



ผลของการอบไอร้อนและการออกกำลังกายต่อ การตอบสนองของหัวใจและหลอดเลือด Effect of sauna and exercise on cardiovascular responses

พรรณี ปิงสุวรรณ¹, อุไรวรรณ ชัชวาลย์¹, รวยริน ชนาวิรัตน์¹
ปิยทัศน์ ทศนาวิวัฒน์², พิศมัย มะลิลา¹

บทคัดย่อ

การอบไอร้อน (sauna) ในประเทศไทยเป็นที่นิยมกันมานาน แต่ยังคงขาดงานวิจัยที่สนับสนุนประโยชน์ของการอบไอร้อนสำหรับคนที่อาศัยอยู่ในเขตร้อนอย่างประเทศไทย การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของระบบหัวใจและหลอดเลือด รวมทั้งน้ำหนักร่างกายของการอบไอร้อนในคนไทย ภายหลังจากอบไอร้อนและ/หรือออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยาน ในการทดลองครั้งนี้มีอาสาสมัคร 18 คน เข้ารับการทดลองทั้ง 3 อย่าง คือ อบไอร้อน ออกกำลังกาย และอบไอร้อนร่วมกับออกกำลังกาย โดยทำการอบไอร้อน 15 นาทีและปั่นจักรยาน 12 นาที บันทึกค่าความดันโลหิตช่วงล่าง-บน อัตราการเต้นของชีพจร อัตราการหายใจ อุณหภูมิร่างกายและน้ำหนักร่างกาย โดยทำการวัดทั้งก่อนและหลังของการทดลอง จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยใช้สถิติ paired t-test ผลการทดลองพบว่า หลังการทดลอง สัญญาณชีพและน้ำหนักร่างกาย มีการเปลี่ยนแปลงจากก่อนการทดลองในทุกกลุ่มการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสัญญาณชีพมีความเปลี่ยนแปลงหลังการทดลองเพิ่มขึ้นทุกค่า ยกเว้นความดันโลหิตช่วงล่างใน การอบไอร้อนอย่างเดียว ส่วนน้ำหนักร่างกายลดลงในทุกผลการทดลอง กลุ่มออกกำลังกายจะมีการเปลี่ยนแปลงของระบบหัวใจและหลอดเลือดมากที่สุด กล่าวคือมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าก่อน-หลังของอัตราการเต้นของชีพจรเป็น 71.3 ± 12.0 และ 115.0 ± 14.0 ครั้ง/นาที ความดันโลหิตช่วงล่างเป็น 64.1 ± 9.9 และ 67.6 ± 9.2 มิลลิเมตรปรอท และความดันโลหิตช่วงบนเป็น 113.1 ± 17.2 และ 137.8 ± 19.3 มิลลิเมตรปรอท

¹ ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สำหรับในกลุ่มอบไอร้อนมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าก่อน-หลังของอัตราการเต้นของชีพจรเป็น 77.1 ± 9.9 และ 91.4 ± 16.5 ครั้ง/นาที ความดันโลหิตช่วงล่างเป็น 59.0 ± 6.8 และ 57.0 ± 6.3 มิลลิเมตรปรอท และความดันโลหิตช่วงบนคือ 106.3 ± 12.9 และ 110.1 ± 16.0 มิลลิเมตรปรอท ส่วนผลของการเปรียบเทียบขนาดความเปลี่ยนแปลงของสัญญาณชีพและน้ำหนักร่างกายในระหว่าง 3 การทดลอง โดยใช้สถิติ ANOVA พบว่า อัตราการเต้นของชีพจรและอุณหภูมิร่างกาย มีขนาดความเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ระหว่างการทดลองทั้งสาม โดยอัตราการเต้นของชีพจรมีขนาดเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันมากกว่า ในการเปรียบเทียบระหว่างการอบไอร้อนอย่างเดียวกกับการออกกำลังกายอย่างเดียว และการเปรียบเทียบระหว่างการอบไอร้อนและการอบไอร้อนร่วมกับการออกกำลังกายพบว่า ความดันโลหิตช่วงล่างและช่วงบน มีขนาดเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ในทางตรงข้ามผลของอัตราการหายใจและน้ำหนักร่างกายจากทั้ง 3 การทดลองมีขนาดเปลี่ยนแปลง ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าการอบไอร้อนกับการออกกำลังกายให้ผลต่อความดันโลหิตช่วงล่างและช่วงบน อัตราการเต้นของชีพจร และอุณหภูมิร่างกายแตกต่างกัน โดยที่การออกกำลังกายอย่างเดียวให้ค่าที่เปลี่ยนแปลงมากกว่า นอกจากนี้ยังพบว่าในภาพรวมของค่าสัญญาณชีพที่เปลี่ยนแปลงไปในกลุ่มออกกำลังกายจะมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุด รองลงมาคือ กลุ่มอบไอร้อนร่วมกับการออกกำลังกาย และกลุ่มอบไอร้อนตามลำดับ จากการศึกษาจึงสรุปได้ว่าการอบไอร้อนร่วมกับการออกกำลังกายจะมีผลทำให้หลอดเลือดและหัวใจทำงานมากขึ้นอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตซึ่งให้ผลคล้ายกับการออกกำลังกายอย่างเดียว ดังนั้นในการแนะนำให้อบไอร้อนร่วมกับการออกกำลังกายด้วยอาจจะเป็นประโยชน์มากกว่าการอบไอร้อนอย่างเดียว

คำรหัส: การอบไอร้อน ● การออกกำลังกาย ● การตอบสนองของหัวใจและหลอดเลือด

Abstract

Effect of sauna and exercise on cardiovascular responses

Punnee Pungsuwan¹, Uraiwan Chatchawan¹, Raoyrin Chanavirut¹
Pyatat Tatsunavivat², Pismai Malila¹

Sauna has been well known for a long time in Thailand. However its physiological effects have not yet been clarified. The objective of this study was to determine the physiological effects of sauna in Thai people. Furthermore, such effects of sauna were compared with the effects of cycling exercise by using a stationary

¹ Department of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University 40002

² Department of Medicine, Faculty of Medicine, Khon Kaen University 40002

bicycle. Eighteen male subjects underwent three protocols including a 15 minute sauna, a 12 minute bicycle riding, and sauna plus bicycle riding. The vital signs including systolic-diastolic blood pressure, pulse rate, respiratory rate, body temperature and body weight were measured and recorded within 5 minutes before and after testing. Paired t-test revealed that there was a significant difference of all parameters in all the protocols between before and after testing ($p < 0.05$). After testing, all vital signs were increased except for the diastolic blood pressure after sauna. In addition the body weight of every protocol decreased. In exercise protocol, means and standard deviations of pre and post-testing for cardiovascular responses by pulse rate were 71.3 ± 12.0 , 115.0 ± 14.0 times/ min, diastolic blood pressures were 64.1 ± 9.9 , 67.6 ± 9.2 mmHg and systolic blood pressures were 113.1 ± 17.2 , 137.8 ± 19.3 mmHg. In sauna, pulse rate were 77.1 ± 9.9 , 91.4 ± 16.5 times/ min, diastolic blood pressures were 59.0 ± 6.8 , 57.0 ± 6.3 mmHg and systolic blood pressures were 106.3 ± 12.9 , 110.1 ± 16.0 mmHg. To compare the effects among three tests by using an ANOVA we found that the pulse rate and body temperature were statistically different in all protocols ($p < 0.05$). The greatest difference was in pulse rate. There were also differences in systolic and diastolic blood pressure by comparing between sauna and exercise as well as the comparison between sauna and sauna plus exercise ($p < 0.01$). On the other hand, there was no effects on either respiratory rate or body weight in all protocols. The results of this study suggested that the sauna appeared to increase cardiovascular works. In conclusion, among the three conditions we found that the vital signs were greatest increased in exercise by using the bicycle, secondly in the sauna plus exercise and lastly in sauna alone. However, sauna plus exercise showed its effects as same as in exercise alone and it also might have more benefit than sauna alone.

Key words: sauna ● exercise ● cardiovascular responses

บทนำ

การอบไอร้อน (sauna) เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในกลุ่มชาวตะวันตก รวมทั้งในประเทศไทยก็ได้รับความนิยมกันมานานเช่นกัน โดยเฉพาะในนักกีฬาที่ทำการฝึกซ้อมร่วมกับการเข้าห้องอบไอร้อน เพราะเชื่อว่าการเข้าห้องอบไอร้อนก่อนและหลังฝึกซ้อมก็พาเปรียบเสมือนเป็นการอุ่นเครื่องเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนออกกำลังกาย และช่วยให้กล้ามเนื้อผ่อนคลายและบรรเทาอาการเมื่อยล้า

ภายหลังจากออกกำลังกาย อีกทั้งยังช่วยให้รู้สึกสบายตัว ร่างกายสะอาด และผิวพรรณดีจากการขับเหงื่อของร่างกาย¹

เนื่องจากการอบไอร้อนเป็นที่นิยมกันมาก โดยเฉพาะในประเทศฟินแลนด์ จึงมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบต่างๆที่อาจเกิดขึ้น จากการศึกษาผลทางสรีรวิทยาได้มีรายงานที่ดีพิมพ์เผยแพร่ทางการแพทย์ดังนี้จากรายงานของ Taggart และคณะ² พบว่าในระหว่างอบไอร้อนทำให้อัตรา

การเต้นของหัวใจเร็วกว่าปกติ (tachycardia) ทั้งในคนปกติและผู้ป่วย coronary heart disease และยังมีรายงานว่า การอบไอร้อนทำให้หัวใจเต้นผิดจังหวะ (cardiac arrhythmia) ซึ่งอาจจะเสี่ยงต่อการเสียชีวิตได้³ แต่มีบางรายงานที่ศึกษาผลของการอบไอร้อนและยืนยันว่าให้ผลปลอดภัยในคนปกติ¹ ส่วนในผู้ป่วย congestive heart failure (CHF) นั้นพบว่ามีการดีขึ้น⁴ และในผู้ที่มีความดันโลหิตสูงพบว่าความดันลดลงโดยไม่เป็นอันตราย⁵ จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดมีผู้วิจัยหลายคณะพบว่า อัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate) เพิ่มขึ้น^{1-4,6-8} ความดันโลหิตช่วงบน (systolic blood pressure) คงที่ในผู้ใหญ่^{1,4,5,8} และลดลงในเด็กอายุต่ำกว่า 10 ปี⁹ ส่วนความดันโลหิตช่วงล่าง (diastolic blood pressure) มีทั้งคงที่⁵ และลดลง^{1,4,6,8,9-13} และจากรายงานของ Rowell^{14,15} พบว่าความต้านทานหลอดเลือดส่วนปลาย (peripheral resistance) ลดลง ซึ่งส่งผลให้ความดันโลหิตช่วงล่างลดลงด้วย ปริมาณเลือดที่สูบฉีดในแต่ละครั้ง (stroke volume) ลดลง¹⁶ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้หัวใจเต้นผิดจังหวะได้โดยเฉพาะในเด็ก⁹ อีกประการหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงผลของการอบไอร้อนคือ ทำให้เกิดภาวะเครียดที่เกิดจากอุณหภูมิสูง (thermal stress) ซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อผู้ที่เป็โรคทางระบบหัวใจและหลอดเลือด อย่างไรก็ตามในรายงานของ Eisalo¹⁰ และ Luurila⁶ พบว่าการอบไอร้อนไม่มีผลเสียต่อผู้ป่วยกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด (myocardial infarction) ที่อยู่ในระยะพักฟื้น และได้แนะนำให้ผู้ที่มีความดันโลหิตสูงสามารถเข้าห้องอบไอร้อนได้เพื่อช่วยทำให้ความดันโลหิตลดลง นอกจากนี้ Leppaluoto และ คณะ³ ได้ทำการศึกษาผลทางสรีรวิทยาและเมตาโบลิซึมของการอบไอร้อนเป็นประจำ และพบว่าความดันโลหิตช่วงบนไม่เปลี่ยนแปลง แต่ความดันโลหิตช่วงล่างลดลง ส่วนอัตราการเต้นชีพจรและอุณหภูมิกายเพิ่มขึ้น และยังได้อธิบายถึงปฏิกิริยาการตอบสนองของหัวใจและ

หลอดเลือดในขณะที่ร่างกายได้รับความร้อนเพิ่มขึ้น โดยยืนยันว่าไม่เป็นอันตรายแต่อย่างใดในกลุ่มผู้ทดลองที่มีสุขภาพแข็งแรง นอกจากนี้มีการศึกษาที่พบว่า การอบไอร้อนมีผลดีต่อการทำงานของปอดด้วย^{17,18}

จากรายงานการวิจัยต่างๆ ที่กล่าวข้างต้นนั้น พบว่ามักจะทำการศึกษาผลของการอบไอร้อนร่วมกับการออกกำลังกายหลากหลายรูปแบบในหมู่นักกีฬาและบุคคลทั่วไป โดยศึกษาผลทางสรีรวิทยาของหัวใจและหลอดเลือด การทำงานของปอด ระบบฮอร์โมน และระบบอื่นๆ ของร่างกาย โดยส่วนมากเป็นการศึกษาในประเทศที่มีภูมิอากาศหนาวเย็น เช่น ประเทศฟินแลนด์และประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างไปจากประเทศที่ร้อน ดังนั้นการอบไอร้อนในสภาพภูมิอากาศที่ร้อนอย่างเช่นในประเทศไทย ควรจะต้องตระหนักถึงผลเสียที่อาจเกิดขึ้นกับร่างกายได้ รวมทั้งการนิยมนอกกำลังกายควบคู่ไปด้วยยิ่งอาจจะทำให้เกิดผลเสียต่อร่างกาย ได้แก่ อาจทำให้เกิดภาวะ heat stroke หรือเกิดการทำงานของหัวใจมากเกินไป นอกจากนี้ยังมีบุคคลบางกลุ่มเชื่อว่าการอบไอร้อนให้ผลทางสรีรวิทยาคือคล้ายกับการออกกำลังกาย การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลของการอบไอร้อนต่อร่างกายในประเทศที่มีภูมิอากาศร้อน ควบคู่ไปกับการออกกำลังกาย จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการอบไอร้อนและการออกกำลังกายต่อการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงสัญญาณชีพและน้ำหนักร่างกายก่อนและหลังการอบไอร้อนอย่างเดียวก การออกกำลังกายอย่างเดียว และการอบไอร้อนร่วมกับการออกกำลังกาย รวมทั้งเปรียบเทียบขนาดของการเปลี่ยนแปลงผลดังกล่าวในแต่ละอย่าง เพื่อพิสูจน์ผลที่จะปรากฏในคนไทย โดยมีสมมติฐานของงานวิจัยคือ การอบไอร้อนมีผลต่อการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดไม่แตกต่างจากการออกกำลังกาย

วัสดุและวิธีการศึกษา

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ได้มีการจัดเตรียมสถานและอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

- 1.1 เครื่องวัดความดันแบบดิจิตอล Dinamap Critikon รุ่น 1846 SX บันทึกการวัดความดันโลหิตทั้งช่วงบน-ล่าง และอัตราการเต้นของชีพจร
- 1.2 ปรัชญาวัดอุณหภูมิร่างกายทางช่องปาก
- 1.3 ปรัชญาวัดอุณหภูมิห้องพักและอุปกรณ์วัดอุณหภูมิห้องอบไอร้อน
- 1.4 อุปกรณ์วัดความชื้นสัมพัทธ์ในห้องอบไอร้อน
- 1.5 เครื่องชั่งน้ำหนักร่างกายแบบใช้มือ
- 1.6 จักรยานปั่นอยู่กับที่ สามารถตั้งโปรแกรมและวัดอัตราการเต้นของหัวใจ รุ่น Cat Eye
- 1.7 ห้องอบไอร้อนที่มีอุณหภูมิห้องประมาณ 70-80 องศาเซลเซียส
- 1.8 เครื่องวัดคลื่นหัวใจ (ตรวจสอบการทำงานของหัวใจเพื่อคัดเลืออาสาสมัคร)
- 1.9 เสื้อปิดแขนสั้นและกางเกงขาสั้น

2. วิธีการศึกษา

2.1 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครชายอายุระหว่าง 18-21 ปี จำนวน 18 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น มีสุขภาพแข็งแรง ไม่เป็นโรคติดต่อ หรือโรคประจำตัว ไม่ได้ออกกำลังกาย หรืออบไอร้อนเป็นประจำ และไม่เป็นนักกีฬา และอาสาสมัครทุกคนได้ผ่านการตรวจสอบการทำงานของหัวใจด้วยการวัดคลื่นหัวใจในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการทดลองในช่วงกลางปี พ.ศ. 2540

2.2 ขั้นตอนการทดลอง

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบทดลองโดย

ได้กำหนดให้อาสาสมัครทั้ง 18 คนทำการทดลองทั้ง 3 ครั้ง ดังนี้

2.2.1 ในช่วงเช้าของวันแรก อาสาสมัครทุกคนถูกกำหนดให้ออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยาน 12 นาที ใช้ความเร็วในการปั่น 50-60 รอบ/นาที โดยปั่นจนกระทั่งอัตราการเต้นของชีพจรถึงเป้าหมายซึ่งกำหนดไว้ที่ 75% ของอัตราการเต้นของชีพจรสูงสุด (โดยใช้อายุเป็นเกณฑ์คำนวณ) ซึ่งเป็นการออกกำลังกายในระดับ submaximum

หมายเหตุ: การกำหนดให้ปั่นจักรยาน 12 นาทีเนื่องจากอาสาสมัครทุกคนปั่นจักรยานจนกระทั่งอัตราการเต้นของชีพจรถึงเป้าหมายใช้เวลาไม่เกิน 10 นาที ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดเวลาเพิ่มเติมอีก 2 นาทีเพื่อเป็นการผ่อนคลาย (cool down)

2.2.2 ในช่วงบ่ายของวันแรก อาสาสมัครทุกคนถูกกำหนดให้อบไอร้อนอย่างเดียว ในห้องอบไอร้อนที่มีอุณหภูมิห้องประมาณ 70-80 องศาเซลเซียส นานเป็นเวลา 15 นาที เนื่องจากคนไทยนิยมเข้าห้องอบไอร้อนคนละประมาณ 15 นาที^{4,7}

หมายเหตุ: ระยะเวลาระหว่างการทดลองข้อ 2.2.1 และ 2.2.2 ห่างกันประมาณ 4 ชั่วโมง

2.2.3 ในช่วงเช้าของวันต่อมา อาสาสมัครทุกคน ถูกกำหนดให้เข้าอบไอร้อนนาน 15 นาที จากนั้นให้ออกกำลังกายต่อโดยการปั่นจักรยานเหมือนข้อ 2.2.1

ก่อนและหลังการทดลองแต่ละครั้งอาสาสมัครทุกคนจะได้รับการบันทึกค่าสัญญาณชีพต่างๆ ภายใน 5 นาที ได้แก่ ความดันโลหิตช่วงบน-ล่าง และอัตราการเต้นของชีพจร (ใช้เครื่องวัด) ซึ่งทำการวัด 3 ครั้งแล้วนำไปหาค่าเฉลี่ย ส่วนอัตราการหายใจ(โดยการนับ) อุณหภูมิร่างกาย และน้ำหนักร่างกาย ทำการวัด 1 ครั้ง

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทุกตัวแปรก่อนและหลังทดลอง ใช้สถิติ paired t-test และเปรียบเทียบความแตกต่างของ

ขนาดความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของทุกตัวแปรใช้สถิติ repeated measures analysis of variance ด้วยค่าช่วงความเชื่อมั่น (confidence interval) ที่ 95% และ $p\text{-value} < 0.05$

ผลการศึกษา

จากการศึกษาในอาสาสมัครทั้ง 18 คน สามารถอธิบายผลการศึกษได้แก่ ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง และห้องทดลอง การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของสัญญาณชีพและน้ำหนักร่างกายก่อนและหลังทำการทดลองทั้ง 3 การทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างของขนาดความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของสัญญาณชีพและน้ำหนักร่างกายระหว่างออกกำลังกายอย่างเดียว อบไอร้อนอย่างเดียว และอบไอร้อนร่วมกับออกกำลังกาย มีรายละเอียด ดังนี้

1.ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างและห้องทดลอง

อาสาสมัครทั้งหมด 18 คน เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 19.9 ± 1.1 ปี (อายุสูงสุด 21 ปี ต่ำสุด 18 ปี) ก่อนและหลังการทดลองอาสาสมัครทุกคนไม่ปรากฏอาการที่มีความผิดปกติใดๆ

ส่วนอุณหภูมิในห้องทดลองที่ทำการทดลองทั้ง 2 วันมีค่าใกล้เคียงกันประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิในห้องอบไอร้อนควบคุมอยู่ในช่วง 70-80 องศาเซลเซียส

2.ค่าเฉลี่ยของสัญญาณชีพและน้ำหนักร่างกายก่อนและหลังทำการทดลอง

ค่าเฉลี่ยของสัญญาณชีพและน้ำหนักร่างกายก่อนและหลังออกกำลังกายอย่างเดียว อบไอร้อนอย่างเดียว และอบไอร้อนร่วมกับออกกำลังกาย (ตารางที่ 1) พบว่าสัญญาณชีพทุกค่าหลังทดลองมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ยกเว้นความดันโลหิตช่วงล่างของการอบไอร้อนอย่างเดียวที่มีค่าลดลง ส่วนน้ำหนักร่างกายลดลงทุกการทดลอง

3.ความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของสัญญาณชีพและน้ำหนักร่างกายก่อนและหลังทำการทดลอง

ความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของสัญญาณชีพและน้ำหนักร่างกายก่อนและหลังทำการทดลอง (ตารางที่ 2) พบว่า จากการทดลองทั้ง 3 การทดลองมีความเปลี่ยนแปลงจากก่อนให้การทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในทุกตัวแปร จะเห็นได้ว่าส่วนของสัญญาณชีพมีความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยหลังการทดลองเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง ทุกการทดลองยกเว้นความดันโลหิตช่วงล่างที่มีความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยหลังการทดลองลดลงจากการอบไอร้อนอย่างเดียว ส่วนน้ำหนักร่างกายทุกการทดลองให้ผลเหมือนกัน คือหลังการทดลองน้ำหนักร่างกายลดลง

หมายเหตุ จากการเปรียบเทียบผลของสรีรวิทยาทั้ง 3 กลุ่ม จะสังเกตได้ว่า ค่าขนาดของการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยเกือบทุกค่าในกลุ่มออกกำลังกายเพียงอย่างเดียวมีค่าสูงสุด รองลงมาคือกลุ่มอบไอร้อนร่วมกับออกกำลังกาย และอบไอร้อนอย่างเดียว ตามลำดับ ยกเว้นอุณหภูมิร่างกายและน้ำหนักร่างกายที่ลดลงมากที่สุดจากการอบไอร้อนอย่างเดียว

4.เปรียบเทียบความแตกต่างของขนาดความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของสัญญาณชีพและน้ำหนักร่างกาย ระหว่างออกกำลังกายอย่างเดียว อบไอร้อนอย่างเดียว และอบไอร้อนร่วมกับออกกำลังกาย

จากการศึกษาการเปรียบเทียบความแตกต่างของขนาดความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของสัญญาณชีพและน้ำหนักร่างกายระหว่างออกกำลังกายอย่างเดียว อบไอร้อนอย่างเดียว และอบไอร้อนร่วมกับออกกำลังกาย (ในตารางที่ 3) พบว่า

ก. อัตราการเต้นของชีพจรและอุณหภูมิร่างกายทั้ง 3 การทดลองมีขนาดความเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัญญาณชีพและน้ำหนักร่างกายก่อนและหลังทำการทดลอง (จำนวนตัวอย่าง=18)

การทดลอง	ขนาดความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของสัญญาณชีพและน้ำหนักร่างกาย(95%CI)					
	ความดันโลหิต ช่วงล่าง (มิลลิเมตรปรอท)	ความดันโลหิต ช่วงบน (มิลลิเมตรปรอท)	อัตราการเต้นของ ชีพจร (ครั้ง/นาที)	อัตราการ หายใจ (ครั้ง/นาที)	อุณหภูมิร่างกาย (องศาเซลเซียส)	น้ำหนัก ร่างกาย (กิโลกรัม)
ออกกำลังกาย อย่างเดียว	3.5 (0.2 ถึง 6.8)	24.7 (16.4 ถึง 33)	43.7 (35.9 ถึง 51.6)	7.7 (4 ถึง 11.3)	0.4 (0.2 ถึง 0.6)	-0.3 (-0.4 ถึง -0.2)
อบไอร้อน อย่างเดียว	-2 (-3.2 ถึง -0.8)	3.8 (0.5 ถึง 7.1)	14.4 (6.9 ถึง 21.8)	3.7 (2.6 ถึง 4.8)	1.1 (0.9 ถึง 1.3)	-0.2 (-0.4 ถึง -0.1)
อบไอร้อน ร่วมกับออก กำลังกาย	2.8 (0.7 ถึง 4.9)	19.4 (13.7 ถึง 25.2)	35.3 (28.3 ถึง 42.3)	5.3 (4.2 ถึง 6.3)	0.7 (0.5 ถึง 0.9)	-0.4 (-0.6 ถึง -0.3)

หมายเหตุ:

- ขนาดความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของตัวแปรนั้นๆ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของตัวแปรนั้นๆ หลังการทดลอง ลบด้วยค่าเฉลี่ยของตัวแปรนั้นๆ ก่อนการทดลอง
- ทุกค่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 2 ผลความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของสัญญาณชีพและน้ำหนักร่างกาย ก่อนและหลังทำการทดลอง (จำนวนตัวอย่าง = 18)

การทดลอง	# ขนาดความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของสัญญาณชีพและน้ำหนักร่างกาย (95%CI)					
	ความดันโลหิต ช่วงล่าง (มิลลิเมตรปรอท)	ความดันโลหิต ช่วงบน (มิลลิเมตรปรอท)	อัตราการเต้นของ ชีพจร (ครั้ง/นาที)	อัตราการ หายใจ (ครั้ง/นาที)	อุณหภูมิร่างกาย (องศาเซลเซียส)	น้ำหนัก ร่างกาย (กิโลกรัม)
1. ออกกำลัง กายอย่างเดียว	3.5 (0.2 ถึง 6.8) * $p<0.04$	24.7 (16.4 ถึง 33) * $p<0.01$	43.7 (35.9 ถึง 51.6) * $p<0.01$	7.7 (4 ถึง 11.3) * $p<0.01$	0.4 (0.2 ถึง 0.6) * $p<0.01$	-0.3 (-0.4 ถึง -0.2) * $p<0.01$
2. อบไอร้อน อย่างเดียว	-2 (-3.2 ถึง -0.8) * $p<0.01$	3.8 (0.5 ถึง 7.1) * $p<0.03$	14.4 (6.9 ถึง 21.8) * $p<0.01$	3.7 (2.6 ถึง 4.8) * $p<0.01$	1.1 (0.9 ถึง 1.3) * $p<0.01$	-0.2 (-0.4 ถึง -0.1) * $p<0.01$
3. อบไอร้อน ร่วมกับออก กำลังกาย	2.8 (0.7 ถึง 4.9) * $p<0.01$	19.4 (13.7 ถึง 25.2) * $p<0.01$	35.3 (28.3 ถึง 42.3) * $p<0.01$	5.3 (4.2 ถึง 6.3) * $p<0.01$	0.7 (0.5 ถึง 0.9) * $p<0.01$	-0.4 (-0.6 ถึง -0.3) * $p<0.01$

ขนาดความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของตัวแปรนั้นๆ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของตัวแปรนั้นๆ หลังการทดลอง ลบด้วยค่าเฉลี่ยของตัวแปรนั้นๆ ก่อนการทดลอง

*วิเคราะห์ผลด้วยสถิติ paired t-test ที่ 95 %CI ทุกค่าก่อน-หลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p<0.01$ และ $p<0.05$ ดังตาราง

ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยอัตราการเต้นของชีพจรมีความแตกต่างของขนาดความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยสูงสุด โดยเฉพาะในการเปรียบเทียบระหว่างอบไอร้อนอย่างเดียวกั ออกกำลังกายอย่างเดียว

ข. ความดันโลหิตช่วงล่างและช่วงบน มีขนาดความเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.01$) 2 คู่การทดลอง คือ อบไอร้อนอย่างเดียวกัออกกำลังกายอย่างเดียว และอบไอร้อนอย่างเดียวกัอบไอร้อนร่วมกับออกกำลังกาย

ค. อัตราการหายใจและน้ำหนักร่างกาย มีขนาดความเปลี่ยนแปลงที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการทดลอง

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

1. ผลต่อการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตช่วงล่างและช่วงบน

จากการศึกษาพบว่าความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของสัญญาณชีพทุกค่าเพิ่มขึ้นยกเว้นค่าของความดันโลหิตช่วงล่างในกลุ่มอบไอร้อนเพียงอย่างเดียวที่มีค่าลดลง สาเหตุที่ค่านี้ลดลงในกลุ่มอบไอร้อนอธิบายได้จากความร้อนมีผลทำให้ความต้านทานหลอดเลือดส่วนปลาย (peripheral resistance) ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาที่ยืนยันว่าความดันโลหิตช่วงล่างลดลงหลังอบไอร้อน

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณชีพ และน้ำหนักร่างกายของการออกกำลังกาย การอบไอร้อน และการอบไอร้อนร่วมกับการออกกำลังกาย

คู่การทดลอง	* ความแตกต่างของขนาดความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (95%CI)					
	ความดันโลหิตช่วงล่าง (มิลลิเมตรปรอท)	ความดันโลหิตช่วงบน (มิลลิเมตรปรอท)	อัตราการเต้นของชีพจร (ครั้ง/นาที)	อัตราการหายใจ (ครั้ง/นาที)	อุณหภูมิร่างกาย (องศาเซลเซียส)	น้ำหนักร่างกาย (กิโลกรัม)
1. อบไอร้อนอย่างเดียวกัออกกำลังกายอย่างเดียว	-5.5 (-8.9 ถึง -2.1) $p<0.01$	-20.9 (-30.0 ถึง -11.9) $p<0.01$	-29.4 (-41.2 ถึง -17.6) $p<0.01$	-3.9 (-8.0 ถึง 0.7) $p>0.05$	0.6 (0.2 ถึง 0.8) $p<0.01$	0.06 (-0.1 ถึง 0.21) $p>0.05$
2. อบไอร้อนอย่างเดียวกัอบไอร้อนร่วมกับออกกำลังกาย	4.8 (3.1 ถึง 6.5) $p<0.01$	15.6 (9.1 ถึง 22.2) $p<0.01$	20.9 (11.4 ถึง 30.4) $p<0.01$	1.3 (-0.9 ถึง 3.3) $p>0.05$	0.3 (-0.6 ถึง -0.06) $p<0.02$	-0.17 (-0.36 ถึง 0.01) $p>0.05$
3. ออกกำลังกายอย่างเดียวกัอบไอร้อนร่วมกับออกกำลังกาย	-0.7 (-3.5 ถึง 2.1) $p>0.05$	-5.3 (-11.2 ถึง 0.7) $p>0.05$	-8.5 (-15.5 ถึง -1.4) $p<0.02$	-2.4 (-6.1 ถึง 1.3) $p>0.05$	0.2 (0.002 ถึง 0.5) $p<0.05$	-0.12 (-0.25 ถึง 0.02) $p>0.05$

* วิเคราะห์ผลด้วยสถิติ repeated measures analysis of variance ที่ 95 %CI โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.01$ และ $p<0.05$ (ตัวหนา) ดังตาราง

ร้อน^{3,4,6,7,9-13} ส่วนค่าของความดันโลหิตช่วงบน (systolic blood pressure) ยังไม่มีข้อสรุปที่ยืนยันแน่นอนเพราะมีรายงานผลที่เพิ่มขึ้น⁶ ซึ่งเหมือนกับการศึกษาครั้งนี้ด้วยและมีบางรายงานพบว่าค่าไม่เปลี่ยนแปลง^{3,4,12}

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตช่วงบน มีค่าการเปลี่ยนแปลงสูงสุดในกลุ่มออกกำลังกาย รองลงมาเป็นกลุ่มอบอุ่นพร้อมกับการออกกำลังกาย และอบอุ่นเพียงอย่างเดียวตามลำดับ อาจอธิบายได้จาก ประการที่หนึ่ง ขณะอบอุ่นผู้ที่เข้าห้องอบอุ่นจะนั่ง โดยที่กล้ามเนื้อมีการเคลื่อนไหวน้อยมาก ซึ่งต่างจากการออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยานที่มีการทำงานของกล้ามเนื้อขาทุกส่วนจึงต้องใช้พลังงานมากกว่า ทำให้เกิดความแตกต่างของความดันโลหิตอย่างมากระหว่างอบอุ่นและออกกำลังกาย จึงพบว่าความดันโลหิตช่วงบนในขณะที่ออกกำลังกายเพิ่มขึ้นมากกว่าขณะอบอุ่นอย่างมีนัยสำคัญ ประการที่สอง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของระบบการไหลเวียนเลือด (haemodynamics) อธิบายได้ว่าในขณะที่ออกกำลังกายจะมีความสัมพันธ์กับการทำงานของกล้ามเนื้อ ส่วนการอบอุ่นจะเกี่ยวข้องกับการทำให้ความต้านทานหลอดเลือดส่วนปลายลดลง ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากการศึกษาของ Eisalo¹¹ และ Rowell^{15,16} นอกจากนี้อุณหภูมิร่างกายที่เพิ่มขึ้นจากการอบอุ่นยังทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณเลือดที่ไหลออกจากหัวใจในหนึ่งนาที (cardiac output) เพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าผลของการอบอุ่นทำให้มีปริมาณเลือดที่ไหลออกจากหัวใจในหนึ่งนาทีเพิ่มขึ้น และทำให้แรงต้านทานหลอดเลือดส่วนปลายลดลง ซึ่งทั้งสองหน้าที่นี้จะควบคุมการปรับความดันโลหิตในร่างกาย⁶

2. ผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของชีพจร

ส่วนผลต่ออัตราการเต้นของชีพจรหรือ

หัวใจนั้น พบว่าในกลุ่มออกกำลังกายเพียงอย่างเดียวมีค่าเพิ่มสูงกว่ากลุ่มอบอุ่นไอร้อน แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายจะทำให้หัวใจทำงานหนักกว่าอบอุ่น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Taggart¹ ที่พบว่าขณะออกกำลังกายหัวใจเต้นเร็วมากจึงมีโอกาสดังกล่าว (arrhythmia) สูงกว่าการอบอุ่น และได้รับคำยืนยันจาก Luurila⁶ ว่าพบหัวใจเต้นผิดปกติในผู้ชายที่มีร่างกายแข็งแรงในขณะที่ออกกำลังกาย แต่ในขณะที่อบอุ่นการเต้นผิดปกติของหัวใจลดลงในผู้ป่วยโรคกล้ามเนื้อหัวใจตาย (myocardial infarction) ที่อยู่ระหว่างพักฟื้น ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายมีแนวโน้มลดลงในการอบอุ่นเมื่อเปรียบเทียบกับออกกำลังกาย เพราะว่าการทำงานของหัวใจ (heart load) ขณะอบอุ่นน้อยกว่า

3. ผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ

สำหรับการศึกษานี้พบว่า การออกกำลังกายอย่างเดียวทำให้อัตราการหายใจเพิ่มขึ้นสูงที่สุด เนื่องจากร่างกายต้องใช้ออกซิเจนหรือพลังงานมากในการปั่นจักรยาน ส่วนกลุ่มอบอุ่นพร้อมกับการออกกำลังกายมีการเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจไม่สูงมากนัก อาจจะเนื่องจากผู้ถูกทดลองได้รับการอบอุ่นก่อน ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นการอบอุ่นร่างกายก่อน (warm up) ในอดีตการศึกษาเกี่ยวกับผลของการอบอุ่นต่ออัตราการหายใจในคนปกติยังไม่มียาาน มีเพียงการศึกษาของ Nico และคณะ¹⁷ ทำการศึกษาในผู้ป่วยโรคปอด (obstructive lung disease) พบว่าการอบอุ่นเป็นผลดีต่อการทำงานของปอด ซึ่งพิจารณาจากการเพิ่มขึ้นของค่าปริมาตรอากาศหายใจออกเต็มที่ในวินาทีแรกของการหายใจออกเต็มที่ (one second forced expiratory volume, FEV1) และค่าปริมาตรอากาศทั้งหมดที่หายใจออกได้ระหว่างการหายใจออกเต็มที่ (forced vital capacity, FVC) การเปลี่ยนแปลงนี้อธิบายได้จากการหายใจเอาอากาศที่อุ่นเข้าไปในร่างกาย ทำให้

หลอดลมมีการขยายตัวได้ดี (bronchodilating effect) อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Laitinen และคณะ¹⁸ พบว่าการอบไอรอนมีผลต่อการหายใจเข้าและออก (ventilation) เพียงเล็กน้อยโดยเพิ่มขึ้นเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ ในคนปกติ ซึ่งเขาได้อธิบายว่าอาจจะเป็นเพราะว่าอุณหภูมิร้อนในห้องที่ไปกระตุ้นระบบประสาท sympathetic นั้นไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของปอดในคนปกติ สำหรับในการศึกษาค้างนี้พบว่าทั้ง 3 การทดลองมีขนาดความเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจไม่ต่างกัน แสดงว่าความร้อนจากการอบไอรอนหรือออกกำลังกายมีผลต่ออัตราการหายใจเหมือนกัน

4. ผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักร่างกาย

ผลของการอบไอรอนต่อน้ำหนักร่างกายโดยที่มีความเข้าใจกันว่า การสูญเสียความร้อนจากการอบไอรอนทำให้น้ำหนักร่างกายลดลงมากกว่าออกกำลังกายนั้น จากงานวิจัยครั้งนี้พบว่าการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักร่างกายของทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน แม้ว่าในกลุ่มที่อบไอรอนจะมีอุณหภูมิร่างกายเพิ่มขึ้นสูงที่สุดเฉลี่ย 1.1 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 2) ซึ่งใกล้เคียงกับงานของ Leppaluoto และคณะ³ ที่อุณหภูมิร่างกายเพิ่มขึ้น 0.8-1.1 องศาเซลเซียส น้ำหนักร่างกายที่ลดลงนั้นเกิดจากการการสูญเสียเหงื่อขณะอบไอรอนที่ต้องการระบายความร้อนออกจากร่างกาย ส่วนการออกกำลังกายนั้นการสูญเสียเหงื่อเกิดจากอัตราการเผาผลาญพลังงานที่เพิ่มขึ้นจึงต้องระบายความร้อนออกจากร่างกายเช่นกัน ด้วยเหตุนี้การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักร่างกายหลังจากการอบไอรอนหรือการออกกำลังกายจึงไม่มีความแตกต่างกัน

โดยสรุปการอบไอรอนและการออกกำลังกายมีผลทำให้สัญญาณชีพเพิ่มขึ้นเป็นส่วนใหญ่และทำให้น้ำหนักร่างกายลดลง เมื่อเปรียบเทียบผลของการอบไอรอน การออกกำลังกาย และการอบไอรอนร่วมกับออกกำลังกายพบว่า การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณชีพมีค่าสูงสุดในกลุ่มออกกำลังกาย

รองลงมาคือกลุ่มอบไอรอนร่วมกับออกกำลังกาย และกลุ่มอบไอรอนตามลำดับ ส่วนการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มอบไอรอนเพียงอย่างเดียว กับกลุ่มออกกำลังกายเพียงอย่างเดียว และกลุ่มอบไอรอนเพียงอย่างเดียวกับกลุ่มอบไอรอนร่วมกับออกกำลังกาย พบว่าทำให้อัตราการเต้นของชีพจร ความดันโลหิตช่วงบนและล่าง และอุณหภูมิร่างกายมีความเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน แสดงว่าการอบไอรอนไม่สามารถทดแทนด้วยการออกกำลังกายได้ จากการศึกษาครั้งนี้จะกล่าวได้ว่าการอบไอรอนร่วมกับออกกำลังกายให้ผลการเปลี่ยนแปลงของระบบหลอดเลือดหรือความดันโลหิตคล้ายกันกับการออกกำลังกายเพียงอย่างเดียว จากเหตุผลดังกล่าวน่าจะเป็นผลดีในการแนะนำการอบไอรอนร่วมกับออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยานแก่กลุ่มของผู้ที่ต้องการการดูแลเป็นพิเศษในการออกกำลังกาย เช่น ผู้สูงอายุ ผู้ที่มีความดันโลหิตสูง หรือผู้ป่วยที่ต้องการฟื้นฟูสภาพร่างกายด้วยการออกกำลังกาย เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามควรจะทำการศึกษาในกลุ่มดังกล่าวต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. Leppaluoto J, Tuominen M, Vaananen A, Karpakka J, Vuori J. Some cardiovascular and metabolic effects of repeated sauna bathing. Acta Phys Scand 1986; 128: 77-81.
2. Taggart P, Parkinson P, Carruthers M. Cardiac responses to thermal physical and emotional stress. Br Med J 1972; 3: 71.
3. Suopanki V. On changes in the ECG due to the Finnish sauna bath. In: Proceedings of the XII International congress on occupational health. Helsinki, 1957:423.
4. Tei C, Horikiri Y, Park JC, et al. Acute hemodynamic improvement by thermal

- vasodilation in congestive heart failure. *Circulation* 1995; 91: 2582-90.
5. Davies H. Cardiovascular effects of the sauna. *Am J Phys Med* 1975; 54: 178-85.
 6. Luurila OJ. Arrhythmias and other cardiovascular responses during Finnish sauna and exercise testing in health men and post-myocardial infarction patients. *Acta Med Scand (suppl)* 1980; 641: 1-60.
 7. Luurila OJ, Kohvakka A, Sundberg S. Comparison of blood pressure response to heart stress in sauna in young hypertensive patients treated with atenolol and diltiazem. *Am J cardio* 1989; July 1: 97-9.
 8. Ramsey JD, Lee CH. The impact of the sauna bath and the sauna exercise suit on physiological cost during exercise. *J Sports Med* 1987; 27: 119-27.
 9. Jokinen E, Valimaki I, Antila K, Seppanen A, Tuominen J, Philic. Children in sauna: cardiovascular adjustment. *Pediatrics* 1990; 86; 282-8.
 10. Eisalo A. Effects of the Finnish sauna on circulation: studies on healthy and hypertensive subjects. *Ann Med Exp Biol Fenn* 1956; 36 (suppl 4) 34: 1-86.
 11. Eisalo A. Hemodynamics in the sauna. In *Sauna Studies Proceeding of the VI International Sauna Congress in Helsinki on August 1974*; 15-7.
 12. Gerner HJ, Engel P, Gass GS, Gass EM, Hannich T, Feldmann G. The effects of sauna on tetraplegia and paraplegia subjects. *Paraplegia* 1992; 30: 410-9.
 13. Sohar E, Shoenfeld Y, Shapiro Y, Ohry A, Cabili S. Effects of exposure to Finnish sauna. *Isr J Med Sci* 1976; 12: 1275.
 14. Rowell LB. Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal stress. *Physiol Rev* 1974; 54: 75.
 15. Rowell LB. Reflex control of the cutaneous vasculature. *J Invest Dermatol* 1977; 69: 154.
 16. Ishikawa K, Shirato C, Yanagisawa A. Electrocardiographic changes due to sauna bathing influence of acute reduction in circulating blood volume on body surface potentials with special reference to the body effect. *Br Heart J* 1983; 50: 469-75.
 17. Nico JM, Cox MD, Gerard M, et al. Sauna to transiently improve pulmonary function in patients obstructive lung disease. *Arch Phys Med Rehabil* 1989; 70: 911-13.
 18. Laitinen LA, Lindqvist A, Heino M. Lungs and ventilation in sauna. *Ann Clin Res* 1988; 20(4): 244-8.