการใช้วัดแรงกำมือ^(2, 4-8)

การศึกษานี้เป็นการวัดแรงกำมือในกลุ่มประชากรปกติและในผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ที่ไม่มีปัญหาข้อติดหรือข้ออักเสบ ซึ่งพบว่า ค่าที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือวัดความดันโลหิต มีความสัมพันธ์กับค่าแรงกำมือที่วัดได้จากเครื่องมือวัดแรงกำมือมาตรฐาน ทั้งกลุ่มประชากรปกติและกลุ่มผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ ดังนั้นอาจใช้เครื่องมือวัดความดันโลหิตแทนเครื่องมือวัดแรงกำมือมาตรฐานได้ในกรณีที่ไม่สามารถหาได้ และพบว่าแรงกำมือของผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์น้อยกว่ากลุ่มประชากรปกติ

อนึ่ง เครื่องวัดความดันโลหิตมีข้อดีกว่าเครื่องมือวัดแรงกำมือมาตรฐานในด้านความสบายในขณะที่กำเครื่องมือ อากาศปวดที่เกิดจากการทดสอบน้อยกว่า เครื่องมือหาได้ทั่วไปและด้วยมาตรฐานการวัดที่ละเอียดกว่าจะทำให้การประเมินทำได้ละเอียด มากกว่าการใช้เครื่องมือวัดความดันโลหิต แต่ในการใช้งานมีข้อควรคำนึงดังนี้

ควรม้วน cuff ของเครื่องมือวัดความดันโลหิตให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับความกว้างของ second handle position ของเครื่องมือวัดแรงกำมือมาตรฐานเพื่อให้ใช้แรงของกลุ่มกล้ามเนื้อเหมือน ๆ กัน

และควรจะใช้เครื่องมือวัดความดันโลหิตเครื่องเดิม และให้ลักษณะการม้วน cuff เหมือนเดิม เนื่องจากขนาดของ cuff

ที่เปลี่ยนแปลงอาจมีผลต่อค่าที่ได้ ซึ่งต่างกับเครื่องวัดแรงกำมือมาตรฐานที่มีระดับ handle ที่คงที่การวัดโดยใช้เครื่องวัดความดันโลหิตเป็นการวัด pressure แต่ผลการวัดที่ได้จากเครื่องวัดแรงกำมือมาตรฐาน เป็นการวัดกำลังโดยตรงและไม่สามารถวัดผลในรายที่มี grip strength สูงมากได้

หนึ่งเนื่องจากการใช้งานเครื่องวัดความดันโลหิต มีความยุ่งยากมากกว่าเครื่องวัดแรงกำมือมาตรฐานเพราะต้องเลือก cuff ที่มีขนาดเหมาะสมและขนาดของ cuff มีผลต่อความดันที่เปลี่ยนแปลงขนาดของ cuff ที่ใหญ่หรือเล็กเกินไปทำให้แรงกำมือน้อยกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นควรมีการศึกษาผลของขนาด cuff ต่อแรงกำมือ และควรมีการศึกษาความเที่ยงตรงของการวัดแรง กำมือโดยเครื่องวัดความดันโลหิต ให้มั่นใจว่าเครื่องวัดความดันโลหิตแต่ละเครื่องที่นำมาใช้มีความเที่ยงตรงเหมือนกัน

ควรมีการศึกษากการใช้เครื่องวัดความดันโลหิตในผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ที่มีปัญหา ข้อนิ้วมียึดติดเนื่องจากเป็นกลุ่มผู้ป่วยที่มีปัญหาแรงกำมือน้อยเช่นกัน

สรุป

การศึกษานี้พบความสัมพันธ์ของค่าแรงกำมือที่วัดโดย hydraulic dynamometer กับ sphygmomano-

meter ทั้งในกลุ่มประชากรปกติและผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้มีความมั่นใจในการนำเครื่องวัดความดันโลหิตมาใช้ในการวัดแรงกำมือแทนเครื่องวัดแรงกำมือ hydraulic dynamometer ซึ่งมีราคาแพงและหาได้ยาก ซึ่งจะทำให้การดูแลผู้ป่วยที่มีปัญหาทางมือมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงเครื่องมือและวิธีการวัดแรงกำมือที่มีประสิทธิภาพ และราคาถูกในผู้ป่วยที่มีปัญหาทางมือ และในคนทั่วไป

เอกสารอ้างอิง

1. Dunn W. Grip strength of children aged 3 to 7 years using a modified sphygmomanometer: comparison of typical children and children with rheumatic disorders. *Am J Occup Ther* 1993; 47(5): 421-8.
2. Mathiowetz V, Weber K, Volland G, Kashman N. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. *J Hand Surg [Am]* 1984; 9(2): 222-6.
3. Fraser A, Vallow J, Preston A, Cooper RG. Predicting 'normal' grip strength for rheumatoid arthritis patients. *Rheumatology (Oxford)* 1999; 38(6): 521-8.
4. Massy-Westropp N, Rankin W, Ahern M, Krishnan J, Hearn TC. Measuring grip strength in normal adults: reference ranges and a comparison of electronic and hydraulic instruments. *J Hand Surg [Am]* 2004; 29(3): 514-9.

5. Wagman R, Fess E. Clinical assessment recommendations. 2 ed. Chicago: American Society of Hand Therapy; 1992.
6. Ashton LA, Myers S. Serial grip strength testing- its role in assessment of wrist and hand disability. *The Internet Journal of Surgery* 2004; 5(2): 1-10.
7. Gutierrez Z, Shechtman O. Effectiveness of the five-handle position grip strength test in detecting sincerity of effort in men and women. *Am J Phys Med Rehabil* 2003; 82(11): 847-55.
8. Westbrook AP, Tredgett MW, Davis TR, Oni JA. The rapid exchange grip strength test and the detection of submaximal grip effort. *J Hand Surg [Am]* 2002; 27(2): 329-33.
9. Hamilton GF. Measurement of Grip strength: Validity and reliability of the sphygmomanometer and jamar grip dynamometer. *JOSPT* 1992; 16(5): 215-9.
10. Hillman TE, Nunes QM, Hornby ST, Stanga Z, Neal KR, Rowlands BJ, et al. A practical posture for hand grip dynamometry in the clinical setting. *Clin Nutr* 2005; 24(2): 224-8.
11. Boadella JM, Kuijjer PP, Sluiter JK, Frings-Dresen MH. Effect of self-selected handgrip position on maximal handgrip strength. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86(2): 328-31.
12. Smith RO, Bengel MW. Pinch and grasp strength: standardization of terminology and protocol. *Am J Occup Ther* 1985; 39(8): 531-5.