การเปรียบเทียบผลของการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายด้วยวิธีการต่างๆ ต่อประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายในนักกีฬา

นางสาวสุภาพร โกเมนเอก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARISON OF THE EFFECTS AMONG VARIOUS RECOVERY METHODS AFTER EXERCISE ON ATHLETES' PERFORMANCE

Miss Supaporn Gomenake

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Sports science

School of Sports Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบผลของการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายด้วยวิธีการต่างๆ ต่อประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายในนักกีฬา
โดย	นางสาวสุภาพร โกเมนเอก
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. วิชิต คนึงสุขเกษม

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิชิต คนึงสุขเกษม)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ นพ. ปัญญา ไข่มุก)

สุภาพร โกเมนเอก: การเปรียบเทียบผลของการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายด้วยวิธีการต่างๆ ต่อประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายในนักกีฬา. (A COMPARISON OF THE EFFECTS AMONG VARIOUS RECOVERY METHODS AFTER EXERCISE ON ATHLETES' PERFORMANCE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: รศ.ดร. วิชิต คนึงสุขเกษม, 182 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย ด้วยวิธีการต่างๆ อันได้แก่ การนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็งต่อประสิทธิภาพในการออกกำลังกายในนักกีฬา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตบอลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 15 คน ได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive random sampling) โดยที่ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนต้องออกกำลังกายด้วยการเดินหรือวิ่งบนลู่กลตามแบบของบรู๊ซ (Bruce protocol) จนถึงค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) แล้วทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการพักทั้ง 4 ชนิด อันได้แก่ การนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบาด้วยการเดินบนลู่กล และการนวดด้วยน้ำแข็ง เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นให้ออกกำลังกายด้วยวิธีการเดิมจนถึงค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) อีกครั้งหลังจากการพัก การออกกำลังกายแต่ละครั้งเว้นระยะห่างเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ ก่อนดำเนินการวิจัย ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการวัดค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยาในวันทำการทดลอง ก่อนการทดลองทำการวัดน้ำหนัก ส่วนสูง อุณหภูมิร่างกาย อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก และปริมาณกรดแลคติก ในเลือดของผู้เข้าร่วมวิจัย ขณะออกกำลังกายทำการบันทึกอัตราการเต้นหัวใจ ค่าการใช้ออกซิเจน สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย ทุกๆนาที และระดับของการรับรู้ความเหนื่อยทุกๆ 3 นาที ขณะพักหลังออกกำลังกายทันที และนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย ทำการบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ อุณหภูมิร่างกาย ความดันโลหิต และปริมาณกรดแลคติกในเลือด แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (Two-way ANOVA with repeated measures) หากพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กันให้เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธีของ Bonferroni แต่ถ้าพบว่ามีปฏิสัมพันธ์ให้วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One- way ANOVA with repeated measures) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ Paired – samples t-test ผลการวิจัยพบว่า

1. ที่ขณะพัก หลังการออกกำลังกายครั้งแรก พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็งมีผลในการลดอัตราการเต้นของหัวใจได้มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยพบว่าการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นช่วยลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและปริมาณกรดแลคติกในเลือดได้มากที่สุด นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ยังพบอีกว่า การออกกำลังกายแบบเบามีผลในการลดความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวได้มากที่สุด ส่วนการนั่งพักมีผลในการลดอัตราการหายใจได้มากที่สุด

2. จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่างๆ พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นมีผลในการลดการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะออกกำลังกายได้มากที่สุด การนวดด้วยน้ำแข็งมีผลในการลดค่าการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกายได้มากที่สุด ส่วนการนั่งพักมีผลในการลดความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวและระดับของการรับรู้ความเหนื่อยขณะออกกำลังกายได้มากที่สุด

3. เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของร่างกายขณะออกกำลังกายระหว่างการออกกำลังกายก่อนพักและหลังพักโดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็งมีผลในการเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้มากที่สุด และการนั่งพักมีผลทำให้เวลาในการออกกำลังกายลดลงน้อยที่สุด

สาขาวิชา……วิทยาศาสตร์การกีฬา…..…….. ลายมือชื่อนิสิต…..……..……

ปีการศึกษา……...2551…….. ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก……..…..

##5078634239: MAJOR SPORTS PHYSIOLOGY
KEYWORD: RECOVERY / EXERCISE / BLOOD LACTIC / ICE MASSAGE / ACTIVE RECOVERY

SUPAPORN GOMENAKE: A COMPARISON OF THE EFFECTS AMONG VARIOUS RECOVERY METHODS AFTER EXERCISE ON ATHLETES' PERFORMANCE. ADVISOR: ASSOC. PROF. Dr. VIJIT KANUNGSUKKASEM , Ed.D, 182 pp.

The purposes of the study were to compare the effects among various recovery methods after exercise on athletes' performance. The subjects were fifteen male football players of Chulalongkorn University (aged 18 – 25 years old). All subjects participated in a crossover design including four methods of 15 minutes recovery: resting recovery (Passive Recovery: PR), quiet sitting and cold water body wetting (CW), light exercise (Active Recovery: AR) and ice massage (IM) after exercise until reaching the maximal oxygen consumption (VO_2max). On the experimental day, resting physiological data (body weight, height, body temperature, resting heart rate and resting blood lactic acid) were measured at rest before exercise. During exercise session, heart rate (HR), maximal heart rate (HRmax), oxygen uptake (VO_2), maximal oxygen consumption (VO_2max), blood pressure (BP) and rate of perceived exertion (RPE) were assessed. Immediately after exercise and 2, 5, 10,and 15 minute after exercise , heart rate, respiratory rate (RR), blood pressure and blood lactic acid (BL) were measured. All values were expressed as means and standard deviation and two-way ANOVA with repeated measures was used to determine the significant differences between recovery time and recovery methods, respectively. If there were any interaction of the variables, ANOVA with repeated measure would be employed, however if there were no interaction, Bonferroni method would be employed. In addition, paired - samples t-test was also used to test the statistical difference between the physiological variables during exercise before and after the recovery. The statistical significance of this study was accepted at $p < .05$. The results were as follows:

1. After first exercise, resting heart rate was decreased by IM recovery method at the significance level of .05 and by mean analysis, it was found out that resting systolic blood pressure and blood lactic acid were decreased by CW recovery method more than the other recovery methods. In addition, diastolic blood pressure was decreased mostly by AR recovery method and respiratory rate was decreased mostly by PR recovery method.

2. By mean analysis, it was found out that the increment of resting heart rate and systolic blood pressure during exercise were decreased mostly by CW recovery method while diastolic blood pressure and rate of perceived exertion during exercise were decreased mostly by PR recovery method.

3. By mean analysis, it was found out that the comparison of the work capacity between before and after the recovery showed that maximum heart rate and maximum oxygen consumption after IM recovery method were increased mostly while the least exercise duration was found out after PR recovery method.

Field of Study: …..Sports Science….. Student's Signature: ..……..…...……..

Academic Year: ……..2008…… Advisor's Signature: ..…..……

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งกรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ และรองศาสตราจารย์ นพ. ปัญญา ไข่มุก คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้ข้อคิด คำแนะนำ และตรวจแก้ไข ปรับปรุง ข้อบกพร่องต่างๆอันส่งผลให้วิทยานิพนธ์นี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดรุณวรรณ สุขสม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจิตรา สุคนธทรัพย์ รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทิพย์สิริ กาญจนวาสี และคณาจารย์สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่าน ที่ให้ความเมตตา ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆด้วยดีเสมอมา

ผู้วิจัยขอขอบคุณนางสาวนฤมล สุดใจ ผู้ช่วยนักวิจัย สาขาเวชศาสตร์การกีฬา ภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิค คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่กรุณาให้คำแนะนำและปรึกษาทางด้านสถิติในการวิจัยเป็นอย่างดีเสมอมา

ผู้วิจัยขอขอบคุณนักกีฬาฟุตบอลชาย ทีมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ได้เสียสละเวลาและแรงกาย เพื่อเข้าร่วมงานวิจัยในครั้งนี้จนสามารถเก็บข้อมูลงานวิจัยได้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆนิสิตปริญญาโท แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา และแขนงวิชาอื่นๆ ทุกท่าน สำหรับกำลังใจความช่วยเหลือ และคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยเสมอมา

ผู้วิจัยขอขอบคุณน้องๆ นิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา ชั้นปีที่ 3 สำหรับความช่วยเหลือในการเป็นผู้ช่วยวิจัยที่ดีตลอดการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเฉลิมฉลองในวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเจริญพระชนมายุครบ 72 พรรษาและ “ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช ที่เป็นแหล่งทุนให้ข้าพเจ้าได้ศึกษาเล่าเรียนและทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงอย่างดี

ท้ายสุดนี้ด้วยความสำนึกในพระคุณ ขอกราบเท้าคุณบิดา-มารดา ที่ได้ให้การสนับสนุนในเรื่องการศึกษาตลอดมา ทั้งทางด้านกำลังทรัพย์และกำลังใจ ทำให้ผ่านพ้นอุปสรรคต่างๆในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์มาได้ และส่งผลให้สามารถประสบความสำเร็จในการเรียนครั้งนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญแผนภูมิ..... ต

บทที่

1 บทนำ..... 1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา..... 1
ปัญหาในการวิจัย..... 4
สมมุติฐานการวิจัย..... 4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 4
ขอบเขตของการวิจัย..... 4
ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย..... 5
ข้อจำกัดของการวิจัย..... 5
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 6
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย..... 8

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 9
การออกกำลังกาย..... 10
การผลิตความร้อนและการสูญเสียความร้อน..... 20
การใช้ความเย็นในการฟื้นตัวของร่างกาย..... 21
กรดแลคติกกับการออกกำลังกาย..... 26
การนวด..... 34
การผ่อนคลาย..... 38
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 40
งานวิจัยภายในประเทศ..... 40
งานวิจัยต่างประเทศ..... 45

บทที่		หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย	53
	กลุ่มตัวอย่าง	53
	เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย	53
	เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากการวิจัย	54
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	54
	ขั้นตอนดำเนินงานวิจัย	55
	การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	60
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	62
5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	132
	สรุปผลการวิจัย	132
	อภิปรายผลการวิจัย	142
	ข้อเสนอแนะจากการวิจัย	155
รายการอ้างอิง		157
ภาคผนวก		165
	ภาคผนวก ก	166
	ภาคผนวก ข	171
	ภาคผนวก ค	172
	ภาคผนวก ง	173
	ภาคผนวก จ	174
	ภาคผนวก ฉ	175
	ภาคผนวก ช	177
	ภาคผนวก ซ	178
	ภาคผนวก ฌ	179
	ภาคผนวก ญ	180
	ภาคผนวก ฎ	181
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์		182

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมวิจัย..... 63

2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) 64

3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) กับช่วงเวลาการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย 66

4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One- way ANOVA with repeated measures) เพื่อทดสอบความแตกต่างของอัตราการเต้นของหัวใจภายในการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 67

5 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 69

6 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 70

ตารางที่ หน้า

7 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา (AR) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 71

8 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 72

9 สรุปค่าความแตกต่างของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีกับนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 73

10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกายที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีกับนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 75

11 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงของการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี ในนาทีที่ 2 หลังออกกำลังกาย..... 76

12 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงของการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี ในนาทีที่ 5 หลังออกกำลังกาย..... 77

13 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงของการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี ในนาทีที่ 10 หลังออกกำลังกาย..... 78

14 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงของการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี ในนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย..... 79

ตารางที่ หน้า

15 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)..... 80

16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) กับช่วงเวลาการวัดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย 82

17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One- way ANOVA with repeated measures) เพื่อทดสอบความแตกต่างของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวภายในการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 83

18 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 83

19 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 84

ตารางที่ หน้า

20 ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีกับนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 85

21 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)..... 87

22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) กับช่วงเวลาการวัดความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย 89

23 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท) ภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)..... 90

24 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท) ภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 90

25 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 91

ตารางที่ หน้า

26 ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีกับนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 92

27 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณกรดแลคติกในเลือด (มิลลิโมลต่อลิตร) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)..... 94

28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) กับช่วงเวลาการวัดปริมาณกรดแลคติกในเลือด (มิลลิโมลต่อลิตร) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย 95

29 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณกรดแลคติกในเลือด (มิลลิโมลต่อลิตร) ภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)..... 96

30 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณกรดแลคติกในเลือด (มิลลิโมลต่อลิตร) ภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 96

31 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของปริมาณกรดแลคติกในเลือดที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 97

32 ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือดที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีกับนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 98

ตารางที่ หน้า

33 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการหายใจ (ครั้งต่อนาที) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)..... 100

34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) กับช่วงเวลาการวัดอัตราการหายใจ (ครั้งต่อนาที) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย 101

35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One- way ANOVA with repeated measures) เพื่อทดสอบความแตกต่างของอัตราการหายใจภายในการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 102

36 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการหายใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 104

37 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการหายใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 105

38 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการหายใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา (AR) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 106

ตารางที่ หน้า

39 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการหายใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 107

40 สรุปค่าความแตกต่างของอัตราการหายใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกายที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีกับนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 108

41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของอัตราการหายใจที่เปลี่ยนแปลงหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีกับนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 110

42 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการหายใจที่เปลี่ยนแปลงของการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี..... 111

43 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) 112

44 สรุปค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) 113

45 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) 115

ตารางที่ หน้า

46 สรุปค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) 116

47 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) 118

48 สรุปค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) 119

49 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการใช้ออกซิเจน (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) 121

50 สรุปค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าการใช้ออกซิเจน (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) 122

51 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) 124

52 สรุปค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) 125

ตารางที่ หน้า

53 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างช่วงเวลาในการวัด คือ ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี ของค่าทางสรีรวิทยาต่างๆ ขณะออกกำลังกายสูงสุด..... 127

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ หน้า

1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 73

2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 85

3 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 92

4 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดแลคติกในเลือดภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 98

5 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย..... 108

แผนภูมิที่ หน้า

6 กราฟเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (ครั้งต่อนาที) ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)... 129

7 กราฟเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที) ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)..... 130

8 กราฟเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกาย (นาที) ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM).. 131

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันทั้งภาครัฐบาลและเอกชนให้ความสำคัญกับการแข่งขันกีฬามากขึ้น จะสังเกตได้จากข่าวสารทางการกีฬามากขึ้น มีประชาชนให้ความสนใจในการชมและเชียร์กีฬามากขึ้น โดยเฉพาะสมาคมกีฬาประเภทต่างๆ ได้พยายามทุกวิถีทางที่จะทำให้นักกีฬาของตนเองมีความสามารถในการแสดงออกเพิ่มมากขึ้น ทั้งในด้านทักษะ ตลอดจนสมรรถภาพทางกายและสมรรถภาพทางจิต ในการแสดงความสามารถของนักกีฬาในขณะแข่งขันนั้น สิ่งสำคัญที่สุดคือทำอย่างไรให้นักกีฬาแสดงความสามารถได้อย่างเต็มที่ตลอดการแข่งขัน ดังนั้นจึงมีการศึกษามากมายถึงวิธีการที่จะทำให้นักกีฬาฟื้นตัวได้เร็วและสามารถเล่นกีฬาหรือแข่งขันกีฬาได้อย่างเต็มที่ ทั้งนี้ในระหว่างการออกกำลังกาย การเล่นกีฬา หรือการแข่งขันกีฬาจะทำให้นักกีฬาเกิดความเมื่อยล้า กล้ามเนื้อจะเกิดความตึงเครียดเนื่องจากการหดตัวและในขณะเดียวกันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาทางเคมีภายในกล้ามเนื้อ เป็นสาเหตุให้เกิดกรดสะสมของกรดแลคติก (Lactic acid) เมื่อกรดแลคติกถูกสะสมมากขึ้นก็จะเป็นสาเหตุให้เกิดการเมื่อยล้า อันจะเป็นสาเหตุทำให้ความสามารถในการทำงานของร่างกายลดลง ดังนั้นการช่วยให้ร่างกายคืนสู่สภาพปกติอย่างรวดเร็ว จึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะนักกีฬาที่มีระยะเวลาในระหว่างพักการแข่งขันน้อย เช่น นักฟุตบอล นักรักบี้ฟุตบอล นักมวย นักบาสเกตบอล นักแบดมินตัน เป็นต้น ซึ่งในกีฬาแต่ละประเภทจะมีช่วงเวลาพักที่แตกต่างกัน แต่พอจะแบ่งเป็นช่วงได้ คือ ฟุตบอล บาสเกตบอล ฮอกกี้ และรักบี้ฟุตบอลประเภท 15 คน มีเวลาในการพักครึ่งเวลา 10-15 นาที โปโลน้ำมีเวลาในการพัก 2 นาที มวยไทยพักระหว่างยก 2 นาที มวยสากลสมัครเล่นหรือมวยสากลอาชีพ พักระหว่างยก 1 นาที รักบี้ฟุตบอลประเภท 7 คน พักไม่เกิน 2 นาที และวอลเลย์บอล พักระหว่างเกมไม่เกิน 2 นาที เป็นต้น ซึ่งในช่วงระยะเวลานี้ โดยทั่วไปนักกีฬาจะนั่งพักเฉยๆ เพื่อฟังข้อเสนอแนะต่างๆจากผู้ฝึกสอนหรือหัวหน้าทีม ซึ่งการนั่งพักเฉยๆ ทำให้ไม่เกิดผลดีต่อร่างกายของนักกีฬาที่ทำการแข่งขันมาอย่างหนัก กล่าวคือ จะทำให้กล้ามเนื้อเกิดความเมื่อยล้า ซึ่งเชื่อว่าเป็นสาเหตุมาจากการสะสมของกรดแลคติก และทำให้การฟื้นตัวของระบบต่างๆ ในร่างกายทำงานช้าลง ซึ่งอาจทำให้นักกีฬารู้สึกเหนื่อย และไม่สดชื่นเมื่อกลับไปแข่งขันต่อ ฉะนั้นวิธีการที่จะทำให้กล้ามเนื้อได้ทำงานต่อไปจึงจำเป็นต้องพักกล้ามเนื้อบริเวณนั้น เพื่อให้ร่างกายคืนสู่สภาพปกติ

จากการศึกษาพบว่าทันทีที่หยุดการออกกำลังกาย อัตราการเต้นของหัวใจจะลดลงอย่างรวดเร็วในนาทีแรก คือลดลงประมาณ 40-60 ครั้งต่อนาที และจะค่อยๆลดลงเรื่อยๆในขณะพัก

สำหรับการนวดนอกจากจะมีผลต่อร่างกายทางด้านสรีรวิทยาและทางด้านจิตวิทยาแล้ว ยังพบว่าการนวดนั้นก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในร่างกายหลายด้าน ซึ่งล้วนแต่เป็นไปในการช่วยกระตุ้นให้ร่างกายพร้อมที่จะทำงานหรือคืนสู่สภาพปกติภายหลังการทำงาน (Wakim,1960) นอกจากนั้นนักสรีรวิทยายังได้เน้นถึงความสำคัญของการนวดที่มีผลต่อการฝึกหัดของนักกีฬา โดยอ้างไว้ว่า การนวดก่อนการออกกำลังกายเป็นการทำให้ของเสียที่มีอยู่จะถูกขับถ่ายทางผิวหนังและเป็นการป้องกัน ตลอดจนขจัดความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้น (Morehouse and Rush,1963)

ผลของการนวดทำให้รู้สึกผ่อนคลาย กล้ามเนื้อคลายตัวและเพิ่มการไหลเวียนของเลือดได้เนื่องจากแรงกดในทิศทางเข้าสู่หัวใจจากส่วนที่ยึด (Insertion) ไปยังส่วนที่เกาะ (Origin) และบริเวณรอบนอกของร่างกายไปหาหัวใจ การนวดช่วยเพิ่มการไหลเวียนเลือดโดยผ่านกลไกรีเฟล็กซ์เพิ่มการซึมผ่านเยื่อบางๆ (Permeability) ของเส้นเลือดฝอยทำให้เกิดการขยายตัวชั่วคราว ดังนั้นการนวดเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยทำให้กรดแลคติกในกล้ามเนื้อถูกเคลื่อนย้ายออกไป ทำให้การฟื้นตัวกลับสู่สภาพปกติเป็นไปด้วยความรวดเร็ว นอกจากนี้ การนวดยังมีผลทางด้านจิตใจของนักกีฬา เช่น ทำให้ความตื่นเต้น ความวิตกกังวล มีความพร้อมที่จะเข้าแข่งขันและกระฉับกระเฉงกระปรี้กระเปร่าขึ้น (Eitner et al.,1982)

ยังมีวิธีการหลายวิธีมุ่งเฉพาะไปที่การกำจัดความร้อนหรือการใช้หนี้ความร้อน เช่น การให้ความเย็นเฉพาะที่ การให้ความเย็นทั่วร่างกายและการดื่มน้ำเย็น เป็นต้น ดังที่ศาสตราจารย์นายแพทย์อวย เกตุสิงห์ (อ้างถึงใน ไพรัช เลิศเกียรติศักดิ์, 2527) กล่าวไว้ว่า การออกกำลังกายหนักๆ ทำให้เกิดหนี้ออกซิเจน (O_2 debt) และเกิดความร้อนขึ้นในร่างกาย ความร้อนนี้จะสะสมอยู่ในร่างกายตลอดการออกกำลังกาย มีผู้เรียกความร้อนที่สะสมอยู่นี้ว่า “หนี้ความร้อน” (Heat debt) เพราะในขณะออกกำลังกายอุณหภูมิกายจะสูงขึ้น ร่างกายมีการกำจัดความร้อนโดยระบบไหลเวียนทำงานหนักขึ้น หัวใจจะสูบฉีดโลหิตไปที่ผิวหนังมากขึ้น เพื่อจะช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกาย โดยอาศัยระบบวาโซมอเตอร์ (Vasomotor) และต่อมเหงื่อ และถ้าอุณหภูมิกายเพิ่มสูงขึ้นหลังการออกกำลังกายหรือขณะพักการแข่งขัน ระบบต่างๆของร่างกายจะยังคงทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากร่างกายอยู่ หลังจากการหยุดออกกำลังกายแล้ว ร่างกายสามารถใช้หนี้ออกซิเจนได้ดีกว่าหนี้ความร้อน การใช้หนี้ความร้อนใช้เวลาเท่าๆกับการคืนสู่สภาพปกติของอัตราชีพจรในทุกสภาพแวดล้อม ดังนั้นถ้าใช้ความเย็นเข้าช่วยจะทำให้ร่างกายฟื้นคืนสู่สภาพปกติได้เร็วขึ้น พร้อมที่จะออกกำลังหรือเข้าแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการทำให้ร่างกายฟื้นตัวหรือเย็นลง โดยการออกกำลังกายหรือมีกิจกรรมเบา ๆ ระหว่างและภายหลังการออกกำลังกายหรือการฝึกซ้อม จะช่วยทำให้ร่างกายสามารถฟื้นตัวได้เร็วขึ้น สามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกจากเลือดและกล้ามเนื้อได้เร็วกว่าการนั่งพักนิ่ง ๆ ในปัจจุบันผู้ฝึกสอนและตัวนักกีฬาเอง ไม่ค่อยให้ความสนใจ และมองข้ามความสำคัญในการฟื้นตัวระหว่างการฝึกซ้อมหรือออกกำลังกาย ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้นักกีฬาไม่สามารถที่จะพัฒนาความสามารถได้อย่างเต็มที่ ซึ่งแต่ละวิธีส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาแตกต่างกัน การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธีที่มีรูปแบบต่างกัน คือ การนั่งพักเป็นการฟื้นตัวแบบ Passive recovery การออกกำลังกายแบบเบาด้วยการเดินบนลู่กล เป็นการฟื้นตัวแบบ Active recovery (Dynamic) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นเป็นการกำจัดความร้อน การนวดด้วยน้ำแข็งเป็นการผสมผสานระหว่างการนวดแบบลึกที่ช่วยในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกและการใช้ความเย็นซึ่งมีส่วนช่วยการไหลเวียนของเลือด เพิ่มระดับการใช้ออกซิเจน เพิ่มเมแทบอลิซึมของกล้ามเนื้อ และช่วยลดการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ (Muscle spasm) (Tengku,2005) ทั้งยังมีส่วนช่วยลดอาการปวดกล้ามเนื้อ ลดการอักเสบ (Inflammation) และป้องกันการบาดเจ็บจากการใช้งานเกิน (Overuse injuries) ด้วย นอกจากนี้ งานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่มุ่งศึกษาผลของการฟื้นตัวในช่วงภายหลังการออกกำลังกายประเภทต่างๆ แต่การนำเอาวิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัววิธีต่างๆ มาทำการศึกษาผลที่มีต่อระดับกรดแลคติกในเลือดระหว่างการออกกำลังกาย ยังไม่ค่อยมีการศึกษามากนัก ผู้วิจัยจึงต้องการที่จะศึกษาเปรียบเทียบวิธีการทำให้

ปัญหาในการวิจัย

การทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน อันได้แก่ การนั่งพัก การนวดด้วยน้ำแข็ง การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และการออกกำลังกายแบบเบา จะมีผลต่อระยะฟื้นตัวและประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

สมมุติฐานของการวิจัย

1. การทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน อันได้แก่ การนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็ง จะมีผลต่อระยะฟื้นตัวและประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายแตกต่างกัน

2. การทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน อันได้แก่ การนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็ง จะมีผลต่อการฟื้นตัวของร่างกายที่ระยะเวลาต่างๆ คือ ที่เวลา 2 นาที 5 นาที 10 นาที และ 15 นาที หลังการออกกำลังกายแตกต่างกัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลของการทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายด้วยวิธีการต่างๆ อันได้แก่ การนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็งต่อประสิทธิภาพในการออกกำลังกายในนักกีฬา

2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายด้วยวิธีการต่างๆ ที่เวลาแตกต่างกัน ได้แก่ ที่เวลา 2 นาที 5 นาที 10 นาที และ 15 นาที หลังการออกกำลังกาย

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลของการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ อันได้แก่ การนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็ง หลังการออกกำลังกายด้วยการเดินหรือวิ่งบนลู่กลแบบบรู๊ซ (Bruce protocol) จนถึงค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) และให้ออกกำลังกายด้วยวิธีการเดิมอีกครั้ง เพื่อ

2. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาฟุตบอล เพศชาย ที่มีอายุระหว่าง 18-25 ปี ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และกำลังศึกษาอยู่ในปีการศึกษา 2551 จำนวน 15 คน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ (Independent variable) คือ การทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี คือ การนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบาด้วยการเดินบนลู่กล และการนวดด้วยน้ำแข็ง

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent variable) คือ การฟื้นตัวของร่างกายโดยการสังเกตจากปริมาณกรดแลคติกในเลือด (BL) อัตราการเต้นของหัวใจ (HR) ความดันโลหิต (BP) ค่าการใช้ออกซิเจน (VO_2) อัตราการหายใจ (RR) ระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) และความสามารถในการทำงานของร่างกาย (Work capacity) อันได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (HRmax) สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) และเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกาย (Exercise duration)

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยมีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง
2. ผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมดให้ความร่วมมือด้วยความเต็มใจ
3. ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับคำชี้แจงต่างๆเกี่ยวกับการดำเนินงานวิจัย และขั้นตอนการปฏิบัติตัวอย่างละเอียด จากนั้นจึงลงชื่อในใบยินยอมเข้าร่วมวิจัยก่อนการทดลอง
4. ในการออกกำลังกายทุกครั้งได้ใช้สถานที่เดียวกัน และช่วงเวลาเดียวกัน
5. การเก็บข้อมูลทุกครั้ง กระทำโดยผู้วิจัย หรือผู้ช่วยวิจัยชุดเดียวกัน ในสภาวะแวดล้อมใกล้เคียงกัน
6. ในระหว่างการวิจัย ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะไม่ได้รับน้ำหรืออาหารตลอดการวิจัยแต่ละครั้ง

ข้อจำกัดของการวิจัย

1. ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมเรื่องอาหาร การประกอบกิจกรรมประจำวันและการพักผ่อนของผู้เข้าร่วมการวิจัยก่อนการทดลองได้
2. ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมสภาวะทางด้านจิตใจของผู้เข้าร่วมการวิจัยก่อนการทดลองได้

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การออกกำลังกาย (Exercise) หมายถึง การเดินหรือวิ่งบนเครื่องลู่กล แบบบรู๊ซ (Bruce protocol) โดยกำหนดให้ออกกำลังกายจนถึงค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) คือ จุดที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ในขณะที่มีการเพิ่มงานในการออกกำลังกาย หรือ ผู้เข้าร่วมวิจัยมีอาการอย่างหนึ่งอย่างใดต่อไปนี้ (American college of sports and medicine, 2006)

1. มีอาการแน่นหน้าอก
2. ค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวลดลงมากกว่า 10 มิลลิเมตรปรอทจากค่าปกติก่อนการรับการทดลอง ในขณะที่เพิ่มความหนักของการวิ่ง
3. มีค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวมากกว่า 250 มิลลิเมตรปรอท หรือมีค่าความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวมากกว่า 115 มิลลิเมตรปรอท
4. มีอาการหอบเหนื่อย หายใจถี่ เป็นเหน็บชาหรือตะคริวที่ขา
5. มีอาการปวดศีรษะ มึนงง คลื่นไส้อาเจียน หรือผิวหนังซีด เย็นชื้น
6. อัตราการเต้นของหัวใจไม่เพิ่มขึ้น ขณะที่เพิ่มความหนักในการวิ่ง
7. ผู้เข้าร่วมวิจัยร้องขอให้หยุดการวิ่ง
8. มีอาการอ่อนล้าอย่างเห็นได้ชัด

การทำให้ร่างกายฟื้นตัว (Recovery method) หมายถึง วิธีการที่นำมาใช้ระหว่างการออกกำลังกายหรือฝึกซ้อม เพื่อให้ร่างกายได้ปรับสภาพได้เร็วขึ้น โดยสังเกตจากปริมาณกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจ ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้การทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี คือ การนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบาด้วยการเดินบนลู่กล และการนวดด้วยน้ำแข็ง

การนั่งพัก (Rest recovery) หมายถึง การนั่งพักบนเก้าอี้มีพนักพิงในห้องอุณหภูมิปกติ หลังออกกำลังกายโดยไม่ต้องทำอะไรอีก และจะไม่ได้รับเครื่องช่วยให้ร่างกายหายเหนื่อยหรือเครื่องดื่มใดๆทั้งสิ้น เป็นวิธีการฟื้นตัวแบบ Passive recovery

การนวดด้วยน้ำแข็ง (Ice massage) หมายถึง การนวดโดยการใช้ผ้าขนหนูชุบน้ำแล้วนำมาห่อน้ำแข็ง ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 0±2 °ซ แล้วนำมานวดให้กับผู้เข้าร่วมวิจัย โดยการกดลึกๆที่บริเวณกล้ามเนื้อ บริเวณแขนทั้ง 2 ข้าง และขาทั้ง 2 ข้าง โดยทำไปเรื่อยๆ จนครบ 15 นาที การนวดเป็นการนวดจากส่วนปลายไปยังส่วนต้น หรือมีทิศทางเข้าสู่หัวใจ เพื่อช่วยให้กล้ามเนื้อคลายตัว ทำให้โลหิตถูกขับออกจากหลอดโลหิตที่บริเวณนั้น และเมื่อลดแรงกดโลหิตก็จะพุ่งมา

การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (Cold water body wetting) หมายถึง การนั่งพักบนเก้าอี้ในห้องอุณหภูมิปกติ ต่อจากนั้นผู้ทำการทดลองจะใช้ผ้าขนหนูชุบน้ำที่ผสมน้ำแข็งซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 5±2 °ซ แล้วบิดให้เหลือน้ำเล็กน้อยและเช็ดให้กับผู้เข้าร่วมวิจัยบริเวณแขนทั้ง 2 ข้าง ขาทั้ง 2 ข้าง คอและใบหน้า โดยทำไปเรื่อยๆ จนครบ 15 นาทีและสับเปลี่ยนหมุนเวียนผ้าเย็นเพื่อให้ความเย็นของผ้าและน้ำเย็นคงที่ (ไพรัช เลิศเกียรติศักดิ์ ,2527) การเช็ดใช้ลักษณะลูบจากส่วนปลายไปยังส่วนต้น หรือมีทิศทางลูบเข้าสู่หัวใจ เพื่อช่วยในการไหลเวียนกลับของโลหิตและน้ำเหลืองด้วย

การออกกำลังกายแบบเบาด้วยการเดินบนลู่กล (Walking on treadmill) หมายถึง วิธีการออกกำลังกาย โดยการก้าวเท้าไปข้างหน้าอย่างเป็นจังหวะ โดยเท้าทั้งสองข้างจะต้องมีส่วนที่ติดพื้นตลอดช่วงก้าว เป็นลักษณะการเคลื่อนไหวอย่างช้า ๆ อยู่บนลู่กล ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ความหนักในการเดินที่ 35 – 40 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด หรือประมาณ 40-50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นวิธีการฟื้นตัวแบบ Active recovery (dynamic) (American college of sports and medicine, 2000)

กรดแลคติก (Lactic acid) หมายถึง สารที่เกิดขึ้นจากการที่กลูโคสเผาผลาญอย่างไม่สมบูรณ์เนื่องจากมีออกซิเจนไม่เพียงพอ จะสะสมไว้ในกล้ามเนื้อและแพร่กระจายออกมาสู่เส้นเลือดถ้ามีมากจะไปขัดขวางการหดตัวของกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดความเมื่อยล้า มีหน่วยเป็น มิลลิโมลต่อลิตร

การเคลื่อนย้ายกรดแลคติก หมายถึง การทำให้กรดแลคติกซึ่งคั่งอยู่ในกล้ามเนื้อและในโลหิตลดลง

อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate หรือ HR) หมายถึง ความสามารถของหัวใจในการออกแรงบีบตัวและคลายตัวซ้ำๆกันในช่วงระยะเวลา 1 นาที

ความดันโลหิต (Blood pressure หรือ BP) หมายถึง ความดันที่เกิดขึ้นเมื่อหัวใจบีบตัวเพื่อสูบฉีดเลือดให้ไหลไปตามหลอดเลือดไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆของร่างกาย การบีบตัวของหัวใจจะทำให้เกิดความดันโลหิตในหลอดเลือด ซึ่งการไหลของเลือดนั้น จะไหลจากบริเวณที่มีความดันสูงไปยังบริเวณที่มีความดันต่ำ ประกอบด้วย ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (Systolic blood pressure หรือ SB) และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (Diastolic blood pressure หรือ DB)

ค่าการใช้ออกซิเจน (Oxygen uptake หรือ VO_2) หมายถึง ค่าของออกซิเจนที่ร่างกายมีความสามารถนำมาใช้ในกระบวนการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย อันเนื่องมาจากการออกกำลังกาย

อัตราการหายใจ (Respiratory rate หรือ RR) หมายถึง การหายใจเข้าออกโดยปกติต่อหน่วยเวลา ในขณะพักอัตราการหายใจประมาณ 12-20 ครั้งต่อนาที

ระดับการรับรู้ความเหนื่อย (Rating of perceived exertion หรือ RPE) หมายถึง มาตรวัดความรู้สึกอ่อนล้าของร่างกายของบอร์ก (Borg's RPE scale, 1970) โดยมีมาตราส่วน 15 จุด (เริ่มตั้งแต่ 6-20) และระดับของความรู้สึกที่หลากหลาย เช่น เบามากมาก (very very light) จนถึงหนักมากมาก (very very hard)

ความสามารถในการทำงานของร่างกาย (Work capacity) หมายถึง ความสามารถสูงสุดในการทำงานของร่างกายขณะออกกำลังกาย โดยสามารถวัดค่าทางสรีรวิทยาได้ ดังนี้

- อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximum heart rate : HRmax) หมายถึง ความสามารถของหัวใจในการออกแรงบีบตัวและคลายตัวซ้ำๆกันมากที่สุด ในช่วงระยะเวลา 1 นาที

- สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal oxygen consumption หรือ VO_2 max) หมายถึง ค่าของความสามารถสูงสุดที่ร่างกายนำออกซิเจนมาใช้ในกระบวนการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย

- เวลาที่ใช้ในการออกกำลังกาย (Exercise duration) หมายถึง ระยะเวลาที่สามารถออกกำลังกายจนถึงค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

นาทีที่ 0 หมายถึง ช่วงเวลาการวัดค่าต่างๆทางสรีรวิทยาหลังออกกำลังกายครั้งแรกทันที

ออกกำลังกายครั้งแรก หมายถึง การออกกำลังกายของผู้เข้าร่วมวิจัยก่อนการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ

ออกกำลังกายครั้งหลัง หมายถึง การออกกำลังกายของผู้เข้าร่วมวิจัยหลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ

ขณะพักระหว่างการออกกำลังกาย หมายถึง ช่วงเวลาการพัก 15 นาที ระหว่างการออกกำลังกายครั้งแรกและการออกกำลังกายครั้งหลัง

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงกระบวนการที่เหมาะสมในการทำให้ร่างกายฟื้นตัว ระหว่างการนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็ง

2. ผลของการวิจัยครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อนักกีฬาและผู้ฝึกสอน โดยสามารถนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในการทำให้ร่างกายฟื้นตัวระหว่างการแข่งขันหรือการออกกำลังกายต่อไป

3. เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่จะศึกษา ค้นคว้า วิจัย และเป็นข้อมูลในการทำวิจัยเกี่ยวกับการฟื้นตัวของร่างกายด้วยวิธีการต่างๆ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายด้วยวิธีการต่างๆ อันได้แก่ การนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็งต่อประสิทธิภาพในการออกกำลังกายในนักกีฬา ผู้วิจัยได้ทำการทบทวนวรรณกรรมต่างๆที่เกี่ยวข้อง สรุปเป็นเนื้อหาสาระสำคัญใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย มีหัวข้อสำคัญดังนี้

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. การออกกำลังกาย
    1.1 การตอบสนองทั่วไปต่อการออกกำลังกาย
    1.2 การใช้พลังงานในขณะออกกำลังกาย
    1.3 ผลการเปลี่ยนแปลงของร่างกายภายหลังจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิก
    1.4 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก
2. การผลิตความร้อนและการสูญเสียความร้อน
3. การใช้ความเย็นในการฟื้นตัวของร่างกาย
    3.1 การรักษาโดยการใช้ความเย็น (Cryotherapy)
    3.2 ผลทางสรีรวิทยาของความเย็น
4. กรดแลคติกกับการออกกำลังกาย
    4.1 ผลของกรดแลคติกในการออกกำลังกาย
    4.2 ผลของการมีกรดแลคติกในเซลล์กล้ามเนื้อ
    4.3 ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ
    4.4 การเคลื่อนย้ายกรดแลคติก
    4.5 การฟื้นตัวจากกรดแลคติกหลังการออกกำลังกาย
5. การนวด
    5.1 บทบาทของการนวดกับการกีฬา
    5.2 การเพิ่มความสามารถโดยการนวดในนักกีฬา
    5.3 การนวดแบบสวีดิช
    5.4 ข้อห้ามในการนวด
    5.5 การนวดด้วยน้ำแข็ง
6. การผ่อนคลาย
    6.1 กลไกการผ่อนคลาย
    6.2 ตัวแปรทางสรีระวิทยาที่บ่งบอกถึงภาวะการผ่อนคลาย

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

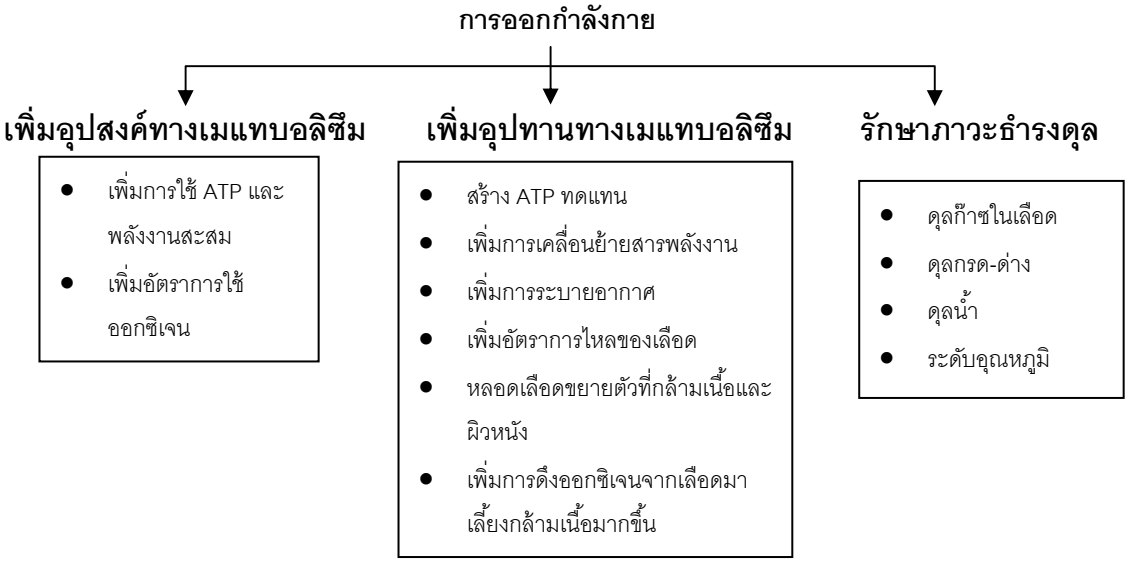
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. การออกกำลังกาย

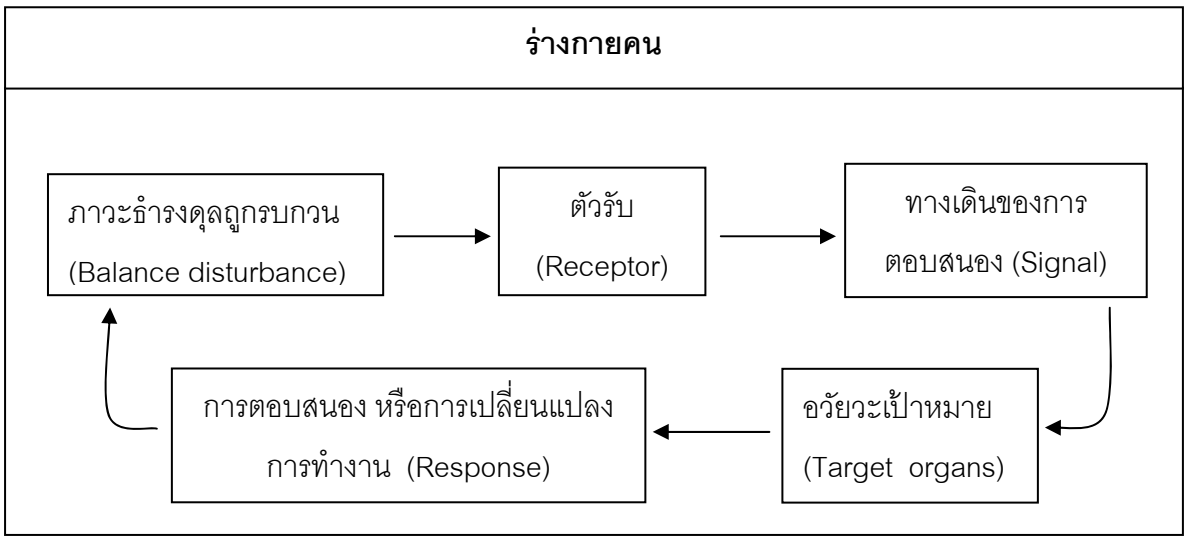
การออกกำลังกาย หมายถึงการทำงานของกล้ามเนื้อเพื่อให้ร่างกายเคลื่อนไหวตามความมุ่งหมายโดยมีการทำงานของระบบต่างๆในร่างกาย ช่วยสนับสนุน ส่งเสริม ให้การออกกำลังกายมีประสิทธิภาพและคงอยู่ได้ สรีรวิทยาของการออกกำลังกายเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการทำงานต่างๆ ดังกล่าว ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการออกกำลังกายเพียงครั้งเดียว (ผลเฉียบพลัน) หรือจากการออกกำลังกายซ้ำๆ (ผลการฝึก) เพื่อประโยชน์ในการนำการออกกำลังกายมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านการแพทย์และการกีฬา (เพ็ญพิมล ธัมมรัคคิต, 2537)

1.1 การตอบสนองทั่วไปต่อการออกกำลังกาย

การหดตัวของกล้ามเนื้อเป็นปรากฏการณ์หลักทางสรีรวิทยาในการออกกำลังกาย โดยมีระบบต่างๆ ทั้งหมดในร่างกายทำหน้าที่สนับสนุน กลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อต้องอาศัยการสันดาปสารอาหารให้เป็นพลังงาน โดยอาศัยปฏิกิริยาของเอนไซม์ต่างๆ ระบบทำหน้าที่สนับสนุนต้องเกิดขึ้นอย่างสอดคล้องกันเพื่อให้การหดตัวสามารถดำเนินต่อไปได้อย่างต่อเนื่องชั่วระยะเวลาหนึ่ง



รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่สำคัญในระหว่างการออกกำลังกาย
ที่มา: (เพ็ญพิมล ธัมมรัคคิต, 2537 : 45)



รูปที่ 2 แบบแผนทั่วไปของการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อการออกกำลังกาย
ที่มา: (ดัดแปลงจาก เพ็ญพิมล ธัมมรัคคิต, 2537)

การตอบสนองต่อการออกกำลังกาย ส่วนใหญ่เกิดโดยกลไกการป้อนกลับมายับยั้ง (Negative feedback mechanism) (รูปที่ 2) การออกกำลังกายทำให้ภาวะธำรงสมดุล (Homeostasis) หรือสมดุลของสิ่งแวดล้อมภายในถูกรบกวน มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง ระดับออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะมีผลกระตุ้นตัวรับ (Receptor) ในอวัยวะต่างๆของร่างกาย ทำให้เกิดการตอบสนองโดยอาศัยระบบประสาท ระบบฮอร์โมน หรือกลไกภายในอวัยวะนั้นๆเอง ไปสู่อวัยวะเป้าหมาย ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการทำงานของอวัยวะเป้าหมายนั้นๆ เพื่อต่อต้านการรบกวน ทำให้สิ่งแวดล้อมภายในกลับคืนสู่สภาวะสมดุลได้ในที่สุด (Lamb,1984 อ้างถึงใน เพ็ญพิมล ธัมมรัคคิต, 2537)

ระบบสำคัญที่เปลี่ยนแปลงตอบสนองต่อการออกกำลังกาย

1. ระบบประสาท ทำหน้าที่เริ่มต้น ควบคุมและประสานงานการเคลื่อนไหว
2. ระบบกล้ามเนื้อ ทำหน้าที่หดตัว ทำให้เกิดงานเชิงกล
3. ระบบเมแทบอลิซึมและระบบต่อมไร้ท่อ ทำหน้าที่สร้างพลังงานสำหรับการทำงาน
4. ระบบไหลเวียนเลือดและหายใจ ทำหน้าที่ขนส่งออกซิเจน
5. ระบบควบคุมอุณหภูมิ ทำหน้าที่ระบายความร้อน

1.2 การใช้พลังงานในขณะออกกำลังกาย

หลักของการฝึกซ้อมและออกกำลังกาย ต้องอาศัยพื้นฐานความเข้าใจในเรื่องของการสร้างและใช้พลังงาน โปรแกรมการฝึกซ้อมกับการพัฒนาความสามารถทางด้านสมรรถภาพทางกายสามารถที่จัดรูปแบบ โดยอาศัยหลักการของการใช้พลังงานในความแตกต่างของชนิดของการ

1. แหล่งพลังงานจากระบบ ATP-PC (Adenosine triphosphate-phosphocreatine) ระบบนี้ได้พลังงานมาจาก ATP (Adenosine triphosphate) และ PC (Phosphocreatine) พบได้ในเซลล์ทั่ว ๆไป อาศัยแหล่งพลังงานที่มีสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อ และมีการสังเคราะห์ขึ้นมาใหม่อย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ พลังงานระบบนี้ถูกนำมาใช้ในกิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วและมีความหนักสูง ในช่วงระยะเวลาไม่เกิน 30 วินาที

2. แหล่งพลังงานจากระบบไกลโคไลติก (Glycolytic system) ระบบนี้ได้พลังงานมาจากการสลายอาหารประเภทไกลโคเจน ซึ่งไม่ใช้ออกซิเจน พลังงาน ระบบนี้มีขีดความสามารถในการทำงานที่ระดับความหนักมาก ๆได้ ในช่วงระยะเวลา 30-90 วินาที แต่เนื่องจากเป็นระบบที่ก่อให้เกิดกรดแลคติกสะสมในกล้ามเนื้อและเลือด ซึ่งเป็นสาเหตุของความเมื่อยล้า

3. แหล่งพลังงานจากระบบแอโรบิก (Aerobic system) ระบบนี้ได้พลังงานมาจากการออกซิเดชั่นสารอาหาร 3 อย่าง คือ คาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีน โดยเป็นขบวนการที่ใช้ออกซิเจน พลังงานระบบนี้สร้าง ATP ได้มาก ให้พลังงานสูงสามารถทำงานได้เป็นระยะเวลานาน

ในการฝึกซ้อมหรือการแข่งขันกีฬาแต่ละประเภท จะมีความต้องการพลังงานที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดของการออกกำลังกาย รูปแบบการแข่งขัน เทคนิคและทักษะกีฬาบางประเภทกีฬาอาจต้องใช้ระบบพลังงานทั้ง 3 ระบบ ตามกิจกรรมการเคลื่อนไหว ซึ่งแบ่งการออกกำลังกายออกเป็น 2 ประเภท คือ การออกกำลังกายที่ต้องทำเต็มที่และสามารถทำได้เพียงระยะสั้น และการออกกำลังกายที่ทำระยะยาวและทำในระดับต่ำกว่าระดับสูงสุด

1. การออกกำลังกายในระยะสั้น การออกกำลังกายประเภทนี้ ได้แก่ การวิ่ง 100, 200 และ 400 เมตร การยกน้ำหนัก ทุ่มน้ำหนัก ขว้างจักร กระโดดไกล กระโดดสูง เป็นต้น รวมทั้งการออกกำลังกายอย่างอื่นที่มีความหนักและสามารถกระทำได้ไม่เกิน 2-3 นาทีเท่านั้น แหล่งพลังงานสำหรับการออกกำลังกายประเภทนี้ที่สำคัญ คือ คาร์โบไฮเดรต รองลงไปคือไขมัน ส่วนโปรตีนนั้นเกี่ยวข้องน้อยมาก จะเห็นได้ว่าระบบพลังงานที่สำคัญ คือ ระบบแอนแอโรบิก ซึ่งมีการขาดออกซิเจนตลอดช่วงของการออกกำลังกาย จากการสลายไกลโคเจนชนิดแอนแอโรบิกนั้น จะทำให้เกิดกรดแลคติกสะสมมาก การหดตัวของกล้ามเนื้อจะถูกยับยั้ง จึงทำให้เกิดอาการเมื่อยล้า

2. การออกกำลังกายระยะยาว หมายถึง การออกกำลังกายที่นานกว่า 5 นาที สารอาหารที่เป็นแหล่งพลังงานสำคัญ คือ คาร์โบไฮเดรต และไขมัน อย่างไรก็ดี ในระยะแรกของการออกกำลังกาย พลังงานที่สำคัญได้จากไกลโคเจน แต่ในตอนท้ายของการออกกำลังกาย ร่างกายจะใช้

1.3 ผลการเปลี่ยนแปลงของร่างกายภายหลังจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

คือ การเปลี่ยนแปลงของระบบหัวใจและหลอดเลือด กล้ามเนื้อ ตลอดจนการทำงานของระบบอวัยวะต่างๆให้เข้ากับภาวะที่ต้องใช้กำลังกายมากขึ้น ซึ่ง หมายถึง ภาวะที่ร่างกายต้องการออกซิเจนมากขึ้น เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย เนื่องจากการออกกำลังกายมีอยู่ 2 ประการ คือ ผลการเปลี่ยนแปลงของร่างกายในระยะสั้น และผลการเปลี่ยนแปลงของร่างกายในระยะยาว

ผลการเปลี่ยนแปลงของร่างกายในระยะสั้น (Acute effects) มีดังนี้

1. มีการหมุนเวียนของเลือดในเส้นเลือดฝอยในกล้ามเนื้อมากขึ้น

2. เลือดฉีดออกจากหัวใจเพิ่มขึ้น เพราะชีพจรหรืออัตราการเต้นของหัวใจเร็ว ปริมาณเลือดที่สูบฉีดแต่ละครั้งเพิ่มขึ้นอาจเป็น 4-5 เท่าของภาวะปกติ

3. ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว มีค่าลดต่ำลง เนื่องจากการขยายตัวและปรับตัวของเส้นเลือดในร่างกาย

4. มีการสร้างความพร้อมในร่างกายมากขึ้น จึงมีการระบายความร้อนโดยเส้นเลือดที่ผิวหนังจะขยายตัว

ผลการเปลี่ยนแปลงของร่างกายในระยะยาว (Chronic effects) มีดังนี้

1. ชีพจรเต้นช้าลงทั้งขณะฝึกและขณะออกกำลังกาย

2. หัวใจจะโตขึ้นทั้งขนาดและปริมาตร ทำให้การสูบฉีดของเลือดได้มากขึ้น

3. ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวจะมีค่าลดลง

4. เลือดจะไหลไปเลี้ยงส่วนกล้ามเนื้อหัวใจได้ดีขึ้น

5. การสูบฉีดเลือดออกจากหัวใจจะได้ครั้งละมากขึ้นกว่าปกติ และขณะออกกำลังกายจะมีเลือดสูบฉีดไปยังส่วนต่างๆของร่างกายมากขึ้น

6. เลือดจะฉีดไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกายขณะออกกำลังกายมากขึ้น

7. การแข็งตัวของเส้นเลือดที่จะทำให้เส้นเลือดเปราะได้จะเกิดขึ้นช้าลง

8. เพิ่มระดับไขมันชนิดเอช ดี แอล (HDL – High density lipoprotein) ซึ่งเป็นผลดีต่อการป้องกันโรคหัวใจ

9. การเปลี่ยนแปลงของระบบต่อมไร้ท่อ ทำให้ประจำเดือนของเพศหญิงมีน้อยลง ขนาดของต่อมหมวกไตมีขนาดใหญ่ขึ้น

10. ระบบหายใจที่เกิดจากการฝึกหรือออกกำลังกาย จะทำให้การหายใจไม่ต้องใช้พลังงานมากแต่ได้ปริมาณงานเท่าๆกัน การใช้ออกซิเจนจะคงระดับอยู่ได้

1.4 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

การวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยในเรื่องของการออกกำลังกายและการฟื้นตัวของร่างกายที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบการไหลเวียนโลหิตและระบบการหายใจในร่างกาย ซึ่งจะกล่าวถึงค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยดังนี้

1.4.1 อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate - HR) ในคนปกติทั่วไป อาจมีอัตราการเต้นของหัวใจที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับอิริยาบถ การออกกำลังกาย อารมณ์ อายุ เพศ ความสมบูรณ์ของร่างกาย เป็นต้น ผู้ใหญ่ชายจะมีค่าอัตราการเต้นของหัวใจประมาณ 72 ครั้งต่อนาที ผู้ใหญ่หญิงจะมีค่าอัตราการเต้นของหัวใจประมาณ 80 ครั้งต่อนาที เด็กแรกเกิดอาจเต้นถึง 135 ครั้งต่อนาที ในนักกีฬาที่ได้รับการฝึกมานาน หัวใจอาจเต้นเพียง 50 ครั้งต่อนาที อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักจะลดลงในผู้ที่ฝึกเป็นประจำ ในหญิงจะมีอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าชายประมาณ 5-10 ครั้ง การวัดการเต้นของหัวใจโดยนับเป็นจำนวนครั้งต่อนาทีที่หัวใจห้องล่างซ้ายมือบีบตัว โดยตรวจนับที่บริเวณหัวใจแต่อาจตรวจนับอัตราการเต้นของหัวใจบริเวณข้อพับ เช่น ข้อมือ ส่วนบนด้านหน้าคอ เป็นต้น การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ เป็นหนึ่งในวิธีการวัดค่าการใช้พลังงานทางอ้อม (Indirect calorimeter) โดยอาศัยค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและการใช้ออกซิเจนโดยดูความต้องการ การใช้ออกซิเจนของเนื้อเยื่อและการใช้เชื้อเพลิงจากอาหารซึ่งต้องการตามความหนักและเวลาของการทำกิจกรรมเพิ่มขึ้น ดังนั้น การเพิ่มการใช้ออกซิเจนกับการสูบฉีดโลหิตจึงมีความสัมพันธ์กันอย่างมาก โดยวิธีการนี้จะดูจากการเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงของอัตราการเต้นของหัวใจกับการใช้ออกซิเจน (Payne et al, 1971) เมื่อมีการออกกำลังกาย อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นเกือบจะทันที และจะคงสูงอยู่ตลอดระยะเวลาในการออกกำลังกาย การเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจเกิดจาก การควบคุมโดยตรงจากกลไกทางระบบประสาท และกระตุ้นโดยผลผลิตที่เกิดขึ้นจากการออกกำลังกาย เนื่องจากอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับงาน ดังนั้นเมื่อออกกำลังกายจนถึงระยะเวลาคงที่ (Steady state) อัตราการเต้นของหัวใจก็มักจะคงที่ด้วย การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจจะขึ้นอยู่กับระดับของการออกกำลังกาย หากความหนักอยู่ในระดับปานกลาง (Moderate exercise) อัตราการเต้นของหัวใจในระดับนี้จะเพิ่มขึ้น

1.4.2 **ความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย** (Blood pressure - BP) เมื่อหัวใจบีบตัวเพื่อสูบฉีดเลือดให้ไหลไปตามหลอดเลือดไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆของร่างกาย การบีบตัวของหัวใจจะทำให้เกิดความดันในหลอดเลือด ซึ่งการไหลของเลือดนั้น จะไหลจากบริเวณที่มีความดันสูงไปยังบริเวณที่มีความดันต่ำ ความดันโลหิตโดยทั่วไป จะหมายถึง ความดันในหลอดเลือดแดง นิยมวัดที่หลอดเลือดแดงขนาดปานกลางบริเวณต้นแขน (Brachial artery) ซึ่งค่าความดันโลหิตสูงสุดในระยะบีบตัวจะเรียกว่า “ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (Systolic blood pressure หรือ SBP)” ส่วนค่าความดันโลหิตสูงสุดในระยะคลายตัวจะเรียกว่า “ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (Diastolic blood pressure หรือ DBP)” ซึ่งโดยปกติค่าระหว่าง SBP กับ DBP จะมีค่าเท่ากับ 120 / 80 มิลลิลิตรปรอท ถ้าเกิดความดันโลหิตสูง จะมีค่าระหว่าง SBP กับ DBP ที่สูงกว่าปกติ เช่น 150 / 90 มิลลิลิตรปรอท (พิชิต ภูติจันทร์, 2535) เมื่อมีการออกกำลังกาย อัตราการไหลเวียนทั่วร่างกายเพิ่มสูงขึ้น ความดันโลหิตจะเพิ่มขึ้นในช่วง 2-3 นาทีแรก หลังจากนั้นจะเข้าสู่ภาวะคงที่ ระดับความดันโลหิตจะขึ้นอยู่กับความหนักเบาของการออกกำลังกาย เมื่อหยุดออกกำลังกาย ความดันโลหิตจะลดลงทันทีและต่ำกว่าระยะพักเล็กน้อยเพียง 5-10 นาที หลังจากนั้นความดันเลือดจะค่อยๆกลับเพิ่มสูงขึ้น ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (DBP) มักไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงเมื่อออกกำลังกายระดับเบาหรือระดับปานกลาง แต่อาจจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อออกกำลังกายอย่างหนัก ส่วนค่าความความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (SBP) จะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับความหนักของการออกกำลังกาย เช่น การออกกำลังกายถึงระดับสูงสุด ความความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (SBP) อาจถึงระดับ 200 มิลลิลิตรปรอท หรือสูงกว่าในขณะพักถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (จุไรพร สมบุญวงค์ และคณะ, 2546)

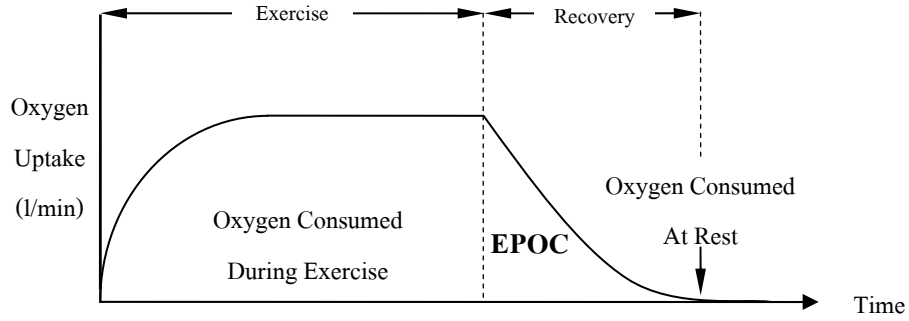
1.4.3 **ค่าการใช้ออกซิเจน** (VO_2 **หรือ** Oxygen uptake) หมายถึง ปริมาณของออกซิเจนที่ร่างกายรับไปให้เซลล์ใช้ต่อนาที ซึ่งถูกกำหนดโดยปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงเนื้อเยื่อ และปริมาณของออกซิเจนจากเลือดที่แพร่เข้าสู่เนื้อเยื่อนั้น (คนทั่วไปขณะพักจะมีค่าประมาณ 3.5 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที ซึ่งอาจเรียกค่านี้ในขณะพักว่า 1 Metabolic equivalent หรือ 1 MET ขณะออกกำลังกายค่าการใช้ออกซิเจนจะแปรตามความหนักเบาของการออกกำลังกาย โดยการใช้ออกซิเจนจะค่อยๆเพิ่มขึ้นระหว่าง 2-3 นาทีแรกของการออกกำลังกายแล้วจะถึงระดับคงที่ (Steady State) ซึ่งสมรรถภาพการรับออกซิเจนจากเลือดจะใกล้เคียงกับค่าการใช้ออกซิเจนของ

1.4.4 **สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด** (Maximal Oxygen Consumption) จะมีความหมายถึง ความสามารถของร่างกายในการรับออกซิเจนไปเลี้ยงสู่เซลล์ต่างๆ ซึ่งถูกกำหนดโดยปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงเนื้อเยื่อ และปริมาณของออกซิเจนที่แพร่จากเลือดเข้าสู่เนื้อเยื่อ เป็นตัวบ่งชี้การทำงานของระบบไหลเวียนและระบบหายใจที่มีความสำคัญต่อการผลิตพลังงาน เพื่อใช้ในการออกกำลังกายได้อย่างต่อเนื่องและระยะเวลานาน โดยออกซิเจนจะลำเลียงเข้าสู่เซลล์บริเวณไมโทคอนเดรียและในกระบวนการนี้จะมีคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกกำจัดออกจากร่างกายด้วย ขณะที่ร่างกายทำงานหนักมากขึ้นเรื่อยๆ กระบวนการใช้ออกซิเจนและกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์จะทำงานเร็วขึ้น จนในที่สุดเซลล์และเนื้อเยื่อไม่สามารถรับออกซิเจนเพิ่มมากขึ้นได้อีก สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีความแตกต่างกันตามเพศ อายุ และสัดส่วนของร่างกาย ซึ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ ซึ่งจะสูงเมื่ออายุ 20-25 ปีในเพศชาย และเมื่ออายุ 25-30 ปีในในเพศหญิง หลังจากนั้นจะค่อยๆลดลง โดยทั่วไปเพศชายจะมีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดประมาณ 50 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที ส่วนเพศหญิงจะมีค่าประมาณ 40 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที ซึ่งน้อยกว่าเพศชาย และหลังจากช่วงอายุดังกล่าว ค่าการใช้ออกซิเจนจะคงระดับ และค่อยๆลดต่ำลง ซึ่งการออกกำลังกายแบบแอโรบิกจะช่วยมีผลต่อการพัฒนาระบบการไหลเวียนโลหิตและระบบการหายใจ หรือรักษาระดับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดไว้ได้ (ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536)

1.4.5 **การใช้พลังงานในช่วงหลังหยุดออกกำลังกายหรือค่าการใช้ออกซิเจนหลังการออกกำลังกาย** (Excess post-exercise oxygen consumption **หรือ** EPOC) ในขณะที่เราออกกำลังกายแบบเข้มนานขึ้น ความสามารถในการสังเคราะห์พลังงานเอทีพีจะไม่สูงตามไปด้วย

การจ่ายหนี้ในระยะแรกเป็นการจ่ายหนี้อย่างรวดเร็ว โดยใช้เวลาประมาณ 2-3 นาทีในระยะฟื้นตัว เชื่อกันว่า ออกซิเจนที่จ่ายคืนในระยะนี้นำไปใช้ในการสังเคราะห์ฟอสโฟครีเอทีนกลับคืน จากนั้นออกซิเจนจะค่อยๆลดปริมาณลงอยู่ในระดับคงที่ และเข้าสู่ระยะหลัง ซึ่งอาจใช้เวลาเป็นชั่วโมงในคนที่ร่างกายไม่ฟิต เชื่อกันว่า ออกซิเจนในระยะหลังนี้ ถูกนำไปเผาผลาญกรดแลคติก ฮอร์โมนอะดรีนาลิน หรือกระบวนการเมแทบอลิซึมยังสูงอยู่ แม้จะหยุดออกกำลังกายแล้วก็ตาม (Margaria et al., 1963)

สรุปแล้ว การเป็นหนี้ออกซิเจน ช่วงเริ่มต้นของการออกกำลังกาย ปริมาณของออกซิเจนที่นำเข้าสู่ร่างกายจะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งร่างกายสามารถผลิตพลังงานให้พอเพียง (การใช้ปริมาณของกรดแลคติกยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ) ร่างกายก็จะสามารถทำงานต่อไปอย่างสม่ำเสมอ แต่เมื่อระยะเวลาของการออกกำลังกายผ่านไปในช่วงเวลาหนึ่ง พลังงานของร่างกายจะได้มาจากการสลายตัวของเอทีพีภายในกล้ามเนื้อโดยใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน ปริมาณของออกซิเจนภายในกล้ามเนื้อทำหน้าที่ผลิตพลังงานต่อเนื่อง โดยกระบวนการไกลโคไลซีส จะทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจน น้ำ และกรดไพรูวิก ในช่วงนี้หากปริมาณของออกซิเจนที่มีอยู่ในกล้ามเนื้อไม่เพียงพอ ร่างกายจะทำการยืม



รูปที่ 3 แสดงปริมาณการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกายและหลังออกกำลังกาย
ที่มา: (ดัดแปลงมาจาก Lamb, 1984: 104)

จากรูปที่ 3 เมื่อเริ่มออกกำลังกาย ปริมาณออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วใน 1-2 นาทีแรก หลังจากนั้นจะรักษาสถานะคงตัว (Steady State) แล้วค่อยๆลดลงเมื่อหยุดออกกำลังกายสู่ระดับปกติ (ระดับพัก) ปริมาณของออกซิเจนที่ขาดไปก่อนถึงระดับคงที่จะต้องจ่ายคืนในระยะฟื้นตัว เรียกออกซิเจนจำนวนนี้ว่า “การเป็นหนี้ออกซิเจน” (Oxygen Debt = EPOC)

1.4.6 **การระบายอากาศ (Minute ventilation หรือ V_E)** การที่ร่างกายทำงานมากขึ้นระหว่างการออกกำลังกาย การระบายอากาศจะเพิ่มขึ้นโดยแปรผันตามระดับการออกกำลังกาย ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่ก่อนการออกกำลังกายจนสิ้นสุดการออกกำลังกาย โดยเกิดขึ้นได้จากการเพิ่มทั้งความลึกของการหายใจและอัตราการหายใจ หรือโดยการเปลี่ยนแปลงอย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างบุคคลและระดับของการออกกำลังกาย ถ้ามีการออกกำลังกายระดับเบาหรือปานกลาง มักมีการเพิ่มความลึกของการหายใจเป็นส่วนใหญ่และมีการเพิ่มอัตราการหายใจเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อมีการออกกำลังกายที่หนักเพิ่มขึ้น ความลึกของการหายใจจะเพิ่มขึ้นถึงระดับคงที่ (2.5-3 ลิตร) แต่อัตราการหายใจจะเพิ่มขึ้นมาก (ประมาณ 30-40 ครั้งต่อนาที) เพราะเวลาในการหายใจเข้าและหายใจออกจะสั้นลง ปริมาณการระบายอากาศต่อนาทีเรียกว่า “Minute ventilation หรือ V_E” ในคนปกติขณะพักจะมีค่าประมาณ 5-6 ลิตรต่อนาที ซึ่งคำนวณได้จาก ผลคูณระหว่างปริมาณอากาศที่หายใจเข้าหรือออกหนึ่งครั้ง (Tidal volume หรือ TV) กับ อัตราการหายใจ (Respiratory rate) ซึ่งในขณะพักนั้น ปริมาณอากาศที่หายใจเข้าหรือออกหนึ่งครั้งประมาณ 500 มิลลิลิตร และอัตราส่วนการหายใจเฉลี่ยประมาณ 12-16 ครั้ง แต่เมื่อมีการออกกำลังกายค่าการระบายอากาศจะเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากอาจถึง 120 ลิตรต่อนาที (3 ลิตร

1.4.7 **อัตราการหายใจ** (Respiratory rate **หรือ** RR) หมายถึง การหายใจเข้าออกโดยปกติต่อหน่วยเวลา ในขณะพักอัตราการหายใจประมาณ 12-20 ครั้งต่อนาที (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร, 2544) และหากร่างกายอยู่ในภาวะที่ผ่อนคลายอัตราการหายใจจะลดลง และอัตราการเต้นของหัวใจลดลง และความตึงตัวของกล้ามเนื้อลดลง (Benson, 2001) การที่ร่างกายทำงานมากขึ้นระหว่างการออกกำลังกาย การระบายอากาศจะเพิ่มขึ้นโดยแปรผันตามระดับการออกกำลังกาย ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่ก่อนการออกกำลังกายจนสิ้นสุดการออกกำลังกาย โดยเกิดขึ้นได้จากการเพิ่มทั้งความลึกของการหายใจและอัตราการหายใจ หรือโดยการเปลี่ยนแปลงอย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างบุคคลและระดับของการออกกำลังกาย ถ้ามีการออกกำลังกายระดับเบาหรือปานกลาง มักมีการเพิ่มความลึกของการหายใจเป็นส่วนใหญ่และมีการเพิ่มอัตราการหายใจเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อมีการออกกำลังกายที่หนักเพิ่มขึ้น ความลึกของการหายใจจะเพิ่มขึ้นถึงระดับคงที่ (2.5-3 ลิตร) แต่อัตราการหายใจจะเพิ่มขึ้นมาก (ประมาณ 30-40 ครั้งต่อนาที) เพราะเวลาในการหายใจเข้าและหายใจออกจะสั้นลง

1.4.7 **ระดับการรับรู้ความเหนื่อย** (Rating of perceived exertion **หรือ** RPE) หมายถึง มาตรวัดความรู้สึกอ่อนล้าของร่างกาย ในที่นี้ใช้มาตรวัดความรู้สึกของบอร์ก (Borg's RPE scale) (Borg's RPE scale, 1970 อ้างถึงใน Arruza, et al., 2005) โดยมีมาตราส่วน 15 จุด (เริ่มตั้งแต่ 6-20) และระดับของความรู้สึกที่หลากหลาย เช่น เบามากมาก (very very light) จนถึงหนักมากมาก (very very hard) โดยบอร์ก (Borg, 1970, 1982, 1988 อ้างถึงใน อ้างถึงใน Arruza, et al., 2005) ได้คิดค้นแบบวัดความรู้สึกเหนื่อยที่มีส่วนเกี่ยวข้องทางด้านจิตวิทยา ซึ่งความรู้สึกอ่อนล้านี้เกี่ยวข้องกับทางกายภาพด้วยเช่นกัน บอร์กได้ออกแบบมาตรวัดนี้ โดยมี

2. การผลิตความร้อนและการสูญเสียความร้อน

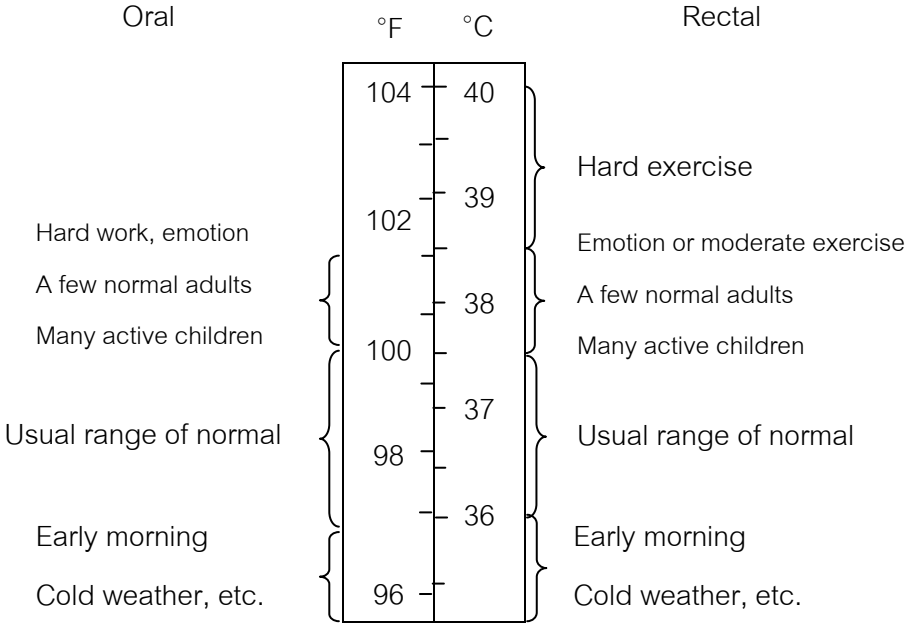
อมรา มลิลาและ คณะ (2526) ได้กล่าวถึงความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกายเป็นผลมาจากการเผาผลาญสารอาหารซึ่งเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา พลังงานที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการทำงานของเซลล์ร่างกาย และถูกเปลี่ยนเป็นความร้อน ซึ่งมีประโยชน์เพียงสร้างความอบอุ่นให้แก่ร่างกายและช่วยให้อุณหภูมิของร่างกายสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศรอบตัว พร้อมกันนั้นความร้อนก็จะสูญเสียไปสู่สิ่งแวดล้อม ตามความแตกต่างของอุณหภูมิตลอดเวลาเช่นกัน เมื่อใดก็ตามที่ความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกายมีปริมาณเท่ากับความร้อนที่สูญเสียไป เราเรียกสภาพนั้นว่า สมดุลความร้อนของร่างกาย ซึ่งจะเพิ่มขึ้นเมื่อเมแทบอลิซึมเพิ่มขึ้น และเมแทบอลิซึมจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากสาเหตุต่อไปนี้

1. อัตราเบซัลเมแทบอลิซึม (basal metabolism) ของเซลล์ทั้งร่างกายเพิ่มขึ้น
2. มีการสั่นของกล้ามเนื้อ (shivering) เช่นขณะหนาว
3. ฮอร์โมนธัยรอกซิน (thyroxin) ในร่างกายเพิ่มขึ้น
4. ฮอร์โมนอิพิเนพริน (epinephrine)ในร่างกายเพิ่มหรือกระตุ้นประสาทซิมพาเทติก
5. ร่างกายมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น เช่น ขณะออกกำลังกายหรือมีไข้

ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536) ได้กล่าวถึงอุณหภูมิของร่างกายจะได้สัดส่วนกับความร้อนที่มีอยู่ในร่างกาย โดยอุณหภูมิของร่างกายจะมีค่าคงที่คือ ประมาณ 37 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของคนปกติสามารถผันแปรไปได้มาก ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างเช่น ขณะออกกำลังกายอย่างหนักหรืออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เย็นจัด และโดยเฉลี่ยอุณหภูมิของร่างกายจะเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส เมื่อความร้อนเพิ่มขึ้น 0.83 กิโลแคลอรี่ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในคนปกติ ขณะนั่งพักจะมีความร้อนเกิดขึ้น ซึ่งถ้าไม่ได้ระบายออกไปจะมีความร้อนสูงขึ้นประมาณ 1 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง และต้นตอความร้อนของร่างกายเกิดขึ้นจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ทั่วร่างกายนอกจากนั้นยังมีปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคือ

1. การทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งรวมถึงกล้ามเนื้อเมื่อหดตัวหนาวสั่น (shivering)
2. เมแทบอลิซึมเพิ่มขึ้นจากผลของฮอร์โมนธัยรอกซิน (thyroxin) จากต่อมธัยรอยด์ต่อเซลล์

3. เมแทบอลิซึมที่เพิ่มขึ้นจากผลของฮอร์โมนอิพิเนพริน (epinephrin) และ นออิพิเนพริน (norepinephrin) จากต่อมหมวกไต รวมทั้งการกระตุ้นประสาทซิมพาเตติค



รูปที่ 4 แสดงความร้อนของร่างกายในขณะพัก

ที่มา: (ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ 2536: 97)

ซึ่งในขณะพักความร้อนที่ได้จากร่างกายนั้น เกิดจากส่วนภายในของร่างกายคือ อวัยวะภายใน และสมองเป็นส่วนใหญ่ และการกระจายความร้อนออกมาภายนอกถูกควบคุมโดยหลอดเลือด แต่เมื่อออกแรงทำงาน ออกกำลังกาย หรือการหนาวสั่นของร่างกาย ความร้อนส่วนใหญ่จะได้จากการทำงานของกล้ามเนื้อลาย

3. การใช้ความเย็นในการฟื้นตัวของร่างกาย

3.1 การรักษาโดยการใช้ความเย็น (Cryotherapy)

การรักษาโดยการใช้ความเย็น (Cryotherapy) เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการพาความร้อนออกจากร่างกาย และทำให้เนื้อเยื่อบริเวณนั้นมีอุณหภูมิต่ำลง (Knight, 1995) การรักษาด้วยความเย็นนั้นจะรวมถึงการใช้น้ำแข็งและถุงน้ำเย็น (Cold pack) ซึ่งจะใช้แรงกดก็ได้ การแช่น้ำเย็น (Cold water immersion) การใช้ความเย็นร่วมกับการออกกำลังกาย (Cryokinetic) และการใช้ความเย็นร่วมกับการยืด (Cryostretch) วิธีการเหล่านี้ อาจใช้รักษาการบาดเจ็บของเนื้อเยื่ออ่อน โดยได้ผลดีในการลดบวมและลดการอักเสบ เอสตัน และปิเตอร์ (Eston and Peters, 1999) ได้รายงานไว้ว่าการแช่น้ำเย็นหลังจากมีการออกกำลังกายแบบ eccentric สามารถลดความเข้มข้นของครีเอทีนไคเนส (CK) และเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหว (ROM) แต่ไม่ได้ผลดีต่อการปวดระบมของกล้ามเนื้อ

แกรนท์ (Grant, 1964) เป็นคนแรกที่ได้อธิบายถึงผลของการนวดด้วยน้ำแข็ง โดยเริ่มต้นด้วยการใช้ลดปวดก่อน ในผู้ป่วยที่เป็นทหารที่มีอาการปวดกล้ามเนื้อ ต่อมากูลิค และคณะ (Gulick et al., 1996) พบว่า การรักษาโดยการนวดน้ำแข็งทันทีเพียงอย่างเดียวได้ผลดีสำหรับการรักษาการระบมกล้ามเนื้อ แต่ผลการรักษาอยู่ได้ไม่นาน แยคแซน และคณะ (Yackzan et al., 1984) รายงานว่า การนวดด้วยน้ำแข็งทันที ภายหลัง24 หรือ 48 ชั่วโมง ไม่ได้ผลต่อการลดการระบมของกล้ามเนื้อ ถึงแม้ว่าการนวดด้วยน้ำแข็งที่แนะนำให้ทำซ้ำในวันต่อมาได้ และอิสเบล และคณะ (Isabell et al., 1992) แนะนำว่า การนวดด้วยน้ำแข็งเป็นเวลามากกว่า 96 ชั่วโมง หลังการออกกำลังกาย อาจเป็นข้อห้ามที่ใช้รักษาการระบมของกล้ามเนื้อ

โฮวัตสัน และแวน โซเมเรน (Howatson and Van Someren, 2003) รายงานว่า การนวดด้วยน้ำแข็งมีผลต่อการลดลงของเอ็นไซม์ครีเอทีนไคเนส ภายหลัง 72 ชั่วโมงจากการออกกำลังกาย แต่ไม่ได้ให้ผลดีต่ออาการ และอาการแสดงอื่น ๆ ของการบาดเจ็บกล้ามเนื้อ ได้แก่ การปวด ระบมของกล้ามเนื้อ ช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการบวมของกล้ามเนื้อ

ผลทางสรีรวิทยา

การรักษาด้วยความเย็นที่นำมาใช้ ภายหลังเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อนั้น ทำให้กล้ามเนื้อมีการฟื้นตัวได้เร็วขึ้นโดยมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา (Meeusen and Lievens, 1986) ดังนี้

1. ลดปวดจากการทำให้ชา เนื่องจากไปบล็อกเส้นประสาทที่นำความเจ็บปวด

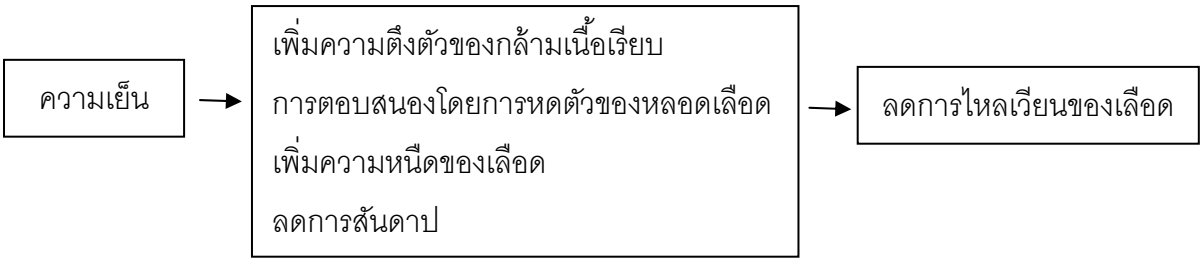
2. ลดการอักเสบและลดบวม โดยหยุดการขยายตัวของหลอดเลือด ทำให้เส้นเลือดหดตัว และห้ามเลือดกรณีที่เส้นเลือดฉีกขาดร่วมด้วย

3. ลดการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ

3.2 ผลทางสรีรวิทยาของความเย็น

เมื่อให้ความเย็นแก่ร่างกาย การตอบสนองทันที คือ เกิดการตีบตัวของหลอดเลือดแดง (Arterioles) และหลอดเลือดดำ (Venules) ลดการไหลซองเลือดที่ไปเลี้ยงบริเวณที่ได้รับความเย็น กลไกที่เกิดขึ้น เชื่อว่าเป็นผลโดยตรงของความเย็นที่มีต่อกล้ามเนื้อเรียบของหลอดเลือดและกลไกรีเฟล็กซ์ที่กระตุ้นให้เกิดการหดตัวของหลอดเลือดที่ผิวหนัง (Reflex cutaneous vasoconstriction) (Guyton,1991) เมื่ออุณหภูมิที่ผิวหนังลดต่ำลงตัวรับความเย็นที่ผิวหนังจะถูกกระตุ้นเป็นสาเหตุให้เกิดการกระตุ้นรีเฟล็กซ์ของ เส้นใยซิมพาเธติค อะดรีเนอร์จิค (Sympathetic adrenergic fiber) การตีบตัวของหลอดเลือดจากรีเฟล็กซ์นี้เป็นผลให้เกิดการตีบตัวของหลอดเลือดในส่วนอื่นของร่างกายได้ ดังรูปที่ 5

ผล

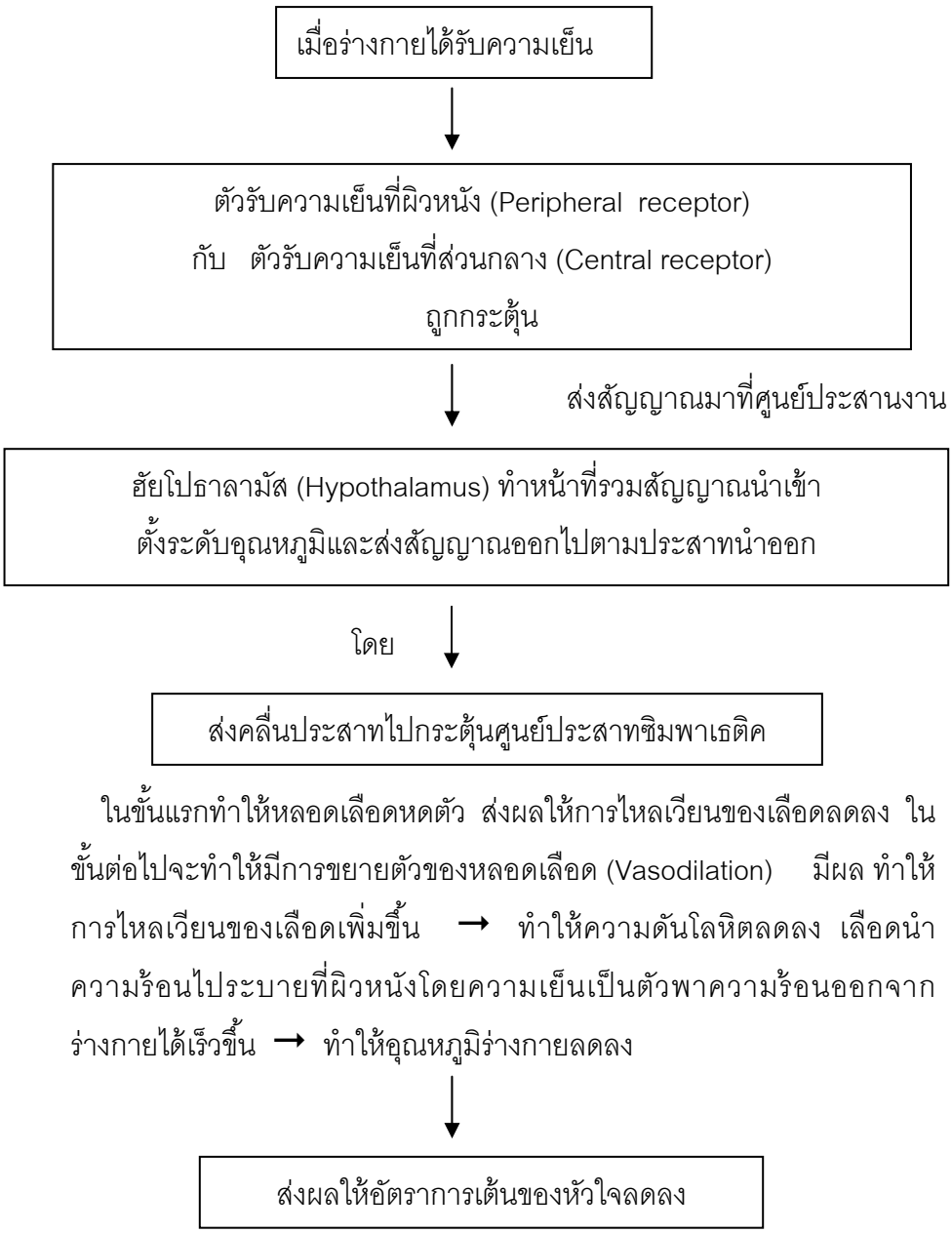


รูปที่ 5 แสดงผลการกระตุ้นด้วยความเย็น ที่มา : (กันยา ปาละวิวัธน์, 2543 : 279)

เมื่ออุณหภูมิของเนื้อเยื่อลดลงเป็นเวลานานหรือเมื่ออุณหภูมิลดต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ความเย็นจะทำให้เกิดการขยายตัวของหลอดเลือดตามมา หลังจากในตอนแรกเกิดการตึงตัวของหลอดเลือด วงจรนี้มีชื่อว่า ฮันทิง เรสปอนซ์ (Hunting response) และ เลวิส (Lewis, 1930 อ้างถึงใน ชาติตะการ สิทธิพันธุรักษ์, 2544) เชื่อว่า วงจรนี้จะถูกควบคุมโดยแอคซอน รีเฟล็กซ์ (Axon reflex) ขณะที่ผิวหนังถูกทำให้เย็นน้อยกว่า 10 องศาเซลเซียสเป็นสาเหตุให้พลังประสาทจากเส้นประสาทนำเข้าถูกนำโดย แอ็นทิดร็อมมิค (Antnidromic) ย้อนกลับไปที่หลอดเลือดแดงของผิวหนัง เลวิส (Lewis, 1930 อ้างถึงใน ชาติตะการ สิทธิพันธุรักษ์, 2544) ตั้งสมมติฐานว่า สารเอช (H substance) ซึ่งมีลักษณะคล้ายฮิสตามีน (Histamine) ถูกหลั่งออกมาจากเซลล์ประสาทมีผลทำให้หลอดเลือดแดงขยายตัว (บังอร ชมเดช,2541) ขณะที่เลือดอุ่นไหลกลับมาที่บริเวณนั้นแล้วทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นเหนือกว่า 10 องศาเซลเซียส ความเย็นจะให้ผลอีก ทำให้เกิดการตีบตัวของหลอดเลือดกลับมาอีกครั้ง แต่ขณะนี้ เชื่อกันว่าเป็นผลจากการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อมัยโอเจนิค (Myogenic activity) ของกล้ามเนื้อเรียบมากกว่า (Nieda and Michlovitz, 1996 อ้างถึงใน ชาติตะการ สิทธิพันธุรักษ์, 2544)

เมื่อร่างกายได้รับความเย็นโดยอาศัยการทำงานของตัวรับความเย็นจะถูกกระตุ้นและส่งคลื่นประสาทไปยังศูนย์ควบคุมอุณหภูมิในสมองและจะมีผลมากระตุ้นศูนย์ประสาทซิมพาเธติคในฮัยโปธารามัสส่วนหลังทำให้หลอดเลือดเกิดการหดตัว (Vasoconstriction) ความร้อนจะถูกถ่ายเทจากเลือดที่อยู่ในหลอดเลือดแดงที่นำเลือดซึ่งอุ่นกว่าออกจากหัวใจไปสู่เลือดในหลอดเลือดดำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า เคาน์เตอร์ เคอเร้นท์ ฮีท เอ็กซ์เชนจ์ (Countercurrent heat exchange)

นอกจากนี้จะพบปรากฏการณ์ที่ต่างออกไปที่เรียกว่าการขยายหลอดเลือดด้วยความเย็น (Cold dilation) คือ หลอดเลือดจะขยายตัวเมื่อกระทบความเย็นจัดอยู่นาน เพื่อเป็นการป้องกันการตายของเนื้อเยื่อที่จะเกิดขึ้น เนื่องจากการขาดเลือดไปเลี้ยง จะสังเกตเห็นว่าบริเวณดังกล่าวซึ่ง

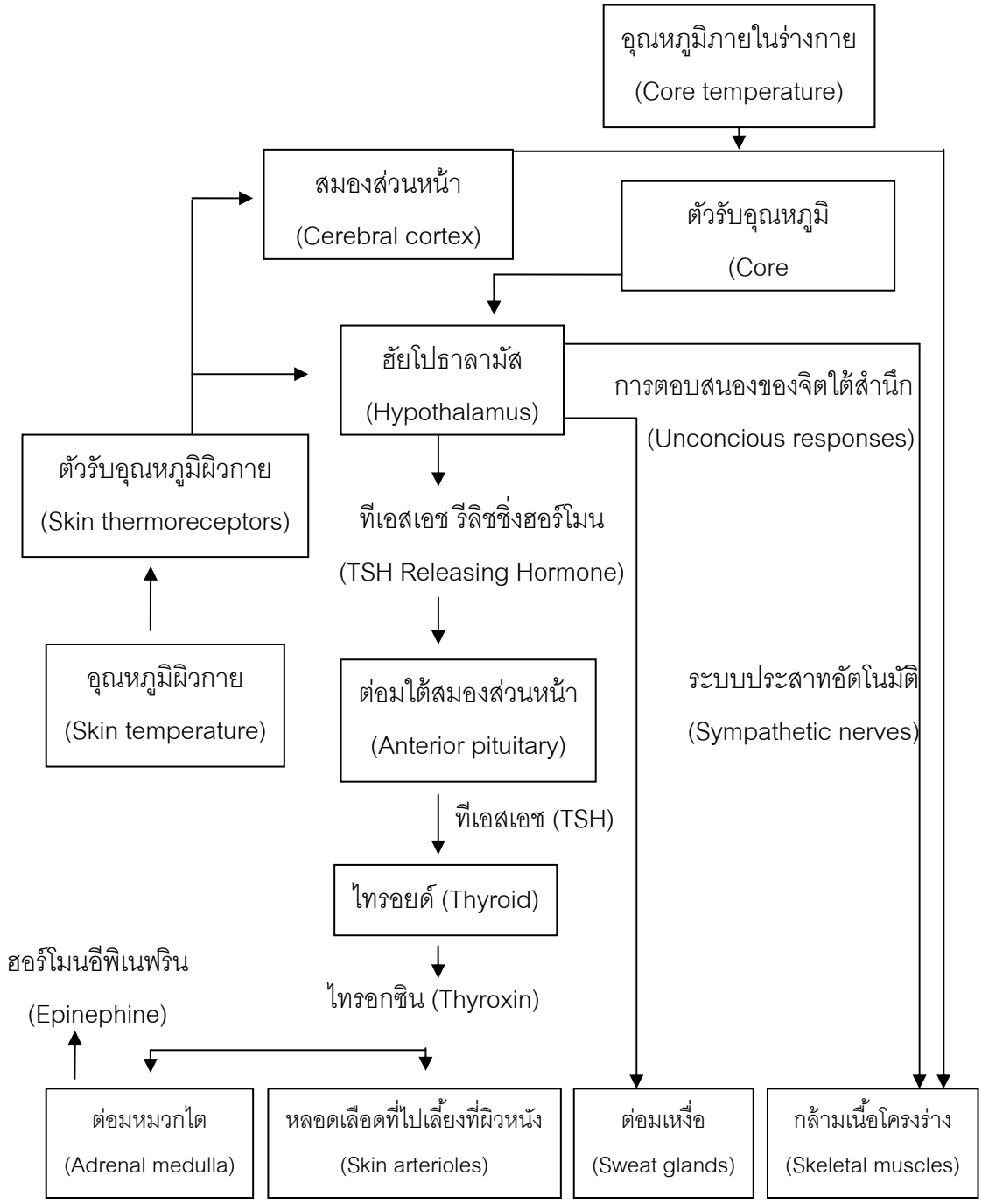


ในขั้นแรกทำให้หลอดเลือดหดตัว ส่งผลให้การไหลเวียนของเลือดลดลง ในขั้นต่อไปจะทำให้มีการขยายตัวของหลอดเลือด (Vasodilation) มีผล ทำให้การไหลเวียนของเลือดเพิ่มขึ้น → ทำให้ความดันโลหิตลดลง เลือดนำความร้อนไประบายที่ผิวหนังโดยความเย็นเป็นตัวพาความร้อนออกจากร่างกายได้เร็วขึ้น → ทำให้อุณหภูมิร่างกายลดลง

ส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลง

รูปที่ 6 แสดงผลการตอบสนองของความเย็นที่มีต่อร่างกาย

ที่มา: (สรุปจาก กันยา ปาละวิวัธน์, 2543 และ วิลเมอร์และคอสติล (Wilmore and Costill, 1995))



รูปที่ 7 เส้นทางเดินทางของการกระตุ้นรีเซปเตอร์ของอุณหภูมิที่ผิวหนังแล้วไปมีผลต่อร่างกายทั่วตัวผ่านทางระบบประสาทออโตโนมิค ระบบประสาทโซมาติก และระบบฮอร์โมน

ที่มา: (Luciano, Vander and Sherman, 1983: 243)

4. กรดแลคติกกับการออกกำลังกาย

นิโลบล เนื่องต้น และ คณะ (2519) ได้กล่าวถึงปริมาณของกรดแลคติกในขณะออกกำลังกาย ส่วนใหญ่ดำเนินไปโดยการสลายกลูโคสโดยไม่ใช้ออกซิเจนจากกระบวนการไกลโคไลซิสในช่วงแรก และจะได้พลังงานส่วนใหญ่จากวงจรเครปส์โดยใช้ออกซิเจนในช่วงหลัง ถ้าร่างกายได้รับออกซิเจนเพียงพอ กรดพัยรูวิคที่เกิดขึ้นในขบวนการไกลโคไลซิสจะถูกสลายต่อไปในวงจรเครปส์ ถึงจะขาดออกซิเจนก็ไม่ทำให้เกิดการคั่งของกรดพัยรูวิค เพราะจะถูกสลายต่อไปเป็น กรดแลคติกโดยเอ็มไซม์แลคเตตดีฮัยโดรจินิส (LDH) ซึ่งปฏิกิริยานี้สามารถกลับไป-มาได้ ดังนี้

$$CH_3 - \overset{0}{\overset{\|}{C}} - COO^- + NADH_2 \xrightleftharpoons{LDH} CH_3 - \overset{OH}{\overset{|}{C}}H\,COO^- + NAD^+$$

(กรดพัยรูวิค) (กรดแลคติก)

ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536: 165-169) ได้กล่าวถึงรูปแบบในการออกกำลังกายไว้ดังต่อไปนี้

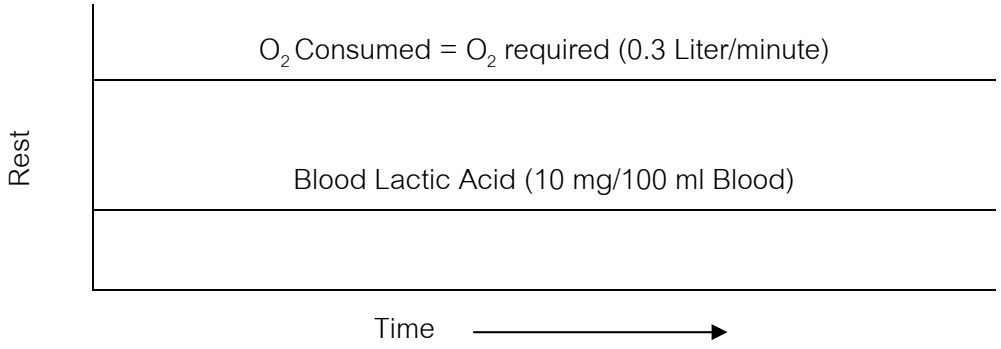
1. ในการออกกำลังกายอย่างเบา ปริมาณกรดแลคติก 2-4 มิลลิโมลต่อลิตร (40% - 49% ของ Max Vo_2) กล้ามเนื้อใช้ออกซิเจนที่เก็บไว้ในกล้ามเนื้อเอง รวมถึงออกซิเจนที่ได้รับจากการหายใจ และการไหลเวียนเลือดก็เพียงพอกับความต้องการของกล้ามเนื้อ ภายหลังการออกกำลังกายประเภทนี้จึงไม่พบกรดแลคติกมากกว่าภาวะปกติ อาชีพที่ไม่ได้ใช้แรงงานมากคือ การทำงานธรรมดาประจำวันนั้นเป็นการใช้กำลังกายที่จัดอยู่ในพวกนี้

2. การออกกำลังกายปานกลางนั้น ปริมาณกรดแลคติกในเลือด 4 – 8 มิลลิโมลต่อลิตร (50%-74% ของ Max Vo_2) ในระยะต้นต้องใช้แอนแอโรบิคเมแทบอลิซึมด้วย จนกว่าแอโรบิคเมแทบอลิซึมจะปรับตัวมาทดแทนได้หมด กรดแลคติกที่เกิดขึ้นจะแพร่กระจายเข้าไปในเลือดดำ และอาจตรวจพบในเลือดแดงด้วยถ้าจำนวนกรดแลคติกที่เกิดขึ้นมากพอ เมื่อการออกกำลังกายดำเนินต่อไปกรดแลคติกจะลดลงสู่ระดับปกติ และทำให้ทำงานต่อไปได้หลายชั่วโมง

3. ในการออกกำลังกายอย่างหนัก ปริมาณกรดแลคติกในเลือด 8-12 มิลลิโมลขึ้นไป (75%-84% ของ Max Vo_2) กรดแลคติกในเลือดมีความเข้มข้นมากกว่า และยังคงสูงอยู่ตลอดระยะการทำงานแต่สามารถทำงานได้ถึง 30 นาที หรือนานกว่านั้น

4. ในการออกกำลังกายอย่างหนักมาก ปริมาณกรดแลคติกในเลือด 12 - 20 มิลลิโมลขึ้นไป (มากกว่า 80% ของ Max Vo_2) จำนวนออกซิเจนที่ขาดจะขาดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และกรดแลคติกในเลือดก็เพิ่มขึ้นมาก การออกกำลังกายชนิดนี้ไม่สามารถทำต่อไปได้เกิน 2 - 3 นาที

ในขณะพักร่างกายใช้ระบบแอโรบิคเพียงระบบเดียวในการให้พลังงานพบว่ามีกรดแลคติกเกิดขึ้นในเลือดเล็กน้อย และมีจำนวนคงที่คือ 10 มิลลิกรัม ต่อเลือด 100 มิลลิลิตร ปอดและหัวใจสามารถขนส่งออกซิเจนได้เพียงพอจึงไม่เกิดการคั่งของกรดแลคติก



รูปที่ 8 แสดงการใช้ออกซิเจนในขณะพัก
ที่มา: (ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536: 150)

ในขณะพักการใช้ออกซิเจน 0.3 ลิตรต่อนาที ซึ่งเป็นค่าคงที่และเพียงพอในการสังเคราะห์ ATP ทำให้กรดแลคติกในเลือดอยู่ในระดับปกติคือ 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (10 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร)

4.1 ผลของกรดแลคติกในการออกกำลังกาย

กรดแลคติกเป็นของเสีย (Waste products) จากขบวนการไกลโคไลซีส (Glycolysis) ในช่วงระหว่างการออกกำลังกายที่ความหนักปานกลางถึงสูงสุด ได้มีผู้วิจัยและศึกษาเกี่ยวกับการเกิดกรดแลคติกในขณะพักและออกกำลังกาย พบว่า ในขณะพักขบวนการไกลโคไลติค (Glycolytic) จะดำเนินไปอย่างช้า ๆ ระดับของกรดแลคติกในเลือดและกล้ามเนื้อจะมีอยู่เพียงเล็กน้อยดังที่ อำพร ศรียาภัย (2544) กล่าวว่า ในขณะพัก ความเข้มข้นของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อเป็น 1.1 มิลลิโมลต่อลิตร ขณะออกกำลังกายที่มีความหนักของงานระดับเบาถึงปานกลางนั้น พลังงานเกือบทั้งหมดได้มาจากขบวนการที่ใช้ออกซิเจน โดยได้จากออกซิเจนที่เก็บไว้ในกล้ามเนื้อ ซึ่งอยู่ในรูปของไมโอโกลบิน (Myoglobin) รวมทั้งเลือดที่อยู่ในกล้ามเนื้อด้วย เป็นผลให้ไม่มีกรดแลคติกสะสมในร่างกายและความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด ในระยะเริ่มต้นของการออกกำลังกายยังคงมีค่าเท่ากับขณะพัก (Hermansen,1971) เมื่อออกกำลังกายกรดแลคติกที่เกิดขึ้นจะสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อ แคโรลินและลินน์ (Carolyn and Lynn,1991) ได้กล่าวไว้ว่า การล้าของกล้ามเนื้อที่มีสาเหตุเนื่องมาจากการใช้งานนั้น มีหลายปัจจัย ได้แก่ การลดลงของพลังงานที่สะสม การขาดออกซิเจน และที่สำคัญ คือ การที่มีกรดแลคติกสะสมในกล้ามเนื้อมาก ในการ

4.2 ผลของการมีกรดแลคติกในเซลล์กล้ามเนื้อ

กรดแลคติกเป็นของเสีย (Waste product) ตัวหนึ่งที่ได้จากการสร้างพลังงานของระบบแอนแอโรบิค เมื่อมีกรดแลคติกเกิดขึ้นในเซลล์กล้ามเนื้อ ในเซลล์มีสภาวะเป็นกรดมากขึ้น ทำให้การปล่อยแคลเซี่ยม (Ca++) จาก Sarcoplasmic recticulum ลดลงและยังเป็นการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ phospho fructokinase ซึ่งเป็นเอนไซม์สำคัญของกระบวนการ anaerobic glycolysis รบกวนการจับของแคลเซี่ยม (Ca++ troponin binding capacity) ทำให้ขัดขวางการทำงานของกล้ามเนื้อโดย actin กับ myosin จะจับตัวกันได้ยาก กล้ามเนื้อหดตัวได้ช้า ส่งผลให้เกิดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ (muscle sorness) และยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดตะคริวที่กล้ามเนื้อ (ผกาวลี ลีวีรพันธ์, 2537)

การล้าของกล้ามเนื้อจะทำให้รู้สึกไม่สบายที่กล้ามเนื้อหรือมีอาการปวดเกร็งกล้ามเนื้อร่วมด้วยเมื่อมีการล้าเกิดขึ้นกล้ามเนื้อจะเคลื่อนไหวลำบาก เคลื่อนไหวได้ช้า ทำงานได้ไม่เต็มที่ปกติ กรดแลคติกจะเกิดขึ้นในเซลล์กล้ามเนื้อก่อนแล้วแพร่กระจายออกมาสู่ในกระแสเลือดภายในระยะเวลาประมาณ 5 นาที หลังจากเกิดแลคติกขึ้น (อำพร ศรียาภัย, 2544) ภาวะปกติในเลือดมีความเข้มข้นของกรดแลคติกประมาณ 10 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร (10%) หากมีกรดแลคติกในเลือดสูงถึง 0.03-0.1 กรัมเปอร์เซนต์ หรือในกล้ามเนื้อ 0.3-0.4 กรัมเปอร์เซนต์ กล้ามเนื้อจะหยุดทำงานระดับกรดแลคติกในเลือดจะเพิ่มสูงขึ้นมากภายใน 5-10 นาที ของการออกกำลังกายสูงสุดบนลู่กล ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15 มิลลิโมลต่อลิตรโดยทั่วไป ในคนปกติที่มีสมรรถภาพทางกายดีจะทนต่อการมีกรดแลคติกในเลือดได้ถึง 130 มิลลิโมลเปอร์เซ็นต์ และบางรายอาจสูงถึง 300 มิลลิโมลเปอร์เซ็นต์

4.3 ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ

ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ (Muscle fatigue) คือ การที่กล้ามเนื้อไม่สามารถทำงานให้มีสมรรถภาพหรือกำลังที่คาดหมายได้ (ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536) ซึ่งอาจเป็นเหตุจากความเมื่อยล้าของระบบประสาทส่วนนอก (Peripheral fatigue) หรือจากความเมื่อยล้าของระบบประสาทส่วนกลาง (Central fatigue) ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระดับความหนักของงานและระยะเวลาที่กำหนดให้ การทำงานที่ระดับความหนักของกล้ามเนื้อใน 10 วินาทีแรกเกิดจากการหดตัวและการคลายตัวอย่างรวดเร็วของกล้ามเนื้อ ทำให้ร่างกายไม่สามารถนำเอา ATP ที่สะสมไปใช้ได้ทัน ทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อช้าลงและหยุดทำงานในที่สุด (Astrand and Rodahl, 1986) สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า คือ กรดแลคติก

1. สาเหตุให้เกิดการเมื่อยล้า อันจะเป็นสาเหตุทำให้ความสามารถในการทำงานของร่างกายการที่ร่างกายมีสารสำหรับสร้างพลังงาน (ATP) ลดน้อยลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งไกลโคเจนหรือผลิตพลังงานได้ไม่พอใช้ เนื่องจากมีแหล่งพลังงานแต่ไม่สามารถผลิตได้ทันความต้องการ ซึ่งเป็นลักษณะของการออกกำลังกายในแบบแอนแอโรบิก

2. การที่ร่างกายมีความร้อนจากกระบวนการเผาผลาญเพิ่มขึ้น ไม่สามารถระบายออกภายนอกได้ทัน (Hyperthermia) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หากการออกกำลังกายต้องดำเนินไปในสภาพอากาศที่ร้อน และต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน

3. การที่ร่างกายเริ่มเป็นหนี้ออกซิเจนมากขึ้น

4. การที่ร่างกายมีการผลิตและสะสมคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น

5. การที่ร่างกายเสียน้ำมากเกินไป

6. การที่ร่างกายเสียอิเลคโตรไลท์ เช่น เกลือโปแตสเซียมมากเกินไป

7. ระบบไหลเวียนโลหิตขาดประสิทธิภาพในการทำงานซึ่งสังเกตได้จากการมีอัตราการเต้นของหัวใจที่สูง

8. การที่ร่างกายสะสมกรดแลคติกมากเกินไป กรดแลคติกอาจเรียกว่าเป็นสารที่ทำให้เมื่อยล้า (Fatigue substance)

ลดลง ดังที่ ประทุม ม่วงมี (2527) ได้กล่าวไว้ดังนี้

ตำแหน่งที่เป็นสาเหตุของอาการล้า (ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และ กันยา ปาละวิวัธน์, 2536)

1. Neuromuscular Junction พบว่า บริเวณรอยต่อของประสาทและกล้ามเนื้อเป็นต้นตอที่ก่อให้เกิดอาการล้า การล้าชนิดนี้พบได้บ่อยในหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว ส่วนกลไกนั้นเชื่อว่า เกิดจากสารสื่อประสาท คือ อะเซติลโคลีน (Acetylcholine) ลดน้อยลง

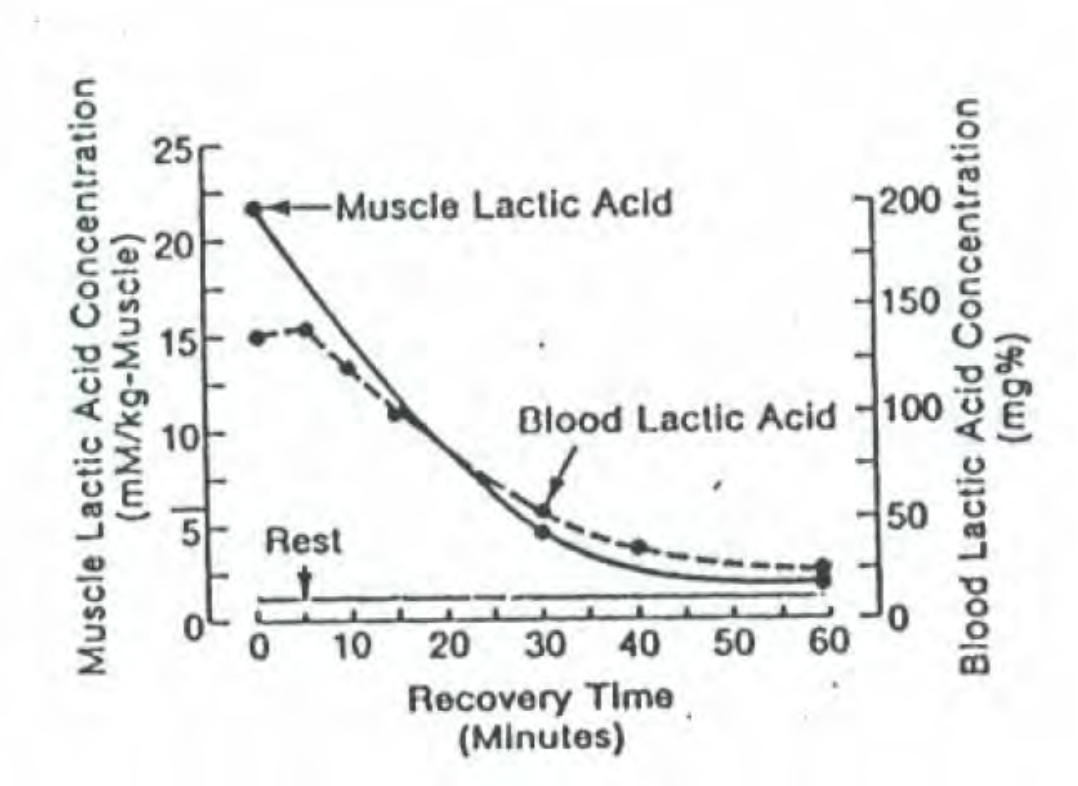
2. Contractile Mechanism เกิดจากกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อ พบว่าการสะสมของกรดแลคติก ทำให้ Peak tension ลดลง ทำให้เกิดความเป็นกรดภายในเซลล์มากขึ้น จึงทำให้การปล่อยแคลเซียมจาก Sarcoplasmic reticulum ลดน้อยลง รวมถึงการหมดไปของ ATP-PC และไกลโคเจนที่สะสมไว้ด้วย

3. ระบบประสาท พบว่าเป็นต้นตออย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดอาการล้า สาเหตุมาจากมี Sensory feed back จากกล้ามเนื้อที่หดตัวในเรื่องแรง หรือความตึง ความปวดกลับไปยังสมองหรือไขสันหลังไปยับยั้งมอเตอร์นิวรอนให้ลดการทำงานลง เป็นผลให้ลดการหดตัวของกล้ามเนื้อมัดนั้น

4.4 การเคลื่อนย้ายกรดแลคติก

ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536: 161-162) ได้กล่าวถึงการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกภายหลังการออกกำลังกายอย่างหนัก จะมีกรดแลคติกคั่งอยู่ในกล้ามเนื้อและในเลือดทำให้มีการเหนื่อยล้า การฟื้นตัวย่อมต้องการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกไปดังนี้

1. อัตราเร็วของการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากเลือดและกล้ามเนื้อ โดยใช้จักรยานวัดงานเป็นเวลา 1 นาที และพัก 5 นาที ทำสลับกัน 5 ชุด และในขณะพักให้ผู้ถูกทดลองนั่งพักโดยไม่ทำอะไรเลย เรียกว่าการฟื้นตัวโดยการพัก (Rest recovery) สังเกตได้ว่าจะต้องการเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง เพื่อเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่คั่งอยู่ซึ่งโดยทั่วไปอาจกล่าวได้ว่าจะต้องการเวลา 25 นาที สำหรับการฟื้นตัว โดยการพักภายหลังการออกกำลังกายอย่างเต็มที่เพื่อที่จะเคลื่อนย้ายกรดที่คั่งอยู่ให้ออกไปได้ครึ่งหนึ่ง



รูปที่ 9 กราฟแสดงความเข้มข้นของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อในระยะฟื้นตัวจากการออกกำลังกายจนหมดแรง โดยทั่วไปจะต้องการระยะฟื้นตัวชนิดที่ให้พักเป็นเวลา 25 นาทีจึงจะเคลื่อนย้าย กรดแลคติกที่คั่งออกไปได้ครึ่งหนึ่ง ที่มา: (ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536: 160)

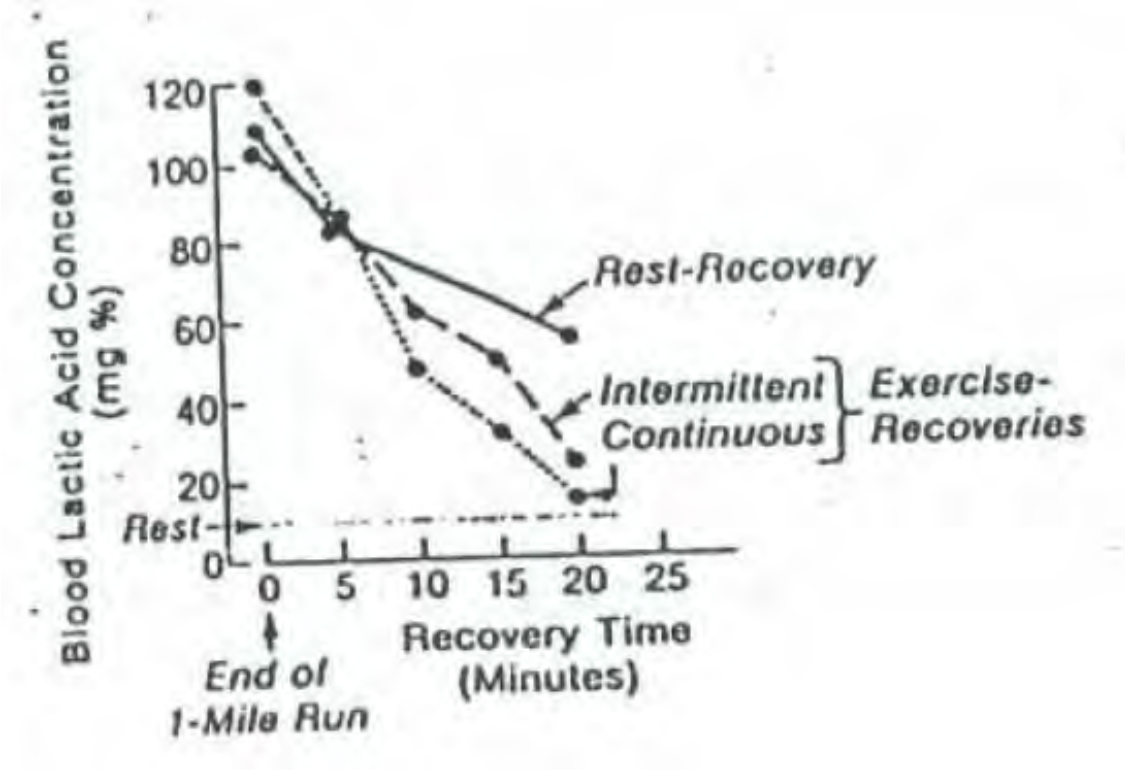
2. ผลของการออกกำลังกายในระยะฟื้นตัวต่ออัตราของการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกในช่วงระหว่างการออกกำลังกายนั้น ได้มีการพบว่าถ้าให้ผู้ออกกำลังเบาๆ แทนที่จะให้อยู่เฉยๆ จะทำให้การเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากเลือด และกล้ามเนื้อเกิดขึ้นได้เร็วกว่า ระยะการฟื้นตัวที่มีการออกกำลังกายเบาๆ นี้เรียกว่าการฟื้นตัวโดยการให้ออกกำลัง (Exercise recovery) โดยทดลองวิ่งระยะทาง 1 ไมล์ (วันเว้นวัน) และจัดให้มีการฟื้นตัวที่แตกต่างกันคือ

2.1 ให้นั่งพัก

2.2 ให้ออกกำลังกายติดต่อกันไปโดยให้วิ่งเหยาะๆ

2.3 ให้ออกกำลังเป็นพักๆ

พบว่า การออกกำลังกายในระยะฟื้นตัว ทำให้อัตราการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก ออกจากเลือดได้เร็วที่สุด



รูปที่ 10 กราฟแสดงความเข้มข้นของแลคติกในระยะฟื้นตัว 2 ประเภท คือ การฟื้นตัวชนิดที่ให้พัก กับการฟื้นตัวชนิดให้ออกกำลังกายจะเห็นว่า กรดแลคติกในเลือดถูกเคลื่อนย้ายไปได้เร็วกว่าเมื่อให้มีการออกกำลังกายภายในระยะฟื้นตัว ที่มา: (ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536: 160)

4.5 การฟื้นตัวจากกรดแลคติกหลังการออกกำลังกาย

การฟื้นตัวของกล้ามเนื้อหลังจากการออกกำลังกาย ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนย้ายของเสีย คือ กรดแลคติก ไฮโดรเจนอิออน (H^+) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) รวมไปถึงการชดเชยพลังงานที่สะสมไว้ใช้ในระหว่างการออกกำลังกาย ฟอสและเคทเยียน (Foss and Keteyian ,1998) รายงานว่า จะต้องใช้เวลา 25 นาที สำหรับการฟื้นตัวด้วยการพัก (Rest recovery) ภายหลังการออกกำลังกายอย่างเต็มที่ เพื่อเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่สะสมอยู่ออกไปได้ครึ่งหนึ่ง และจะใช้เวลา 1 ชั่วโมง 15 นาที ในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่สะสมอยู่ออกประมาณ 95% โดยการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกจากเลือดและกล้ามเนื้อจะทำได้เร็วขึ้น ในช่วงระหว่างการออกกำลังกายนั้น พบว่า ถ้ามีการออกกำลังกายเบา ๆ แทนที่จะให้พักอยู่เฉย จะทำให้การเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากเลือดและกล้ามเนื้อเกิดได้เร็วขึ้น การออกกำลังกายเบา ๆ นี้ เรียกว่า การฟื้นตัวโดยการออกกำลังกาย(Exercise recovery) หรือการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว (Active recovery) ซึ่งจะมีวิธีการเหมือนกับการคลายอุ่นร่างกาย (Cool down) ซึ่งจะช่วยให้กล้ามเนื้อสามารถฟื้นสภาพจากอาการเมื่อยล้าได้เร็วขึ้นขณะเดียวกัน ยังช่วยลดสภาวะที่อาจจะนำไปสู่การบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ เอ็นและข้อต่อในระหว่างการฝึกซ้อมหรือออกกำลังกาย โดยความหนักของการออก

1. ขับถ่ายออกทางปัสสาวะและเหงื่อ ซึ่งเป็นไปได้น้อยมาก

2. การเปลี่ยนไปเป็นกลูโคส หรือไกลโคเจน เนื่องจากกรดแลคติกเป็นผลิตผลจากการสลายคาร์โบไฮเดรต ดังนั้นจึงสามารถเปลี่ยนไปเป็นไกลโคเจนและกลูโคส ในกล้ามเนื้อและตับได้ แต่การสร้างไกลโคเจนในกล้ามเนื้อและตับนั้นเป็นไปได้ช้ามาก

3. การเปลี่ยนไปเป็นโปรตีน ซึ่งจะเกิดเพียงเล็กน้อยในทันทีของระยะฟื้นตัว

4. การออกซิเดชั่นเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ กรดแลคติกสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ เมื่อมีออกซิเจน โดยเปลี่ยนไปเป็นกรดพลัยรูวิคก่อนแล้วเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ในกระบวนการของวัฏจักรเครปส์ส์ (Krebs cycle) และระบบขนส่งอิเล็คตรอน (Electron transport) ปฏิกิริยาทางเคมีของการออกซิเดชั่นของกรดแลคติกมีดังต่อไปนี้

$C_3H_6O_3$ ⇨ $C_3H_4O_3 + 3O_2$ ⇨ $3CO_2 + 3H_2O +$ พลังงาน

(กรดแลคติก) (กรดพัยรูวิค)

พลังงาน + 16 ADP + 16 Pi ⇨ 16 ATP

5. การนวด

การนวดเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่เกิดขึ้นของมนุษยชาติ เริ่มจากสัญชาตญาณเบื้องต้นของการอยู่รอด เมื่อมีอาการปวดเมื่อยหรือเจ็บป่วย ตนเองหรือผู้ที่อยู่ใกล้เคียงจะลูบไล้บีบนวดบริเวณดังกล่าว ทำให้อาการเบาลง ทีแรกก็เป็นไปโดยมิได้ตั้งใจ ต่อมาเริ่มสังเกตเห็นผลของการบีบนวดในบางจุดหรือบางวิธีก็ได้ผลจึงเก็บไว้เป็นประสบการณ์ กลายเป็นความรู้ที่สืบทอดกันต่อๆ มาหลายชั่วคน จากรุ่นหนึ่งไปสู่อีกรุ่นหนึ่งจึงสะสมจากลักษณะง่ายๆ ไปสู่ความสลับซับซ้อนยิ่งขึ้น กระทั่งสามารถสร้างขึ้นเป็นทฤษฎี การนวด จึงกลายมาเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งในแหล่งอารยธรรมที่สำคัญของโลก มีศาสตร์ของการนวดรักษาปรากฏอยู่ และสืบทอดมาถึงปัจจุบันที่รู้จักกันในนามของ “การนวดแผนโบราณ” ในตะวันออก ศาสตร์ของการนวดได้ผสานกลมกลืนเข้ากับแนวคิดหลักปรัชญา และคติธรรมชั้นสูง กลายเป็นศิลปะแขนงหนึ่ง ได้แก่ การนวดแผนโบราณของจีน ญี่ปุ่น และอินเดีย (รวมทั้งของไทยเราด้วย ซึ่งถ่ายทอดมาจากอินเดียอีกชั้นหนึ่ง)

ในตะวันตกก็มีศาสตร์ของการนวดโบราณอยู่ด้วย เชื่อกันว่าแพร่หลายไปจากแหล่งอารย-ธรรมเริ่มแรกในเอเชีย แต่ได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมให้เหมาะสมกับวัฒนธรรมประจำชาตินั้นๆ ในภายหลัง เช่น การนวดแบบเตอรกี การนวดแบบฝรั่งเศส และการนวดแบบสวีเดน แต่โดยสรุปแล้วก็คล้ายคลึงกัน ได้แก่ การกด การคลึง การบีบ การหยิก การดึง การลูบ การบิด การม้วน การขยี้ การสั่น การดัด การตบ การทุบ การเหยียบ เป็นต้น ซึ่งเทคนิคการนวดแบบต่างๆ ต้องใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์และโอกาสประโยชน์ ดังที่ ประโยชน์ บุญสินสุขและนาฏวิมล งามศิริจิตต์ (2531) กล่าวว่าการนวดรักษาเป็นเทคโนโลยีแขนงหนึ่ง ที่ได้รับพัฒนาจากการศึกษาค้นคว้าทำการทดลองทั้งในคนและสัตว์ ทำให้เรียนรู้ถึงผลที่เกิดจากการนวดได้อย่างแท้จริง ในขอบเขตของเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่คนเรามีพอจะตรวจสอบได้ การนวดส่วนนี้จึงถูกบรรจุเข้าเป็นส่วนหนึ่งของวิชากายภาพบำบัดในการแพทย์แผนปัจจุบัน

5.1 บทบาทของการนวดกับการกีฬา

การนวดมีบทบาทที่สำคัญเกี่ยวกับการฝึกของนักกีฬา 3 ประการ คือ (ชูศักดิ์ เวชแพทย์และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536)

1. ช่วยให้นักกีฬาฟื้นตัวจากการบาดเจ็บ และช่วยให้หายได้สนิท โดยทำให้มีโอกาสเป็นเรื้อรังได้น้อย

2. ช่วยทำให้กล้ามเนื้ออยู่ในสภาพคลายตัว มีความอ่อนตัว และมีสภาพทางโภชนาการที่ดี

3. ลดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ ช่วยให้นักกีฬาฟื้นตัวจากการปวดกล้ามเนื้อได้เร็ว และสามารถฝึกจนถึงระดับสูงขึ้นไปได้

5.2 การเพิ่มความสามารถโดยการนวดในนักกีฬา

กายภาพบำบัดโดยการนวด เป็นจุดหมายขั้นต้นในกระบวนการรักษาหลังจากการเจ็บป่วยหรือมีความผิดปกติในร่างกาย ส่วนการนวดในนักกีฬานั้นก็มีจุดประสงค์อีกลักษณะหนึ่ง โดยผู้ที่ได้รับการฝึกฝนทางการนวดจะช่วยให้นักกีฬาวิ่งได้เร็วขึ้น กระโดดได้สูงขึ้น หรือกระโดดได้ไกลขึ้น สามารถเตะฟุตบอลได้แม่นยำขึ้น เป็นต้น ดังเช่น ชวลิต ทัศนสว่าง (2530) ได้กล่าวว่า อัลเบอร์โต ซาลาซาร์ นักวิ่งมาราธอน ซึ่งทำการแข่งขันที่นิวยอร์ค ซิตี้ในปี 1982 ได้กล่าวขึ้นในบ่ายวันหนึ่ง ก่อนที่จะมีการบันทึกเป็นสถิติโลกว่า ขาของเขาใช้การไม่ได้เสียแล้ว เขากำลังจะไปบอกเลิกการวิ่งในตอนเย็นระยะทาง 11 ไมล์ แต่หลังจากที่ได้รับการนวด 30 นาที เขาก็เปลี่ยนใจและลงวิ่งได้ตามปกติ ผลดีของการนวดแบบลึกนี้ เพมเบอร์ตัน (Pemberton, 1980 อ้างถึงใน Rogoff, 1980) กล่าวว่า การนวดทำให้ร่างกายปล่อยฮีสตามีนและอะเซติลโคลีน ซึ่งเป็นสารที่ทำให้หลอดเลือดขยายตัว ทำให้การไหลเวียนของโลหิตเพิ่มขึ้นและปล่อยเม็ดโลหิตจากม้ามมากขึ้น ซิวาริรีและเวเนแรนโด (Severini and Venerando, 1967 อ้างถึงในชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536) ได้เสนอแนะว่าการนวดลึกๆ ทำให้การไหลของโลหิตผ่านแขนขาเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ยังเพิ่มการไหลเวียนของน้ำเหลืองอีกด้วยการนวดในนักกีฬาเป็นเพียงวิธีการหนึ่งในหลายๆ วิธีที่จะเพิ่มความสามารถในการแสดงออก นอกจากนั้น ผู้เชี่ยวชาญยังมีความเห็นตรงกันว่า การนวดยังมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมการฝึก แต่การนวดก่อนหรือหลังการออกกำลังกายนั้น ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการนวด คูเพรียน (Kuprian,1982) ได้บอกถึงจุดประสงค์ของการนวดนักกีฬา มี 4 ข้อ คือ

1. นวดก่อนการฝึกซ้อม
2. นวดเพื่อเตรียมความพร้อมของร่างกายก่อนการแข่งขัน (นวดกระตุ้น)
3. การนวดในช่วงพักระหว่างการแข่งขัน และในช่วงเวลาพักระหว่างรอบการแข่งขัน
4. การนวดหลังการฝึกซ้อมหรือการแข่งขัน

5.3 การนวดแบบสวีดิช

การนวดแบบสวีดิชได้กำเนิดขึ้นในสหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ.1817 การนวดสวีดิชที่มีหลักปรัชญาพื้นฐานว่า ร่างกายและจิตใจคือองค์เอกภาพเดียวกัน (ประโยชน์ บุญสินสุข, 2543) ลักษณะการนวดแบบสวีดิชจะประกอบไปด้วยเทคนิคการนวด 5 ลักษณะ (Susan, 1999)

1. การเคลื่อนที่ในการนวดอย่างต่อเนื่องและแผ่วเบา (Gliding)

2. การคลึง (Kneading) คือ การใช้ฝ่ามือแนบกับผิวหนังของผู้ถูกนวด มือเดียวหรือสองมือให้น้ำหนักอยู่ที่ฝ่ามือซึ่งวางแนบราบ (ไม่ใช่เฉพาะที่นิ้วมือ) ออกแรงกดให้ลึกถึงกล้ามเนื้อคลึงให้กล้ามเนื้อถูบนกระดูก (จะต้องออกแรงมากกว่าการลูบ) การคลึงอาจทำเป็นวงกลม โดยการหมุนฝ่ามือ ค่อยไล่ขึ้นไปตามกล้ามเนื้อทีละส่วน ผ่อนแรงกดก่อนเคลื่อนมือแต่ละครั้ง การคลึงอาจ

2.1 ระบบไหลเวียนเลือด

- การคลึงทำให้เลือดถูกบีบออกไป ช่วยในการไหลเวียนของเลือดและน้ำเหลือง

- สำหรับการบวม การคลึงจะทำให้บริเวณนั้นนิ่มลงได้ ลดบวมลง อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ทำให้ส่วนที่นวดอุ่นขึ้น

2.2 ระบบกล้ามเนื้อ

- ทำให้กล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพดีขึ้น เนื่องจากมีเลือดมาเลี้ยงมากขึ้น เช่น การเตรียมตัวของนักกีฬาก่อนการแข่งขัน

- ขจัดของเสียในกล้ามเนื้อได้ดีขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อเมื่อยล้าน้อยลงหลังใช้แรงงาน

- ทำให้กล้ามเนื้อหย่อนลง ผ่อนคลายความเกร็ง

2.3 ผิวหนัง

- ทำให้เลือดมาเลี้ยงที่ผิวหนังมากยิ่งขึ้น

- ถ้าผิวหนังติดกับส่วนอื่นจะทำให้มันหลุดออกได้

- ยาดูดซึมได้ดีขึ้นทางผิวหนังภายหลังการนวดที่นานพอควร

3. การลูบ (Rubbing) คือ การเอาฝ่ามือแนบกับผิวของส่วนที่จะนวดและเคลื่อนที่ไปมาด้วยความเร็วสม่ำเสมอโดยไม่หยุดชะงักกลางท่า ผู้นวดต้องยืนข้างๆ ผู้ถูกนวดโดยคำนึงว่าเมื่อเริ่มลูบแล้วจนถึงสุดท่าลูบ ไม่ต้องหยุดเนื่องจากมือไปไม่ถึงส่วนนั้น ผลของการลูบมีดังต่อไปนี้

- การลูบจะไล่เลือดดำและน้ำเหลืองไปตามหลอดเลือดดำและไล่ให้น้ำเหลืองเข้าสู่หัวใจ ช่วยลดอาการคั่งของเลือดดำและลดการคั่งของน้ำเหลือง ช่วยให้ของเสียต่างๆ ถูกกำจัดจากเนื้อเยื่อส่วนนั้นให้เร็วขึ้น

- การลูบทำให้เกิดการตอบสนองที่ปลายประสาท ทำให้หลอดเลือดแดงขยายตัวช่วยให้เลือดมาเลี้ยงผิวหนังมากขึ้น

- การลูบทำให้กล้ามเนื้อผ่อนคลาย

4. การทุบ (Pounding) คือ กำมือหลวมๆ ทุบโดยใช้สันมือด้านนิ้วก้อยลง ผลของการทุบมีดังต่อไปนี้

- ทำให้เลือดมาเลี้ยงมากขึ้น ผิวหนังแดง

- กระตุ้นให้กล้ามเนื้อหดตัว

5. การสั่น (Shaking) คือ การใช้สองมือหรือมือเดียวจับที่ตัวกล้ามเนื้อแล้วสั่นด้วยความเร็วมากๆ ผลของการสั่นทำให้กล้ามเนื้อผ่อนคลาย ทิศทางในการนวดจะนวดตามลายของกล้ามเนื้อและเคลื่อนที่ไปหาต่อมน้ำเหลืองและหัวใจ

หลักสำคัญในการนวดสวีดิช คือ จังหวะการนวดที่ช้าต่อเนื่องเน้นการผ่อนคลายของผู้ป่วยเป็นสำคัญ การนวดจะใช้น้ำมันโลชั่นหรือแป้งประกอบในการนวด เพื่อลดแรงเสียดทานบริเวณผิวหนัง

5.4 ข้อห้ามในการนวด

ประโยชน์ บุญสินสุข (2543) กล่าวว่าลักษณะอาการทางกายวิภาคที่ไม่เหมาะสมที่จะรับการนวด มีดังต่อไปนี้

1. บริเวณบาดแผล เพราะอาจเกิดการติดเชื้อ เจ็บปวดหรือแผลแยกทำให้หายช้า แต่นวดเบา ๆ รอบแผลได้

2. บริเวณที่เป็นมะเร็ง เพราะการนวดอาจทำให้มะเร็งกระจายไปที่อื่น (แต่ถ้าปวดเมื่อยส่วนอื่นก็นวดได้)

3. บริเวณที่เกิดสีดำเพราะเนื้อตายจากเส้นเลือดอุตตันหรือเลือดไปเลี้ยงน้อย เพราะการนวด อาจทำให้ก้อนเลือดในหลอดเลือดดำเคลื่อนย้ายไปอุดในปอดหรือสมอง ถ้าจำเป็นต้องนวดต้องทำด้วยความระมัดระวัง

4. เส้นเลือดอักเสบ

5. โรคผิวหนัง เพราะทำให้แพร่เชื้อออกไป

6. เกิดการอักเสบอย่างเฉียบพลันเพราะการนวดจะทำให้เกิดอาการรุนแรงขึ้น (ควรใช้น้ำแข็งประคบหรือปล่อยไว้ให้ลดอักเสบก่อน)

7. ขณะมีไข้ครั่นเนื้อครั่นตัว และปอดอักเสบระยะที่มีไข้

8. กระดูกหัก ข้อเคลื่อน มีภาวะเลือดออก

9. น้ำร้อนลวก ไฟไหม้ พอง

10. โรคฝี

11. ในผู้ป่วยเบาหวาน ห้ามใช้การนวดที่รุนแรงเพราะทำให้เกิดการช้ำ ถ้าช้ำแล้วทำให้เกิดแผลหายได้ยาก จนอาจต้องตัดส่วนนั้นออก

12. ในผู้ป่วยโรคหัวใจต้องระมัดระวัง เพราะการนวดจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการไหลเวียนของเลือด อาจทำให้หัวใจเต้นเร็วได้

13. วัณโรคระยะแพร่กระจาย (แต่ในระยะไม่ติดต่อใช้วิธีตบเอาเสมหะออกได้)

14. โรคติดต่อทุกชนิด

5.5 การนวดด้วยน้ำแข็ง

การนวดนั้นมีผลต่อระบบต่างๆ ของร่างกาย ดังที่ ชูศักดิ์ เวชแพทย์และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536) กล่าวว่า การนวดทำให้ระบบไหลเวียนโลหิตไหลเวียนดีขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มโภชนาการของเซลล์ ลดการบวม กำจัดของเสียได้เพิ่มขึ้น ลดความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อ ลดอาการปวดอื่นๆ ลดภาวะความเมื่อยล้าและเพิ่มความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อ ตลอดจนเป็นการเพิ่มเมแทบอลิซึม และมีผลต่อระบบกล้ามเนื้อ ทำให้กล้ามเนื้อคลายตัว ใยกล้ามเนื้อแยกกันได้ดี สามารถกระตุ้นให้กล้ามเนื้อหดตัวได้ดีขึ้น ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มความอ่อนตัว ลดการเกร็งของกล้ามเนื้อ ลดภาวะยึดติดของกล้ามเนื้อ เป็นการเพิ่มความพร้อมของร่างกาย การนวดด้วยน้ำแข็งเป็นการผสมผสานระหว่างการนวดแบบลึกที่ช่วยในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกและการใช้ความเย็นซึ่งมีส่วนช่วยการไหลเวียนของเลือด เพิ่มระดับการใช้ออกซิเจน เพิ่มเมแทบอลิซึมของกล้ามเนื้อ และช่วยลดการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ (Muscle spasm) (Tengku,2005) ทั้งยังมีส่วนช่วยลดอาการปวดกล้ามเนื้อ ลดการอักเสบ(Inflammation) และป้องกันการบาดเจ็บจากการใช้งานเกิน(Overuse injuries) ด้วย นอกจากนี้ ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำหลักการนวดด้วยน้ำแข็ง มาผสมผสานกันระหว่างวิธีการนวดแบบต่างๆ ที่มีอยู่ในประเทศไทย และต่างประเทศ รวบรวมและดัดแปลงจากคู่มือการนวดไทยในสาธารณสุขมูลฐาน คู่มืออบรมการนวดแผนไทย การนวดแบบกายภาพบำบัด และเทคนิคการนวดสำหรับนักกีฬา

ตำแหน่งหรือจุดที่นวด

นวดบริเวณแขนและขาทั้ง 2 ข้าง โดยนวดตามแนวของมัดกล้ามเนื้อ

เทคนิคที่ใช้สำหรับการนวด

เทคนิคที่ใช้สำหรับการนวดครั้งนี้ ได้แก่ การคลึงแบบลึก (Deep kneading) คือ การใช้อุ้งมือแนบติดกับผิวหนังของส่วนที่จะนวด ออกแรงกดให้ลึกถึงกล้ามเนื้อ คลึงให้กล้ามเนื้อถูกับกระดูก การคลึงจะทำเป็นวงกลมโดยการหมุนอุ้งมือ สำหรับงานวิจัยครั้งนี้จะใช้เป็นการนวดด้วยน้ำแข็ง เป็นการใช้ก้อนน้ำแข็งกดคลึงกล้ามเนื้อแทนการใช้อุ้งมือ

6. การผ่อนคลาย

สภาวะผ่อนคลาย ถูกค้นพบโดยบังเอิญ ภายหลังการฝึกสมาธิ เป็นระยะเวลานานกว่า 20 ปี (Benson, 2001 : 57) โดยเป็นภาวะที่กล้ามเนื้อมีการคลายตัวตามกระบวนการทางสรีรวิทยาร่วมกับการลดการทำงานของร่างกาย ซึ่งสังเกตได้จากอัตราการหายใจที่ลดลง และอัตราการเต้นของหัวใจลดลง และความตึงตัวของกล้ามเนื้อลดลง โดยความหมายของการผ่อนคลาย (Definition of Relaxation) มีดังนี้

การผ่อนคลาย เป็นปฏิกิริยาการตอบสนองของร่างกายที่ตรงข้ามกับการเกิดความเครียด (Well – Federman, 1995 : 59-66) การผ่อนคลาย หมายถึง ภาวะที่กล้ามเนื้อคลายตัวตามกระบวนการทางสรีระวิทยา ซึ่งใช้พลังงานของร่างกายและความร้อนน้อยมาก (Jacobson 1962 : 17) หรือ หมายถึง ปฏิกิริยาที่สามารถยับยั้งกลไกของร่างกายที่เกิดเมื่อร่างกายเผชิญความเครียดหรือความวิตกกังวล (Benson, 1975 : 19)

โรจนี จินตนาวัฒน์ (2536) และแมคแคเฟอรี่ (McCaffery, 1980) ได้ให้ความหมายของการผ่อนคลายไว้อย่างสอดคล้องกันว่า การผ่อนคลายเป็นสภาวะที่ทั้งร่างกายและจิตใจปราศจากความตึงเครียด ซึ่งผลของการผ่อนคลายจะช่วยลดผลที่เกิดจากความเครียด ลดความวิตกกังวลอย่างเฉียบพลัน ลดความเหนื่อยล้า ลดการหดตัวของกล้ามเนื้อ เพิ่มความรู้สึกสุขสบายทำให้บรรเทาความเจ็บปวด ส่งเสริมประสิทธิภาพการบรรเทาความเจ็บปวดโดยวิธีอื่น เนื่องจากขณะที่ร่างกายผ่อนคลาย ร่างกายจะมีการตอบสนองต่อระบบประสาทอัตโนมัติโดยลดการทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติก และเพิ่มการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเธติก อย่างสมดุล ทำให้ร่างกายใช้ออกซิเจนลดลง การผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง การหายใจช้าลง การแลกเปลี่ยนแลกเทในกระแสโลหิตดีขึ้น การไหลเวียนโลหิตดีขึ้น หัวใจเต้นช้าลง (Selye,1956 อ้างถึงใน Greenberg, 1996) ในขณะที่ระบบประสาทลิมบิคของระบบประสาทส่วนกลางจะบูรณาการความคิด ความรู้สึก อารมณ์ ให้อยู่ในภาวะสมดุลของร่างกาย

6.1 กลไกการผ่อนคลาย

การผ่อนคลายทางร่างกายย่อมส่งผลต่อจิตใจโดยตรง (Benson, 1970) การรับรู้ทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีชีววิทยาเริ่มจากซีรีบรัล คอร์เทกซ์ (Cerebral cortex) กระตุ้นไฮโปธาลามัส (hypothalamus) ที่ควบคุมความสมดุลของร่างกาย (Homeostasis) ในระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System, CNS) ส่งผลไปกระตุ้นใยประสาทซิมพาเธติก (Sympathetic) ในระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic Nervous System, ANS) นำไปสู่ปฏิกิริยาย้อนกลับของกาย – จิต ระบบกล้ามเนื้อลาย (Musculoskeletal System, MSS) และระบบประสาทต่อมไร้ท่อ (Psychoneuroendocrine System, PNE) ข้อมูลเหล่านี้ผ่านมาทางสารสื่อประสาท (Norepinephrine and epinephrine) จาก adrenal medulla and postganglionic neurons ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตลดลง เพิ่มความสมดุลของปริมาณเลือดไหลเวียนภายในอวัยวะ ลดความตึงตัวของกล้ามเนื้อ การเผาผลาญไขมันเปลี่ยนแปลง เพิ่มความสามารถในการรวมกันของเกล็ดเลือด ลดอัตราการหายใจ (Well –Federman, L. Carol. Et.al., 1995 : 59-66)

6.2 ตัวแปรทางสรีระวิทยาที่บ่งบอกถึงภาวะการผ่อนคลาย

ตัวแปรกลุ่มนี้จะมีความไว (Sensitivity) ในการวัดสูง พบว่า ซึ่งได้แก่ ความดันโลหิต อัตราการหายใจ อัตราชีพจร ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจน อุณหภูมิปลายนิ้ว ส่วนที่เหลือเป็นตัวแปรทางด้านสรีระด้านอื่น ได้แก่ความเจ็บปวด สมรรถนะปอด อาการคลื่นไส้อาเจียน การฟื้นสภาพด้านกายภาพ และความทนทานในการออกกำลังกาย

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

ไพรัช เลิศเกียรติศักดิ์ (2527) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายระหว่างวิธีการดื่มน้ำเย็น การชโลมด้วยน้ำเย็น และการนั่งพักในห้องอุณหภูมิต่ำ โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยถีบจักรยานวัดงานตามวิธี พี ดับเบิลยู ซี 170 (PWC 170) จนครบ 6 นาที หลังจากนั้นให้หยุดพักแล้วเข้ารับการทดลองวิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายทั้ง 4 วิธี คือ วิธีควบคุมโดยการนั่งพักเฉยๆ วิธีการนั่งพักแล้วดื่มน้ำเย็น วิธีนั่งพักแล้วชโลมด้วยน้ำเย็น และการนั่งพักในห้องอุณหภูมิต่ำ ผลการทดลองปรากฏว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีชโลมน้ำเย็น และการนั่งพักในห้องอุณหภูมิต่ำให้ผลดีที่สุดในการทำให้ร่างกายกลับคืนสู่สภาพปกติ

ศิริพร ทองศิริ (2530) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาของการฟื้นตัวและปริมาณกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจ ภายหลังจากการออกกำลังกาย ในกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาชาย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร อายุ 20-21 ปี จำนวน 15 คน โดยให้ทำการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกายโดยการพักเฉย ๆ กับการพักแบบไม่หยุดนิ่งด้วยการปั่นจักรยานเบา ๆ และการก้มเงย โดยให้กลุ่มตัวอย่างปั่นจักรยานวัดงานติดต่อกันนาน 6 นาทีที่อัตราการเต้นของหัวใจ 170 ครั้งต่อนาที แล้วให้หยุดพัก ดูระยะเวลาในการฟื้นตัวจากการทดลอง 3 วิธี คือ การพักเฉย ๆ การพักโดยถีบจักรยานเบา ๆ และการพักโดยการก้มเงย โดยเก็บตัวอย่างเลือดไปวิเคราะห์หาระดับกรดแลคติกในเลือดและบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจขณะฟื้นตัว ผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาในการฟื้นตัวทั้ง 3 วิธี มีความแตกต่างกัน ระยะเวลาในการฟื้นตัวโดยวิธีการถีบจักรยานเบา ๆ น้อยที่สุด รองลงมาเป็นของวิธีการก้มเงย และวิธีการนั่งพักเฉยๆใช้เวลามากที่สุด โดยปริมาณของกรดแลคติกในเลือดของการฟื้นตัวทั้ง 3 วิธี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อนุรัต มีเพชร (2539) ได้ศึกษาผลของการนวดแบบลึกที่มีต่อการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกในโลหิตการฟื้นตัวและความสามารถในการทำงานของร่างกายภายหลังการฟื้นตัว กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นอาสาสมัคร เพศชาย ที่มีสุขภาพดี อายุระหว่าง 19-20 ปี จำนวน 60 คน

มาณพ โลหิตโยธิน (2539) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของความเย็นที่มีต่อระยะเวลาการฟื้นตัวของร่างกายภายหลังการออกกำลังกาย โดยใช้ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด และระดับอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงเป็นตัวแปรในการวิจัย กระบวนการลดอุณหภูมิของร่างกายประกอบด้วย วิธีนั่งพัก วิธีนั่งพักพร้อมดื่มน้ำเย็น วิธีนั่งพักพร้อมเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และวิธีนั่งพักพร้อมดื่มน้ำเย็นควบคู่กับการเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักศึกษาชาย ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2538-2539 จำนวน 15 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง ถีบจักรยานวัดงานโดยใช้วิธีการของ Ramp จนอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด โดยการคำนวณของ Fox แล้วนำผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ชนิดวัดซ้ำ ตามวิธีของ Tukey ผลปรากฏว่า กระบวนการที่ทำให้ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด และระดับอัตราการเต้นของหัวใจในระยะฟื้นตัวลดลงทุกช่วง 5 นาที ของช่วงเวลาการวัดและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงตัวแปรตลอดระยะเวลา 1 ชั่วโมง ในทุกกระบวนการที่ศึกษาปริมาณกรดแลคติกในเลือดระหว่างกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในนาทีที่ 55 และระดับอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในนาทีที่ 25 30 35 40 และ 50 ตามลำดับ ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความเย็นที่มีส่วนในการช่วยลดอุณหภูมิร่างกายและช่วยในการฟื้นตัวได้เป็นอย่างดี โดยมีงานวิจัยมาสนับสนุนในเรื่องของผลกระทบที่เกิดจากอุณหภูมิที่มีต่อการฟื้นตัว โดย ลักษณา อินทรสมใจ (2537) ได้ศึกษาผลกระทบของการทำงานภายใต้สภาวะอากาศร้อนที่มีต่อการฟื้นตัวของอัตราเต้นหัวใจ ทำการศึกษาในกลุ่มพนักงานขายเครื่องดื่มน้ำอัดลมที่มีความเคยชินต่อความร้อนระดับปานกลาง จำนวน 40 คน อายุ 20-30 ปี ผลการศึกษาพบว่า ระยะเวลาฟื้นตัวในช่วงของสภาวะร้อนนั้นจะนานกว่าระยะการฟื้นตัวในช่วงของสภาวะความร้อนที่มีระดับต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ ได้เสนอแนะว่า อัตราการฟื้น

มณฑกาญจน์ หอมสุวรรณ (2543) ได้ศึกษาถึงผลของการนวดแบบไทยที่มีต่อการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกและการฟื้นตัวภายหลังจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักกีฬาชายอายุระหว่าง 18 - 28 ปี จำนวน 57 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มได้รับการปั่นจักรยานต่อเนื่องในช่วงเวลาฟื้นตัว กลุ่มได้รับการนวดแผนไทยในช่วงเวลาฟื้นตัว และกลุ่มพักในช่วงเวลาฟื้นตัว โดยที่กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มจะทำการออกกำลังกายโดยการขี่จักรยานวัดงานที่ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เป็นเวลา 30 นาที ในกลุ่มปั่นจักรยานต่อเนื่องจะได้รับการปั่นจักรยานที่ระดับ 30% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ส่วนกลุ่มที่ได้รับการนวดจะได้รับการนวดแผนไทย และกลุ่มพักจะได้รับการนั่งพัก ผลการวิจัยพบว่าการนวดแผนไทยมีผลต่อการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก และการฟื้นตัวภายหลังจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิกดีกว่าการนั่งเฉยๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อำพร ศรียาภัย (2544) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกายแล้วทำให้เย็นลง ด้วยการพัก การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และการซาวน่า ในกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาเพศชาย ของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดสุพรรณบุรี อายุระหว่าง 17 – 19 ปี จำนวน 15 คน ให้กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายโดยการวิ่งบนลู่กลจนกระทั่งถึงระดับ anaerobic threshold ให้หยุดวิ่ง แล้วทำการเจาะเลือดและบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจทันที ต่อจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างพัก 10 นาที จึงเจาะเลือดและบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจอีกครั้งทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนเดียวกัน โดยในการทดลองครั้งที่ 2 และ 3 กลุ่มตัวอย่างจะทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และการซาวน่า ครั้งละ 10 นาที ตามลำดับ ทั้งนี้ให้กลุ่มตัวอย่างพักระหว่างการทดลองแต่ละครั้งเป็นเวลา 1 วัน โดยทำการทดลองซ้ำวิธีละ 3 ครั้ง ผลการทดลอง พบว่า ระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกายแล้วทำให้เย็นลง ด้วยการพัก การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และการซาวน่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ค่าเฉลี่ยของระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจที่ลดลงหลังการทำให้เย็นลง ด้วยการพัก มีค่าเฉลี่ยของการลดลงน้อยที่สุด รองลงมา คือการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และการซาวน่า มีค่าเฉลี่ยของการลดลงมากที่สุด

ชาติตะการ สิทธิพันธุรักษ์ (2544) ได้เปรียบเทียบผลการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกายระหว่างการนวดกล้ามเนื้อร่วมกับการใช้ผ้าเย็นกับการนวดกล้ามเนื้อร่วมกับการใช้ผ้าร้อน กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชายชั้นปีที่ 1-4 ที่เป็นนักกีฬาฮอกกี้และฟุตบอลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 20 คน โดยจากการวิจัยพบว่าผลการฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดกล้ามเนื้อร่วมกับ

ธีรวัฒน์ ยิ้วยิ้ม (2547) ได้ศึกษาถึงผลของการนวดแบบไทยประยุกต์ การพักแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว และการพักแบบไม่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหวที่มีต่อกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการวิ่ง 400 เมตรเต็มความสามารถ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายที่มีอายุระหว่าง 18-20 ปี ที่ผ่านการเรียนกรีฑา 1 จำนวน 18 คน ได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง ให้กลุ่มตัวอย่างวิ่ง 400 เมตรเต็มความสามารถ จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างได้รับการนวดแบบไทยประยุกต์ ด้วยการลูบ กด คลึง โดยเน้นที่สะโพกและต้นขาในท่านอนราบ การพักแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวด้วยการเดินหรือการวิ่งเหยาะด้วยความหนัก 50% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และการพักแบบไม่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหวด้วยการนั่งห้อยขา โดยการสุ่มวิธีการ ทั้งนี้ให้กลุ่มตัวอย่างพัก 1 วันก่อนการทดลองครั้งต่อไป โดยทำการเจาะเลือดเพื่อวัดปริมาณกรดแลคติกในเลือด และวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก นาทีที่ 0, 5, 10 และ 15 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ปริมาณกรดแลคติกในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจโดยการนวดแบบไทยประยุกต์ การพักแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว และการพักแบบไม่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหวทั้ง 3 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า วิธีการนวดแบบไทยประยุกต์ มีค่าเฉลี่ยปริมาณกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจลดลงมากกว่าอีก 2 วิธี

ภาคภูมิ โชคทวีพาณิชย์ (2548) ได้ศึกษาถึงผลของอุณหภูมิเย็นที่มีต่อเวลาฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจและระดับกรดแลคติกในเลือดภายหลังการออกกำลังกาย โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชาย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคต้น ปีการศึกษา 2547 จำนวน 13 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายด้วยวิธีก้าวขึ้น-ลง จากกล่องไม้สูง 45 เซนติเมตร จนอัตราการเต้นของหัวใจถึงระดับร้อยละ 80 ของอัตราการเต้นสูงสุด วัดความแตกต่างของเวลาในการฟื้นตัวของเวลาในการฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจและระดับกรดแลคติกด้วยท่านอนราบไปกับพื้น ณ อุณหภูมิที่ 20 และ 28 องศาเซลเซียส ผลการวิจัย พบว่า การลดอุณหภูมิภายในร่างกาย จาก 28 องศาเซลเซียส เป็น 20 องศาเซลเซียส มีผลต่อความแตกต่างของระยะเวลาในการฟื้นตัวของระดับอัตราการเต้นของหัวใจและระดับกรดแลคติกในร่างกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสรุปได้ว่า การลดอุณหภูมิภายในร่างกายมีผลต่อระยะเวลาในการฟื้นตัวของระดับอัตราการเต้นของหัวใจ และระดับกรดแลคติกในร่างกายภายหลังการออกกำลังกายจนถึงระดับร้อยละ 80 ของอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ

อัมพวัน สีดำ (2549) ได้ศึกษาถึงผลของการนวดแบบสวีดิช การนวดแผนไทย และการปั่นจักรยานที่ระดับความหนัก 40 เปอร์เซ็นต์ ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่มีต่อระดับกรดแลคติกในเลือดภายหลังการออกกำลังกาย ในกลุ่มนักกรีฑาชาย ที่มีอายุระหว่าง 18-21 ปี

กวิน พิกุลงาม (2550) ศึกษาถึงผลของการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวที่ระดับความหนักต่างกันที่มีต่อค่าสมรรถภาพอนากาศนิยม โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลชาย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อายุระหว่าง 19-21 ปี จำนวน 15 คน ซึ่งทำการทดสอบหาค่าสมรรถภาพอนากาศนิยมก่อน แล้วทำการฟื้นตัว 4 วิธี ได้แก่ การปั่นจักรยานที่ความหนักต่างกัน 3 ระดับ คือ 40%, 50%, 60% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง และการฟื้นตัวโดยการนั่งพักเป็นเวลา 4 นาที จากนั้น หาค่าสมรรถภาพอนากาศนิยมครั้งที่สอง โดยให้พักระหว่างการทดลองแต่ละวิธีเป็นเวลา 2 วัน ผลการวิจัยพบว่า ค่าสมรรถภาพอนากาศนิยมที่เกิดจากการฟื้นตัว 4 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพ อนากาศนิยมพบว่า การฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวที่ระดับความหนัก 50% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง มีอัตราการฟื้นตัวเร็วที่สุด ซึ่งข้อค้นพบดังกล่าวจะนำไปใช้ในการพัฒนาความสามารถของนักกีฬาต่อไปในอนาคต

มนต์ชัย อินทเรือง (2551) ได้ศึกษาถึงผลของการพักแบบไม่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหว การพักแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวและการเดินจงกรมที่มีต่อกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักศึกษาชายวิชาเอกวิทยาศาสตร์การกีฬา ของมหาวิทยาลัยทักษิณ จังหวัดพัทลุง อายุ 19-21 ปี จำนวน 12 คน ได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง ให้กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายจนถึงระดับความสามารถสูงสุด จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างได้รับการพักแบบไม่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหว การพักแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว และการเดินจงกรม ทั้งนี้ให้กลุ่มตัวอย่างพัก 1 วันแต่ละวิธี โดยแต่ละวิธีทำการเจาะเลือดและบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ ในนาทีที่ 0, 5, 10 และ 15 นำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีของ Tukey พบว่า ปริมาณกรดแลคติกในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจ ภายหลังการออกกำลังกายด้วยวิธีการพักแบบไม่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหว การพักแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว และการเดินจงกรม ทั้ง 3 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่าวิธีการเดินจงกรม มีค่าเฉลี่ยปริมาณกรดแลคติกในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจลดลงมากกว่าวิธีอื่น

สยาม เพิ่มเพ็ชร์ (2551) ได้ศึกษาผลของการนวดด้วยน้ำแข็ง การนวดด้วยน้ำแข็งร่วมกับการแช่น้ำ และการนวดด้วยน้ำแข็งร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำ ที่มีต่อการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อภายหลังระบมของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่า เส้นรอบวงของขา ความเจ็บปวดระบมของกล้ามเนื้อ และระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ครีเอทีนไคเนสในเลือด ภายหลังการระบมจากการออกกำลังกายทันที (0 ชั่วโมง) 24 48 และ 72 ชั่วโมง ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาหญิงของวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ที่มีอายุระหว่าง 19-21 ปี จำนวน 30 คน สุ่มเข้ากลุ่มๆละ 10 คน โดยกลุ่มควบคุมได้รับโปรแกรมการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อด้วยการนวดน้ำแข็ง กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับโปรแกรมการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อด้วยการนวดน้ำแข็งร่วมกับการแช่น้ำ กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับโปรแกรมการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อด้วยการนวดน้ำแข็งร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำ โดยให้การรักษาวันละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 3 วัน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่า และความเจ็บปวดระบมของกล้ามเนื้อ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยของเส้นรอบวงของขา และระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ตรีเอทีนไคเนสในเลือด ของกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่ากลุ่มทดลองที่ 2 มีการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อดีกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ 1

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

คูนีย์ (Cooney, 1972) ได้ทำการวิจัยเรื่องของความเย็นที่มีต่ออัตราการเต้นของหัวใจ ในระยะพักของการออกกำลัง และระยะการฟื้นตัว วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อเปรียบเทียบผลของการกระทำต่างๆ ดังต่อไปนี้ว่ามีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจอย่างไร

- ให้ความเย็นขณะพัก ออกกำลัง และระยะฟื้นตัว
- ให้ความเย็นขณะพัก
- ให้ความเย็นในระยะฟื้นตัว
- ให้ความเย็นในขณะออกกำลังกาย
- ให้ความเย็นในขณะนั่งพัก ออกกำลัง และระยะฟื้นตัว
- กลุ่มควบคุม

การวิจัยต้องอาศัยการจดบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจโดยมีผู้เข้ารับการทดลอง 30 คน แต่ละครั้งของการทดลองจะมีระยะพัก 10 นาที ระยะออกกำลัง 5 นาที ระยะฟื้นตัว 10 นาที ผู้ถูกทดลองแต่ละคนจะถูกทดลองทั้ง 6 อย่างแล้วนำระยะเวลาเหล่านั้นมาหาค่าทางสถิติ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variace) และสรุปผลได้ดังนี้

- การใช้ความเย็นในระยะพักนั้น มีผลไม่แน่นอนต่ออัตราการเต้นของหัวใจ และมีค่าเป็นที่น่าสงสัย

- การใช้ความเย็นติดต่อกันระหว่างการออกกำลังจะทำให้ อัตราการเต้นของหัวใจลดลงอย่างเด่นชัด

- การใช้ความเย็นในระยะฟื้นตัวจะมีผลต่อการเต้นของหัวใจในช่วงแรกๆเท่านั้น

- ถึงแม้ว่าผลทั้งหมดจะไม่มีผลเด่นชัดก็ตาม แต่การใช้ความเย็นมีผลต่อระยะการพักและระยะการฟื้นตัว

ลินช์ (Lynch,1989) ได้ศึกษาผลของการบำบัดโดยการนวดหลังจากการแข่งขันที่มีผลต่อความเข้มข้นของเอนไซม์ในกล้ามเนื้อในเลือดของนักไตรกีฬา กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 18 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ได้รับการนวด 10 คน นวดทันที 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง หลังการออกกำลังกายและกลุ่มควบคุม 8 คน ผลการศึกษาพบว่า การนวดไม่มีผลสำคัญต่อการลดเวลาการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อ ดอลเจเนอร์และแอน (Dolgener and Ann,1993) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการนวดที่มีต่อการลดลงของแลคติค กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นเพศชาย จำนวน 22 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 การฟื้นตัวโดยการพักในท่านอนหงาย กลุ่มที่ 2 การฟื้นตัวโดยการขี่จักรยานด้วยความหนัก 40% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด กลุ่มที่ 3 การฟื้นตัวโดยการนวดขาซึ่งประกอบด้วยการทุบ การสับ โดยทั้ง 3 กลุ่มจะทำงานโดยการวิ่งบนลู่กลจนหมดแรงแล้วใช้ระยะเวลาในการฟื้นตัว 20 นาที ผลการทดลอง พบว่า การนวดหลังการออกกำลังกายทันทีภายในเวลา 20 นาทีไม่มีผลต่อการลดลงของแลคติค เมื่อเทียบกับการพักตามปกติในท่านอนหงาย และการนวดหลังการออกกำลังกายทันทีไม่ทำให้แลคติคลงไปกว่าการขี่จักรยานที่ระดับ 40% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

คาฟาเรลลิและคณะ (Cafarelli et.al., 1990) ได้ทำการวิจัยเรื่องการนวดแบบสั่นและการฟื้นตัวระยะสั้นจากกล้ามเนื้อที่เมื่อยล้า กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย จำนวน 12 คน โดยกลุ่มตัวอย่างจะทำการหดตัวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าแบบอยู่กับที่ซ้ำๆ กัน โดยใช้แรงในการหดตัว 70% ของการหดตัวสูงสุดโดยทำการหดตัวเป็นช่วงๆ ทุกๆ 4 ครั้งในการหดตัวนี้ จะกระทำต่อไปจนกระทั่งกลุ่มตัวอย่างไม่สามารถกระทำได้ จะปฏิบัติ 3 ยก พัก 1 ครั้ง อัตราความเมื่อยล้าวัดมาจากสมการถดถอยที่ลดระยะเวลาหดตัว และได้มีการศึกษาอัตราของความเมื่อยล้าระหว่างการออกกำลังกายแบบอยู่กับที่เพียงอย่างเดียว กับการออกกำลังกายอยู่กับที่แล้วตามด้วยการขี่จักรยาน เป็นเวลา 30 นาที ที่ระดับ 75% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด กลุ่มควบคุมจะได้พักเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างการปฏิบัติ 3 ยก กลุ่มทดลองได้รับการนวดแบบสั่น 4 นาที และพัก 1 นาที ผลการวิจัย พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.08 ในอัตราของความเมื่อยล้า ทั้งการออกกำลังกายแบบอยู่กับที่ หรือตามด้วยการออกกำลังกายแบบเคลื่อนที่ระหว่าง

ธิเรียทและคณะ (Thiriet et.al., 1993) ได้ศึกษาผลของการฟื้นตัว ที่มีต่อความสามารถในการออกกำลังกายโดยให้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 16 คน ออกกำลังกายจนหมดแรง จำนวน 4 รอบ พักระหว่างรอบ 2 นาที โดยระหว่างออกกำลังกายให้กลุ่มตัวอย่างทำการฟื้นตัวด้วยการนั่งพัก เปรียบเทียบกับการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรม ผลการทดลอง พบว่า การฟื้นตัวด้วยการนั่งพัก ความสามารถของกล้ามเนื้อเที่ยวแรกกับเที่ยวสุดท้ายมีการลดลง ในขณะที่การฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมสามารถที่จะออกแรงได้อย่างสม่ำเสมอในระหว่างการออกกำลังกายแบบซ้ำ ๆ ซึ่งส่งผลให้ระดับกรดแลคติกในเลือดลดลง

ชอยและคณะ (Choi et.al., 1994) ได้ศึกษาผลของการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมและแบบไม่มีการเคลื่อนไหวที่มีต่อการสร้างไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ โดยให้กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกาย ต่อจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างฟื้นตัวด้วยการนั่งพัก เป็นเวลา 15 นาที เปรียบเทียบกับการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรม โดยใช้การเคลื่อนไหวเป็นจังหวะ การปั่นจักรยานหรือกิจกรรมที่มีความต่อเนื่อง ผลการทดลอง พบว่า การฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมสามารถที่จะสร้างไกลโคเจนในกล้ามเนื้อขึ้นมาใหม่ได้เร็วกว่าการฟื้นตัวด้วยการนั่งพัก

เมย์เบอร์รี่ (Mayberry, 1994) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการบำบัดโดยการนวดที่มีต่อการฟื้นตัวจากการทำงานซ้ำแบบไม่ใช้ออกซิเจนสูงสุด กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครชาย จำนวน 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มที่ไม่มีการนวด และกลุ่มที่มีการนวด ทดสอบการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยวิธีของวินเกทต์ (Wingate test) สลับกับการนวด 10 นาที แล้วให้ทดสอบอีกครั้งหนึ่ง ผลการวิจัย พบว่า พลังทั้งหมดและพลังสูงสุดของกลุ่มที่พักฟื้นด้วยการนวดมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการนวด

สมิทธและคณะ (Smith et.al., 1994) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของนวดในนักกีฬาที่มีต่อการชะลอจุดเริ่มความปวดเมื่อยของกล้ามเนื้อ สารครีเอทินไคเนส และจำนวนเม็ดโลหิตขาว กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครเพศชาย จำนวน 14 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ได้รับการนวด และกลุ่มที่ไม่ได้รับการนวด ทั้งนี้ การนวดจะนวดหลังจากที่งอและเหยียดข้อศอกบนเครื่องทดสอบกล้ามเนื้อจำนวน 5 ยก ยกละ 7 ครั้ง พักระหว่างยก 2 นาที ผลจากการศึกษา พบว่า ความปวดระบมของกล้ามเนื้อลดลงและการเพิ่มขึ้นของสารครีเอทินไคเนสน้อยลง ระดับของคอร์ติซอล ซึ่งบอกถึงการอักเสบลดลงช้ากว่าในกลุ่มที่ไม่ได้รับการนวด

ไทดัสและชูเมเกอร์ (Tiidus and Shoemaker, 1995) ได้ศึกษาผลของการนวดแบบลูบต่อช่วงฟื้นตัวระยะยาวและการเกิดอาการปวดกล้ามเนื้อหลังจากออกกำลังกาย (Delayed onset of muscle soreness) ภายหลังการทำงานของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าในลักษณะการหดตัวแบบ

แฮนนี่และคณะ (Hannie et al., 1995) ได้ศึกษาผลของการฟื้นตัวที่มีต่อการสร้างระดับกรดแลคติกในเลือดและการทำงานระหว่างการออกกำลังกายท่า Bench press ในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน การฝึกโดยใช้ท่า Bench press จำนวน 4 เซต ที่ความหนัก 65% ของ 1 RM ให้ยกจำนวนครั้งที่มากที่สุด โดยให้มีการพักโดยการนอนพักเฉย ๆ และการปั่นจักรยานที่ 45% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ใช้เวลาพักระหว่างเซต 2 นาที ผลการทดลองพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีการพักโดยมีกิจกรรมสามารถฟื้นตัวได้เร็วในระหว่างเซต และสามารถเพิ่มแรงได้มากขึ้น แม้ว่าจะมีความแตกต่างในการเพิ่มระดับของกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกาย

กัพตาและคณะ (Gupta et.al., 1996) ได้ศึกษาผลของการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกภายหลังการออกกำลังกายโดยให้กลุ่มตัวอย่าง เพศชาย จำนวน 10 คน ออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานอยู่กับที่ ที่ระดับ 150% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด หลังจากการออกกำลังกายให้กลุ่มตัวอย่างฟื้นตัวด้วยการนั่งพัก เป็นเวลา 40 นาที เปรียบเทียบกับการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมด้วยการปั่นจักรยานอยู่กับที่ ที่ระดับ 30% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด เป็นเวลา 40 นาที และการฟื้นตัวด้วยการนวด เป็นเวลา10 นาที ระหว่างการฟื้นตัวจะเจาะเลือดหลังจากออกกำลังทันที นาทีที่ 3, 5, 10, 20, 30 และ 40 ผลการทดลองพบว่า ระดับกรดแลคติกในเลือดภายหลังการออกกำลังกายทันทีและนาทีที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน แต่หลังจากนาทีที่ 5 พบว่า การฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้เร็วกว่าการฟื้นตัวด้วยการนั่งพักและการนวด ในระหว่างการออกกำลังกายที่ความหนักสูง ที่ใช้เวลา 60 – 180 วินาที จะเกิดการสะสมของกรดแลคติคเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ผลที่ตามมาจะมีประโยชน์ในการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อแต่ถ้ากรดแลคติกสะสมในกล้ามเนื้อมากเกินไป จะทำให้แรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลงกล้ามเนื้อเกิดการเมื่อยล้าง่าย ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อได้ ดังนั้น วิธีการที่จะเพิ่มอัตราการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกจากกล้ามเนื้อได้อย่างรวดเร็ว จะทำให้ความสามารถของนักกีฬาเพิ่มสูงขึ้น ดังที่ บอกดานิสและคณะ (Bogdanis et.al., 1996) ได้ศึกษาผลของการฟื้นตัว ที่มีต่อ Power output ระหว่างการปั่นจักรยานสูงสุด โดยให้กลุ่มตัวอย่าง เพศชาย จำนวน 13 คน ปั่นจักรยานด้วยความเร็วสูงสุด 2 เที่ยว ระหว่างเที่ยวพัก 4 นาที โดยให้มีการฟื้นตัวโดยการปั่นจักรยานที่ระดับ 40% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด เปรียบเทียบกับการฟื้นตัวด้วยการนั่งพัก ผลการทดลองพบว่า การฟื้นตัวโดยการปั่นจักรยานที่ระดับ 40% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ฟอสและเคทเยียน (Foss and Keteyian, 1998) กล่าวว่า การใช้กรดแลคติกเพื่อใช้เป็นพลังงาน มีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกในระยะฟื้นตัวของร่างกาย อวัยวะที่สำคัญในการออกซิไดซ์กรดแลคติก คือ กล้ามเนื้อลาย (Skeletal muscle) และเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าจะสามารถออกซิไดซ์กรดแลคติกได้ดีกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว สอดคล้องกับโบเนน (Bonen, 2000) ได้กล่าวว่า ใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดงที่หดตัวช้า สามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติคได้เร็วกว่าใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาว ที่หดตัวเร็ว 37 – 109% ดังนั้น ในระยะของการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อลายที่มีใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดงมีความสำคัญกว่ากล้ามเนื้อลายชนิดที่มีใยกล้ามเนื้อสีขาว จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่อธิบายว่าการให้มีการออกกำลังกายเบาๆ ในระยะของการฟื้นตัวจะสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้ดีกว่า

โดแทนและคณะ (Dotan et.al., 2000) ได้ศึกษาผลของความหนักของการฟื้นตัวจากการออกกำลังกายที่มีต่อการลดลงของความเข้มข้นของระดับกรดแลคติกในเลือดในกลุ่มตัวอย่างเด็กอายุระหว่าง 9 – 11 ปีที่มีสุขภาพดี จำนวน 15 คน ให้กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกาย โดยการปั่นจักรยานอยู่กับที่ที่ความหนัก 150 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด เป็นเวลา 40 วินาที จำนวน 3 เที่ยว โดยพักระหว่างเที่ยว50 วินาที และให้หยุดพัก 2 นาที ต่อจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างพักต่อ 23 นาที แล้วจึงเจาะเลือดหลังจากออกกำลังกาย นาทีที่ 1:45, 4, 6, 10, 15, 20 และ 25 ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนเดียวกัน โดยในครั้งที่ 2, 3 และ 4 กลุ่มตัวอย่างทำการฟื้นตัวโดยการปั่นจักรยานที่ความหนัก 40%, 50% และ 60% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ครั้งละ 23 นาที ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า อัตราการลดลงของระดับกรดแลคติกในเลือดจากการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรม จะเคลื่อนย้ายกรดแลคติกในเลือดเร็วกว่าแบบนั่งพักและระดับของกรดแลคติกในเลือดจากการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรม ที่ความหนัก 40%, 50% และ 60% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ ระดับของกรดแลคติกในเลือดการฟื้นตัวที่ความหนัก 60% สูงกว่าที่ความหนัก 40% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และการฟื้นตัวที่ความหนัก 40% และ 50% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยใน 10 นาทีแรก ระดับกรดแลคติกในเลือดของการฟื้นตัวที่ความหนัก 40% สูงกว่า 50% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด เล็กน้อย แต่หลังจาก 15 นาทีแล้ว ระดับกรดแลคติกในเลือดของการฟื้นตัวที่ความหนัก 50% สูงกว่า 40% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดการทำให้ร่างกายฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย หรือการทำให้เย็นลง (Cool down) จุดประสงค์ของการทำให้เย็นลงนี้ จะเหมือนกับการฟื้นตัวในระหว่างการออกกำลังกาย คือ ทำให้การเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้เร็วยิ่งขึ้น โดยทั่วไปต้องใช้เวลาประมาณ 15 – 25 นาที หลังจากการ

วิเกอร์เนสและคณะ (Wigernaes et.al., 2000) ได้ศึกษาผลของวิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัว ที่มีต่อจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาว (White blood cell count) โดยให้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 14 คน ออกกำลังกายบนลู่กลที่ระดับ 70% - 80% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ต่อจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างฟื้นตัวด้วยการนั่งพักเป็นเวลา 15 นาที เปรียบเทียบกับการฟื้นตัวโดยให้วิ่งที่ระดับ 50% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดผลการทดลอง พบว่า การฟื้นตัวด้วยการนั่งพัก จะทำให้เซลล์เม็ดเลือดขาวลดลง 35% เมื่อเปรียบเทียบกับการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรม ที่ลดลงเพียง 6% แสดงว่า การฟื้นตัวแบบมีกิจกรรม (Active recovery) จะช่วยป้องกันการลดลงของเซลล์เม็ดเลือดขาวได้

คอร์เดอร์และคณะ (Corder et al., 2000) ได้ศึกษาผลของการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรม (Active) และการนั่งพักเฉยๆ(Passive) ที่มีต่อระดับกรดแลคติกในเลือด ระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) และความสามารถของกล้ามเนื้อ ระหว่างการฝึกด้วยแรงต้าน ในกลุ่มตัวอย่างเพศชาย จำนวน 15 คนประกอบด้วย การฝึกโดยใช้ท่าสควอท (Squat) จำนวน 6 เซต ที่ ความหนัก 85% ของ 10 RM แต่ละเซตพัก 24 4 นาที โดยแต่ละเซตที่พักจะทำให้ร่างกายฟื้นตัวโดยการนั่งพัก และการปั่นจักรยานที่ความหนัก25% ของ OBLA และที่ 50% ของ OBLA โดยใช้จักรยานวัดงาน ปั่นที่ความเร็ว 70 รอบต่อนาทีความสามารถวัดโดยหลังจากฝึกท่า Squat ในเซตสุดท้าย ให้กลุ่มตัวอย่างใช้ความหนัก 65% ของ 10 RM ในการยกให้ได้จำนวนครั้งมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ การเจาะเลือด จะเจาะตอนก่อนอบอุ่นร่างกาย หลังฝึกเซตที่ 2, 4 และ 6 และหลังวิธีการทำให้ฟื้นตัวเซตที่ 2, 4 และ 6 และหลังการยกให้ได้จำนวนครั้งสูงสุด ผลการทดลองพบว่า ระดับกรดแลคติกในเลือดและระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) ระหว่างวิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัว โดยการปั่นจักรยานที่ความหนัก 25% ของ OBLA ต่ำกว่า การนั่งพักเฉยๆ และการปั่นจักรยานที่ความหนัก 50% ของ OBLA และจำนวนครั้งที่สามารถยกได้มากที่สุด โดยที่การปั่นจักรยานที่ความหนัก 25% ของ OBLA สามารถยกได้มากกว่าการนั่งพักเฉยๆ และการปั่นจักรยานที่ความหนัก 50% ของ OBLA จึงสรุปได้ว่า วิธีการทำให้ฟื้นตัวแบบมีกิจกรรม โดยการปั่นจักรยานที่ความหนัก 25% ของ OBLA สามารถที่จะให้ผลที่มีประสิทธิภาพต่อการลดระดับกรดแลคติกในเลือดระหว่างการฟื้นตัวและเพิ่มความสามารถของการฝึกท่าสควอท (Squat)

มอร์และคณะ (Moore et.al., 2002) ได้ศึกษาผลของการฟื้นตัว ที่มีต่อการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกและกำลังของกล้ามเนื้อ ภายหลังการฝึกด้วยแรงต้าน โดยให้กลุ่มตัวอย่างฝึกด้วยน้ำหนักในท่าสควอท (Squat) และหลังจากการฝึก ให้กลุ่มตัวอย่างฟื้นตัวด้วยการนั่งพัก เปรียบเทียบกับการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมด้วยการปั่นจักรยานอยู่กับที่ และกิจกรรมที่มีการเคลื่อนที่ เช่น การเดิน

แซร์โยและคณะ (Sairyo et.al., 2003) ได้ศึกษาผลของการฟื้นตัวที่มีต่อการเผาผลาญพลังงานภายในกล้ามเนื้อ โดยให้กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายที่ความหนักสูง ในท่างอแขนพับข้อศอก (Forearm flexors) ภายหลังการออกกำลังกาย ให้กลุ่มตัวอย่างฟื้นตัวด้วยการนั่งพัก เปรียบเทียบกับการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมเป็นเวลา 10 นาที ผลการทดลองพบว่า การฟื้นตัวแบบมีกิจกรรม จะทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้นอย่างทันทีทันใด ทำให้ความเป็นกรดลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการฟื้นตัวด้วยการนั่งพัก แสดงว่าการออกกำลังกายเบาๆ จะส่งผลให้การฟื้นตัวจากความเป็นกรดในกล้ามเนื้อได้ดีขึ้นภายหลังการออกกำลังกาย

ดูปอนต์ และคณะ (Dupont et al., 2003) ได้ทำการศึกษาเรื่องสมรรถภาพสำหรับการวิ่งระยะสั้นแบบ intermittent ที่มีต่อการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวที่ 50% ของ maximal aerobic speed และแบบการพักเฉยๆ กับเวลาที่ใช้ในการวิ่งแบบ intermittent 15 วินาที จนเหนื่อย ที่ความเร็วระดับ supramaximal (120% ของ maximal aerobic speed) ผู้เข้าร่วมการทดลองเป็นนักกีฬาเพศชายจำนวน 12 คน ซึ่งผลการทดลองพบว่า การฟื้นตัวแบบนั่งเฉยๆจะทำให้วิ่งได้ยาวนานกว่าแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001 แสดงให้เห็นว่าการวิ่งแบบ intermittent มีความต้องการพลังงานสูงกว่าการฟื้นตัวแบบการพักเฉยๆ

ลอและคณะ (Lau et.al., 2004) ได้ศึกษาผลของการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรม และแบบไม่มีการเคลื่อนไหว ที่มีต่อระดับกรดแลคติกในเลือดและความสามารถของกล้ามเนื้อ ภายหลังการฝึกแบบเป็นช่วง(Intermittent work) ในกลุ่มตัวอย่างเพศชาย จำนวน 18 คน ให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดลอง skating test จำนวน 7 เที่ยวใช้เวลาเที่ยวละ 40 วินาที พักระหว่างเที่ยว 90 วินาที และให้กลุ่มตัวอย่างทำการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย เป็นเวลา 15 นาที ด้วยการปั่นจักรยานที่ความหนักต่ำ เปรียบเทียบกับการฟื้นตัวด้วยการนั่งพักเฉยๆ ผลการทดลอง พบว่า การฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมและแบบไม่มีการเคลื่อนไหวไม่มีความแตกต่างกัน ของระยะทางในการสเกต อัตราการเต้นของหัวใจและกรดแลคติกที่เกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า การฟื้นตัวแบบมีกิจกรรม ไม่สามารถเพิ่มอัตราการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกด้วย

จากการศึกษางานวิจัยต่างๆที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่าผลของการนวดนั้นมีทั้งที่ให้ผลดีและไม่ให้ผลใดๆ เลย แต่ไม่ปรากฏว่ามีผลเสียใดๆเช่นเดียวกันผลดีของการนวดที่พบคือทำให้เลือดไหลเวียนเพิ่มมากขึ้น ทำให้การไหลของน้ำเหลืองดีขึ้นทำให้ลดความเจ็บปวดและยังมีผลต่อระบบประสาทอีกด้วย และการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยการมีกิจกรรม (Active recovery) เช่น การปั่นจักรยานอยู่กับที่ที่ระดับ 30 - 45% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด สามารถที่จะลดระดับกรดแลคติกในเลือดได้ โดยเฉพาะเมื่อมีการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกายชนิดต่างๆ แต่ไม่ได้มีการเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบในการฟื้นตัว ว่าวิธีการใดสามารถทำให้กล้ามเนื้อฟื้นตัวได้ดีกว่า ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลจากงานวิจัยเหล่านี้ เป็นกรอบแนวความคิดและการปฏิบัติของงานวิจัย รวมถึงการนำไปใช้ในการสนับสนุนผลการวิจัยครั้งนี้ต่อไป

สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย

Metabolic and Endocrine

1. **แหล่งพลังงาน** metabolism ในการ supply พลังงานมีอยู่ 3 ระบบใหญ่ๆ คือ

   1.1 phosphagen system ใช้ในกิจกรรมที่ต้องใช้พลังและความเร็วสูงในระยะเวลาที่สั้นมาก ~ 30 วินาที ไม่ต้องใช้ O2 ได้จาก 3 แหล่งคือ

   1.1.1 จากการสลายตัวของ ATP ที่มีอยู่ในกล้ามเนื้อ พร้อมใช้งาน ATP⟶ADP+Pi ⟶ AMP

   1.1.2 จากการสลายของcreatine phosphate ที่สำรองในกล้ามเนื้อ ⟶ creatine + phosphate ได้ ATP ทดแทนที่ใช้ไป

   1.1.3 O2 จำนวนเล็กน้อยที่เกาะอยู่กับ myoglobin ทำให้มี aerobic glycolysis ได้เล็กน้อยเพียง 2-3 วินาทีเท่านั้น

   1.2 glycogen-lactic acid (anaerobic) system ใช้ในกิจกรรมที่ต้องออกแรงมากๆในระยะเวลาสั้นๆ หรือใน1-3 นาทีแรกของการออกกำลังกาย เป็นการสันดาป glycogen ที่สะสมในกล้ามเนื้อหรือ blood glucose โดยไม่ใช้ O2 ทำให้ได้ lactic acid ซึ่งทำให้กล้ามเนื้ออ่อนล้าได้

   muscle glycogen หรือ blood glucose ⟶ lactic acid

   1.3 citric acid cycle (aerobic) system ใช้ในกิจกรรมที่ออกแรงน้อยๆแต่นาน หลายนาทีหรือหลายชั่วโมง เป็นการสันดาป glycogen, fat หรือ protein โดยใช้ O2 เริ่มเมื่อมีเลือดมาเลี้ยงกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น

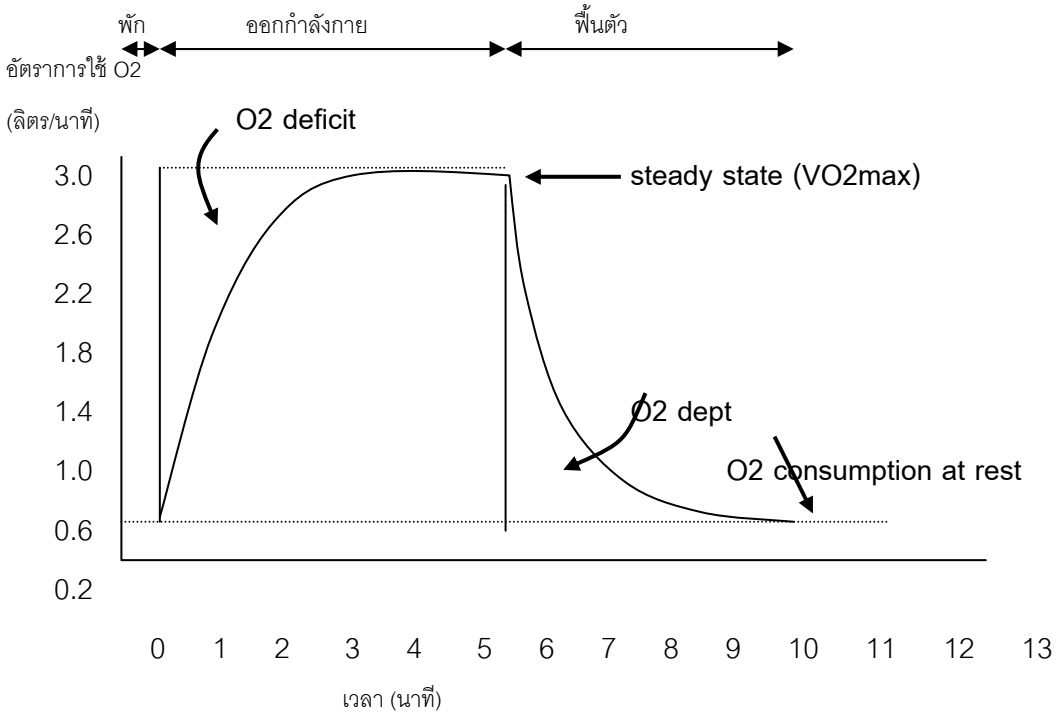
   glycogen, fat, protein + O2 ⟶ CO2 + H2O

2. **อัตราการใช้ O2 (O2 consumption)** คือปริมาณของ O2 ที่เนื้อเยื่อร่างกายใช้ไปต่อนาที ปกติ ท่านั่งจะมีอัตราการใช้ O2 ~ 0.2 –0.3 ลิตร/ นาที (3.5 ml/k/min) = 1 MET (metabolic equivalent)

   Untrained: เพิ่มได้ 3 เท่าเมื่อออกกำลังกายเบาๆ หรือ 8-12 เท่าเมื่อออกกำลังกายหนัก (2-3 ลิตร/ นาที)

   นักกีฬา: เพิ่มได้มากถึง 16-20 เท่า (4-5 ลิตร/นาที)

   การใช้ O2 แปรตามความหนักเบาของการออกกำลังกาย โดยค่อยๆเพิ่มขึ้นใน 2-3 นาทีแรกกว่าจะถึง steady state ซึ่งอัตราการรับ O2 จากเลือด (supply) จะเท่ากับอัตราความ



maximum aerobic capacity

จุดที่เนื้อเยื่อร่างกายสามารถใช้ O2 ได้อย่างเต็มที่ เรียกว่า maximum O2 consumption (VO2max) แสดงถึงสมรรถนะสูงสุดในการออกกำลังกายโดยใช้พลังงานแบบ aerobic เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า maximum aerobic power หรือ maximum exercise capacity ใช้ประเมิน cardiopulmonary fitness ของนักกีฬา

อัตราการใช้ O2 สูงสุด = ปริมาณสูงสุดของ O2 ที่ร่างกายสามารถใช้ได้ในเวลา 1 นาที

VO2 max = (max CO) x (max a-v O2 diff)

O2 deficit

เมื่อเริ่มออกกำลังกาย O2 demand จะเพิ่มทันที แต่ O2 supply ยังเพิ่มขึ้นไม่ทัน ร่างกายต้องการการปรับตัวประมาณ 2-3 นาที ระยะนี้จะเกิดมี O2 deficit ต้องยืม O2 จากแหล่งสะสมที่มีอยู่ในร่างกายมาใช้ก่อน (ซึ่งตามปกติร่างกายจะมี O2 สะสมอยู่ประมาณ 2 ลิตร โดย 0.5 ลิตรจะอยู่ในปอด 0.025 ลิตรละลายอยู่ในของเหลวของร่างกาย 1 ลิตรรวมกับ Hemoglobin ในเลือด และ 0.3 ลิตรเกาะอยู่กับ myoglobin ใน muscle fibers) ซึ่งจะใช้คืนภายหลังหยุดออกกำลังกาย

O2 dept

เมื่อหยุดออกกำลังกาย O2 consumption จะยังคงสูงอยู่เป็นเวลานานก่อนจะกลับคืนสู่ระดับพัก ถ้าเป็นการออกกำลังกายเบาๆ O2 consumption ก็จะกลับคืนสู่ระดับพักได้อย่างรวดเร็วในเวลาเป็นนาที แต่ถ้าออกกำลังกายหนักจะใช้เวลานานหลายชั่วโมงหรือเป็นวัน

3. **เชื้อเพลิงสำหรับใช้เป็นพลังงาน**

ขณะพัก : ใช้ไขมันและคาร์โบไฮเดรท (glycogen หรือ glucose) ในอัตราส่วนพอๆกัน

ขณะออกกำลังกาย : สัดส่วนของการใช้คาร์โบไฮเดรท และ กรดไขมัน ขึ้นกับความหนัก ระยะเวลา และปริมาณเชื้อเพลิงที่มีสะสมอยู่

→ ออกกำลังเบาๆ สั้นๆ ใช้ไขมันเป็นส่วนใหญ่ → หนักขึ้นและนานขึ้น เริ่มใช้คาร์โบไฮเดรทเพิ่มขึ้น

→ หนักมากเป็นเวลานาน 2-3 นาทีแรกใช้คาร์โบไฮเดรท ต่อมาใช้ไขมันมากขึ้น ถ้าออกกำลังกายจนหมดแรง60-70% จะใช้พลังงานจาก ไขมัน เพราะ muscle glycogen จะถูกใช้หมด

อาหารมีผลต่อการฟื้นตัวของแหล่งสะสมเชื้อเพลิงได้ ภายหลังการออกกำลังกาย ถ้าได้อาหารประเภทคาร์โบไฮเครทจะเพิ่มปริมาณสะสมของ muscle glycogen ได้เร็วกว่าอาหารประเภทไขมันหรือโปรตีน

4. **ระดับของงานตามอัตราการใช้พลังงาน** วัดได้เป็นหน่วยของ METs แบ่งเป็น 4 ระดับ เบา ปานกลาง หนัก และหนักมาก

ระดับของงาน หรือ การออกกำลัง	อัตราการใช้พลังงาน			HR beat / min
	METs	O2 uptake ลิตร/นาที	% max O2 uptake	
เบา	< 3	< 1.0	< 25	< 100
ปานกลาง	3 - 4.5	1.0 - 1.4	26 - 50	100 - 124
หนัก	4.6 - 7	1.5 - 2	51 - 75	125 - 150
หนักมาก	> 7	> 2	> 75	> 150

1 MET = อัตราใช้ O2 3.5 ml/kg/min

5. **hormone & endocrine** ยังไม่ทราบว่ามีบทบาทจำเพาะอย่างไรต่อการออกกำลังกาย แต่ช่วยสนับสนุนให้มีการปรับแต่งการใช้เชื้อเพลิงตามที่ร่างกายต้องการ มีผลต่อระบบไหลเวียน

การเพิ่มขึ้นของ epinephrine, norepinephrine, ACTH, cortisol, และ growth hormone จากการกระตุ้นระบบประสาท sympathetic จะช่วยให้มีการเคลื่อนย้ายเชื้อเพลิงออกจากแหล่งสะสมโดยเฉพาะ glycogen และ กรดไขมัน และช่วยเร่งกระบวนการ gluconeogenesis เพื่อ supply glucose ให้กับกล้ามเนื้อระหว่างการออกกำลังกาย

ระหว่างการออกกำลังกาย ผลของการกระตุ้นระบบ sympathetic ที่ตับอ่อนจะทำให้ระดับของ insulin ลดลง และ glucagon สูงขึ้น glucagon จะเสริมฤทธิ์ epinephrine และ cortisol ทำให้มีการเคลื่อนย้ายเชื้อเพลิงออกจากแหล่งสะสม โดยทั่วไป insulin จะช่วยในกระบวนการ glucose uptake ของเซลล์ร่างกาย และเปลี่ยน glucose เป็น glycogen เก็บไว้ตามแหล่งสะสมเชื้อเพลิงต่างๆ อย่างไรก็ตามระดับ insulin ที่ลดลงจะไม่มีผลต่อ glucose uptake ของเซลล์กล้ามเนื้อ เนื่องจากมีกระบวนการชดเชยที่ทำให้เซลล์กล้ามเนื้อสามารถนำ glucose เข้าเซลล์ไปใช้ได้ การเพิ่ม blood flow ไปที่กล้ามเนื้อทันทีที่มีการออกกำลังกาย (acute exercise) ระดับ glucose ที่ต่างกันมากระหว่างเลือดแดงกับเลือดดำ ร่วมกับ จำนวน insulin receptor ที่เพิ่มขึ้นระหว่างการออกกำลังกาย จะช่วยให้เซลล์กล้ามเนื้อสามารถนำ glucose เข้าเซลล์ได้ดีขึ้นแม้ระดับ insulin ในเลือดจะลดลงก็ตาม

ในการออกกำลังกายอย่างหนักและต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลานาน เช่น เกิน 1 ชั่วโมง ทั้ง growth hormone และ hormone เพศจะช่วยให้กล้ามเนื้อมี hypertrophy และมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นจาก anabolic effect ของฮอร์โมนเหล่านี้

ระดับ free T4 ที่สูงขึ้นระหว่างการออกกำลังกายมีส่วนในการเคลื่อนย้ายเชื้อเพลิงจากแหล่งสะสมอยู่บ้างและมีผลต่อกล้ามเนื้อหัวใจ ทำให้สามารถออกกำลังกายหนักและนานได้

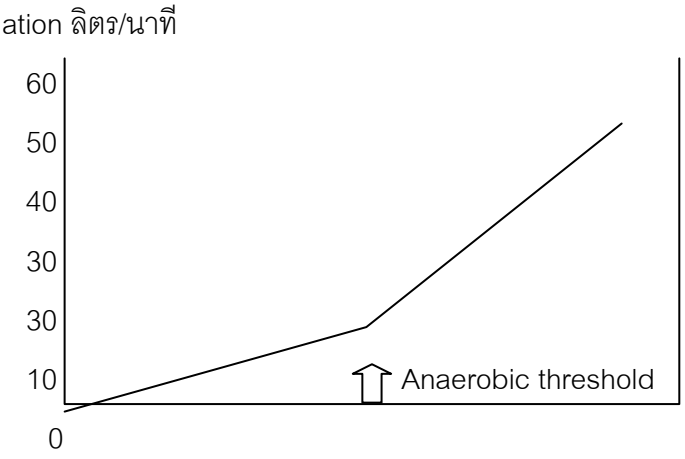
เพื่อรักษาดุลของน้ำและเกลือแร่ ระหว่างที่ออกกำลังกายท่ามกลางอากาศร้อน จะมีการหลั่งฮอร์โมน ADH จากต่อมใต้สมอง และ aldosterone จากต่อมหมวกไต เพื่อสงวนน้ำและโซเดียม

ระบบหายใจ

มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อตอบสนองต่อ metabolism ที่สูงขึ้น อัตราการใช้ O2 สูงขึ้นและอัตราการขับ CO2 เพิ่มขึ้น

1. เพิ่ม ventilation หรือการระบายอากาศ ปกติปริมาตรอากาศที่หายใจเข้าออก = 5-6 ลิตร/นาที เมื่อออกกำลังกายปริมาตรอากาศที่หายใจเข้าออกจะเพิ่มได้มากถึง 100-150 ลิตร/นาที

ถ้าออกกำลังกายเบาๆหรือปานกลางจะหายใจเข้าออกลึก นักกีฬาจะหายใจแรงแต่ไม่ค่อยเร็วมากนัก แต่ถ้าต้องออกกำลังกายหนักขึ้น การหายใจเข้าออกลึกๆจะเพิ่มขึ้นได้อีกแต่มีข้อจำกัดจากปริมาตรปอดของแต่ละคน การเพิ่ม ventilation จึงต้องเพิ่มที่อัตราการหายใจแทน ทำให้นักกีฬาหายใจหอบสั้นๆและเร็ว โดยปกติการเพิ่มขึ้นของ ventilation จะเพิ่มอย่างเป็นสัดส่วนกับความต้องการทาง metabolism แต่จะเพิ่มขึ้นเร็วมากเมื่อความต้องการทาง metabolism นั้นเข้าสู่ anaerobic threshold นั่นคืออัตราการระบายอากาศจะมากกว่าอัตราการใช้ O2 ต่อนาที



2. perfusion เพิ่มขึ้น ปริมาณเลือดที่สูบฉีดไปสู่ปอดเพื่อแลกเปลี่ยน gas เพิ่มขึ้น เป็นผลจากการสูบฉีดโลหิตจากหัวใจเพิ่มขึ้น (cardiac output เพิ่ม)
3. diffusion เพิ่มขึ้น ปริมาตรของอากาศที่แพร่ผ่านถุงลมปอดไปยังหลอดเลือดฝอยเพิ่มขึ้น เป็นผลจากการperfusion ที่เพิ่มขึ้น ทำให้พื้นที่ในการแลกเปลี่ยน gas เพิ่มขึ้น
4. gas transport ที่จริงไม่เกี่ยวกับการทำงานของปอด แต่การปลดปล่อย O2 จากเม็ดเลือดแดงไปยังกล้ามเนื้อที่ออกกำลังกายจะปลดปล่อยได้ง่ายขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ปริมาณCO2 และความเป็นกรด (H+) ที่เซลล์กล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (มีการ shift ของ oxygen dissociation curve ไปทางขวา)

ระบบหัวใจและหลอดเลือด

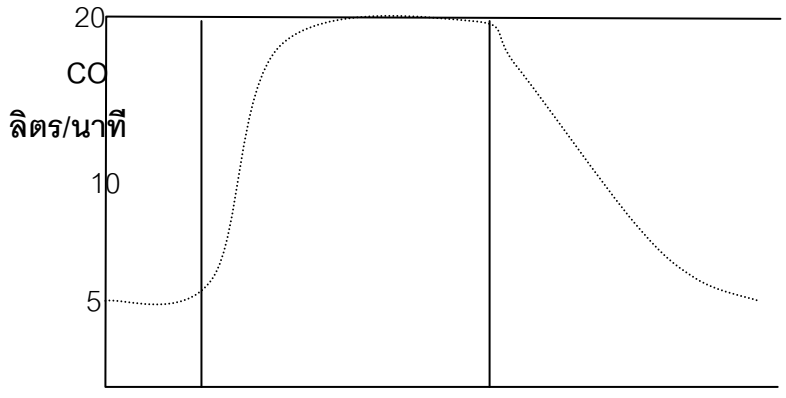
ระหว่างการออกกำลังกาย มีการเปลี่ยนแปลงใหญ่ๆ 2 ประการ คือการเพิ่มขึ้นของปริมาณการสูบฉีดโลหิตจากหัวใจใน 1 นาที (cardiac output) และการกระจายของเลือดไปสู่

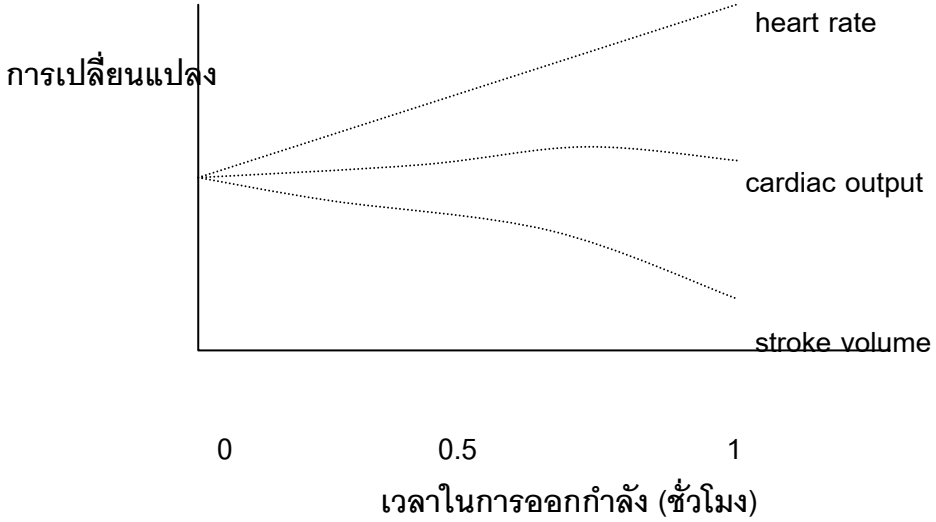
1. cardiac output ขณะพัก 4-6 ลิตร/นาที ระหว่างออกกำลังกายอาจเพิ่มเป็น 20 ลิตร/นาที ถ้าเป็นนักกีฬาอาจเพิ่มได้ถึง 30 ลิตร/นาทีได้ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของ CO จะขึ้นกับอายุ เพศ ขนาดและรูปร่าง รวมทั้งอิริยาบทของแต่ละคน

$$CO = SV \times HR$$

พบว่า CO จะเพิ่มเป็นสัดส่วนกับความหนักของการออกกำลังกายนั่นคืออัตราการใช้ O2 ขณะออกกำลังกาย และเพิ่มได้จนถึง maximum CO แต่จากนั้นจะไม่เพิ่มขึ้นอีกทั้งนี้เนื่องจากผลของ HR ที่เพิ่มขึ้นมากจะทำให้การสูบฉีดเลือดออกจากหัวใจแต่ละครั้ง (SV) ลดต่ำลงเนื่องจากมี filling time ลดลง

การฟื้นตัวของ CO จะคล้ายกับการใช้ O2 คือมีระยะที่ต้องทำงานทดแทนพลังงานสำรองที่ใช้ไประหว่างการออกกำลังกาย (O2 dept)





1.1 stoke volume (SV) ระหว่างออกกำลังกาย SV จะเพิ่มขึ้น จากการที่กล้ามเนื้อหัวใจบีบตัวดีขึ้น เป็นผลจากการทำงานของระบบ sympathetic รวมทั้งระดับฮอร์โมน epinephrine และ thyroxine ในเลือด

ในท่านั่งหรือท่ายืน SV จะน้อยกว่าท่านอนหงายเนื่องจากเลือดกลับสู่หัวใจได้น้อยลง พบว่า SV ขณะพักหในท่านอนจะมีค่าใกล้เคียงกับ maximum SV อยู่แล้ว ดังนั้นในการออกกำลังกายท่านอนหงาย SV จะไม่เพิ่มมากนัก แต่ถ้าออกกำลังกายในท่ายืน SV จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นผลจาก muscle pumping และ respiratory pumping ทำให้มีเลือดดำกลับสู่หัวใจมากขึ้น (เพิ่ม venous return) อาจเพิ่มได้จนถึงระดับสูงสุด 180-190 นาที/ครั้ง หลังจากออกกำลังกายเพียง 5-10 นาที จากนั้นจะคงที่ แต่ถ้าออกกำลังกายนานหลายชั่วโมง SV อาจลดลง 10-20% จากค่าสูงสุดเนื่องจาก HR ที่เพิ่มขึ้น ทำให้ CO ไม่ลดลง พบว่า CO ที่เพิ่มขึ้นระหว่าการออกกำลังกายนั้นส่วนใหญ่เป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของ HR มากกว่า SV

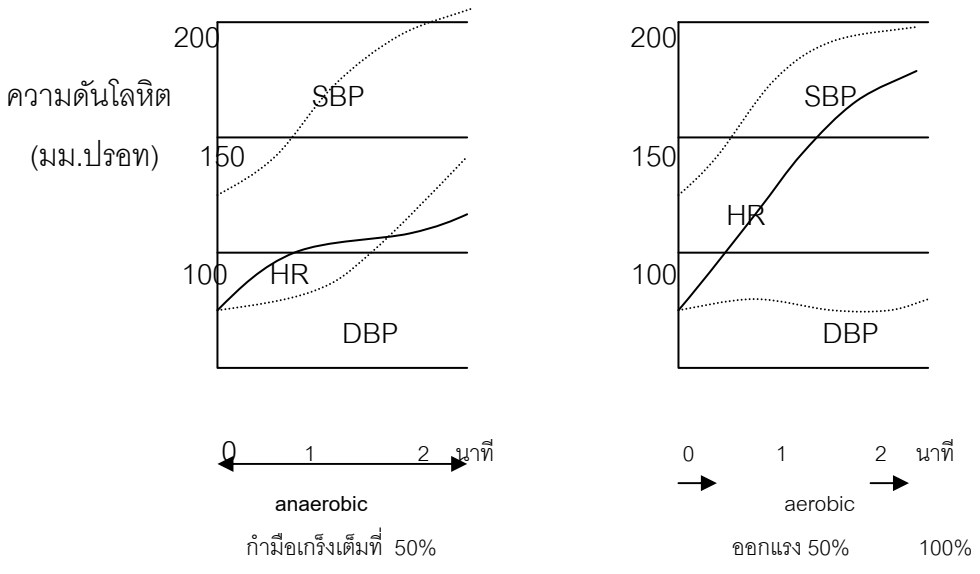
1.2 heart rate อัตราการเต้นของหัวใจใช้บ่งบอกความสมบูรณ์ของระบบหัวใจและหลอดเลือด บอกถึงความหนักของการออกกำลังกายและผลของการฝึกร่างกายได้ ขณะพักคนทั่วไปจะมี HR ประมาณ 75 ครั้ง/นาที เพศหญิงจะมี HR สูงกว่าเพศชายเล็กน้อย นักกีฬาจะมี HR ช้ากว่าคนปรกติประมาณ 53 ครั้ง/นาที โดยปกติ HR จะขึ้นกับเพศและอายุ ประมาณค่า maximum HR = 220-อายุที่เป็นปี

HR จะขึ้นกับชนิดของการออกกำลังกายด้วย ถ้าออกกำลังกายหนักขึ้นเรื่อยๆ HR จะเพิ่มเป็นสัดส่วนกับความหนักของการออกกำลังกาย และจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนได้ค่า CO ที่ต้องการ แต่ถ้าออกกำลังกายด้วยความหนักเท่าๆกันตลอด HR จะเพิ่มขึ้นเฉพาะ

2. blood pressure BP เป็นผลลัพธ์ระหว่าง CO กับแรงต้านทานของหลอดเลือดส่วนปลายทั้งหมด (total peripheral resistance หรือ TPR) ระหว่างการออกกำลังกาย BP จะเพิ่มขึ้น แม้ TPR จะลดลง ทั้งนี้เป็นผลจาก CO ที่เพิ่มขึ้น ความดันที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่เป็นความดัน systolic แต่มักจะไม่เพิ่มมากกว่า 180 มม.ปรอท ส่วนความดัน diastolic มักจะไม่ค่อยเพิ่มและอาจลดลงได้เล็กน้อยขณะออกกำลังกายเบาๆ

   2.1 การออกกำลังแบบ aerobic CO จะเพิ่มขึ้น ทำให้ความดัน systolic เพิ่มขึ้น แต่ภายในกล้ามเนื้อที่ออกกำลังหลอดเลือดจะขยายตัวทำให้ TPR ลดลง ความดัน diastolic จะเปลี่ยนแปลงน้อยมากหรือไม่เปลี่ยนแปลงเลย

   2.2 การออกกำลังแบบ anaerobic ขณะออกแรงจะทำให้เกิดแรงเบ่ง (valsalva's maneuver) ความดันในทรวงอกสูงขึ้นจาก 80 มม.ปรอท เป็น 200 มม.ปรอท ความดัน systolic สูงขึ้นอย่างมากเพื่อเอาชนะแรงต้าน การหดเกร็งของกล้ามเนื้อนานๆทำให้มีแรงกดต่อหลอดเลือด ค่า TPR สูงขึ้น ความดัน diastolic จึงเพิ่มขึ้นด้วย การออกกำลังกายชนิดนี้จึงมีแนวโน้มที่จะเป็นอันตรายต่อผู้ป่วยที่มีโรคหัวใจหรือหลอดเลือดอยู่เดิม



3. redistribution of blood flow ระหว่างออกกำลังกายร่างกายจะมีการโยกย้ายเลือดจากอวัยวะที่ไม่ต้องทำงานไปยังอวัยวะที่ทำงานมากโดยเฉพาะกล้ามเนื้อ โดยระบบ sympathetic จะทำให้หลอดเลือดในอวัยวะที่ทำงานน้อยหดตัว เช่นหลอดเลือดในระบบทางเดินอาหารและไต เลือดจะไหลเวียนไปยังกล้ามเนื้อที่ต้องทำงาน หัวใจ และปอดเพิ่มขึ้น

3.1 muscle blood flow อัตราการไหลเวียนของเลือดไปยังกล้ามเนื้อที่ออกกำลังกายจะเพิ่มขึ้น 8-10 เท่าได้ เนื่องจาก metabolite ทำให้มีการขยาตัวของหลอดเลือด จากแรงดันเลือดที่เพิ่มมากขึ้น และจากการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เป็นจังหวะ การเกร็งกล้ามเนื้อในระหว่างการออกกำลังกายแบบ anaerobic จะจำกัดการไหลเวียนของเลือดได้ประมาณ 20% และถ้าออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อเต็มที่อาจทำให้มี obstruction ของ blood flow ภายในกล้ามเนื้อได้อย่างสมบูรณ์

3.2 skin blood flow เมื่อเริ่มออกกำลังกาย อัตราการไหลเวียนของเลือดที่ผิวหนังจะลดลงเล็กน้อย แต่จากนั้นจะเพิ่มขึ้นเพื่อระบายความร้อนออกจากร่างกายโดยเฉพาะระหว่างที่ออกกำลังกายแบบ aerobic ทั้งนี้เป็นผลจากการทำงานของ hypothalamus เพื่อควบคุมอุณหภูมิร่างกาย ถ้าออกกำลังกายท่ามกลางอากาศที่ร้อน hypothalamus จะกระตุ้นประสาทส่วนปลายที่เลี้ยงหลอดเลือดผิวหนังทำให้เกิดการคลายตัวของกล้ามเนื้อเรียบที่หลอดเลือด ทำให้อัตราการไหลเวียนเลือดไปยังผิวหนังเพิ่มขึ้น แต่ถ้าออกกำลังกายหนักและยาวนานขึ้นอาจมีการเคลื่อนย้ายเลือดจากผิวหนังไปยังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นทำให้อัตราการไหลเวียนเลือดที่ผิวหนังลดลงได้

ระบบการควบคุมอุณหภูมิ

อุณหภูมิของร่างกายจะเพิ่มขึ้นระหว่างการออกกำลังกายนานๆ ซึ่งอัตราการใช้พลังงานจะเพิ่มขึ้นถึง 10-20 เท่าและ 80% ของพลังงานที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของอาหาร จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน เนื่องจากปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ และ การหดตัวของกล้ามเนื้อ พลังงานความร้อนนี้ต้องกำจัดออกจากร่างกายเพื่อมิให้อุณหภูมิร่างกายเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอุณหภูมิร่างกายอาจเพิ่มได้ถึง 39-40 °C โดยไม่ขึ้นกับอากาศภายนอก แต่ขึ้นกับอัตราการใช้พลังงานหรือระดับงาน

ประโยชน์ของอุณหภูมิร่างกายที่เพิ่มสูงขึ้น.ในระหว่างการออกกำลังกาย(เพ็ญพิมล ธัมม คือ

1. เพิ่มการระบายความร้อนออกจากร่ายกายโดยการแผ่รังสี และการพา โดยไม่ต้องอาศัยเหงื่อ
2. เพิ่มความเร็วของปฏิกิริยาเคมีในเนื้อเยื่อที่กำลังทำงาน
3. เพิ่มการปลดปล่อยออกซิเจนจากเม็ดเลือดแดง ไปสู่เนื้อเยื่อ

ความร้อนไม่ได้เป็นประโยชน์ต่อนักกีฬาเสมอไป อาจเกิดโทษได้ ถ้าอุณหภูมิร่างกายสูงขึ้นมากโดยไม่สามารถระบายความร้อนได้ทัน อาจเป็นอันตรายต่อเซลล์ในร่างกาย โดยเฉพาะเซลล์สมอง ทำให้หมดสติ (Heat stroke) หรือตายได้

ผลของการฝึก

การออกกำลังกายซ้ำๆ ทำเป็นประจำและมีความต่อเนื่องเพียงพอจะทำให้มีการปรับตัวของระบบการทำงานต่างๆของร่างกาย เรียกว่าผลของการฝึก (training effects) โดยทั่วไปจะทำให้ประสิทธิภาพในการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มสมรรถนะสำรอง (reserve capacity) และลดความสิ้นเปลืองสูญเปล่าต่างๆ

ผลของการฝึกจะแตกต่างกันไปในแต่ละคน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดทางพันธุกรรม เพศ และอายุ และชนิดของโปรแกรมการฝึก (เช่น ฝึกความแข็งแรง หรือฝึกความทนทาน) ความหนักเบา และความถี่ของโปรแกรมการฝึก

การฝึกโดยให้เกร็งกล้ามเนื้อต้านแรงในระยะเวลาสั้นๆไม่เกิน 1-2 นาที (anaerobic training) จะทำให้ใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วมีขนาดใหญ่ขึ้น และเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการ anaerobic metabolism และยังทำให้กล้ามเนื้อหัวใจห้องซ้ายล่างหนาตัวขึ้นได้

การฝึกความทนทาน (endurance หรือ aerobic training) ทำได้โดยให้ออกกำลังกายหนักปานกลางถึงหนักมาก (ให้ HR = 60-90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด) ทำติดต่อกันนาน 20 นาที 3-5 วันต่อสัปดาห์ จะเพิ่มอัตราการใช้ O2 สูงสุด (VO2 max), CO และ SV เพิ่มขึ้น และ HR ขณะพักลดลง เอ็นไซม์ในกระบวนการ oxydation, glycogen, myoglobin ความหนาแน่นของ mitochondria และหลอดเลือดฝอยในกล้ามเนื้อที่หดตัวช้าจะเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้อาจทำให้ anaerobic threshold สูงขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ไม่ถาวรถ้าปราศจากการฝึกอย่างสม่ำเสมอ สมรรถนะต่างๆจะลดลงถ้าหยุดฝึกเพียง 2 สัปดาห์ แต่จะสามารถกลับคืนมาได้ถ้าเริ่มฝึกใหม่ ด้วยเหตุนี้นักกีฬาควรจะเริ่มโปรแกรมการฝึกเพื่อคือสภาพ (roconditioning program) หลายเดือนก่อนเริ่มฤดูการแข่งขัน

สรุปผลของการฝึกที่สำคัญๆ

1. ลด resting heart rate และ ลด heart rate เมื่อออกกำลังปานกลาง เป็นผลจากการเพิ่มการทำงานของ parasympathetic system ที่หัวใจ ทำให้สมรรถนะสำรองของหัวใจเพิ่มขึ้น (สมรรถนะสำรอง = max HR – resting HR)
2. เพิ่ม stroke volume เนื่องจาก contraction capacity ดีขึ้น และเพิ่ม venous return
3. เพิ่ม respiratory efficacy อัตราของ ventilation / อัตราการใช้ O2 ลดลง หมายความว่ามีการใช้ O2 เพิ่มขึ้นจากลมหายใจเข้าออกแต่ละครั้ง มีการสูญเปล่าน้อย

4. เพิ่ม maximum O2 consumption โดยดูจาก SV และ a-vO2 difference ที่เพิ่มขึ้น
5. มี anaerobic threshold สูงขึ้น ลดการใช้ energy โดยกระบวนการ anaerobic metabolism ร่างกายใช้พลังงานจากกระบวนการ aerobic ได้นานขึ้นโดยใช้ไขมันเป็นเชื้อเพลิงได้มากขึ้น มีการคั่งของ lactic acid น้อย ทำให้กล้ามเนื้อเพลียล้าได้น้อยลง
6. เพิ่ม O2 dept capacity และ buffer capacity เพราะกล้ามเนื้อมีการสำรองด่างมากขึ้นเพื่อปรับสมดุลกับ lactic acid
7. ฟื้นตัวสูงภาวะปกติได้เร็วขึ้น เพราะมีการเปลี่ยนแปลงจากภาวะปกติน้อยลง

สรุป

การออกกำลังกายคือความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะทำงานอย่างจำเพาะตามความต้องการ เกิดจากระบบต่างๆของร่างกายทำงานร่วมกับในการสนับสนุนกล้ามเนื้อที่กำลังทำงาน การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของการออกำกลังกาย ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการปรับตัวของระบบ metabolism ระบบหายใจ และระบบไหลเวียนเลือด ระบบเหล่านี้ต้องมีปฏิสัมพันธ์กัน บางระบบหรืออวัยวะถูกทำให้ลดการทำงานลง ในขณะที่บางระบบหรืออวัยวะถูกกระตุ้นให้ทำงานเพิ่มขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของกล้ามเนื้อให้สามารถหดตัวต่อไป ระบบต่างๆเหล่านี้จะทำงานเชื่อมโยงกันด้วยระบบประสาท ฮอร์โมน และเอนไซม์ต่างๆ ซึ่งเริ่มตั้งแต่ก่อน ขณะและภายหลังการออกกำลังกาย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลของการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายด้วยวิธีการต่างๆ ต่อประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายในนักกีฬาเป็นงานวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) โดยทำการศึกษาในกลุ่มประชากรที่เป็นนักกีฬาฟุตบอล เพศชาย ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กำลังศึกษาอยู่ในปีการศึกษา 2551 ซึ่งมีอายุระหว่าง 18 – 25 ปี มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย ด้วยวิธีการต่างๆ อันได้แก่ การนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็งต่อประสิทธิภาพในการออกกำลังกายในนักกีฬาและเปรียบเทียบผลของการทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย ด้วยวิธีการต่างๆ ที่เวลาแตกต่างกัน ได้แก่ ที่เวลา 2 นาที 5 นาที 10 นาที และ 15 นาที หลังการออกกำลังกาย ขั้นตอนการศึกษาวิจัยได้ผ่านการพิจารณาและการคัดกรองงานวิจัยเพื่อเข้ารับการพิจารณาจริยธรรมโดยคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์และการใช้สัตว์ทดลองในการวิจัย กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งประกอบด้วยวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตบอลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย ที่กำลังศึกษาในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2551 มีอายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 30 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตบอลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 20 คน (Cohen,1969) ได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive random sampling) แต่มีผู้เข้าร่วมวิจัยเพียง จำนวน 15 คน ที่สามารถเข้าร่วมวิจัยได้ครบตามโปรแกรมที่กำหนด เนื่องจากมีผู้เข้าร่วมงานวิจัยได้รับการบาดเจ็บจากการแข่งขันกีฬา จำนวน 3 คน และไม่สามารถเข้าร่วมตามโปรแกรมที่กำหนดได้ จำนวน 2 คน จึงนำข้อมูลจากผู้เข้าร่วมวิจัยมาวิเคราะห์เพียง 15 คน

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักกีฬาฟุตบอลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย อายุระหว่าง 18-25 ปี ที่กำลังศึกษาอยู่ในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2551
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีสุขภาพแข็งแรงปราศจากโรคหรืออาการที่ทำให้ไม่พร้อมที่จะออกกำลังกายและไม่มีประวัติการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและข้อต่อที่เป็นอุปสรรคต่อการวิ่ง

3. ผู้เข้าร่วมวิจัยยินยอมให้เจาะเลือดและให้ความร่วมมือได้ตลอดจนสิ้นสุดการวิจัย

เกณฑ์การคัดผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยเกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น เกิดการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ มีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น

2. ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่สามารถเข้าร่วมงานวิจัยได้ครบตามโปรแกรมที่กำหนด

3. ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่สมัครใจเข้าร่วมการทดลองต่อ

การพิทักษ์สิทธิ์ของผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้วิจัยพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยพบผู้เข้าร่วมวิจัยและแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์ และขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำวิจัย และชี้แจงให้ทราบว่าการเข้าร่วมในการวิจัยเป็นโดย**สมัครใจ** การตอบรับหรือการปฏิเสธ การเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ จะไม่มีผลต่อผู้เข้าร่วมวิจัย และผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถ**ถอนตัว**จากการวิจัยได้ทุกขณะ ข้อมูลทุกอย่างจะถือเป็นความลับ และนำมาใช้ตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น ผลการวิจัยจะเสนอในภาพรวม ผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถแจ้งออกจากการวิจัยได้ก่อนที่การวิจัยจะสิ้นสุดลง โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลหรือคำอธิบายใดๆ ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะไม่มีผลอย่างใดต่อผู้เข้าร่วมวิจัยและครอบครัว และเมื่อผู้เข้าร่วมวิจัยยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติกในเลือด
2. แผ่นวิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติกในเลือด (Strips)
3. เครื่องเจาะเลือด พร้อมเข็ม
4. เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Gas Analyzer) Metamax รุ่น TB
5. เครื่องเดินลู่กล (Treadmill)
6. นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล
7. เครื่องแสดงอัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สาย ยี่ห้อ Polar
8. เครื่องวัดความดันโลหิตขณะพัก (Digital blood pressure ยี่ห้อ BP3BTO-A)
9. เครื่องวัดความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (Brilliant blood pressure solutions ยี่ห้อ Suntecg Medical)
10. แผ่นอิเล็กโทรด

11. สำลีและแอลกอฮอล์

12. ถุงมือยาง

13. แก้วขนาด 8 ออนซ์ สำหรับทำน้ำแข็งสำหรับนวด จำนวน 4 ใบ

14. ถังขนาดกลางสำหรับใส่น้ำเย็นและน้ำแข็ง จำนวน 2 ใบ

15. ผ้าเช็ดตัวขนาดกลาง กว้าง 30 ซม. ยาว 70 ซม. จำนวน 10 ผืน

16. ใบบันทึกผลการทดสอบ

17. เครื่องชั่งน้ำหนักอัตโนมัติ (Automatic weighting scale-Tanita)

18. เครื่องวัดส่วนสูง (Height scale)

19. เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer)

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การทำวิจัยในครั้งนี้มีขั้นตอนการเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ติดต่อขอใช้สถานที่และยืมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยใช้ห้อง 2107 อาคารจุฬาพัฒน์ 8 สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นสถานที่ในการทดลอง

2. ทำหนังสือขอความร่วมมือในการใช้กลุ่มตัวอย่างของการทำวิจัย ถึงผู้ฝึกสอนและผู้จัดการทีมฟุตบอลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ศึกษาเทคนิคและวิธีการปฏิบัติเกี่ยวกับการวิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติกในเลือดจากเอกสารงานวิจัยและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติ และศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการใช้เครื่องมือ การเก็บรวบรวมข้อมูลและสถานที่ที่ใช้ในงานวิจัย

4. จัดเตรียมสถานที่ อุปกรณ์ ใบบันทึกผล เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

5. ประชุม อธิบายและชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างได้เข้าใจถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ลำดับขั้นตอนการทดสอบและวิธีการทดสอบ รวมไปถึงข้อตกลงต่างๆ ในระหว่างการเข้าร่วมทำการวิจัยครั้งนี้

6. การทดสอบการออกกำลังกาย (Exercise test) เพื่อหาค่าการวัดอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (ครั้งต่อนาที) และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที) โดยการใช้ Bruce Protocol และใช้เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Gas analyzer) Metamax รุ่น TB สำหรับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ได้จะนำไปใช้ในการคำนวณความหนักของการออกกำลังกายขณะทำการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย

7. ทำการเก็บข้อมูลค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา ก่อนที่ผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละบุคคลจะทำการออกกำลังกายแต่ละครั้ง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐาน สำหรับเปรียบเทียบในระหว่างออกกำลังกายและหลังการทำให้ฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายด้วยวิธีการต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ

- วัดน้ำหนักร่างกาย (กิโลกรัม) และ ส่วนสูง (เซนติเมตร)

- วัดอุณหภูมิร่างกาย (มิลลิเมตรปรอท)

- วัดอัตราการเต้นหัวใจขณะพัก (ครั้งต่อนาที) ของผู้รับการวิจัย โดยให้ผู้เข้ารับการทดลองนั่งพักในเวลา 5 นาที แล้วจึงใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบโพลาร์ จับชีพจร เป็นระยะเวลา 1 นาที

- เจาะเลือดเพื่อวัดค่าปริมาณกรดแลคติก (มิลลิโมลต่อลิตร) ในเลือดของผู้เข้าร่วมวิจัย

8. ออกกำลังกายด้วยการเดินหรือวิ่งบนลู่กลตามแบบของบรู๊ซ (Bruce protocol) จนถึงค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) โดยทำการบันทึกตัวแปรที่เกี่ยวข้องทางสรีรวิทยา ทำการบันทึกค่าทุกๆนาที โดยใช้เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Portable cardiopulmonary gas exchange system ยี่ห้อ Cortex รุ่น Metamax 3B) ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ และค่าการใช้ออกซิเจน ส่วนความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย ใช้เครื่องวัดความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (Brilliant blood pressure solutions ยี่ห้อ Suntecg Medical) นอกจากนี้ ทุกๆ 3 นาที ได้มีการสอบถามระดับของการรับรู้ความเหนื่อย(Borg's RPE scale)

9. เมื่อออกกำลังกายถึงค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ทำการบันทึกค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกาย

10. ให้ทำการวัดค่าความเข้มข้นกรดแลคติกในเลือดหลังหยุดออกกำลังกายทันที

11. ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดต้องได้รับการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆทุกวิธีการหลังจากการออกกำลังกาย เป็นเวลา 15 นาที ดังนี้

11.1 การนั่งพัก คือ การนั่งพักบนเก้าอี้มีพนักพิงในห้องอุณหภูมิปกติหลังออกกำลังกายโดยไม่ต้องทำอะไรอีก และจะไม่ได้รับเครื่องช่วยให้ร่างกายหายเหนื่อยหรือเครื่องดื่มใดๆทั้งสิ้น เป็นวิธีการฟื้นตัวแบบ Passive recovery (Rest recovery)

11.2 การนวดด้วยน้ำแข็ง คือ การนวดโดยการใช้ผ้าขนหนูชุบน้ำแล้วนำมาห่อน้ำแข็งซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 0±2 °ซ แล้วนำมานวดให้กับผู้เข้าร่วมวิจัย โดยการกดลงลึกๆ และคลึงเบาๆที่บริเวณกล้ามเนื้อ จุดละประมาณ 5 วินาที โดยทำการนวดดังนี้

เริ่มจากขาข้างขวา นวดบริเวณกล้ามเนื้อน่อง (Gastocnemius muscle) ประมาณ 1 นาที กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstrings muscle) ประมาณ 1 นาที และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps muscle) ประมาณ 1 นาที จากนั้นนวดขาข้างซ้ายด้วยวิธีการเดียวกัน เมื่อนวดกล้ามเนื้อขาครบทั้ง 2 ข้าง จึงทำการนวดกล้ามเนื้อแขน โดยเริ่มจากแขนท่อนล่างข้างขวาไปยังต้นแขน ใช้เวลาประมาณ 1 นาที จากนั้นนวดแขนข้างซ้ายเช่นเดียวกัน นวดในลักษณะเช่นนี้ไปเรื่อยๆจนครบ 15 นาที

11.3 การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น คือ การนั่งพักบนเก้าอี้ในห้องอุณหภูมิปกติ ต่อจากนั้นผู้ทำการทดลองจะใช้ผ้าขนหนูชุบน้ำที่ผสมน้ำแข็งซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 5±2 °ซ แล้วบิดให้เหลือน้ำเล็กน้อยและเช็ดให้กับผู้เข้าร่วมวิจัยบริเวณขาทั้ง 2 ข้าง, แขนทั้ง 2 ข้าง, คอและใบหน้า โดยการทำไปเรื่อยๆ จนครบ 15 นาทีและสับเปลี่ยนหมุนเวียนผ้าเย็นเพื่อให้ความเย็นของผ้าและน้ำเย็นคงที่ (ไพรัช เลิศเกียรติศักดิ์ ,2527)

11.4 การออกกำลังกายแบบเบาด้วยการเดินบนลู่กล คือ วิธีการเดินก้าวเท้าไปข้างหน้าอย่างเป็นจังหวะ โดยเท้าทั้งสองข้างจะต้องมีส่วนที่ติดพื้นตลอดช่วงก้าว เป็นลักษณะการเคลื่อนไหวอย่างช้า ๆ อยู่บนลู่กล ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ความหนักในการเดินที่ 35-40 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด หรือประมาณ 40-50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นวิธีการฟื้นตัวแบบ Active recovery (Dynamic)

12. วัดและบันทึกค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต อัตราการหายใจ และเจาะเลือดเพื่อวัดปริมาณกรดแลคติกที่เวลา 2 ,5 ,10 และ 15 นาที หลังการออกกำลังกาย

13. ผู้เข้าร่วมวิจัยออกกำลังกายอีกครั้งโดยใช้วิธีการเดิมจนถึงค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายหลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ

14. การออกกำลังกายแต่ละครั้งห่างกันประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อให้ผู้เข้าร่วมวิจัยมีการฟื้นตัวอย่างเต็มที่และไม่มีกระทบจากการออกกำลังกายครั้งก่อน

แผนภาพสรุปขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ตารางแสดงลำดับวิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธีของผู้เข้าร่วมวิจัยด้วยวิธีการสุ่ม

ผู้เข้าร่วมวิจัย	วิธีการ			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
001	PR	IM	AR	CW
002	IM	PR	AR	CW
003	AR	IM	PR	CW
004	CW	IM	AR	PR
005	PR	AR	IM	CW
006	PR	CW	AR	IM
007	IM	CW	AR	PR
008	CW	PR	AR	IM
009	CW	PR	IM	AR
010	PR	AR	CW	IM
011	CW	IM	PR	AR
012	CW	PR	IM	AR
013	IM	AR	CW	PR
014	CW	IM	PR	AR
015	PR	AR	IM	CW
016	AR	PR	IM	CW
017	PR	IM	AR	CW
018	CW	AR	PR	IM
019	CW	PR	IM	AR
020	CW	AR	IM	PR
021	CW	AR	PR	IM

PR = การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก

CW = การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น

AR = การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา

IM = การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังนี้

1. ทดสอบความถูกต้องของทฤษฎี (Testing goodness of fit) ว่าข้อมูลมีการกระจายเป็นโค้งปกติหรือไม่ โดยใช้สถิติ Kolmogorov- Smirnov One Sample Test

2. คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมวิจัย ซึ่งได้แก่ อายุ ส่วนสูง น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

3. ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (Two-way analysis of variance with repeated measures) เพื่อทดสอบผลกระทบที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็งกับกับช่วงเวลาที่วัดค่าทางสรีรวิทยาต่างๆ ขณะออกกำลังกาย และขณะพักหลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

3.1 หากพบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันให้เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธีของ Bonferroni

3.2 หากพบว่า มีปฏิสัมพันธ์ให้ทำการทดสอบวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One- way ANOVA with repeated measures) เพื่อทดสอบหาค่าความแตกต่างของค่าทางสรีรวิทยาต่างๆ ภายในวิธีการทั้ง 4 วิธีการ ได้แก่ วิธีการนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็ง ขณะออกกำลังกาย และขณะพักหลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5 ,10 และ 15 หลังออกกำลังกาย หากพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ ด้วยวิธีของ Bonferroni

4. ใช้การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าทางสรีรวิทยาต่างๆระหว่างที่ออกกำลังกายในช่วงเวลาเดียวกัน ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธีการ อันได้แก่ วิธีการนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็งกับช่วงเวลาที่วัด ได้แก่ นาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ขณะออกกำลังกาย โดยการทดสอบค่าทีแบบวัดซ้ำ (Paired - sampled t – test)

5. ใช้การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการทำงานของร่างกายขณะออกกำลังกาย อันได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximum heart rate : HRmax) สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal oxygen consumption : VO_2 max) และเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกาย (Exercise duration) ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้น

6. กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีการทางสถิติที่ได้จากการศึกษาผลของการทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายด้วยวิธีการต่างๆ อันได้แก่ การนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็งต่อประสิทธิภาพในการออกกำลังกายในนักกีฬา โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตบอลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 15 คน ซึ่งทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มตามวิธีการที่แตกต่างกัน และเปรียบเทียบภายในกลุ่มที่เวลาแตกต่ทางกัน ได้แก่ ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันที และที่เวลา 2 นาที 5 นาที 10 นาที และ 15 นาที หลังการออกกำลังกาย จากนั้นจึงนำผลมาวิเคราะห์เสนอในรูปตารางและแผนภูมิประกอบความเรียง โดยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 4 ตอน ดังนี้คือ

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมวิจัย

ตอนที่ 2 การทดสอบผลกระทบที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (Passive recovery : PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (Cold water body wetting : CW) การออกกำลังกายแบบเบา (Active recovery : AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (Ice massage : IM) กับช่วงเวลาที่วัดค่าทางสรีรวิทยาต่างๆ ขณะพักระหว่างการออกกำลังกาย อันได้แก่ หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (Two-way analysis of variance with repeated measures)

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าทางสรีรวิทยาต่างๆ ระหว่างที่ออกกำลังกายในช่วงเวลาเดียวกัน ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี ได้แก่ วิธีการนั่งพัก (Passive recovery : PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (Cold water body wetting : CW) การออกกำลังกายแบบเบา (Active recovery : AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (Ice massage : IM) กับช่วงเวลาที่วัด โดยการทดสอบค่าทีแบบวัดซ้ำ (Paired – samples t – test)

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการทำงานของร่างกายขณะออกกำลังกาย อันได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximal heart rate : HRmax) สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal oxygen consumption : VO_2 max) และเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกาย (Exercise time) ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี ได้แก่

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมวิจัย

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมวิจัย (n = 15)

ค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา	$\overline{X}$	S.D.
อายุ (ปี)	20.33	1.23
ส่วนสูง(เมตร)	173.67	5.11
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	65.66	5.16
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	21.77	2.13
อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (ครั้งต่อนาที)	172.33	10.53
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที)	57.07	7.64

จากตารางที่ 1 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 20.33 ± 1.23 ปี ส่วนสูงเฉลี่ย 173.67 ± 5.11 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 65.66 ± 5.16 กิโลกรัม ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 21.77 ± 2.13 กิโลกรัมต่อตารางเมตร อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 172.33 ± 10.53 ครั้งต่อนาที และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด 57.07 ± 7.64 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที

ตอนที่ 2 การทดสอบผลกระทบที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (Passive recovery : PR) **การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น** (Cold water body wetting : CW) **การออกกำลังกายแบบเบา** (Active recovery : AR) **และการนวดด้วยน้ำแข็ง** (Ice massage : IM) **กับช่วงเวลาที่วัดค่าทางสรีรวิทยาต่าง ๆ ขณะพักระหว่างการออกกำลังกาย อันได้แก่ หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ** (Two-way analysis of variance with repeated measures)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

ช่วงเวลา	วิธีการ							
	PR		CW		AR		IM	
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.
ขณะพัก	66.73	16.66	64.80	6.64	65.80	8.10	66.60	9.42
นาทีที่ 0	135.40	33.27	131.13	34.86	137.53	22.55	139.73	24.36
นาทีที่ 2	95.07	15.25	96.73	10.36	112.33	10.60	95.27	17.30
นาทีที่ 5	91.73	15.16	88.13	10.12	105.33	9.77	90.00	14.02
นาทีที่ 10	88.67	12.43	84.67	9.95	102.60	9.30	83.60	8.27
นาทีที่ 15	86.20	11.42	83.93	10.00	101.20	9.15	87.40	14.86

จากตารางที่ 2 พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจของการนั่งพัก (PR) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย 66.73 ± 16.66 ครั้งต่อนาที หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 135.40 ± 33.27 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 95.07 ± 15.25 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 91.73 ± 15.16 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 10 มีค่าเฉลี่ย 88.67 ± 12.43 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 15 มีค่าเฉลี่ย 86.20 ± 11.42 ครั้งต่อนาที

อัตราการเต้นของหัวใจของการเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย 64.80 ± 6.64 ครั้งต่อนาที หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 131.13 ± 34.86 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 2 มี

อัตราการเต้นของหัวใจของการออกกำลังกายแบบเบา (AR) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย 65.80 ± 8.10 ครั้งต่อนาที หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 137.53 ± 22.55 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 112.33 ± 10.60 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 105.33 ± 9.77 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 10 มีค่าเฉลี่ย 102.60 ± 9.30 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 15 มีค่าเฉลี่ย 101.20 ± 9.15 ครั้งต่อนาที

อัตราการเต้นของหัวใจของการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย 66.60 ± 9.42 ครั้งต่อนาที หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 139.73 ± 24.36 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 95.27 ± 17.30 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 90.00 ± 14.02 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 10 มีค่าเฉลี่ย 83.60 ± 8.27 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 15 มีค่าเฉลี่ย 87.40 ± 14.86 ครั้งต่อนาที

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) กับช่วงเวลาการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	ค่า F	p-value
ระหว่างสมาชิก					
กลุ่ม	8356.275	3	2785.425	6.847	.001*
สมาชิก	17086.850	42	406.830		
ภายในกลุ่ม					
การวัด	152445.525	5	30489.105	128.704	<.001*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มและการวัด	4604.108	15	306.941	2.202	.007*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและการวัด	29270.017	210	139.381		
รวม	211762.775	275			

* $p < .05$

จากตารางที่ 3 พบว่า วิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัว ($p = .001$) ช่วงเวลาในการวัด ($p < .001$) และปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวและช่วงเวลาการวัด ($p = .007$) มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีที่ต่างกัน จะส่งผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าเป็นช่วงเวลาการวัดช่วงใดหรือช่วงเวลาการวัดที่ต่างกัน จะส่งผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าเป็นการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการใด

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One- way ANOVA with repeated measures) เพื่อทดสอบความแตกต่างของอัตราการเต้นของหัวใจภายในการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพักหลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	ค่า F	p-value
การนั่งพัก (PR)					
ระหว่างสมาชิก	14893.933	14	1063.852		
ภายในกลุ่ม					
ระหว่างการวัด	35515.567	5	7103.113	33.271	<.001*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและการวัด	14944.600	70	213.494		
รวม	65354.100	89			
การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW)					
ระหว่างสมาชิก	9500.267	14	678.590		
ภายในกลุ่ม					
ระหว่างการวัด	36395.033	5	7279.007	36.776	<.001*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและการวัด	13854.800	70	197.926		
รวม	59750.100	89			
การออกกำลังกายแบบเบา (AR)					
ระหว่างสมาชิก	6953.400	14	496.671		
ภายในกลุ่ม					
ระหว่างการวัด	39969.600	5	7993.920	87.716	<.001*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและการวัด	6379.400	70	91.134		
รวม	53302.400	89			
การนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)					
ระหว่างสมาชิก	9868.933	14	704.924		
ภายในกลุ่ม					
ระหว่างการวัด	45169.433	5	9033.887	59.246	<.001*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและการวัด	10673.733	70	152.482		
รวม	65712.099	89			

* $p < .05$

จากตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ แสดงให้เห็นว่า อัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวทั้ง 4 วิธี อันได้แก่ วิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกายที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

ช่วงเวลาการวัด	$\bar{X}$	ขณะพัก	นาทีที่ 0	นาทีที่ 2	นาทีที่ 5	นาทีที่ 10	นาทีที่ 15
		70.33	135.40	95.07	91.73	88.67	86.20
ขณะพัก	70.33	-	-65.07*	-24.73*	-21.40*	-18.33*	-15.87*
นาทีที่ 0	135.40		-	40.33*	43.67*	46.73*	49.20*
นาทีที่ 2	95.07			-	3.33	6.40*	8.87*
นาทีที่ 5	91.73				-	3.07	5.53
นาทีที่ 10	88.67					-	2.47
นาทีที่ 15	86.20						-

* $p < .05$

จากตารางที่ 5 พบว่า การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักหลังออกกำลังกายทันทีแตกต่างกับขณะพัก นาทีที่ 2 นาทีที่ 5 นาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก นาทีที่ 2 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่แตกต่างกับขณะพัก นาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก นาทีที่ 5 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่แตกต่างกับขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก นาทีที่ 10 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่แตกต่างกับขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกายแตกต่างกับขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

ช่วงเวลาการวัด	$\overline{X}$	ขณะพัก	นาทีที่ 0	นาทีที่ 2	นาทีที่ 5	นาทีที่ 10	นาทีที่ 15
		64.80	131.13	96.73	88.13	84.67	83.93
ขณะพัก	64.80	-	-66.33*	-31.93*	-23.33*	-19.87*	-19.13*
นาทีที่ 0	131.13		-	34.40*	43.00*	46.47*	47.20*
นาทีที่ 2	96.73			-	8.60*	12.07*	12.80*
นาทีที่ 5	88.13				-	3.47	4.20
นาทีที่ 10	84.67					-	0.73
นาทีที่ 15	83.93						-

* $p < .05$

จากตารางที่ 6 พบว่า การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นหลังออกกำลังกายทันทีแตกต่างกับขณะพัก นาทีที่ 2 นาทีที่ 5 นาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นนาทีที่ 2 หลังออกกำลังกายแตกต่างกับขณะพัก นาทีที่ 5 นาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นนาทีที่ 5 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่แตกต่างกับขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น นาทีที่ 10 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่แตกต่างกับขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา (AR) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

ช่วงเวลาการวัด	$\overline{X}$	ขณะพัก	นาทีที่ 0	นาทีที่ 2	นาทีที่ 5	นาทีที่ 10	นาทีที่ 15
		65.80	137.53	112.33	105.33	102.60	101.20
ขณะพัก	65.80	-	-71.73*	-46.53*	-39.53*	-36.80*	-35.40*
นาทีที่ 0	137.53		-	25.20*	32.20*	34.93*	36.33*
นาทีที่ 2	112.33			-	7.00*	9.73*	11.13*
นาทีที่ 5	105.33				-	2.73	4.13*
นาทีที่ 10	102.60					-	1.40
นาทีที่ 15	101.20						-

* $p < .05$

จากตารางที่ 7 พบว่า การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบาหลังออกกำลังกายทันทีแตกต่างกับขณะพัก นาทีที่ 2 นาทีที่ 5 นาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบานาทีที่ 2 หลังออกกำลังกายแตกต่างกับขณะพัก นาทีที่ 5 นาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบานาทีที่ 5 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่แตกต่างกับขณะพัก และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบานาทีที่ 10 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่แตกต่างกับขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกายแตกต่างกับขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

ช่วงเวลาการวัด	$\bar{X}$	ขณะพัก	นาทีที่ 0	นาทีที่ 2	นาทีที่ 5	นาทีที่ 10	นาทีที่ 15
		66.60	139.73	95.27	90.00	83.60	87.40
ขณะพัก	66.60	-	-73.13*	-28.67*	-23.40*	-17.00*	-20.80*
นาทีที่ 0	139.73		-	44.47*	49.73*	56.13*	52.33*
นาทีที่ 2	95.27			-	5.27	11.67*	7.87
นาทีที่ 5	90.00				-	6.40	2.60
นาทีที่ 10	83.60					-	-3.80
นาทีที่ 15	87.40						-

* $p < .05$

จากตารางที่ 8 พบว่า การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็งหลังออกกำลังกายทันทีแตกต่างกับขณะพัก นาทีที่ 2 นาทีที่ 5 นาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็งนาทีที่ 2 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 5 และนาทีที่ 15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่แตกต่างกับขณะพัก และนาทีที่ 10 หลังออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

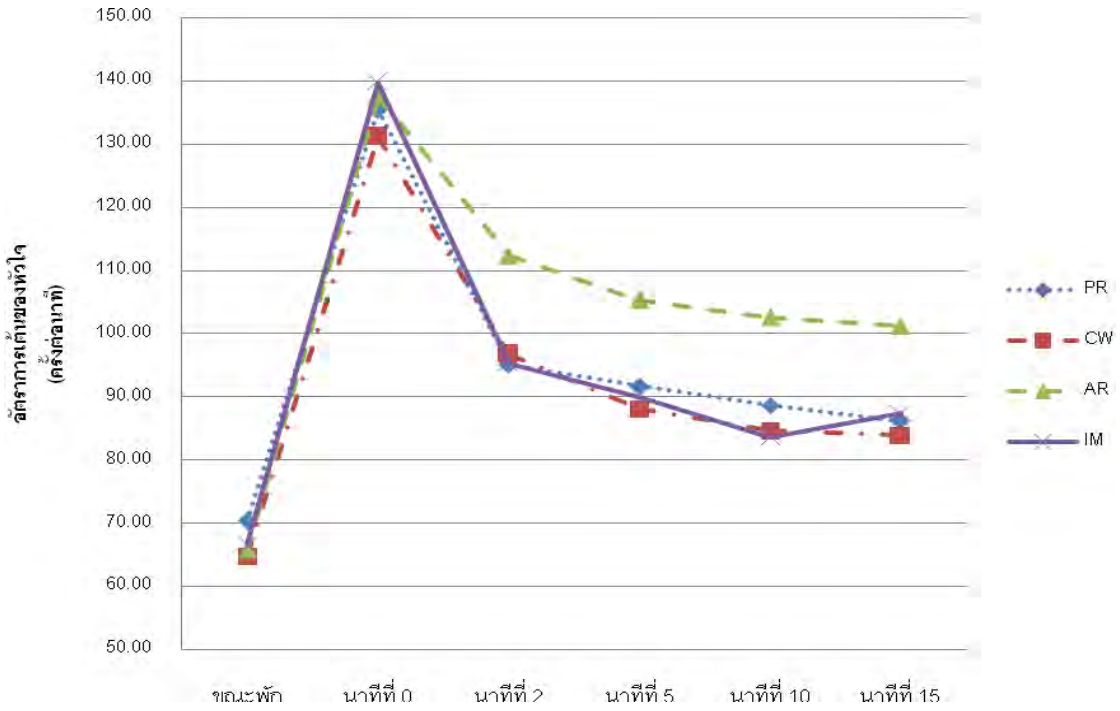
การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็งนาทีที่ 5 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็งนาทีที่ 10 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่แตกต่างกับขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 9 สรุปค่าความแตกต่างของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีกับนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

ช่วงเวลาในการวัด	PR	CW	AR	IM
ขณะพัก - นาทีที่ 0	-65.07*	-66.33*	-71.73*	-73.13*
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 2	40.33*	34.40*	25.20*	44.47*
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 5	43.67*	43.00*	32.20*	49.73*
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 10	46.73*	46.47*	34.93*	56.13*
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 15	49.20*	47.20*	36.33*	52.33*
ขณะพัก - นาทีที่ 15	-15.87*	-19.13*	-35.40*	-20.80*

* $p < .05$



แผนภูมิที่ 1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

จากตารางที่ 9 และแผนภูมิที่ 1 แสดงให้เห็นว่า การทำร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) มีผลลดอัตราการเต้นของหัวใจทุกช่วงเวลาของการวัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยกเว้นการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็งจะมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยของอัตราการเต้นของหัวใจในนาทีที่ 15 จากนาทีที่ 10 หลังการออกกำลังกาย

เมื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของอัตราการเต้นของหัวใจหลังออกกำลังกายทันทีกับนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง มีผลในการลดอัตราการเต้นของหัวใจหลังการออกกำลังกายมากที่สุด ทุกช่วงเวลาในการวัด รองลงมา คือ การนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และการออกกำลังกายแบบเบาตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักกับนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักมีอัตราการเต้นของหัวใจในนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย ใกล้เคียงกับอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักมากที่สุด รองลงมา คือ การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การนวดด้วยน้ำแข็ง และการออกกำลังกายแบบเบา ตามลำดับ

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีกับนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	ค่า F	p-value
ขณะพัก					
ระหว่างกลุ่ม	262.450	3	87.483	0.735	0.535
ภายในกลุ่ม	6663.733	56	118.995		
รวม	6926.183	59			
หลังออกกำลังกายทันที					
ระหว่างกลุ่ม	604.850	3	201.617	0.236	0.871
ภายในกลุ่ม	47940.000	56	856.071		
รวม	48544.850	59			
นาทีที่ 2					
ระหว่างกลุ่ม	3141.517	3	1047.172	5.574	0.002*
ภายในกลุ่ม	10520.133	56	187.860		
รวม	13661.650	59			
นาทีที่ 5					
ระหว่างกลุ่ม	2757.600	3	919.200	5.891	0.001*
ภายในกลุ่ม	8738.000	56	156.036		
รวม	11495.600	59			
นาทีที่ 10					
ระหว่างกลุ่ม	3448.317	3	1149.439	11.254	<0.001*
ภายในกลุ่ม	5719.867	56	102.140		
รวม	9168.183	59			
นาทีที่ 15					
ระหว่างกลุ่ม	2745.650	3	915.217	6.845	0.001*
ภายในกลุ่ม	7487.333	56	133.702		
รวม	10232.983	59			

* $p < .05$

จากตารางที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจที่ขณะพักและหลังออกกำลังกายทันทีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงของการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี ในนาทีที่ 2 หลังออกกำลังกาย

วิธีการ	$\bar{X}$	PR	CW	AR	IM
		95.07	96.73	112.33	95.27
PR	95.07	-	-1.67	-17.27*	-0.20
CW	96.73		-	-15.60*	1.47
AR	112.33			-	17.07*
IM	95.27				-

* $p < .05$

จากตารางที่ 11 พบว่า การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวนาทีที่ 2 หลังออกกำลังกาย วิธีการนั่งพักไม่แตกต่างกับวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นและวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง แต่แตกต่างกับวิธีการออกกำลังกายแบบเบา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 วิธีนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นแตกต่างกับวิธีการออกกำลังกายแบบเบา แต่ไม่แตกต่างกับวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และวิธีการออกกำลังกายแบบเบาแตกต่างกับวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ พบว่า ที่นาทีที่ 2 หลังออกกำลังกาย การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก มีค่าน้อยที่สุด (95.07 ครั้งต่อนาที) รองลงมา คือ วิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง (95.07 ครั้งต่อนาที) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (96.73 ครั้งต่อนาที) และการออกกำลังกายแบบเบา (112.33 ครั้งต่อนาที) ตามลำดับ

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงของการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี ในนาทีที่ 5 หลังออกกำลังกาย

วิธีการ	$\bar{X}$	PR	CW	AR	IM
		91.73	88.13	105.33	90.00
PR	91.73	-	3.60	-13.60*	1.73
CW	88.13		-	-17.20*	-1.87
AR	105.33			-	15.33*
IM	90.00				-

* $p < .05$

จากตารางที่ 12 พบว่า การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวนาทีที่ 5 หลังออกกำลังกาย วิธีการนั่งพักไม่แตกต่างกับวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นและวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง แต่แตกต่างกับวิธีการออกกำลังกายแบบเบา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 วิธีนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นแตกต่างกับวิธีการออกกำลังกายแบบเบา แต่ไม่แตกต่างกับวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และวิธีการออกกำลังกายแบบเบาแตกต่างกับวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ พบว่า ที่นาทีที่ 5 หลังออกกำลังกาย การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นมีค่าน้อยที่สุด (88.13 ครั้งต่อนาที) รองลงมา คือ วิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง (90.00 ครั้งต่อนาที) การนั่งพัก (91.73 ครั้งต่อนาที) และการออกกำลังกายแบบเบา (105.33 ครั้งต่อนาที) ตามลำดับ

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงของการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี ในนาทีที่ 10 หลังออกกำลังกาย

วิธีการ	$\bar{X}$	PR	CW	AR	IM
		88.67	84.67	102.60	83.60
PR	88.67	-	4.00	-13.93*	5.07
CW	84.67		-	-17.93*	1.07
AR	102.60			-	19.00*
IM	83.60				-

* $p < .05$

จากตารางที่ 13 พบว่า การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวนาทีที่ 10 หลังออกกำลังกาย วิธีการนั่งพักไม่แตกต่างกับวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นและวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง แต่แตกต่างกับวิธีการออกกำลังกายแบบเบา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 วิธีนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นแตกต่างกับวิธีการออกกำลังกายแบบเบา แต่ไม่แตกต่างกับวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และวิธีการออกกำลังกายแบบเบาแตกต่างกับวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ พบว่า ที่นาทีที่ 10 หลังออกกำลังกาย การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็งมีค่าน้อยที่สุด (83.60 ครั้งต่อนาที) รองลงมาคือ วิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (84.67 ครั้งต่อนาที) การนั่งพัก (88.67 ครั้งต่อนาที) และการออกกำลังกายแบบเบา (102.60 ครั้งต่อนาที) ตามลำดับ

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงของการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี ในนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย

วิธีการ	$\bar{X}$	PR	CW	AR	IM
		86.20	83.93	101.20	87.40
PR	86.20	-	2.27	-15.00*	-1.20
CW	83.93		-	-17.27*	-3.47
AR	101.20			-	13.80*
IM	87.40				-

* $p < .05$

จากตารางที่ 14 พบว่า การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย วิธีการนั่งพักไม่แตกต่างกับวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นและวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง แต่แตกต่างกับวิธีการออกกำลังกายแบบเบา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 วิธีนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นแตกต่างกับวิธีการออกกำลังกายแบบเบา แต่ไม่แตกต่างกับวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และวิธีการออกกำลังกายแบบเบาแตกต่างกับวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ พบว่า ที่นาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นมีค่าน้อยที่สุด (83.93 ครั้งต่อนาที) รองลงมา คือ วิธีการนั่งพัก (86.20 ครั้งต่อนาที) การนวดด้วยน้ำแข็ง(87.40 ครั้งต่อนาที) และการออกกำลังกายแบบเบา (102.20 ครั้งต่อนาที) ตามลำดับ

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

ช่วงเวลา	วิธีการ							
	PR		CW		AR		IM	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ขณะพัก	127.80	14.72	121.00	13.69	120.53	9.97	123.93	16.37
นาทีที่ 0	157.80	26.34	161.47	21.20	158.73	33.66	155.13	22.52
นาทีที่ 2	144.87	16.66	147.60	18.63	148.93	26.70	147.33	21.17
นาทีที่ 5	131.60	7.26	134.07	11.87	135.87	16.40	131.53	13.63
นาทีที่ 10	124.40	7.52	120.00	10.26	127.60	14.71	122.47	9.00
นาทีที่ 15	119.93	7.81	122.40	9.53	126.60	10.27	122.60	10.64

จากตารางที่ 15 พบว่า ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวของการนั่งพัก (PR) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย127.80 ± 14.72 มิลลิเมตรปรอท หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 157.80 ± 26.34 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 144.87 ± 16.66 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 131.60 ± 7.26 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 10 มีค่าเฉลี่ย 124.40 ± 7.52 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 15 มีค่าเฉลี่ย 119.93 ± 7.81 มิลลิเมตรปรอท

ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวของการเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย 121.00 ± 13.69 มิลลิเมตรปรอท หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 161.47 ± 21.20 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 147.60 ± 18.63 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 134.07 ± 11.87 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 10 มีค่าเฉลี่ย 120.00 ± 10.26 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 15 มีค่าเฉลี่ย 122.40 ± 9.53 มิลลิเมตรปรอท

ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวของการออกกำลังกายแบบเบา (AR) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย 120.53 ± 9.97 มิลลิเมตรปรอท หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 158.73 ± 33.66 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 148.93 ± 26.70 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 135.87 ± 16.40

ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวของการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย 123.93 ± 16.37 มิลลิเมตรปรอท หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 155.13 ± 22.52 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 147.33 ± 21.17 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 131.53 ± 13.63 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 10 มีค่าเฉลี่ย 122.47 ± 9.00 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 15 มีค่าเฉลี่ย 122.60 ± 10.64 มิลลิเมตรปรอท

ตารางที่ 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) กับช่วงเวลาการวัดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	ค่า F	p-value
ระหว่างสมาชิก					
กลุ่ม	59.844	3	19.948	0.956	.422
สมาชิก	876.591	42	20.871		
ภายในกลุ่ม					
การวัด	1999.367	5	399.873	31.428	<.001*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มและการวัด	107.670	15	7.178	1.445	.129
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและการวัด	1043.233	210	4.968		
รวม	4086.705	275			

* $p < .05$

จากตารางที่ 16 พบว่า วิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัว ($p = .422$) ไม่มีผลต่อความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ช่วงเวลาในการวัด ($p <.001$) มีผลต่อความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวและช่วงเวลาการวัด ($p = .129$) นั่นคือ การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีที่ต่างกัน จะไม่มีผลต่อความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว แต่ช่วงเวลาในการวัดที่ต่างกันจะมีผลต่อความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวต่างกัน

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท) ภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

วิธีการ		S.D.	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
PR	134.40	1.54	131.10	137.70
CW	134.42	2.61	128.82	140.02
AR	136.38	3.42	129.04	143.72
IM	133.83	2.42	128.64	139.03

จากตารางที่ 17 เมื่อสังเกตค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็งมีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวต่ำสุด (133.83 มิลลิเมตรปรอท) รองลงมา คือ วิธีการนั่งพัก (134.40 มิลลิเมตรปรอท) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (134.42 มิลลิเมตรปรอท) และการออกกำลังกายแบบเบา (136.38 มิลลิเมตรปรอท) ตามลำดับ

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท) ภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

ช่วงเวลาการวัด		S.D.	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
ขณะพัก	123.32	2.39	118.20	128.44
นาทีที่ 0	158.28	4.32	149.02	167.55
นาทีที่ 2	147.18	2.54	141.74	152.62
นาทีที่ 5	133.27	2.19	128.56	137.97
นาทีที่ 10	123.62	1.89	119.56	127.67
นาทีที่ 15	122.88	1.57	119.51	126.26

ตารางที่ 19 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพักหลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

ช่วงเวลาการวัด		ขณะพัก	นาทีที่ 0	นาทีที่ 2	นาทีที่ 5	นาทีที่ 10	นาทีที่ 15
		123.32	158.28	147.18	133.27	123.62	122.88
ขณะพัก	123.32	-	-34.97*	-23.87*	-9.95*	-0.30	0.43
นาทีที่ 0	158.28		-	11.10	25.02*	34.67*	35.40*
นาทีที่ 2	147.18			-	13.92*	23.57*	24.30*
นาทีที่ 5	133.27				-	9.65*	10.38*
นาทีที่ 10	123.62					-	0.73
นาทีที่ 15	122.88						-

* $p < .05$

จากตารางที่ 18 และตารางที่ 19 เมื่อสังเกตค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัว พบว่า ที่นาทีที่ 15 หลังออกกำลังกายมีค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวต่ำสุด โดยต่ำกว่าขณะพัก 0.43 มิลลิเมตรปรอท และที่นาทีที่ 10 หลังออกกำลังกาย ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกับขณะพัก

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว พบว่า การเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวที่ขณะพักแตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที และนาทีที่ 2 และนาทีที่ 5 หลังออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่แตกต่างกับนาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย

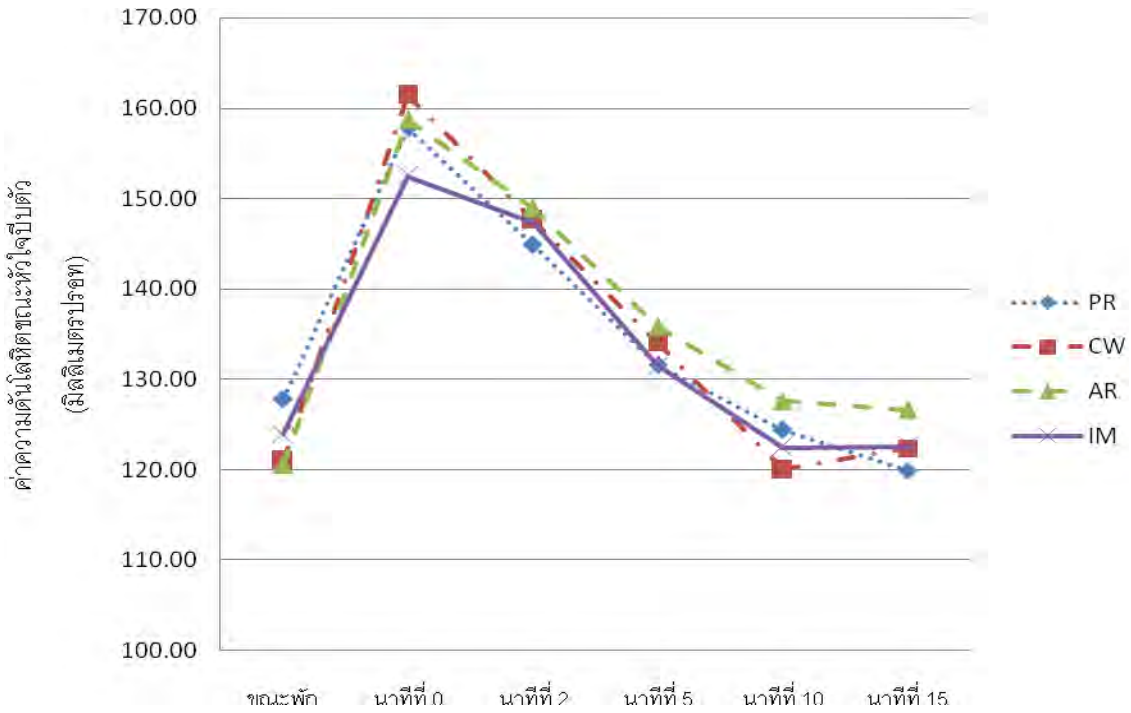
การเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังออกกำลังกายทันทีไม่แตกต่างกับนาทีที่ 2 หลังออกกำลังกาย แต่แตกต่างกับนาทีที่ 5 นาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวนาทีที่ 2 หลังออกกำลังกายแตกต่างกับนาทีที่ 5 นาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวนาทีที่ 5 หลังออกกำลังกายแตกต่างกับนาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนาทีที่ 10 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย

ตารางที่ 20 ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีกับนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

ช่วงเวลาในการวัด	PR	CW	AR	IM
ขณะพัก - นาทีที่ 0	-30.00	-40.47	-38.20	-28.53
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 2	12.93	13.87	9.80	5.13
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 5	26.20	27.40	22.87	20.93
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 10	33.40	41.47	31.13	30.00
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 15	37.87	39.07	32.13	29.87
ขณะพัก - นาทีที่ 15	7.87	-1.40	-6.07	1.33



แผนภูมิที่ 2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

จากตารางที่ 20 และแผนภูมิที่ 2 แสดงให้เห็นว่าการทำร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) มีผลลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวเกือบทุกช่วงเวลาของการวัด ยกเว้นในนาทีที่ 10 ถึง นาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกายของการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และการนวดด้วยน้ำแข็ง ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวหลังออกกำลังกายทันทีกับนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น มีผลในการลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวหลังการออกกำลังกายมากกว่าวิธีการอื่น ทุกช่วงเวลาในการวัด รองลงมาคือการนั่งพัก การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็ง ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพักกับนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย พบว่า ที่นาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง และการนั่งพัก มีผลลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวเมื่อเปรียบเทียบกับขณะพัก

เมื่อเปรียบเทียบความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพักกับนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง มีความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวในนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย ใกล้เคียงกับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพักมากกว่าวิธีการอื่น รองลงมา คือ การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนั่งพัก ตามลำดับ

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

ช่วงเวลา	วิธีการ							
	PR		CW		AR		IM	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ขณะพัก	72.67	9.58	70.53	6.57	76.13	9.53	73.53	9.72
นาทีที่ 0	68.60	17.70	66.40	19.47	64.93	13.89	71.80	21.08
นาทีที่ 2	76.60	16.66	77.93	12.13	68.27	13.09	78.07	15.62
นาทีที่ 5	77.87	11.72	78.33	10.28	76.80	14.26	77.13	12.92
นาทีที่ 10	81.80	10.13	79.67	6.61	76.13	11.26	79.53	10.15
นาทีที่ 15	77.73	11.73	83.00	7.38	68.87	12.32	83.67	7.41

จากตารางที่ 21 พบว่า ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวของการนั่งพัก (PR) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย72.67 ± 9.58 มิลลิเมตรปรอท หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 68.60 ± 17.70 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 76.60 ± 16.66 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 77.87 ± 11.72 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 10 มีค่าเฉลี่ย 81.80 ± 10.13 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 15 มีค่าเฉลี่ย 77.73 ± 11.73 มิลลิเมตรปรอท

ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวของการเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย 70.53 ± 6.57 มิลลิเมตรปรอท หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 66.40 ± 19.47 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 77.93 ± 12.13 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 78.33 ± 10.28 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 10 มีค่าเฉลี่ย 79.67 ± 6.61 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 15 มีค่าเฉลี่ย 83.00 ± 7.38 มิลลิเมตรปรอท

ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวของการออกกำลังกายแบบเบา (AR) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย76.13 ± 9.53 มิลลิเมตรปรอท หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 64.93 ± 13.89 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 68.27 ± 13.09 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 76.80 ±

ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวของการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย 73.53 ± 9.72 มิลลิเมตรปรอท หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 71.80 ± 21.08 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 78.07 ± 15.62 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 77.13 ± 12.92 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 10 มีค่าเฉลี่ย 79.53 ± 10.15 มิลลิเมตรปรอท นาทีที่ 15 มีค่าเฉลี่ย 83.67 ± 7.41 มิลลิเมตรปรอท

ตารางที่ 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) กับช่วงเวลาการวัดความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	ค่า F	p-value
ระหว่างสมาชิก					
กลุ่ม	1494.278	3	498.093	1.986	.131
สมาชิก	10531.472	42	250.749		
ภายในกลุ่ม					
การวัด	5313.300	5	1062.660	8.102	<.001*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มและการวัด	2506.056	15	167.070	1.506	.105
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและการวัด	23292.694	210	110.918		
รวม	43137.800	275			

* $p < .05$

จากตารางที่ 22 พบว่า วิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัว ($p = .131$) ไม่มีผลต่อความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ช่วงเวลาในการวัด ($p < .001$) มีผลต่อความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวและช่วงเวลาการวัด ($p = .105$) นั่นคือ การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีที่ต่างกัน จะไม่มีผลต่อความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว แต่ช่วงเวลาในการวัดที่ต่างกันจะมีผลต่อความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวต่างกัน

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท) ภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

วิธีการ		S.D.	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
PR	75.88	2.51	70.49	81.26
CW	75.98	1.74	72.25	79.71
AR	71.86	2.11	67.33	76.38
IM	77.29	1.88	73.25	81.33

จากตารางที่ 23 เมื่อสังเกตค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา มีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวต่ำสุด (71.86 มิลลิเมตรปรอท) รองลงมา คือ วิธีการนั่งพัก (75.88 มิลลิเมตรปรอท) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (75.98 มิลลิเมตรปรอท) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (77.29 มิลลิเมตรปรอท) ตามลำดับ

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท) ภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

ช่วงเวลาการวัด		S.D.	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
ขณะพัก	73.22	0.93	71.23	75.21
นาทีที่ 0	67.93	2.83	61.86	74.00
นาทีที่ 2	75.22	2.01	70.90	79.53
นาทีที่ 5	77.53	1.91	73.43	81.64
นาทีที่ 10	79.28	2.02	74.95	83.61
นาทีที่ 15	78.32	1.93	74.18	82.46

ตารางที่ 25 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพักหลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

ช่วงเวลาการวัด		ขณะพัก	นาทีที่ 0	นาทีที่ 2	นาทีที่ 5	นาทีที่ 10	นาทีที่ 15
		73.22	67.93	75.22	77.53	79.28	78.32
ขณะพัก	73.22	-	5.28	-2.00	-4.32	-6.07	-5.10
นาทีที่ 0	67.93		-	-7.28	-9.60*	-11.35*	-10.38
นาทีที่ 2	75.22			-	-2.32	-4.07	-3.10
นาทีที่ 5	77.53				-	-1.75	-0.78
นาทีที่ 10	79.28					-	0.97
นาทีที่ 15	78.32						-

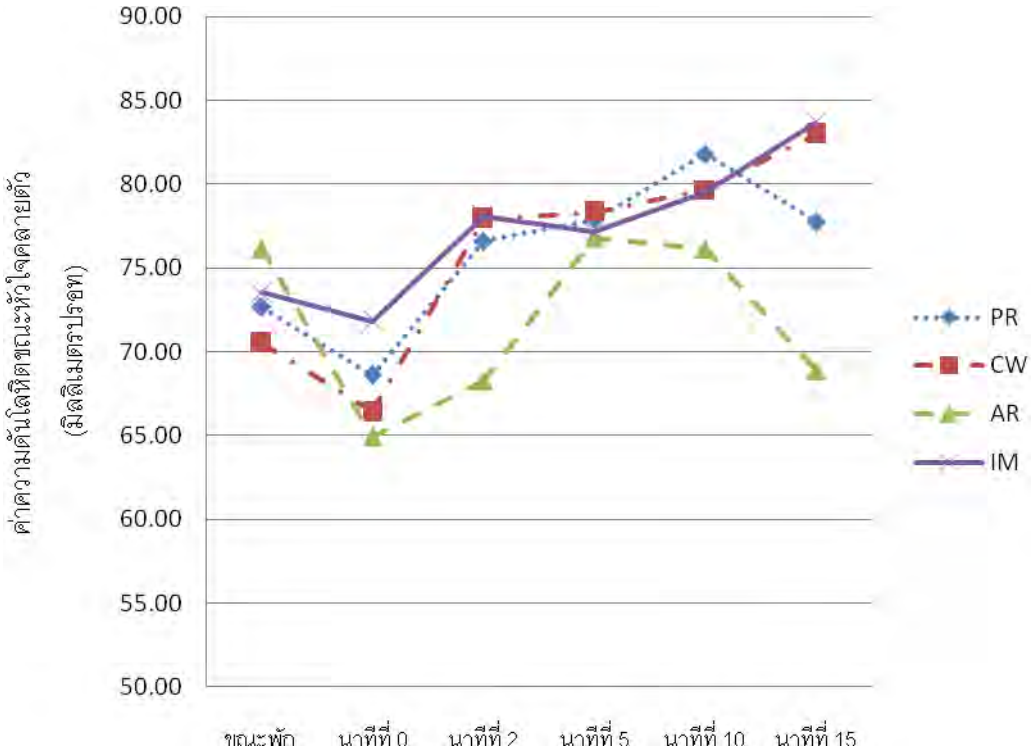
* $p < .05$

จากตารางที่ 24 และตารางที่ 25 เมื่อสังเกตค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัว พบว่า ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวมีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากหยุดออกกำลังกายทันที จนถึงนาทีที่ 10 จากนั้นที่นาทีที่ 15 หลังออกกำลังกายมีค่าลดลง แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกช่วงเวลา นอกจากนี้ ยังพบว่าค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวหลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวต่ำสุด โดยต่ำกว่าขณะพัก 5.28 มิลลิเมตรปรอท

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว พบว่า การเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวไม่แตกต่างกันทุกช่วงเวลา ยกเว้น ในนาทีที่ 10 แตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 26 ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีกับนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

ช่วงเวลาในการวัด	PR	CW	AR	IM
ขณะพัก - นาทีที่ 0	4.07	4.13	11.20	1.73
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 2	-8.00	-11.53	-3.33	-6.27
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 5	-9.27	-11.93	-11.87	-5.33
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 10	-13.20	-13.27	-11.20	-7.73
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 15	-9.13	-16.60	-3.93	-11.87
ขณะพัก - นาทีที่ 15	-5.07	-12.47	7.27	-10.13



แผนภูมิที่ 3 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

จากตารางที่ 26 และแผนภูมิที่ 3 แสดงให้เห็นว่าการทำร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) มีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวเพิ่มขึ้นในช่วงขณะพักหลังออกกำลังกายทุกช่วงเวลาของการวัด

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพักกับนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักมีความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวในนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย ใกล้เคียงกับความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพักมากที่สุด รองลงมา คือ การออกกำลังกายแบบเบา การนวดด้วยน้ำแข็ง และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น ซึ่งแตกต่างกับขณะพักอย่างมีนัยสำคัญ ตามลำดับ

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณกรดแลคติกในเลือด (มิลลิโมลต่อลิตร) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

ช่วงเวลา	วิธีการ							
	PR		CW		AR		IM	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ขณะพัก	2.70	1.34	2.93	1.96	3.40	1.62	2.83	1.37
นาทีที่ 0	8.94	3.70	10.52	3.87	10.04	5.30	9.54	4.33
นาทีที่ 2	7.25	3.44	11.19	5.78	8.11	3.89	9.04	5.43
นาทีที่ 5	6.81	4.27	7.25	3.57	6.83	3.34	7.55	5.32
นาทีที่ 10	5.63	3.35	5.67	2.89	5.83	3.81	6.08	3.34
นาทีที่ 15	4.11	2.44	4.75	2.60	4.98	3.96	4.56	2.44

จากตารางที่ 27 พบว่า ปริมาณกรดแลคติกในเลือดของการนั่งพัก (PR) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย2.70 ± 1.34 มิลลิโมลต่อลิตร หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 8.94 ± 3.70 มิลลิโมลต่อลิตร นาทีที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 7.25 ± 3.44 มิลลิโมลต่อลิตร นาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 6.81 ± 4.27 มิลลิโมลต่อลิตร นาทีที่ 10 มีค่าเฉลี่ย 5.63 ± 3.35 มิลลิโมลต่อลิตร นาทีที่ 15 มีค่าเฉลี่ย 4.11 ± 2.44 มิลลิโมลต่อลิตร

ปริมาณกรดแลคติกในเลือดของการเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย 2.93 ± 1.96 มิลลิโมลต่อลิตร หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 10.52 ± 3.87 มิลลิโมลต่อลิตร นาทีที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 11.19± 5.78 มิลลิโมลต่อลิตร นาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 7.25 ± 3.57 มิลลิโมลต่อลิตร นาทีที่ 10 มีค่าเฉลี่ย 5.67 ± 2.89 มิลลิโมลต่อลิตร นาทีที่ 15 มีค่าเฉลี่ย 4.75 ± 2.60 มิลลิโมลต่อลิตร

ปริมาณกรดแลคติกในเลือดของการออกกำลังกายแบบเบา (AR) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย 3.40 ± 1.62 มิลลิโมลต่อลิตร หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 10.04 ± 5.30 มิลลิโมลต่อลิตร นาทีที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 8.11 ± 3.89 มิลลิโมลต่อลิตร นาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 6.83 ± 3.34 มิลลิโมลต่อลิตร นาทีที่ 10 มีค่าเฉลี่ย 5.83 ± 3.81 มิลลิโมลต่อลิตร นาทีที่ 15 มีค่าเฉลี่ย 4.98 ± 3.96 มิลลิโมลต่อลิตร

ปริมาณกรดแลคติกในเลือดของการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย 2.83 ± 1.37 มิลลิโมลต่อลิตร หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 9.54 ± 4.33 มิลลิโมลต่อลิตร นาทีที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 9.04 ± 5.43 มิลลิโมลต่อลิตร นาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 7.55 ± 5.32 มิลลิโมลต่อลิตร นาทีที่ 10 มีค่าเฉลี่ย 6.08 ± 3.34 มิลลิโมลต่อลิตร นาทีที่ 15 มีค่าเฉลี่ย 4.56 ± 2.44 มิลลิโมลต่อลิตร

ตารางที่ 28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) กับช่วงเวลาการวัดปริมาณกรดแลคติกในเลือด (มิลลิโมลต่อลิตร) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	ค่า F	p-value
ระหว่างสมาชิก					
กลุ่ม	59.844	3	19.948	0.956	.422
สมาชิก	876.591	42	20.871		
ภายในกลุ่ม					
การวัด	1999.367	5	399.873	31.428	<.001*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มและการวัด	107.670	15	7.178	1.445	.129
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและการวัด	1043.233	210	4.968		
รวม	4086.705	275			

* $p < .05$

จากตารางที่ 28 พบว่า วิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัว ($p = .422$) ไม่มีผลต่อปริมาณกรดแลคติกในเลือด ส่วนช่วงเวลาในการวัด ($p < .001$) มีผลต่อปริมาณกรดแลคติกในเลือด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวและช่วงเวลาการวัด ($p = .129$) นั่นคือ การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีที่ต่างกันเพียงอย่างเดียว จะไม่มีผลต่อปริมาณกรดแลคติกในเลือด แต่ช่วงเวลาวัดที่ต่างกันจะมีผลต่อปริมาณกรดแลคติกในเลือดทุกวิธีการ

ตารางที่ 29 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณกรดแลคติกในเลือด (มิลลิโมลต่อลิตร) ภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

วิธีการ		S.D.	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
PR	5.91	0.68	4.46	7.36
CW	7.05	0.60	5.76	8.34
AR	6.53	0.76	4.89	8.17
IM	6.60	0.82	4.84	8.37

จากตารางที่ 29 เมื่อสังเกตค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือดภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก มีค่าเฉลี่ยปริมาณกรดแลคติกในเลือดต่ำสุด (5.91 มิลลิโมลต่อลิตร) รองลงมา คือ วิธีการออกกำลังกายแบบเบา (6.53 มิลลิโมลต่อลิตร) การนวดด้วยน้ำแข็ง (6.60 มิลลิโมลต่อลิตร) และ การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (7.05 มิลลิโมลต่อลิตร) ตามลำดับ

ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณกรดแลคติกในเลือด (มิลลิโมลต่อลิตร) ภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพักหลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

ช่วงเวลาการวัด		S.D.	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
ขณะพัก	2.97	0.21	2.51	3.43
นาทีที่ 0	9.76	0.73	8.18	11.34
นาทีที่ 2	8.90	0.93	6.90	10.90
นาทีที่ 5	7.11	0.94	5.09	9.13
นาทีที่ 10	5.80	0.71	4.28	7.33
นาทีที่ 15	4.60	0.54	3.44	5.76

ตารางที่ 31 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของปริมาณกรดแลคติกในเลือดที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพักหลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

ช่วงเวลาการวัด		ขณะพัก	นาทีที่ 0	นาทีที่ 2	นาทีที่ 5	นาทีที่ 10	นาทีที่ 15
		2.97	9.76	8.90	7.11	5.80	4.60
ขณะพัก	2.97	-	-6.79*	-5.93*	-4.14*	-2.84*	-1.63
นาทีที่ 0	9.76		-	0.86	2.65*	3.96*	5.16*
นาทีที่ 2	8.90			-	1.79	3.10*	4.30*
นาทีที่ 5	7.11				-	1.31	2.51*
นาทีที่ 10	5.80					-	1.20
นาทีที่ 15	4.60						-

* $p < .05$

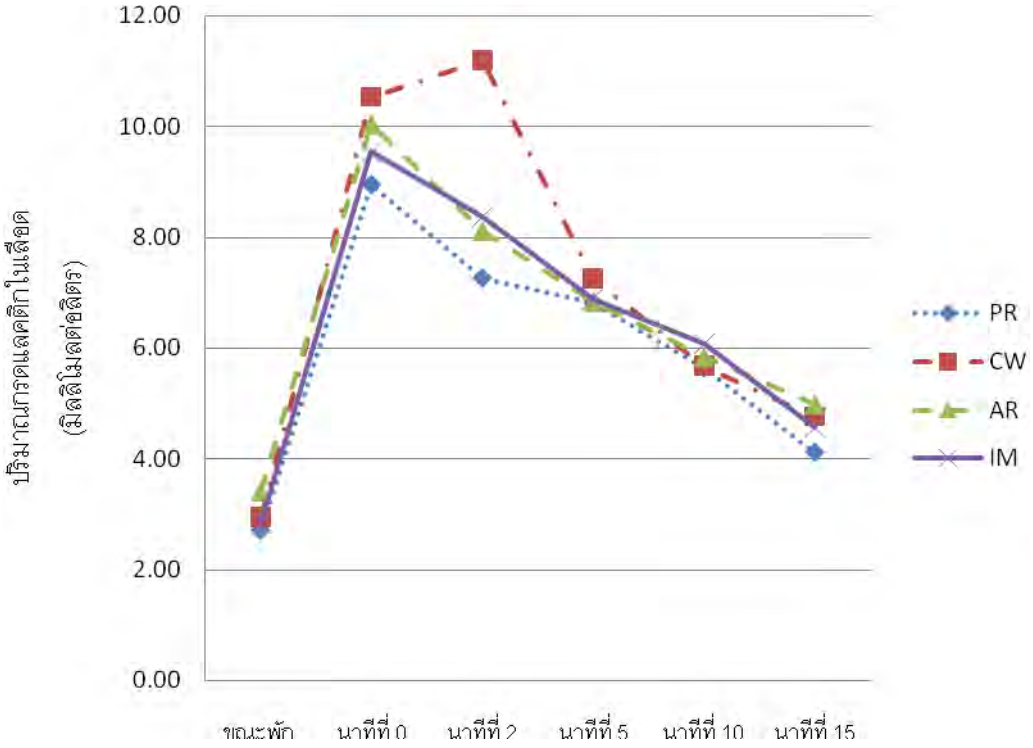
จากตารางที่ 30 และตารางที่ 31 เมื่อสังเกตค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัว พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือดที่ขณะพักมีค่าต่ำสุด และหลังออกกำลังกายทันทีมีค่าสูงสุด

เมื่อเปรียบเทียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของปริมาณกรดแลคติกในเลือด พบว่า ที่นาทีที่ 5 นาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกายแตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และที่นาทีที่ 15 หลังออกกำลังกายไม่พบความแตกต่างกับขณะพัก

ตารางที่ 32 ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือดที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีกับนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

ช่วงเวลาในการวัด	PR	CW	AR	IM
ขณะพัก - นาทีที่ 0	-6.24	-7.59	-6.64	-6.71
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 2	1.69	-0.67	1.93	1.17
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 5	2.13	3.27	3.21	2.65
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 10	3.31	4.85	4.21	3.46
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 15	4.83	5.77	5.06	4.98
ขณะพัก - นาทีที่ 15	-1.41	-1.82	-1.58	-1.73

* $p < .05$



แผนภูมิที่ 4 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดแลคติกในเลือดภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพักหลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

จากตารางที่ 32 และแผนภูมิที่ 4 แสดงให้เห็นว่าการทำร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) มีผลลดปริมาณกรดแลคติกในเลือดทุกช่วงเวลาของการวัด ยกเว้นการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นจะมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยของปริมาณกรดแลคติกในเลือดในนาทีที่ 2 จากหลังการออกกำลังกายทันที

เมื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังออกกำลังกายทันทีกับนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น มีผลในการลดปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกายมากกว่าวิธีการอื่น ยกเว้นนาทีที่ 2 หลังออกกำลังกาย ที่มีปริมาณกรดแลคติกในเลือดเพิ่มขึ้นจากหลังออกกำลังกายทันที

ที่นาทีที่ 2 หลังออกกำลังกาย พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา ทำให้ปริมาณกรดแลคติกในเลือดเปลี่ยนแปลงลดลงจากหลังออกกำลังกายทันทีมากกว่าวิธีการอื่น รองลงมา คือ การนั่งพัก และการนวดด้วยน้ำแข็ง ตามลำดับ ส่วนการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นมีผลเพิ่มปริมาณกรดแลคติกในเลือดเล็กน้อย

ที่นาทีที่ 5 หลังออกกำลังกาย พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น ทำให้ปริมาณกรดแลคติกในเลือดเปลี่ยนแปลงลดลงจากหลังออกกำลังกายทันทีมากกว่าวิธีการอื่น รองลงมา คือ การออกกำลังกายแบบเบา การนวดด้วยน้ำแข็ง และการนั่งพักตามลำดับ

ที่นาทีที่ 10 หลังออกกำลังกาย พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น ทำให้ปริมาณกรดแลคติกในเลือดเปลี่ยนแปลงลดลงจากหลังออกกำลังกายทันทีมากกว่าวิธีการอื่น รองลงมา คือ การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็งและการนั่งพัก ตามลำดับ

ส่วนที่นาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น ทำให้ปริมาณกรดแลคติกในเลือดเปลี่ยนแปลงลดลงจากหลังออกกำลังกายทันทีมากมากกว่าวิธีการอื่น รองลงมา คือ การออกกำลังกายแบบเบา การนวดด้วยน้ำแข็ง และการนั่งพัก ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดแลคติกในเลือดขณะพักกับนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก มีปริมาณกรดแลคติกในเลือดในนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย ใกล้เคียงกับปริมาณกรดแลคติกในเลือดขณะพักค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรองลงมา คือ การออกกำลังกายแบบเบา การนวดด้วยน้ำแข็ง และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น ตามลำดับ

ตารางที่ 33 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการหายใจ (ครั้งต่อนาที) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

ช่วงเวลา	วิธีการ							
	PR		CW		AR		IM	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ขณะพัก	12.60	1.35	12.40	1.35	12.07	1.44	12.60	1.80
นาทีที่ 0	45.79	8.49	42.81	9.17	47.11	6.78	44.76	10.14
นาทีที่ 2	33.88	7.05	34.24	8.25	38.77	6.19	34.21	8.80
นาทีที่ 5	29.19	6.94	33.65	10.17	35.96	6.58	30.61	8.06
นาทีที่ 10	26.63	8.04	30.91	10.95	33.02	4.62	28.84	8.83
นาทีที่ 15	26.43	7.80	29.96	11.99	31.63	5.48	25.23	4.94

จากตารางที่ 33 พบว่า อัตราการหายใจของการนั่งพัก (PR) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย 12.60 ± 1.35 ครั้งต่อนาที หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 45.79 ± 8.49 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 33.88 ± 7.05 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 29.19 ± 6.94 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 10 มีค่าเฉลี่ย 26.63 ± 8.04 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 15 มีค่าเฉลี่ย 26.43 ± 7.80 ครั้งต่อนาที

อัตราการหายใจของการเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย 12.40 ± 1.35 ครั้งต่อนาที หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 42.81± 9.17 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 34.24 ± 8.25 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 33.65 ± 10.17 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 10 มีค่าเฉลี่ย 30.91 ± 10.95 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 15 มีค่าเฉลี่ย 29.96 ± 11.99 ครั้งต่อนาที

อัตราการหายใจของการออกกำลังกายแบบเบา (AR) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย 12.07 ± 1.44 ครั้งต่อนาที หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 47.11 ± 6.78 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 38.77 ± 6.19 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 35.96 ± 6.58 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 10 มีค่าเฉลี่ย 33.02 ± 4.62 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 15 มีค่าเฉลี่ย 31.63 ± 5.48 ครั้งต่อนาที

อัตราการหายใจของการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ขณะพัก มีค่าเฉลี่ย 12.60 ± 1.80 ครั้งต่อนาที หลังออกกำลังกายทันที มีค่าเฉลี่ย 44.76 ± 10.14 ครั้งต่อนาที นาทีที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 34.21 ± 8.80 ครั้ง

ตารางที่ 34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) กับช่วงเวลาการวัดอัตราการหายใจ (ครั้งต่อนาที) ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	ค่า F	p-value
ระหว่างสมาชิก					
กลุ่ม	899.198	3	299.733	3.874	.016*
สมาชิก	3249.832	42	77.377		
ภายในกลุ่ม					
การวัด	34328.048	5	6865.610	130.495	<.001*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มและการวัด	652.418	15	43.495	2.362	.004*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและการวัด	3866.757	210	18.413		
รวม	42996.253	275			

* $p < .05$

จากตารางที่ 34 พบว่า วิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัว ($p = .016$) ช่วงเวลาในการวัด ($p<.001$*) และปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวและช่วงเวลาการวัด ($p = .004$) มีผลต่ออัตราการหายใจ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีที่ต่างกัน จะส่งผลต่ออัตราการหายใจต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าเป็นช่วงเวลาการวัดช่วงใด หรือช่วงเวลาการวัดที่ต่างกัน จะส่งผลต่ออัตราการหายใจต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าเป็นการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการใด

ตารางที่ 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One- way ANOVA with repeated measures) เพื่อทดสอบความแตกต่างของอัตราการหายใจภายในการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	ค่า F	p-value
การนั่งพัก (PR)					
ระหว่างสมาชิก	2029.776	14	144.984		
ภายในกลุ่ม					
ระหว่างการวัด	8805.542	5	1761.108	57.886	<.001*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและการวัด	2129.653	70	30.424		
รวม	12964.971	89			
การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW)					
ระหว่างสมาชิก	4740.698	14	338.621		
ภายในกลุ่ม					
ระหว่างการวัด	7551.876	5	1510.375	41.400	<.001*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและการวัด	2553.778	70	36.483		
รวม	14846.352	89			
การออกกำลังกายแบบเบา (AR)					
ระหว่างสมาชิก	1314.160	14	93.869		
ภายในกลุ่ม					
ระหว่างการวัด	10215.828	5	2043.166	117.155	<.001*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและการวัด	1220.786	70	17.440		
รวม	12750.774	89			
การนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)					
ระหว่างสมาชิก	3268.519	14	233.466		
ภายในกลุ่ม					
ระหว่างการวัด	8407.221	5	1681.444	71.534	<.001*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและการวัด	1645.381	70	23.505		
รวม	13321.121	89			

* $p < .05$

จากตารางที่ 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ แสดงให้เห็นว่า อัตราการหายใจที่เปลี่ยนแปลงหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวทั้ง 4 วิธี อันได้แก่ วิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 36 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการหายใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกายที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

ช่วงเวลาการวัด	$\overline{X}$	ขณะพัก	นาทีที่ 0	นาทีที่ 2	นาทีที่ 5	นาทีที่ 10	นาทีที่ 15
		12.60	45.79	33.88	29.19	26.63	26.43
ขณะพัก	12.60	-	-33.19*	-21.28*	-16.59*	-14.03*	-13.83*
นาทีที่ 0	45.79		-	11.91*	16.61*	19.17*	19.37*
นาทีที่ 2	33.88			-	4.69*	7.25*	7.45*
นาทีที่ 5	29.19				-	2.56	2.76
นาทีที่ 10	26.63					-	0.20
นาทีที่ 15	26.43						-

* $p < .05$

จากตารางที่ 36 พบว่า การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักหลังออกกำลังกายทันทีแตกต่างกับขณะพัก นาทีที่ 2 นาทีที่ 5 นาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักนาทีที่ 2 หลังออกกำลังกายแตกต่างกับขณะพัก นาทีที่ 5 นาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักนาทีที่ 5 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่แตกต่างกับขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักนาทีที่ 10 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 15 แต่แตกต่างกับขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกายแตกต่างกับขณะพักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 37 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการหายใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

ช่วงเวลาการวัด	$\overline{X}$	ขณะพัก	นาทีที่ 0	นาทีที่ 2	นาทีที่ 5	นาทีที่ 10	นาทีที่ 15
		12.40	42.81	34.24	33.65	30.91	29.96
ขณะพัก	12.40	-	-30.41*	-21.84*	-21.25*	-18.51*	-17.56*
นาทีที่ 0	42.81		-	8.57*	9.16*	11.91*	12.85*
นาทีที่ 2	34.24			-	0.59	3.33	4.28
นาทีที่ 5	33.65				-	2.75	3.69
นาทีที่ 10	30.91					-	0.95
นาทีที่ 15	29.96						-

* $p < .05$

จากตารางที่ 37 พบว่า การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นหลังออกกำลังกายทันทีแตกต่างกับขณะพัก นาทีที่ 2 นาทีที่ 5 นาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นนาทีที่ 2 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 5 นาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย แต่แตกต่างกับขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นนาทีที่ 5 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 แต่แตกต่างกับขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นนาทีที่ 10 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย แต่แตกต่างกับขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกายแตกต่างกับขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 38 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการหายใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา (AR) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

ช่วงเวลาการวัด	$\overline{X}$	ขณะพัก	นาทีที่ 0	นาทีที่ 2	นาทีที่ 5	นาทีที่ 10	นาทีที่ 15
		12.07	47.11	38.77	35.96	33.02	31.63
ขณะพัก	12.07	-	-35.04*	-26.70*	-23.89*	-20.95*	-19.56*
นาทีที่ 0	47.11		-	8.34*	11.15*	14.09*	15.48*
นาทีที่ 2	38.77			-	2.81	5.75*	7.14*
นาทีที่ 5	35.96				-	2.94	4.33
นาทีที่ 10	33.02					-	1.39
นาทีที่ 15	31.63						-

* $p < .05$

จากตารางที่ 38 พบว่า การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบาหลังออกกำลังกายทันทีแตกต่างกับขณะพัก นาทีที่ 2 นาทีที่ 5 นาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบานาทีที่ 2 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 5 หลังออกกำลัง แต่แตกต่างกับขณะพัก นาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบานาทีที่ 5 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย แต่แตกต่างกับขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบานาทีที่ 10 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย แต่แตกต่างกับขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย แตกต่างกับขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 39 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการหายใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

ช่วงเวลาการวัด	$\bar{X}$	ขณะพัก	นาทีที่ 0	นาทีที่ 2	นาทีที่ 5	นาทีที่ 10	นาทีที่ 15
		12.60	44.76	34.21	30.61	28.84	25.23
ขณะพัก	12.60	-	-32.16*	-21.61*	-18.01*	-16.24*	-12.63*
นาทีที่ 0	44.76		-	10.55*	14.15*	15.92*	19.53*
นาทีที่ 2	34.21			-	3.60	5.37	8.98*
นาทีที่ 5	30.61				-	1.77*	5.38*
นาทีที่ 10	28.84					-	3.61
นาทีที่ 15	25.23						-

* $p < .05$

จากตารางที่ 39 พบว่า การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็งหลังออกกำลังกายทันทีแตกต่างกับขณะพัก นาทีที่ 2 นาทีที่ 5 นาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง นาทีที่ 2 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 5 และนาทีที่ 10 หลังออกกำลังกาย แต่แตกต่างกับขณะพัก และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

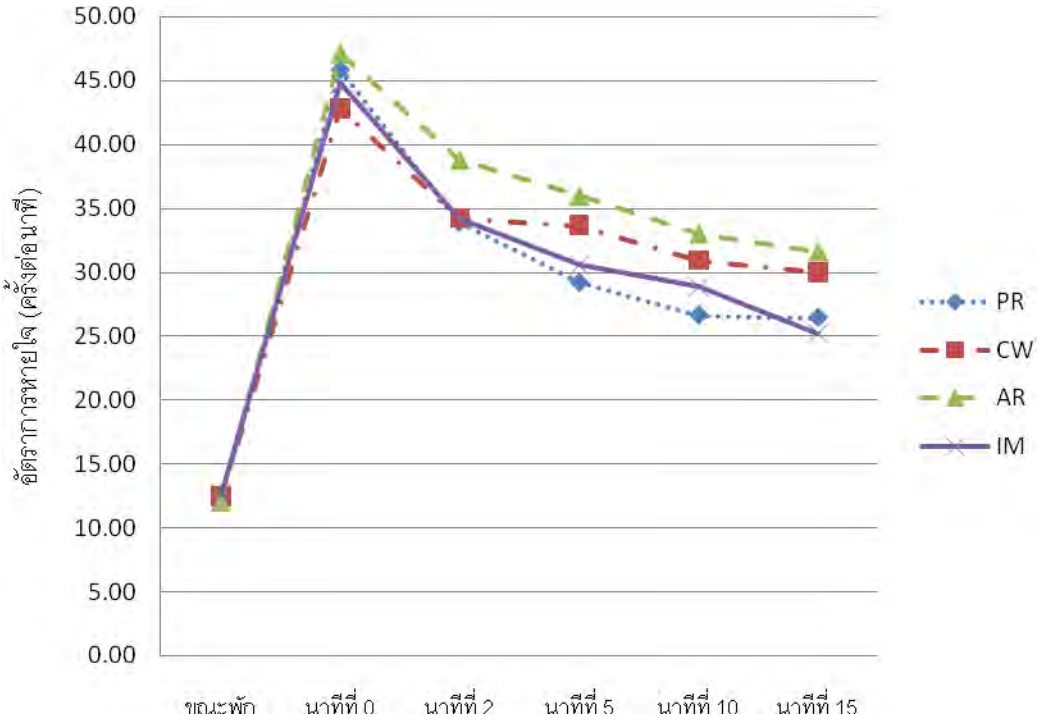
การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง นาทีที่ 5 หลังออกกำลังกายแตกต่างกับขณะพัก นาทีที่ 10 และนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง นาทีที่ 10 หลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกับนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย แต่แตกต่างกับขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย แตกต่างกับขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 40 สรุปค่าความแตกต่างของอัตราการหายใจที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีกับนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

ช่วงเวลาในการวัด	PR	CW	AR	IM
ขณะพัก - นาทีที่ 0	-33.19*	-30.41*	-35.04*	-32.16*
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 2	11.91*	8.57*	8.34*	10.55*
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 5	16.61*	9.16*	11.15*	14.15*
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 10	19.17*	11.91*	14.09*	15.92*
นาทีที่ 0 - นาทีที่ 15	19.37*	12.85*	15.48*	19.53*
ขณะพัก - นาทีที่ 15	-13.83*	-17.56*	-19.56*	-12.63*

* $p < .05$



แผนภูมิที่ 5 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจภายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

จากตารางที่ 40 และแผนภูมิที่ 5 แสดงให้เห็นว่าการทำร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) มีผลลดอัตราการหายใจทุกช่วงเวลาของการวัด ยกเว้นการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง จะมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยของอัตราการหายใจในนาทีที่ 10 จากนาทีที่ 5 หลังการออกกำลังกาย และการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น จะมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยของอัตราการหายใจในนาทีที่ 5 จากนาทีที่ 2 หลังการออกกำลังกาย

เมื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของอัตราการหายใจหลังออกกำลังกายทันทีกับนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก มีผลในการลดอัตราการหายใจหลังการออกกำลังกายมากที่สุดและอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมา คือ วิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง การออกกำลังกายแบบเบา และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น ตามลำดับ

ที่นาทีที่ 2 หลังออกกำลังกาย พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก ทำให้อัตราการหายใจเปลี่ยนแปลงลดลงจากหลังออกกำลังกายทันทีมากที่สุดและอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมา คือ การนวดด้วยน้ำแข็ง การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และการออกกำลังกายแบบเบา ตามลำดับ

ที่นาทีที่ 5 และนาทีที่ 10 หลังออกกำลังกาย พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก ทำให้อัตราการหายใจเปลี่ยนแปลงลดลงจากหลังออกกำลังกายทันทีมากที่สุดและอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมา คือ การนวดด้วยน้ำแข็ง การออกกำลังกายแบบเบา และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น ตามลำดับ

ส่วนที่นาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง ทำให้อัตราการหายใจเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากหลังออกกำลังกายทันทีมากที่สุดและอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมา คือ การนั่งพัก การออกกำลังกายแบบเบา และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการหายใจขณะพักกับนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็งใกล้เคียงกับขณะพักมากที่สุด รองลงมา คือ การนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และการออกกำลังกายแบบเบา ตามลำดับ

ตารางที่ 41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของอัตราการหายใจที่เปลี่ยนแปลงหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี ในช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีกับนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	ค่า F	p-value
ขณะพัก					
ระหว่างกลุ่ม	2.850	3	0.950	0.423	0.737
ภายในกลุ่ม	125.733	56	2.245		
รวม	128.583	59			
หลังออกกำลังกายทันที					
ระหว่างกลุ่ม	147.758	3	49.253	0.646	0.589
ภายในกลุ่ม	4271.032	56	76.268		
รวม	4418.790	59			
นาทีที่ 2					
ระหว่างกลุ่ม	245.042	3	81.681	1.399	0.253
ภายในกลุ่ม	3269.691	56	58.387		
รวม	3514.733	59			
นาทีที่ 5					
ระหว่างกลุ่ม	416.301	3	138.767	2.135	0.106
ภายในกลุ่ม	3639.108	56	64.984		
รวม	4055.409	59			
นาทีที่ 10					
ระหว่างกลุ่ม	338.631	3	112.877	1.591	0.202
ภายในกลุ่ม	3973.179	56	70.950		
รวม	4311.810	59			
นาทีที่ 15					
ระหว่างกลุ่ม	401.034	3	133.678	2.066	0.115
ภายในกลุ่ม	3624.008	56	64.714		
รวม	4025.042	59			

จากตารางที่ 41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของอัตราการหายใจที่เปลี่ยนแปลงหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) พบว่า อัตราการหายใจไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกช่วงเวลา

แต่เนื่องจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของวิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัวดังนี้

ตารางที่ 42 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของอัตราการหายใจที่เปลี่ยนแปลงของการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี

วิธีการ		PR	CW	AR	IM
		29.09	30.66	33.09	29.38
PR	29.09	-	-1.58	-4.01*	-0.29
CW	30.66		-	-2.43	1.29
AR	33.09			-	3.71*
IM	29.38				-

* $p < .05$

จากตารางที่ 42 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ พบว่า วิธีการนั่งพัก มีค่าเฉลี่ยอัตราการหายใจต่ำที่สุด (29.09 ครั้งต่อนาที) รองลงมา คือ วิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง (29.38 ครั้งต่อนาที) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (30.66 ครั้งต่อนาที) และการออกกำลังกายแบบเบา (33.09 ครั้งต่อนาที) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยอัตราการหายใจ พบว่า วิธีการนั่งพักแตกต่างกับการออกกำลังกายแบบเบา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่แตกต่างกับการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นและการนวดด้วยน้ำแข็ง

วิธีการนวดด้วยน้ำแข็งแตกต่างกับการออกกำลังกายแบบเบา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่วิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น ไม่แตกต่างกับการออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็ง

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าทางสรีรวิทยาต่าง ๆระหว่างที่ออกกำลังกายในช่วงเวลาเดียวกัน ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 **วิธี ได้แก่ วิธีการนั่งพัก** (Passive recovery : PR) **การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น** (Cold water body wetting : CW) **การออกกำลังกายแบบเบา** (Active recovery : AR) **และการนวดด้วยน้ำแข็ง** (Ice massage : IM) **กับช่วงเวลาที่วัด โดยการทดสอบค่าทีแบบวัดซ้ำ** (Paired – samples t – test)

ตารางที่ 43 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

ช่วงเวลา	ก่อน		หลัง		ค่า t	p - value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
การนั่งพัก (PR)						
นาทีที่ 1-3	91.02	6.22	104.18	8.38	-5.721	<.001*
นาทีที่ 4-6	105.51	5.10	114.60	7.41	-5.148	<.001*
นาทีที่ 7-9	123.29	7.59	131.44	8.88	-6.251	<.001*
นาทีที่ 10-12	144.56	11.52	152.52	9.64	-5.541	<.001*
นาทีที่ 13-15	161.75	13.15	168.27	10.83	-3.479	0.010*
การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW)						
นาทีที่ 1-3	90.13	6.34	102.13	9.68	-3.541	0.003*
นาทีที่ 4-6	104.73	7.46	113.82	8.56	-3.185	0.007*
นาทีที่ 7-9	124.29	8.52	130.36	9.91	-2.513	0.025*
นาทีที่ 10-12	149.79	10.71	148.49	11.54	0.485	0.635
นาทีที่ 13-15	168.07	10.24	169.17	9.16	-0.553	0.594

ช่วงเวลา	ก่อน		หลัง		ค่า t	p - value
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
การออกกำลังกายแบบเบา (AR)						
นาทีที่ 1-3	92.22	9.81	105.76	9.75	-5.193	<.001*
นาทีที่ 4-6	107.00	7.76	115.69	10.80	-3.697	0.002*
นาทีที่ 7-9	125.71	10.60	128.64	16.52	-0.900	0.383
นาทีที่ 10-12	147.11	7.85	148.32	11.06	-0.696	0.501
นาทีที่ 13-15	168.88	7.28	170.67	6.66	-1.653	0.149
การนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)						
นาทีที่ 1-3	90.62	7.45	99.89	7.29	-3.362	0.005*
นาทีที่ 4-6	102.93	7.98	110.38	6.76	-3.060	0.008*
นาทีที่ 7-9	121.36	11.39	127.09	11.15	-2.283	0.039*
นาทีที่ 10-12	145.29	12.81	149.36	13.17	-1.486	0.161
นาทีที่ 13-15	164.43	11.75	168.42	12.17	-2.310	0.046*

* $p < .05$

ตารางที่ 44 สรุปค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

ช่วงเวลาการวัด	PR	CW	AR	IM
นาทีที่ 1-3	-5.721*	-3.541*	-5.193*	-3.362*
นาทีที่ 4-6	-5.148*	-3.185*	-3.697*	-3.060*
นาทีที่ 7-9	-6.251*	-2.513*	-0.900	-2.283*
นาทีที่ 10-12	-5.541*	0.485	-0.696	-1.486
นาทีที่ 13-15	-3.479*	-0.553	-1.653	-2.310*

* $p < .05$

จากตารางที่ 43 และตารางที่ 44 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก พบว่า มีการเพิ่มของอัตราการเต้นของหัวใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ขณะออกกำลังกาย แสดงว่า หลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก ไม่มีผลในการลดอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น มีผลเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) ในนาทีที่ 1-3, 4-6 และ 7-9 ขณะออกกำลังกาย และมีผลลดอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 10-12 ขณะออกกำลังกาย อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา มีผลเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) ในนาทีที่ 1-3, และ 4-6 ขณะออกกำลังกาย และมีผลเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 7-9, 10-12 และ 13-15 ขณะออกกำลังกาย อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง มีผลเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9 และ 13-15 ขณะออกกำลังกาย และมีผลเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 10-12 ขณะออกกำลังกาย อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

และเมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น มีผลลดอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายมากที่สุด รองลงมา คือ วิธีการออกกำลังกายแบบเบา การนวดด้วยน้ำแข็ง และการนั่งพัก ตามลำดับ

ตารางที่ 45 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

ช่วงเวลา	ก่อน		หลัง		ค่า t	p - value
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
การนั่งพัก (PR)						
นาทีที่ 1-3	125.96	13.19	124.89	11.59	0.372	0.715
นาทีที่ 4-6	134.60	14.93	131.31	14.71	0.981	0.343
นาทีที่ 7-9	135.47	20.13	138.93	20.97	-0.735	0.475
นาทีที่ 10-12	130.67	25.79	135.76	17.14	-0.789	0.444
นาทีที่ 13-15	155.56	34.49	134.69	21.83	1.982	0.088
การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW)						
นาทีที่ 1-3	127.49	16.90	124.22	15.71	1.241	0.235
นาทีที่ 4-6	133.42	21.40	129.51	18.08	0.802	0.436
นาทีที่ 7-9	145.40	19.53	133.51	22.91	2.209	0.044*
นาทีที่ 10-12	133.25	24.24	121.33	30.32	1.455	0.170
นาทีที่ 13-15	132.33	43.47	127.94	27.52	0.288	0.781
การออกกำลังกายแบบเบา (AR)						
นาทีที่ 1-3	126.98	9.13	129.38	10.70	-0.987	0.341
นาทีที่ 4-6	130.78	19.38	130.76	11.18	0.005	0.996
นาทีที่ 7-9	139.47	24.04	131.96	20.28	0.844	0.413
นาทีที่ 10-12	143.34	39.61	140.09	19.38	0.371	0.716
นาทีที่ 13-15	134.43	21.00	155.52	28.49	-1.652	0.137

ช่วงเวลา	ก่อน		หลัง		ค่า t	p - value
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
การนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)						
นาทีที่ 1-3	125.89	13.60	124.76	14.43	0.289	0.777
นาทีที่ 4-6	140.33	15.96	133.82	13.12	1.362	0.195
นาทีที่ 7-9	141.82	19.70	132.33	24.79	1.946	0.072
นาทีที่ 10-12	129.82	22.97	129.98	19.35	-0.022	0.983
นาทีที่ 13-15	122.85	16.63	137.52	22.91	-1.786	0.112

* $p < .05$

ตารางที่ 46 สรุปค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

ช่วงเวลาการวัด	PR	CW	AR	IM
นาทีที่ 1-3	0.372	1.241	-0.987	0.289
นาทีที่ 4-6	0.981	0.802	0.005	1.362
นาทีที่ 7-9	-0.735	2.209*	0.844	1.946
นาทีที่ 10-12	-0.789	1.455	0.371	-0.022
นาทีที่ 13-15	1.982	0.288	-1.652	-1.786

* $p < .05$

จากตารางที่ 45 และตารางที่ 46 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ขณะออกกำลังกาย แสดงว่า หลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก ไม่มีผลในการช่วยลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวแต่ละช่วงเวลา พบว่า ที่นาทีที่ 1-3, 4-6 และ 13-15 ขณะออกกำลังกาย

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) ในนาทีที่ 7-9 ขณะออกกำลังกาย แสดงว่า หลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น มีผลลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวแต่ละช่วงเวลา พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น มีค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวลดลงทุกช่วงเวลา

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ขณะออกกำลังกาย แสดงว่า หลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา ไม่มีผลในการช่วยลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวแต่ละช่วงเวลา พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา มีค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวลดลงในช่วงนาทีที่ 4-6, 7-9 และ 10-12 อย่างไม่มีนัยสำคัญ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ขณะออกกำลังกาย แสดงว่า หลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง ไม่มีผลในการช่วยลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวแต่ละช่วงเวลา พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง มีค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวลดลงในช่วงนาทีที่ 1-3, 4-6 และ 7-9 อย่างไม่มีนัยสำคัญ

และเมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา มีผลลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะออกกำลังกายมากที่สุด รองลงมา คือ วิธีการนวดด้วยน้ำแข็งการนั่งพัก และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นตามลำดับ

ตารางที่ 47 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

ช่วงเวลา	ก่อน		หลัง		ค่า t	p - value
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
การนั่งพัก (PR)						
นาทีที่ 1-3	67.13	8.99	70.87	10.74	-1.830	0.089
นาทีที่ 4-6	68.36	13.23	69.82	9.98	-0.666	0.516
นาทีที่ 7-9	75.67	15.08	68.69	10.89	1.560	0.141
นาทีที่ 10-12	78.05	12.75	73.91	14.48	0.994	0.338
นาทีที่ 13-15	84.71	13.25	74.33	16.07	1.412	0.201
การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW)						
นาทีที่ 1-3	65.82	9.10	71.47	7.44	-4.283	0.001*
นาทีที่ 4-6	62.76	9.95	66.22	12.43	-1.211	0.246
นาทีที่ 7-9	67.29	7.90	71.78	13.70	-1.245	0.234
นาทีที่ 10-12	74.07	14.24	72.00	13.30	0.420	0.682
นาทีที่ 13-15	64.09	10.27	71.02	15.99	-1.086	0.309
การออกกำลังกายแบบเบา (AR)						
นาทีที่ 1-3	70.11	12.81	69.82	9.72	0.119	0.907
นาทีที่ 4-6	64.73	10.86	67.84	11.14	-1.059	0.308
นาทีที่ 7-9	82.65	52.37	68.64	13.13	0.950	0.358
นาทีที่ 10-12	68.01	21.44	76.06	14.35	-1.470	0.164
นาทีที่ 13-15	72.24	14.49	79.35	18.81	-1.015	0.340

ช่วงเวลา	ก่อน		หลัง		ค่า t	p - value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
การนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)						
นาทีที่ 1-3	69.67	9.94	71.53	11.06	-0.821	0.425
นาทีที่ 4-6	71.13	11.93	71.60	13.86	-0.157	0.878
นาทีที่ 7-9	70.07	10.82	69.02	13.16	0.362	0.723
นาทีที่ 10-12	68.43	11.19	75.11	10.18	-1.719	0.108
นาทีที่ 13-15	74.33	10.93	77.56	16.47	-0.478	0.645

* $p < .05$

ตารางที่ 48 สรุปค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

ช่วงเวลาการวัด	PR	CW	AR	IM
นาทีที่ 1-3	-1.830	-4.283*	0.119	-0.821
นาทีที่ 4-6	-0.666	-1.211	-1.059	-0.157
นาทีที่ 7-9	1.560	-1.245	0.950	0.362
นาทีที่ 10-12	0.994	0.420	-1.470	-1.719
นาทีที่ 13-15	1.412	-1.086	-1.015	-0.478

* $p < .05$

จากตารางที่ 47 และตารางที่ 48 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ในทุกช่วงเวลา ขณะออกกำลังกาย

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น พบความแตกต่างอย่างมี

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ในทุกช่วงเวลาขณะออกกำลังกาย

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ทุกช่วงเวลาขณะออกกำลังกาย

และเมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก มีผลเพิ่มความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะออกกำลังกายมากที่สุด รองลงมา คือ วิธีการออกกำลังกายแบบเบา การนวดด้วยน้ำแข็ง และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น ตามลำดับ

ตารางที่ 49 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการใช้ออกซิเจน (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

ช่วงเวลา	ก่อน		หลัง		ค่า t	p - value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
การนั่งพัก (PR)						
นาทีที่ 1-3	15.40	2.25	15.02	3.26	0.490	0.631
นาทีที่ 4-6	21.91	2.84	22.18	3.54	-0.396	0.698
นาทีที่ 7-9	29.18	4.93	30.04	4.52	-1.352	0.198
นาทีที่ 10-12	39.10	6.20	39.98	5.19	-1.906	0.079
นาทีที่ 13-15	44.31	7.45	46.63	8.70	-1.095	0.310
การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW)						
นาทีที่ 1-3	15.67	1.31	14.33	3.04	1.539	0.146
นาทีที่ 4-6	21.73	1.81	22.15	2.23	-0.596	0.561
นาทีที่ 7-9	30.13	2.68	29.55	3.71	0.633	0.537
นาทีที่ 10-12	41.38	4.32	39.22	5.36	1.755	0.103
นาทีที่ 13-15	50.93	4.82	49.75	5.33	1.073	0.311
การออกกำลังกายแบบเบา (AR)						
นาทีที่ 1-3	15.53	1.58	16.78	1.49	-3.618	0.003*
นาทีที่ 4-6	22.73	2.13	23.02	2.04	-0.627	0.541
นาทีที่ 7-9	30.18	3.41	29.58	5.87	0.416	0.684
นาทีที่ 10-12	39.24	4.77	39.17	3.49	0.072	0.944
นาทีที่ 13-15	48.09	5.34	46.88	3.28	0.841	0.433

ช่วงเวลา	ก่อน		หลัง		ค่า t	p - value
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
การนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)						
นาทีที่ 1-3	17.16	2.91	14.96	2.59	3.202	0.006*
นาทีที่ 4-6	23.16	2.83	22.87	2.11	0.528	0.606
นาทีที่ 7-9	30.82	4.64	30.42	4.53	0.750	0.466
นาทีที่ 10-12	40.36	7.06	40.99	5.98	-0.610	0.553
นาทีที่ 13-15	51.33	7.25	50.57	5.75	0.815	0.436

* $p < .05$

ตารางที่ 50 สรุปค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าการใช้ออกซิเจน (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

ช่วงเวลาการวัด	PR	CW	AR	IM
นาทีที่ 1-3	0.490	1.539	-3.618*	3.202*
นาทีที่ 4-6	-0.396	-0.596	-0.627	0.528
นาทีที่ 7-9	-1.352	0.633	0.416	0.750
นาทีที่ 10-12	-1.906	1.755	0.072	-0.610
นาทีที่ 13-15	-1.095	1.073	0.841	0.815

* $p < .05$

จากตารางที่ 49 และตารางที่ 50 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ทุกช่วงเวลาขณะออกกำลังกาย แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยค่าการใช้ออกซิเจนแต่ละช่วงเวลา พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก มีค่าเฉลี่ยค่าการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นทุกช่วงเวลา ยกเว้น ในนาทีที่ 1-3 ขณะออกกำลังกายที่ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ขณะออกกำลังกาย แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยค่าการใช้ออกซิเจนแต่ละช่วงเวลา พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น มีค่าเฉลี่ยค่าการใช้ออกซิเจนลดลงในนาทีที่ 1-3, 7-9, 10-12 และ 13-15 ขณะออกกำลังกายอย่างไม่มีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) ในนาทีที่ 1-3 ขณะออกกำลังกาย แสดงว่า หลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา มีผลในการเพิ่มค่าการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3 ขณะออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยค่าการใช้ออกซิเจนแต่ละช่วงเวลา พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา มีค่าเฉลี่ยค่าการใช้ออกซิเจนลดลงในนาทีที่ 7-9, 10-12 และ 13-15 ขณะออกกำลังกายอย่างไม่มีนัยสำคัญ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) ในนาทีที่ 1-3 ขณะออกกำลังกาย แสดงว่า หลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง มีผลลดค่าการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3 แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยค่าการใช้ออกซิเจนแต่ละช่วงเวลา พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง มีค่าเฉลี่ยค่าการใช้ออกซิเจนลดลงในนาทีที่ 4-6, 7-9 และ 13-15 ขณะออกกำลังกายอย่างไม่มีนัยสำคัญ

และเมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง มีผลลดค่าการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกายมากที่สุด รองลงมา คือ วิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การนั่งพัก และการออกกำลังกายแบบเบา ตามลำดับ

ตารางที่ 51 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

ช่วงเวลา	ก่อน		หลัง		ค่า t	p - value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
การนั่งพัก (PR)						
นาทีที่ 1-3	8.73	0.96	8.73	1.22	0.000	1.000
นาทีที่ 4-6	10.87	1.88	10.80	1.78	0.435	0.670
นาทีที่ 7-9	13.53	2.33	14.07	2.74	-2.477	0.027*
นาทีที่ 10-12	16.08	1.93	16.31	1.75	-0.674	0.513
การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW)						
นาทีที่ 1-3	8.73	0.96	9.33	1.50	-1.871	0.082
นาทีที่ 4-6	10.53	1.30	10.93	1.58	-1.193	0.253
นาทีที่ 7-9	13.07	1.98	13.53	1.60	-1.131	0.277
นาทีที่ 10-12	16.08	2.50	16.15	2.08	-0.158	0.877
การออกกำลังกายแบบเบา (AR)						
นาทีที่ 1-3	8.67	1.11	9.20	1.32	-1.524	0.150
นาทีที่ 4-6	10.47	1.68	11.80	2.24	-2.870	0.012*
นาทีที่ 7-9	13.53	1.96	14.80	2.27	-3.833	0.002*
นาทีที่ 10-12	15.62	1.89	16.85	2.08	-4.382	0.001*
การนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)						
นาทีที่ 1-3	8.13	1.36	8.47	1.19	-1.099	0.290
นาทีที่ 4-6	10.67	1.68	11.13	1.73	-1.333	0.204
นาทีที่ 7-9	13.80	2.88	13.93	2.25	-0.414	0.685
นาทีที่ 10-12	15.67	1.72	15.92	1.78	-0.583	0.571

* $p < .05$

ตารางที่ 52 สรุปค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 และ 13-15 ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

ช่วงเวลาการวัด	PR	CW	AR	IM
นาทีที่ 1-3	0.000	-1.871	-1.524	-1.099
นาทีที่ 4-6	0.435	-1.193	-2.870*	-1.333
นาทีที่ 7-9	-2.477*	-1.131	-3.833*	-0.414
นาทีที่ 10-12	-0.674	-0.158	-4.382*	-0.583

* $p < .05$

จากตารางที่ 51 และตารางที่ 52 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) ขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก พบว่ามีค่าเฉลี่ยระดับของการรับรู้ความเหนื่อยเพิ่มขึ้น ในนาทีที่ 7-9 ขณะออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) และนาทีที่ 10-12 เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ยังมีค่าเฉลี่ยระดับของการรับรู้ความเหนื่อยลดลง ในนาทีที่ 4-6 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และในนาทีที่ 1-3 ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (df = 0.000)

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) ขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > .05$) ทุกช่วงเวลาขณะออกกำลังกาย แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยระดับของการรับรู้ความเหนื่อยแต่ละช่วงเวลา พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น มีค่าเฉลี่ยระดับของการรับรู้ความเหนื่อยเพิ่มขึ้นทุกช่วงเวลา

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) ขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) ในนาทีที่ 4-6, 7-9 และ 10-12 ขณะออกกำลังกาย แสดงว่า หลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา มีผลเพิ่มระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) ขณะออกกำลังกาย ในนาทีที่ 4-6, 7-9 และ 10-12 ขณะออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยระดับของการรับรู้ความเหนื่อยแต่ละช่วงเวลา พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา มีค่าเฉลี่ยระดับของการรับรู้ความเหนื่อยเพิ่มขึ้นทุกช่วงเวลา

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) ขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ทุกช่วงเวลาขณะออกกำลังกาย แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยระดับของการรับรู้ความเหนื่อยแต่ละช่วงเวลา พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง มีค่าเฉลี่ยระดับของการรับรู้ความเหนื่อยเพิ่มขึ้นทุกช่วงเวลา

และเมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) ขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก มีผลลดระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) ขณะออกกำลังกายมากที่สุด รองลงมา คือ วิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และการออกกำลังกายแบบเบา ตามลำดับ

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการทำงานของร่างกายขณะออกกำลังกาย อันได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximal heart rate : HRmax) **สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด** (Maximal oxygen consumption : VO_2 max) **และเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกาย** (Exercise time) **ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี ได้แก่ การนั่งพัก** (Passive recovery : PR) **การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น** (Cold water body wetting : CW) **การออกกำลังกายแบบเบา** (Active recovery : AR) **และการนวดด้วยน้ำแข็ง** (Ice massage : IM) **โดยการทดสอบค่าทีแบบวัดซ้ำ** (Paired – samples t – test)

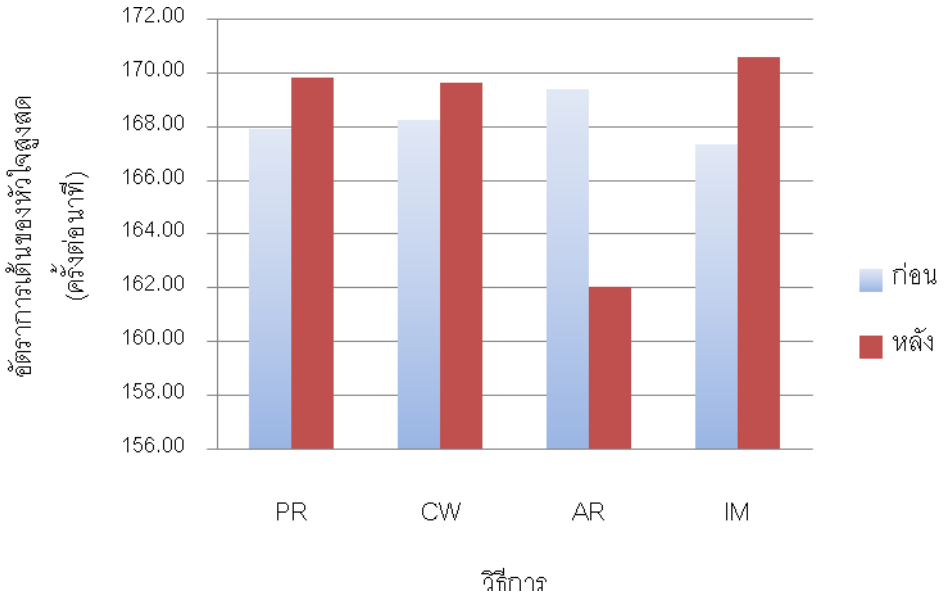
ตารางที่ 53 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการทำงานของร่างกายขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี

วิธีการ	ก่อน		หลัง		ค่า t	p - value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (HRmax) (ครั้งต่อนาที)						
การนั่งพัก (PR)	167.93	13.16	169.87	12.27	-0.683	0.506
การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW)	168.27	11.40	169.67	14.44	-0.386	0.705
การออกกำลังกายแบบเบา (AR)	169.40	10.05	162.07	19.99	1.621	0.127
การนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)	167.33	13.36	170.60	13.43	-1.746	0.103
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที)						
การนั่งพัก (PR)	53.87	7.01	53.00	9.61	0.341	0.738
การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW)	56.13	7.80	55.47	8.11	0.316	0.757
การออกกำลังกายแบบเบา (AR)	57.07	7.17	50.64	10.70	2.032	0.063
การนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)	57.00	10.10	56.47	9.71	0.281	0.783
เวลาที่ได้ในการออกกำลังกาย (Time max) (นาที)						
การนั่งพัก (PR)	13.33	1.50	13.07	1.79	0.695	0.499
การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW)	13.20	1.74	12.80	1.93	1.103	0.288
การออกกำลังกายแบบเบา (AR)	13.40	1.68	11.87	3.16	2.014	0.064
การนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)	13.20	1.47	12.93	1.28	1.293	0.217

จากตารางที่ 53 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวทุกวิธีการ แต่เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของแต่ละวิธี พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง ทำให้เพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดมากกว่าวิธีการอื่น (t = -1.746) รองลงมาคือ การนั่งพัก (t = -0.683) และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (t = -0.386) ตามลำดับ ส่วนหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา มีผลลดอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (t = 1.621)

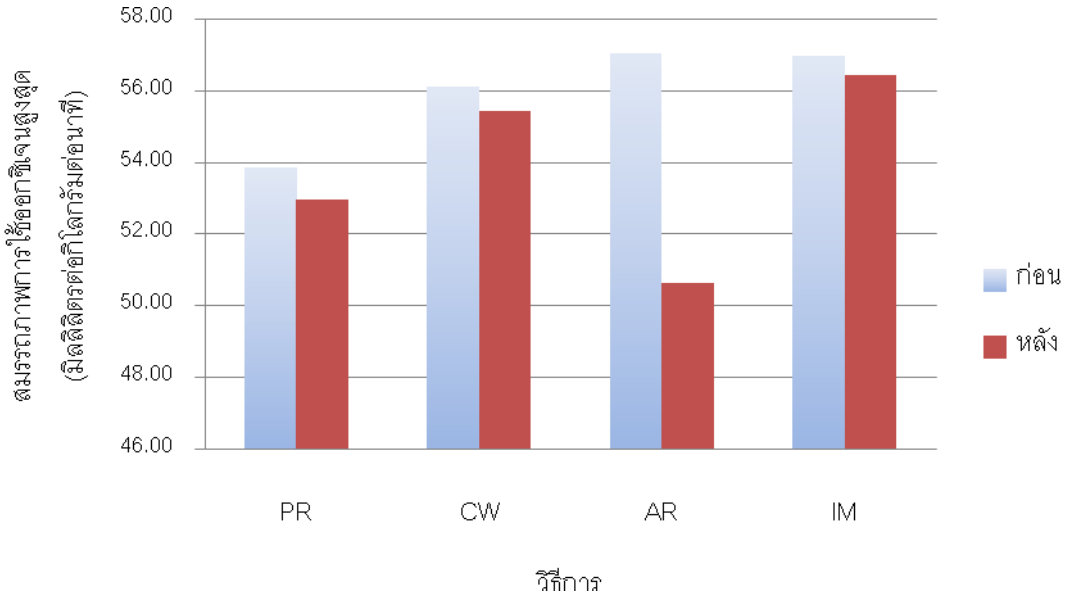
เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวทุกวิธีการ แต่เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของแต่ละวิธี พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง ทำให้ลดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดน้อยกว่าวิธีการอื่น (t = 0.281) รองลงมาคือ การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (t = 0.316) การนั่งพัก (t = 0.341) และการออกกำลังกายแบบเบา (t = 2.032) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกาย ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวทุกวิธีการ แต่เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของแต่ละวิธี พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก ทำให้ลดเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกายน้อยกว่าวิธีการอื่น (t = 0.695) รองลงมาคือ การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (t = 1.103) การนวดด้วยน้ำแข็ง (t = 1.293) และการออกกำลังกายแบบเบา (t = 2.014) ตามลำดับ



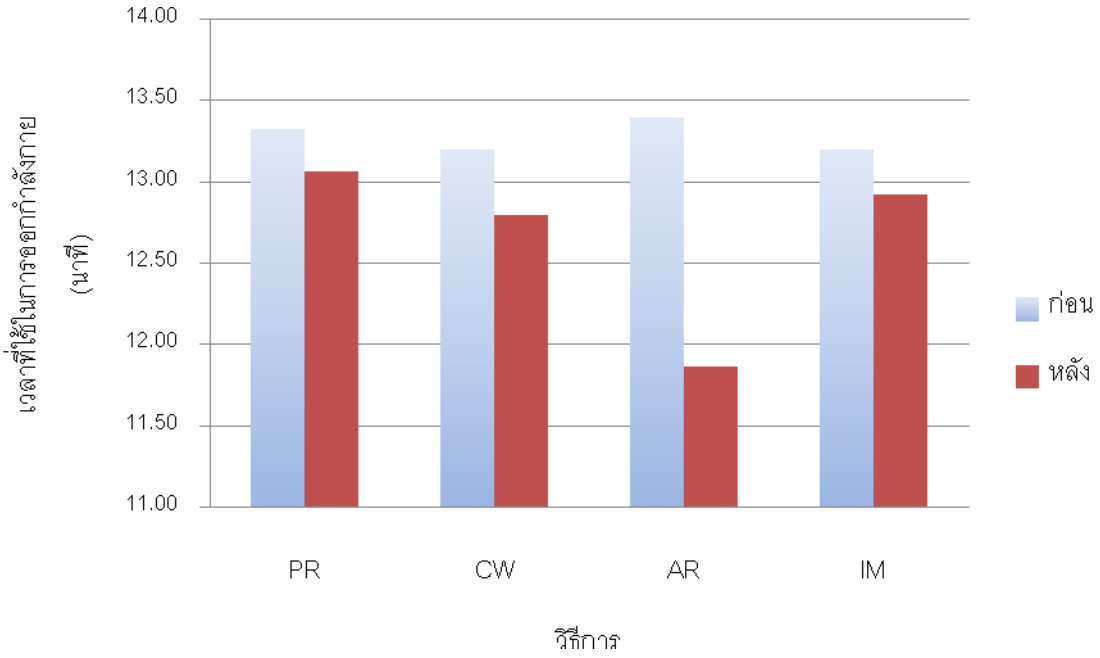
แผนภูมิที่ 6 กราฟเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (ครั้งต่อนาที) ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

จากแผนภูมิที่ 6 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง ทำให้เพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดมากกว่าวิธีการอื่น (t = -1.746) รองลงมาคือ การนั่งพัก (t = -0.683) และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (t = -0.386) ตามลำดับ ส่วนหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา มีผลลดอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (t = 1.621)



แผนภูมิที่ 7 กราฟเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที) ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

จากแผนภูมิที่ 7 พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง ทำให้ลดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดน้อยกว่าวิธีการอื่น ($t = 0.281$) รองลงมาคือ การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น ($t = 0.316$) การนั่งพัก ($t = 0.341$) และการออกกำลังกายแบบเบา ($t = 2.032$) ตามลำดับ



แผนภูมิที่ 8 กราฟเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกาย (นาที) ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM)

จากแผนภูมิที่ 8 พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก ทำให้ลดเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกายน้อยกว่าวิธีการอื่น (t = 0.695) รองลงมาคือ การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (t = 1.103) การนวดด้วยน้ำแข็ง (t = 1.293) และการออกกำลังกายแบบเบา (t = 2.014) ตามลำดับ

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อเปรียบเทียบผลของการทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย ด้วยวิธีการต่างๆ อันได้แก่ การนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็งต่อประสิทธิภาพในการออกกำลังกายในนักกีฬาและเปรียบเทียบผลของการทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย ด้วยวิธีการต่างๆ ที่เวลาแตกต่างกัน ได้แก่ ที่เวลา 2 นาที 5 นาที 10 นาที และ 15 นาที หลังการออกกำลังกาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตบอลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 20 คน ได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive random sampling) สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย โดยมีคุณสมบัติดังนี้ มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ปราศจากโรคที่เสี่ยงต่อการออกกำลังกาย เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคกล้ามเนื้อหัวใจตาย โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน เป็นต้น ไม่มีประวัติการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและข้อต่อที่เป็นอุปสรรคต่อการวิ่ง และยินยอมให้เจาะเลือดและให้ความร่วมมือได้ตลอดจนสิ้นสุดการวิจัย โดยที่ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนต้องออกกำลังกายด้วยการเดินหรือวิ่งบนลู่กลตามแบบของบรู๊ซ (Bruce protocol) จนถึงค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) แล้วทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการพักทั้ง 4 ชนิด อันได้แก่ การนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบาด้วยการเดินบนลู่กล และการนวดด้วยน้ำแข็ง เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นให้ออกกำลังกายด้วยวิธีการเดิมจนถึงค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) อีกครั้งหลังจากการพัก การออกกำลังกายแต่ละครั้งเว้นระยะห่างเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ ซึ่งควบคุมการออกกำลังกายโดยผู้วิจัยหรือผู้ช่วยวิจัยชุดเดียวกัน และมีสภาวะแวดล้อมที่ใกล้เคียงกัน (สถานที่และช่วงเวลาเดียวกัน) ก่อนดำเนินการวิจัย ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการชี้แจงถึงขั้นตอนต่างๆของการดำเนินการวิจัยและการปฏิบัติตัวโดยละเอียด พร้อมกับลงนามยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย จากนั้นจึงทำการวัดค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา ในวันทำการทดลอง ก่อนการทดลองทำการวัดน้ำหนักร่างกาย (กิโลกรัม) ส่วนสูง (เซนติเมตร) อุณหภูมิร่างกาย (มิลลิเมตรปรอท) อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก (ครั้งต่อนาที) ของผู้รับการวิจัย โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งพักในเวลา 5 นาที แล้วจึงใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบโพลาร์ จับชีพจร เป็นระยะเวลา 1 นาที จากนั้นเจาะเลือดเพื่อวัดค่าปริมาณกรดแลคติก (มิลลิโมลต่อลิตร) ในเลือดของผู้เข้าร่วมวิจัย ด้วยเครื่องวิเคราะห์กรดแลคติกในเลือด (Lactic Analyzer ยี่ห้อ Lactate Plus)

ขณะออกกำลังกายทำการบันทึกค่าตัวแปรทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกาย ซึ่งทำการวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Portable cardiopulmonary gas exchange system ยี่ห้อ Cortex รุ่น Metamax 3B: Breath by breath) ได้แก่ อัตราการเต้นหัวใจ ค่าการใช้ออกซิเจนสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด การระบายอากาศ และระดับของการรับรู้ความเหนื่อย และวัดความดันโลหิตขณะออกกำลังกายโดยใช้เครื่องวัดความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (Brilliant blood pressure solutions ยี่ห้อ Suntecg Medical) ขณะพักทำการบันทึกค่าตัวแปรทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ อุณหภูมิร่างกาย ความดันโลหิต และปริมาณกรดแลคติกในเลือด แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (Two-way analysis of variance with repeated measures) เพื่อทดสอบผลกระทบที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็งกับกับช่วงเวลาที่วัดค่าทางสรีรวิทยาต่างๆ ขณะออกกำลังกาย และขณะพักหลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย หากพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กันให้เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธีของ Bonferroni แต่ถ้าพบว่ามีปฏิสัมพันธ์กัน จะทำการทดสอบวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One- way ANOVA with repeated measures) เพื่อทดสอบหาค่าความแตกต่างของค่าทางสรีรวิทยาต่างๆ ภายในวิธีการการนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็ง ขณะออกกำลังกาย และขณะพักหลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5 ,10 และ 15 หลังออกกำลังกาย หากพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ ด้วยวิธีของ Bonferroni และทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถในการทำงานของร่างกายก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายแต่ละครั้งด้วยการทดสอบ ค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) โดยกำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่เนื่องจากมีผู้เข้าร่วมวิจัยเพียง จำนวน 15 คน ที่สามารถเข้าร่วมวิจัยได้ครบตามโปรแกรมที่กำหนด เนื่องจากมีผู้เข้าร่วมงานวิจัยได้รับการบาดเจ็บจากการแข่งขันกีฬา จำนวน 3 คน และไม่สามารถเข้าร่วมตามโปรแกรมที่กำหนดได้ จำนวน 2 คน จึงนำข้อมูลจากผู้เข้าร่วมวิจัยมาวิเคราะห์เพียง 15 คน

ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 20.38 ± 1.36 ปี ส่วนสูงเฉลี่ย 174.10 ± 4.81 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 65.52 ± 5.34 กิโลกรัม ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 21.16 ± 1.97 กิโลกรัมต่อตารางเมตร อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 170.67 ± 11.93 ครั้งต่อนาที และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด 57.33 ± 7.93 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที

2. ที่ขณะพัก หลังการออกกำลังกายครั้งแรก เมื่อทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) กับช่วงเวลาการวัด ได้แก่ ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย พบว่า วิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัว ช่วงเวลาในการวัด และปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวและช่วงเวลาการวัด มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และวิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัว และปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวกับช่วงเวลาการวัด ไม่มีผลต่อความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว และปริมาณกรดแลคติกในเลือด

3.ที่ขณะพัก หลังการออกกำลังกายครั้งแรก เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าทางสรีรวิทยาต่างๆระหว่างวิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี อันได้แก่ วิธีการนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็ง พบว่า

3.1 การนั่งพัก

- ช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจในทุกช่วงเวลาของการวัด โดยค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจในนาทีที่ 2 หลังออกกำลังกาย ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- ช่วยลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและปริมาณกรดแลคติกในเลือดในทุกช่วงของการวัด
- มีค่าความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวเพิ่มขึ้นในทุกช่วงเวลาของการวัด ยกเว้นในนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย (81.80 มิลลิเมตรปรอท) มีค่าลดลงจากนาทีที่ 10 หลังออกกำลังกาย (77.73 มิลลิเมตรปรอท)
- ช่วยลดอัตราการหายใจในทุกช่วงเวลาของการวัด โดยพบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจในนาทีที่ 2 และนาทีที่ 5 หลังออกกำลังกาย ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น

- ช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจในทุกช่วงเวลาของการวัด โดยในนาทีที่ 2 และนาทีที่ 5 หลังออกกำลังกาย ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

- ช่วยลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวในทุกช่วงเวลาของการวัด ยกเว้นในนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย (122.40 มิลลิเมตรปรอท) มีการเพิ่มขึ้นของค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว จากนาทีที่ 10 หลังการออกกำลังกาย (120.00 มิลลิเมตรปรอท)

- มีค่าความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวเพิ่มขึ้นในทุกช่วงของการวัด

- ช่วยลดปริมาณกรดแลคติกในเลือดในทุกช่วงเวลาของการวัด ยกเว้นในนาทีที่ 2 หลังออกกำลังกาย (11.19 มิลลิโมลต่อลิตร) มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดแลคติกในเลือดจากหลังออกกำลังกายทันที (10.52 มิลลิโมลต่อลิตร)

- ช่วยลดอัตราการหายใจในทุกช่วงเวลาของการวัด โดยในนาทีที่ 2 หลังออกกำลังกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 การออกกำลังกายแบบเบา

- ช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจในทุกช่วงเวลาของการวัด โดยในนาทีที่ 2 และนาทีที่ 5 หลังออกกำลังกาย ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

- ช่วยลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและปริมาณกรดแลคติกในเลือดในทุกช่วงของการวัด

- ช่วยลดค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวในนาทีที่ 2 และนาทีที่ 5 หลังออกกำลังกาย

- ช่วยลดอัตราการหายใจในทุกช่วงเวลาของการวัด โดยในนาทีที่ 2 หลังออกกำลังกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.4 การนวดด้วยน้ำแข็ง

- ช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจในทุกช่วงเวลาของการวัด ยกเว้นในนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย มีการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในนาทีที่ 2 หลังออกกำลังกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

- ช่วยลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวในทุกช่วงเวลาของการวัด ยกเว้นในนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย (122.60 มิลลิเมตรปรอท) มีการเพิ่มขึ้นของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวจากนาทีที่ 10 หลังออกกำลังกาย (122.47 มิลลิเมตรปรอท)

- มีค่าความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวเพิ่มขึ้นในทุกช่วงเวลาของการวัด ยกเว้นในนาทีที่ 5 หลังออกกำลังกาย มีการลดลงของความดันโลหิตขณะหัวใจคลาย

- ช่วยลดปริมาณกรดแลคติกในเลือดในทุกช่วงเวลาของการวัด

- ช่วยลดอัตราการหายใจในทุกช่วงเวลาของการวัด โดยในนาทีที่ 2 และ นาทีที่ 10 หลังออกกำลังกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.ที่ขณะพัก หลังการออกกำลังกายครั้งแรก เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าทางสรีรวิทยาต่างๆระหว่างวิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี แต่ละช่วงเวลาในการวัด ได้แก่ ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันที และนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกายกับหลังออกกำลังกายทันที พบว่า

4.1 ขณะพักและหลังออกกำลังกายทันที พบว่า ก่อนการออกกำลังกายครั้งแรกและหลังออกกำลังกายครั้งแรกทันทีของทุกวิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัวมีค่าเฉลี่ยของค่าทางสรีรวิทยาต่างๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.2 ที่นาทีที่ 2 หลังออกกำลังกาย

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง มีผลในการลดอัตราการเต้นของหัวใจหลังการออกกำลังกายทันทีมากกว่าวิธีการอื่น (44.47 ครั้งต่อนาที) รองลงมา คือ การนั่งพัก (40.33 ครั้งต่อนาที) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (34.40 ครั้งต่อนาที) และการออกกำลังกายแบบเบา (25.20 ครั้งต่อนาที) ตามลำดับ

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (13.87 มิลลิเมตรปรอท) มีผลในการลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวหลังการออกกำลังกายทันทีมากกว่าวิธีการอื่น รองลงมาคือการนั่งพัก (12.93 มิลลิเมตรปรอท) การออกกำลังกายแบบเบา (9.80 มิลลิเมตรปรอท) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (5.13 มิลลิเมตรปรอท) ตามลำดับ

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา ทำให้ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากหลังออกกำลังกายทันทีน้อยกว่าวิธีการอื่น (-3.33 มิลลิเมตรปรอท) รองลงมา คือ การนวดด้วยน้ำแข็ง(-6.27 มิลลิเมตรปรอท) การนั่งพัก (-8.00 มิลลิเมตรปรอท) และ การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น(-11.53 มิลลิเมตรปรอท) ตามลำดับ

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา ทำให้ปริมาณกรดแลคติกในเลือดเปลี่ยนแปลงลดลงจากหลังออกกำลังกายทันทีมากกว่าวิธีการอื่น (1.93 มิลลิโมลต่อลิตร) รองลงมา คือ การนั่งพัก (1.69 มิลลิโมลต่อลิตร) และการนวดด้วยน้ำแข็ง(1.17 มิลลิโมลต่อลิตร) ตามลำดับ ส่วนการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นมีผลเพิ่มปริมาณกรดแลคติกในเลือดเล็กน้อย (-0.67 มิลลิโมลต่อลิตร)

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก ทำให้อัตราการหายใจเปลี่ยนแปลงลดลงจากหลังออกกำลังกายทันทีมากกว่าวิธีการอื่นและอย่างมีนัยสำคัญ (11.91 ครั้งต่อนาที)

4.3 ที่นาทีที่ 5 หลังออกกำลังกาย

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง มีผลในการลดอัตราการเต้นของหัวใจหลังการออกกำลังกายทันทีมากกว่าวิธีการอื่น (49.73 ครั้งต่อนาที) รองลงมา คือ การนั่งพัก (43.67 มิลลิโมลต่อลิตร) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (43.00 ครั้งต่อนาที) และการออกกำลังกายแบบเบา (32.20 ครั้งต่อนาที) ตามลำดับ

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น มีผลในการลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวหลังการออกกำลังกายทันทีมากกว่าวิธีการอื่น (27.40 มิลลิเมตรปรอท) รองลงมาคือการนั่งพัก (26.20 มิลลิเมตรปรอท) การออกกำลังกายแบบเบา (22.87 มิลลิเมตรปรอท) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (20.93 มิลลิเมตรปรอท) ตามลำดับ

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง ทำให้ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากหลังออกกำลังกายทันทีน้อยวิธีการอื่น (-5.33 มิลลิเมตรปรอท) รองลงมา คือ การนั่งพัก (-9.27 มิลลิเมตรปรอท) การออกกำลังกายแบบเบา (-11.87 มิลลิเมตรปรอท) และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (-11.93 มิลลิเมตรปรอท) ตามลำดับ

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น ทำให้ปริมาณกรดแลคติกในเลือดเปลี่ยนแปลงลดลงจากหลังออกกำลังกายทันทีมากกว่าวิธีการอื่น (3.27 มิลลิโมลต่อลิตร) รองลงมา คือ การออกกำลังกายแบบเบา (3.21 มิลลิโมลต่อลิตร) การนวดด้วยน้ำแข็ง (2.65 มิลลิโมลต่อลิตร) และการนั่งพัก (2.13 มิลลิโมลต่อลิตร) ตามลำดับ

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก ทำให้อัตราการหายใจเปลี่ยนแปลงลดลงจากหลังออกกำลังกายทันทีมากกว่าวิธีการอื่นและอย่างมีนัยสำคัญ (16.61 ครั้งต่อนาที) รองลงมา คือ การนวดด้วยน้ำแข็ง (14.15 ครั้งต่อนาที) การออกกำลังกายแบบเบา (11.15 ครั้งต่อนาที) และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (9.16 ครั้งต่อนาที) ตามลำดับ

4.4 ที่นาทีที่ 10 หลังออกกำลังกาย

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง มีผลในการลดอัตราการเต้นของหัวใจหลังการออกกำลังกายทันทีมากกว่าวิธีการอื่น (56.13 ครั้งต่อนาที) รองลงมา คือ การนั่งพัก (46.73 ครั้งต่อนาที) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (46.47 ครั้งต่อนาที) และการออกกำลังกายแบบเบา (34.93 ครั้งต่อนาที) ตามลำดับ

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น มีผลในการลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวหลังการออกกำลังกายทันทีมากกว่าวิธีการอื่น (41.47 มิลลิเมตร

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง ทำให้ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากหลังออกกำลังกายทันทีน้อยกว่าวิธีการอื่น (-7.73 มิลลิเมตรปรอท) รองลงมา คือ การออกกำลังกายแบบเบา (-11.20 มิลลิเมตรปรอท) การนั่งพัก (-13.20 มิลลิเมตรปรอท) และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (-13.27 มิลลิเมตรปรอท) ตามลำดับ

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น ทำให้ปริมาณกรดแลคติกในเลือดเปลี่ยนแปลงลดลงจากหลังออกกำลังกายทันทีมากกว่าวิธีการอื่น (4.85 มิลลิโมลต่อลิตร) รองลงมา คือ การออกกำลังกายแบบเบา (4.21 มิลลิโมลต่อลิตร) การนวดด้วยน้ำแข็ง (3.46 มิลลิโมลต่อลิตร) และการนั่งพัก (3.31 มิลลิโมลต่อลิตร) ตามลำดับ

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก ทำให้อัตราการหายใจเปลี่ยนแปลงลดลงจากหลังออกกำลังกายทันทีมากกว่าวิธีการอื่นและอย่างมีนัยสำคัญ (19.17 ครั้งต่อนาที) รองลงมา คือ การนวดด้วยน้ำแข็ง (15.92 ครั้งต่อนาที) การออกกำลังกายแบบเบา (14.09 ครั้งต่อนาที) และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (11.91 ครั้งต่อนาที) ตามลำดับ

4.5 ที่นาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง มีผลในการลดอัตราการเต้นของหัวใจหลังการออกกำลังกายทันทีมากกว่าวิธีการอื่น (52.33 ครั้งต่อนาที) รองลงมา คือ การนั่งพัก (49.20 ครั้งต่อนาที) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (47.20 ครั้งต่อนาที) และการออกกำลังกายแบบเบา (36.33 ครั้งต่อนาที) ตามลำดับ

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น มีผลในการลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวหลังการออกกำลังกายทันทีมากกว่าวิธีการอื่น (39.07 มิลลิเมตรปรอท) รองลงมาคือการนั่งพัก (37.87 มิลลิเมตรปรอท) การออกกำลังกายแบบเบา (32.13 มิลลิเมตรปรอท) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (29.87 มิลลิเมตรปรอท) ตามลำดับ

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา ทำให้ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากหลังออกกำลังกายทันทีน้อยกว่าวิธีการอื่น (-3.93 มิลลิเมตรปรอท) รองลงมา คือ การนั่งพัก (-9.13 มิลลิเมตรปรอท) การนวดด้วยน้ำแข็ง (-11.87 มิลลิเมตรปรอท) และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (-16.60 มิลลิเมตรปรอท) ตามลำดับ

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น ทำให้ปริมาณกรดแลคติกในเลือดเปลี่ยนแปลงลดลงจากหลังออกกำลังกายทันทีมากกว่าวิธีการอื่น (5.77 มิลลิ-

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง ทำให้อัตราการหายใจเปลี่ยนแปลงลดลงจากหลังออกกำลังกายทันทีมากกว่าวิธีการอื่นและอย่างมีนัยสำคัญ (19.53 ครั้งต่อนาที) รองลงมา คือ การนั่งพัก (19.37 ครั้งต่อนาที) การออกกำลังกายแบบเบา (15.48 ครั้งต่อนาที) และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (12.85 ครั้งต่อนาที) ตามลำดับ

4.6 ที่ขณะพัก-นาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักมีอัตราการเต้นของหัวใจในนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย ใกล้เคียงกับอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักมากกว่าวิธีการอื่น (-15.87 ครั้งต่อนาที) รองลงมา คือ การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (-19.13 ครั้งต่อนาที) การนวดด้วยน้ำแข็ง (-20.80 ครั้งต่อนาที) และการออกกำลังกายแบบเบา (-35.40 ครั้งต่อนาที) ตามลำดับ

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง มีความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวในนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย ใกล้เคียงกับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพักมากกว่าวิธีการอื่น (1.33 มิลลิเมตรปรอท) รองลงมา คือ การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (-1.40 มิลลิเมตรปรอท) การออกกำลังกายแบบเบา (-6.07 มิลลิเมตรปรอท) และการนั่งพัก (7.87 มิลลิเมตรปรอท) ตามลำดับ

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักมีความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวในนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย ใกล้เคียงกับความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพักมากกว่าวิธีการอื่น (-5.07 มิลลิเมตรปรอท) รองลงมา คือ การออกกำลังกายแบบเบา (7.27 มิลลิเมตรปรอท) การนวดด้วยน้ำแข็ง (-10.13 มิลลิเมตรปรอท) และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (-12.47 มิลลิเมตรปรอท) ตามลำดับ

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก มีปริมาณกรดแลคติกในเลือดในนาทีที่ 15 หลังการออกกำลังกาย ใกล้เคียงกับปริมาณกรดแลคติกในเลือดขณะพักมากกว่าวิธีการอื่น (-1.41 มิลลิโมลต่อลิตร) รองลงมา คือ การออกกำลังกายแบบเบา (-1.58 มิลลิโมลต่อลิตร) การนวดด้วยน้ำแข็ง (-1.73 มิลลิโมลต่อลิตร) และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (-1.82 มิลลิโมลต่อลิตร) ตามลำดับ

- การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง มีอัตราการหายใจใกล้เคียงกับขณะพักมากกว่าวิธีการอื่น (-12.63 ครั้งต่อนาที) รองลงมา คือ การนั่งพัก (-13.83 ครั้งต่อนาที) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (-17.56 ครั้งต่อนาที) และการออกกำลังกายแบบเบา (-19.56 ครั้งต่อนาที) ตามลำดับ

5. ที่ขณะออกกำลังกาย การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ กับช่วงเวลาที่วัดค่าทางสรีรวิทยาต่างๆ พบว่า

5.1 การนั่งพัก ไม่มีผลในการลดอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีส่วนช่วยลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและระดับการรับรู้ความเหนื่อย อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ยังมีส่วนมีค่าความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวเพิ่มขึ้นและค่าการใช้ออกซิเจน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5.2 การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น มีผลลดอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และค่าการใช้ออกซิเจน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ยังมีผลเพิ่มความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว และระดับการรับรู้ความเหนื่อย อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5.3 การออกกำลังกายแบบเบา มีผลลดอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และค่าการใช้ออกซิเจน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลเพิ่มความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ยังมีผลเพิ่มระดับการรับรู้ความเหนื่อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.4 การนวดด้วยน้ำแข็ง มีผลลดอัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ค่าการใช้ออกซิเจน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ยังมีผลเพิ่มความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว และระดับการรับรู้ความเหนื่อย อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5.5 เมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น มีผลลดอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายมากกว่าวิธีการอื่น (-9.307 ครั้งต่อนาที) รองลงมา คือ วิธีการออกกำลังกายแบบเบา (-12.139 ครั้งต่อนาที) การนวดด้วยน้ำแข็ง(-12.501 ครั้งต่อนาที) และการนั่งพัก (-26.140 ครั้งต่อนาที) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น มีผลลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะออกกำลังกายมากกว่าวิธีการอื่น (5.995 มิลลิเมตรปรอท) รองลงมา คือ วิธีการนั่งพัก (1.811 มิลลิเมตรปรอท) การนวดด้วยน้ำแข็ง (1.789 มิลลิเมตรปรอท) และการออกกำลังกายแบบเบา (-1.419 มิลลิเมตรปรอท) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วย

เมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง มีผลลดค่าการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกายมากกว่าวิธีการอื่น (4.485 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที) รองลงมา คือ วิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (4.404 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที) การออกกำลังกายแบบเบา (-2.916 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที) และการนั่งพัก (-4.259 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) ขณะออกกำลังกาย ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก มีผลลดระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) ขณะออกกำลังกายมากกว่าวิธีการอื่น (-2.716) รองลงมา คือ วิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง (-3.429) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (-4.353) และการออกกำลังกายแบบเบา (-12.609) ตามลำดับ

6. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างช่วงเวลาในการวัด คือ ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัว กับวิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัว 4 วิธี ของค่าทางสรีรวิทยาต่างๆ ขณะออกกำลังกายสูงสุด เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของร่างกายก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัว พบว่า เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวทุกวิธีการ แต่เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของแต่ละวิธี พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง ทำให้เพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดมากกว่าวิธีการอื่น (-1.746 ครั้งต่อนาที) รองลงมา คือ การนั่งพัก (-0.683 ครั้งต่อนาที) และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (-0.386 ครั้งต่อนาที) ตามลำดับ ส่วนหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา มีผลลดอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (1.621 ครั้งต่อนาที)

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวทุกวิธีการ แต่เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของแต่ละวิธี พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง ทำให้ลดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดน้อยที่สุด (0.281 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที) รองลงมาคือ การ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกาย ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวทุกวิธีการ แต่เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของแต่ละวิธี พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก ทำให้ลดเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกายน้อยที่สุด (0.695 นาที) รองลงมาคือ การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (1.103 นาที) การนวดด้วยน้ำแข็ง (1.293 นาที) และการออกกำลังกายแบบเบา (2.014 นาที) ตามลำดับ

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นศึกษาผลทางสรีรวิทยาของวิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัวระหว่างการออกกำลังกาย 4 วิธี อันได้แก่ การนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็ง และเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการออกกำลังกายหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ ในด้านค่าตัวแปรทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกาย ซึ่งสามารถนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อนักกีฬา ผู้ฝึกสอนกีฬา และบุคคลทั่วไป งานวิจัยนี้ทำการศึกษาผลของการทำให้ร่างกายฟื้นตัวแบบทันทีทันใด (Acute effect) มิได้ศึกษาผลระยะยาวของการทำให้ร่างกายฟื้นตัว (Chronic effect) ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลเปรียบเทียบที่น่าเชื่อถือและลดความคลาดเคลื่อนในการเก็บข้อมูล จึงกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างทุกคนต้องได้รับการทำให้ร่างกายฟื้นตัวทั้ง 4 วิธี (Cross over design) ได้แก่ การนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็ง เพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างวิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัวของตนเอง อีกทั้งผู้วิจัยยังใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์การกีฬาที่มีประสิทธิภาพ และตัวแปรที่เกี่ยวข้องมีความครอบคลุม โดยจะอภิปรายผลการทดลองตามหัวข้อต่างๆดังนี้

1. อัตราการเต้นของหัวใจ

ที่ขณะพัก หลังการออกกำลังกายครั้งแรก สำหรับงานวิจัยนี้พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และการนวดด้วยน้ำแข็ง ให้ผลในการลดอัตราการเต้นของหัวใจไม่แตกต่างกัน แต่ต่างกับการออกกำลังกายแบบเบาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ เนื่องจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบานี้ เป็นรูปแบบการพักที่มีกิจกรรมการทำงานของร่างกายและกล้ามเนื้อ ซึ่งแม้ว่าจะมีความหนักไม่มาก คือ ที่ 35 – 40 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด หรือประมาณ 40-50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด แต่เป็นวิธีการที่อาศัยควบคุมความหนักของกิจกรรม ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจค่อนข้างคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจที่นาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกายกับค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจหลังออกกำลังกายทันที สำหรับงานวิจัยนี้พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวทุกวิธีการมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจลดลงทุกวิธีการ โดยในนาทีที่ 2 หลังออกกำลังกายของวิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัวทุกวิธีการมีค่าเฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า เวลาในการพัก 2 นาที ก็มีผลเพียงพอในการลดอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งโดยปกติจากการศึกษาพบว่า ทันทีที่หยุดการออกกำลังกาย อัตราการเต้นของหัวใจจะลดลงอย่างรวดเร็วในนาทีแรก คือลดลงประมาณ 40-60 ครั้งต่อนาที และจะค่อยๆลดลงเรื่อยๆในขณะพัก อย่างไรก็ตามอัตราการเต้นของหัวใจจะคืนสู่สภาพปกติได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับปริมาณงาน ระยะเวลาของการออกกำลังกาย และสภาพร่างกายของผู้ออกกำลังกาย สำหรับคนที่มีร่างกายสมบูรณ์มีสมรรถภาพร่างกายดี อัตราการเต้นของหัวใจหลังการออกกำลังกายจะคืนสู่สภาพปกติในระยะเวลาอันสั้น แต่ถ้าออกกำลังกายจนหมดแรง การคืนสู่สภาพปกติจะเป็นอย่างช้าๆ อาจจะต้องใช้เวลาพักนานถึง 1-2 ชั่วโมง ร่างกายจึงจะฟื้นคืนสู่ปกติ (Karpovich อ้างถึงใน ไพรัช เลิศเกียรติศักดิ์,2527) นอกจากนี้ ยังพบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจที่นาทีที่ 5 หลังการออกกำลังกายของวิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นและการออกกำลังกายแบบเบามีค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจลดลงจากนาทีที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และการออกกำลังกายแบบเบามีส่วนช่วยให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลงเร็วขึ้น

นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ ที่นาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 นาทีหลังออกกำลังกายกับหลังออกกำลังกายทันที สำหรับงานวิจัยนี้พบว่า วิธีการนวดด้วยน้ำแข็งมีผลทำให้อัตราการเต้นของลดลงมากกว่าวิธีการอื่นทุกช่วงเวลา รองลงมา คือ การนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นและการออกกำลังกายแบบเบา ตามลำดับ ทั้งนี้ เนื่องจากเมื่อเริ่มออกกำลังกายอุณหภูมิในร่างกายจะสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจก็จะเร็วตามไปเช่นกัน (อมรา มลิลา และคณะ, 2526) โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเลือดก็จะนำพาความร้อนไปสู่ผิวหนังเพื่อระบายความร้อนออกจากร่างกาย เมื่ออุณหภูมิของร่างกายลดลง อัตราการเต้นของหัวใจก็จะลดลงตามไปด้วย (อนันต์ อัตชู, 2521) ซึ่งสอดคล้องกับ ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536) การนำความร้อนออกจากร่างกายโดยวิธี การนำการพา การระเหย และการแผ่รังสี ทำให้ระบบการไหลเวียนของเลือดดีขึ้นซึ่งไรท์ (Wright ,1971) ได้กล่าวเพิ่มเติมว่าภายหลังการออกกำลังกายหรือขณะพักระหว่างการแข่งขัน ระบบต่างๆของร่างกายจะยังคงหน้าที่ระบายความร้อนออกจากร่างกายอยู่ ดังนั้นถ้าใช้ความเย็นเข้าช่วย จะทำให้ร่างกายคืนสู่สภาพปกติได้เร็วขึ้น ซึ่งเป็นวิธีการ

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจที่ขณะออกกำลังกายในช่วงเวลาเดียวกัน สำหรับงานวิจัยนี้พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจหลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวทุกวิธีการมีค่าเพิ่มขึ้นกว่าก่อนการทำให้ร่างกายฟื้นตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในวิธีการนั่งพักทุกช่วงเวลาและในนาทีที่ 1-3, 4-6 และ 7-9 ของทุกวิธีการ ยกเว้นการออกกำลังกายแบบเบาที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และจากการวิเคราะห์โดยรวม สำหรับงานวิจัยนี้พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจหลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด

และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ขณะออกกำลังกายก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ สำหรับงานวิจัยนี้พบว่า หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็งมีผลในการเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดมากกว่าวิธีการอื่น อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือ วิธีการนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และการออกกำลังกายแบบเบา ตามลำดับ ซึ่งโดยทั่วไปอัตราการเต้นของหัวใจใช้บ่งบอกความสมบูรณ์ของระบบหัวใจและหลอดเลือด บอกถึงความหนักของการออกกำลังกายและผลของการฝึกร่างกายได้ ดังที่กล่าวมาแล้ว นั่นหมายความว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็งนี้ มีผลในการเพิ่มความสามารถในสูบฉีดโลหิตของหัวใจได้มากขึ้น หรือทำให้ร่างกายสามารถทนต่อภาวะการทำงานของหัวใจได้มาก

2. ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว

ที่ขณะพัก หลังการออกกำลังกายครั้งแรก สำหรับงานวิจัยนี้พบว่า วิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัวทั้ง 4 วิธีมีผลในการช่วยลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวหลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกัน แต่ช่วงเวลาในการวัดมีผลต่อค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยสำหรับงานวิจัยนี้พบว่า ที่นาทีที่ 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวไม่แตกต่างกับขณะพัก แสดงให้เห็นว่า การพักหลังออกกำลังกายเป็นเวลา 10 นาทีก็มีผลเพียงพอในการลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว กล่าวคือ โดยปกติ

แต่จากการสังเกตค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ ที่นาทีที่ 2, 5 ,10 และ 15 หลังออกกำลังกายกับหลังออกกำลังกายทันที สำหรับงานวิจัยนี้พบว่า หลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น มีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวลดลงมากกว่าวิธีการอื่นทุกช่วงเวลา รองลงมา คือ การนั่งพัก การออกกำลังกายแบบเบา และการนวดด้วยน้ำแข็งตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธิดัสซ์และชูมัคเกอร์ (Tidus and Shoemaker,1995) ได้ศึกษาผลของการนวดที่มีต่อการไหลเวียนโลหิตที่กล้ามเนื้อ และระยะเวลาการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกายหลังการทดลอง โดยกลุ่มที่ได้รับการนวดรู้สึกสบายมากกว่าทุกช่วงเวลาที่ศึกษา และค่าความดันโลหิตบันทึกผลที่ 0-1, 4-5 และ 9-10 นาที สำหรับงานวิจัยนี้พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่า ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวมีค่าลดลงตั้งแต่หลังออกกำลังกายทันที ถึงนาทีที่ 15 ซึ่งใกล้เคียงกับขณะพักหรือต่ำกว่าขณะพักเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างในส่วนของวิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัว ทั้งนี้ จากการวิจัยในครั้งนี้ พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น ส่งผลให้ช่วยลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวได้มากกว่าวิธีการอื่น และการนวดด้วยน้ำแข็งช่วยลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวได้น้อยที่สุด เนื่องจากเมื่อให้ความเย็นแก่ร่างกาย การตอบสนองทันที คือ เกิดการตีบตัวของหลอดเลือดแดง (Arterioles) และหลอดเลือดดำ (Venules) ลดการไหลของเลือดที่ไปเลี้ยงบริเวณที่ได้รับความเย็น กลไกที่เกิดขึ้น เชื่อว่าเป็นผลโดยตรงของความเย็นที่มีต่อกล้ามเนื้อเรียบของหลอดเลือดและกลไกรีเฟล็กซ์ที่กระตุ้นให้เกิดการหดตัวของหลอดเลือดที่ผิวหนัง (Reflex cutaneous vasoconstriction) (Guyton,1991) เมื่ออุณหภูมิที่ผิวหนังลดต่ำลงตัวรับความเย็นที่ผิวหนังจะถูกกระตุ้นเป็นสาเหตุให้เกิดการกระตุ้นรีเฟล็กซ์ของ เส้นใยซิมพาเธติค อะดีเนอร์จิค (Sympathetic adrenergic fiber) การตีบตัวของหลอดเลือดจากรีเฟล็กซ์นี้เป็นผลให้เกิดการตีบตัวของหลอดเลือดในส่วนอื่นของร่างกายได้ เมื่อร่างกายได้รับความเย็นโดยอาศัยการทำงานของตัวรับความเย็นจะถูกกระตุ้นและส่งคลื่นประสาท

3. ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว

ที่ขณะพัก หลังการออกกำลังกายครั้งแรก สำหรับงานวิจัยนี้พบว่า วิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัวทั้ง 4 วิธีมีผลในการช่วยลดความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวหลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกัน แต่ช่วงเวลาในการวัดมีผลต่อค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยสำหรับงานวิจัยนี้พบว่า หลังการออกกำลังกายทันทีมีค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวจะค่อยๆ ขึ้นสูงสุดที่นาทีที่ 10 หลังออกกำลังกาย และลดลงในนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย ซึ่งพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ของค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวในนาทีที่ 5 และ 10 หลังออกกำลังกาย ซึ่งสอดคล้องกับ โฮลแมนและเฮททิงเจอร์ (Hollmann and Hettinger, 1980 อ้างถึงใน Astrand and Rodahl,1986) ได้กล่าวว่า ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวจะมีค่าคงที่หรือลดลงเล็กน้อยเมื่อมีการเพิ่มอัตราการออกกำลังกาย และสอดคล้องกับถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร (2526) ที่กล่าวว่า ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวนี้ เมื่อออกกำลังกายความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก และจะกลับคืนสู่สภาพปกติภายใน 35 นาที แต่ขัดแย้งกับจุไรพร สมบุญวงค์ และคณะ (2546) ที่กล่าว่า ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (DBP) มักไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงเมื่อออกกำลังกายระดับเบาหรือระดับปานกลาง แต่อาจจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อออกกำลังกายอย่างหนัก

เมื่อสังเกตค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวหลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ สำหรับงานวิจัยนี้พบว่า ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบามีค่าต่ำกว่าวิธีการอื่นๆ (71.86 มิลลิเมตรปรอท) รองลงมา คือ วิธีการนั่งพัก (75.88 มิลลิเมตรปรอท) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (75.98 มิลลิเมตรปรอท) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (77.29 มิลลิเมตรปรอท) ตามลำดับ ซึ่งแมคอาร์เดิลและคณะ (McArdle et al., 1991) กล่าวว่า ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวจะไม่เปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวนี้ เป็นตัวชี้ให้เห็นถึงความต้านทานรอบนอก (Peripheral resistance) หรือการไหลได้ดีของโลหิตจากเส้นเลือดแดง (Arterioles) เข้าไปในหลอดโลหิตฝอย ซึ่งค่าความดันขณะหัวใจคลายตัวมีค่าต่ำ แสดงให้เห็นว่าความต้านทานรอบนอกในหลอดโลหิตมีค่าต่ำ (McArdle et al., 1991) ซึ่งการที่ความต้านทานรอบนอกในหลอดโลหิตมีค่าต่ำก็แสดงว่าการไหลเวียนของโลหิตดีขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการออกกำลังกายแบบเบานั้น ยังมีการทำงานของร่างกายอยู่ จึงต้องการสารอาหารมาเลี้ยงตามอวัยวะต่างๆ และกล้ามเนื้อทำให้มีอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการอื่น และมีการไหลเวียนของโลหิตมากกว่าวิธีการอื่นด้วย

4. ปริมาณกรดแลคติกในเลือด

จากการวิจัยครั้งนี้ สำหรับงานวิจัยนี้พบว่า วิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัวทั้ง 4 วิธีมีผลในการช่วยลดปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกัน แต่ช่วงเวลาในการวัดมีผลต่อค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยสำหรับงานวิจัยนี้พบว่า ที่นาทีที่ 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือดแตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที ปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังออกกำลังกายทันทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย ไม่แตกต่างกับขณะพัก แสดงให้เห็นว่า เวลาการพักเพียง 5 นาที ก็มีผลในการลดปริมาณกรดแลคติกในเลือดได้ แต่หากต้องการให้ใกล้เคียงกับขณะพักนั้น ต้องใช้เวลาในการพักประมาณ 15 นาที ซึ่งไม่สอดคล้องกับซึ่งฟอกซ์ และแมทธิวส์ (Fox and Mathews, 1981) กล่าวว่า 95 เปอร์เซ็นต์ของกรดแลคติกจะเคลื่อนย้ายไปและกลับสู่ระดับพักใน 1 ชั่วโมง 15 นาที หลังจากออกกำลังกายอย่างเต็มที่ และชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536) กล่าวว่า ภายหลังการออกกำลังกายเต็มที่จะต้องใช้เวลา 25 นาทีสำหรับการฟื้นตัวโดยการนั่งพัก เพื่อที่จะเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่คั่งอยู่ให้ออกไปครึ่งหนึ่ง แต่ทั้งนี้ อาจมีปัจจัยอื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น ปริมาณกรดแลคติกในเลือดขณะพักของคนปกติทั่วไปจะมีค่าประมาณ 1-1.5 มิลลิโมลต่อลิตร แต่จากงานวิจัยนี้ สำหรับงานวิจัยนี้พบว่า มีค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือดขณะพักสูงถึง 2.97 มิลลิโมลต่อลิตร จากข้อจำกัดในการวิจัยที่ไม่สามารถควบคุมกิจกรรมของผู้เข้าร่วมวิจัยก่อนรับการทดลองได้ จึงส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือดนาทีที่ 15 หลังออกกำลังกายใกล้เคียงกับขณะพัก

แต่จากการสังเกตค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ สำหรับงานวิจัยนี้พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก มีค่าเฉลี่ยของปริมาณกรด แลคติกในเลือดต่ำสุด (5.91 มิลลิโมลต่อลิตร) รองลงมา คือ วิธีการออกกำลังกายแบบเบา (6.53 มิลลิโมลต่อลิตร) การนวดด้วยน้ำแข็ง (6.60 มิลลิโมลต่อลิตร) และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (7.05 มิลลิโมลต่อลิตร) ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือดที่นาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย กับขณะพักและหลังออกกำลังกายทันที สำหรับงานวิจัยนี้พบว่า หลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น มีค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือดลดลงมากกว่าวิธีการอื่น รองลงมา คือ การออกกำลังกายแบบเบา การนวดด้วยน้ำแข็ง และการนั่งพัก ตามลำดับ ทั้งนี้วิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น สามารถลดปริมาณกรดแลคติกในเลือดได้มากเนื่องจากในการออกกำลังกายอย่างหนัก อุณหภูมิในกล้ามเนื้อและอุณหภูมิในร่างกายมีความร้อนสูง ร่างกายต้องการระบายความร้อนโดยการหลั่งเหงื่อ ทำให้หลอดเลือดบริเวณผิวหนังขยายตัวเต็มที่ เพื่อระบายความร้อน ทำให้เลือดไหลไปสู่ผิวหนังมาก จึงส่งไปที่กล้ามเนื้อและตับไม่เพียงพอที่จะทำ

การออกกำลังกายแบบเบาสามารถลดปริมาณกรดแลคติกในเลือดได้มากนั้นสอดคล้องกับ ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536) ที่กล่าวว่า ถ้าให้ผู้ออกกำลังกาย ออกกำลังเบาแทนที่จะให้พักอยู่เฉย จะทำให้การเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากเลือดและกล้ามเนื้อเกิดขึ้นได้เร็วกว่า นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับประทุม ม่วงมี (2527) ที่กล่าวว่า ปริมาณของกรดแลคติกจะลดลงเร็วยิ่งขึ้นหากนักกีฬาออกกำลังกายเบาๆ ภายหลังการออกกำลังกายหนักได้สิ้นสุดลง โดยขณะออกกำลังกายเบาๆ กระแสโลหิตไหลเวียนเร็วกว่าขณะอยู่เฉยๆ จึงมีออกซิเจนไปช่วยเผาผลาญกรดแลคติกมากขึ้น และยังทำให้กรดแลคติกถูกส่งไปยังตับ ไต หัวใจได้เร็วขึ้น ทำให้ปริมาณกรดแลคติกในร่างกายลดลง ทั้งนี้เพราะความเข้มข้นของกรดแลคติกในโลหิตขณะออกกำลังกายอย่างหนักจะเพิ่มขึ้นตามความหนักของงานและจะค่อยๆลดลงอย่างช้าๆในช่วงพัก และต้องใช้เวลา 60 นาที หรือนานกว่านั้น เพื่อให้ลดลงถึงระดับพัก (Astrand and Rodahl, 1986) และจากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า อัตราของความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อควอดไดรเซปส์ (Quadriceps muscle) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการนวดแบบสั่นและการออกกำลังกายอยู่กับที่ (Static exercise) หรือการขี่จักรยาน หรือการนั่งพักเฉยๆ (Carafelli et al., 1990 อ้างถึงใน Callaghan, 1993)

5. อัตราการหายใจ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ พบว่า วิธีการนั่งพักมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจต่ำที่สุด รองลงมา คือ วิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และการออกกำลังกายแบบเบา ตามลำดับ ซึ่งการออกกำลังกายแบบเบานี้ เป็นการพักแบบมีการทำงานของกล้ามเนื้อ ทำให้ร่างกายต้องการพลังงาน

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจที่นาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกายกับค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจหลังออกกำลังกายทันที สำหรับงานวิจัยนี้พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวทุกวิธีการมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจลดลงทุกวิธีการ โดยในนาทีที่ 2 หลังออกกำลังกายของวิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัวทุกวิธีการมีค่าเฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า เวลาในการพัก 2 นาที ก็มีผลเพียงพอในการลดอัตราการหายใจ นอกจากนี้ ยังสำหรับงานวิจัยนี้พบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจหลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง ลดลงมากกว่าวิธีการอื่น รองลงมา คือ การนั่งพักการออกกำลังกายแบบเบา และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอัตราการหายใจนี้ เป็นตัวแปรหนึ่ง ที่บ่งบอกถึงสภาวะความผ่อนคลายของร่างกาย เมื่อร่างกายอยู่ในภาวะที่ผ่อนคลายอัตราการหายใจจะลดลง และอัตราการเต้นของหัวใจ ตลอดจนความตึงตัวของกล้ามเนื้อก็จะลดลง (Benson, 2001) การที่ร่างกายทำงานมากขึ้นระหว่างการออกกำลังกาย การระบายอากาศจะเพิ่มขึ้นโดยแปรผันตามระดับการออกกำลังกาย ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่ก่อนการออกกำลังกายจนสิ้นสุดการออกกำลังกาย โดยเกิดขึ้นได้จากการเพิ่มทั้งความลึกของการหายใจและอัตราการหายใจ หรือโดยการเปลี่ยนแปลงอย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างบุคคลและระดับของการออกกำลังกาย ถ้ามีการออกกำลังกายระดับเบาหรือปานกลาง มักมีการเพิ่มความลึกของการหายใจเป็นส่วนใหญ่และมีการเพิ่มอัตราการหายใจเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อมีการออกกำลังกายที่หนักเพิ่มขึ้น ความลึกของการหายใจจะเพิ่มขึ้นถึงระดับคงที่ (2.5-3 ลิตร) แต่อัตราการหายใจจะเพิ่มขึ้นมาก (ประมาณ 30-40 ครั้งต่อนาที) เพราะเวลาในการหายใจเข้าและหายใจออกจะสั้นลง ทั้งนี้ การนวดจะทำให้รู้สึกผ่อนคลาย สบาย (ประเวศ วะสี, 2521) ซึ่งชวลิต ทัศนสว่าง (2530) ได้กล่าวสนับสนุนว่า การนวดแบบลึกจะช่วยกระตุ้นการไหลเวียนโลหิต โดยการกดลึกๆเป็นเวลา 10 นาที จะช่วยให้โลหิตเข้าไปในกล้ามเนื้อบริเวณนั้นเป็น 2 เท่า ซึ่งดีกว่าการนวดด้วยวิธีอื่นๆ ซึ่งต้องใช้เวลาถึง 40 นาที ซึ่งวินเบอร์ก และคณะ (Weinberg et al., 1988 อ้างถึงใน Cafarelli and Flint, 1992) เขาได้สรุปว่าการนวดมีความสัมพันธ์ที่ดีกับสภาวะของอารมณ์ที่ดีและสภาพจิตใจที่ดี ซึ่งอิทธิพลทางจิตใจนี้

6. ค่าการใช้ออกซิเจน

เมื่อเปรียบเทียบค่าการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกาย ระหว่างการออกกำลังกายครั้งแรก และการออกกำลังกายหลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ สำหรับงานวิจัยนี้พบว่า ค่าการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกายหลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง มีค่าลดลงมากกว่าวิธีการอื่น เมื่อเปรียบเทียบกับขณะออกกำลังกายก่อนการทำให้ร่างกายฟื้นตัว รองลงมา คือ การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การออกกำลังกายแบบเบา และการนั่งพักตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่าการใช้ออกซิเจนนี้ มีความสัมพันธ์กับอัตราการเต้นของหัวใจ นั่นคือ ถ้ามีการเพิ่มขึ้นของค่าการใช้ออกซิเจน อัตราการเต้นของหัวใจก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ออสตรานด์และโรแดล (Astrand and Rodahl,1986) ได้กล่าวว่า การนั่งพักบนจักรยานหลังจากการทำงานสูงสุดจะทำให้ค่าการใช้ออกซิเจนกลับคืนสู่สภาพปกติภายใน 4-6 นาที ส่วนแมคอาร์เดิล และคณะ (McArdle et al., 1991) กล่าวว่าการออกกำลังกายอย่างเบาถึงปานกลางนั้น ค่าการใช้ออกซิเจนจะลดลงครึ่งหนึ่ง เมื่อใช้เวลา 30 วินาที และจะลดลงสู่สภาพปกติต้องใช้เวลา 2-3 นาที ส่วนกานอง (Ganong, 1991) กล่าวว่า ตามทฤษฎีแล้วการเพิ่มขึ้นของปริมาณโลหิตออกจากหัวใจใน 1 ครั้ง (Stroke volumn) จำนวน 25 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงความดันที่เส้นโลหิตแดง จะทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น 25 เปอร์เซ็นต์ เท่าๆกับการเพิ่มความดันที่เส้นโลหิตแดง โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโลหิตออกจากหัวใจใน 1 ครั้ง แต่เหตุผลนี้ยังไม่สมบูรณ์นัก และการเพิ่มขึ้นของค่าการใช้ออกซิเจนต่อหนึ่งหน่วยเวลา จะเกิดขึ้นเมื่ออัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น โดยการกระตุ้นระบบซิมพาเทติค (Sympathetic) เนื่องจากมีการเพิ่มจำนวนครั้ง (Beats) และเพิ่มความเร็วและความแรงในการหดตัวแต่ละครั้ง ซึ่งการนวดด้วยน้ำแข็งนั้น มีผลในการเพิ่มของระบบไหลเวียนโลหิต ซึ่งทำให้ออกซิเจนในโลหิตเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งประทุม ม่วงมี (2527) กล่าวว่า หลังการออกกำลังกายสิ้นสุดลงค่าการใช้ออกซิเจนยังคงระดับสูงนั้นไว้ชั่วคราว แล้วจึงค่อยๆลดลงสู่ระดับปกติ ส่วนฟอกซ์ (Fox,

7. ระดับการรับรู้ความเหนื่อย

เมื่อเปรียบเทียบระดับการรับรู้ความเหนื่อยขณะออกกำลังกาย ระหว่างการออกกำลังกายครั้งแรก และการออกกำลังกายหลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ สำหรับงานวิจัยนี้พบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับการรับรู้ความเหนื่อยขณะออกกำลังกาย หลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวมีค่าเพิ่มขึ้น อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทุกวิธีการ ยกเว้นวิธีการออกกำลังกายแบบเบาที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่เมื่อวิเคราะห์โดยภาพรวม สำหรับงานวิจัยนี้พบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง มีผลให้ระดับการรับรู้ความเหนื่อยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทำให้ร่างกายฟื้นตัว รองลงมา คือ การนั่งพัก การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และการออกกำลังกายแบบเบา ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแบบวัดความรู้สึกเหนื่อยนี้มีส่วนเกี่ยวข้องทางด้านจิตวิทยา ซึ่งความรู้สึกอ่อนล้านี้เกี่ยวข้องกับทางกายภาพด้วยเช่นกัน บอร์ก (Borg, 1970, 1982, 1988 อ้างถึงใน อ้างถึงใน Arruza, et al., 2005) ได้ออกแบบมาตรวัดนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นมาตรวัดระดับความเหนื่อยที่รวมทั้งสัญญาณรับความรู้สึก จากระบบประสาทกลางส่วนกลางและรอบนอก ทางสรีรวิทยาและประสาทที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของร่างกาย มาตรวัดความรู้สึกของบอร์กนี้ เป็นมาตราส่วนที่มีสอดคล้องอย่างสูงกับอัตราการเต้นของหัวใจ และมีการรายงาน ระดับการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) ด้วยถ้อยคำทั่วไป ที่ประมาณการตามค่าอัตราการเต้นของหัวใจในช่วงเวลา (Borg, 1998; Noble and Robertson, 1996 อ้างถึงใน Arruza, et al., 2005) ซึ่งการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็งนี้ มีผลในการช่วยทำให้ร่างกายผ่อนคลาย จากการลดลงของอัตราการหายใจ และช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจด้วย นอกจากนี้ ความเย็นยังมีผลทำให้ทำให้กล้ามเนื้อมีการฟื้นตัวได้เร็วขึ้นโดยมีผลลดปวดจากการทำให้ชา เนื่องจากไปบล็อกเส้นประสาทที่นำความเจ็บปวด ลดการอักเสบและลดบวม

องค์ความรู้ที่ได้รับจากงานวิจัยในครั้งนี้

1. ขณะพัก หลังการออกกำลังกายครั้งแรก พบว่า วิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัว อันได้แก่ วิธีการนั่งพัก (PR) การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น (CW) การออกกำลังกายแบบเบา (AR) และการนวดด้วยน้ำแข็ง (IM) กับช่วงเวลาการวัด ได้แก่ ที่ขณะพัก หลังออกกำลังกายทันทีและในนาทีที่ 2, 5, 10 และ 15 หลังออกกำลังกาย ของอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวและช่วงเวลาการวัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นตัวกับช่วงเวลาการวัด ของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว และปริมาณกรดแลคติกในเลือด

2. ที่ขณะพัก หลังการออกกำลังกายครั้งแรก พบว่า

2.1 การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็งมีผลในการลดอัตราการเต้นของหัวใจได้มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และลดอัตราการหายใจได้มากที่สุด การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นมีผลในการลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และปริมาณกรดแลคติกในเลือดได้มากที่สุด และการออกกำลังกายแบบเบามีผลในการลดความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวได้มากที่สุด

2.2 ที่นาทีที่ 2 หลังการออกกำลังกาย การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็งจะมีผลในการลดอัตราการเต้นของหัวใจได้มากที่สุด แต่การออกกำลังกายแบบเบาช่วยลดปริมาณกรดแลคติกในเลือดและความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวได้มากที่สุด และการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นช่วยลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวได้มากที่สุด

2.3 ที่นาทีที่ 5, 10 และ 15 หลังการออกกำลังกาย การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็งจะมีผลในการลดอัตราการเต้นของหัวใจได้มากที่สุด แต่การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น ช่วยลดปริมาณกรดแลคติกในเลือดและความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวได้มากที่สุด

2.4 ที่นาทีที่ 2, 5 และ 10 หลังออกกำลังกาย การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักมีผลลดอัตราการหายใจมากที่สุด ส่วนที่นาทีที่ 15 หลังออกกำลังกาย การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยการนวดน้ำแข็งมีผลลดอัตราการหายใจมากที่สุด

3. ที่ขณะออกกำลังกาย หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นมีผลในการลดการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวได้มากที่สุด การนวดด้วยน้ำแข็งมีผลในการลดค่าการใช้ออกซิเจนได้มากที่สุด ส่วนการนั่งพักมีผลในการลดความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวและระดับของการรับรู้ความเหนื่อยได้มากที่สุด

4. เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของร่างกาย หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดด้วยน้ำแข็งมีผลในการเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้มากที่สุด และการนั่งพักมีผลในการลดเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกายน้อยที่สุด

5. จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การนั่งพักเฉยๆ แม้จะช่วยทำให้ร่างกายฟื้นตัวได้ก็ตาม แต่หากต้องการให้ร่างกายของนักกีฬาฟื้นตัวได้เร็วก็สามารถเลือกใช้วิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่ง หรือวิธีผสานกัน เพื่อให้นักกีฬาสามารถกลับมาเล่นกีฬาได้เต็มประสิทธิภาพมากที่สุด เกิดอาการอ่อนล้าจากการแข่งขันน้อยที่สุด แม้ว่าการพักระหว่างการแข่งขันจะเป็นช่วงเวลาสั้นๆก็ตาม

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ ทำให้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1.ในการวิจัยครั้งนี้มีข้อพึงระวังเรื่องช่วงเวลาการเจาะเลือด เมื่อเจาะเลือดแล้วควรให้บีบเลือดให้มีปริมาณที่มากเพียงพอ สำหรับใส่แผ่นทดสอบได้อย่างต่อเนื่องและเต็มแผ่น ซึ่งอาจมีผลต่อความคลาดเคลื่อนและมีผลต่อการทำงานของเครื่องได้

2.ในการเจาะเลือดควรเช็ดเหงื่อของผู้ถูกทดสอบให้แห้งเพื่อป้องกันน้ำและแอลกอฮอล์ที่เช็ดไม่ให้ผสมกับเลือดเพราะน้ำหรือแอลกอฮอล์ทำให้ผลคลาดเคลื่อนได้

3. ในการออกกำลังกายด้วยการวิ่งนั้น ต้องมีการจัดการให้ผู้เข้าร่วมวิจัยวิ่งอย่างเต็มความสามารถของผู้เข้าร่วมวิจัยอย่างแท้จริง

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการทำให้ร่างกายฟื้นตัวกับวิธีการอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น การอบซาวน่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นต้น

2. ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบผลระยะยาวหลังการออกกำลังกาย เช่น 20-60 นาที หรือ 24-48 ชั่วโมง หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัว

3. ควรทำการศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีในเลือดและกล้ามเนื้อ หรือระดับฮอร์โมน หลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ

8. ค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมวิจัย

กลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 20.38 ± 1.36 ปี ส่วนสูงเฉลี่ย 174.10 ± 4.81 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 65.52 ± 5.34 กิโลกรัม ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 21.16 ± 1.97 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ คือ มีค่าค่าดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 18.50 ถึง 24.99 กิโลกรัมต่อตารางเมตร อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 170.67 ± 11.93 ครั้งต่อนาที และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด 57.33 ± 7.93 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดของประชาชนไทย (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) (ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา. *เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายประชาชนไทย*. การกีฬาแห่งประเทศไทย)

อนุรัต มีเพชร

ทั้งนี้เพราะความเข้มข้นของกรดแลคติกในโลหิตขณะออกกำลังกายอย่างหนักจะเพิ่มขึ้นตามความหนักของงานและจะค่อยๆลดลงชอย่างช้าๆในช่วงพัก และต้องใช้เวลา 60 นาที หรือนานกว่านั้น เพื่อให้ลดลงถึงระดับพัก (Astrand and Rodahl, 1986) ซึ่งฟอกซ์ และแมทธิวส์ (Fox and Mathews, 1981) กล่าวว่า 95 เปอร์เซ็นต์ของกรดแลคติกจะเคลื่อนย้ายไปและกลับสู่ระดับพักใน 1 ชั่วโมง 15 นาที หลังจากออกกำลังกายอย่างเต็มที่ ส่วนชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536) กล่าวว่า ภายหลังการออกกำลังกายเต็มที่จะต้องใช้เวลา 25 นาทีสำหรับการฟื้นตัวโดยการนั่งพัก เพื่อที่จะเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่คั่งอยู่ให้ออกไปครึ่งหนึ่ง และจากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า อัตราของความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อควอร์ไดรเซปส์ (Quadriceps muscle) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการนวดแบบสั่นและการออกกำลังกายอยู่กับที่ (Static exercise) หรือการขี่จักรยาน หรือการนั่งพักเฉยๆ (Carafelli et al., 1990 อ้างถึงใน Callaghan, 1993)

ชวลิต ทัศนสว่าง (2530) กล่าวว่า อัลเบอร์โต ซาลาซาร์ ซึ่งเป็นนักวิ่งมาราธอน ซึ่งทำการแข่งขันที่นิวยอร์ค ซิตี้ในปี 1982 ได้กล่าวขึ้นในบ่ายวันหนึ่ง ก่อนที่จะมีการบันทึกเป็นสถิติโลกว่า ขาของเขาใช้การไม่ได้เสียแล้ว เขากำลังจะไปบอกเลิกการวิ่งในตอนเสย็นระยะทาง 11 ไมล์ แต่หลังจากที่ได้รับการนวด 30 นาที เขาก็เปลี่ยนใจและลงวิ่งได้ตามปกติ ผลดีของการนวดแบบลึกนี้ เพมเบอร์ตัน (Pemberton, 1980 อ้างถึงใน Rogoff, 1980) กล่าวว่า การนวดทำให้ร่างกายปล่อยฮีสตามีนและอะเซติลโคลีน ซึ่งเป็นสารที่ทำให้หลอดเลือดขยายตัว ทำให้การไหลเวียนของโลหิตเพิ่มขึ้นและปล่อยเม็ดโลหิตจากม้ามมากขึ้น ซิวารินีและเวเนแรนโด (Severini and Venerando, 1967 อ้างถึงในชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536) ได้เสนอแนะว่าการนวดลึกๆ ทำให้การไหลของโลหิตผ่านแขนขาเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ยังเพิ่มการไหลเวียนของน้ำเหลืองอีกด้วย ส่วนไพคอฟ (Paikov, 1986 อ้างถึงในชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536) พบว่า การนวดทำให้การไหลของน้ำเหลืองเร็วขึ้นกว่าการใช้ไฟฟ้ากระตุ้นกล้ามเนื้อและทำให้การเคลื่อนที่ของเม็ดโลหิตขาวลิมโฟไซท์เร็วขึ้นถึง 8 เท่า ซึ่งชวลิต ทัศนสว่าง (2530) ได้กล่าวว่าน้ำเหลืองจะช่วยกำจัดกรดแลคติกออกไปจากกล้ามเนื้อโดยผ่านทางกระแสโลหิต ซึ่งจะไปกรองผ่านไตและถูกขับผ่านออกไป ซึ่งกรดแลคติกจำนวน 10-20 เปอร์เซ็นต์ จะถูกส่งต่อไปในวงจรเครปส์และระบบขนส่งอิเลคตรอน (Krebs and electron transport system) ซึ่งจะได้คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงาน ส่วนกรดแลคติกอีก 80-90 เปอร์เซ็นต์ ก็จะถูกเปลี่ยนเป็นไกลโคเจนเก็บไว้ในกล้ามเนื้อและในตับแทน ซึ่งเราเรียกว่า วงจรโคริ่ (Cori cycle) (Fox and Mathews, 1981) เพื่อนำไปใช้เป็นพลังงานต่อไป เช่นเดียวกับอนันต์ อัตชู (2527) ได้กล่าวว่า

การนวดแบบลึกจะทำให้อัตราการเต้นของหัวใจกลับสู่ขณะพักก่อนการทดลองได้เร็วขึ้น เนื่องจากการนวดทำให้ระบบไหลเวียนโลหิตทำงานดีขึ้น เพิ่มการไหลเวียนของโลหิต เพิ่มขนาดและการให้ผ่านของเส้นเลือดฝอย (ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536) ทำให้สามารถขนส่งออกซิเจนและของเสียต่างๆไปสู่กล้ามเนื้อและออกจากกล้ามเนื้อได้ดีกว่า (ประทุม ม่วงมี, 2527) นั่นคือ จะทำให้ปริมาณโลหิตออกจากหัวใจใน 1 ครั้ง (Stroke volumn) เพิ่มขึ้น จึงมีผลให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลง (Fox, 1984) และการที่ระบบไหลเวียนโลหิตดีขึ้นนี้ จะช่วยลดความร้อนในร่างกาย เพราะการไหลเวียนโลหิตบริเวณผิวหนังนี้จะทำให้โลหิตเย็นลง และน้ำก็จะช่วยลดความร้อนในต่อมเหงื่อด้วย (Fox and Mathews, 1981) ส่วนดีลีซาและเกนซ์ (Delisa and Gans, 1993) กล่าวว่า การนวดทำให้เพิ่มการขับเหงื่อและการหลั่งของต่อมไขมัน นอกจากนี้ อนันต์ อัตชู (2527) ได้กล่าวว่า ผู้ที่ออกกำลังอยู่เสมอ โลหิตจะไหลไปสู่ผิวหนังลดน้อยลง แต่จะไหลไปสู่กล้ามเนื้อที่ทำงานมากขึ้นกว่าเดิม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อให้มากขึ้น ส่วนความร้อนนั้นอวัยวะภายในจะรับความร้อนเพื่อการระบายความร้อนจากกล้ามเนื้อมากยิ่งขึ้น ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจกลับสู่สภาพปกติได้เร็วขึ้น และมูลเลอร์และซูลแทม (Muller and Schultam, 1948 อ้างถึงใน Cafarelli and Flint, 1992) ยังได้กล่าวสนับสนุนว่า การนวดหลังออกกำลังกายทำให้ลดอัตราการเต้นของหัวใจ

ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการนวดแบบลึกทำให้รู้สึกผ่อนคลาย สบาย (ประเวศ วะสี, 2521) ซึ่งชวลิต ทัศนสว่าง (2530) ได้กล่าวสนับสนุนว่า การนวดแบบลึกจะช่วยกระตุ้นการไหลเวียนโลหิต โดยการกดลึกๆเป็นเวลา 10 นาที จะช่วยให้โลหิตเข้าไปในกล้ามเนื้อบริเวณนั้นเป็น 2 เท่า ซึ่งดีกว่าการนวดด้วยวิธีอื่นๆ ซึ่งต้องใช้เวลาถึง 40 นาที ซึ่งวินเบอร์ก และคณะ (Weinberg et al., 1988 อ้างถึงใน Cafarelli and Flint, 1992) เขาได้สรุปว่า การนวดมีความสัมพันธ์ที่ดีกับสภาวะของอารมณ์ที่ดีและสภาพจิตใจที่ดี ซึ่งอิทธิพลทางจิตใจนี้ส่งผลต่อความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ส่วนสคอตทีเลียสและสคอตทีเลียส (Schottelius and Schottelius, 1973) ได้กล่าวว่า อิทธิพลทางจิตนี้จะทำให้ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวเพิ่มขึ้น

นั่นคือเมื่อการออกกำลังกายสิ้นสุดลงทันที ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวจะต่ำลงอย่างรวดเร็ว (ซึ่งมักจะต่ำกว่าอัตราปกติ) ภายใน 5-10 วินาที แล้วจะเริ่มสูงขึ้นอีก การลดต่ำลงใน

เนื่องมาจากผลของการนวดแบบลึกทำให้การไหลของโลหิตเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะกล้ามเนื้อบริเวณขาและน่อง จึงทำให้มีการหดตัวของหลอดโลหิตดำของกล้ามเนื้อบริเวณขาและส่วนล่างของร่างกาย ทำให้มีปริมาณโลหิตไหลกลับเข้าสู่หัวใจ (Venous return) เพิ่มขึ้น (ประทุม ม่วงมี, 2527 และ Wakim, 1949, 1955 อ้างถึงใน Rogoff,1980) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณโลหิตที่ไหลกลับเข้าสู่หัวใจนี้ อนันต์ อัตชู (2527) กล่าวว่า เกิดขึ้นขณะออกกำลังกาย ทำให้ระบบประสาทซิมพาเทติคทำงานเพิ่มขึ้น ดีลีซาและเกนซ์ (Delisa and Gans, 1993) ได้กล่าวถึงงานวิจัยที่ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการตอบสนองที่ได้จากการนวดบริเวณหลัง พบว่า มีการทำงานเพิ่มขึ้นของระบบประสาทซิมพาเทติค มีผลทำให้ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว อัตราการเต้นของหัวใจ อุณหภูมิที่ผิวหนังและร่างกายเพิ่มขึ้น แต่ผลเหล่านี้ยังไม่เป็นที่ยืนยัน แพรนติช (Prentice, 1986) กล่าวว่า แรงดันของการนวดเพิ่มขึ้นจะทำให้โลหิตและน้ำเหลืองเคลื่อนที่ไปยังส่วนที่ไม่ได้รับการนวด ซึ่งแรงดันที่เพิ่มขึ้นนี้ เป็นผลทางเชิงกล (Machanical mechanism) และการไหลกลับของโลหิตที่เพิ่มขึ้นนี้เอง จึงทำให้ปริมาณโลหิตที่หัวใจฉีดตัวออกสู่เออออร์ตา (Aorta) ใน 1 นาที (Cardiac output) เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณโลหิตออกจากหัวใจใน 1 ครั้ง (Stroke volumn) เพิ่มมากขึ้นด้วย(Astrand and Rodahl,1986) และทำให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลง (Fox, 1984) แต่นอกจากนี้ เอ็ดจีคอมและเบน (Edgecombe and Bain, 1899 อ้างถึงใน Rogoff, 1980) กล่าวว่า การนวดทำให้ความดันโลหิตของเส้นโลหิตแดงเพิ่มมากขึ้นในช่วงแรกอีกด้วย

ซึ่งถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร (2526) ได้กล่าวว่า ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวนี้ เมื่อออกกำลังกายความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก โฮลแมนและเฮททิงเจอร์ (Hollmann and Hettinger,1980 อ้างถึงใน Astrand and Rodahl,1986) ได้กล่าวว่า ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวจะมีค่าคงที่หรือลดลงเล็กน้อยเมื่อมีการเพิ่มอัตราการออกกำลังกาย และแมคอาร์เดิล และคณะ (McArdle et al., 1991) กล่าวว่า ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวจะไม่เปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร (2526) กล่าวว่า ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวจะกลับคืนสู่สภาพปกติภายใน 35 นาที

ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวนี้ เป็นตัวชี้ให้เห็นถึงความต้านทานรอบนอก (Peripheral resistance) หรือการไหลได้ดีของโลหิตจากเส้นเลือดแดง (Arterioles) เข้าไปในหลอดโลหิตฝอย ซึ่งค่าความดันขณะหัวใจคลายตัวมีค่าต่ำ แสดงให้เห็นว่าความต้านทานรอบนอกในหลอดโลหิตมีค่าต่ำ (McArdle et al., 1991) ซึ่งการที่ความต้านทานรอบนอกในหลอดโลหิตมีค่าต่ำก็แสดงว่าการไหลเวียนของโลหิตดีขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจาก.....การนวดแบบลึก..... นั่นเอง วาคิมและคณะ (Wakim et al., 1949 อ้างถึงใน Cafarelli and Flint, 1992) ได้กล่าวว่า การนวดอย่างรุนแรงช่วยเพิ่มการไหลเวียนของโลหิตรอบนอก (Peripheral blood flow) ถึง 50 เปอร์เซ็นต์

และเมื่อสังเกตจากค่าเฉลี่ยของค่าการใช้ออกซิเจน จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยค่อยๆลดลงและเมื่อเวลาในการฟื้นตัวเพิ่มมากขึ้น ฟอกซ์ และแมทธิวส์ (Fox and Mathews, 1981) ได้กล่าวว่า ค่าการใช้ออกซิเจนนี้ มีความสัมพันธ์กับอัตราการเต้นของหัวใจ นั่นคือ ถ้ามีการเพิ่มขึ้นของค่าการใช้ออกซิเจน อัตราการเต้นของหัวใจก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ออสตรานด์และโรแดล (Astrand and Rodahl,1986) ได้กล่าวว่า การนั่งพักบนจักรยานหลังจากการทำงานสูงสุดจะทำให้ค่าการใช้ออกซิเจนกลับคืนสู่สภาพปกติภายใน 4-6 นาที ส่วนแมคอาร์เดิล และคณะ (McArdle et al., 1991) กล่าวว่าการออกกำลังกายอย่างเบาถึงปานกลางนั้น ค่าการใช้ออกซิเจนจะลดลงครึ่งหนึ่งเมื่อใช้เวลา 30 วินาที และจะลดลงสู่สภาพปกติต้องใช้เวลา 2-3 นาที ส่วนกานอง (Ganong, 1991) กล่าวว่า ตามทฤษฎีแล้วการเพิ่มขึ้นของปริมาณโลหิตออกจากหัวใจใน 1 ครั้ง (Stroke volumn) จำนวน 25 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงความดันที่เส้นโลหิตแดง จะทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น 25 เปอร์เซ็นต์ เท่าๆกับการเพิ่มความดันที่เส้นโลหิตแดงโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโลหิตออกจากหัวใจใน 1 ครั้ง แต่เหตุผลนี้ยังไม่สมบูรณ์นัก และการเพิ่มขึ้นของค่าการใช้ออกซิเจนต่อหนึ่งหน่วยเวลา จะเกิดขึ้นเมื่ออัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น โดยการกระตุ้นระบบซิมพาเทติค (Sympathetic) เนื่องจกามีการเพิ่มจำนวนครั้ง (Beats) และเพิ่มความเร็ค่าการใช้ออกซิเจนวและความแรงในการหดตัวแต่ละครั้ง

เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระบบไหลเวียนโลหิตซึ่งทำให้ออกซิเจนในโลหิตเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งประทุม ม่วงมี (2527) กล่าวว่า หลังการออกกำลังกายสิ้นสุดลงค่าการใช้ออกซิเจนยังคงระดับสูงนั้นไว้ชั่วคราว แล้วจึงค่อยๆลดลงสู่ระดับปกติ ส่วนฟอกซ์ (Fox, 1984) ได้กล่าวว่า ค่าการใช้ออกซิเจนจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 2-3 นาทีแรกของการฟื้นตัว ทั้งนี้ เพื่อที่จะเติมพลังงานที่

ทั้งนี้ เนื่องจาก ผลการนวดแบบลึก ทำให้การไหลเวียนของโลหิตและฮีโมโกลบินเพิ่มมากขึ้น ซึ่งทำให้มีการขนส่งออกซิเจนได้ดีขึ้น มีผลทำให้การเพิ่มอุณหภูมิของร่างกายลดน้อยลง (Fox, 1984) แต่ทั้งนี้ อุณหภูมิบริเวณผิวหนังจะเพิ่มขึ้น (Ebel and Wisham, 1952 อ้างถึงใน Callaghan, 1993)

ดรูส์ และคณะ (Drews et al., 1990 อ้างถึงใน Callaghan, 1993) กล่าวว่า การนวดมีประสิทธิภาพในการเล่นกีฬาและอารมณ์ของนักกีฬา ซึ่งฮาร์ริส (Harris, 1964 อ้างถึงใน Cafarelli and Flint, 1992) กล่าวว่า ในสมัยก่อน การนวดมีวัตถุประสงค์เพื่อความสามารถในการแสดงออกและการฟื้นตัวที่ดีขึ้น หลังจากการออกกำลังกายที่รุนแรง ส่วนอาสค์และคณะ (Ask et al., 1987 อ้างถึงใน Cafarelli and Flint, 1992) แสดงให้เห็นว่าการนวดจะทำให้พลังของกล้ามเนื้อสูงสุดในการเหยียดขาเพิ่มขึ้น 11 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อกลุ่มตัวอย่างได้ออกกำลังกาย นอกจากนี้ บัลกี้และคณะ (Balke et al., 1969 อ้างถึงใน Cafarelli and Flint, 1992) กล่าวว่าการนวดโดยใช้เครื่องไฟฟ้ามีส่วนเล็กน้อยในการเพิ่มความสามารถในการทำงานของร่างกาย 20 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการทดสอบแบบเพิ่มความชันบนเครื่องลู่กล เพื่อทดสอบความทนทานของกล้ามเนื้อ

ชวลิต ทัศนสว่าง (2530) กล่าวว่า การนวดลึกๆเป็นเวลา 10 นาที และการบีบขยำกล้ามเนื้อน่องช่วยให้โลหิตเข้าไปในบริเวณนั้นเป็น 2 เท่า ซึ่งทำให้การฟื้นตัวดีขึ้นกว่าการนั่งพัก นอกจากนี้ กราแฮม (Graham, 1993 อ้างถึงใน Rogoff, 1980) กล่าวว่า การนวดระหว่างช่วงระยะเวลาของการฟื้นตัวหลังจากเกิดความเมื่อยล้าแล้วนั้น จะทำให้การฟื้นตัวเร็วกว่าไม่ได้รับการนวด นอกจากนี้ ยังทำให้ความสามารถในการทำงานของร่างกายเพิ่มขึ้นอีกด้วย การนวดนี้ทำให้ความสามารถในการไหลเวียนโลหิตและน้ำเหลืองดีขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้น เนื่องจากมีโลหิตมาเลี้ยงมากขึ้น ขจัดของเสียในกล้ามเนื้อและโลหิต ทำให้กล้ามเนื้อเมื่อยล้าน้อยลงหลังใช้แรงงาน นอกจากนี้ยังมีผลดีต่อสภาพจิตใจ ทำให้รู้สึกผ่อนคลาย สบายกายและใจ รู้สึกแจ่มใส กระฉับกระเฉง ลดความเครียด (ประเวศ วะสี, 2521) และยังทำให้รับความรู้สึกได้ดีขึ้น (Delisa, 1993) แต่ทั้งนี้ คาร์แลกเฮน (Callaghan, 1993) กล่าวว่า การนวดนักกีฬาชั้นยอดนั้น ผู้นวดควรได้รับการฝึกหัดมาเป็นอย่างดีและมีประสบการณ์

ระดับการรับรู้ความเหนื่อย (Rating of perceived exertion หรือ RPE) หมายถึง มาตรวัด

สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าการนวดกล้ามเนื้อร่วมกับการใช้ผ้าเย็นกับการนวดกล้ามเนื้อร่วมกับการใช้ผ้าร้อน ให้ผลแตกต่างกันทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่าเวลาที่กำหนดให้สำหรับการนวดไม่นานพอที่จะมีผลต่อการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกในกล้ามเนื้อดังผลการวิจัยของ ดอนจิ เนอร์ และ แอน (Dolgener and Ann, 1993) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการนวดที่มีต่อการลดของกรด แลคติก ปรากฏว่าการนวดหลังการออกกำลังกายทันทีในเวลา 20 นาที ไม่มีผลต่อการลดของกรดแลคติกซึ่งสอดคล้องกับ ครูซ์ (Clews,1990) ว่า การนวดเพื่อการฟื้นตัวในช่วงพักระหว่างแข่งขันจะต้องใช้เวลาการนวด 15-30 นาที และภายหลังการฝึกทั่วๆไป จะต้องใช้เวลาในการนวด 30-60 นาที แต่ ในนาทีที่ 8 ที่ค่าเฉลี่ยอัตราการ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรุงไกร เจนพาณิชน์ และประเสริฐ ตู้จินดา. ผลของการนวดแบบเดิมของไทยต่อระบบการไหลเวียนเลือด. สารศิริราช. กรุงเทพฯ, 2524.

กวิน พิกุลงาม. ผลของการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวที่ระดับความหนักต่างกันที่มีต่อค่าสมรรถภาพอนากาศนิยม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550.

กันยา ปาละวิวัธน์. การรักษาด้วยเครื่องไฟฟ้าทางกายภาพบำบัด. กรุงเทพฯ : เดอะบุคส์, 2543.

จุไรพร สมบุญวงค์ และคณะ. การควบคุมระบบไหลเวียนขณะออกกำลังกาย (Circulatory controls during exercise) ใน สรีรวิทยาพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง 2546 เล่ม 2. หน้า 125-130, 2546.

เจริญ กระบวนรัตน์. เทคนิคการฝึกความเร็ว. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2538.

ชวลิต ทัศนสว่าง. เทคนิคการนวดสำหรับนักกีฬา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ยูไนเต็ด, 2530.

ชาติตะการ สิทธิพันธุรักษ์. การเปรียบเทียบผลการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกายระหว่างการนวดกล้ามเนื้อร่วมกับการใช้ผ้าเย็นและการนวดกล้ามเนื้อร่วมกับการใช้ผ้าร้อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ชุมพล ผลประมูล และคณะ. สรีรวิทยา. กรุงเทพฯ : เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น, 2539.

ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์. สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ : ธรรกมลการพิมพ์ ,2536.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์. สรีรวิทยาการกีฬา 1. สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544. (อัดสำเนาเย็บเล่ม)

ธีรวัฒน์ ยิ้วยิ้ม. ผลของการนวดแบบไทยประยุกต์ การพักแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว และการพักแบบไม่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหวที่มีต่อกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการวิ่ง 400 เมตรเต็มความสามารถ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.

นิโลบล เนื่องต้น, นันทา ติตถะสิริ, ดารณี ชุมชนศิริวัฒน์ และ พิบูลย์ มูลติชัย. ปริมาณแลคเตตในเลือดคนปกติ. สารศิริราช 10 (1) 1615-1624., 2519.

บังอร ชมเดช. สรีรวิทยาระบบไหลเวียนเลือด. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

ประทุม ม่วงมี. รากฐานทางสรีรวิทยาการออกกำลังกายและการพลศึกษา. กรุงเทพฯ : บูรพาสาส์น, 2527.

ประโยชน์ บุญสินสุข. คู่มือการนวด. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : กกก่อกิจการพิมพ์, 2543.

ประโยชน์ บุญสินสุขและนาฏวิมล งามศิริจิตต์. คู่มือการนวด. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เมดิคัลมีเดีย, 2531.

ประเวศ วะสี. คู่มือการนวดไทย กรุงเทพฯ :สำนักพิมพ์หมอชาวบ้าน, 2521.

ผกาวลี ลีวีรพันธ์. การกระตุ้นผ่านระบบประสาทรับความรู้สึก. เอกสารประกอบการเรียนวิชาพละบำบัด 3. คณะกายภาพบำบัด, มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี, 2537.

พิชิต ภูติจันทร์. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย . พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2535.

พีระพงศ์ บุญศิริ และ ภมร เสนาฤทธิ์. โภชนาการและการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2541.

พีระพงศ์ สุวรรณราช. ผลของการนวดที่มีต่อการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2534.

เพ็ญพิมล ธัมมรัคคิต. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. วิรุฬห์ เหล่าภัทรเกษม, กีฬาเวชศาสตร์, 44-85. กรุงเทพฯ : พี.บี.ฟอเรน บุตส์ เซ็นเตอร์, 2537.

ไพรัช เลิศเกียรติศักดิ์. เปรียบเทียบการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย ระหว่างวิธีการดื่มน้ำเย็น การชโลมตัวด้วยน้ำเย็น และการนั่งพักในห้องอุณหภูมิต่ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

ภาคภูมิ โชคทวีพาณิชย์. ผลของอุณหภูมิเย็นที่มีต่อเวลาฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจและระดับกรดแลคติกในเลือดภายหลังการออกกำลังกาย. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548.

มนต์ชัย อินทเรือง. ผลของการพักแบบไม่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหว และการพักแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว และการเดินจงกรมที่มีต่อกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกาย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551.

มลฑกาญจน์ หอมสุวรรณ. ผลของการนวดแบบไทยที่มีต่อการเคลื่อนย้ายกรดแลคติคและการฟื้นตัวภายหลังจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิค. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเวชศาสตร์การกีฬา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

มานพ พิทธไชย. อิทธิพลของการอบอุ่นร่างกายสามวิธีที่มีต่อแรงระเบิดของกล้ามเนื้อนักกีฬา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตรการออกกำลังกายและการกีฬา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี, 2540.

มานพ โลหิตโยธิน. ผลของความเย็นที่มีต่อระยะเวลาในการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2539.

โรจนี จินตนาวัตน์. ผลของการใช้เทคนิคการผ่อนคลายกล้ามเนื้อต่อระดับความเจ็บปวดในผู้ป่วยปวดหลังส่วนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาพยาบาลศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2536.

ลักษณา อินทรสมใจ. การศึกษาผลกระทบของปริมาณงานและปริมาณความร้อนที่มีต่อการฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2537.

ศิริพร ทองศิริ. อัตราชีพจรและปริมาณแลคเตทในเลือดในช่วงการฟื้นตัวโดยวิธีพักเฉย ๆ กับพักแบบไม่หยุดนิ่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.

สยาม เพิ่มเพ็ชร. ผลของการนวดด้วยน้ำแข็ง การนวดด้วยน้ำแข็งร่วมกับการแช่น้ำ และการนวดด้วยน้ำแข็งร่วมกับการออกกำลังกายในน้ำ ที่มีต่อการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อภายหลังระบมของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551.

สถาบันการแพทย์แผนไทย. คู่มืออบรมการนวดแผนไทย. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สามเจริญพานิชย์, 2544.

อนันต์ อัตชู. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2527.

อนันต์ อัตชู. หลักการฝึกกีฬา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2538.

อนุรัต มีเพชร. ผลของการนวดแบบลึกที่มีต่อการเคลื่อนย้ายกรดแลคติคและการฟื้นตัว. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

อมรา มลิลา และคณะ. สรีรวิทยาเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, 2526.

อัมพวัน สีดำ. ผลของการนวดแบบสวีดิช การนวดแผนไทย และการปั่นจักรยานที่ระดับความหนัก 40 เปอร์เซ็นต์ ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่มีต่อระดับกรดแลคติกในเลือดภายหลังการออกกำลังกาย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549.

อำพร ศรียาภัย. ผลของการพักการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และการซาวน่าที่มีต่อระดับกรดแลคติคในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจ ภายหลังการออกกำลังกาย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2544.

ภาษาอังกฤษ

American college of sports and medicine. Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 6th ed. William and Wilkins, Baltimor, 2000.

American college of sports and medicine. Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 7th ed. William and Wilkins, Baltimor, 2006.

Amussen, F. and L. Mazin. Recuperation after muscular fatigue by diverting activities. Eur. J. Appl. Physiol, 1978. 38 : 1-8.

Arruza, A.J., S. Telletxea, A. Azurza, G. Balague, R. Brustad. A comparison of physiological and psychological indicators in the evaluation of the work capacity of snowboarders. Journal of Sport Behavior, 2005.

Astrand, P. and Rodahl, K. Textbook of work physiology. New York : McGraw-Hill Book Company, 1986.

Benson, H. The Relaxation Response. 4th ed. Great Britain : William Morrow and Company, 1975.

Benson, H.. "Mind – Body Pioneer," Psychology Today. 34 Issue 3 (May - Jun) : 56-59, 2001.

Bogdanis, G.C., M.E. Nevill, H.K. Lakomy, C.M. Graham and G. Louis. Effects of active recovery on power output during repeated maximal sprint cycling. Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol., 1996. 74(5) : 461-469.

Bompa, T.O. and L. Cornacchia. Serious Strength Training. Illinois : Human Kinetic, 1998.

Bonen, A. Lactate transporters(MCT proteins) in heart and skeletal muscle. Medicine and Science in Sports and Exercise, 2000. 32(4): 778-779.

Bower, R.W. and E.L. Fox. Sports Physiology. Wm.C. Brown Publishers Dubuque, Iowa, 1992.

Cafarelli E, Sim J, Carolan B, Liebesman J. Vibratory massage and short-term recovery from muscular fatigue. Int J Sports Med, 1990. 11 : 474-8.

Cafarelli, E. and Flint F. The role of massage in preparation for and recovery from exercise. Sport Medicine. 14 (1992) : 1-9.

Callaghan, M.J. The role of massage in management of the athlete: Review. British Journal of Sport Medicine. 27, 1993 : 28-33.

Carolyn, K. and A.C. Lynn. Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques. 2nd ed. F.A. Davis Company, Singapore, 1991.

Choi, D., K.J. Cole, B.H. Goodpastor, W.J. Fink and D.L. Costil. Effect of passive and active recovery on the resynthesis of muscle glycogen. Medicine and Science in Sports and Exercise, 1994. 17(1): 32-34.

Cohen, Jacob. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. Academic Press, 1969.

Coony, L.D. The Effect of Cold Applications on Heart Rate during Rest, Exercise, and Recovery. Dissertstion Abstracts International. 33 (September 1972): 1006-A.

Corder, K.P., J.A. Potteiger, K.L. Nau, S.F. Figoni and S.L. Hershberger. Effect of active and passive recovery conditions on blood lactate, rating of perceived exertion and performance during resistance exercise. The Journal of Strength and Conditioning Research, 2000. 14(2) : 151-156.

Delisa, J.A. and Gans, B.M. Rehabilitation medicine: Principle and practice (Volumn 1). USA : J.B. Lippincott Company, 1992.

Dupont, G., W. MoAlla, C. Guinhouya, S. Ahmaidi and S. Berthon. Passive versus Active Recovery during High Intensity Intermittent Exercises. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2003. 36(2): 302-308.

Dotan, R., B. Falk and A. Raz. Intensity effect of active recovery from glycolytic exercise on decreasing blood lactate concentration in prepubertal children. Medicine and science in sports and exercise, 2000. 32(3) : 564-570.

Eitner, D., and others. Physical therapy for sport. London: Saunders Company, 1982.

Eston, R. and D. Peters. Effects of cold water immersion on the symptoms of exerciseinduced muscle injury. Journal of Sports Science, 1999. 17: 231-238.

Foss, M.L. and S.J. Keteyian. Fox's Physiological Basis for Exercise and Sport. 6th ed. New York : McGraw-Hill, 1998.

Fox, E.L. Sport physiology. Japan : CBS College Publishing, 1984.

Fox, E.L. and Mathews, D.K. The physiological basis of physical education and athletics. Philadelphia : CBS College Publishing, 1984.

Ganong, W.F. Review of medicial physiology. USA : Prentice-Hall International Inc., 1991.

Grant, A.E.. Massage with ice (cryokinetics) in treatment of painful conditions of the musculoskeletal system. Arch Physical Medicine & Rehabilitation, 1964. 45:233-238.

Greenberg, S. J. Comprehensive Stress Management. 3rd ed. Dubuque IA : Brown & Benchmark, 1996.

Gulick, D.T., I.F. Kimura, M. Silter, A. Paolone and J.D. Kelly. Various treatment techniques on sign and symptoms of delayed onset muscle soreness. Journal of Athletic training, 1996. 31: 145-152.

Gupta, S., A. Goswami, A.K. Sadhukhan and D.N. Mathur. Comparative study of lactate removal in short term massage of extremities, active recovery and a passive recovery period after supramaximal exercise session. Journal of Sports Medicine, 1996. 17(2) : 106-110.

Guyton, A. G. Function of Human Body. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1994.

Hannie, P.Q., G.R. Hunter, T. Kekes-Szabo, C. Nicholson and P.C. Harrison. The effect of recovery on force production, blood lactate and work performed during bench press exercise. The Journal of Strength and Conditioning Research, 1995. 9(1) : 8-12.

Hermansen, L. Lactate Production during Exercise, in Muscular during Exercise. New York : Ed Bengt Pernow and Bengt Saltin , 1971.

Howatson, G. and K.A. Van Someren. Ice massage effects on exercise induced muscle damage. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 2003. 43: 500-505.

Isabell, W.K., E. Durrant, W. Myrer and S. Anderson. The effects of ice massage, ice massage with exercise and exercise on the prevention and treatment of delayed onset muscle soreness. Journal of Athletic training, 1992. 27(3): 208-217.

Knight, K.L. Cryotherapy in Sport Injury Management. Champaign IL : Human Kinetics, 1995.

Jack, H. and L. David. Physiology of Sport and Exercise. 2nd ed. IL : Human Kinetic Publishers, 2000.

Jacobson, E. You Must Relax. New York : McGraw-Hill, 1962.

Kuprian, W. Physical Therapy for Sports. W.B. USA : Saunders, 1982.

Lau, S., K. Berg, R.W. Latin, and J. Noble. Comparison of active and passive recovery of blood lactate and subsequent performance of repeated work bouts in ice hockey players. The Journal of Strength and Conditioning Research, 2004. 15(3): 367–371.

Luciano, D.S., Vander, A.J., Sherman, IH. Human anatomy and physiology : Structure and function. 2 nd ed. New York : Mc Graw – Hill Book Company, 1983.

Lynch, A. Effect of Therapeutic Massage after Competition on Concentrations of Muscle Enzymes in the Blood of Triathletes. Master Abstracts International, 1989. 28(1) : 24.

Magaria, R., et al. Kinetic and mechanism of oxygen debt contraction in man. *J. Appl.Physiol*. 1963, 18: 371-377.

Mayberry LB. The effects of therapeutic massage on recovery from repeated maximal anaerobic work (anaerobic). Doctoral dissertation, University of Southern Mississippi. Dissertation Abstracts Internal-A, 1994. 55(02) : 241.

McArdle W.D., I.K. Frank and L.K. Victor. 2001. Exercise Physiology Energy Nutrition and Human Performance. 5thed. Lippincott Williams & Wilkins.

McCaffery, M. Understand Your Patient' s Pain. Nursing. 80, 58, 1980.

Meeusen, R and P. Lievens. The use of cryotherpy in sports injuries. Sports Medicine, 1986. 3: 398-414.

Moore, M., S. Martin, S. Glowacki and S.F. Crouse. 2002. Effect of recovery on lactate removal and power production after high intensity, short term resistance exercise. http://www.appliedexerciselab.tamu.edu/, July 19, 2002.

Morehouse, L.E. and Rash, P.J. Massage. Sport medicine for trainers. (Ed) London: Sounders Company, 1963.

Payne P.R., et al. Prediction of daily energy expenditure from average pulse rate. *Am J Clin Nutr.* 1971, 9 : 1164-1170

Rozenek, R., L. Rosenau, P. Rosenau and M.H. Stone. The effect of intensity on heart rate and blood lactate response to resistance exercise. The Journal of Strength and Conditioning Research, 1993. 7(1) : 51–54.

Sairyo, K., K. Iwanaga, N. Yoshida, T. Mishiro, T. Terai, T. Sasa and T. Ikata. Effects of active recovery under a decreasing workload following intense muscular exercise on intramuscular energy metabolism. Int. J. Sports Med, 2003. 24(3) : 179-82.

Smith LL, Keating MN, Holbert D, Spratt DJ, McCammon MR, Smith SS, et al. The effects of athletic massage on delayed onsetmuscle soreness, creatine kinagse and neutrophil count : A praliminary report. Journal of Orthopedic and Sports Physical theraphy, 1994. 19 : 93-99.

Sherry T.Z. How to use the American College of Sports Medicine metabolic equations. New York: PRC Publishing, 1990.

Robert, A.R. and O.R. Scott. Exercise Physiology, Exercise, Performance and Clinical Application. USA : Time Mirror Company, 1997.

Rogoff, J.B. Manipulation, Traction and massage. USA : William & Wilkins, 1980.

Schottelius, B.A. and Schottelius, D.D. Textbook of physiology. Saint Louis : The C.V. Mosby Company,1973.

Susan, G.S. Massage Therapy. Principle and Practice. W.B.Saunders Company, 1999.

Tengku, A.T., Ghosh A.K.. Recovery for elite athletes. http://www.medic.usm.my/~ssu/ARTICLES /CME%20SEM%20I_TG%20ADNAN.pdf.

Thiriet, P., D. Gozal, D. Wouassi, T. Oumarou, H. Gelas and J.R. Lacour. The effect of various recovery modalities on subsequent performance, in consecutive supramaximal exercise. J. Sports Med. Phys. Fitness, 1993. 33(2): 118-129.

Tiidus PM. and J.K. Shoemaker. Effects Massage, muscle blood flow and long-term post-exercise strength recovery. International Journal of Sports Medicine, 1995. 16: 478-483.

Wakim, K.G. Massage manipulation and traction. Sydney: Elizabeth Lich Publisher, 1960.

Well – Federman, L. C., "The Mind – Body Connection : The Phychophysiology of Many Traditional Nursing Interventions," Clinical Nurse Specialist. 9 Issue 1 : 59 – 66, 1995.

Wigernaes, I., A.T. Hostmark, P. Kierulf and S.B. Stromme. Active recovery reduces the decrease in circulating white blood cells after exercise. Int. J. Sports Med, 2000. 21(8): 608-612.

Wilmore, J. H.; and Costill, D. Physiology of sport and exercise. Champaign, Illinois : Human Kinetics, 1995.

Yackzan, L.,C. Adams and K.T. Francis. The effect of ice massage on delayed muscle soreness. American Orthopedic Social Sports Medicine, 1984. 12: 159-65.

http://www.medic.usm.my/~ssu/ARTICLES/CME%20SEM%20I_TG%20ADNAN.pdf

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
(Patient/ Participant Information Sheet)

ชื่อโครงการวิจัย การเปรียบเทียบผลของการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายด้วยวิธีการต่างๆต่อประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายในนักกีฬา

ชื่อผู้วิจัย นางสาวสุภาพร โกเมนเอก ตำแหน่ง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย หอพักนิสิตหญิง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์มือถือ 08-7159-7511 E-mail : an_ant_01@hotmail.com

เรียน ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกท่าน

ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลของการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายด้วยวิธีการต่างๆต่อประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายในนักกีฬา ซึ่งเป็นการวิจัยเพื่อที่จะค้นหาวิธีการฟื้นตัวของร่างกายที่เหมาะสมและเกิดผลดีที่สุด ในช่วงระหว่างการออกกำลังกายหรือการแข่งขันของนักกีฬา เพื่อให้นักกีฬาสามารถกลับไปแข่งขันต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดและมีสมรรถภาพร่างกายดีที่สุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลของการทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย ด้วยวิธีการต่างๆ อันได้แก่ การนั่งพัก การนวดด้วยน้ำแข็ง การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และการออกกำลังกายแบบเบาต่อประสิทธิภาพในการออกกำลังกายในนักกีฬา
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย ด้วยวิธีการต่างๆ ที่เวลาแตกต่างกัน ได้แก่ ที่เวลา 2 นาที 5 นาที 10 นาที และ 15 นาที หลังการออกกำลังกาย

ลักษณะของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง โดยทำการศึกษาในกลุ่มประชากรที่เป็นนักกีฬาเพศชายของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กำลังศึกษาอยู่ในปีการศึกษา 2551 ซึ่งมีอายุระหว่าง 18 – 25 ปี

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตบอลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 20 คน ได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (purposive random

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดให้ความร่วมมือด้วยความเต็มใจ
3. ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมเรื่องอาหาร การประกอบกิจกรรมประจำวันและการทำให้ร่างกายฟื้นตัวผ่อนของผู้เข้าร่วมวิจัยได้
4. ในการออกกำลังกายทุกครั้งได้ใช้สถานที่เดียวกัน และช่วงเวลาเดียวกัน
5. การเก็บข้อมูลทุกครั้ง กระทำโดยผู้วิจัย หรือผู้ช่วยวิจัยชุดเดียวกัน ในสภาวะแวดล้อมใกล้เคียงกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การทำวิจัยในครั้งนี้มีขั้นตอนการเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ก่อนที่ผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละบุคคลจะทำการออกกำลังกายแต่ละครั้ง ผู้วิจัยจะทำการเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้ คือ

1.1 การทดสอบการออกกำลังกาย (Exercise test) เพื่อหาค่าการวัดอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximum heart rate - ครั้งต่อนาที) และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal oxygen uptake - มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที) โดยเครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Gas Analyzer) Metamax รุ่น TB สำหรับค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดที่ได้จะนำไปใช้ในการคำนวณความหนักของการออกกำลังกาย ขณะทำการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย

1.2 ทำการเก็บข้อมูลค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐาน สำหรับเปรียบเทียบในระหว่างออกกำลังกายและหลังการทำให้ฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายด้วยวิธีการต่างๆ ได้แก่

- วัดน้ำหนัก (Weight - กิโลกรัม) และ ส่วนสูง (Height - เมตร)
- วัดอุณหภูมิร่างกาย (Body temperature – องศาเซลเซียส)
- วัดอัตราการเต้นหัวใจขณะพัก (Resting heart rate - ครั้งต่อนาที) ของผู้รับการวิจัย โดยให้ผู้เข้ารับการทดลองนั่งพักในเวลา 5 นาที แล้วจึงใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบโพลาร์ จับชีพจร เป็นระยะเวลา 1 นาที
- เจาะเลือดเพื่อวัดค่าปริมาณกรดแลคติค (Lactic acid – มิลลิโมลต่อลิตร) ในเลือดของผู้เข้าร่วมวิจัย

2 ออกกำลังกายด้วยการเดินหรือวิ่งบนลู่กลตามแบบของบรู๊ซ (Bruce Protocol) โดยเพิ่มความเร็วและความชันทุกๆ 3 นาที จนถึงค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) โดยทำการบันทึกตัวแปรที่เกี่ยวข้องทางสรีรวิทยา ทำการบันทึกค่าทุกๆนาที โดยใช้เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Portable cardiopulmonary gas exchange system ยี่ห้อ Cortex รุ่น Metamax 3B) ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด การระบายอากาศ ความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย ระดับของการรับรู้ความเหนื่อย และค่าการใช้พลังงาน

3 ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดต้องได้รับการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆทุกวิธีการ *ครั้งละ 1 วิธีการ* หลังจากการออกกำลังกาย เป็นเวลา 10 นาที ดังนี้

3.1 การนั่งพัก คือ การนั่งพักบนเก้าอี้มีพนักพิงในห้องอุณหภูมิปกติหลังออกกำลังกายโดยไม่ต้องทำอะไรอีก และจะไม่ได้รับเครื่องช่วยให้ร่างกายหายเหนื่อยหรือเครื่องดื่มใดๆทั้งสิ้น

3.2 การนวดด้วยน้ำแข็ง คือ การนวดโดยการใช้ผ้าขนหนูชุบน้ำแล้วนำมาห่อน้ำแข็งซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 0±2 °ซ แล้วนำมานวดให้กับผู้เข้าร่วมวิจัย เพื่อช่วยให้กล้ามเนื้อคลายตัว ทำให้โลหิตถูกขับออกจากหลอดโลหิตที่บริเวณนั้น และเมื่อลดแรงกดโลหิตก็จะพุ่งมาบริเวณนั้นมากขึ้น ทำให้ระบบไหลเวียนโลหิตและการไหลเวียนของน้ำเหลืองทำงานได้ดีขึ้น นอกจากนี้ ยังมีส่วนช่วยในการลดการอักเสบและเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อด้วย โดยเริ่มจาก

ท่านอนหงาย ซึ่งประกอบไปด้วยการนวด

ขาทั้ง 2 ข้าง ทำการนวดข้างละ 2 นาที

ท่านอนคว่ำ ซึ่งประกอบไปด้วยการนวด

ไหล่, หลัง และสะโพก ทำการนวด 2 นาที

ขาทั้ง 2 ข้าง ทำการนวดข้างละ 2 นาที

3.3 การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น คือ การนั่งพักบนเก้าอี้ในห้องอุณหภูมิปกติ ต่อจากนั้นผู้ทำการทดลองจะใช้ผ้าขนหนูชุบน้ำที่ผสมน้ำแข็งเช็ดให้กับผู้เข้าร่วมวิจัยบริเวณหน้าอก,หลัง, แขนทั้ง 2 ข้าง, ขาทั้ง 2 ข้าง, คอและใบหน้า โดยการทำไปเรื่อยๆ จนครบ 10 นาทีและสับเปลี่ยนหมุนเวียนผ้าเย็นเพื่อให้ความเย็นของผ้าและน้ำเย็นคงที่

3.4 การออกกำลังกายแบบเบาด้วยการเดินบนลู่กล (walking on treadmill) คือ การเดินก้าวเท้าไปข้างหน้าอย่างเป็นจังหวะ โดยเท้าทั้งสองข้างจะต้องมีส่วนที่ติดพื้นตลอดช่วงก้าว เป็นลักษณะการเคลื่อนไหวอย่างช้า ๆ อยู่บนลู่กล ในการศึกษา

4 ผู้เข้าร่วมวิจัยออกกำลังกายอีกครั้งโดยใช้วิธีการเดิมจนค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายหลังจากการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ

5 *ในแต่ละครั้งของการออกกำลังกายผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกเจาะเลือดจากปลายนิ้ว จำนวน 6 ครั้ง ได้แก่ ช่วง ขณะพัก(ก่อนการออกกำลังกาย) หลังหยุดออกกำลังกายทันที และหลังการให้การฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ ในนาทีที่ 2,5,10 และ 15 โดยผู้วิจัยจะใช้เครื่องวัดระดับกรดแลคติคในเลือด ซึ่งใช้เลือดครั้งละประมาณ 1-2 หยด (ประมาณ 0.7 ไมโครลิตร) เท่านั้น*

6 *ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องเข้าร่วมโปรแกรมทั้งสิ้น จำนวน 4 ครั้ง* โดยการออกกำลังกายแต่ละครั้งห่างกันประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อผู้เข้าร่วมวิจัยมีการฟื้นตัวอย่างเต็มที่และไม่มีกระทบจากการออกกำลังกายครั้งก่อน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับงานวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงกระบวนการที่เหมาะสมในการทำให้ร่างกายฟื้นตัว ระหว่างการนั่งพัก การนวดด้วยน้ำแข็ง การนั่งพักแล้วเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และการออกกำลังกายแบบเบา

2. ผลของการวิจัยครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อนักกีฬาและผู้ฝึกสอน โดยสามารถนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในการทำให้ร่างกายฟื้นตัวระหว่างการแข่งขันหรือการออกกำลังกายต่อไป

3. เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่จะศึกษา ค้นคว้า วิจัย และเป็นข้อมูลในการทำวิจัยเกี่ยวกับการฟื้นตัวของร่างกายด้วยวิธีการต่างๆ

ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับศึกษาวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อความปลอดภัยกับผู้เข้าร่วมวิจัย จึงมีการตรวจสอบวิธีดำเนินการวิจัยอย่างรอบคอบ เพื่อมิให้เกิดความเสี่ยงใดๆที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย อาจมีผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ แขนขา ในขณะออกกำลังกายและหลังออกกำลังกายในแต่ละครั้ง หรือไม่มีกำลังเพียงพอและท้อแท้ในระหว่างทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา หรือรู้สึกอึดอัดหายใจไม่สะดวกขณะทำการทดสอบการออกกำลังกาย แต่อาการดังกล่าวจะหายเป็นปกติในเวลาอันสั้น ทั้งนี้ก่อนและหลังการออกกำลังกายทุกครั้งในการออกกำลังกายจะมีการอบอุ่นร่างกายและผ่อนคลายกล้ามเนื้อ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น หากพบว่ามีการบาดเจ็บเกิดขึ้นระหว่างการออกกำลังกายให้หยุดการออกกำลังกายทันที ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องรีบแจ้งผู้วิจัยทราบ

การพิทักษ์สิทธิ์ของผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้วิจัยพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยพบผู้เข้าร่วมวิจัยและแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์ และขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำวิจัย และชี้แจงให้ทราบว่าการเข้าร่วมในการวิจัยเป็นโดย**สมัครใจ** การตอบรับหรือการปฏิเสธ การเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ จะไม่มีผลต่อผู้เข้าร่วมวิจัย และผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถ**ถอนตัว**จากการวิจัยได้ทุกขณะ ข้อมูลทุกอย่างจะถือเป็นความลับ และนำมาใช้ตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น ผลการวิจัยจะเสนอในภาพรวม ผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถแจ้งออกจากการวิจัยได้ก่อนที่การวิจัยจะสิ้นสุดลง โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลหรือคำอธิบายใดๆ ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะไม่มีผลอย่างใดต่อผู้เข้าร่วมวิจัยและครอบครัว และเมื่อผู้เข้าร่วมวิจัยยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว

หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th”

ขอขอบคุณในความร่วมมือของท่านมา ณ ที่นี้

……..……

(นางสาวสุภาพร โกเมนเอก)

ผู้วิจัยหลัก

ภาคผนวก ข

ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

(Informed Consent Form)

ชื่อโครงการวิจัย การเปรียบเทียบผลของการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายด้วยวิธีการต่างๆต่อประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายในนักกีฬา

เลขที่ ประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้าซึ่งได้ลงนามที่ด้านล่างของหนังสือเล่มนี้ **ได้รับคำอธิบายอย่างชัดเจนจนเป็นที่พอใจจาก**ผู้วิจัย ชื่อนางสาวสุภาพร โกเมนเอก ที่อยู่ หอพักนิสิตหญิง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทร. 08-7159-7511 ถึงวัตถุประสงค์และขั้นตอนการวิจัย ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้แล้ว *ทั้งนี้ ข้าพเจ้ารับทราบแล้วว่า จะต้องเข้าร่วมโปรแกรมทั้งสิ้น 4 ครั้ง แต่ละครั้งมีการเจาะเลือดที่ปลายนิ้ว 6 ครั้ง จำนวน 6 ครั้ง คือ ช่วงขณะพัก (ก่อนการออกกำลังกาย) หลังหยุดการออกกำลังกายทันที และหลังการให้การฟื้นตัวด้วยวิธีการต่างๆ ในนาทีที่ 2,5,10 และ 15 โดยผู้วิจัยจะใช้เครื่องวัดระดับกรดแลคติคในเลือด ซึ่งใช้เลือดครั้งละประมาณ 1-2 หยด(ประมาณ 0.7 ไมโครลิตร) เท่านั้น*

ข้าพเจ้าเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ด้วยความ**สมัครใจ** และข้าพเจ้า**มีสิทธิ** จะถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อไรก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ แก่ข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ได้ระบุไว้ และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้าจะ**เก็บรักษาเป็นความลับ**

ข้าพเจ้ายินดีเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ ภายใต้เงื่อนไขที่ระบุไว้ในเอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยแล้ว

.....	.....
สถานที่ / วันที่	ลงนามผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
.....	.....
	(นางสาวสุภาพร โกเมนเอก)
สถานที่ / วันที่	ลงนามผู้วิจัยหลัก
.....	.....
	( )
สถานที่ / วันที่	พยาน

ภาคผนวก ค
แบบบันทึกข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมวิจัย

ชื่อ/นามสกุล ..... First name..... Last name.....

Birthday (...../...../.....) Age (.....) y Height (.....) cm BMI (.....) kg/m^2 Body tem. (....) ๐c

ก่อนทำการวัดค่า - นั่งพักเป็นเวลา 5 นาที เพื่อวัดค่าดังต่อไปนี้

HR Resting (.....) bpm BP Resting (...../.....) mmHg

Resting VO_2 (.....) ml/min/kg Blood Lactate (.....) mmol/L

Bruce Treadmill Protocol

STAGE	*TIME (min)*	*SPEED (mph)*	*SPEED (kph)*	*% GRADE*	*HR*	*BP*	*VO_2*	*METS*	*RPE*
I	*1*	*1.7*	*2.72*	*10*					
	2								
	3								
II	*4*	*2.5*	*4*	*12*					
	5								
	6								
III	*7*	*3.4*	*5.44*	*14*					
	8								
	9								
IV	*10*	*4.2*	*6.72*	*16*					
	11								
	12								
V	*13*	*5*	*8*	*18*					
	14								
	15								
VI	*16*	*5.5*	*8.8*	*20*					
	17								
	18								

Total times (.....) min , Max HR (.....) bpm , VO_2Max (.....) ml/kg/min

METS max (.....) , RER max (.....) D/M/Y (...../...../.....)

ภาคผนวก ง

แบบบันทึกข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาหลังการออกกำลังกาย

Time (min)	0	2	5	10	15
HR (bpm)					
BP (mmHg)					
BT (˚C)					
Blood lactate					

Bruce Treadmill Protocol

STAGE	TIME (min)	SPEED (mph)	SPEED (kph)	% GRADE	HR	BP	VO_2	METS	RPE
I	1	1.7	2.72	10					
	2								
	3								
II	4	2.5	4	12					
	5								
	6								
III	7	3.4	5.44	14					
	8								
	9								
IV	10	4.2	6.72	16					
	11								
	12								
V	13	5	8	18					
	14								
	15								
VI	16	5.5	8.8	20					
	17								
	18								

Total times (.....) min , Max HR (.....) bpm , VO_2Max (.....) ml/kg/min

METS max (.....) , RER max (.....)

ภาคผนวก จ

The Borg RPE (Rating of Perceived Exertion) Scale

Exertion	RPE
no exertion at all	6
extremely light	7
	8
very light	9
	10
light	11
	12
somewhat hard	13
	14
hard (heavy)	15
	16
very hard	17
	18
extremely hard	19
maximal exertion	20

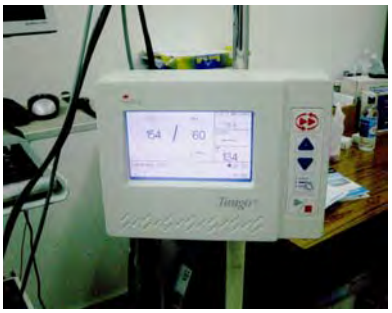
ภาคผนวก ฉ
ขั้นตอนและวิธีการออกกำลังกาย

ขั้นตอนที่ 1 คาดเข็มขัดโพลาร์และใช้นาฬิกาโพลาร์เพื่อใช้วัดค่าอัตราการเต้นของหัวใจ

ขั้นตอนที่ 2 ผู้เข้าร่วมวิจัยติดแผ่นอิเล็กโทดจำนวนสามจุด คือ

1. V_2 (ตำแหน่งใต้ราวนมข้างซ้ายอยู่เหนือกว่า V_6)
2. V_6 (ตำแหน่งใต้ชายโครงข้างซ้าย)
3. RL (ตำแหน่งใต้ชายโครงข้างขวาต่ำกว่า V_6)

ขั้นตอนที่ 3 ผู้เข้าร่วมวิจัยสอดมือเข้ากับผ้าพันของเครื่องวัดความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย



ขั้นตอนที่ 4 ใส่อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องวิเคราะห์แก๊ส

ขั้นตอนที่ 5 ออกกำลังกายบนลู่กลตามแบบบรู๊ซ โดยเพิ่มความเร็วและความชันทุกๆ 3 นาที จนถึงค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ภาคผนวก ช
การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนวดน้ำแข็ง (Ice Massage)

วิธีการเตรียมน้ำแข็งสำหรับการนวด

1. แช่น้ำแข็งในถ้วยรูปทรงกระบอก ปริมาตร 8 ออนซ์
2. นำผ้าที่ชุบน้ำบิดหมาดๆมาห่อน้ำแข็ง สำหรับใช้ในการนวดต่อไป

วิธีการนวดด้วยน้ำแข็ง

นำน้ำแข็งที่ห่อด้วยผ้าชุบน้ำ มานวดผู้เข้าร่วมวิจัย โดยการกด ลงลึกๆ และคลึงเบาๆที่บริเวณกล้ามเนื้อ จุดละประมาณ 5 วินาที โดยทำการนวดดังนี้ เริ่มจากขาข้างขวา นวดบริเวณกล้ามเนื้อน่อง (Gastrocnemius) และกล้ามเนื้อหน้าแข้ง (Tibialis anterior) ประมาณ 1 นาที กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstrings muscle) ประมาณ 1 นาที และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps muscle) ประมาณ 1 นาที จากนั้นนวดขาข้างซ้ายด้วยวิธีการเดียวกัน เมื่อนวดกล้ามเนื้อขาครบทั้ง 2 ข้าง จึงทำการนวดกล้ามเนื้อแขน โดยเริ่มจากแขนท่อนล่างข้างขวา ไปยังต้นแขน ใช้เวลาประมาณ 1 นาที จากนั้นนวดแขนข้างซ้ายเช่นเดียวกัน นวดในลักษณะเช่นนี้ไปเรื่อยๆจนครบ 15 นาที

ภาคผนวก ซ
การทำให้ร่างกายฟื้นตัวโดยการเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น

วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้

1. น้ำแข็งป่น
2. ผ้าขนหนูผืนเล็ก จำนวน 7 ผืน
3. กระติกน้ำแข็ง

ขั้นตอนการเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น

ใช้ผ้าขนหนูชุบน้ำที่ผสมน้ำแข็งซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 5±2 °ซ แล้วบิดให้เหลือน้ำเล็กน้อย และเช็ดให้กับผู้เข้าร่วมวิจัยบริเวณขาทั้ง 2 ข้าง, แขนทั้ง 2 ข้าง, คอและใบหน้า โดยการทำไปเรื่อยๆ จนครบ 15 นาทีและสับเปลี่ยนหมุนเวียนผ้าเย็นเพื่อให้ความเย็นของผ้าและน้ำเย็นคงที่

ภาคผนวก ฌ

การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการออกกำลังกายแบบเบา (Active recovery)

วิธีการ

ให้นักกีฬาเดินเบาๆ บนลู่วิ่งไฟฟ้า ที่ความหนัก 35-40 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ที่ความชันของลู่กลเป็น 0 % เกรด เป็นเวลา 15 นาที

ภาคผนวก ญ
การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก (Passive recovery)

วิธีการ

ให้นักกีฬานั่งพักเฉยๆ เป็นเวลา 15 นาที โดยจะไม่ได้รับเครื่องดื่มหรือวิธีการช่วยในการฟื้นตัวของร่างกายอื่นใด

ภาคผนวก ฎ
ขั้นตอนและวิธีการการเจาะเลือดเพื่อหาค่ากรดแลคติก

เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1. เครื่องวัดกรดแลคติก
2. สตริปส์ (Strips) สำหรับเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อวิเคราะห์หาค่ากรดแลคติกในเลือด
3. ปากกาเจาะเลือด
4. เข็ม
5. แอลกอฮอล์สำหรับฆ่าเชื้อ
6. สำลี
7. ถุงมือยาง

ขั้นตอนการเจาะเลือด

1. ใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์ เช็ดทำความสะอาดบริเวณที่จะเจาะเลือด โดยการวิจัยครั้งนี้เจาะที่บริเวณปลายนิ้วชี้ของมือข้างที่ไม่ถนัดทุกครั้งที่ทำการเก็บข้อมูล
2. เจาะเลือดที่บริเวณปลายนิ้ว เมื่อแอลกอฮอล์ที่เช็ดแห้งแล้ว
3. เก็บตัวอย่างเลือดโดยใช้สตริปที่เสียบเข้ากับเครื่องวิเคราะห์กรดแลคติกแล้ว
4. เมื่อได้เลือดในปริมาณที่เหมาะสม (ประมาณ 1-2 หยด) แล้ว เครื่องจะเริ่มการวิเคราะห์ค่ากรดแลคติกในเลือด โดยใช้เวลาประมาณ 13 วินาที จะได้ค่าความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด มีหน่วยเป็น มิลลิโมลต่อลิตร

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ : นางสาวสุภาพร โกเมนเอก

เกิดวันที่ : 29 ธันวาคม 2527

สถานที่เกิด : 29/3 หมู่ 3 ตำบลโพหัก อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี 70160

ประวัติการศึกษา :

ปี 2539 ระดับประถมศึกษาที่โรงเรียนจงรักษ์พิทยา อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร

ปี 2545 ระดับมัธยมศึกษาที่โรงเรียนรัตนราษฎร์บำรุง อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี

ปี 2549 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จากสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย