



ความสัมพันธ์ระหว่างความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและค่าความแตกต่าง ของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนทั้งสองข้าง ในอาสาสมัครสุขภาพดี

เสาวนีย์ นาคมะเริง ปร.ด.*

ลักขณา มาทอ ปร.ด.**

ทวีศักดิ์ จรรยาเจริญ ปร.ด.***

ปณิดา ธรรมนิธิต วท.บ.****

เพ็ญดาว อาชัชชัย วท.บ.****

บทคัดย่อ

การศึกษาแบบภาคตัดขวางนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนทั้งสองข้าง ซึ่งใช้บ่งชี้ภาวะความแข็งแรงของหลอดเลือดแดง ทำการศึกษาในอาสาสมัครสุขภาพดี จำนวน 70 คน เก็บข้อมูลโดยประเมินความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อด้วยการทดสอบนั่งงอตัว และประเมินความดันโลหิตในแขนทั้งสองข้าง โดยใช้ค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกของแขนข้างที่มากกว่าลบแขนข้างที่น้อยกว่า ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์เชิงผกผันระหว่างความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนทั้งสองข้าง ($r = -0.406$, $p < 0.001$) แสดงถึง การมีค่าความแตกต่างของความดันโลหิตระหว่างแขนทั้งสองข้างมากขึ้นในผู้ที่มีความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต่ำ ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถพบได้ทั้งในอาสาสมัครเพศชายและเพศหญิง ดังนั้นการมีความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลำตัวต่ำอาจเป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่ใช้บ่งชี้ถึงภาวะหลอดเลือดแดงแข็งในเบื้องต้นได้ ผลการศึกษานี้จะนำไปประยุกต์ใช้โดยนำการทดสอบนั่งงอตัวรวมถึงการประเมินความดันโลหิตในแขนทั้งสองข้าง ซึ่งเป็นการตรวจประเมินที่ใช้วัดสมรรถภาพทางกาย และเป็นการทดสอบที่ใช้ทั่วไปในงานประจำมาใช้เพื่อประเมินสภาวะของหลอดเลือด

คำสำคัญ : ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ หลอดเลือดแดงแข็ง สมรรถภาพทางกาย

*อาจารย์ สายวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สายวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

***รองศาสตราจารย์ สายวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

****นักศึกษาปริญญาตรี สาขากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



Relationship between Muscular Flexibility and Inter-arm Systolic Blood Pressure Difference in Healthy Subjects

Saowanee Nakmareong PhD*

Lugkana Mato PhD**

Taweesak Janyachareon PhD***

Panita Thamnithis B.Sc. ****

Phiangdaw Artchaithon B.Sc.****

Abstract

This study was cross-sectional study, the purpose of this study was to investigate the relationship between muscular flexibility and an inter-arm systolic blood pressure difference, which was indicated arterial stiffness. The study was conducted in 70 healthy individuals. Subjects were assessed muscular flexibility by sit and reach test. Additionally, the systolic blood pressure in both arms was measured. The mean systolic blood pressure was calculated for each arm and subtracted to derive an inter-arm systolic blood pressure difference. The results demonstrated the negative correlation between muscular flexibility and inter-arm systolic blood pressure difference ($r = -0.406$, $p < 0.001$). Indicate poor muscular flexibility group has related high inter-arm systolic blood pressure difference. The relationship was observed in both male and female participants. Therefore, poor muscular flexibility might useful for reflecting arterial stiffness. This finding indicates that the application of sit and reach test which was a common field test for measurement physical performance, and blood pressure measurement in both arms which was a simple routine test for determination of arterial status.

Keywords: muscular flexibility, arterial stiffness, physical fitness

*Lecturer, School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University

**Assistant Professor, School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University

***Associated Professor, School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University

****Student, School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University



บทนำ

หลอดเลือดแดงแข็ง หมายถึง ภาวะที่หลอดเลือดลดความสามารถในการยืดขยายตัวเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิต หลอดเลือดแดงแข็งถือเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด¹ ดังนั้นการประเมินภาวะ หลอดเลือดแดงแข็งในช่วงเริ่มแรกจึงมีความสำคัญในการคัดกรองเพื่อป้องกันในผู้ที่อาจมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด² หลายการศึกษาได้รายงานถึงความสัมพันธ์ระหว่างอายุและความแข็งของหลอดเลือดแดงโดยพบว่าหลอดเลือดแดงเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับอายุที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นการเปลี่ยนแปลงปกติที่เกิดขึ้นแม้แต่ในผู้ที่มีสุขภาพดี^{3,4} โดยพยาธิสรีรวิทยาการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเนื่องจากความไม่สมดุลของโปรตีนในหลอดเลือด ปริมาณอีลาสตินและคอลลาเจน กล่าวคืออาจมีการเสื่อมหรือแตกหักของอีลาสตินควบคู่กันมีการเพิ่มปริมาณของคอลลาเจนภายในผนังหลอดเลือด รวมถึงการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเซลล์ภายในผนังหลอดเลือด ปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้หลอดเลือดลดความสามารถในการยืดขยายตัวจึงถือได้ว่า ภาวะหลอดเลือดแดงแข็งเป็นผลกระทบโดยตรงจากการมีอายุมากขึ้น^{1,3}

ความยืดหยุ่นของร่างกายเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการมีสมรรถภาพร่างกายที่ดี การมีความยืดหยุ่นที่ดีหรือการมีความสามารถในการเคลื่อนไหวข้อต่อได้อย่างเต็มช่วงการเคลื่อนไหวโดยไม่เจ็บ มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อความสามารถในการเคลื่อนไหวร่างกายที่เป็นปกติ ความยืดหยุ่นของร่างกายขึ้นอยู่กับความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและเอ็นรอบข้อต่อ ขณะที่ความยืดหยุ่นของหลอดเลือดขึ้นอยู่กับความยืดหยุ่นของโครงสร้างภายในผนังหลอดเลือด ได้แก่ กล้ามเนื้อเรียบรอบหลอดเลือด สมดุลของปริมาณอีลาสตินและคอลลาเจนเป็นที่น่าสนใจว่าอายุที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในผนังหลอดเลือดทำให้หลอดเลือดลดความยืดหยุ่นลงซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวตรงกับการมีความยืดหยุ่นทั่วร่างกายซึ่งลดลงเมื่อมีอายุเพิ่มขึ้นเช่นกัน^{1,5} ดังนั้นจึงอาจเป็นไปได้ว่าความยืดหยุ่นของหลอดเลือดและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กัน

การศึกษาที่ผ่านมาได้รายงานถึงความสัมพันธ์ระหว่างความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลำตัวกับความยืดหยุ่นของหลอดเลือดแดงในอาสาสมัครตั้งแต่วัยเด็กถึงวัยสูงอายุ โดย

กล้ามเนื้อลำตัวและใช้การประเมินคลื่นความเร็วการไหลของเลือดซึ่งเป็นมาตรฐานการประเมินที่ใช้บ่งชี้ความแข็งของหลอดเลือดผลการศึกษพบความสัมพันธ์ระหว่างกล้ามเนื้อลำตัวกับภาวะหลอดเลือดแดงเฉพาะในอาสาสมัครกลุ่มสูงอายุ⁶ อย่างไรก็ตามเมื่อทำการศึกษาโดยควบคุมปัจจัยเรื่องความแตกต่างของเพศร่วมด้วยพบว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวพบในอาสาสมัครเพศชายทุกช่วงอายุตั้งแต่วัยเด็กถึงวัยสูงอายุ ส่วนในเพศหญิงพบเฉพาะในอาสาสมัครวัยสูงอายุเท่านั้น ทั้งนี้อาจอธิบายผลได้จากอิทธิพลของฮอร์โมนเพศที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและหลอดเลือดต่างกัน⁷ สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่พบว่าเมื่อเปรียบเทียบช่วงอายุเดียวกันความยืดหยุ่นของหลอดเลือดในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย^{3,4} เช่นเดียวกับในกล้ามเนื้อที่พบว่าเพศหญิงมีความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อมากกว่าเพศชายในทุกช่วงอายุเช่นกัน⁵ นอกจากนี้การศึกษาแบบภาคตัดขวางในผู้ที่ออกกำลังกายแบบยืดเหยียดกล้ามเนื้อเป็นประจำพบว่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อรวมไปถึงความยืดหยุ่นของหลอดเลือดมีค่ามากกว่าอาสาสมัครกลุ่มที่ใช้ชีวิตแบบนั่ง⁸ ดังนั้นจากผลการศึกษาที่ผ่านมาจึงสนับสนุนความสัมพันธ์ของสองตัวแปรดังกล่าว และสนับสนุนถึงความเป็นไปได้ในการใช้การประเมินความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อเพื่อใช้ทำนายความยืดหยุ่นของหลอดเลือด

ค่าความดันโลหิตที่วัดได้จากแขนทั้งสองข้างปกติจะมีค่าใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามมาตรฐานแนวทางการวัดความดันโลหิตได้แนะนำให้การวัดความดันครั้งแรกควรวัดในแขนทั้งสองข้างและเลือกใช้ค่าความดันโลหิตของแขนข้างที่สูงกว่าเป็นค่าอ้างอิงในการตรวจประเมินความดันโลหิตเพื่อป้องกันการประเมินค่าความดันโลหิตได้ต่ำกว่าความเป็นจริง⁹ เป็นที่น่าสนใจว่าหากค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกที่วัดได้จากแขนทั้งสองข้างมีค่ามากกว่า 10 มิลลิเมตรปรอทจะถือเป็นระดับที่มีความสำคัญ โดยได้มีรายงานถึงค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกที่มากขึ้นซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราการตาย¹⁰ ภาวะหัวใจห้องล่างซ้ายโต¹¹ นอกจากนี้ภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง¹² ยังเป็นหนึ่งในสาเหตุของการพบความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกที่วัดได้จากแขนทั้งสองข้าง การศึกษาที่ผ่านมารายงานว่าคลื่นความเร็วการไหลของเลือดมีค่าสูงในอาสาสมัครที่มีความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกที่วัดได้จากแขนทั้งสองข้างมากกว่า 10 มิลลิเมตรปรอท ผลดังกล่าว



จึงสนับสนุนว่าการประเมินค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนทั้งสองข้างจึงอาจเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ใช้เพื่อประเมินสภาวะของหลอดเลือด การศึกษาในอดีตได้ศึกษาค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกที่วัดได้จากแขนทั้งสองข้างในประชากรกลุ่มต่างๆ เช่น ผู้สูงอายุ ผู้ป่วยโรคไต โรคหัวใจโคโรนารี เบาหวาน และผู้ป่วยความดันโลหิตสูง¹⁰⁻¹³ โดยพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกที่วัดได้จากแขนทั้งสองข้างเป็นปัจจัยเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือด ได้แก่ ดัชนีมวลกาย ระดับความดันโลหิตซิสโตลิก และระดับไขมันในเลือด เป็นต้น^{14,15} อย่างไรก็ตามยังไม่มีย่อสรุปที่แน่ชัดเกี่ยวกับปัจจัยเรื่องเพศต่อค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกนอกจากนี้เป็นที่น่าสนใจว่าค่าความแตกต่างระหว่างความดันโลหิตซิสโตลิกในแขนทั้งสองข้างสามารถพบได้แม้กระทั่งในอาสาสมัครอายุน้อยที่มีสุขภาพดี¹⁶ ผลการศึกษาดังกล่าวสะท้อนถึงการประเมินความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกที่แตกต่างกันในแขนทั้งสองข้างที่สามารถพบในอาสาสมัครที่มีอายุน้อย

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาพบความสัมพันธ์ของความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้ออกกับความยืดหยุ่นของหลอดเลือดแดง อย่างไรก็ตามการศึกษาดังกล่าวได้ใช้เครื่องมือเฉพาะมีราคาแพงและต้องอาศัยความเชี่ยวชาญของผู้ประเมิน จึงเป็นที่น่าสนใจว่าการวัดความดันโลหิต ซึ่งเป็นการประเมินอย่างง่ายและใช้ทั่วไปในงานประจำมาใช้เพื่อบ่งบอกสภาวะของหลอดเลือด ซึ่งยังไม่เคยมีรายงานถึงความสัมพันธ์ระหว่างความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนทั้งสองข้างมาก่อน ทำการศึกษาในอาสาสมัครอายุน้อยซึ่งเป็นอาสาสมัครกลุ่มที่มีความเสี่ยงน้อยโดยอาสาสมัครกลุ่มดังกล่าวอาจสามารถใช้แนวทางการจัดการเพื่อป้องกันภาวะหลอดเลือดแดงแข็งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก่อนที่จะพัฒนาไปสู่การเกิดความเสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือดในอนาคตดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลำตัวและค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนทั้งสองข้างในอาสาสมัครสุขภาพดี เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดอย่างง่ายในการใช้คัดกรองและบ่งชี้สภาวะของหลอดเลือด

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลำตัวและค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนทั้งสองข้างในอาสาสมัครสุขภาพดี

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง โดยอาสาสมัครเป็นผู้ที่มีสุขภาพดี โดยพิจารณาจากแบบคัดกรองสุขภาพซึ่งสอบถามเกี่ยวกับโรคประจำตัวและข้อมูลทางสุขภาพ เพศหญิงและเพศชาย อายุตั้งแต่ 18-40 ปี ความดันโลหิตขณะพักปกติ โดยพิจารณาจากค่าความดันโลหิตขณะพัก ความดันโลหิตซิสโตลิกมีค่าระหว่าง 90-139 มิลลิเมตรปรอท และความดันโลหิตไดแอสโตลิกมีค่าระหว่าง 60-89 มิลลิเมตรปรอท ดัชนีมวลกายมีค่าระหว่าง 18.5-25 กิโลกรัม/เมตร² โดยเกณฑ์การคัดออกจากการวิจัยคือผู้ที่มีอาการทางการแพทย์ต่างๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อวิจัย ได้แก่ ผู้ที่มีการหดรัดตัวของกล้ามเนื้อขาด้านหลัง ภาวะข้อหลวม ภาวะอ้วนลงพุง รับประทานยาหรือฮอร์โมนที่มีผลต่อหัวใจ และหลอดเลือดมีโรคทางระบบหัวใจ โรคทางระบบประสาท โรคระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ หรือโรคไต มีอาการปวดหรือบาดเจ็บบริเวณแขน ขา หรือหลัง โดยประเมินจาก visual analogue scale (VAS) ตั้งแต่ 5 ขึ้นไป โดย VAS ถือเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้เพื่อประเมินรุนแรงของความเจ็บปวดในผู้ใหญ่ มีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง¹⁷ รับประทานเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ หรือสูบบุหรี่ น้อยกว่า 24 ชั่วโมงก่อนเข้าร่วมการศึกษา รวมถึง ออกกำลังกายอย่างหนักน้อยกว่า 24 ชั่วโมงก่อนเข้าร่วมการศึกษา โดยพิจารณาระดับความหนักของการออกกำลังกายตามชนิดของการออกกำลังกาย กล่าวคือหากเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 90% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ถือเป็นการออกกำลังกายระดับหนัก ส่วนการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านที่ความหนักมากกว่า 85% ของแรงหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ ถือเป็นการออกกำลังกายระดับหนักเช่นเดียวกัน¹⁸

สำหรับการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้ได้จากคำนวณจากสูตรการคำนวณขนาดตัวอย่างในการทดสอบสมมติฐานสองทิศทาง¹⁹ ตามสูตร
$$n = \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2}{Z_{\beta}^2} + 3$$
 โดยกำหนดค่าความสัมพันธ์อ้างอิงตามการศึกษาที่ผ่านมา



ของ Nishiwaki และคณะ⁷ ที่ระดับความสัมพันธ์ 0.35 ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้นจำนวน 70 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

อาสาสมัครได้รับการประเมินข้อมูลพื้นฐาน ประกอบด้วย น้ำหนัก ส่วนสูง และแขนข้างที่ถนัด จากนั้นอาสาสมัครได้รับการประเมินความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อโดยใช้การทดสอบนั่งงอตัวและประเมินความดันโลหิตในแขนทั้ง 2 ข้าง รายละเอียดของการประเมินแต่ละขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

1) การประเมินความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ โดยอาสาสมัครนั่งบนพื้น ถอดรองเท้า ขาเหยียดตรงให้ฝ่าเท้าวางราบลงบน Sit and reach box โดยให้อาสาสมัครค่อยๆ โน้มลำตัวไปทางด้านหน้าให้มากที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ และค้างในจุดที่สามารถยืดได้มากที่สุด เป็นเวลา 6 วินาที ตลอดช่วงการทดสอบ ผู้วิจัยควบคุมให้เท้าของอาสาสมัครสัมผัสกับ Sit and reach box ตลอดช่วงการทดสอบและควบคุมไม่ให้อาสาสมัครงอเข่า ประเมินซ้ำ 3 ครั้ง ระยะเวลาระหว่างการทดสอบ 1 นาที จากนั้นนำค่าเฉลี่ยของค่าที่วัดได้สูงสุด 2 ครั้ง เป็นตัวแทนของความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ^{6,20} สำหรับการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในการประเมินความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ ใช้เครื่อง Sit and reach box ซึ่งใช้เป็นเครื่องมือมาตรฐานที่ใช้ทดสอบสมรรถภาพทางกาย ทำการประเมินด้วยผู้วิจัยคนเดิมโดยมีการหาค่าความเชื่อมั่นภายในตัวผู้ประเมินก่อนการทดสอบพบว่าอยู่ในระดับดี-ดีมาก

2) การประเมินความดันโลหิต หลังอาสาสมัครพัก 10 นาที อาสาสมัครจะถูกประเมินความดันโลหิต ประเมินความดันโลหิต 3 ครั้ง ด้วยเครื่องวัดความดันโลหิตแบบอัตโนมัติ Blood Pressure Bed Side Monitor (NIHON KOHDEN OPV-1510 Bedside Monitor, Japan) โดยมีระยะพักระหว่างการทดสอบ 2 นาที และระยะห่างระหว่างแขนทั้ง 2 ข้าง 10 นาที สุ่มลำดับการประเมินในแขนแต่ละข้าง ใช้ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตมาคำนวณเพื่อหาค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนทั้งสองข้าง โดยกำหนดให้ค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนทั้งสองข้างมีค่าเท่ากับค่าความดันโลหิตของแขนข้างที่มากกว่าลบด้วยความดันโลหิตของแขนข้างที่ต่ำกว่า¹⁵ ซึ่งการประเมินความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและ

ความดันโลหิตจะประเมินในระยะเวลาเดิม ในห้องที่เงียบและควบคุมอุณหภูมิโดยการประเมินค่าความดันโลหิตอ้างอิงตามแนวทางของสมาคมโรคหัวใจประเทศสหรัฐอเมริกา ทำการประเมินด้วยผู้วิจัยคนเดิมโดยมีการหาค่าความเชื่อมั่นในตัวผู้ประเมินก่อนการทดสอบพบว่าอยู่ในระดับดี-ดีมากและเครื่องวัดความดันโลหิตมีการสอบเทียบก่อนทำการเก็บข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษาใช้สถิติแบบพรรณนาเพื่ออธิบายคุณลักษณะของอาสาสมัคร ใช้สถิติ Pearson Correlation Coefficient เพื่อพิจารณาระดับความสัมพันธ์ระหว่างความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนทั้งสองข้าง กำหนดระดับนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

จริยธรรมการวิจัยและการพิทักษ์สิทธิ์ การศึกษาได้ผ่านการพิจารณาเพื่อรับรองโครงการวิจัยจากคณะกรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในวันที่ 3 กรกฎาคม 2558 เลขที่โครงการ HE582174 โดยผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์การวิจัย ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ประโยชน์ที่จะได้รับ และลงนามในใบยินยอมก่อนเข้าร่วมการวิจัย โดยการเข้าร่วมโครงการของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทุกท่านเป็นไปด้วยความเต็มใจ และผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยมีสิทธิถอนตัวจากโครงการวิจัยได้ตลอดเวลา สำหรับการรักษาความลับในรายงานการวิจัยจะไม่เปิดเผยชื่อของผู้เข้าร่วมโครงการ โดยการนำเสนอและการเผยแพร่ข้อมูลจะทำในภาพรวมเท่านั้น

ผลการวิจัย

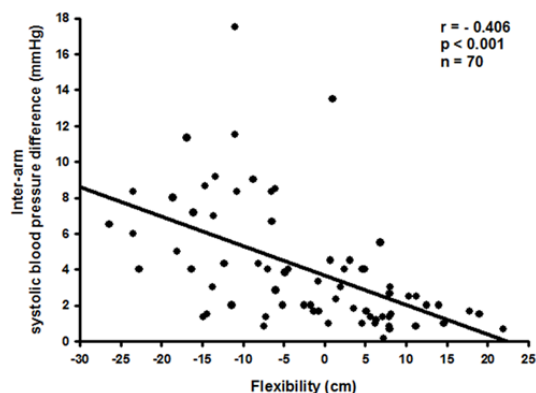
อาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการมีจำนวนทั้งสิ้น 70 คน แยกเป็นเพศหญิง 35 คนและเพศชาย 35 คน คุณลักษณะพื้นฐานของอาสาสมัครแสดงในตารางที่ 1 อาสาสมัครมีอายุเฉลี่ย 20.6 ± 1.1 ปี ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย 21.5 ± 1.9 กิโลกรัม/เมตร² อาสาสมัครส่วนใหญ่ถนัดแขนข้างขวา ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลำตัวซึ่งประเมินโดยใช้การทดสอบนั่งงอตัวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -2.2 ± 11.2 เซนติเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนทั้งสองข้างมีค่า 3.9 ± 3.5 มิลลิเมตรปรอท (ตารางที่ 1)



ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร

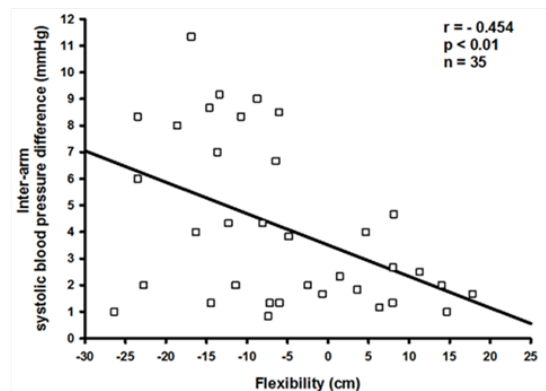
ข้อมูล	เพศ		รวม
	ชาย	หญิง	
จำนวน (คน)	35	35	70
อายุ (ปี)	20.6 ± 1.2	20.7 ± 1.1	20.6 ± 1.1
ค่าสูงสุด-ต่ำสุด (ปี)	23-18	22-19	23-18
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ²)	21.9 ± 1.7	21.1 ± 1.9	21.5 ± 1.9
แขนข้างถนัด (ซ้าย/ขวา; คน)	2/33	3/32	5/65
ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ (เซนติเมตร)	-5.4 ± 11.8	0.9 ± 9.8	-2.2 ± 11.2
ความดันโลหิตซิสโตลิกแขนข้างขวา (มิลลิเมตรปรอท)	111.3 ± 6.9	99.1 ± 6.5	105.2 ± 9.1
ความดันโลหิตซิสโตลิกแขนข้างซ้าย (มิลลิเมตรปรอท)	111.2 ± 6.6	98.4 ± 6.4	104.8 ± 9.1
ความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนสองข้าง (มิลลิเมตรปรอท)	4.2 ± 3.1	3.8 ± 3.8	3.9 ± 3.5

เมื่อวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์พบว่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อสัมพันธ์กับค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนทั้งสองข้างมีความสัมพันธ์เชิงผกผันกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.406$, $p < 0.001$) หรืออาจกล่าวได้ว่าค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อสัมพันธ์น้อยมีความสัมพันธ์กับค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนทั้งสองข้างมาก (ภาพที่ 1)

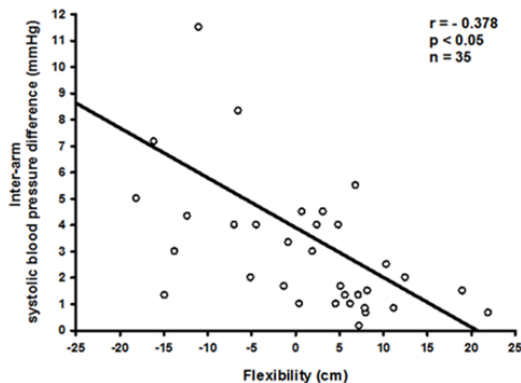


ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อกับค่าความแตกต่างของความดันซิสโตลิกในแขนทั้งสองข้าง

ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อสัมพันธ์กับค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนทั้งสองข้างแบบแยกเพศ ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองตัวแปรทั้งในอาสาสมัครเพศชายและเพศหญิง โดยค่าความสัมพันธ์เท่ากับ -0.454, -0.378 ตามลำดับ (ภาพที่ 2 และภาพที่ 3)



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อกับค่าความแตกต่างของความดันซิสโตลิกในแขนทั้งสองข้างในอาสาสมัครเพศชาย



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ กับค่าความแตกต่างของความดันซิสโตลิกในแขนทั้งสองข้างในอาสาสมัครเพศหญิง

การอภิปรายผล

ผลการศึกษาครั้งนี้พบความสัมพันธ์เชิงผกผันระหว่างความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลำตัวและค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนทั้งสองข้าง แสดงถึงการมีค่าความแตกต่างของความดันโลหิตระหว่างแขนทั้งสองข้างที่มากขึ้นในผู้ที่มีความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต่ำ ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถพบได้ทั้งในอาสาสมัครเพศชายและเพศหญิง ดังนั้นการมีความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลำตัวต่ำอาจใช้เป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่ชี้บ่งชี้ถึงสภาวะหลอดเลือดในเบื้องต้น

ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Nishiwaki และคณะที่รายงานว่าอาสาสมัครที่มีกล้ามเนื้อยืดหยุ่นต่ำจะพบความแข็งของหลอดเลือดแดงมีค่าสูง โดยพบความสัมพันธ์เชิงผกผันในอาสาสมัครเพศชาย อายุเฉลี่ย 24 ± 1 ปี ซึ่งเป็นที่น่าสนใจว่าเมื่อใช้การประเมินความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลำตัวเพื่อจำแนกอาสาสมัครออกเป็นกลุ่มที่มีความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อสูงและต่ำ ค่าความยืดหยุ่นของหลอดเลือดในอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลดังกล่าวสอดคล้องกับค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อการศึกษาที่ผ่านมาจึงบ่งชี้ถึงความสามารถของการประเมินความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อเพื่อช่วยวินิจฉัยและ/หรือทำนายสภาวะของหลอดเลือด⁷ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดสอบนั่งอตัวเป็นการทดสอบที่ง่าย ไม่ใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง และเป็นการทดสอบมาตรฐาน ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการประเมิน

สมรรถภาพทางกาย นอกจากนี้การศึกษานี้ผ่านมายังพบว่า หลังการยืดกล้ามเนื้อในอาสาสมัครเพศชายสุขภาพดี อายุเฉลี่ย 21 ± 1 ปี ความยืดหยุ่นของหลอดเลือดแดงดีขึ้น ดังแสดงจากคลื่นความเร็วการไหลของเลือดมีค่าลดลง ทั้งนี้อธิบายจากการยืดกล้ามเนื้อส่งผลกระตุ้นระบบประสาทพาราซิมพาเทติก²¹ ขณะที่การศึกษาผลการยืดกล้ามเนื้อต่อการเปลี่ยนแปลงพลศาสตร์การไหลเวียนเลือดในอาสาสมัครเพศหญิงสุขภาพดี อายุเฉลี่ย 21.6 ± 1.2 ปี พบว่าความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจมีค่าลดลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอาจเป็นผลมาจากการสร้างไนตริกออกไซด์ซึ่งเป็นสารที่มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความยืดหยุ่นของหลอดเลือดและลดความดันโลหิต²² ดังนั้นการยืดกล้ามเนื้ออาจเป็นเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มความยืดหยุ่นของหลอดเลือด และอาจช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรค ทั้งในผู้ที่มีสุขภาพดี ผู้ที่มีความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต่ำ รวมไปถึงอาจนำไปพัฒนาเป็นรูปแบบการออกกำลังกายทางเลือกในผู้ที่มีข้อจำกัดในการออกกำลังกายแบบแอโรบิก²³ อย่างไรก็ตามผลการศึกษาครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา ที่พบความสัมพันธ์ของความยืดหยุ่นของหลอดเลือดและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อเฉพาะในอาสาสมัครวัยกลางคน (อายุระหว่าง 40-59 ปี) และวัยสูงอายุ (อายุระหว่าง 60-83 ปี) แต่ไม่พบในวัยหนุ่มสาว (อายุระหว่าง 20-39 ปี) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของเครื่องมือและกระบวนการ การศึกษาที่ผ่านมาทำการศึกษาในหลอดเลือดส่วนกลาง เป็นที่ทราบกันดีว่าหลอดเลือดแดงส่วนกลางและส่วนปลายมีโครงสร้างแตกต่างกัน โดยหลอดเลือดแดงส่วนปลายมีความแข็งแรงมากกว่าหลอดเลือดแดงส่วนกลาง²⁴ การศึกษาที่ผ่านมารายงานว่าในประชากรที่อายุน้อยกว่า 60 ปี การประเมินความแข็งของหลอดเลือดแดงส่วนปลายพบได้ชัดเจนกว่าหลอดเลือดแดงส่วนกลาง^{25,26}

ค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนทั้งสองข้างมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งค่าความแตกต่างของความดันโลหิตสามารถพบได้แม้แต่ในอาสาสมัครที่สุขภาพดีและมีอายุน้อย Grossman และคณะในปี 2013 ทำการศึกษาความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกในอาสาสมัครสุขภาพดีทั้งเพศชายและเพศหญิง จำนวน 877 คน อายุเฉลี่ย 26 ± 10 ปี พบว่าค่าเฉลี่ยความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนทั้งสองข้างเท่ากับ 5.6 ± 5.4



มิลลิเมตรปรอท โดยค่าเฉลี่ยความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกมีความสัมพันธ์กับระดับความดันโลหิตซิสโตลิกในขณะพัก ($r = 0.36$) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยความแตกต่างความดันโลหิต กับอายุ ดัชนีมวลกาย หรืออัตราการเต้นของหัวใจ การศึกษาครั้งนี้ยืนยันถึงความสำคัญของมาตรฐานแนวทางการตรวจประเมินความดันโลหิตในแขนทั้งสองข้าง ซึ่งควรพิจารณาแม้กระทั่งในอาสาสมัครที่มีอายุน้อย¹⁶ อย่างไรก็ตามความแตกต่างของค่าความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนทั้งสองข้างที่เป็นระดับที่มีนัยสำคัญทางคลินิก รวมถึงพยาธิสรีรวิทยาของการเกิดค่าความแตกต่างของความดันโลหิตในประชากรกลุ่มดังกล่าวต้องการการศึกษาอย่างละเอียดต่อไป

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยเรื่องเพศ ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลสำคัญต่อความยืดหยุ่นของหลอดเลือดและกล้ามเนื้อพบว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างความยืดหยุ่นของหลอดเลือดและกล้ามเนื้อพบชัดเจนในอาสาสมัครเพศชาย โดยผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาอ้างอิงการไหลของเลือดในประชากรประเทศญี่ปุ่นจำนวน 12,517 คน ที่อภิปรายว่าเพศเป็นปัจจัยสำคัญในการบ่งชี้ความยืดหยุ่นของหลอดเลือด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับอายุเท่ากันหลอดเลือดของเพศหญิงจะมีความยืดหยุ่นมากกว่าเพศชาย^{3,4} แสดงจากสมการการหาค่าอ้างอิงการไหลของเลือดที่ต่างกันระหว่างอาสาสมัครเพศชายและเพศหญิง เช่นเดียวกันกับการศึกษาความยืดหยุ่นกล้ามเนื้อในอาสาสมัครอายุระหว่าง 5-92 ปี พบว่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อในอาสาสมัครเพศหญิงมีค่าสูงกว่าอาสาสมัครเพศชายทุกช่วงอายุ⁵ ทั้งนี้ผลดังกล่าวอาจเนื่องมาจากอิทธิพลจากฮอร์โมนเอสโตรเจน ซึ่งทำให้หลอดเลือดขยายตัวและป้องกันการเกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง นอกจากนี้ฮอร์โมนเอสโตรเจนยังมีผลต่อการเพิ่มความยาวของและภาวะข้อหลวม ทำให้เพศหญิงมีความยืดหยุ่นสูงกว่าเพศชาย ในทางกลับกันฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในเพศชายมีผลกล้ามเนื้อทำให้เกิดการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้อมีการหดสั้น ทำให้มีความยืดหยุ่นร่างกายต่ำในเพศชาย ส่วนฮอร์โมนเอสโตรเจนในเพศชายมีปริมาณน้อยทำให้หลอดเลือดขยายตัวได้น้อย ซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดหลอดเลือดแดงแข็งมากกว่าเพศหญิง นอกจากนี้โครงสร้างที่มีผลต่อความยืดหยุ่นของร่างกายคือจำนวนเนื้อเยื่อที่อยู่รอบข้อ พบว่าเพศชายมักมีกล้ามเนื้อขนาดใหญ่กว่าเพศหญิงส่งผลให้อาจมีการกำจัดการเคลื่อนไหวซึ่งเป็น

สาเหตุที่ทำให้เพศชายมีความยืดหยุ่นต่ำ^{27,28} ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปัจจัยเรื่องเพศมีผลสำคัญต่อทั้งความยืดหยุ่นของหลอดเลือดและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อกับความยืดหยุ่นของหลอดเลือดแดงในอาสาสมัครสุขภาพดี โดยยังสามารถพบความสัมพันธ์ได้แม้ว่าจะเลือกใช้การประเมินที่ง่าย และเป็นเครื่องมือที่ใช้ทั่วไปในงานประจำ ดังนั้นผลการศึกษาจึงอาจจะช่วยยืนยันประโยชน์ของการประเมินค่าความดันโลหิตในแขนทั้งสองข้างตามแนวทางมาตรฐาน รวมถึงการประเมินความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลำตัวเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประเมินสภาวะของหลอดเลือดในเบื้องต้นได้

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างจำนวนมากขึ้น โดยอาจมีช่วงระดับความดันโลหิตและอายุที่กว้างขึ้น เนื่องจากทั้งระดับความดันโลหิตและอายุเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อความยืดหยุ่นของหลอดเลือด รวมไปถึงการติดตามในระยะยาวเพื่อศึกษาผลที่เกิดจากการมีค่าความแตกต่างของความดันโลหิตซิสโตลิกระหว่างแขนสองข้าง

การวิจัยต่อไปควรมีการศึกษาสาเหตุและผลกระทบของความสัมพันธ์ระหว่างความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลำตัวและหลอดเลือดแดงแข็ง โดยอาจทำการศึกษาเพื่อออกแบบการออกกำลังกายหรือแนวทางการมีพฤติกรรมสุขภาพที่เหมาะสมในการป้องกันและลดการเกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง เช่น ผลของการยืดกล้ามเนื้อในรูปแบบต่างๆในการเปลี่ยนแปลงความแข็งของหลอดเลือด ในกลุ่มตัวอย่างที่มีสภาวะทางสุขภาพที่แตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนการทำวิจัยจากคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และอาสาสมัครทุกท่านที่เสียสละเวลาอันมีค่าเข้าร่วมโครงการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Kohn JC, Lampi MC, Reinhart-King CA. Age-related vascular stiffening: causes and consequences. *Frontiers in genetics* 2015; 6:112.



2. Kukongviriyapan U. Vascular Dysfunction in Metabolic Syndrome: The Role of Oxidant Stress. *Srinagarind Med J* 2007; 22: 7-16.
3. Tomiyama H, Yamashina A, Arai T, Hirose K, Koji Y, Chikamori T, et al. Influences of age and gender on results of noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity measurement--a survey of 12517 subjects. *Atherosclerosis* 2003; 166(2): 303-9.
4. Srithawong A, Khontong D, Kukongviriyapan U, Pakdeechote P, Kukongviriyapan V, Nakmareong S. Reference values for augmentation index and brachial-ankle pulse wave velocity in healthy Thai subjects. *KKU Res J (GS)* 2014; 14(2): 51-61.
5. Medeiros HB, de Araujo DS, de Araujo CG. Age-related mobility loss is joint-specific: an analysis from 6,000 Flexitest results. *Age (Dordr)* 2013; 35(6): 2399-407.
6. Yamamoto K, Kawano H, Gando Y, Iemitsu M, Murakami H, Sanada K, et al. Poor trunk flexibility is associated with arterial stiffening. *American journal of physiology Heart and circulatory physiology* 2009; 297(4): H1314-8.
7. Nishiwaki M, Kurobe K, Kiuchi A, Nakamura T, Matsumoto N. Sex differences in flexibility-arterial stiffness relationship and its application for diagnosis of arterial stiffening: a cross-sectional observational study. *PloS one* 2014; 9(11): e113646
8. Douris PC, Ingenito T, Piccirillo B, Herbst M, Petrizzo J, Cherian V, et al. Martial arts training attenuates arterial stiffness in middle aged adults. *Asian journal of sports medicine* 2013; 4(3): 201-7.
9. Mancia G, Fagard R, Narkiewicz K, Redon J, Zanchetti A, Bohm M, et al. ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *European heart journal* 2013; 34(28): 2159-219.
10. Clark CE, Taylor RS, Shore AC, Ukoumunne OC, Campbell JL. Association of a difference in systolic blood pressure between arms with vascular disease and mortality: a systematic review and meta-analysis. *Lancet* 2012; 379(9819): 905-14.
11. Su HM, Lin TH, Hsu PC, Chu CY, Lee WH, Chen SC, et al. Association of interarm systolic blood pressure difference with atherosclerosis and left ventricular hypertrophy. *PloS one* 2012; 7(8): e41173.
12. Canepa M, Milanese Y, Ameri P, AlGhatrif M, Leoncini G, Spallarossa P, et al. Relationship between inter-arm difference in systolic blood pressure and arterial stiffness in community-dwelling older adults. *J Clin Hypertens (Greenwich)* 2013; 15(12): 880-7.
13. Clark CE, Campbell JL, Evans PH, Millward A. Prevalence and clinical implications of the inter-arm blood pressure difference: A systematic review. *Journal of human hypertension* 2006; 20(12): 923-31.
14. Singh S, Sethi A, Singh M, Khosla K, Grewal N, Khosla S. Simultaneously measured inter-arm and inter-leg systolic blood pressure differences and cardiovascular risk stratification: a systemic review and meta-analysis. *Journal of the American Society of Hypertension : JASH* 2015; 9(8): 640-50 e12.
15. Kimura A, Hashimoto J, Watabe D, Takahashi H, Ohkubo T, Kikuya M, et al. Patient characteristics and factors associated with inter-arm difference of blood pressure measurements in a general population in Ohasama, Japan. *Journal of hypertension* 2004; 22(12): 2277-83
16. Grossman A, Prokupertz A, Gordon B, Morag-Koren N, Grossman E. Inter-arm blood pressure differences in young, healthy patients. *J Clin Hypertens (Greenwich)* 2013; 15(8): 575-8.
17. Hawker GA, Mian S, Kendzerska T, French M. Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain



- (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). *Arthritis care & research* 2011;63 Suppl 11: S240-52.
18. Achttien RJ, Staal JB, van der Voort S, Kemps HM, Koers H, Jongert MW, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation in patients with coronary heart disease: a practice guideline. *Netherlands heart journal : monthly journal of the Netherlands Society of Cardiology and the Netherlands Heart Foundation* 2013; 21(10): 429-38.
 19. Aroon Chirawatkul. *Statistics for health science research*. Withayapat Company Limited. Bangkok; 2013.
 20. Ayala F, Sainz de Baranda P, De Ste Croix M, Santonja F. Reproducibility and criterion-related validity of the sit and reach test and toe touch test for estimating hamstring flexibility in recreationally active young adults. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine* 2012; 13(4): 219-26
 21. Yamato Y, Hasegawa N, Sato K, Hamaoka T, Ogoh S, Iemitsu M. Acute Effect of Static Stretching Exercise on Arterial Stiffness in Healthy Young Adults. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists* 2016; 95(10): 764-70.
 22. Hamid M, Abdulbaset M, Nazanin A, Aboozar J. The effects of stretching exercise on hemodynamic responses and post-exercise hypotension in normotensive woman students. *Physical Education of students* 2014; 5: 53-58.
 23. Na phattalung P, Nilvarangkul K. Health risk behavior related to work among Middle-age workers. *Journal of Nursing and Health Care* 2009; 27(4): 12-21.
 24. Quinn U, Tomlinson LA, Cockcroft JR. Arterial stiffness. *JRSM cardiovascular disease* 2012; 1(6).
 25. Mitchell GF, Parise H, Benjamin EJ, Larson MG, Keyes MJ, Vita JA, et al. Changes in arterial stiffness and wave reflection with advancing age in healthy men and women: the Framingham Heart Study. *Hypertension* 2004; 43(6): 1239-45.
 26. Choo J, Shin C, Barinas-Mitchell E, Masaki K, Willcox BJ, Seto TB, et al. Regional pulse wave velocities and their cardiovascular risk factors among healthy middle-aged men: a cross-sectional population-based study. *BMC cardiovascular disorders* 2014; 14:5.
 27. Figueroa A, Park SY, Seo DY, Sanchez-Gonzalez MA, Baek YH. Combined resistance and endurance exercise training improves arterial stiffness, blood pressure, and muscle strength in postmenopausal women. *Menopause* 2011; 18(9): 980-4.
 28. Youdas JW, Krause DA, Hollman JH, Harmsen WS, Laskowski E. The influence of gender and age on hamstring muscle length in healthy adults. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* 2005; 35(4): 246-52.