

การศึกษาคุณสมบัติจนวนความร้อนของถุงมือผ้า: การศึกษานำร่องในอาสาสมัคร สุขภาพดีและผู้ป่วยโรคหนึ่งแข็ง

คุณวาศิ วรณจักร¹, ยอดชาย บุญประกอบ^{2*}, รัตนวัติ ณ นคร³, วิชัย อังนิพนิจพงศ์²

Received: January 18, 2012
Revised & Accepted: August 22, 2012

บทคัดย่อ

โรคหนึ่งแข็งเป็นโรคที่มีความผิดปกติของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ที่เกิดจากการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันมากผิดปกติ เพิ่มการสร้างและสะสมเส้นใยคอลลาเจนที่มากเกินไป และมีการทำลายผนังและโครงสร้างหลอดเลือดส่วนปลาย ทำให้จำกัดหน้าที่หรือพิการในการทำงานของอวัยวะต่างๆภายในร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทำให้เกิดความพิการผิดรูปและสูญเสียการเคลื่อนไหวของมือ วัตถุประสงค์ของการศึกษานำร่องครั้งนี้เพื่อศึกษาคุณสมบัติการเป็นจนวนความร้อนในถุงมือผ้า 6 ชนิดที่มีคุณสมบัติจนวนความร้อน ได้แก่ ผ้าฝ้าย, ผ้าโพลีเอสเตอร์, ผ้าไนลอน, ผ้าพอลิโพรไพลีน, ผ้าสักหลาด, และ ผ้าอะคริลิก เพื่อปรับใช้กับผู้ป่วยโรคหนึ่งแข็ง โดยวัดผลทันทีและผลคงค้างของการเพิ่มอุณหภูมิผิวหนังบริเวณหลังมือหลังจุ่มพาราฟินร่วมกับสวมถุงมือในอาสาสมัครสุขภาพดีและอาสาสมัครโรคหนึ่งแข็ง มีอาสาสมัครเข้าร่วมการศึกษา 14 ราย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอาสาสมัครสุขภาพดี 7 ราย และกลุ่มอาสาสมัครโรคหนึ่งแข็ง 7 ราย ทุกคนจุ่มมือในพาราฟินที่มีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ที่มือซ้ายข้างเดียวแล้วนอนพัก 20 นาที หลังจากนั้นนำพาราฟินออก นอนพักโดยสวมถุงมือผ้าที่มือทั้งสองข้าง 10 นาที มีการวัดอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงบริเวณหลังมือด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อน ณ เวลาก่อนทดลอง หลังจุ่มพาราฟินทันที และภายหลังสวมถุงมือ 10 นาที ผลการศึกษาพบว่า ถุงมือผ้าไนลอน มีคุณสมบัติเป็นจนวนความร้อนที่ดีที่สุดจากการเปลี่ยนแปลงของความร้อนที่ลดลงช้าที่สุดภายหลังรับความร้อนและช่วยอุณหภูมิมือคงค้างถึง 10 นาทีในกลุ่มอาสาสมัครสุขภาพดี และตามด้วยผ้าอะคริลิก, ผ้าพอลิโพรไพลีน, ผ้าสักหลาด, ผ้าโพลีเอสเตอร์, และผ้าฝ้าย ตามลำดับ สำหรับกลุ่มอาสาสมัครสุขภาพดีพบว่าอุณหภูมิมือซ้ายเพิ่มขึ้นหลังการจุ่มพาราฟิน 20 นาที ($P < 0.05$) และมีผลคงค้างถึง 10 นาทีหลังการสวมถุงมือ ($P < 0.05$) ในขณะที่กลุ่มอาสาสมัครโรคหนึ่งแข็ง อุณหภูมิมือซ้ายเพิ่มขึ้นหลังการจุ่มพาราฟิน 20 นาที ($P < 0.05$) แต่ไม่มีผลคงค้างที่ 10 นาทีหลังการสวมถุงมือ จากผลการศึกษาครั้งนี้มีนัยว่าการสวมถุงมืออาจไม่เพียงพอที่จะคงระดับอุณหภูมิมือในผู้ป่วยโรคหนึ่งแข็ง

คำสำคัญ: โรคหนึ่งแข็ง, จนวนความร้อน, ถุงมือ

¹ วิทยาศาสตร์การออกกำลังการและการกีฬา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² กลุ่มวิจัยปวดหลัง ปวดคอ และปวดข้ออื่นๆ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³ ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

* ผู้รับผิดชอบบทความ



Thermal insulation character of fabric gloves: a preliminary study in normal subjects and scleroderma patients

Kunavut Vannajak¹, Yodchai Boonprakob^{2*}, Ratanavadee Nanagara³, Wichai Eungpinichpong²

Abstract

Systemic sclerosis (SSc) is a connective tissue disease characterized by autoimmune overactivation, excessive collagen proliferation, deposition, and microvascular endothelium structure damage. The disease cause dysfunction and deformity of organ systems especially hand functions. The purpose of this preliminary study was to determine thermal insulation character of 6 types of fabric consisted of cotton, polyester, nylon, polypropylene, flannel, and acrylic on the immediate and sustained effects after paraffin bath on alteration of skin temperature of the hand in both healthy subjects and patients with scleroderma. Fourteen volunteers participated in this study were divided into 2 groups; the healthy group (n = 7) and the systemic sclerosis group (n = 7). Each of them had the left hand heated in a paraffin bath at 40 ° C and rest for 20 minutes while the right hand was unheated. Immediately after heating, both hands were randomly put on a type of gloves for 10 minutes. Alteration of hand temperature was investigated at pre, immediately post paraffin removal, and 10 minutes after gloving. The results revealed that nylon fabric provided the best insulation by maintaining hand temperature until 10 minutes, followed by acrylic, polypropylene, flannel, polyester, and cotton respectively. The healthy group showed left hand temperature significant increased after 20 minutes ($P < 0.05$) and sustained until 10 minute after gloving ($P < 0.05$) whereas the systemic sclerosis group showed the effect only after 20 minute of paraffin bath ($P < 0.05$). The results of this study suggest that gloving may not be sufficient to maintain hand temperature in patients with SSc.

Keywords: Systemic sclerosis, Thermal insulation, Gloves

¹Sport and exercise sciences program, Graduate school, Khon Kean University

²Back, Neck and Other Joint Pain Research Group, Khon Kaen University

³Department of Medicine, Faculty of Medicine, Khon Kean University

* Corresponding author: (e-mail: yodchai@kku.ac.th)

บทนำ

โรคหนังแข็ง (Systemic Sclerosis, SSc) เป็นโรคเรื้อรังที่ไม่ทราบสาเหตุของพยาธิกำเนิด เกิดความผิดปกติของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ซึ่งพบการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันมากผิดปกติ และมีการสร้างเส้นใยคอลลาเจนมากเกินไป ส่งผลให้อวัยวะระบบทางเดินหายใจเช่น ปอด อวัยวะระบบทางเดินอาหารเช่นกระเพาะอาหาร และลำไส้ ตลอดจนอวัยวะภายนอกเช่น ลำตัว ปลายมือ ปลายเท้า เกิดการแข็งตัวและสูญเสียหน้าที่การทำงาน⁽¹⁾ ประเด็นสำคัญประการหนึ่งคือพยาธิสภาพของโรคมีการทำลายผนังหลอดเลือดส่งผลให้เกิดการอุดตันของหลอดเลือดโดยเฉพาะหลอดเลือดส่วนปลายจากการศึกษาพบว่าหลอดเลือดส่วนปลายมือเป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบอย่างมาก อย่างไรก็ตามภาวะหลอดเลือดอุดตันสามารถพบได้ในหลอดเลือดขนาดใหญ่เช่นกัน⁽²⁾ รอยโรคจะแพร่กระจายและส่งผลทั้งหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำส่วนปลาย ทำให้เกิดการไหลกลับของเลือดดำผิดปกติ⁽³⁾ ปรากฏการณ์ Raynaud แบบทุติภูมิ พบได้ร้อยละ 90 ถึง 98 และนำไปสู่การแข็งตัวของหลอดเลือด⁽⁴⁾ ปัจจัยกระตุ้นประกอบด้วยอากาศเย็น และภาวะเครียด⁽⁵⁾ ระบบหลอดเลือดส่วนปลายที่ผิดปกติและถูกทำลายในโรคหนังแข็งนี้ไม่สามารถรักษาให้กลับมามีปกติเหมือนเดิมได้ ด้วยเหตุผลนี้จึงเกิดแนวคิดที่จะรักษาและพัฒนาหลอดเลือดที่เหลืออยู่ให้ทำงานทดแทนอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งเชื่อว่าอาจช่วยชะลอหรือลดการดำเนินโรคที่ทำให้ผิวหนังแข็งจนเกิดความพิการต่อมา ความพิการที่พบบ่อยในผู้ป่วยโรคหนังแข็งนั้นมักเกิดกับข้อนิ้วมือและมือ กล่าวคือทำให้นิ้วมือหยิกงอ⁽⁶⁾ ทำให้หยิบจับสิ่งของได้ลำบากซึ่งพบได้มากกว่าร้อยละ 90⁽⁷⁾ ความพิการนี้มีผลทำให้คุณภาพชีวิตลดลง⁽⁸⁾

หลักการดูแลรักษาผู้ป่วยโรคหนังแข็งควรเน้นการป้องกัน ชะลอและฟื้นฟูความพิการ ปัจจุบันแนวทางการรักษาแบ่งเป็นการใช้ยาและไม่ใช้ยา กลุ่มยาที่ใช้ในผู้ป่วยได้แก่ ยาที่ปรับการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน⁽⁹⁾ ยายับยั้งการสร้างเส้นใยคอลลาเจน⁽¹⁰⁾ และยาขยายหลอดเลือด⁽¹¹⁾ ส่วนการรักษาที่ไม่ใช้ยานั้นควรเน้นการป้องกันความพิการผิดรูปโดยเฉพาะเน้นการดูแลรักษามือ การรักษาทางกายภาพบำบัดจึงมีบทบาทสำคัญในการรักษาฟื้นฟูความพิการของมือในผู้ป่วยโรคหนังแข็ง วิธีการรักษาทางกายภาพบำบัดที่ใช้ในผู้ป่วยกลุ่มนี้ได้แก่ ความร้อนชื้น เครื่องกระตุ้นไฟฟ้าผ่านผิวหนัง คาร์บอนไดออกไซด์เลเซอร์ เครื่องมือผลิตคลื่นเหนือเสียง

เครื่องฉายรังสีเหนือม่วง และการแช่พาราฟิน⁽¹²⁾ เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้หัตถการบำบัดเช่น การจัดและขยับเคลื่อนไหว การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มองศาการเคลื่อนไหว การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ ข้อ เอ็นยึดกระดูกและกล้ามเนื้อ และปอด⁽¹³⁾ เป็นต้น โดยการใช้พาราฟินซึ่งเป็นความร้อนชื้นและเป็นการรักษาทางกายภาพบำบัดร่วมกับการออกกำลังกายแบบยืดเหยียดที่มีเพื่อเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหว มีผลเพิ่มการเคลื่อนไหวมือซึ่งสัมพันธ์กับการเพิ่มคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยโรคหนังแข็ง⁽¹⁴⁾ จากหลักฐานเชิงประจักษ์ข้างต้นเห็นได้ว่าการรักษาทางกายภาพบำบัดโดยเฉพาะการเพิ่มอุณหภูมิมือร่วมกับการออกกำลังกายแบบยืดเหยียดในผู้ป่วยโรคหนังแข็งเป็นแนวทางที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามการเข้าถึงบริการและความสม่ำเสมอในการรักษาทางกายภาพบำบัดยังมีข้อจำกัดบางประการ เช่น การเงินและการเดินทาง เป็นต้น ในปัจจุบันยังไม่สามารถสรุปได้ว่าวิธีการรักษาใดทางกายภาพบำบัดได้ผลดีที่สุดหรือยึดถือเป็นการรักษามาตรฐานได้ ปัจจุบันการรักษาในแนวแพทย์ทางเลือกได้รับความนิยมมากเช่น การนำการนวดแผนไทยมาใช้รักษาผู้ป่วยโรคหนังแข็ง การศึกษาของ คุณาวุฒิ วรรณจักร และคณะ ในปี พ.ศ. 2553 พบว่าการนวดไทยในผู้ป่วยโรคหนังแข็ง สามารถเพิ่มอุณหภูมิที่มี (เพิ่มการไหลเวียนเลือด) ภายหลังการนวดทันที⁽¹⁵⁾ และคงค้างนานถึง 30 นาที หลังการนวด การนวดแผนไทยเป็นเอกลักษณ์ของชาติไทยเป็นการรักษาที่เรียบง่าย ใช้ได้จริง ไม่มีอันตราย ทุกคนสามารถใช้ได้สามารถกระทำที่บ้านได้โดยไม่มีอุปกรณ์ใดๆ ซึ่งหากใช้ร่วมกับความร้อนชื้น เช่น การประคบร้อน จะเกิดประโยชน์สูงสุด นอกจากนี้ยังพบว่า การนวดไทยยังมีผลเพิ่มการเคลื่อนไหวของมือภายหลังการนวดทันทีโดยนักกายภาพบำบัด และภายหลังการนวดที่บ้านโดยญาติ ที่ 2 สัปดาห์ ส่งผลให้การเคลื่อนไหวมือของผู้ป่วยในการทำกิจวัตรประจำวันดีขึ้น⁽¹⁶⁾

เมื่อการนวดไทยสามารถเพิ่มอุณหภูมิมือจึงนำไปสู่การต่อยอดทางความคิดหาแนวทางการเก็บความร้อนของมือและลดการสัมผัสกับอากาศเย็น ทั้งการใช้ร่วมกับการนวดไทย และในการดำรงชีวิตประจำวัน ซึ่งการสวมถุงมือผ้าที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนความร้อนเป็นทางเลือกที่สะดวก ไม่เป็นอันตราย ราคาถูก และใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจจะเป็นการดูแลตนเองเบื้องต้นที่ดีควบคู่ไปกับการรักษาด้วยยา

โดยทั่วไปถุงมือส่วนใหญ่ในท้องตลาดผลิตจากผ้าฝ้ายหรือไนล่อน เนื่องจากหาวัตถุดิบได้ง่ายและมีต้นทุนต่ำ

สะดวกในการทำความสะดวกและไม่ระคายเคืองต่อร่างกาย แต่ยังไม่มีการศึกษาใดที่รายงานถึงคุณสมบัติความเป็นฉนวนความร้อนของเนื้อผ้าแต่ละชนิดเพื่อช่วยในการตัดสินใจสำหรับลูกค้าหรือผู้ป่วยโรคหนังแข็ง มีการศึกษาที่น่าสนใจ ซึ่งเกี่ยวกับการสวมถุงมือเพื่อลดการคายความร้อนของมือ ได้หาความสัมพันธ์ของการสวมถุงมือและค่าสัมประสิทธิ์การแลกเปลี่ยนความร้อนหรือการถ่ายเทความร้อนของมือสู่สภาพแวดล้อม พบว่าการสวมถุงมือสามารถลดการถ่ายเทความร้อนจากมือสู่สภาพแวดล้อมที่เย็นกว่ามือในอาสาสมัครสุขภาพดีได้ดีมาก⁽¹⁷⁾ การศึกษานำร่องครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติในการเป็นฉนวนความร้อนของวัสดุที่ทำถุงมือเพื่อประยุกต์ใช้ในผู้ป่วยโรคหนังแข็ง การศึกษานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนต่อเนื่องกัน กล่าวคือส่วนแรกเป็นการตรวจสอบคุณสมบัติในการเป็นฉนวนความร้อนของถุงมือที่ทำจากเนื้อผ้า 6 ชนิด ด้วยการประเมินการเก็บความร้อนภายหลังได้รับความร้อนด้วยแผ่นร้อนไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที และส่วนที่สองเป็นการศึกษาผลทันทีและผลคงค้างของอุณหภูมิภายหลังการจุ่มพาราฟินร่วมกับการสวมถุงมือผ้า ในอาสาสมัครสุขภาพดีและผู้ป่วยโรคหนังแข็ง

วัสดุและวิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบกึ่งทดลอง (quasi-experimental study) ข้อเสนอทางการศึกษาได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ ศธ 0514.1.27/3025 ณ วันที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2554 มีเกณฑ์การคัดเลือกได้แก่ กลุ่มอาสาสมัครสุขภาพดี อายุ 25-27 ปี สุขภาพแข็งแรง ไม่เป็นโรคในระบบการไหลเวียนเลือด ไม่รับประทานยาที่มีผลขยายหลอดเลือด และกลุ่มอาสาสมัครโรคหนังแข็งที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลศรีนครินทร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ยึดมาตรฐานสากลคือตามเกณฑ์ The American college of Rheumatology⁽¹⁸⁾ แบ่งกลุ่มอาการตามเกณฑ์ Scleroderma (Systemic sclerosis): The classification, subset and pathogenesis⁽¹⁹⁾ มีการดำเนินโรคในระยะที่ 1-2, มีระดับความแข็งของผิวหนังด้านหลังบริเวณปลายแขน มือ และนิ้วกลางที่เป็นตัวแทนนิ้วทั้งหมด 0-2 คะแนน (ทดสอบโดยการหยิบจับผิวหนังโดยใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ คะแนน 0 คือผิวหนังนุ่มปกติ, 1 คือผิวหนังแข็งเล็กน้อย, 2 คือผิวหนังแข็งปานกลาง, และ 3

คือผิวหนังแข็งมาก คะแนน 0-2 คือความรุนแรงของโรคอยู่ในระดับปานกลาง นิ้วมือยังไม่เกิดภาวะความพิการผิดรูป⁽²⁰⁾ สำหรับเกณฑ์การคัดออกได้แก่ มีประวัติการผ่าตัดมือ น้อยกว่า 6 เดือน มีแผลเปิดหรือแผลเปื่อยที่มีมือ สูญเสียการรับความรู้สึกสัมผัส และการเคลื่อนไหวของข้อต่อที่มีมือ โรคเบาหวาน สูบบุหรี่ และมีปัญหารุนแรงทางจิตและระบบประสาท

การศึกษาที่ 1

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบเนื้อผ้าที่มีคุณลักษณะเป็นฉนวนความร้อนที่เหมาะสม เป็นการศึกษาโดยไม่ใช้สิ่งมีชีวิต (*in vitro study*) เนื้อผ้าที่มีคุณลักษณะฉนวนความร้อนที่เหมาะสมคือมีความสามารถในการหยุด ลด หรือชะลอการถ่ายเทความร้อนจากด้านที่มีความร้อนมากกว่าไปยังด้านที่มีความร้อนน้อยกว่า ในที่นี้หมายถึงการสูญเสียความร้อนจากถุงมือโดยการพาความร้อน (heat convection loss) ไปยังสิ่งแวดล้อมที่เย็นกว่า การศึกษากระทำโดยนำผ้า 6 ชนิดที่มีคุณลักษณะเป็นฉนวนความร้อน ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัส กว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร วางในกล่องฉนวนความร้อน (กล่องพลาสติกสีดำซึ่งมีคุณสมบัติฉนวนความร้อนใช้ป้องกันปัจจัยรบกวนขณะถ่ายภาพความร้อนที่ผ้าหรือมือจากสิ่งแวดล้อม เช่น แสง ความชื้น ลม เป็นต้น รูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด กว้างxยาวxสูง 30x60x30 เซนติเมตร ปลายปิดทั้งสองด้าน เจาะรูเล็กๆ ด้านหนึ่งเพื่อถ่ายภาพความร้อน และอีกด้านตรงข้ามเพื่อวางผ้าในการศึกษาที่ 1 และถ่ายภาพความร้อนของมือในการศึกษาที่ 2) ที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส ประเมินก่อนการทดลอง โดยกล้องถ่ายภาพความร้อน (Fluke Thermography, Fluke TiR1 Thermal Imager model: FLK-TIR1 9HZ, Fluke cooperation, United state of America) หลังจากนั้นจึงนำผ้าที่ทดลองห่อด้วยแผ่นความร้อนไฟฟ้า (Electrical heating pad: Exeter Thermo Pad, MES Trading, Thailand) ปรับระดับอุณหภูมิแผ่นความร้อนไฟฟ้าที่ 40 องศาเซลเซียส ควบคุมโดยอุปกรณ์ปรับความร้อน และเทอร์มิสเตอร์ เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำผ้าออกมาวางลักษณะแผ่ออกในกล่องฉนวนความร้อนอีกครั้ง แล้วประเมินอุณหภูมิด้วยโดยกล้องถ่ายภาพความร้อน ที่หลังการทดลอง เวลา 0, 2, 4, 6, 8, และ 10 นาที ตามลำดับ (รวมประเมิน 7 ครั้ง, ก่อน 1 ครั้ง และภายหลัง 6 ครั้ง) ผ้าทุกชนิดทำการทดลองทั้งหมด 5 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผ้า (Mean difference temperature change) ในช่วงเวลาต่าง

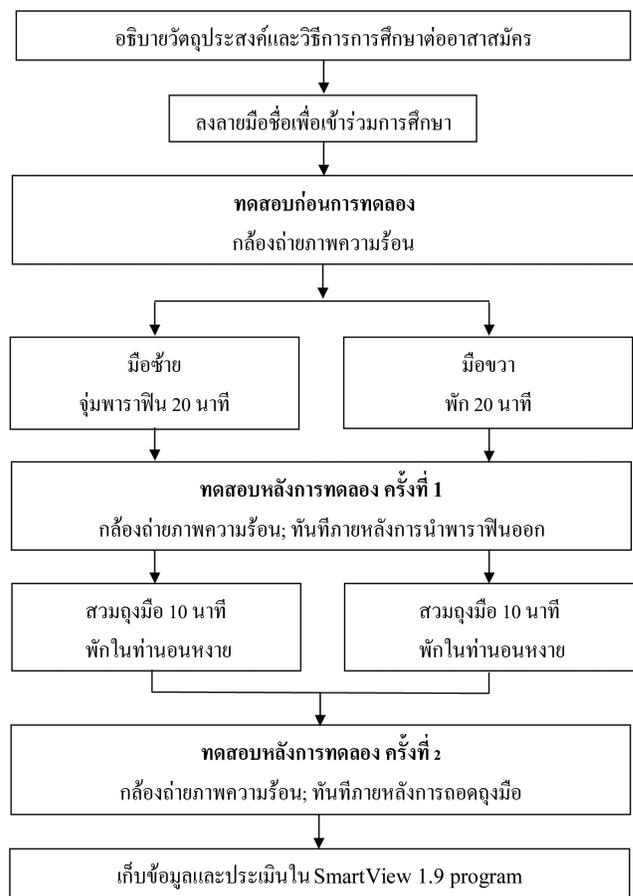
กัน เหตุผลที่ต้องใช้ค่าเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผ้าเนื่องจากผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมให้อุณหภูมิเริ่มต้นของเนื้อผ้าทุกชนิดหรือแม้แต่ชนิดเดียวกันเท่ากันได้ทุกครั้งที่สุดเริ่มต้นการศึกษา การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมีในแต่ละช่วงเวลาเทียบจากจุดเริ่มต้นจึงเป็นตัวแทนที่เหมาะสม จึงได้นำค่าความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผ้าแต่ละชนิดที่ก่อนและหลังการศึกษา (ที่เวลา 0, 2, 4, 6, 8, และ 10 นาที ตามลำดับ) มาศึกษาวิเคราะห์ผล เพื่อหาเนื้อผ้าที่มีคุณลักษณะเป็นฉนวนความร้อนที่เหมาะสมที่สุด เพื่อนำไปปรับใช้เป็นถุงมือในผู้ป่วยโรคหัวใจในการศึกษาต่อไป

การศึกษาที่ 2

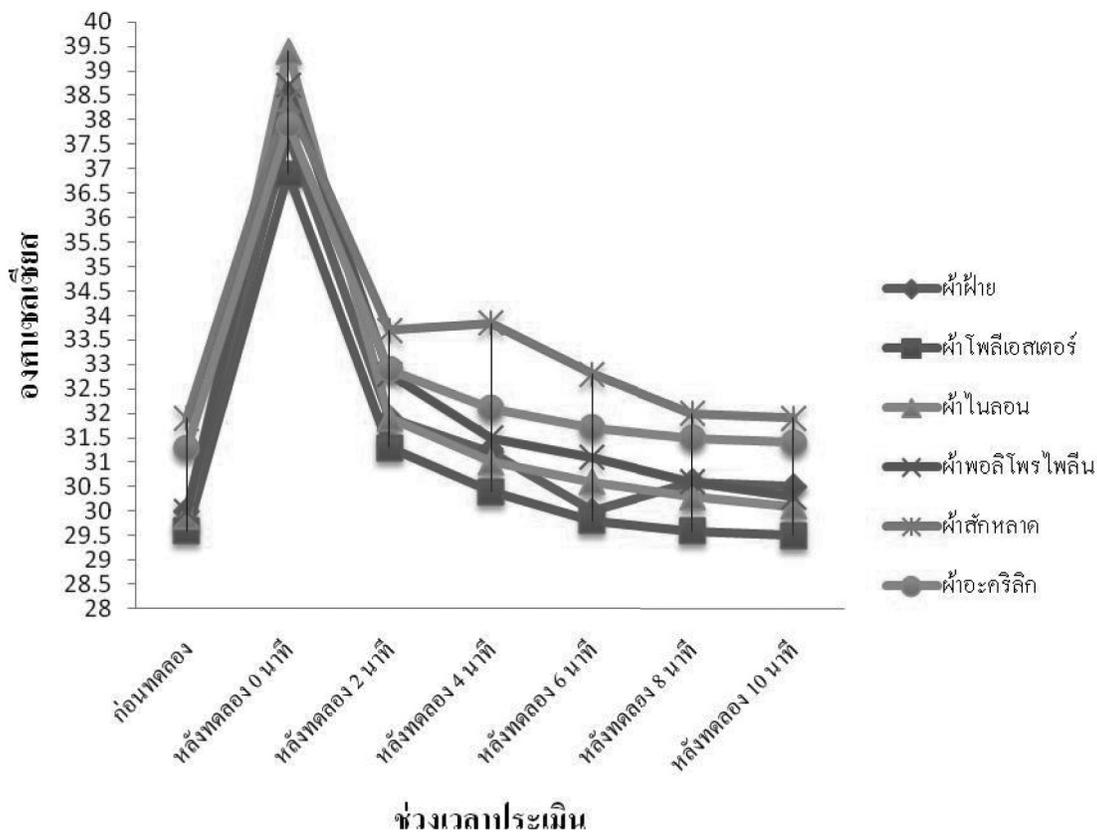
เป็นการศึกษาการปรับอุณหภูมิของมือในอาสาสมัครสุขภาพดีและผู้ป่วยโรคหัวใจแข็งหลังจุ่มพาราฟิน ผู้วิจัยศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวหนังบริเวณมือก่อนและภายหลังนวดแผนไทยที่มีมือในผู้ป่วยโรคหัวใจแข็ง 14 คน ประเมินอุณหภูมิผิวหนังบริเวณมือก่อนและภายหลังนวดแผนไทยแล้วนำอุณหภูมิมือที่เปลี่ยนแปลง (เพิ่มขึ้น) มาคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งมีค่าเท่ากับกลุ่มละ 7 คน (อาสาสมัครสุขภาพดีจำนวน 7 คน ผู้ป่วยโรคหัวใจแข็ง 7 คน) รวม 14 คน

อาสาสมัครสุขภาพดีจำนวน 7 คน ได้รับการประเมินอุณหภูมิมือที่บริเวณด้านหลังมือทั้งสองด้านซ้ายและขวา ก่อนและหลังการทดลองโดยกล้องถ่ายภาพความร้อน จากนั้นใช้มือซ้ายจุ่มพาราฟินที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส จุ่มเคลือบถึงข้อมือทั้งหมด 5 รอบ ห่อด้วยถุงพลาสติกกันเปื้อนแล้วห่อด้วยผ้าขนหนูเพื่อเก็บความร้อน แล้วนอนหงายมือวางข้างลำตัว 20 นาที โดยที่มือขวาไม่ได้รับการรักษาใดๆ และไม่ห่อผ้า ที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส (เพื่อป้องกันปรากฏการณ์ Raynaud แบบทุติยภูมิ) เนื่องจากต้องการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของมือซ้ายต่อมือขวา เมื่อครบเวลานำพาราฟินออก แล้วประเมินอุณหภูมิมือหลังการทดลองทันที และภายหลังการนอนพักพร้อมสวม

ถุงมือ (ถุงมือชนิดที่ 3 จากผลการทดลอง 1) เป็นเวลา 10 นาที (รวมประเมินทั้งหมด 3 ครั้ง) ในมือทั้งสองข้าง เพื่อหาความสัมพันธ์ของระบบปรับอุณหภูมิของร่างกาย (thermal regulatory system) ทั้งสองด้านของมือด้านซ้ายและขวาในคนเดียวกันทั้งในอาสาสมัครสุขภาพดีและผู้ป่วยโรคหัวใจแข็ง จึงศึกษาในผู้ป่วยโรคหัวใจแข็ง 7 คน กระทำในวิธีการและขั้นตอนเดียวกันกับอาสาสมัครสุขภาพดี แล้วนำค่าความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่การประเมินผลก่อนและภายหลังการจุ่มพาราฟิน 20 นาที ที่เวลา 0, และภายหลังการนอนพักพร้อมสวมถุงมือ 10 นาที ตามลำดับ มาศึกษาวิเคราะห์ผลรายละเอียดขั้นตอนการศึกษาแสดงไว้ใน รูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนวิธีการศึกษาที่ 2



รูปที่ 2 ค่าเฉลี่ยของการคลายความร้อนหลังการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การศึกษานำร่องนี้ใช้สถิติเชิงอนุมานวิเคราะห์ผล โดยการศึกษาที่ 1 เป็นการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิผ้า (องศาเซลเซียส) เมื่อเทียบกับจุดเริ่มต้น ที่ก่อน การทดลองและภายหลังการทดลอง ที่เวลา 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที ตามลำดับ และการศึกษาที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวหนังบริเวณมือ เมื่อเทียบกับจุดเริ่มต้น ที่ก่อนการทดลองและภายหลังการทดลอง ที่ เวลา 0 และ 10 นาที ตามลำดับ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ ทางสถิติไว้ที่ $P < 0.05$)

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาที่ 1

ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผ้า 6 ชนิด ในทุกช่วงเวลาแสดงโดยกราฟเส้น (ก่อนการทดลอง, หลังการทดลอง เวลา 0, 2, 4, 6, 8, และ 10 นาที ตามลำดับ) โดยมี ผ้า 3 ชนิด จาก 6 ชนิด เท่านั้น (ผ้าไนลอน, ผ้าพอลิโพรไพลีน, และผ้าอะคริลิก) ที่สามารถเก็บความร้อนได้ถึงนาทีที่ 10

โดยที่อุณหภูมิผ้ายังมากกว่าจุดเริ่มต้นการทดลองในขณะที่ผ้า ฝ้าย, ผ้าโพลีเอสเตอร์, และผ้าสักหลาด อุณหภูมิผ้ากลับสู่จุด เริ่มต้นการทดลองแล้ว เมื่อทดสอบทางสถิติในขั้นต่อไปพบว่า ผ้าทั้ง 3 ชนิดมีคุณลักษณะเป็นฉนวนความร้อนที่ดีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้วยขนาดความต่างจากจุดเริ่มต้น 0.2, 0.3, และ 0.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (รูปที่ 2)

ผลการศึกษาที่ 2

ลักษณะพื้นฐานของอาสาสมัคร

อาสาสมัครสุขภาพดี

อาสาสมัครสุขภาพดีมีลักษณะพื้นฐาน อยู่ในช่วงอายุ 25-27 ปี (เฉลี่ย 26 ± 0.94 ปี) เพศหญิง 4 คน เพศชาย 3 คน ไม่ได้รับยาขยายหลอดเลือด ไม่เป็นโรคระบบไหลเวียน เลือด และทุกคนถนัดมือขวา

อาสาสมัครโรคหนังแข็ง

อาสาสมัครโรคหนังแข็งมีลักษณะพื้นฐานอยู่ในช่วง อายุ 40-47 ปี (เฉลี่ย 44.5 ± 2.5 ปี) เพศหญิง 4 คน เพศ ชาย 3 คน มีระยะเวลาการเกิดโรค 2 ถึง 4 ปี เฉลี่ย 3.0 ± 0.7 ปี ระยะเวลาการเกิด Secondary Raynaud's phe-

nomenon นาน 2-4 ปี (เฉลี่ย 3.0 ± 0.7 ปี) ผู้ป่วยทุกคน อยู่ในกลุ่มอาการแบบแพร่กระจาย (diffused) ความแข็งแรงของ ผิวหนังที่ด้านหลังปลายแขน มือ และนิ้วกลาง อยู่ในระดับ 2

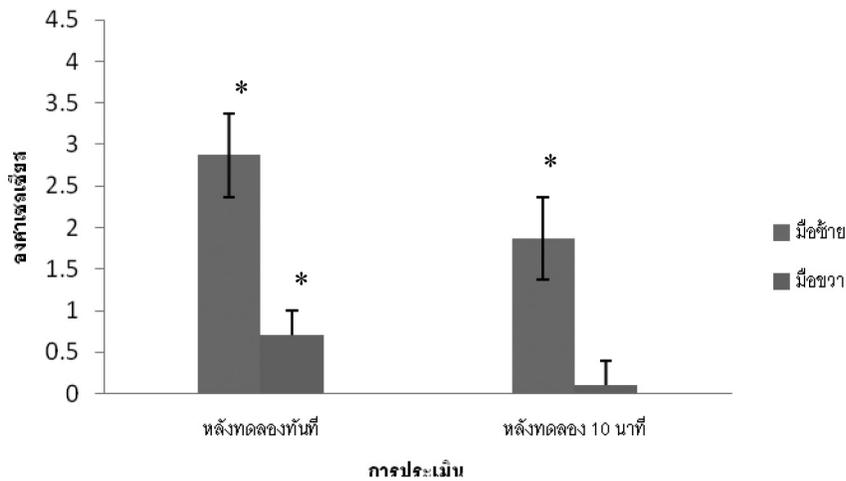
ทั้งหมด การเคลื่อนไหวของมือ 9 คะแนน และทุกคนถนัด มือขวา ดังแสดงใน ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะพื้นฐานของประชากรอาสาสมัครสุขภาพดีและผู้ป่วยโรคหนังแข็ง

ตัวแปร	อาสาสมัครสุขภาพดี	ผู้ป่วยโรคหนังแข็ง
อายุ (ปี)	26 ± 0.94	44.5 ± 2.5
เพศ	หญิง 4, ชาย 3	หญิง 4, ชาย 3
ขยายหลอดเลือด	-	ได้รับ
โรคระบบไหลเวียนเลือด	-	ได้รับ
มือข้างถนัด	ขวา	ขวา
ระยะเวลาเกิดโรค (ปี)	-	3 ± 0.7
ระยะเวลาการเกิด sRP (ปี)	-	3 ± 0.7
กลุ่มอาการ	-	แพร่กระจาย
ระดับความแข็งแรงของผิวหนัง (MRSS)	-	5
คะแนนการเคลื่อนไหวของมือ (HAMIS)	-	9

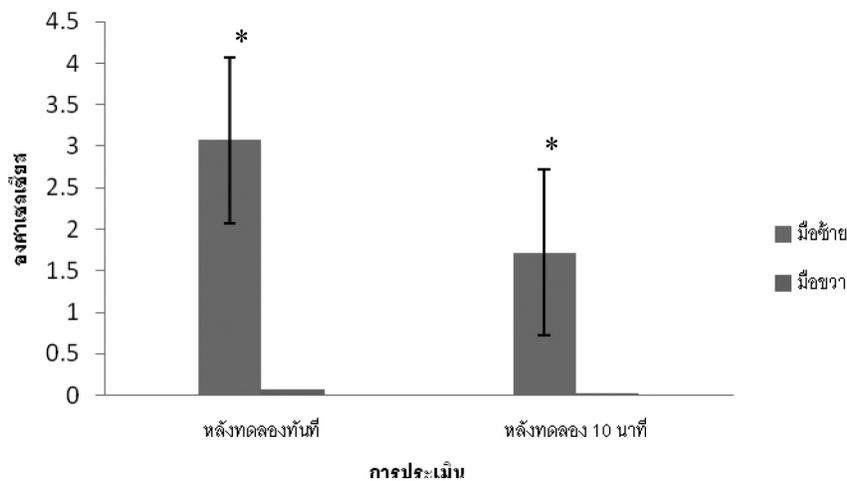
การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมือในทุกช่วงเวลาภายหลัง จุ่มพาราฟินแล้วสวมถุงมือ (ถุงมือชนิดที่ 3 ซึ่งเป็นผลจากการ ศึกษาที่ 1) ในอาสาสมัครสุขภาพดี พบอุณหภูมิมือข้างซ้าย เพิ่มขึ้นภายหลังการทดลองทันที และมีผลคงค้างถึง 10 นาที ภายหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมือขวามี อุณหภูมิมือเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทุกช่วงเวลา และการเก็บความร้อนก่อนและหลังการทดลองทันทีและภายหลัง สวมถุงมือ 10 นาที ในมือซ้ายและมือขวาได้แสดงใน รูปที่ 3 (เปรียบเทียบในมือข้างเดียวกันเท่านั้น ไม่มีการเปรียบเทียบ ระหว่างมือทั้งสองข้าง)

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมือภายหลังจุ่มพาราฟิน แล้วสวมถุงมือ (ถุงมือชนิดที่ 3 ซึ่งเป็นผลจากการศึกษาที่ 1) ในอาสาสมัครโรคหนังแข็ง อุณหภูมิมือข้างซ้ายเพิ่มขึ้นอย่างมี นัยสำคัญ ภายหลังการทดลองทันที แต่ไม่มีผลคงค้างถึง 10 นาทีภายหลังการทดลอง และมือขวาไม่มีการเปลี่ยนแปลงของ อุณหภูมิมืออย่างมีนัยสำคัญ ทุกช่วงเวลา และการเก็บความร้อนก่อนและหลังการทดลองทันทีและภายหลังสวมถุงมือ 10 นาที ในมือซ้ายและมือขวาแสดงใน รูปที่ 4 (เปรียบเทียบใน มือข้างเดียวกันเท่านั้น ไม่มีการเปรียบเทียบระหว่างมือทั้งสอง ข้าง)



* อุณหภูมิมือมากกว่าจุดเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของมือซ้ายและมือขวา; อาสาสมัครสุขภาพดี



* อุณหภูมิมือมากกว่าจุดเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของมือซ้ายและมือขวา; อาสาสมัครโรคหนึ่งแข็ง

วิจารณ์ผลการศึกษา

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการสวมถุงมือสามารถลดค่าสัมประสิทธิ์การแลกเปลี่ยนความร้อนของมือ (ลดการสูญเสียความร้อนของมือ) ในสภาวะอากาศเย็นในอาสาสมัครสุขภาพดีได้ดี⁽¹⁷⁾ ด้วยเหตุผลนี้ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดจากการศึกษาดังกล่าวมาเพื่อตรวจสอบวัสดุหรือเนื้อผ้าที่จะทำถุงมือโดยอาศัยหลักการว่า 1. มีคุณสมบัติเป็นฉนวนความร้อนที่ดี 2. ราคาถูก และ 3. หาซื้อง่ายในท้องตลาดทั่วไป จากผลการศึกษาที่ 1 พบว่าผ้าชนิดที่ 3 มีคุณสมบัติครบถ้วน จึงเป็นตัวแทนที่ดีเพื่อพัฒนาทำถุงมือเพื่อลดการถ่ายเทความร้อน

ของมือสู่สภาพแวดล้อมที่เย็นกว่า และนำไปประยุกต์ใช้เป็นถุงมือสำหรับผู้ป่วยโรคหนึ่งแข็งต่อไป

จากผลการศึกษาที่ 2 พบว่าในอาสาสมัครสุขภาพดี การเพิ่มอุณหภูมิที่มือซ้ายมีผลกระทบต่ออุณหภูมิมือขวาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ภายหลังการประเมิณอุณหภูมิผิวหนังบริเวณมือทันทีโดยกล้องถ่ายภาพความร้อน ในขณะที่ผู้ป่วยโรคหนึ่งแข็งการเพิ่มอุณหภูมิที่มือซ้ายไม่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิมือขวาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ภายหลังจากประเมิณอุณหภูมิผิวหนังบริเวณมือทันทีและภายหลังจากสวมถุงมือและประเมิณ 10 นาที

ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานที่ว่าร่างกายมนุษย์จะมีกลไกการปรับตัวเพื่อปรับอุณหภูมิร่างกาย ในคนปกติ ร่างกายจะตอบสนองต่อการรับความร้อนและจากการเพิ่มอุณหภูมิซึ่งสามารถเกิดได้จากการกลไกการเกิดเฉพาะที่⁽²¹⁾ หรือจากปฏิกิริยาตอบกลับโดยอัตโนมัติ⁽²³⁾ ระบบการตอบสนองของหลอดเลือดหลังรับความร้อนคือการขยายหลอดเลือดซึ่งอาจเกิดได้จาก (1) ปฏิกิริยาตอบกลับโดยอัตโนมัติของปลายประสาท (2) การหลั่งสารเคมีเพื่อการขยายหลอดเลือดและ (3) ปฏิกิริยาตอบกลับโดยอัตโนมัติเฉพาะที่ของไขสันหลัง เป็นที่น่าสนใจว่ามือขวา (ไม่ได้รับการรักษาใด) ในอาสาสมัครสุขภาพดี มีการเพิ่มอุณหภูมิขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากพาราฟินที่จุ่มเฉพาะมือซ้ายที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ต่ำกว่าหรือไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส ซึ่งถือว่าเป็นความร้อนระดับต่ำ⁽²¹⁾ (น้อยกว่า 40 องศาเซลเซียสคือความร้อนระดับต่ำ) เพื่อใช้เป็นอุณหภูมิเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ความเหมาะสมและปลอดภัยของอาสาสมัครโรคหนึ่งซึ่งที่อาจจะเกิดแผลไหม้ที่มือ การเพิ่มอุณหภูมิมือซ้ายนานถึง 20 นาที ภายหลังการจุ่มพาราฟิน แต่กลับสู่ปกติภายหลังการสวมถุงมือ 10 นาที อาจจะเกิดจากร่างกายได้ปรับตัวเพื่อกระจายความร้อนออกไปยังส่วนอื่นแล้วเพื่อป้องกันการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อบริเวณมือ และรวมระยะเวลาจนกระทั่งถึงการประเมินโดยกล้องถ่ายภาพความร้อนที่มือภายหลังการจุ่มพาราฟิน 20 นาทีและสวมถุงมือ 10 นาที ซึ่งอาจนานเกินไปที่จะรักษาอุณหภูมิเฉพาะที่ไว้หลังการใช้ความร้อนต่ำ ในกรณีอาสาสมัครโรคหนึ่งซึ่งการเพิ่มอุณหภูมิที่มือซ้ายไม่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิมือขวาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ภายหลังการประเมินอุณหภูมิผิวหนังบริเวณมือทุกช่วงเวลา ภายหลังการประเมินอาจจะเกิดเนื่องจากปัญหาที่เกิดจากทำลายโครงสร้างของหลอดเลือด⁽²⁾ แม้การสั่งการทางระบบประสาทสามารถทำได้ดีแต่ทว่าหลอดเลือดปลายทางของมืออีกข้างทำงานตอบสนองไม่ได้⁽²²⁾ แต่เมื่อพิจารณาเทียบกับการศึกษาของ คุณาวุฒิ วรรณจักร และคณะ ในปี 2553 แล้วว่าทำไมจึงเพิ่มอุณหภูมิผิวหนังบริเวณมือได้นาน 30 นาที ซึ่งนานกว่าผลจากการจุ่มพาราฟิน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่ากลไกวิธีการให้ความร้อนที่แตกต่างกัน กล่าวคือการนวดแผนไทยในผู้ป่วยโรคหนึ่งซึ่งจะทำการนวดแผนไทยที่คอ บ่า แขน และมือรวมทั้งการยืดกล้ามเนื้อ, การลูบคลำ การจัดและเคลื่อนไหล่ ข้อต่อแบบทำให้ที่แขนและมือ เป็นเวลารวม 30 นาที (ข้างละ 15 นาที) ดังนั้นการจุ่มพาราฟินอุณหภูมิต่ำเฉพาะที่มือ

จึงไม่สามารถคงอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นไว้ได้นาน⁽²³⁾ ระดับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของหลอดเลือดโดยเฉพาะที่มือขึ้นกับหลายปัจจัย ซึ่งประกอบด้วย 1. ระดับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของเนื้อเยื่อ 2. อัตราการรับพลังงานเข้าสู่เนื้อเยื่อ และ 3. ปริมาตรของเนื้อเยื่อที่สัมผัสความร้อน โดยที่เนื้อเยื่อต้องเพิ่มอุณหภูมิมากที่ระหว่าง 40-45 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิเพื่อการรักษา ซึ่งในอุณหภูมิช่วงนี้ช่วยเพิ่มการไหลเวียนเลือด⁽²¹⁾ แต่โดยปกติแล้วอุณหภูมิเพื่อการรักษาของพาราฟินนั้นอยู่ที่ 48-54 องศาเซลเซียส⁽²³⁾ (พาราฟินมีค่าความร้อนจำเพาะทำให้ไม่รู้สึกร้อนมาก) ด้วยเหตุผลของการปรับใช้อุณหภูมิต่ำในผู้ป่วยโรคหนึ่งซึ่งนี้อาจเป็นข้อจำกัดและอีกหนึ่งเหตุผลที่ทำให้ไม่ถึงอุณหภูมิรักษา

ความรู้จากการศึกษานี้อาจจะนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการเลือกชนิดของถุงมือผ้าที่เหมาะสมต่อการเก็บความร้อน และอาจจะปรับใช้ในการรักษาด้วยความร้อนต้นทางกายภาพบำบัด เช่น คนที่เข้าเฝือกที่แขนหรือมือขวาหากต้องการเพิ่มอุณหภูมิที่มือขวานั้น การจุ่มพาราฟินที่มือซ้ายมีแนวโน้มที่แขนหรือมือขวาจะเพิ่มการไหลเวียนเลือดหรือเพิ่มอุณหภูมิด้วยเพื่อส่งเสริมการรักษา เป็นต้น นอกจากนี้การจุ่มพาราฟินที่มือจะช่วยเพิ่มอุณหภูมิที่มือและมีผลคงค้างซึ่งสามารถนำมาใช้บำบัดข้อนิ้วมือติดขัดในผู้ป่วยโรคหนึ่งซึ่งนี้ได้

ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะของการศึกษาคั้งนี้คือ มีชนิดผ้าที่น้อยควรเพิ่มชนิดผ้าที่ศึกษา (แต่ว่าเป็นชนิดที่พบได้จริงในท้องตลาดในราคาที่หาซื้อได้จริง), กลุ่มตัวอย่างอาสาสมัครสุขภาพดีที่มีอายุที่แตกต่างจากกลุ่มอาสาสมัครโรคหนึ่งซึ่ง

สรุปผลการศึกษา

ถุงมือผ้าไนลอนมีคุณสมบัติจนวนความร้อนที่เหมาะสม จากการเก็บความร้อนไว้ได้นานมากกว่าผ้าชนิดอื่นที่ร่วมศึกษา (ชนิดผ้าที่เหมาะสมคือ 3, 6, 4, 5, 2, และ 1 ตามลำดับ) นำไปสู่การปรับใช้เป็นถุงมือเพื่อเก็บความร้อนหรือลดการสูญเสียความร้อนของมือภายหลังการเพิ่มอุณหภูมิมือโดยการจุ่มพาราฟินที่ 40 องศาเซลเซียส 20 นาทีในอาสาสมัครสุขภาพดีและผู้ป่วยโรคหนึ่งซึ่ง ผลคือถุงมือไนลอนมีส่วนช่วยให้อุณหภูมิมือซ้ายของอาสาสมัครสุขภาพดีคงไว้ได้มากกว่าจุดเริ่มภายหลังการสวมถุงมือ 10 นาที โดยอุณหภูมิมือซ้ายที่เพิ่มขึ้นส่งผลกระทบต่อการเพิ่มอุณหภูมิมือขวาที่หลังการประเมินทันที ในขณะที่อาสาสมัครโรคหนึ่งซึ่ง

พบอุณหภูมิมือซ้ายเพิ่มขึ้นภายหลังการประเมินทันที แต่ไม่สามารถคงไว้ได้นานถึง 10 นาทีภายหลังสวมถุงมือ และไม่ส่งผลกระทบต่อการเพิ่มอุณหภูมิมือขวา

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ.ดร. สุพรรณฉวี อึ้งปัญญ์ตวงค์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ข้อเสนอแนะในการใช้สถิติเพื่อการวิเคราะห์ผล ศูนย์ส่งเสริมคุณภาพชีวิต คนวัยแรงงาน (ศสค.) คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานการศึกษาครั้งนี้และขอบพระคุณกลุ่มวิจัยโรคหนังแข็ง บุคลากรทุกท่านของหน่วยอายุรศาสตร์ โรงพยาบาลศรีนครินทร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ตลอดจนคัดกรองผู้ป่วยเข้าร่วมการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Varga J. Systemic Sclerosis An Update. Bull NYU Hosp Jt Dis 2008; 66: 198-202.
2. Szucs G, Timar O, Szekanecz Z, Kerekes G, Szamosi S, Shoenfeld Y, et al. Endothelial dysfunction precedes atherosclerosis in systemic sclerosis-relevance for prevention of vascular complications. Rheumatology 2007; 46: 759-62.
3. Allanore Y, Seror R, Chevrot A, Kahan A, Drape JL. Hand vascular involvement assessed by magnetic resonance angiography in systemic sclerosis. Arthritis Rheum 2007; 56: 2747-54.
4. LeRoy EC. Systemic sclerosis. A vascular perspective. Rheum Dis Clin North Am 1996; 22: 675-94.
5. Sunderkotter, Riemekasten. Pathophysiology and clinical consequences of Raynaud's phenomenon related to systemic sclerosis. Rheumatology 2006; 45: 33-5.
6. Sandqvist G, Eklund M. Validity of HAMIS: A Test of Hand Mobility in Scleroderma. Arthritis Care Res 2000; 13: 382-7.
7. Silman A, Akesson A, Newman J, Henriksson

- H, Sandqvist G, Nihill M, et al. Assessment of functional ability in patients with scleroderma: a proposed new disability assessment instrument. J Rheumatol 1998; 25: 79-83.
8. Nalebuff EA. Surgery in patients with systemic sclerosis of the hand. Clin Orthop Relat Res 1999; 366: 91-7.
9. Rose N, Leskovsek N. Scleroderma: immunopathogenesis and treatment. Immunol Today 1998; 19: 499-501.
10. Tzortzaki et al. Effects of antifibrotic agents on TGF-b1, CTGF and IFN-c expression in patients with idiopathic pulmonary fibrosis. Respiratory Med 2007; 101: 1821-29.
11. Chung L, Fiorentino D. Digital ulcers in patients with systemic sclerosis. Autoimmunity Reviews 2006; 5: 125-28.
12. Ashida R, Ihn H, Mimura Y, Jinnin M, Asano Y, Kubo M, et al. Clinical features of scleroderma patients with contracture of phalanges. Clin Rheumatol 2007; 26: 1275-7.
13. Chiara M, Antonioli, Bua G, Frigè A, Prandini K, Radici S. An individualized rehabilitation program in patients with systemic sclerosis may improve quality of life and hand mobility. Clin Rheumatol 2009; 28: 159-65.
14. Mancuso T, Poole J. The effect of paraffin and exercise on hand function in persons with scleroderma: A series of single case studies. J Hand Ther 2008; 6: 1-7.
15. Vannajak K, Boonprakob Y, Nanagara R, Eungpinichpong W. The immediate effects of Traditional Thai massage on alteration of skin temperature and hand mobility in scleroderma patients: a preliminary study. J Med Tech Phy Ther 2010; 22; 92-102.
16. Vannajak K, Boonprakob Y, Nanagara R, Eungpinichpong W. The immediate and short term effects of Traditional Thai Massage on alteration

- of skin temperature and hand mobility in scleroderma patients. *Thai Journal of Physical Therapy* 2010; 32: 81-9.
17. Sari H, Gartner M, Hoeft A. Glove thermal insulation: local heat transfer measures and relevance. *Eur J Appl Physiol* 2004; 92: 702-5.
 18. Subcommittee for scleroderma criteria of the American Rheumatism Association diagnostic and therapeutic criteria committee: Preliminary criteria for the classification of systemic sclerosis (scleroderma). *Arthritis Rheum* 1980; 23: 581-90.
 19. LeRoy EC, Black C, Fleischmajer R, Jablonska S, Krieg T, Medsger TA Jr, et al. Scleroderma (systemic sclerosis): classification, subset and pathogenesis. *J Rheumatol* 1988; 15: 202-5.
 20. Frust DE, Clements PJ, Steen VD, Medsger TA Jr, Masi AT, D'Angelo WA, et al. The modified Rodnan skin score is an accurate reflection of skin biopsy thickness in systemic sclerosis. *J Rheumatol* 1998, 25: 84-8.
 21. Lehmann JF, editors. *Therapeutic heat and cold*, 4th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1990.
 22. Wadaworth H, Chanmugam APP. *Electrophysical agent in physiotherapy*, 2th ed. Marrickville, NSW: Science Press; 1988.
 23. Michlovitz. *Biophysical principle of heating and superficial heating agents*. In Michlovitz (ed): *Thermal agents in rehabilitation*, 3rd ed. Philadelphia, FA Davis, 1996, 88-107.