

ผลของการแช่น้ำเย็นที่มีผลต่อการฟื้นฟูสภาพและความสามารถทางกาย

ปริญญานิพนธ์
ของ
วรวิทย์ รัตนเสถียรกิจ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
พฤษภาคม 2552

ผลของการแช่น้ำเย็นที่มีผลต่อการฟื้นฟูสภาพและความสามารถทางกาย

ปริญญานิพนธ์
ของ
วรวิทย์ รัตนเสถียรกิจ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา

พฤษภาคม 2552

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลของการแช่น้ำเย็นที่มีผลต่อการฟื้นฟูสภาพและความสามารถทางกาย

บทคัดย่อ
ของ
วรวิทย์ รัตนเสถียรกิจ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
พฤษภาคม 2552

วรวิทย์ รัตนเสถียรกิจ. (2552). ผลของการแช่น้ำเย็นที่มีผลต่อการฟื้นฟูสภาพและความ

สามารถทางกาย. ปริญญาณิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์การกีฬา). กรุงเทพฯ:

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม :

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มยุรี ศุภวิบูลย์, ดร.ถนอมศักดิ์ เสนาคำ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการแช่น้ำเย็นที่มีต่อการฟื้นฟูสภาพร่างกายและเปรียบเทียบผลของการฟื้นฟูสภาพของร่างกายที่มีต่อสมรรถภาพทางกาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชาย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 12 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบค่าพลังความสามารถสูงสุด ด้วยวิธีการวินเกต ต่อด้วยการฟื้นฟูสภาพด้วยวิธีการแตกต่างกัน 3 วิธี คือ การนั่งอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น วิเคราะห์ค่ากรดแลคติกในเลือดทุกช่วง 5 นาที ตั้งแต่เสร็จสิ้นการปั่นวินเกตครั้งแรกตลอดจนถึงก่อนเริ่มการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 รวมการวิเคราะห์ค่ากรดแลคติกในเลือด 6 ครั้ง ทำการเก็บข้อมูลการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางกายภายหลังการฟื้นฟูสภาพด้วยวิธีต่างกัน 3 แบบ นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ค่ากรดแลคติกในเลือดและค่าความสามารถทางกายที่ทำได้ มาวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าที และวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำและเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ โดยวิธีการของบอนเฟอโรนี ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. เปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มของอัตราการลดลงของกรดแลคติกในเลือด

1.1 ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในการเจาะเลือดครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตระหว่างทั้ง 3 การทดลอง ไม่แตกต่างกัน

1.2 ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในการเจาะเลือดครั้งที่ 4 ครั้งที่ 5 และครั้งที่ 6 ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถทางกายภายในของก่อนและหลังการฟื้นฟูสภาพ

2.1 ค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุดในการปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ภายในกลุ่มนั่ง ปกติและกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นนั้นไม่แตกต่างกัน แต่ การปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ภายในกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นนั้นแตกต่างกัน

2.2 ค่าเฉลี่ยของพลังความสามารถ ในการปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ภายในกลุ่มนั่งปกติและภายในกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นนั้นไม่แตกต่างกัน แต่ การปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ภายในกลุ่มแช่น้ำเย็นนั้นแตกต่างกัน

2.3 ค่าเฉลี่ยความล้า ในการปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ภายในกลุ่มนั่งปกติและกลุ่มแช่น้ำเย็นนั้นไม่แตกต่างกัน แต่ การปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ภายในกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นนั้นแตกต่างกัน

สรุปได้ว่า การฟื้นฟูสภาพโดยการแช่น้ำเย็นนอกจากจะใช้ในการลดการบาดเจ็บและการอักเสบของกล้ามเนื้อแล้วยังมีประสิทธิภาพในการฟื้นฟูสภาพร่างกายหลังจากการออกกำลังกายอย่างหนักได้ดีทั้งยังช่วยในการลดกรดแลคติกในเลือดได้เร็วขึ้นด้วย

EFFECT OF COLD WATER IMMERSION ON RECOVERY AND PERFORMANCE

AN ABSTRACT

BY

WORRAWIT RATTANASATEANKIJ

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Science degree in Sports Science
at Srinakharinwirot University

May 2552

Worrawit Rattanasateankij. (2009). *Effect of Cold Water Immersion on Recovery and Performance*. Master Thesis, M.Sc. (Sports Science). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Asst. Prof. Dr. Mayuree Soopawiboon, Dr. Thanormsak Senakham.

The objectives of research were to study and compare effects of cold water immersion on recovery and to compare effect of recovery on peak power of physical performance. Twelve male students were subjected by purposive random sampling technique. Each subject tested to obtain Peak Power value by using Wingate method, followed by 3 different recovery types that were passive recovery, recovery by sitting immerse in cold water, and recovery by feet immerse in cold water. Blood samples were obtained every 5 minutes during Wingate test to analyze blood lactate. Blood lactate and physical performance values were analyzed for mean, standard deviation, student t-test, one-way ANOVA repeated measurement with Bonferroni test.

Results showed that:

1. To compare the difference of blood lactate decreased rate between group :
 - 1.1 Means of blood lactate at the first time, second time, and third time of taking blood sample after Wingate test were not different among each group.
 - 1.2 Means of blood lactate at forth time, fifth time, and sixth time of taking blood sample after Wingate test were significantly different among each group at .05 level
2. To compare the difference of physical performance values at pre and post resting:
 - 2.1 Means of Peak Power between the first and second time of Wingate test of passive recovery and recovery by feet immerse in cold water groups were not different. Means of Peak Power between the first and second time of Wingate test of recovery by sitting immerse in cold water group were significantrly different.
 - 2.2 Means of Average Power between the first and second time of Wingate test of passive recovery and recovery by feet immerse in cold water groups were not difference. Means of Average Power between the first and second time of Wingate test of recovery by sitting immerse in cold water group were significantrly different.
 - 2.3 Means of Power Drop between the first and second time of Wingate test of passive recovery and recovery by sitting immerse in cold water groups were not different. Means of Power Drop between the first and second time of Wingate test of recovery by feet immerse in cold water group were significantrly different.

Recovery by cold water immersion not only reduces muscle injury and inflammation but also promotes recovery of physical performance after heavy exercise and promotes decreasing of blood lactate.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

ผลของการแช่น้ำเย็นที่มีผลต่อการฟื้นฟูสภาพและความสามารถทางกาย

ของ
วรวิทย์ รัตนเสถียรกิจ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2552

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มยุรี ศุภวิบูลย์)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.พันธ์วีรา ขวัญบูรณาจันทร์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ถนอมศักดิ์ เสนาคำ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดรฤณวรรณ สุขสม)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มยุรี ศุภวิบูลย์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ถนอมศักดิ์ เสนาคำ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องด้วยความเมตตากรุณาอย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มยุรี ศุภวิบูลย์ ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ถนอมศักดิ์ เสนาคำ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.คุณัตว์ พิธพรชัยกุล หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่ได้ให้กำลังใจ ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะและตรวจสอบแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์และมีคุณค่าทางวิชาการ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณยิ่งแต่ท่านคณาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่านผู้ซึ่งให้ความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีคุณค่าอย่างยิ่ง ขอขอบคุณนิสิตภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่านที่สละเวลาเพื่อเข้าร่วมกลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยขอเทอดพระคุณ คุณแม่สุจินดา สุขสุด คุณหทัยชนก รัตนเสถียรกิจ ตลอดจนญาติพี่น้อง เพื่อน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ช่วยให้กำลังใจและให้คำปรึกษา ซึ่งเป็นแรงบันดาลใจให้ผู้วิจัยฟันฝ่าอุปสรรคต่างๆ ในการทำวิจัยครั้งนี้ได้อย่างดี จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยมีความรู้สึกซาบซึ้งในน้ำใจและความกรุณาของทุกท่านเป็นอย่างสูงยิ่ง

วรวิทย์ รัตนเสถียรกิจ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
ข้อตกลงเบื้องต้น	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
ตัวแปรในการศึกษาค้นคว้า	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
การฟื้นฟูสภาพจากการออกกำลังกาย	8
ระบบไหลเวียนโลหิต	11
ความสำคัญของระบบไหลเวียนโลหิต	11
การจัดระบบไหลเวียนโลหิต	11
ประโยชน์จากการใช้ความเย็น	13
ผิวหนัง	14
ผลของความเย็นที่มีต่อร่างกาย	14
ระบบกล้ามเนื้อ	15
ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ	18
กรดแลคติก	19
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
งานวิจัยต่างประเทศ	21
งานวิจัยในประเทศ	26
3 วิธีดำเนินการวิจัย	30
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	30
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	31
อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	31

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 (ต่อ)	
การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	31
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	33
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	34
ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง.....	35
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความแตกต่างและความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในแต่ละช่วงเวลาของการฟื้นฟูสภาพในแบบต่างๆ ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต	36
ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตในครั้งที่ 1 (ก่อนการฟื้นฟูสภาพ) และครั้งที่ 2 (หลังการฟื้นฟูสภาพทันที) ของกลุ่มทดลองทั้ง 3 แบบการฟื้นฟูสภาพ.....	49
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	59
สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน วิธีการทดลอง	
และสรุปผลการทดลอง.....	59
อภิปรายผล.....	63
ข้อเสนอแนะ.....	67
ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	67
บรรณานุกรม.....	69
ภาคผนวก.....	75
ภาคผนวก ก รายละเอียดการทดลองในแบบการนั่งปกติ รายละเอียดการทดลองในแบบการนั่งแช่น้ำเย็น รายละเอียดการทดลองในแบบการแช่เท้าในน้ำเย็น...	76
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์หาระดับกรดแลคติกในเลือด.....	80
ภาคผนวก ค หนังสือแสดงความยินยอม.....	82
ภาคผนวก ง อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....	84
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	87

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนักตัว ส่วนสูง ของกลุ่มตัวอย่าง	35
2 ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในแต่ละ ช่วงเวลาของการฟื้นฟูสภาพในแบบต่างๆ	37
3 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดของการฟื้นฟูสภาพ ทั้ง 3 แบบการทดลอง ในแต่ละช่วงเวลาภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต.....	39
4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติก ในเลือดภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต ภายในกลุ่มทดลองแบบนั่งปกติอยู่กับที่	40
5 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในแต่ละ ช่วงเวลา ภายหลังจากการทดสอบด้วยวิธีวินเกตภายในกลุ่มทดลองแบบนั่งปกติ อยู่กับที่.....	42
6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติก ในเลือดภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต ภายในกลุ่มทดลองแบบการนั่ง แช่น้ำเย็น.....	43
7 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในแต่ละ ช่วงเวลา ภายหลังจากการทดสอบด้วยวิธีวินเกต ภายในกลุ่ม ทดลองแบบนั่งแช่น้ำเย็น.....	44
8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติก ในเลือดภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต ภายในกลุ่มทดลองแบบ การแช่เท้าในน้ำเย็น.....	45
9 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในแต่ละ ช่วงเวลา ภายหลังจากการทดสอบด้วยวิธีวินเกต ภายในกลุ่ม ทดลองแบบแช่เท้าในน้ำเย็น.....	47
10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตใน ครั้งที่ 1 (ก่อนการฟื้นฟูสภาพ) และครั้งที่ 2 (หลังการฟื้นฟูสภาพทันที) ของกลุ่ม ทดลองทั้ง 3 แบบ.....	48
11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของความสามารถใน การปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตก่อนการฟื้นฟูสภาพ ของกลุ่มการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม.....	52

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
12 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการ ป้อนจักรยานด้วยวิธีการวินเกตก่อนการฟื้นฟูสภาพ ของกลุ่มการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม..	54
13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของความสามารถใน การป้อนจักรยานด้วยวิธีการวินเกตหลังการฟื้นฟูสภาพทันที ของกลุ่มการทดลอง ทั้ง 3 กลุ่ม.....	55
14 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการ ป้อนจักรยานด้วยวิธีการวินเกตหลังการฟื้นฟูสภาพทันที ของกลุ่มการทดลอง ทั้ง 3 กลุ่ม.....	57

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แผนภูมิเส้นแสดงการเปรียบเทียบอัตราการลดลงของกรดแลคติกของการฟื้นฟูสภาพด้วยวิธีการทั้ง 3 แบบ.....	48
2 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของค่าพลังความสามารถสูงสุดในการปั่นวินเกตครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของการทดลองทั้ง 3 การฟื้นฟูสภาพ.....	58
3 จักรยานวัดงานที่ใช้ในการทดสอบด้วยวิธีวินเกต ยี่ห้อ Monark Ergomedic รุ่น Peak Bike 894 E.....	85
4 อุปกรณ์วิเคราะห์ค่ากรดแลคติกในเลือด ยี่ห้อ Accusport.....	86

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในปัจจุบันในกีฬาหลากหลายประเภท หรือการออกกำลังกายในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นฟุตบอล บาสเกตบอล กอล์ฟ รักบี้ ฯลฯ ที่เป็นกีฬาที่มีการปะทะกันอย่างต่อเนื่อง และต้องเล่นติดต่อกันเป็นเวลานานในรูปแบบของความหนักที่ไม่สม่ำเสมอ หรือกีฬาชนิดอื่นๆ อย่างเช่น แบดมินตัน สควอชหรือเทนนิส ซึ่งเป็นกีฬาที่ใช้เวลาในการแข่งขันที่ค่อนข้างยาวนาน และร่างกายก็ต้องทำงานหนักและเบาสลับกันอย่างต่อเนื่อง รวมไปถึงกีฬาที่ต้องทำการแข่งขันซ้ำกันหลายๆ ครั้งในวันเดียวกัน หรือกีฬาที่มีรอบคัดเลือกและต้องมีการชิงชนะเลิศในวันเดียวกัน เช่น กีฬายกน้ำหนัก วิ่งระยะสั้น วายน้ำระยะสั้น หรือกีฬาต่อสู้ เช่น เทควันโด มวยปล้ำ มวย ฯลฯ ซึ่งร่างกายต้องมีการทำงานหนักเพื่อแสดงความสามารถสูงสุดทางด้านร่างกายรวมถึงทักษะต่างๆ ติดต่อกันหลายๆ ครั้ง ในตลอดทั้งวันที่ทำการแข่งขัน ซึ่งสถานการณ์แบบนี้อาจส่งผลให้นักกีฬาที่จะต้องทำการแข่งขันนั้น มีสมรรถภาพที่ลดลงเมื่อต้องทำการแข่งขันในรอบหลังๆ

รูปแบบของพลังงานที่นำมาใช้ในการเล่นกีฬาเหล่านี้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการเคลื่อนไหวนั้นเป็นรูปแบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic energy) ซึ่งในขณะเดียวกันผลที่เกิดจากพลังงานลักษณะนี้จะก่อให้เกิดของเสีย (waste products) ที่เรียกว่า กรดแลคติก (lactic acid) ขึ้น ซึ่งของเสียสิ่งนี้เกิดจากการที่มีการออกซิเดชันที่ไม่สมบูรณ์ ทำให้ของเสียเหล่านี้ไปขัดขวางหรือเป็นอุปสรรคต่อการนำออกซิเจนไปใช้ได้ ซึ่งจะเกิดขึ้นในช่วงภายหลังการออกกำลังกาย ที่มีกิจกรรมในการเล่นกีฬาหรือออกกำลังกายที่มีความหนักสูง และกรดแลคติกนี้ ก็จะมีการสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อและกระแสเลือดตลอดการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ศรียาภักย์ (2544) ที่กล่าวว่า กรดแลคติกจะสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อก่อน แล้วจะแพร่ผ่านไปสู่กระแสเลือด และเมื่อกรดแลคติกสะสมอยู่ในปริมาณมากๆ จะไปขัดขวางการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อลดลง การตอบสนองและการเคลื่อนไหวต่างๆ ก็ช้าลงไปด้วย พิชิต ภูติจันทร์ (2535) กล่าวว่า กรดแลคติกนั้นเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้กล้ามเนื้อเกิดความเมื่อยล้า (fatigue) สอดคล้องกับบรูซ (Bruce, 2000) กล่าวว่า กรดแลคติกนั้นเป็นปัจจัยสำคัญอันดับแรก ที่ทำให้เกิดการเจ็บหรือระบมกล้ามเนื้อ (muscle soreness) ทำให้กล้ามเนื้อเกิดความเมื่อยล้า (muscle fatigue) และก็ยังเป็นสาเหตุที่ทำให้การได้รับออกซิเจนในเลือดและกล้ามเนื้อลดลง หรือที่เรียกว่า การเป็นหนี้ออกซิเจน ทำให้อัตราปริมาณของกรดแลคติกสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว

เมื่อความหนักในการเล่นกีฬาหรือการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น อาการของการเมื่อยล้าก็จะยิ่งเกิดเร็วขึ้น ประสิทธิภาพในการแสดงความสามารถของนักกีฬาก็จะยิ่งลดลงไปด้วย ซึ่งมีการคิดวิธีต่างๆ หลากหลายที่จะทำให้กรดแลคติกนั้นลดลงให้เร็วที่สุด โดยเคลื่อนย้ายออกไปทางกระแส

เลือดหรือเปลี่ยนไปเป็นสารอื่นๆ เพื่อให้ให้นักกีฬานั้นฟื้นตัวได้เร็วที่สุดหรือทำให้อาการเมื่อยล้าเหลือน้อยที่สุด เพื่อที่จะได้แสดงศักยภาพ หรือความสามารถของตัวนักกีฬาเองได้อย่างเต็มที่

ปัจจุบันมีวิธีการพักหลายวิธีที่นิยมปฏิบัติเพื่อให้กรดแลคติกนั้นลดลง อย่างเช่น การคลายอุ่น (cooldown) ภายหลังการออกกำลังกาย (อำพร ศรียาภย์, 2544) เป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้กรดแลคติกเคลื่อนย้ายออกไปจากกล้ามเนื้อและเลือดได้อย่างรวดเร็ว และการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกหรือทำให้กรดแลคติกหมดไปอย่างสมบูรณ์โดยกระบวนการของร่างกายจะใช้เวลาประมาณ 24 - 48 ชั่วโมง และโดยปกติการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก ภายหลังการออกกำลังกายอย่างเต็มที่ ร่างกายจะต้องใช้เวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง ในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกไปให้เหลือ เท่ากับระดับที่มีในขณะพัก โดยวิธีการนอนหรือนั่งพักเฉยๆ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์และกันยา ปาละวิวัฒน์, 2536) หรือจะใช้นวด การฝังเข็ม การกระตุ้นด้วยไฟฟ้า หรือการอบซาวน่า (อำพร ศรียาภย์, 2544) ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน ซึ่งในบางวิธีจะต้องใช้คนที่มีความรู้เฉพาะทาง หรือ ในบางวิธีจะต้องใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือที่มีราคาแพง และต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญควบคุม ไม่สามารถทำได้ด้วยตนเอง และอาจต้องใช้เวลาานาน รวมถึงการแข่งขันกีฬาในรายการต่างๆ ส่วนใหญ่มักจะต้องเปลี่ยนหรือย้ายที่บ่อย ทำให้ต้องมีการขนหรือเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ต่างๆ

จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า มีวิธีหนึ่งซึ่งมีความน่าสนใจอย่างมาก คือ การใช้ความเย็น เพื่อช่วยในการฟื้นฟูสภาพร่างกายภายหลังการออกกำลังกาย โดยการแช่หรือจุ่มตัวลงในน้ำเย็น (water immersion) นอกจากจะมีผลช่วยลดความเจ็บปวด ลดการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ แต่การใช้ความเย็นยังส่งผลทำให้อัตราการไหลเวียนของเลือดบริเวณหลอดเลือดส่วนปลาย (peripheral blood flow) มีอัตราลดลงเนื่องจากหลอดเลือดบริเวณชั้นผิวหนังมีการหดตัวแต่ด้วยเหตุนี้ทำให้อัตราการไหลเวียนโลหิตกลับเข้าสู่หัวใจ (cardiac preload) เพิ่มขึ้น คือ ทำให้ระดับการไหลเวียนเลือดส่วนกลาง (central blood volume) เพิ่มขึ้น จึงทำให้ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจในขณะบีบตัว (stroke volume) และปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจใน 1 นาที (cardiac output) เพิ่มขึ้นด้วย (Wilcock et. al, 2006) ทำให้มีปริมาณเลือดเพียงพอที่ส่งไปยังกล้ามเนื้อเพื่อแลกเปลี่ยนสารระหว่างภายนอกและภายในเซลล์และอาจกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นในระบบการทำงานของกล้ามเนื้อกล้ามเนื้อ เช่น กรดแลคติกออกไปได้ (Marsh and Sleivert., 1999 อ้างอิงจาก Vaile J., 2008) และอาจให้ผลดีต่อระดับความสามารถของร่างกายในภายหลัง

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาประโยชน์จากการใช้ความเย็นในการฟื้นฟูสภาพร่างกายและลดกรดแลคติกในเลือดหลังออกกำลังกาย เพื่อดูว่าประสิทธิภาพของการใช้ความเย็น มีผลต่อการลดกรดแลคติกที่สะสมอยู่ในร่างกายในช่วงเวลาที่จำกัดได้อย่างไร ทั้งนี้ เพื่อนำผลที่ได้จากการวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้ในการช่วยฟื้นตัวของร่างกายในนักกีฬาภายหลังการเล่นกีฬาหรือการฝึกซ้อม ซึ่งจะส่งผลต่อสมรรถภาพร่างกายเพื่อพร้อมที่จะทำการแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้ความเย็นที่มีผลต่อการฟื้นฟูสภาพร่างกาย
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฟื้นฟูสภาพของร่างกายที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกาย

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ทำให้ทราบถึงการฟื้นฟูสภาพของร่างกายโดยวิธีการนั่งพักปกติ การใช้ความเย็นด้วยการนั่งแช่น้ำเย็นและการแช่เท้าในอ่างน้ำเย็น
2. เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติในนักกีฬา การฟื้นฟูสภาพกล้ามเนื้อหรือเพื่อลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา
3. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษางานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวกับการฟื้นฟูสภาพของร่างกายโดยใช้ความเย็น

ข้อตกลงเบื้องต้น

ในการศึกษานี้ผู้ทำการศึกษาไม่สามารถควบคุมเรื่องอาหาร การพักผ่อน การเรียนวิชา ปฏิบัติทางพลศึกษา และการปฏิบัติตนในชีวิตประจำวัน ก่อนการเข้าโปรแกรมในการทดลองของผู้เข้ารับการทดลอง

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนิสิตชายในระดับอุดมศึกษาที่เป็นนักกีฬาสังกัดของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 60 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนิสิตชายในระดับอุดมศึกษา ที่เป็นนักกีฬาสังกัดของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 12 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง

ตัวแปรในการศึกษาค้นคว้า

ตัวแปรอิสระ	การใช้ความเย็นโดยการนั่งแช่น้ำเย็นและการแช่เท้าในอ่างน้ำเย็น
ตัวแปรตาม	สมรรถภาพทางกายโดยการทดสอบแอนแอโรบิก การลดลงของกรดแลคติกในกระแสเลือด
ตัวแปรควบคุม	ความสามารถสูงสุดในการทดสอบโดยวิธีวินเกต อุณหภูมิของน้ำ ช่วงเวลาในการพัก การเพิ่มความหนักของงาน ความเร็วรอบในการปั่นจักรยาน

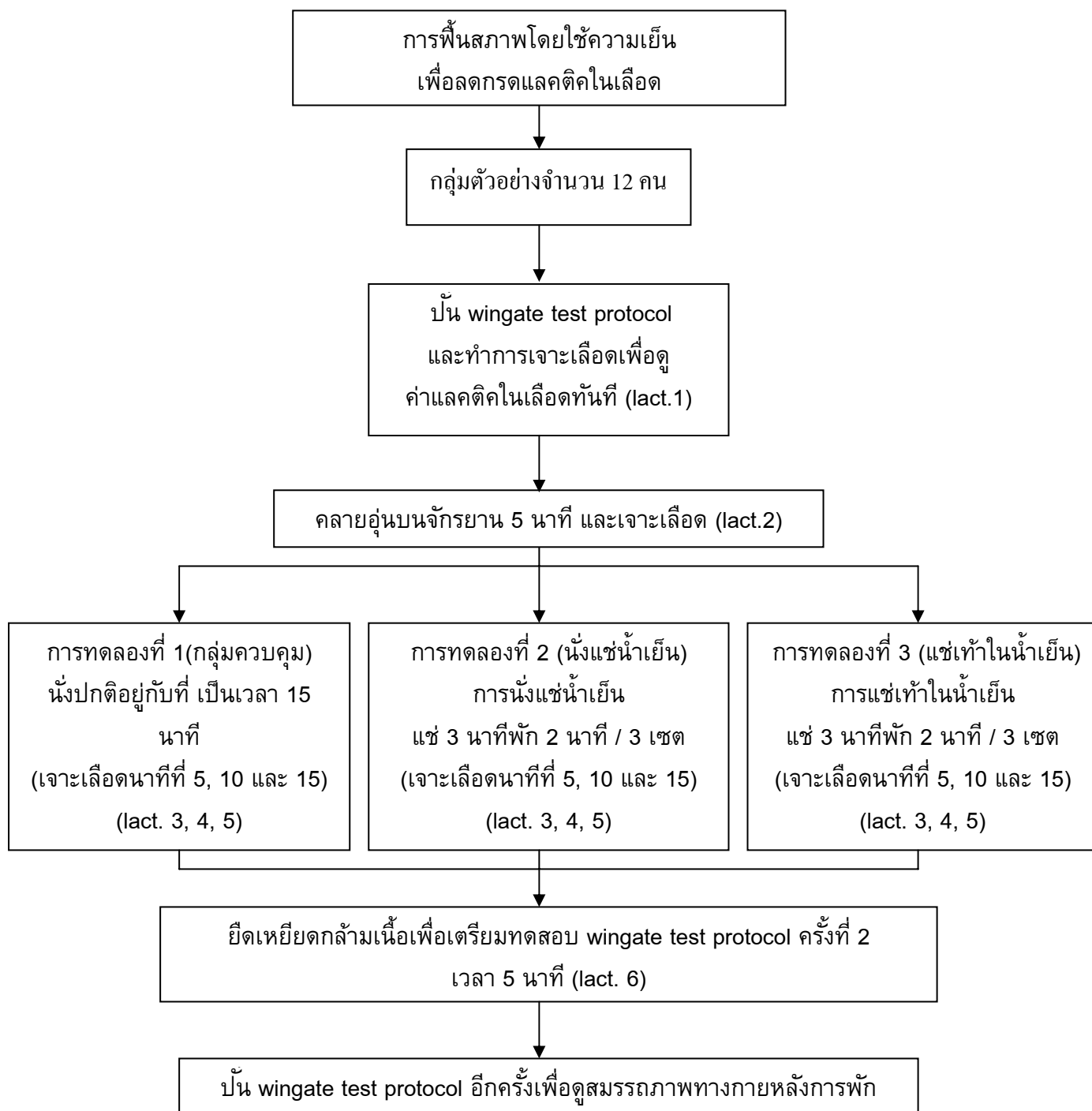
นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การฟื้นสภาพ (recovery) หมายถึง การฟื้นตัว การฟื้นคืนสู่สภาวะปกติของร่างกาย หลังการออกกำลังกาย
2. สมรรถภาพทางกาย (performance) หมายถึง ความสมบูรณ์ของบุคคลในการควบคุมให้ร่างกายสามารถปฏิบัติภารกิจต่างๆ ได้อย่างราบรื่นโดยปราศจากความเมื่อยล้า และยังคงสามารถปฏิบัติภารกิจอื่นๆ ต่อไปได้อีก
3. ความเมื่อยล้า (fatigue) หมายถึง การหมดแรงของกล้ามเนื้อโดยประเมินความจากเครื่องวัดกรดแลคติกในเลือด หรือในกล้ามเนื้อ ค่าที่ได้จากเครื่องวัดกรดแลคติกที่แสดงค่าออกมาเป็นตัวเลข เป็นตัวบ่งชี้วัดความเมื่อยล้า
4. กรดแลคติก (lactic acid) หมายถึง ของเสียจากกระบวนการสร้างพลังงานมีอะตอมของไฮโดรเจนกับน้ำ ทำปฏิกิริยากับกรดไพรูวิก เกิดเป็นกรดแลคติกภายในกล้ามเนื้อ ถ้ามีปริมาณของกรดแลคติกมากเกินไป จะเกิดภาวะการทำให้กล้ามเนื้อไม่สามารถยืดหรือหดตัวได้ตามปกติ หรือมีความเมื่อยล้าเกิดขึ้น
5. การแช่น้ำเย็น (cold water immersion) คือ วิธีการฟื้นสภาพร่างกายและบำบัดอาการอักเสบของข้อต่อและกล้ามเนื้อหลังจากการปฏิบัติกิจกรรมที่ความหนักสูงหรือเป็นเวลานาน โดยการแช่ส่วนของร่างกายลงในน้ำเย็น
6. การนั่งแช่น้ำเย็น หมายถึง วิธีการพักโดยใช้ความเย็นด้วยการนั่งแช่ลงในน้ำเย็น ตั้งแต่ระดับเอวจนถึงปลาย โดยนั่งแช่ 3 นาที พัก 2 นาที จำนวน 3 เซต รวมทั้งสิ้น 15 นาที นั่งบนเก้าอี้สูง 10 นิ้วในลักษณะนั่งตามสบายโดยให้ผิวหนังอยู่สูงระดับเอว
7. การแช่เท้าในอ่างน้ำเย็น หมายถึง วิธีการพักโดยการนั่งแช่เท้าลงในอ่างน้ำเย็น ซึ่งแช่เพียงแต่เท้าอย่างเดียวที่ระดับผิวหนังอยู่เหนือตาตุ่ม 2 นิ้ว โดยนั่งแช่ 3 นาที พัก 2 นาที จำนวน 3 เซต รวมทั้งสิ้น 15 นาที

8. สมรรถภาพการไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic power) หมายถึง ความสามารถของระบบพลังงานที่สะสมในกล้ามเนื้อในการทำงานอย่างรวดเร็ว และออกแรงต่อเนื่องในเวลาจำกัดให้ได้งานมากที่สุด

9. การทดสอบด้วยวิธีวินเกต (wingate power test) หมายถึง การทดสอบความสามารถของร่างกายในระบบพลังงานที่สะสมในกล้ามเนื้อในการทำงานอย่างรวดเร็วและแรงต่อเนื่องในเวลาจำกัด

กรอบแนวคิดในการวิจัย



หมายเหตุ กลุ่มตัวอย่างชุดเดียวกัน ปฏิบัติการทดลองทั้ง 3 รูปแบบการพัก และ
การทดลองแต่ละครั้งเว้นระยะห่างกันเป็นเวลา 1 สัปดาห์

สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า

การใช้ความเย็นด้วยวิธีการนั่งปกติ การนั่งแช่น้ำเย็นและการแช่เท้าในอ่างน้ำเย็นให้ผลในการฟื้นฟูสภาพร่างกายและการลดกรดแลคติกในเลือดแตกต่างกัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

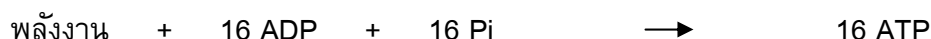
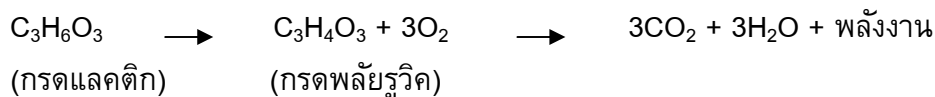
ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การฟื้นสภาพจากการออกกำลังกาย (recovery)
2. ระบบไหลเวียนโลหิต
3. ประโยชน์จากการใช้ความเย็น
4. ระบบกล้ามเนื้อ
5. ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ
6. กรดแลคติก (Lactic Acid)
7. งานวิจัยต่างประเทศและในประเทศไทยที่เกี่ยวข้อง

การฟื้นตัวจากการออกกำลังกาย (Recovery)

การฟื้นตัวของกล้ามเนื้อหลังจากการออกกำลังกายขึ้นอยู่กับกระบวนการเคลื่อนย้ายของของเสีย (waste products) คือ กรดแลคติก ไฮโดรเจนไอออน (H^+) และคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) รวมไปถึงการชดเชยพลังงานที่สะสมไว้ใช้ในระหว่างออกกำลังกาย (creatine phosphate, glycogen และ lipid) ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการออกกำลังกาย ความหนักในการออกกำลังกาย และวิธีที่ใช้ในการฟื้นตัว การออกกำลังกาย และวิธีที่ใช้ในการฟื้นตัว การออกกำลังกายเบาๆ ที่ความหนัก 35 - 55 เปอร์เซ็นต์ของการจับออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) จะใช้เวลาในการฟื้นตัวน้อยกว่า 1 ชั่วโมง ในผู้ที่มิสุขภาพดีได้รับการฝึกกีฬาและออกกำลังกายสม่ำเสมอจะใช้ความหนักที่ 50 เปอร์เซ็นต์ของการจับออกซิเจนสูงสุด และถ้าออกกำลังกายที่ความหนักมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของการจับออกซิเจนสูงสุด อัตราการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจะน้อยกว่าการให้พักระยะเวลา (rest recovery) นอกจากนี้การฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกายยังขึ้นอยู่กับอาหารที่รับประทานด้วย ซึ่งสิ่งที่สามารถบอกได้ว่าร่างกายมีการฟื้นตัวหรือไม่ สามารถดูได้จากอัตราการเต้นของหัวใจ ความรู้สึกของตัวนักกีฬาในขณะนั้นเปรียบเทียบกับในขณะพัก ระดับของกรดแลคติกในเลือด (Robert and Scott., 1997) สอดคล้องกับ ชูศักดิ์ และกันยา (2536) ได้กล่าวไว้ว่า จะต้องใช้เวลา 25 นาที สำหรับการฟื้นตัวโดยการพัก (rest recovery) ภายหลังการออกกำลังกายอย่างเต็มที่เพื่อเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่ค้างอยู่ออกไปได้ครึ่งหนึ่ง ในช่วงระหว่างการออกกำลังกายถ้าผู้ออกกำลังกายออกกำลังกายเบาๆ แทนการพักอยู่เฉยๆ จะทำให้มีการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกไปจากเลือดและกล้ามเนื้อได้เร็วขึ้น เรียกว่าการฟื้นตัวโดยออกกำลังกาย (exercise recovery) ความหนักของกายออกกำลังกายที่ 30 - 45 เปอร์เซ็นต์ของการจับออกซิเจนสูงสุด จะทำให้มีการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากเลือดได้เร็วที่สุด

และในผู้ที่ได้รับการฝึกมาดีจะใช้ความหนักในการออกกำลังกายที่ 50-65 เปอร์เซ็นต์ของการจับออกซิเจนสูงสุด นอกจากนี้กรดแลคติกส่วนหนึ่งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกลูโคสหรือไกลโคเจนและถูกออกซิเจนเดชั่นเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ กรดแลคติกสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานได้เมื่อมีออกซิเจน คือ จะเปลี่ยนเป็นกรดพลัยรูวิก แล้วจึงเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นเป็นดังสมการ (ชูศักดิ์ และ กันยา., 2536)



ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้ต้องใช้เวลาาน นอกจากนั้นชนิดของใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อก็มีผลต่อการทำให้เกิดกรดแลคติกและการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกด้วย เชื่อกันว่ากล้ามเนื้อลายชนิดที่มีเส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวช้า (slow twist) หรือใยกล้ามเนื้อสีแดง สามารถออกซิเดชั่นกรดแลคติกได้ดีกว่ากล้ามเนื้อลายชนิดที่มีใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (fast twist) หรือใยกล้ามเนื้อสีขาว ดังผลการศึกษาของโดโนแวนและปาเกลสสอตติ (Donovan and Pagliassotti., 2000) ที่กล่าวไว้ว่าใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดงสามารถออกซิเดชั่นกรดแลคติกได้ชัดเจนกว่าใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาว และในการออกซิเดชั่นกรดแลคติกนั้นมีความสัมพันธ์กับระดับของโคเลสเตอรอลชนิด ไฮ เดนซิตี โลโปรตีน (LDH) และจูเอล (Juel, 1997) พบว่าเมตาบอลิซึมของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำให้เกิดกรดแลคติก โดยมีความแตกต่างกันในกล้ามเนื้อลายที่มีใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาวและใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดง ใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาวจะทำให้เกิดกรดแลคติกมาก เนื่องจากได้พลังงานมาโดยไม่ใช้ออกซิเจน ส่วนใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดงได้พลังงานมาจากการใช้ออกซิเจน จะทำให้เกิดกรดแลคติกน้อย เช่นเดียวกันกับการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก ใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดงสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติก ใยกล้ามเนื้อชนิดแดงสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้เร็วกว่า ใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาวจะเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้ช้า นอกจากนี้ โบนเน (Bonon, 2000) ได้กล่าวว่าใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดงสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้เร็วกว่าใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาว 37 - 109% ใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาวหดตัวได้เร็วให้พลังงานสูงและทำให้เกิดกรดแลคติกมากกว่าใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดง แต่ใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดงสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกไปได้เร็วกว่าใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาว ดังนั้นในระยะของการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อลายที่มีใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดงมีความสำคัญมากกว่ากล้ามเนื้อสีขาว จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้มีการออกกำลังกายเบาๆ ในระยะฟื้นตัว เพราะมีการทำงานของใยกล้ามเนื้อที่มีใยกล้ามเนื้อสีแดงมาก การทำให้เย็นลงภายหลังการออกกำลังกายจึงมีความจำเป็นมาก ไม่ว่าจะเป็น การปฏิบัติด้วยวิธีใดก็ตาม ซึ่งช่วยให้การฟื้นตัวเกิดขึ้น มีการปรับตัวของระบบต่างๆ ในร่างกายเข้าสู่สภาวะพัก

แอสทรานด์และคณะ (Astrand, 1986) ได้ทำการวิจัยถึงการสลายตัวของกรดแลคติก พบว่ากรดแลคติกเกิดขึ้นในกล้ามเนื้อก่อนแล้วแพร่กระจายออกมาในกระแสเลือด หลังจากการฟื้นตัวแล้ว 5 นาที ความเข้มข้นของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อที่ทำงาน จะใกล้เคียงกับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด แล้วกลับสู่สภาวะปกติ (เท่ากับขณะพัก) เมื่อเวลาผ่านไป 58 นาที และ 60 นาที ตามลำดับ และจากการศึกษาของคาร์ลสันและคณะ (Karlsson, 1987) พบว่ากรดแลคติกจะสลายในกล้ามเนื้อได้เร็วกว่าในเลือดเล็กน้อย และถ้ามีการสะสมไว้เป็นจำนวนมากกล้ามเนื้อจะไม่สามารถทำงานต่อไปได้ โดยปกติแล้วในเลือดจะมีกรดแลคติก 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกไป ออกซิเจนเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากปัจจัยหนึ่ง โดยมีเลือดเป็นตัวกลางในการนำออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกาย และยังช่วยนำของเสียออกมาจากกล้ามเนื้อ ดังนั้นการที่มีระบบไหลเวียนเลือดดีจะช่วยให้การฟื้นตัวเกิดเร็วขึ้น กรดแลคติกถูกกำจัดออกไปได้เร็ว ในทางสรีรวิทยาการกำจัดกรดแลคติกสามารถทำได้หลายกระบวนการ ดังนี้ (ชูศักดิ์ และกันยา., 2536)

1. ขับถ่ายออกทางปัสสาวะและเหงื่อ ประมาณ 20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์
2. การเปลี่ยนไปเป็นกลูโคส และ/หรือไกลโคเจน เนื่องจากกรดแลคติกเป็นผลผลิตจากการสลายคาร์โบไฮเดรต ดังนั้นจึงสามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นไกลโคเจนและกลูโคสในกล้ามเนื้อและตับได้ แต่กระบวนการเป็นไปช้ามาก
3. การเปลี่ยนไปเป็นโปรตีน ซึ่งจะเกิดเพียงเล็กน้อยในทันทีของระยะฟื้นตัว
4. การออกซิเดชันเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ วิธีนี้ทำให้ขบวนการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกเกิดขึ้นได้มากที่สุด กรดแลคติกสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้เมื่อมีออกซิเจน โดยเปลี่ยนไปเป็นกรดพลัยรูวีก่อนแล้วเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ

พิชิต (2535) ได้กล่าวถึงกระบวนการเมตาบอลิซึมของร่างกายว่า กรดแลคติกที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อจะรวมตัวกับออกซิเจนเกิดการออกซิเดชันในวัฏจักรเครบส์ (Krebs cycle) ได้พลังงานออกมา เพื่อนำมาใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้ออีก ส่วนกรดแลคติกที่เหลือไม่ได้รวมกับออกซิเจนจะถูกส่งไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย ดังต่อไปนี้

1. ไปที่ผิวหนังเพื่อขับออกทางเหงื่อ ประมาณ 20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์
2. ไปที่กล้ามเนื้อหัวใจเพื่อกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจให้เร็วขึ้น
3. ไปที่ตับเพื่อเปลี่ยนเป็นไกลโคเจนเก็บสะสม และเปลี่ยนกลูโคสได้อีกเมื่อร่างกาย

ต้องการ

4. ไปที่ไตเพื่อขับออกไปในรูปของ sodium lactate จะพบเกลือนชนิดนี้ในปัสสาวะหลังจากออกกำลังกายแล้วประมาณ 30-50 นาที

ระบบไหลเวียนโลหิต

ระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ คือ การทำงานที่มีความเกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิด กล่าวคือ ระบบไหลเวียนโลหิตมีหน้าที่สำคัญ การนำเอาสาร ออกซิเจน และสารอาหารต่างๆ ไปยังส่วนต่างๆ ของเซลล์ รวมทั้งรับเอาของเสียออกมาจากเซลล์เพื่อส่งไปยังปอด

ระบบการหายใจนั้นก็คือ การขนส่งออกซิเจนให้แก่ร่างกาย เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึมและถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นของเสียออกจากกระบวนการเมตาบอลิซึมออกจากร่างกาย และการขนส่งออกซิเจนจะอาศัยตอนหายใจเข้า ส่วนตอนถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์จะอาศัยตอนหายใจออก จะเห็นได้ว่าทั้ง 2 ระบบ มีหน้าที่เกี่ยวข้องร่วมกันกล่าวโดยสรุปก็คือ การนำออกซิเจนไปเข้าสู่เซลล์ของร่างกาย และการนำคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา (มงคล แผงสาเคน. 2541)

ความสำคัญของระบบไหลเวียนโลหิต

ระบบไหลเวียนโลหิตประกอบที่สำคัญ 3 องค์ประกอบ คือ หัวใจ หลอดเลือด และเลือด ซึ่งการทำงานประสานกันอย่างต่อเนื่องโดยหัวใจจะบีบตัวเพื่อให้เกิดแรงดันขึ้นภายในหลอดเลือด ทำให้เลือดซึ่งเป็นตัวกลางในการนำเอาสารอาหาร ออกซิเจน และฮอร์โมนผ่านหลอดเลือดแดงขนาดต่างๆ ไปยังเซลล์ทั้งร่างกายและนำของเสียซึ่งได้จากการเผาผลาญสารอาหารของเซลล์กลับเข้าสู่หัวใจทางเลือดดำ (กิจจา สุวรรณ. 2543)

การจัดระบบไหลเวียนโลหิต

การไหลเวียนของโลหิตอาศัยแรงบีบตัวของหัวใจ (Heart Contraction) เป็นส่วนสำคัญ ส่วนน้อยอาศัยความตึงตัวของผนังหลอดเลือด แรงบีบตัวของกล้ามเนื้อลาย (Muscle Contraction) ความดันภายในช่องเยื่อหุ้มปอดและความดันภายในช่องท่าย ขณะที่โลหิตไหลเวียนอยู่นั้นจะมีความต้านอยู่ตลอดเวลา เกิดจากความหนืดของเลือด เส้นผ่านกลางของหลอดเลือดและระยะทางของการไหลเวียนโลหิต เป็นต้น การไหลเวียนโลหิตในร่างกายแบ่งได้ใหญ่ๆ เป็น 2 ระบบ คือ การไหลเวียนโลหิตผ่านปอด เรียก พัลโมนารี เซอร์คิวเลชัน (Pulmonary Circulation) และการไหลเวียนโลหิตส่วนกาย เรียก ซิสเต็มิก เซอร์คิวเลชัน (Systemic Circulation)

การไหลเวียนโลหิตผ่านปอด บางครั้งอาจเรียกว่า การไหลเวียนส่วนกลาง (Central Circulation) เริ่มต้นจากโลหิตไหลจากหัวใจทางเวนทริเคิลขวา (Right Ventricle) เข้าสู่ปอดโดยผ่านหลอดเลือดแดงพัลโมนารี (Pulmonary Artery) ซึ่งบรรจุโลหิตดำ เมื่อเข้าสู่ปอดจะแตกแขนงหลายระดับมากมายจนกระทั่งเป็นหลอดเลือดฝอยซึ่งกระจุกกระจายอยู่รอบๆ ถุงลมปอด (Alveolus) ภายในปอดจะมีการแลกเปลี่ยนออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างเลือดกับถุงลมปอด ต่อจากนั้นโลหิตแดงจะไหลออกจากปอดทางหลอดเลือดดำพัลโมนารี (Pulmonary Vein) เข้า เอเทรียมซ้าย (Left Atrium) (ณัฐริดา บังเมฆ. 2547)

การไหลเวียนโลหิต ส่วนกาย เรียกว่า การไหลเวียนส่วนปลาย (Peripheral Circulation) เริ่มต้นจากโลหิตแดงไหลออกเวนทริเคิลซ้าย (Left Ventricle) เข้าสู่หลอดเลือดเอออร์ตา (Aorta) แยกไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย เอออร์ตาแยกเป็น 2 แขนงไปเลี้ยงบริเวณศีรษะและเนื้อเยื่อใกล้เคียง อีกแขนงหนึ่งลงมาสู่ส่วนล่างของร่างกายซึ่งเป็นเยื่อส่วนใหญ่ (บังอร ชมเดช. 2541)

หลอดเลือด อวัยวะที่มีหน้าที่พิเศษทำให้กลไกการทำหน้าที่ของหลอดเลือดในแต่ละอวัยวะแตกต่างกันไปผนังของหลอดเลือดประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อเรียบ เนื้อเยื่อยืดหยุ่นกลับ (Elastic Tissue) และเส้นใยคอลลาเจน (Collagen Fiber) หลอดเลือดเอออร์ตามีขนาดใหญ่ที่สุด เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 25 มิลลิเมตรหลอดเลือดที่แยกแขนงออกไปจะมีขนาดเล็กลงและมีจำนวนมากขึ้น (คณาจารย์วิทยาลัยวิทยาศาสตร์การกีฬา. 2548)

1. หลอดเลือดแดง นำเลือดที่มีออกซิเจนสูงไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆ ผนังหลอดเลือดมีกล้ามเนื้อที่แข็งแรงสามารถรับแรงดันขณะหัวใจบีบตัวได้ มีเส้นผ่าศูนย์กลางค่อนข้างใหญ่ที่ระดับหลอดเลือดแดงแล้วค่อยๆ เล็กลงจนน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ผนังมีเนื้อเยื่อยืดหยุ่นกลับจำนวนมากขึ้นตามขนาดของหลอดเลือด หลอดเลือดระดับนี้ไวต่อการเกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็งตัว (Arteriosclerosis) จากการที่มีไขมันไปเกาะที่ผนังหลอดเลือดทำให้ยืดขยายตัวได้ลดลง

2. หลอดเลือดแดงรอง เป็นแขนงเล็กลงของหลอดเลือดแดง ผนังหลอดเลือดส่วนนี้ค่อนข้างหนาเมื่อเทียบกับเส้นผ่านศูนย์กลาง เนื่องจากมีกล้ามเนื้ออยู่มากจึงมีหน้าที่คอยปรับความต้านทานของหลอดเลือด เพื่อช่วยให้เลือดเข้าสู่แต่ละอวัยวะได้ การหดตัวหรือคลายตัวถูกควบคุมโดยหลายกลไก ทั้งระบบประสาท ฮอร์โมน และพวกลำเลียงของเลือด รวมทั้งกลไกทางฟิสิกส์ เช่น การเปลี่ยนแปลงความดันเลือดหรือความหนืดของเลือด เป็นต้น ความดันโลหิตสูง (Hypertension) เกิดจากขณะหลอดเลือดหดตัวจะทำให้เกิดความต้านทานขึ้น หัวใจพยายามจะบีบโลหิตไปให้พอเพียง เมื่อหัวใจบีบตัวแรงขึ้นความดันจึงเพิ่มขึ้น

3 หลอดเลือดฝอย หลอดเลือดแดงรองที่เล็กลงเรื่อยๆ จนกระทั่งส่วนที่เล็กที่สุด คือ หลอดเลือดฝอย ซึ่งไม่มีกล้ามเนื้อเรียบบุผนัง เป็นตำแหน่งที่ให้สารอาหาร ก๊าซ และสารน้ำผ่านเข้าออกผนังได้ โดยอาศัยวิธีการแพร่ผ่านหรือซึมผ่านหรือการกรอง ขึ้นอยู่กับชนิดของสารอาหารและตำแหน่งของหลอดเลือดฝอย ปริมาตรโลหิตที่ไหลผ่านหลอดเลือดฝอยแต่ละส่วนถูกควบคุมโดยกล้ามเนื้อเรียบที่บุผนัง ซึ่งทำหน้าที่เหมือนกล้ามเนื้อหูรูด เรียกว่า กล้ามเนื้อหูรูดก่อนหลอดเลือดฝอย (Precapillary Sphincter)

4. หลอดเลือดดำ เลือดจากหลอดเลือดดำฝอยหลายอันไหลมารวมกันเข้าหลอดเลือดดำ จนกระทั่งเข้าสู่หลอดเลือดดำ หลอดเลือดดำกล้ามเนื้อเรียบบุผนัง จึงมีความต้านทานการไหลเวียนเกิดขึ้น เรียกว่า ความต้านทานของหลอดเลือดดำ (Venous Resistance) หลอดเลือดดำขนาดใหญ่ขึ้นจะมีผนังบางลง นำเลือดกลับสู่หัวใจ หลอดเลือดดำจุลเลือดได้ร้อยละ 50 ของปริมาตรเลือดในร่างกายทั้งหมดถือได้ว่าเป็นแหล่งเก็บเลือด (Blood Reservoir) ที่สามารถทดแทนเลือดให้แก่ร่างกายได้จนทำให้ความดันเลือดไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ขณะที่ร่างกายเสียเลือดหรือต้องการโลหิตเวียนเพิ่มขึ้น

5. การเชื่อมประสานของหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำ หลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำเชื่อมประสานกันได้โดย Arteriovenous Anastomosis หรือ A-V Shunt ซึ่งเป็นช่องทางให้เลือดไหลจากหลอดเลือดแดงรองเข้าหลอดเลือดดำย่อยได้โดยไม่ต้องผ่านหลอดเลือดฝอย การจัดตั้งของหลอดเลือดนี้เพื่อประโยชน์บางอย่าง เช่น ให้โลหิตไปสู่ผิวหนังมากขึ้นขณะร่างกายอยู่ในบรรยากาศที่มีอุณหภูมิสูง เพื่อช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกาย เป็นต้น (บังอร ชมเดช. 2541)

ประโยชน์จากการใช้ความเย็น

มนุษย์รู้จักการนำความเย็นมาใช้ในการฟื้นฟูหรือบรรเทาอาการต่าง ๆ ของร่างกาย ตั้งแต่สมัยอดีตการ เช่น การอาบน้ำเย็นในแม่น้ำลำธาร เพื่อช่วยบรรเทาอาการปวดเมื่อยล้าจากการตรากตรำทำงานทั้งวัน หรือช่วยลดอาการที่เกิดจากการที่กล้ามเนื้อถูกใช้งานมากเกินไป ในสมัยโบราณนั้น ยังไม่ทราบเหตุผลที่แน่นอนของสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อพบว่าความเย็นนั้นช่วยบรรเทาอาการปวดเมื่อยหรือเจ็บปวดต่างๆ ได้

กันยา ปาละวิวัธน์ (2532) กล่าวว่า วิธีการฟื้นฟูด้วยการใช้ความเย็นนั้น สามารถทำได้ด้วยตนเอง ซึ่งนิยมใช้การประคบน้ำแข็งเฉพาะที่ หรืออาจใช้วิธีการแช่ในอ่างน้ำเย็น ที่อุณหภูมิประมาณ 10 - 14 องศาเซลเซียส หรือใช้ผ้าขนหนูชุบน้ำเย็นจัด ประคบหรือซอลม โดยระยะเวลาที่ใช้ควรอยู่ประมาณ 10 - 20 นาที เป็นอย่างน้อย

การใช้ความเย็นเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกาย ไม่เป็นเพียงการบรรเทาอาการเจ็บปวดที่ได้รับจากการบาดเจ็บจากการกีฬาเพียงอย่างเดียว การใช้ความเย็นนั้นยังสามารถเป็นการฟื้นฟูหรือคืนสภาพของกล้ามเนื้อจากการเมื่อยล้าซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการทำงานของกล้ามเนื้อที่หนักหรือนานเกินไปจนทำให้มีกรดแลคติกคั่งค้างอยู่ในกล้ามเนื้อและในร่างกายจนทำให้มีอาการปวดเมื่อยและอักเสบระบบกล้ามเนื้อ (Wilcock et. al, 2006)

การใช้ความเย็นเพื่อการฟื้นฟูหรือคืนสภาพของร่างกายหลังจากการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬายังหนักรู้ ได้มีการใช้ในวงการกีฬามานานและได้มีการนำมาประยุกต์ในการใช้ความเย็นด้วยวิธีต่างๆ เพื่อเป็นการค้นคว้าเพื่อหาวิธีที่ให้ประโยชน์ต่อการฟื้นฟูสภาพของร่างกายไม่ว่าก่อนหรือหลังจากการเล่นกีฬาหรือออกกำลังกายอย่างหนัก (Vaile J., 2008) แต่ยังไม่นิยมและเป็นที่แพร่หลาย ซึ่งในบางประเทศก็ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้แล้ว เช่น ในกีฬาซูโม่ ของประเทศญี่ปุ่น ได้มีการนำนักกีฬาลงแช่ในอ่างน้ำแข็งเพื่อคลายความเมื่อยล้าหลังการแข่งขันและเพื่อให้พร้อมกับการแข่งขันในการแข่งขันในรอบต่อไป ซึ่งมีการแข่งขันแบบเสร็จสิ้นในวันเดียว หรือในกีฬารักบี้ของบางประเทศ ก็ได้มีการแช่น้ำเย็นหลังการแข่งขันเช่นเดียวกัน แต่ในประเทศไทยยังไม่นิยมใช้วิธีนี้ในวงการกีฬายังใช้วิธีเพียงการรักษาหรือบรรเทาอาการเจ็บปวดซึ่งเกิดจากการบาดเจ็บเพียงเท่านั้น ยังไม่นำมาใช้ในการลดกรดแลคติกเพื่อคลายความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ ซึ่งเกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้ออย่างหนักหรือมีกรดแลคติกคั่งค้างอยู่

ผิวหนัง (Skin)

การจะนำความเย็นไปใช้ในการพักฟื้น (recovery) นั้น ควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับกายวิภาคศาสตร์ของผิวหนังก่อน เพราะในการใช้ความเย็นในการคืนสภาพร่างกายเพื่อลดกรดแลคติกในเลือดเราใช้การให้ความเย็นผ่านทางผิวหนัง

ผิวหนังทั่วไปมีความหนาประมาณ 1 - 2 มิลลิเมตรแบ่งเป็น 2 ชั้น ชั้นนอกเรียกว่า “ชั้นหนังกำพร้า” (epidermis) และชั้นในเรียกว่า “ชั้นหนังแท้” (dermis) ชั้นหนังแท้มีความหนามากกว่าชั้นหนังกำพร้า และเป็นที่อยู่ของหลอดเลือด และเส้นประสาทรับความรู้สึกต่างๆ เช่น เส้นประสาทรับสัมผัส เส้นประสาทรับอุณหภูมิ ต่อมเหงื่อ ต่อมไขมัน รากขน (บรรจบ ชุณหสวารณ. 2539)

เมื่อมีความเย็นมาสัมผัสผิวหนังของเรา ร่างกายจะรู้สึกเย็น โดยอาศัยระบบประสาทรับความรู้สึกของร่างกาย โดยที่ตรงส่วนปลายของเส้นประสาทรับความรู้สึกบางเส้นเป็นตัวรับความรู้สึกร้อน และบางเส้นทำหน้าที่รับความรู้สึกเย็น

ตัวรับความรู้สึกร้อนทำหน้าที่รับความรู้สึกร้อนที่คงระดับหรือเพิ่มขึ้นในระหว่างอุณหภูมิ 34 - 45 องศาเซลเซียส ส่วนตัวรับความรู้สึกเย็นจะทำหน้าที่รายงานความเย็นในช่วงอุณหภูมิ 12 ถึง 35 องศาเซลเซียส

เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 45 องศาเซลเซียส พบว่าตัวรับความรู้สึกร้อนจะหยุดทำงาน แต่ตัวรับความรู้สึกเย็นและตัวรับความรู้สึกเจ็บปวดกลับถูกกระตุ้นให้ทำงานแทน ทำให้เกิดความรู้สึกร้อนเกิดขึ้น และเมื่ออุณหภูมิเย็นจัดมากๆ ตัวรับความรู้สึกเจ็บปวดเท่านั้นที่ถูกกระตุ้นทำให้รู้สึกเจ็บปวดแทนที่จะรู้สึกเย็น มีผู้ทำการศึกษาไว้ว่า ตัวรับความรู้สึกเย็นมีอยู่ประมาณ 6 - 23 จุดต่อตารางเซนติเมตร ตัวรับความรู้สึกร้อนมีอยู่ประมาณ 0 - 3 จุดต่อตารางเซนติเมตร และในร่างกายมีตัวรับความรู้สึกเย็นทั้งสิ้น 250,000 จุด ตัวรับความรู้สึกร้อน 30,000 จุด (กันยา ปาละวิวัฒน์. 2532)

การกระจายตัวรับความรู้สึกเย็นและตัวรับความรู้สึกร้อนไม่เท่ากันบางแห่งมีน้อย บางแห่งมีมาก เช่น ที่แก้มมีตัวรับความรู้สึกร้อนมากกว่าที่ปลายนิ้วมือ ที่เยื่อบุลิ้นและปากมีตัวรับความรู้สึกร้อนน้อยกว่าที่ปลายนิ้วมือเป็นต้น เป็นเหตุให้บริเวณต่างๆ มีความรู้สึกต่ออุณหภูมิที่เท่ากันแตกต่างกัน และร่างกายจะรายงานความรู้สึกร้อนหรือเย็นตามอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ตามปริมาณตัวรับความรู้สึกร้อนหรือเย็นที่ถูกกระตุ้น และตามการถ่ายเทของความร้อน ไม่ใช่รายงานตามปริมาณความร้อนหรือความเย็นที่แท้จริง

ผลของความเย็นที่มีต่อร่างกาย

เมื่อให้ความเย็นแก่ร่างกายจะทำให้เกิดภาวะการหดตัวของหลอดเลือดที่ระดับผิวหนัง (Wilcock et. al, 2006, Marsh and Sleivert, 1999) อธิบายไว้ว่าการได้รับความเย็นอาจส่งผลต่อการไหลเวียนของเลือดส่วนปลาย (peripheral blood flow) ลดลง คือมีการหดตัวของหลอดเลือดส่วนปลาย แต่ก่อให้เกิดการเพิ่มของการไหลเวียนของเลือดส่วนกลาง (central blood volume) เพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของ central blood flow นี้ยังอาจส่งผลประโยชน์ต่อสมรรถภาพและ

ความสามารถของร่างกายในภายหลัง ซึ่งจะทำให้บุคคลหรือนักกีฬานั้นๆ สามารถรักษาระดับความสามารถสูงสุด (peak performance) ได้นานยิ่งขึ้น

การใช้การฟื้นฟูสภาพโดยใช้ความเย็นนอกจากจะเป็นการบำบัดอาการบาดเจ็บแล้ว ความเย็นยังส่งผลต่อการลดลงของ creatine kinase (CK) (Wilcock et. al, 2006) และยังทำให้ร่างกายกลับคืนสู่สภาวะปกติได้อย่างรวดเร็วจากการเปรียบเทียบการฟื้นฟูสภาพโดยใช้การแช่น้ำเย็น การแช่น้ำร้อนสลับเย็นและการพักปกติ การแช่น้ำเย็นเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการนำไปใช้กับทีมกีฬา มากกว่าวิธีการแช่น้ำร้อนสลับเย็นหรือพักปกติ (Ingram J., 2008) การที่ความเย็นส่งผลทำให้ central blood volume เพิ่มขึ้นทำให้มีปริมาณเลือดส่งไปยังกล้ามเนื้อมากขึ้นเพื่อกำจัดของเสียที่เกิดจากการใช้พลังงานจากกล้ามเนื้อ เช่น กรดแลคติกออกไปได้ (Marsh and Sleivert. 1999) สามารถทำการแลกเปลี่ยนสารระหว่างภายนอกและภายในเซลล์ได้มากขึ้นในกล้ามเนื้อ แต่การใช้ความเย็นในการฟื้นฟูสภาพยังไม่มีผลต่อภาวะ Delayed onset muscle soreness (DOMS) ในผู้ที่ไม่มีอาการบาดเจ็บ วิธีการนี้จึงเหมาะสำหรับนำไปใช้ในระหว่างการฟื้นฟูสภาพของนักกีฬา (Sellwood K.L., 2007)

ข้อควรระวัง วิธีการบำบัดด้วยการใช้ความเย็นนั้น ผู้ที่ได้รับการบำบัดด้วยความเย็น ควรได้รับความเย็นขนาดเย็นจัด ซึ่งจะมีอาการปวดเล็กน้อยแต่ทนได้ (บรรจบ ชุณหสวัณ. 2539)

ข้อห้ามในการบำบัดด้วยการใช้ความเย็น

- ไม่ใช้ในผู้ป่วยที่มีปัญหาเกี่ยวกับโรคของหลอดเลือด
- ไม่ใช้กับผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจ
- ไม่ใช้กับผู้ป่วยที่มีเส้นประสาทสัมผัสเสีย
- ไม่ใช้กับผู้ป่วยที่เป็นโรคเมอเร็ง
- ไม่ใช้ในคนที่แพ้ความเย็น

ระบบกล้ามเนื้อ

กล้ามเนื้อเป็นเนื้อเยื่อที่มีมากที่สุดในร่างกาย คือ มีประมาณ 40 - 50% ของน้ำหนักตัว เซลล์กล้ามเนื้อนั้นมีความไวต่อสิ่งเร้า และสามารถส่งสัญญาณไฟฟ้าไปตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย เป็นกลุ่มเซลล์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานกล เพื่อทำให้เกิดแรงในการทำงานและมีการเคลื่อนไหวร่างกาย (ศิริพร โชติโพนุลย์พันธุ์. 2545) โดยการเคลื่อนไหวของร่างกายนั้นล้วนต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งกล้ามเนื้อนั้น ถือได้ว่าเป็นอวัยวะที่ใหญ่ที่สุดในร่างกาย โดยประมาณ 40% ของน้ำหนักร่างกายเป็นกล้ามเนื้อลาย อีก 10% เป็นกล้ามเนื้อเรียบและกล้ามเนื้อหัวใจ

ชนิดของกล้ามเนื้อ

กล้ามเนื้อในร่างกาย มี 3 ชนิด คือ

1. กล้ามเนื้อลาย (Striated Muscle) เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Skeletal Muscle เนื่องจากเป็นกล้ามเนื้อที่เกาะติดอยู่กับกระดูกโครงร่าง และทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของร่างกายเมื่อกำลังเนื้อมีการหดตัว มีทั้งสิ้น 792 มัด มีน้ำหนักประมาณ 40% ของน้ำหนักตัวในจำนวนนี้เป็นน้ำ 70% เป็นโปรตีน 25% และที่เหลือเป็นพวกเกลือแร่และพลังงาน (ศิริพร โชติไพบุลย์พันธุ์. 2545)

2. กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac หรือ Heart Muscle) ประกอบเป็นกล้ามเนื้อหัวใจ ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมของอำนาจจิตใจ การหดตัวจะเกิดขึ้นเป็นจังหวะ และสามารถกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าได้เอง

3. กล้ามเนื้อเรียบ (Smooth Muscle) พบอยู่ตามอวัยวะภายในที่กลวง เช่น หลอดเลือด กระเพาะอาหาร ลำไส้ ท่อทางเดินปัสสาวะ เป็นต้น

โดยทั่วไปกล้ามเนื้อมีคุณลักษณะสำคัญ 4 ประการ คือ

(1) มีความไวต่อสิ่งกระตุ้น ซึ่งเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการรับและตอบสนองต่อตัวกระตุ้น ซึ่งตัวกระตุ้นนั้นก็หมายถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมภายนอกและภายในที่แรงพอจนเกิด “แอคชั่น โฟเทนเชียล” ได้

(2) ความสามารถในการหดตัว เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำให้เกิดแรงจากการหดตัว เมื่อได้รับตัวกระตุ้นที่เพียงพอ

(3) ความสามารถในการยืด เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการถูกยืดออก กล้ามเนื้อลายส่วนมากมีการจัดวางไว้เป็นคู่ เมื่อกลุ่มหนึ่งหดตัวจะทำให้กล้ามเนื้ออีกกลุ่มหนึ่งซึ่งอยู่ตรงกันข้ามคลายตัว และถูกยืดออก

(4) ความสามารถในการยืดหยุ่น เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดกลับสู่สภาวะเดิมภายหลังการหดตัวหรือการถูกยืดออก

หน้าที่ของกล้ามเนื้อ

ชูศักดิ์ เวชแพศย์และกันยา ปาละวีวรรณ (2536) กล่าวว่า จากคุณสมบัติของกล้ามเนื้อ ทำให้กล้ามเนื้อสามารถทำหน้าที่สำคัญ 3 ประการ คือ

(1) การเคลื่อนไหว การเคลื่อนไหวนั้นเป็นหน้าที่ซึ่งเห็นได้ชัดเจน เช่น การเดินและการวิ่ง นอกจากนั้นการทำงานของกล้ามเนื้อในการหุบจับสิ่งของ หรือการเคลื่อนไหวของทรงวงกตที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ ส่วนการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อหัวใจซึ่งอยู่ภายในร่างกายที่ทำให้หัวใจสามารถสูบฉีดโลหิตได้ รวมถึงการเคลื่อนไหวของกระเพาะอาหารและลำไส้เพื่อบีบคลุกเคล้าอาหาร เป็นต้น

(2) การรักษาท่าทางของร่างกาย กล้ามเนื้อลายทำหน้าที่รักษาท่าทางของร่างกายไว้ให้คงอยู่ได้ เช่นการยืนและการนั่ง

(3) การสร้างความร้อน เมื่อกล้ามเนื้อลายหดตัวจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นเพื่อช่วยให้อุณหภูมิในร่างกายคงสภาพอยู่ได้ ความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกายนั้น ส่วนใหญ่เกิดจากกล้ามเนื้อลาย ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของความร้อนถึง 85%

กล้ามเนื้อลาย

กล้ามเนื้อ (muscle) ประกอบด้วยหน่วยย่อย คือ ไยกล้ามเนื้อ (muscle fiber) มากมาย กล้ามเนื้อของร่างกายมนุษย์มีในกล้ามเนื้อทั้งหมดประมาณ 250 ล้านใย กล้ามเนื้อแต่ละใยถูกหุ้มด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ที่เรียกว่าเอนโดไมเซียม (endomysium) ไยกล้ามเนื้อ รวมกันประมาณ 150 ใย กลายเป็นมัดเล็กๆ และถูกหุ้มด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เรียกว่าเพอริไมเซียม (perimysium) ส่วนกล้ามเนื้อทั้งมัด มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันหุ้มรอบทั้งมัดเรียกว่าเอพิไมเซียม (epimysium) มีลักษณะแผ่เป็นพังผืด ทำหน้าที่ป้องกันกล้ามเนื้อ และแผ่นพังผืดดังกล่าวมารวมตัวกันหนาขึ้นกลายเป็นเอ็น (tendon) เพื่อไปยึดติดกับกระดูก (ณัฐริตา บังเมฆ. 2547)

การหดตัวของกล้ามเนื้อ

กล้ามเนื้อลายอยู่ใต้อำนาจจิตใจ สามารถควบคุมได้ซึ่งการหดตัวของกล้ามเนื้อลายจะเกิดได้ก็ต่อเมื่อมี “แอคชั่น โฟเทนเซียล” ผ่านไปตามซาโครเลมมา ซึ่งปฏิกิริยานี้ต้องอาศัย การกระตุ้นจากเส้นประสาท

การทำงานของกล้ามเนื้อลาย จะถูกควบคุมโดยระบบประสาทผ่านทางเส้นสาทยนต์ที่มาเลี้ยงยังกล้ามเนื้อนั้น เมื่อกระตุ้นเส้นสาทยนต์ มีผลทำให้เกิดการหลั่งสารสื่อประสาท อซีทิลโคลีน ออกจากถุง ซึ่งอยู่บริเวณปลายประสาท อซีทิล โคลีน จะมาจับกับตัวรับความรู้สึกซึ่งอยู่บนผิวเยื่อหุ้มเซลล์กล้ามเนื้อทำให้มีการเพิ่มแพร่ผ่านของโซเดียม ไอออน มีผลทำให้เกิดดีโพลาไรเซชัน ที่บริเวณรอยต่อประสานระหว่างเส้นประสาทและกล้ามเนื้อ (neuromuscular junction) เนื่องจากเยื่อหุ้มเซลล์ของกล้ามเนื้อเป็นท่อตามขวาง (transverse tubule) เข้าไปในเซลล์ ปฏิกิริยาขณะทำงานของกล้ามเนื้อจึงเคลื่อนที่ไปตามท่อตามขวางมีผลให้เกิดดีโพลาไรเซชันของท่อตามขวางและมีผลต่อ ซาร์โคพลาสมิกเรติคูลัม (sarcoplasmic reticulum) ซึ่งขนานอยู่ทั้งสองข้างของท่อตามขวาง ให้หลังแคลเซียมออกมาจากท่อเทอร์มินัลซิสเตอานา (terminal cisterna) ของซาร์โคพลาสมิกเรติคูลัม และไปจับกับโปรตีน โทรโปนิน (troponin) ทำให้เปิดตำแหน่งที่จับของมายโอซิน ที่อยู่บนสายของแอ็คตินได้ 7 แห่ง หัวไมโอซินจึงสามารถจับกับแอ็คตินได้ เกิดสะพานเรียกว่า ครอสบริดจ์ (crossbridge) ขณะเดียวกันที่หัวใจของ ไมโอซินมีเอนไซม์ (enzyme) ที่สำคัญคือไมโอซิน เอทีพีเอส (myosin ATPase) ซึ่งทำหน้าที่สลาย เอทีพี ให้ได้ เอดีพี ฟอสเฟส และพลังงาน ซึ่งพลังงานนี้ทำให้เกิดแรงกระชากในการงอหัวไมโอซิน เพื่อที่จะดึงสายแอ็คตินหรือไมโอฟิลาเมนต์ให้

เคลื่อนที่เข้าสู่แกนกลางของซาร์โคเมอร์มีผลทำให้กล้ามเนื้อหดตัวพร้อมเพรียงกัน (ณัฐริดา บังเมฆ. 2547)

ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ

ความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ หมายถึง กล้ามเนื้อไม่สามารถทำงานให้มีประสิทธิภาพ หรือกำลังได้เท่าเดิม ภายหลังจากการที่กล้ามเนื้อถูกกระตุ้นซ้ำๆ เป็นเวลานานๆ หรือถูกกระตุ้นด้วยความถี่สูง ซึ่งจะพบว่าเมื่อมีความเร็วของการหดตัวลดลง ระยะเวลาคลายตัวช้าลงทั้งๆ ที่ยังถูกกระตุ้นอยู่

การล้าของกล้ามเนื้อ (muscular fatigue) เป็นผลรวมทางด้านจิตใจและร่างกายไว้ด้วยกัน มักเกิดขึ้นหลังจากการที่มีการออกกำลังกายอย่างหนัก หรือมีการใช้สมองมากเกินไป การล้าของกล้ามเนื้ออาจเกิดขึ้นในช่วงใดช่วงหนึ่งก็ได้ เช่น การล้าเนื่องจากระบบประสาทส่วนกลาง และการล้าที่เซลล์กล้ามเนื้อซึ่งเป็นผลทำให้การหดตัวของกล้ามเนื้อลดลง เชื่อว่าการล้าที่แท้จริงเกิดขึ้นที่เซลล์กล้ามเนื้อซึ่งอาจจะเกิดขึ้นจากการขาดออกซิเจนและ ATP การเพิ่มปริมาณของกรดแลคติกจะทำให้การทำงานของเอนไซม์ ATPase ในเซลล์กล้ามเนื้อเสียไป นอกจากนี้ H^+ ที่เกิดจากกรดจะแย่ง Ca^{++} ในการจับ โทรโปนิน ดังนั้น วงจรการหดตัวคลายตัวจึงไม่เกิดขึ้น และการลดลงของ pH ทำให้การหลั่ง Ca^{++} จาก SR น้อยลง ถ้ากล้ามเนื้อหดตัวติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน จะทำให้เกิดความเจ็บปวดในกล้ามเนื้อ เพราะวาระเวลาที่กล้ามเนื้อหดตัวแรงดันที่เกิดขึ้นภายในกล้ามเนื้อจะสูงมากกว่าความดันเลือด ทำให้การไหลของเลือดไปยังกล้ามเนื้อที่กำลังทำงานหยุดลง และการสะสมของสารที่เรียกว่า ปัสจัย พี ซึ่งจะไปกระตุ้นตัวรับสัญญาณความเจ็บปวด ทำให้เกิดความรู้สึกเจ็บปวดได้ (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2547)

แกรนด์จิน (Grandjean., 1988: อ้างถึงใน ณัฐริดา บังเมฆ. 2547) กล่าวว่า เมื่อร่างกายเรามีอาการเกิดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อนั้น เราสามารถทราบได้จาก

1. อาการที่พบเห็นได้ด้วยตาเปล่า คือ ความสามารถในการกระทำกิจกรรมนั้นๆ ลดลง
2. การเปลี่ยนแปลงด้านชีวเคมี จะเกิดกรดแลคติกและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดสภาพความเป็นกรดมากขึ้น
3. ปรากฏการณ์ทางสรีระไฟฟ้าเมื่อกล้ามเนื้อทำงานจนอ่อนล้าจะเกิดการกระตุ้นทางไฟฟ้าที่ผิวหนัง ซึ่งเป็นผลมาจากระบบประสาทส่วนกลาง
4. คลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (electromygram) ของกล้ามเนื้อที่ล้า

ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ

มีปัจจัยหลายอย่างทางด้านกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดการล้า (ชูศักดิ์ เวชแพศย์และกันยา ปาละวิวัธน์. 2536)

1. มีการคั่งของกรดแลคติก เชื่อกันมานานว่าการคั่งของกรดแลคติกจากการทำงานของกล้ามเนื้อทำให้ล้าได้ เมื่อกรดแลคติกเพิ่มขึ้น จะทำให้มีการล้าได้ เนื่องจากมีกรดแลคติกเกิดขึ้นมาก เมื่อมีกรดแลคติกคั่งค้างมาก ภายในเซลล์จะเป็นกรดมากขึ้น จึงทำให้การปล่อยแคลเซียมลดน้อยลง
2. การหมดไปของ เอ ที พี ซีพี ที่สะสมไว้
3. การหมดไปของไกลโคเจนที่สะสมไว้
4. การขาดออกซิเจน และการที่กล้ามเนื้อมีเลือดมาเลี้ยงไม่เพียงพอ

การทำงานของกล้ามเนื้อจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการควบคุมจากระบบประสาทการหดตัวของกล้ามเนื้อจะอยู่ภายใต้อำนาจของจิตใจ กล้ามเนื้อแต่ละมัดมีเส้นประสาทมาหล่อเลี้ยงมากมายเส้นประสาทแต่ละเส้นที่มาถึงกล้ามเนื้อจะแตกออกเป็นแขนงย่อยๆ ไปเลี้ยงเซลล์กล้ามเนื้อจำนวนมาก เส้นประสาทยอนต์ (motor neuron) หนึ่งเซลล์ และกลุ่มของเซลล์กล้ามเนื้อที่ถูกหล่อเลี้ยงด้วยประสาทยอนต์นั้นๆ จะประกอบขึ้นเป็นหนึ่งหน่วยยอนต์ (motor unit) ขนาดของหน่วยยอนต์จะแปรผันไปได้ตามตำแหน่งของกล้ามเนื้อและงานที่กล้ามเนื้อต้องทำ (ชูศักดิ์เวชแพศย์และกันยา ปาละวิวัธน์. 2536) การหดตัวของกล้ามเนื้อลายปกตินั้นเซลล์กล้ามเนื้อจะไม่หดตัวทีละเซลล์ แต่การทำงานของกล้ามเนื้อนั้น เกิดจากการหดตัวอย่างพร้อมเพรียงกันของกลุ่มเซลล์กล้ามเนื้อซึ่งเลี้ยงโดยแขนงของเส้นประสาทยอนต์อย่างเดียวกัน ที่เรียกว่า หน่วยยอนต์ ซึ่งหน่วยยอนต์ถือเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดและสามารถกระตุ้นให้เกิดการหดตัวได้ หน่วยยอนต์แต่ละหน่วยสามารถถูกกระตุ้นได้ ด้วยความแข็งแรงของสิ่งกระตุ้นที่แตกต่างกัน ระดับความแข็งแรงของสิ่งกระตุ้นที่ทำให้เห็นการเกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียกว่า เทรดโซลด์ (Threshold) หน่วยยอนต์ที่มีเทรดโซลด์ต่ำจะถูกกระตุ้นก่อนทำให้มีขนาดแรงดึงในกล้ามเนื้อระดับหนึ่ง ถ้าให้ความแข็งแรงของสิ่งกระตุ้นสูงพอทุกๆ หน่วยยอนต์จะทำงานพร้อมเพรียงกันทำให้ได้แรงดึงที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อสูงสุดเรียกการทำงานร่วมกันของมอเตอร์ทุกๆ หน่วยว่า การรวมกันของมอเตอร์ยูนิต (Sammamtion Of motor Unit หรือ Recruitment of motor unit) (ณัฐริดา บังเมฆ. 2547)

กรดแลคติก (Lactic Acid)

ในระหว่างการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อมีการทำงานอย่างต่อเนื่อง โดยมีพลังงานในกล้ามเนื้อเป็นตัวการให้กล้ามเนื้อทำงาน ในภาวะเดียวกัน เมื่อกล้ามเนื้อทำงานนานๆ เข้า ส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อก็จะเกิดขึ้น ของเสียดังกล่าวนี้นี้ คือ “กรดแลคติก” (Lactic Acid) ซึ่งเกิดขึ้นจากกระบวนการสร้างพลังงานในกล้ามเนื้อ หรือกระบวนการสร้างพลังงานจากสารอาหารกลูโคส (glycolysis) เมื่อมีการสร้างพลังงานอย่างต่อเนื่อง ของเสียจากกระบวนการสร้างพลังงาน จะมี

อะตอมของไฮโดรเจนกับน้ำทำปฏิกิริยากับกรดไพรูวิก ก็จะเป็นกรดแลคติกขึ้น ถ้าปริมาณการนำเข้าของออกซิเจนสมดุลกับการทำงานของกล้ามเนื้อกรดแลคติกที่เกิดขึ้นภายในกล้ามเนื้อจะถูกทำลายให้สลายไปเป็นพลังงานอย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าปริมาณการนำเข้าของออกซิเจนไม่เพียงพอเมื่อมีปริมาณกรดแลคติกที่มากเกินไป ก็จะเกิดภาวะการทำให้กล้ามเนื้อไม่สามารถยืด หรือหดตัวได้ตามปกติ ซึ่งหมายถึง การเกิดตะคริว (muscle cramp) ตะคริวเป็นภาวะการหดตัวอย่างรุนแรงของกล้ามเนื้อติดต่อกันนานๆ เป็นการทำงานจนเกินขีดปกติ หรือความเหนื่อยล้าที่เกิดขึ้นกับเนื้อหลายๆ นอกจากนี้สารเคมีที่ช่วยสร้างปฏิกิริยาเพื่อให้กล้ามเนื้อมีปริมาณลดลง ทำให้ปริมาณน้ำในกล้ามเนื้อน้อยลงก็เป็นสาเหตุของการเกิดตะคริว จากสภาพการเกิดกรดแลคติก แสดงว่าผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายดี ปริมาณการนำเข้าออกซิเจนสูง โอกาสที่จะเป็นตะคริวน้อย เนื่องจากปริมาณออกซิเจนที่นำเข้ามาเป็นตัวสันดาปกรดแลคติก ให้เกิดเป็นพลังงานได้ตลอด คือ ปริมาณออกซิเจนที่หายใจเข้ามีปริมาณที่สมดุลกับกรดแลคติกที่เกิดขึ้น จากผลการวิจัยพบว่า นักกีฬาที่มีการฝึกประจำหลังจากการออกกำลังกายเต็มที่แล้วพบว่าปริมาณของกรดแลคติกในเลือดถึง 20-30% ซึ่งสูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกและปริมาณกรดแลคติกที่เกิดขึ้นก็มีผลต่อการผลิตพลังงานต่อเนื่องให้กับกล้ามเนื้อ ดังนั้นนักกีฬาที่ฝึกเป็นประจำย่อมมีสมรรถภาพหรือพลังงานกล้ามเนื้อมากกว่า (พีระพงศ์ บุญศิริ. 2538)

การที่มีกรดแลคติกสะสมในเซลล์กล้ามเนื้อในปริมาณที่มาก จะไปกระตุ้นประสาทรับความรู้สึกด้านความเจ็บปวด (pain receptor) ทำให้มีอาการเจ็บระบบกล้ามเนื้อ (muscle soreness) และยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดตะคริวที่กล้ามเนื้อ การล้าของกล้ามเนื้อที่มีสาเหตุเนื่องมาจากการใช้งานนั้น มีหลายปัจจัย ได้แก่ การใช้งานกลุ่มกล้ามเนื้อนั้นซ้ำๆ ต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน การลดลงของพลังงานที่สะสม การขาดออกซิเจน และที่สำคัญคือ การที่มีกรดแลคติกสะสมในกล้ามเนื้อมาก จะทำให้รู้สึกไม่สบายที่กล้ามเนื้อ หรือมีอาการปวดเกร็งกล้ามเนื้อร่วมด้วย เมื่อมีการล้าเกิดขึ้นกล้ามเนื้อจะเคลื่อนไหวลำบาก เคลื่อนไหวได้ช้า ทำงานได้ไม่เต็มที่ นอกจากนี้แล้วการที่มีกรดแลคติกมากยังส่งผลให้เลือดมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดต่ำลง มีสภาพของความเป็นกรดมากขึ้น (ชัชรินทร์ อังศุภากร. 2540)

ปกติกรดแลคติกจะเกิดขึ้นในเซลล์กล้ามเนื้อก่อนแล้วแพร่กระจายออกมาสู่กระแสเลือดภายในระยะเวลาประมาณ 5 นาที หลังจากเกิดกรดแลคติกขึ้น ภาวะปกติในเลือดจะมีความเข้มข้นของกรดแลคติกประมาณ 10 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร (10 มก.%) หากมีกรดแลคติกในเลือดสูงถึง 0.03-0.1 กรัมเปอร์เซ็นต์ หรือในกล้ามเนื้อ 0.3-0.4 กรัมเปอร์เซ็นต์ กล้ามเนื้อจะหยุดทำงานระดับของกรดแลคติกในเลือดจะเพิ่มสูงขึ้นมากภายใน 5-10 นาทีของการออกกำลังกายสูงสุดบนลู่วิ่ง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15 มิลลิโมล/ลิตร โดยทั่วไปในคนปกติที่มีสมรรถภาพ ทางกายดีจะทนต่อการมีกรดแลคติกในเลือดได้ถึง 130 มิลลิโมลเปอร์เซ็นต์ และบางรายอาจสูงถึง 300 มิลลิโมลเปอร์เซ็นต์ (อำพร ศรียาภย์. 2544)

การเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากกล้ามเนื้อและเลือดในช่วงของการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย จำเป็นต้องใช้พลังงานในการเคลื่อนย้าย ซึ่งพลังงานส่วนใหญ่มาจากการสร้างพลังงานที่มีออกซิเจนอย่างเพียงพอ กรดแลคติกสามารถที่จะเปลี่ยนกลับไปเป็นไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ

นอกจากนั้นจะเปลี่ยนไปเก็บไว้ในส่วนต่างๆ เช่น ไกลโคเจนในตับ กลูโคสในเลือด และเปลี่ยนไปเป็น คาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ ในส่วนอื่นๆ กรดแลคติกสามารถที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาผลาญอาหารโดยการแตกตัวของพลังงานที่ใช้ออกซิเจนเพื่อจัดเตรียมเอทีพีที่กระตุก กล้ามเนื้อหัวใจ ตับ และเนื้อเยื่อไตสามารถใช้ประโยชน์จากกรดแลคติกให้กลับไปเป็นเชื้อเพลิงได้ ซึ่งเหตุผลส่วนใหญ่ สำหรับการชำระหนี้ของกรดแลคติกที่ถูกเคลื่อนย้ายระหว่างการฟื้นตัวคือ สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิง ได้นั่นเอง(ภาสกร บุญนิยม. 2533)

การเปลี่ยนกรดแลคติกจากส่วนต่างๆ เพื่อเป็นพลังงานที่ต้องการนั้นจะอยู่ระหว่าง ระยะเวลาในการฟื้นตัวโดยตรง ในขณะที่ส่วนน้อยของพลังงานมาจากปริมาณออกซิเจนที่ร่างกาย รับเข้ามาในระหว่างการใช้หนี้ออกซิเจนในช่วงหลัง (Lactacid Oxygen Debt) (ซัชรินทร์ อังศุภากร. 2540)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

อินแกรมและคณะ (Ingram et. al, 2008) ทำการศึกษาวิจัยเรื่องผลของการแช่น้ำแบบ ต่างๆ ที่มีผลต่อการฟื้นฟูสภาพหลังการออกกำลังกายในรูปแบบทีมกีฬา เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการ ใช้การแช่น้ำร้อนสลับเย็น การแช่น้ำเย็น และพักเฉยๆ โดยการพักให้หลังจากการออกกำลังกาย แบบทีมจนหมดแรง ทดสอบการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำๆ ความแข็งแรง วัดความรู้สึกอาการล้าของ กล้ามเนื้อภายหลัง 48 ชั่วโมง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬายาในทีมกีฬา ทำการทดสอบเป็นเวลา 3 วัน และเว้นการทดสอบแต่ละครั้ง 2 สัปดาห์ วันแรกทดสอบเพื่อดูค่าพื้นฐานของความสามารถ เมื่อ เสร็จสิ้นจากการออกกำลังกายและหลังจากการออกกำลังกาย 24 ชั่วโมง ให้กลุ่มตัวอย่างทำการฟื้นฟู สภาพร่างกายด้วยวิธีการต่างๆ ตามที่กำหนดไว้เป็นเวลา 15 นาที ที่ชั่วโมงที่ 48 หลังการออกกำลังกาย ทำการทดสอบความสามารถทางกายอีกครั้ง วิเคราะห์ค่าของกรดแลคติกในเลือดและวัดระดับ ความรู้สึกล้าก่อนและระหว่างการออกกำลังกายในครั้งที่ 2 และชั่วโมงที่ 24 ชั่วโมงที่ 48 ในการ เปรียบเทียบพบว่ากลุ่มแช่น้ำร้อนสลับเย็นกับกลุ่มควบคุม กลุ่มแช่น้ำเย็นให้ผลค่าความแตกต่างของ ความรู้สึกล้าที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตลอดจนไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็งแรงของ ขา ภายหลังชั่วโมงที่ 48 การแช่น้ำเย็นส่งผลทำให้ความสามารถการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำๆ กลับสู่ สภาวะเดิมได้เร็วขึ้น ประโยชน์ที่ได้จากการแช่น้ำร้อนสลับเย็นมีเพียงค่าของค่าความล้าที่ชั่วโมงที่ 24 ที่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการแช่น้ำเย็นให้ผลดี ที่สุดภายหลังจากการออกกำลังกายจนเกิดความล้าซึ่งเป็นวิธีที่ดีกว่าการแช่น้ำร้อนสลับเย็นและการ พักเฉยๆ

ไวล์และคณะ (Viale J. et. al, 2008) ทำการศึกษาวิจัยเรื่องผลของการแช่น้ำเย็นที่มีต่อ ความสามารถในการปั่นจักรยานซ้ำๆ ในสภาวะอากาศร้อนเพื่อประเมินผลของการใช้การแช่น้ำเย็น และการฟื้นฟูสภาพแบบไม่อยู่กับที่ในการปั่นจักรยานซ้ำๆ ในที่มีอากาศร้อน มีกลุ่มตัวอย่างเป็น

อาสาสมัครนักกีฬาจักรยานชาย จำนวน 10 คน อบอุ่นร่างกาย 5 นาทีตามด้วยการปั่นที่ความหนัก 125 วัตต์ 150 วัตต์ 175 วัตต์ 200 วัตต์ และที่ระดับ 75% ของพลังความสามารถสูงสุด รวมเป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นให้ฟื้นฟูสภาพด้วยวิธีการต่างๆ คือ แช่น้ำที่ 10°C 15°C 20°C 20°C ต่อเนื่องและการฟื้นฟูสภาพแบบมีกิจกรรม (Active Recovery) อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นเวลา 15 นาที แล้ว หลังจากการปั่นครั้งแรก 1 ชั่วโมง (รวมวอร์มอัพก่อนการปั่นครั้งที่ 2 เป็นเวลา 5 นาที) กลุ่มตัวอย่างทำการปั่นจักรยานครั้งที่ 2 เป็นเวลา 30 นาที เปรียบเทียบค่าความสามารถที่ทำได้ระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พักการทดลอง 1 สัปดาห์ จึงทำการทดลองอีกครั้งโดยสลับกลุ่มการทดลอง ผลการทดลองพบว่าค่าความสามารถที่ทำได้มีค่าความแตกต่างกันในกลุ่ม Active Recovery อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มที่ใช้การแช่น้ำเย็น แต่ค่าความแตกต่างของระดับของกรดแลคติกในกลุ่มการใช้ความเย็นในทุกกลุ่มพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน แต่กลุ่ม Active Recovery พบว่ามีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างไรก็ตาม การใช้ความเย็นในการแช่น้ำเย็นในทุกกลุ่มมีผลในการลดการบาดเจ็บตึงเครียดจากความร้อนเพื่อคงสภาพในการรักษาความสามารถในการปั่นที่ระดับความหนักสูงได้ดีกว่ากลุ่ม Active Recovery

เซลวูดและคณะ (Sellwood et. al, 2007) ได้ทำการศึกษาเรื่องการแช่น้ำแข็ง และการรู้สึกถึงความล้าของกล้ามเนื้อ เพื่อศึกษาอธิบายถึงการใช้ความเย็นด้วยการแช่น้ำแข็งในการฟื้นฟูสภาพหลังการออกกำลังกายแบบการเหยีดขา (eccentric quadriceps) ที่ส่งผลให้ภาวะการเกิดความล้าลดลง (Deleyed-Onset Muscle Soreness: DOMS) โดยกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบ double blind จากอาสาสมัคร 40 คนที่ไม่เคยผ่านการฝึกให้ออกกำลังกายแบบ eccentric ในขนาดที่ไม่หนัก กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็นสามกลุ่ม แช่น้ำ 1 นาทีที่อุณหภูมิ $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ที่อุณหภูมิห้องปกติ (24°C) และกลุ่มควบคุม วัดผลดูจากการรู้สึกถึงความล้าของกล้ามเนื้อ ความนุ่มของเนื้อเยื่อ ขนาดเส้นรอบวงต้นขา กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อโดยการกระโดดขาเดียวเพื่อดูค่าความแข็งแรงสูงสุด บันทึกข้อมูลระดับ creatine kinase (CK) เป็นข้อมูลพื้นฐาน และภายหลังการออกกำลังกายที่ 24 48 และ 72 ชั่วโมง ผลการทดลองปรากฏว่า ระดับค่า CK ความรู้สึกถึงความล้าที่สังเกตได้จากกราฟ ความนุ่มของเนื้อเยื่อ ความแข็งแรง เส้นรอบวงต้นขา นั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีเพียงค่าที่บ่งบอกถึงการบาดเจ็บเพิ่มขึ้นจากการทำย่อและยืนขา (sit to stand) ที่ช่วง 24 ชั่วโมง กับ ชั่วโมงหลังจากการออกกำลังกายในกลุ่มแช่น้ำเย็น วิธีการในแบบการฟื้นฟูสภาพโดยการใช้แช่น้ำแข็งนี้ไม่ค่อยมีผลในกลุ่มนักกีฬาที่ไม่มีการฝึกฝน แต่จะใช้การศึกษานี้ได้ผลดีกับช่วงการพักของนักกีฬา

โครว์และคณะ (Crowe et. al, 2006) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการฟื้นฟูสภาพโดยใช้น้ำเย็นให้ผลในการลดความสามารถของระบบแอนแอโรบิค โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการแช่น้ำเย็นในการฟื้นฟู สภาพหลังจากการปั่นจักรยานแบบแอนแอโรบิค โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นชาย 13 คน และหญิง 4 คนโดยแบ่งเป็นสองกลุ่มเพื่อสลับทำการทดลอง ให้กลุ่มตัวอย่างปั่นจักรยานที่ความสามารถสูงสุด 30 วินาที และวอร์มดาวน์ปั่นจักรยาน 10 นาที พักฟื้นฟูสภาพเป็นเวลา

1 ชั่วโมง กลุ่มหนึ่งนั่งพักปกติ อีกกลุ่มหนึ่งแช่น้ำเย็น 15 นาที (ที่อุณหภูมิ 13-14 องศาเซลเซียส) หลังจากครบ 1 ชั่วโมง ให้กลุ่มตัวอย่างปั่นจักรยานที่ความสามารถสูงสุด 30 วินาที อีกครั้ง ผลการศึกษาพบว่า ค่าความสามารถสูงสุดของการปั่นครั้งที่ 2 และค่ากรดแลคติกในเลือดของกลุ่มแช่น้ำเย็นมีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มนั่งพักปกติพบว่ามีค่าแตกต่างกัน อัตราการเต้นหัวใจของกลุ่มแช่น้ำเย็นลดลงเร็วกว่ากลุ่มนั่งพักปกติ แต่ค่าระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) และค่า pH ในเลือดไม่มีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามในช่วงการพัก 1 ชั่วโมงโดยใช้วิธีการแช่น้ำเย็นนั้นส่งผลต่อการลดลงของสมรรถภาพในการปั่นจักรยานของกลุ่มตัวอย่างอย่างเห็นได้ชัดเจน

ลูและคณะ (Lau et. al, 2004) ได้ศึกษาผลของการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรม และแบบไม่มีการเคลื่อนไหว ที่มีต่อระดับกรดแลคติกในเลือดและความสามารถของกล้ามเนื้อ ภายหลังการฝึกแบบเป็นช่วง (Intermittent work) ในกลุ่มตัวอย่างเพศชายจำนวน 18 คน ให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดลอง skating test จำนวน 7 เทียว ใช้เวลาเทียวละ 40 วินาที พักระหว่างเทียว 90 วินาที และให้กลุ่มตัวอย่างทำการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกายเป็นเวลา 15 นาที ด้วยการปั่นจักรยานที่ความหนักต่ำ เปรียบเทียบกับการฟื้นตัวด้วยการนั่งพักเฉยๆ

ผลการทดลองพบว่า การฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมและแบบไม่มีการเคลื่อนไหวไม่มีความแตกต่างกัน ของระยะทางในการสเกต อัตราการเต้นของหัวใจและกรดแลคติกที่เกิดขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรม ไม่สามารถเพิ่มอัตราการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้

มัวร์และคณะ (Moore et. al, 2002) ได้ศึกษาผลของการฟื้นตัวที่มีต่อการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกและกำลังของกล้ามเนื้อ ภายหลังการฝึกด้วยแรงต้าน โดยให้กลุ่มตัวอย่างฝึกด้วยน้ำหนัก ในท่า Squat และหลังจากการฝึก ให้กลุ่มตัวอย่างฟื้นตัวด้วยการนั่งพัก เปรียบเทียบกับการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมด้วยการปั่นจักรยานอยู่กับที่ เช่น การเดิน การกระโดด การวิ่งไปข้างหลัง การสไลด์ไปด้านข้าง เป็นต้น เป็นเวลา 10 นาที แล้วให้กลุ่มตัวอย่างทดสอบกำลังของกล้ามเนื้อ ด้วยการกระโดดแนวตั้ง (Vertical Jump) ทำการเจาะเลือดก่อนและหลังการออกกำลังกาย

ผลการทดลองพบว่า ภายหลังการออกกำลังกายอย่างหนัก การฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมที่ความหนักต่ำ ที่มีการเคลื่อนที่รวมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ มีประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกและการฟื้นกำลังของกล้ามเนื้อ โดยที่การปั่นจักรยานอยู่กับที่ จะเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้เร็วกว่าแต่การฟื้นตัวที่มีกิจกรรมการเคลื่อนที่ จะสามารถออกแรงกำลังของกล้ามเนื้อได้ดีกว่า

คอร์ดอร์และคณะ (Corder et. al, 2000) ได้ศึกษาผลของการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรม (active) และการนั่งพักเฉยๆ (passive) ที่มีต่อระดับกรดแลคติกในเลือด ระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) และความสามารถของกล้ามเนื้อ ระหว่างการฝึกด้วยแรงต้าน ในกลุ่มตัวอย่างเพศชาย จำนวน 15 คน ประกอบด้วย การฝึกโดยใช้ท่า Squat จำนวน 6 เซต ที่ความหนัก 85% ของ 10 RM แต่ละเซตพัก 4 นาที โดยแต่ละเซตที่พักจะทำให้ร่างกายฟื้นตัวโดยการนั่งพัก และการปั่นจักรยานที่ความหนัก 25% ของระดับค่าบังชี้ความล้าของกรดแลคติก (Onset of Blood Lactate Accumulation: OBLA) และที่ 50% ของ OBLA โดยใช้จักรยานวัดงาน ปั่นที่ความเร็ว 70 รอบต่อ

นาที่ ความสามารถวัดโดยหลังจากฝึกท่า Squat ในเซตสุดท้าย ให้กลุ่มตัวอย่างใช้ความหนัก 65% ของ 10 RM โดยการยกให้ได้จำนวนครั้งมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ การเจาะเลือดจะเจาะตอนก่อนอบอุ่นร่างกาย หลังฝึกเซตที่ 2, 4 และ 6 และหลังวิธีการทำให้ฟื้นตัวเซตที่ 2, 4 และ 6 และหลังการยก ให้ได้จำนวนครั้งสูงสุด

ผลการทดลองพบว่า ระดับกรดแลคติกในเลือดและระดับการรับรู้ความเหนื่อย (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 สามารถที่จะให้ผลที่มีประสิทธิภาพต่อการลดระดับกรดแลคติกในเลือดระหว่างการฟื้นตัวและเพิ่มความสามารถของการฝึกท่า Squat

โดแทนและคณะ (Dotan et. al, 2000) ได้ศึกษาผลของความหนักของการฟื้นตัวจากการออกกำลังกายที่มีต่อการลดลงของความเข้มข้นของระดับกรดแลคติกในเลือดในกลุ่มตัวอย่างเด็กอายุระหว่าง 9 – 11 ปีที่มีสุขภาพดี จำนวน 15 คน ให้กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกาย โดยการปั่นจักรยานอยู่กับที่ ที่มี ความหนัก 150% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด เป็นเวลา 40 วินาที จำนวน 3 เที้ยว โดยพักระหว่างเที้ยว 50 วินาที และให้หยุดพัก 2 นาที ต่อจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างพักต่อ 23 นาที แล้วจึงเจาะเลือดหลังจากออกกำลังกายนาที่ที่ 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 อัตราลดลงของระดับกรดแลคติกในเลือด จากการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรม จะเคลื่อนย้ายกรดแลคติกในเลือดเร็วกว่าแบบนั่งพัก และระดับของกรดแลคติกในเลือดจากการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรม ที่ความหนัก 40%, 50% และ 60% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 โดยที่ระดับของกรดแลคติกในเลือดการฟื้นตัวที่ความหนัก 60% สูงกว่าที่ความหนัก 40% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และการฟื้นตัวที่ความหนัก 40% และ 50% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยใน 10 นาทีแรก ระดับกรดแลคติกในเลือดของการฟื้นตัวที่ความหนัก 40% สูงกว่า 50% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเล็กน้อย แต่หลังจาก 15 นาทีแล้ว ระดับกรดแลคติกในเลือดของการฟื้นตัวที่ความหนัก 50% สูงกว่า 40% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด

สตีเฟนและคณะ (Stephen et. al, 2000) ได้ศึกษาผลของการมีการเคลื่อนไหว และการจำกัดการเคลื่อนไหว หลังการออกกำลังกายแบบยัดเยียดกล้ามเนื้อ (eccentric exercise) ในกลุ่มตัวอย่างเพศชายที่มีอายุระหว่าง 20 - 25 ปี จำนวน 26 คน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดผลของการเคลื่อนไหว และการจำกัดการเคลื่อนไหวภายหลังการออกกำลังกายแบบ eccentric exercise ของกล้ามเนื้อข้อศอก ใช้มุมของข้อศอกในขณะผ่อนคลาย มุมของข้อศอกในขณะงอเต็มที่ แรง

หดตัวแบบไอโซเมตริกสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นแขนไบเซปส์ (biceps brachii) และการเจ็บระบบกล้ามเนื้อ เป็นตัวแปรในการศึกษาผลการศึกษพบว่า หลังการทดลองมุมของข้อศอกในขณะผ่อนคลายลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มุมของข้อศอกในขณะงอเต็มที่เพิ่มขึ้นแรงหดตัวแบบไอโซเมตริกสูงสุดของกล้ามเนื้อ biceps brachii ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการเจ็บระบบกล้ามเนื้อไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ระหว่างกลุ่มที่มีการเคลื่อนไหว และการจำกัดการเคลื่อนไหวแสดงว่าการออกกำลังกายแบบเบาในช่วงของการฟื้นตัวทำให้กล้ามเนื้อผ่อนคลาย ร่างกายสามารถปรับตัวเข้าสู่สภาวะปกติได้เร็วขึ้น

แมกซ์และคณะ (Max et. al, 1998) ได้ศึกษาถึงผลของการยกน้ำหนักและการวิ่งบนลู่วิ่งที่มีต่อระดับค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) และกรดแลคติกในเลือด ภายหลังการออกกำลังกายทั้งสองวิธี ในผู้ชายที่มีสุขภาพดีอายุ 20-26 ปี มีประสบการณ์ในการฝึกยกน้ำหนัก และมีความคุ้นเคยกับวิธีการที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 15 คน ทำการทดลองโดยให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งบนลู่วิ่งจนถึงอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นถึงระดับสูงสุด (max HR) และยกน้ำหนักแบบวงจรให้ท่ายกน้ำหนัก 8 ท่า ทำการยก 2 รอบ ศึกษาค่าของ VO_2 max ขณะพักก่อนการทดลองของทั้ง 2 วิธี และในช่วงการฟื้นตัวในนาที่ที่ 30 60 และ 90 และศึกษาปริมาณกรดแลคติกที่ในช่วงเวลาเดียวกัน ผลการวิจัยพบว่าก่อนการทดลองค่าของ VO_2 max และกรดแลคติกที่เกิดขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าของ VO_2 max ในช่วงการฟื้นตัว 30 นาทีแรกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการยกน้ำหนักมากกว่าการวิ่งบนลู่วิ่ง และในช่วงเวลาอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนปริมาณกรดแลคติกพบว่ามีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของการยกน้ำหนักมากกว่าการวิ่งบนลู่วิ่ง

กัปตาและคณะ (Gupta et. al, 1996) ได้ศึกษาผลของการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก ภายหลังการออกกำลังกาย โดยให้กลุ่มตัวอย่าง เพศชาย จำนวน 10 คน ออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานอยู่กับที่ ที่ระดับ 150% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด หลังจากการออกกำลังกายให้กลุ่มตัวอย่างฟื้นตัวด้วยการนั่งพัก เป็นเวลา 40 นาที เปรียบเทียบกับการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมด้วยการปั่นจักรยานอยู่กับที่ ที่ระดับ 30% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด เป็นเวลา 40 นาที และการฟื้นตัวด้วยการนอน เป็นเวลา 10 นาที ระหว่างการฟื้นตัวจะทำการเจาะเลือดหลังการออกกำลังกายทันที นาที่ที่ 3, 5, 10, 20, 30 และ 40

ผลการทดลองพบว่า ระดับกรดแลคติกในเลือดภายหลังการออกกำลังกายทันทีและนาที่ที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน แต่หลังจากนาที่ที่ 5 พบว่า การฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้เร็วกว่าการฟื้นตัวด้วยการนั่งพักและการนอน

ทีดัสและชูมาร์คเกอร์ (Tiidus and Shoemaker, 1995) ได้ศึกษาผลของการนอนที่มีต่อการไหลเวียนของโลหิตที่กล้ามเนื้อและระยะเวลาในการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาที่มีอายุระหว่าง 20 - 22 ปี เป็นผู้ที่ไม่ได้ออกกำลังกายสม่ำเสมอ จำนวน 9 คน (ชาย 4 คน หญิง 5 คน) ให้ทำการทดลองโดยการปั่นจักรยานวัดงานที่ความหนัก 1.5 ความเร็ว

รอบ 60 รอบ/นาที สามวันต่อมาออกกำลังกล้ามเนื้อต้นขา (quadriceps) แบบ eccentric exercise ด้วยเครื่อง Kin-Com muscle dynamometer นาน 15 นาที แล้วทำการวัดที่ต้นขาโดยใช้มือ 10 นาทีให้ขาข้างใดข้างหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกข้างเป็นกลุ่มควบคุม ใช้ค่า peak torque ของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ความดันโลหิตของเส้นเลือดที่ต้นขา (femoral artery) และความรู้สึกสลาย (delineate degree of muscle sensation : DOMS) เป็นตัวแปรในการศึกษาค่า peak torque และความรู้สึกสลาย บันทึกผลที่ได้ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองที่ 15 นาที 24 48 42 และ 96 ชั่วโมงหลังการทดลอง ค่าความดันโลหิตบันทึกผลที่ 0 - 1 4 - 5 และ 9 - 10 นาที ผลการศึกษพบว่าค่า peak torque มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกช่วงเวลาที่บ้านพักหลังการทดลอง (ที่ 60° ต่อวินาที) โดยขาข้างที่ได้รับการวัดมี peak torque สูงกว่าส่วนระดับความรู้สึกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เฉพาะที่ 48 ชั่วโมง หลังการทดลอง กลุ่มที่ได้รับการวัดรู้สึกสลายมากกว่าทุกช่วงเวลาการศึกษา และค่าความดันโลหิตพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยในประเทศ

พรพล พิมพาพร (2547) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบระดับของกรดแลคติกในเลือดระหว่างการฝึกด้วยแรงต้าน โดยทำให้ร่างกายฟื้นตัวระหว่างเซตด้วยการพัก การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และการเดินบนลู่วิ่ง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเพศชายของวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล ที่มีอายุระหว่าง 18 – 20 ปี จำนวน 15 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย ให้กลุ่มตัวอย่างฝึกโดยใช้น้ำหนักเป็นแรงต้านในท่าเหยียดเข่า (Knee Extension) ที่มีความหนัก 10RM จำนวน 10 ครั้ง 3 เซต พักระหว่างเซต 4 นาที ช่วงเวลาพักระหว่างเซตทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยการพัก การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และการเดินบนลู่วิ่งตามลำดับ ทั้งนี้ให้กลุ่มตัวอย่างพักระหว่างการทดลองแต่ละครั้งเป็นเวลา 2 วัน ทำการเจาะเลือดในขณะที่พัก หลังการฝึกเซตที่ 1 เซตที่ 2 และเซตที่ 3 และหลังการทำให้ร่างกายฟื้นตัวเซตที่ 1 เซตที่ 2 และเซตที่ 3 และหาผลต่างความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดหลังการฝึก และหลังการฟื้นตัวของเซตที่ 1 เซตที่ 2 และเซตที่ 3 ของการทดลองทั้ง 3 วิธี ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับกรดแลคติกในเลือดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการฝึกด้วยแรงต้าน โดยการทำให้ร่างกายฟื้นตัวในช่วงเวลาพักของเซตที่ 1 พบว่า การพักไม่แตกต่างกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ไม่แตกต่างกับการเดินบนลู่วิ่ง และการพักแตกต่างกับการเดินบนลู่วิ่ง ค่าเฉลี่ยของระดับกรดแลคติกในเลือดที่เปลี่ยนแปลงในช่วงพักของเซตที่ 2 และเซตที่ 3 พบว่าการพักแตกต่างกับการยืดเหยียดแบบอยู่กับที่และการเดินบนลู่วิ่ง การเดินบนลู่วิ่งไม่แตกต่างกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่อัตราการลดลงของระดับกรดแลคติกในเลือดของการทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยการเดินบนลู่วิ่ง มีการลดลงมากที่สุด

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร และเฉลิม ชัยวัชรารมณ์ (2544: 13) ได้ศึกษาผลการใช้ช่วยหายใจที่มีต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดและอัตราการเต้นของหัวใจขณะฟื้นตัว ผลการวิจัยพบว่า สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดในสภาวะใช้พลาสเตอร์ช่วยหายใจจะดีกว่าสภาวะใช้พลาสเตอร์ธรรมดา ของทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จึงไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของฟาเรีย และฟอสเตอร์ พบว่า สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดและการทดสอบทางเดินหายใจ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งแบบใช้และไม่ใช้พลาสเตอร์ช่วยหายใจ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของเคส,เรสมอร์ด,เคอร์,วอสเตอร์ และรีช พบว่า ตัวแปร ทุกตัวแปร ทุกตัวแปร อาทิ สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเป็นต้น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เวลาที่ใช้ในการกลับคืนสู่สภาวะปกติหลังจากการออกกำลังกายในสภาวะใช้พลาสเตอร์ช่วยหายใจจะดีกว่าใช้พลาสเตอร์ธรรมดาซึ่งผลจากการวิจัยพบว่า อัตราการเต้นของหัวใจขณะฟื้นตัวและเวลาที่ใช้ในการกลับคืนสู่สภาวะปกติของแต่ละสภาวะระหว่างการใช้พลาสเตอร์ธรรมดาของทุกกลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

อำพร ศรียาภย์ (2544) ทำการศึกษาผลของการพัก การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และการชว่นาที่มีต่อระดับกรดแลคติกในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกาย โดยมีจุดประสงค์เพื่อหาค่าความแตกต่างของระดับกรดแลคติกในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกายแล้วทำให้เย็นลง โดยการพัก การยืดเหยียดกล้ามเนื้ออยู่กับที่และการชว่นา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษาชาย ของวิทยาลัยพลศึกษา วิทยาเขตสุพรรณบุรี มีอายุระหว่าง 17 - 19 ปี จำนวน 15 คน ให้กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายโดยการวิ่งบนลู่วิ่งกลจนถึงระดับ anaerobic threshold แล้วทำการเจาะเลือดและบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจทันที ต่อจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างพัก 10 นาที จึงเจาะเลือดและบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจอีกครั้งหนึ่ง ทำการทดลองเดียวกันอีกในครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 โดยกลุ่มตัวอย่างจะทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้ออยู่กับที่ และการชว่นา ครั้งละ 10 นาที ตามลำดับ ทั้งนี้ให้กลุ่มตัวอย่างพักระหว่างการทดลองแต่ละครั้งเป็นเวลา 1 วัน ผลการวิจัยพบว่าระดับกรดแลคติกในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกาย แล้วทำให้เย็นลงโดยการพัก การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และการชว่นา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยของระดับกรดแลคติกในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจ พบว่าการชว่นามีค่าเฉลี่ยของระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจลดลงมากกว่าวิธีอื่น

วันดี ขาวโอบาส (2542) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาฟื้นตัวหลังออกกำลังกายโดยใช้วิธีดื่มน้ำธรรมชาติกับน้ำเกลือแร่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาของการฟื้นตัวของอัตราการเต้นของชีพจรหลังการออกกำลังกาย โดยการดื่มน้ำธรรมชาติกับดื่มน้ำเกลือแร่ ใช้ระดับอัตราการเต้นของชีพจรที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นตัวแปรในการวิจัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นพลทหาร โรงพยาบาลโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า จำนวน 15 นาย โดยให้ถือจักรยานวัดงานที่มีความหน่วง 3.5 กิโลปอนด์ ความเร็วระหว่าง 50 - 60 รอบต่อนาที จนอัตราการเต้นของชีพจรอยู่ใน

ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้การคำนวณของ Fox แล้วเติมน้ำธรรมดา ต้มเกลือแร่ ผลการวิจัยพบว่า การเติมน้ำธรรมดาและเติมน้ำเกลือแร่ระยะพื้นตัวหลังออกกำลังกายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

माणพ โลहितโยธิน (2539) ได้ศึกษาผลของความเป็นที่มีต่อระยะเวลาในการฟื้นตัว ภายหลังการออกกำลังกาย มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของความเป็นที่มีต่อระยะเวลาในการฟื้นตัวของร่างกายภายหลังการออกกำลังกาย โดยใช้ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงเป็นตัวแปรในการวิจัย กระบวนการลดอุณหภูมิของร่างกายประกอบด้วยการนั่งพักเฉยๆ การนั่งพักพร้อมกับเติมน้ำเย็น การนั่งพักพร้อมกับเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และการนั่งพักพร้อมกับเติมน้ำเย็นควบคู่กับการเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่มีอายุระหว่าง 20 - 22 ปี จำนวน 15 คน ถีบจักรยานวัดงาน โดยใช้วิธีของ Ramp จนอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (220 - อายุ) ทุกคนทำการทดลองทั้ง 4 แบบ ทำการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด และบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากฟื้นตัวโดยวิธีการทั้ง 4 แบบ ทุก 5 นาทีจนครบ 1 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการที่ทำให้ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจระยะพื้นตัวลดลงทุกช่วง 5 นาที ของช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 1 ชั่วโมง ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดระหว่างกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในนาทีที่ 55 และอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในนาทีที่ 25 30 35 40 และ 50 ตามลำดับ

ภาสกร บุญนิยม (2533) ได้ทำการศึกษาระยะการฟื้นตัวหลังจากการออกกำลังกาย โดยวิธีการสูดออกซิเจนกับการนั่งพักเฉยๆ โดยให้ผู้เข้ารับการทดลองทุกคนปั่นจักรยานวัดงาน จนกระทั่งอัตราชีพจรเท่ากับ 170 ครั้งต่อนาที จึงหยุดปั่นจักรยาน แล้วให้ฟื้นตัวโดยวิธีการนั่งพัก หลังทำการทดลองครั้งแรกไปแล้ว 1 วัน ให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดลองเหมือนกับครั้งแรกอีกครั้งหนึ่ง แต่ให้ฟื้นตัวโดยวิธีการสูดออกซิเจน แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระยะเวลาการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย ผลการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายโดยวิธีการสูดออกซิเจนกับการนั่งพัก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และวิธีการสูดออกซิเจนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า

ศิริพร ทองศิริ (2530) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาของการฟื้นตัวและปริมาณกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจ ภายหลังการออกกำลังกาย ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาชายของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ที่มีอายุ 20 - 21 ปี จำนวน 15 คน โดยให้กลุ่มทำการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกายโดยการพักเฉยๆ กับการพักแบบไม่หยุดนิ่งด้วยการปั่นจักรยานเบาๆ และการกัมเมย โดยให้กลุ่มตัวอย่างปั่นจักรยานวัดงานติดต่อกันนาน 6 นาที ที่อัตราการเต้นของหัวใจ 170 ครั้งต่อนาที แล้วให้หยุดพัก ดูระยะเวลาในการฟื้นตัวจากการทดลอง 3 วิธี คือ การพักเฉยๆ การพักโดยถีบจักรยานเบาๆ และการพักโดยการกัมเมย โดยเก็บตัวอย่างเลือดไปวิเคราะห์หาระดับกรดแลคติกในเลือดและบันทึกอัตราการ

1. ระยะเวลาในการฟื้นตัวทั้ง 3 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ระยะเวลาในการฟื้นตัวโดยวิธีการถีบจักรยานเบาๆ และวิธีการก้มเงย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ระยะเวลาในการฟื้นตัวโดยวิธีการถีบจักรยานเบาๆ และวิธีนั่งพักเฉยๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01
4. ระยะเวลาในการฟื้นตัวโดยวิธีการก้มเงยและวิธีนั่งพักเฉยๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. ระยะเวลาในการฟื้นตัวโดยวิธีการถีบจักรยานเบาๆ น้อยที่สุด รองลงมาเป็นของวิธีการก้มเงย และวิธีการนั่งพักเฉยๆ ใช้เวลามากที่สุด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนิสิตชายในระดับอุดมศึกษาที่เป็นนักกีฬาในประเภทกีฬาปะทะ และเป็นนักกีฬาสังกัดของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 60 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนิสิตชายในระดับอุดมศึกษา ที่เป็นนักกีฬาในประเภทกีฬาปะทะ และเป็นนักกีฬาสังกัดของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่ม จำนวน 12 คน จากกลุ่มประชากร 60 คน และผ่านเงื่อนไขของการคัดเลือกดังต่อไปนี้

1. เป็นผู้ที่มีการฝึกซ้อม เล่นกีฬาหรือมีการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องก่อนการทดลองอย่างน้อย 3 เดือน
2. เป็นผู้มีสุขภาพร่างกายและจิตใจสมบูรณ์ แข็งแรง และไม่มีประวัติของการเป็นโรคร้ายแรงหรือได้รับการบาดเจ็บอย่างรุนแรง ที่เป็นอุปสรรคต่อการเข้าร่วมทำวิจัย ซึ่งทั้งนี้ต้องผ่านการตรวจสอบหรือรับรองทางการแพทย์ ก่อนเข้าร่วมการทดลองในการวิจัย
3. เป็นผู้ที่ลงนามในหนังสือแสดงความยินยอมรวมถึงยินยอมให้ทำการเจาะเลือดผู้เข้าร่วมทำการทดลองได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบด้วยการปั่นจักรยานโดยวิธีการวินเกต (Wingate test Protocol) เป็นการปั่นจักรยานที่ความหนักเป็นเวลา 30 วินาที ตั้งค่าความหนักเฉพาะของแต่ละบุคคล โดยเริ่มต้นด้วยการอบอุ่นร่างกาย 3 นาที ปั่นจักรยานที่ความหนัก 0 วัตต์ แล้วรอการให้สัญญาณ ปั่นจักรยานให้ความเร็วรอบในการปั่นอยู่ที่ 100 รอบต่อนาที แล้วจึงปล่อยน้ำหนักตามความหนักที่ตั้งไว้ของแต่ละบุคคล เป็นเวลา 30 วินาที หลังจากครบเวลาจึงคลายอุ้งปั่นจักรยานเป็นเวลา 5 นาที

ทำความเย็นโดยใช้น้ำสะอาดใส่น้ำแข็ง โดยประยุกต์ถึงใส่น้ำแข็งขนาดใหญ่มาใช้เป็นอ่างน้ำเย็น (ช่วงอุณหภูมิ 9 – 12 องศาเซลเซียส)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. ใบกรอกข้อมูลประกอบด้วย
 - อายุ เพศ น้ำหนัก ค่าส่วนสูง โรคประจำตัว
 - ค่าความหนักที่ปั่นจักรยานที่ปั่นได้สูงสุด
 - อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก เริ่มปั่น หดแรง และหลังพัก 15 นาที
 - ปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดขณะเริ่มปั่น หดแรง และหลังพัก 15 นาที
2. จักรยานยี่ห้อโมนาร์ค รุ่น Peak Bike
3. ถังใส่น้ำแข็งขนาดใหญ่ ขนาด 120x150x140 เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง)
4. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติกในเลือดยี่ห้อ Accusport
5. แผ่นวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดยี่ห้อ BM lactate
6. เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ
7. นาฬิกาจับเวลา
8. น้ำประปาและน้ำแข็งเพื่อใช้ในการทำความเย็น
9. เทอร์โมมิเตอร์แบบdigital สำหรับวัดอุณหภูมิ จำนวน 3 อัน
10. แก้วน้ำสูง 10 นิ้ว

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. จัดหาผู้ช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งอธิบาย และสาธิตวิธีการต่างๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้เข้าใจในรายละเอียดของการทดลอง ตลอดจนวิธีการปฏิบัติและการบันทึกผลการทดสอบให้เข้าใจถูกต้องตรงกัน

2. ทำการนัดหมายกลุ่มตัวอย่าง เกี่ยวกับวัน เวลา และสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบ
3. เตรียมอุปกรณ์และสถานที่ที่ใช้ในการทดลอง
4. ชี้แจงจุดประสงค์ของการวิจัยและขอความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัย

5. เตรียมการทดลองโดยตรวจและตั้งค่าของเครื่องมือต่างๆ คือ จักรยานวัดงาน เครื่องวัดค่ากรดแลคติกในเลือด และถังใส่น้ำเย็นขนาดใหญ่พร้อมแก้อุ่นน้ำ

6. ดำเนินการทดลองโดย

การทดลองจะใช้กลุ่มตัวอย่างชุดเดียวกัน แบ่งเป็นกลุ่มย่อย 3 กลุ่ม เพื่อแต่ละกลุ่มเวียนปฏิบัติในแต่ละการทดลอง จนครบ 3 ครั้งการทดลอง ดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง	การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3
คนที่ 1 – 4	นั่งพักปกติ	นั่งแช่น้ำเย็น	แช่เท้าในน้ำเย็น
คนที่ 5 – 8	นั่งแช่น้ำเย็น	แช่เท้าในน้ำเย็น	นั่งพักปกติ
คนที่ 9 – 12	แช่เท้าในน้ำเย็น	นั่งพักปกติ	นั่งแช่น้ำเย็น

กลุ่มตัวอย่างชุดเดียวกัน ปฏิบัติการทดลองทั้ง 3 รูปแบบ และการทดลองแต่ละครั้งเว้นระยะห่างกันเป็นเวลา 1 สัปดาห์

6.1 ให้ผู้เข้ารับการทดลอง กรอกข้อมูลของแต่ละบุคคลทั้งอายุ น้ำหนักส่วนสูงและโรคประจำตัว และการเจาะเลือดดูค่ากรดแลคติกในเลือดเจาะโดยเจ้าหน้าที่พยาบาลวิชาชีพ และพร้อมกับมีอุปกรณ์ทางการแพทย์เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยกรณีฉุกเฉินในขณะทำการทดลอง

ให้ผู้รับการทดลองทำการอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 5 นาที และเริ่มทำการทดลองด้วยวิธีวินเกต ให้ผู้รับการทดลองปั่นจักรยานเพื่อดูความสามารถสูงสุด และเจาะเลือดทันทีเพื่อนำค่ากรดแลคติกในเลือดมาวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นและบันทึกผลลงในใบบันทึกผล ให้ผู้รับการทดลองนั่งฟื้นฟูสภาพเป็นเวลา 15 นาที จึงเจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดในทุกๆ ช่วง 5 นาทีของการฟื้นฟูสภาพ เป็นเวลา 15 นาทีว่าลดลงเท่าใด

เมื่อครบเวลา ก็ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ อบอุ่นร่างกาย 5 นาที แล้วเจาะเลือดเพื่อดูค่ากรดแลคติกในครั้งที่ 6 แล้วทำการทดลองโดยการปั่นด้วยวิธีวินเกตในรอบที่ 2 เพื่อดูค่าความแตกต่างของค่าความสามารถสูงสุด

6.2 ทำการทดลองในรอบที่สองซึ่งเหมือนกับในข้อ 6.1 แต่เปลี่ยนการฟื้นฟูสภาพในช่วง 15 นาทีเป็นการการนั่งแช่น้ำเย็นเป็นเวลา 15 นาที แล้วเจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดทุกๆ ช่วง 5 นาทีตลอดช่วงการฟื้นฟูสภาพโดยการนั่งแช่น้ำเย็นว่าลดลงเท่าใด

6.3 ทำการทดลองในรอบที่สามซึ่งเหมือนกับในข้อ 6.1 แต่เปลี่ยนการฟื้นฟูสภาพในช่วง 15 นาทีเป็นการแช่เท้าในน้ำเย็นเป็นเวลา 15 นาที แล้วเจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดทุกๆ ช่วง 5 นาทีตลอดช่วงการฟื้นฟูสภาพโดยการแช่เท้าในน้ำเย็นว่าลดลงเท่าใด

6.4 ผู้เข้ารับการทดลองแต่ละคนจะเว้นช่วงในแต่ละครั้งการทดลองเป็นเวลา 1 สัปดาห์ โดยหลีกเลี่ยงการทำกิจกรรมการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาที่มีความหนักสูง

7. นำค่าข้อมูลต่างๆ ที่ได้มาจัดกระทำข้อมูลทางสถิติ

ข้อตกลงเบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างจะงดการออกกำลังกายอย่างหนักทุกประเภทอย่างน้อย 1 วัน ก่อนมาทำการทดลองทุกครั้ง และในขณะที่ผู้รับการทดลองพักเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ผู้ทดลองไม่มีการควบคุมในเรื่องการรับประทานอาหาร การออกกำลังกาย และการใช้ชีวิตประจำวัน

การจัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ในการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้หลักเกณฑ์ทางสถิติดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละของระดับกรดแลคติกในเลือดของแต่ละครั้งการทดลอง และทุกๆ ช่วง 5 นาทีของการฟื้นฟูสภาพ
2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างและความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในแต่ละช่วงเวลาของการพักในแบบต่างๆ คือ แบบนั่งพักปกติอยู่กับที่ พักโดยการนั่งแช่น้ำเย็น และพักโดยการแช่เท้าในน้ำเย็น โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (F-test: ONE-WAY ANOVA with Repeated measure) และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีของ Bonferroni กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกต ในครั้งที่ 1 (ก่อนการพัก) และครั้งที่ 2 (หลังการพักทันที) ของกลุ่มทดลองแบบนั่งพักปกติอยู่กับที่ พักโดยการนั่งแช่น้ำเย็น และพักโดยการแช่เท้าในน้ำเย็น โดยใช้สถิติที (t-test)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของการแช่น้ำเย็นที่มีต่อการฟื้นฟูสภาพและความสามารถทางกาย โดยมี ความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการใช้ความเย็นที่มีผลต่อการฟื้นฟูสภาพร่างกายและเปรียบเทียบผล ของการฟื้นฟูสภาพของร่างกายที่มีต่อสมรรถภาพทางกาย โดยการใช้ความเย็นเพื่อลดกรดแลคติกใน เลือด ด้วยการปั่นวินเกต (Wingate test Protocol) และทำการเจาะเลือดเพื่อดูค่าของกรดแลคติกใน เลือดต่อด้วยการฟื้นฟูสภาพ 3 แบบการทดลอง คือ นิ่งปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้า ในน้ำเย็น ให้ผลการฟื้นฟูสภาพร่างกายและการลดกรดแลคติกในเลือดต่างกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 ตอนดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความแตกต่างและความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกใน เลือดในแต่ละช่วงเวลาของการฟื้นฟูสภาพในรูปแบบต่างๆ คือ แบบนิ่งปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวิน เกตในครั้งที่ 1 (ก่อนการฟื้นฟูสภาพ) และครั้งที่ 2 (หลังการฟื้นฟูสภาพทันที) ของกลุ่มทดลองแบบนั่ง ปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น

ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ดังนี้

M	แทน	ค่าเฉลี่ย (mean)
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติทดสอบค่าความมีนัยสำคัญ
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน
df	แทน	ระดับของความเป็นอิสระ (degree of freedom)
SS	แทน	ผลบวกของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (sum of square)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลบวกของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (mean of square)
lact.(n)	แทน	ช่วงครั้งที่เจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์ค่าของกรดแลคติกในเลือด
P	แทน	ค่าความน่าจะเป็น (probability)
***	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ไว้เพื่อเป็นข้อมูลในการทำวิจัย โดยมีข้อมูลอายุ น้ำหนักตัวและส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเป็นจำนวน 12 คน

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างโดยนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุมีค่าเท่ากับ 19.58 ± 0.52 ปี ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักตัวมีค่าเท่ากับ 74.21 ± 12.34 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของส่วนสูงมีค่าเท่ากับ 178.83 ± 5.24 เซนติเมตร ดังตารางที่ 1

ตาราง 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

รายการ	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	M	S.D.
อายุ (ปี)	20	19	19.58	.52
น้ำหนักตัว (กก.)	98	54.50	74.21	12.34
ส่วนสูง (ซม.)	183	165	178.83	5.24

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างและการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในแต่ละช่วงเวลาของการฟื้นฟูสภาพในแบบต่างๆ คือ แบบนั่งปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลกรดแลคติกในเลือดระหว่างการฟื้นฟูสภาพในแต่ละแบบ และเจาะเลือดในช่วงเวลาที่เท่ากันในทุกๆ แบบ ในแต่ละแบบการฟื้นฟูสภาพจะเจาะเลือดเพื่อดูค่ากรดแลคติกในเลือด 6 ครั้ง ดังนี้

- ครั้งที่ 1 (lact.1) ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตทันที
- ครั้งที่ 2 (lact.2) เจาะทันทีเมื่อทำการคลายอุ้งบนจักรยานครบ 5 นาที
- ครั้งที่ 3 (lact.3) เจาะเมื่อครบนาทีที่ 5
- ครั้งที่ 4 (lact.4) เจาะเมื่อครบนาทีที่ 10
- ครั้งที่ 5 (lact.5) เจาะเมื่อครบนาทีที่ 15
- ครั้งที่ 6 (lact.6) เจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 (ก่อนปั่น wingate test รอบที่ 2)

การศึกษานี้ได้มีการเก็บข้อมูลการวิเคราะห์กรดแลคติกในเลือดในแต่ละช่วงเวลา ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีการวินเกตในครั้งที่ 1 เพื่อให้ทราบความแตกต่างในการลดลงของระดับของกรดแลคติกในเลือดในแต่ละช่วงเวลาของการทดลองทั้ง 3 แบบ ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในกลุ่มนั่งปกติ ในการเจาะครั้งที่ 1 มีค่า 9.45 ± 1.71 mmol/L ครั้งที่ 2 มีค่า 11.2 ± 1.86 mmol/L ครั้งที่ 3 มีค่า 8.71 ± 2.10 mmol/L ครั้งที่ 4 มีค่า 8.01 ± 1.82 mmol/L ครั้งที่ 5 มีค่า 6.64 ± 1.53 mmol/L และครั้งที่ 6 มีค่า 5.82 ± 1.26 mmol/L ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็น ในการเจาะครั้งที่ 1 มีค่า 10.10 ± 1.44 mmol/L ครั้งที่ 2 มีค่า 11.92 ± 1.26 mmol/L ครั้งที่ 3 มีค่า 7.75 ± 1.64 mmol/L ครั้งที่ 4 มีค่า 6.03 ± 1.41 mmol/L ครั้งที่ 5 มีค่า 4.92 ± 1.09 mmol/L และครั้งที่ 6 มีค่า 3.35 ± 0.54 mmol/L ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็น ในการเจาะครั้งที่ 1 มีค่า 8.77 ± 1.46 mmol/L ครั้งที่ 2 มีค่า 10.27 ± 1.85 mmol/L ครั้งที่ 3 มีค่า 8.51 ± 1.56 mmol/L ครั้งที่ 4 มีค่า 6.8 ± 1.52 mmol/L ครั้งที่ 5 มีค่า 5.41 ± 1.02 mmol/L และครั้งที่ 6 มีค่า 4.18 ± 0.91 mmol/L ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

ตาราง 2 ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในแต่ละช่วงเวลาของการฟื้นฟูสภาพในแบบต่างๆ คือ แบบนั่งปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต (หน่วย: mmol/L)

กลุ่มทดลอง	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	M	S.D.
นั่งปกติ (ควบคุม)				
เจาะครั้งที่ 1	10.5	8.3	9.45	1.71
เจาะครั้งที่ 2	12.2	9.8	11.02	1.86
เจาะครั้งที่ 2	10.0	7.3	8.71	2.10
เจาะครั้งที่ 4	9.2	6.8	8.01	1.82
เจาะครั้งที่ 5	7.6	5.6	6.64	1.53
เจาะครั้งที่ 6	6.6	5.0	5.82	1.26
นั่งแช่น้ำเย็น				
เจาะครั้งที่ 1	11.0	9.2	10.10	1.44
เจาะครั้งที่ 2	12.7	11.1	11.92	1.26
เจาะครั้งที่ 3	8.8	6.7	7.75	1.64
เจาะครั้งที่ 4	6.9	5.1	6.03	1.41
เจาะครั้งที่ 5	5.6	4.2	4.92	1.09
เจาะครั้งที่ 6	3.7	3.0	3.35	0.54
แช่เท้าในน้ำเย็น				
เจาะครั้งที่ 1	9.7	7.8	8.77	1.46
เจาะครั้งที่ 2	11.5	9.0	10.27	1.85
เจาะครั้งที่ 3	9.5	7.5	8.51	1.56
เจาะครั้งที่ 4	7.7	5.8	6.80	1.52
เจาะครั้งที่ 5	6.0	4.8	5.41	1.02
เจาะครั้งที่ 6	4.8	3.6	4.18	0.91

จากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตของทั้ง 3 แบบ การทดลอง คือ กลุ่มทดลองแบบนั่งปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น ค่ากรดแลคติกที่ได้ทำการเจาะเพื่อวิเคราะห์จำนวน 6 ครั้ง (6 ช่วงเวลา) โดยเปรียบเทียบในแต่ละช่วงเวลาของทั้ง 3 การทดลอง ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในช่วงเวลาในการเจาะครั้งที่ 1, 2, และ 3 (หลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตทันที, คลายอุ้งบนจักรยานครบ 5 นาที และเมื่อครบนาทีที่ 5 ของการพักตามลำดับ) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ในการเจาะครั้งที่ 4 มีเพียงกลุ่มนั่งปกติที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากนั้นเมื่อมาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในการเจาะครั้งที่ 5 และครั้งที่ 6 (นาทีที่ 15 และนาทีที่ 20 ของการฟื้นฟูสภาพ ตามลำดับ) ปรากฏว่าครั้งที่ 5 ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดของกลุ่มนั่งปกติมีความแตกต่างกับกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นและกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดครั้งที่ 5 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในการเจาะเลือดครั้งที่ 6 ของทั้ง 3 การทดลอง ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดของกลุ่มนั่งปกติมีความแตกต่างกันกับกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นและกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 แต่ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นแตกต่างกันกับกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 3

ตาราง 3 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดของการฟื้นฟูสภาพทั้ง 3 แบบการทดลอง คือ กลุ่มทดลองแบบนั่งปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็นในแต่ละช่วงเวลาภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต

การเปรียบเทียบ	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	ความคลาด เคลื่อนมาตรฐาน	p
ครั้งที่ 1 (lact.1)			
นั่งปกติ : นั่งแช่น้ำเย็น	-.67	.63	.293
นั่งปกติ : แช่เท้าในน้ำเย็น	-1.32	.63	.127
นั่งแช่น้ำเย็น : แช่เท้าในน้ำเย็น	-.65	.63	.311
ครั้งที่ 2 (lact.2)			
นั่งปกติ : นั่งแช่น้ำเย็น	-.75	.68	.283
นั่งปกติ : แช่เท้าในน้ำเย็น	-1.64	.68	.072
นั่งแช่น้ำเย็น : แช่เท้าในน้ำเย็น	-.89	.68	.283
ครั้งที่ 3 (lact.3)			
นั่งปกติ : นั่งแช่น้ำเย็น	.96	.72	.194
นั่งปกติ : แช่เท้าในน้ำเย็น	.20	.72	.786
นั่งแช่น้ำเย็น : แช่เท้าในน้ำเย็น	-.76	.72	.301
ครั้งที่ 4 (lact.4)			
นั่งปกติ : นั่งแช่น้ำเย็น	1.70*	.66	.015
นั่งปกติ : แช่เท้าในน้ำเย็น	.93	.66	.170
นั่งแช่น้ำเย็น : แช่เท้าในน้ำเย็น	-.76	.66	.258
ครั้งที่ 5 (lact.5)			
นั่งปกติ : นั่งแช่น้ำเย็น	1.71**	.50	.002
นั่งปกติ : แช่เท้าในน้ำเย็น	1.22*	.50	.021
นั่งแช่น้ำเย็น : แช่เท้าในน้ำเย็น	-.49	.50	.338
ครั้งที่ 6 (lact.6)			
นั่งปกติ : นั่งแช่น้ำเย็น	2.47***	.38	.000
นั่งปกติ : แช่เท้าในน้ำเย็น	1.64***	.38	.000
นั่งแช่น้ำเย็น : แช่เท้าในน้ำเย็น	-.83*	.38	.039

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

เมื่อทำการการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดของการพักทั้ง 3 แบบการทดลอง คือ กลุ่มทดลองแบบนั่งปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น ในแต่ละช่วงเวลาภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต พบว่า มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดระหว่างสามรูปแบบการฟื้นฟูสภาพ ในผลที่ได้จากการเจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์กรดแลคติก ครั้งที่ 4 ครั้งที่ 5 และครั้งที่ 6

ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกภายในกลุ่มการทดลองแต่ละกลุ่มทั้งสามแบบการทดลอง คือ แบบนั่งปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (F-test: ONE-WAY ANOVA with Repeated measure)

จากการทดสอบความแปรปรวนค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต เพื่อทดสอบความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดภายในกลุ่มทดลองแบบนั่งปกติอยู่กับที่ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือด ภายในของกลุ่มทดลองแบบนั่งปกติอยู่กับที่ ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในช่วงเวลาที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ดังตารางที่ 4

ตาราง 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือด ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต ภายในกลุ่มทดลองแบบนั่งปกติอยู่กับที่

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างสมาชิก	136.897	11	12.445		
ภายในกลุ่มสมาชิก	276.461	60	4.607		
ระหว่างกลุ่มการทดลอง	214.501	5	42.900	38.081***	.000
ความคลาดเคลื่อน	61.960	55	5.633		
รวม	413.538	71			

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต ภายในกลุ่มทดลองแบบนั่งปกติอยู่กับที่ ผลปรากฏว่า กรดแลคติกในเลือดช่วงหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตทันทีกับช่วงหลังคลายอุ้งบนจักรยานครบ 5 นาที ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 ของการฟื้นสภาพ และ ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน

ช่วงหลังคลายอุ้งบนจักรยานครบ 5 นาทีช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 5 ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10 ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 และ ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน

ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 5 กับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 และ ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน

ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10 กับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 กับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน

ในทุกุญรายคู่ที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แต่แลคติกในเลือดหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตทันทีกับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 5 ช่วงหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตทันทีกับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10 ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 5 กับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10 และช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10 กับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 นั้นไม่มีความแตกต่างกัน รายละเอียดตามที่แสดงดังตารางที่ 5

หมายเหตุ ครั้งที่ 1 (lact.1) ช่วงหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตทันที
 ครั้งที่ 2 (lact.2) ช่วงเจาะทันทีเมื่อทำการหลังคลายอุ้งบนจักรยานครบ 5 นาที
 ครั้งที่ 3 (lact.3) ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 5
 ครั้งที่ 4 (lact.4) ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10
 ครั้งที่ 5 (lact.5) ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15
 ครั้งที่ 6 (lact.6) ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 (ก่อนนั้น wingate test รอบที่ 2)

ตาราง 5 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในแต่ละช่วงเวลาของการฟื้นฟูสภาพ ภายหลังจากการทดสอบด้วยวิธีวินเกตภายในกลุ่มทดลองแบบนั่งปกติอยู่กับที่

การเปรียบเทียบ	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	ความคลาด เคลื่อนมาตรฐาน	p
กรดแลคติกครั้งที่ 1 : กรดแลคติกครั้งที่ 2	-1.57*	.370	.020
กรดแลคติกครั้งที่ 1 : กรดแลคติกครั้งที่ 3	.73	.580	1.000
กรดแลคติกครั้งที่ 1 : กรดแลคติกครั้งที่ 4	1.43	.395	.060
กรดแลคติกครั้งที่ 1 : กรดแลคติกครั้งที่ 5	2.80**	.509	.003
กรดแลคติกครั้งที่ 1 : กรดแลคติกครั้งที่ 6	3.62***	.432	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 2 : กรดแลคติกครั้งที่ 3	2.30**	.48	.008
กรดแลคติกครั้งที่ 2 : กรดแลคติกครั้งที่ 4	3.00***	.37	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 2 : กรดแลคติกครั้งที่ 5	4.38***	.51	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 2 : กรดแลคติกครั้งที่ 6	5.20***	.47	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 3 : กรดแลคติกครั้งที่ 4	.70	.36	1.000
กรดแลคติกครั้งที่ 3 : กรดแลคติกครั้งที่ 5	2.07**	.43	.008
กรดแลคติกครั้งที่ 3 : กรดแลคติกครั้งที่ 6	2.89***	.47	.001
กรดแลคติกครั้งที่ 4 : กรดแลคติกครั้งที่ 5	1.37	.39	0.073
กรดแลคติกครั้งที่ 4 : กรดแลคติกครั้งที่ 6	2.19**	.39	0.003
กรดแลคติกครั้งที่ 5 : กรดแลคติกครั้งที่ 6	.81**	.17	.009

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการทดสอบความแปรปรวนค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต เพื่อทดสอบความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดภายในกลุ่มทดลองแบบการนั่งแช่น้ำเย็น โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือด ภายในของกลุ่มทดลองแบบนั่งพักติดอยู่กับที่ ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในช่วงเวลาที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ดังตารางที่ 6

ตาราง 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือด ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต ภายในกลุ่มทดลองแบบการนั่งแช่น้ำเย็น

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างสมาชิก	75.617	11	6.874		
ภายในกลุ่มสมาชิก	659.522	60	10.992		
ระหว่างกลุ่มการทดลอง	626.293	5	125.259	207.327***	.000
ความคลาดเคลื่อน	33.229	55	.604		
รวม	735.139	71			

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในแต่ละช่วงเวลาของการฟื้นฟูสภาพภายในกลุ่ม กลุ่มทดลองแบบนั่งแช่น้ำเย็น โดยวิธีการของ บอนเฟอโรนี (Bonferroni) ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดระหว่างรายคู่ในทุกๆ คู่ ของกลุ่มทดลองแบบนั่งแช่น้ำเย็นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รายละเอียดดังตารางที่ 7

ตาราง 7 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในแต่ละช่วงเวลาของการฟื้นฟูสภาพ ภายหลังจากการทดสอบด้วยวิธีวินเกต ภายในกลุ่มทดลองแบบนั่งแช่น้ำเย็น

การเปรียบเทียบ	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	ความคลาด เคลื่อนมาตรฐาน	p
กรดแลคติกครั้งที่ 1 : กรดแลคติกครั้งที่ 2	-1.81**	.33	.003
กรดแลคติกครั้งที่ 1 : กรดแลคติกครั้งที่ 3	2.35**	.46	.005
กรดแลคติกครั้งที่ 1 : กรดแลคติกครั้งที่ 4	4.06***	.41	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 1 : กรดแลคติกครั้งที่ 5	5.17***	.36	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 1 : กรดแลคติกครั้งที่ 6	6.75***	.34	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 2 : กรดแลคติกครั้งที่ 3	4.16***	.37	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 2 : กรดแลคติกครั้งที่ 4	5.88***	.27	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 2 : กรดแลคติกครั้งที่ 5	6.99***	.29	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 2 : กรดแลคติกครั้งที่ 6	8.56***	.27	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 3 : กรดแลคติกครั้งที่ 4	1.71***	.17	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 3 : กรดแลคติกครั้งที่ 5	2.82***	.29	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 3 : กรดแลคติกครั้งที่ 6	4.40***	.34	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 4 : กรดแลคติกครั้งที่ 5	1.11**	.19	.002
กรดแลคติกครั้งที่ 4 : กรดแลคติกครั้งที่ 6	2.68***	.28	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 5 : กรดแลคติกครั้งที่ 6	1.57***	.21	.000

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการทดสอบความแปรปรวนค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต เพื่อทดสอบความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดภายในกลุ่มทดลองแบบการแช่เท้าในน้ำเย็น โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือด ภายในของกลุ่มทดลองแบบนั่งปกติอยู่กับที่ ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในช่วงเวลาที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ดังตารางที่ 8

ตาราง 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือด ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต ภายในกลุ่มทดลองแบบการแช่เท้าในน้ำเย็น

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างสมาชิก	64.614	11	5.874		
ภายในกลุ่มสมาชิก	382.050	60	6.367		
ระหว่างกลุ่มการทดลอง	312.149	5	62.430	49.122***	.000
ความคลาดเคลื่อน	69.901	55	1.271		
รวม	446.664	71			

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในแต่ละช่วงเวลาของการฟื้นฟูสภาพภายในกลุ่มทดลองแบบแช่เท้าในน้ำเย็น โดยวิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ผลปรากฏว่า แลคติกในเลือดช่วงหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตทันทีกับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 และ ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน

ช่วงเจาะเมื่อคลายอุณหภูมิจักรยานครบ 5 นาทีกับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 5 ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10 ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 และ ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน

ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 5 กับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10 ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 และ ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน

ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10 กับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 และ ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน

ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 กับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน

ในทุกรายคู่ที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แต่แลคติกในเลือดช่วงหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตทันทีกับช่วงเจาะเมื่อคลายอุณหบนจักรยานครบ 5 นาที ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 5 และ ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10 นั้นไม่มีความแตกต่างกัน รายละเอียดดังตารางที่ 9

หมายเหตุ

- ครั้งที่ 1 (lact.1) ช่วงหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตทันที
- ครั้งที่ 2 (lact.2) ช่วงเจาะทันทีเมื่อทำการคลายอุณหบนจักรยานครบ 5 นาที
- ครั้งที่ 3 (lact.3) ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 5
- ครั้งที่ 4 (lact.4) ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10
- ครั้งที่ 5 (lact.5) ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15
- ครั้งที่ 6 (lact.6) ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 (ก่อนปั่น wingate test รอบที่ 2)

ตาราง 9 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในแต่ละช่วงเวลาของการฟื้นฟูสภาพ ภายหลังจากการทดสอบด้วยวิธีวินเกต ภายในกลุ่มทดลองแบบแช่เท้าในน้ำเย็น

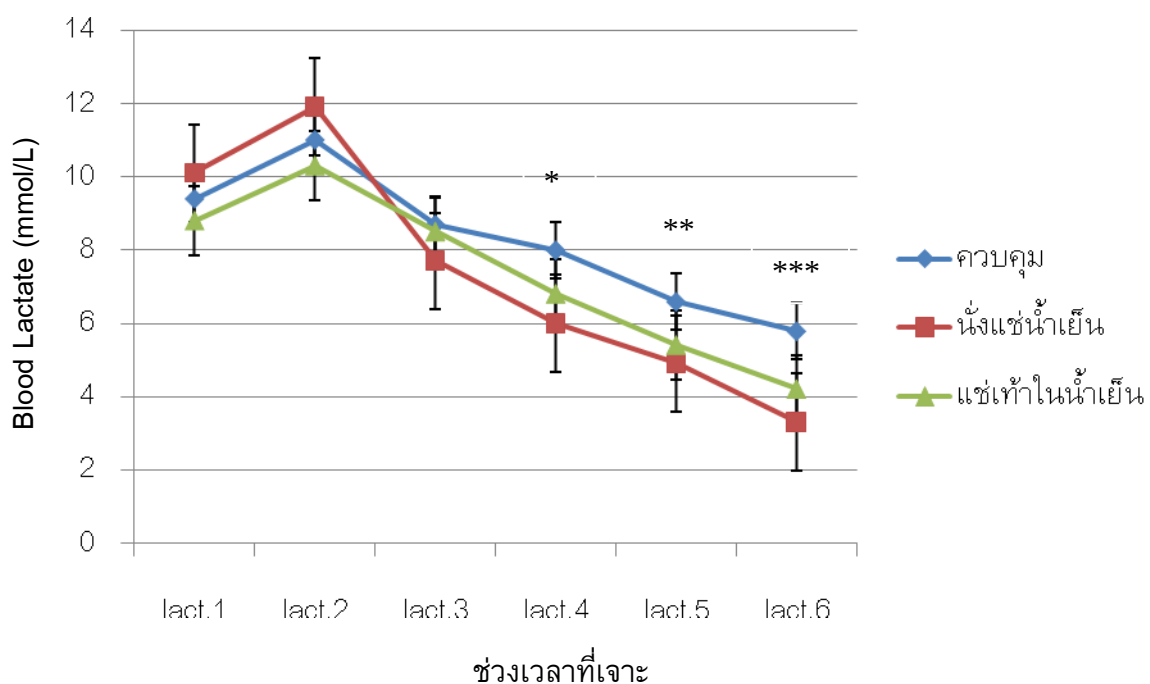
การเปรียบเทียบ	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	ความคลาด เคลื่อนมาตรฐาน	p
กรดแลคติกครั้งที่ 1 : กรดแลคติกครั้งที่ 2	-1.50	.56	.337
กรดแลคติกครั้งที่ 1 : กรดแลคติกครั้งที่ 3	.26	.69	1.000
กรดแลคติกครั้งที่ 1 : กรดแลคติกครั้งที่ 4	1.97	.71	.262
กรดแลคติกครั้งที่ 1 : กรดแลคติกครั้งที่ 5	3.35**	.59	.002
กรดแลคติกครั้งที่ 1 : กรดแลคติกครั้งที่ 6	4.59***	.57	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 2 : กรดแลคติกครั้งที่ 3	1.75*	.44	.033
กรดแลคติกครั้งที่ 2 : กรดแลคติกครั้งที่ 4	3.47***	.46	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 2 : กรดแลคติกครั้งที่ 5	4.85***	.48	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 2 : กรดแลคติกครั้งที่ 6	6.09***	.46	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 3 : กรดแลคติกครั้งที่ 4	1.71***	.21	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 3 : กรดแลคติกครั้งที่ 5	3.10***	.28	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 3 : กรดแลคติกครั้งที่ 6	4.33***	.28	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 4 : กรดแลคติกครั้งที่ 5	1.38**	.25	.003
กรดแลคติกครั้งที่ 4 : กรดแลคติกครั้งที่ 6	2.61***	.24	.000
กรดแลคติกครั้งที่ 5 : กรดแลคติกครั้งที่ 6	1.23***	.14	.000

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อวิเคราะห์จากค่าเฉลี่ยของการลดลงของกรดแลคติกในเลือดของทั้ง 3 วิธีการฟื้นฟูสภาพ คือ การนั่งปกติ การนั่งแช่น้ำเย็นและการแช่เท้าในอ่างน้ำเย็นจะพบว่า อัตราการลดลงของกรดแลคติกในเลือดภายหลังการปั่นด้วยวิธีการวินเกตในครั้งที่ 1 วิธีการนั่งแช่น้ำเย็นให้ผลในการลดกรดแลคติกในเลือดได้ดีที่สุด รองลงมาคือวิธีการแช่เท้าในน้ำเย็น และวิธีการนั่งพักปกติให้ผลในการลดกรดแลคติกน้อยที่สุด โดยความแตกต่างของอัตราการลดลงของกรดแลคติกจะเริ่มมีความแตกต่างในช่วงการเจาะครั้งที่ 4 (ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10) และมีความแตกต่างกันมากขึ้นในการเจาะช่วงที่ 5 (ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15) และช่วงที่ 6 (ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 ก่อนปั่น wingate test รอบที่ 2) ดังแผนภูมิรูปภาพที่ 1



ภาพประกอบ 1 แผนภูมิเส้นแสดงการเปรียบเทียบอัตราการลดลงของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติก ภายหลังการปั่นจักรยานด้วยวิธีวินเกตครั้งที่ 1 ของทั้ง 3 แบบการทดลองคือ แบบนั่งปกติ อยู่กับที่ แบบนั่งแช่น้ำเย็นและแบบแช่เท้าในอ่างน้ำเย็น

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกต ในครั้งที่ 1 (ก่อนการฟื้นฟูสภาพ) และครั้งที่ 2 (หลังการฟื้นฟูสภาพทันที) ของกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแบบนั่งปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกต ในครั้งที่ 1 (ก่อนการฟื้นฟูสภาพ) และครั้งที่ 2 (หลังการฟื้นฟูสภาพทันที) ของแต่ละการทดลองเพื่อเปรียบเทียบดูความแตกต่างของความสามารถในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตของก่อนและหลังการฟื้นฟูสภาพด้วยวิธีการทั้ง 3 แบบการทดลอง โดยมีการบันทึกค่าพลังความสามารถสูงสุด (peak power) ค่า ค่าเฉลี่ยของพลังความสามารถในการปั่น (average power) และค่าเปอร์เซ็นต์ความล่าช้าของพลังความสามารถที่ทำได้ในการปั่น (power drop) ในแต่ละครั้ง เพื่อดูว่าการฟื้นฟูสภาพในแต่ละแบบมีผลต่อสมรรถภาพและความสามารถในการปั่นของกลุ่มตัวอย่างอย่างไรบ้าง

ค่าเฉลี่ยของของความสามารถในการปั่นด้วยวิธีวินเกตของการปั่นครั้งที่ 1 (ก่อนการฟื้นฟูสภาพ) และการปั่นครั้งที่ 2 (หลังการฟื้นฟูสภาพทันที) ของกลุ่มการทดลองด้วยการนั่งปกติ การนั่งแช่น้ำเย็นและการแช่เท้าในน้ำเย็น พบว่า ค่าเฉลี่ยของพลังความสามารถสูงสุด (peak power) ที่ทำได้ในการปั่นครั้งที่ 1 (ก่อนการฟื้นฟูสภาพ) ของกลุ่มการทดลองด้วยการนั่งปกติ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น มีค่าเท่ากับ 8.68 ± 1.27 วัตต์/กก., 9.10 ± 1.06 วัตต์/กก. และ 9.65 ± 1.95 วัตต์/กก. ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของพลังความสามารถสูงสุดที่ทำได้ในการปั่นครั้งที่ 2 (หลังการฟื้นฟูสภาพทันที) ของกลุ่มการทดลองด้วยการนั่งปกติ การนั่งแช่น้ำเย็นและการแช่เท้าในน้ำเย็น มีค่าเท่ากับ 8.46 ± 0.83 วัตต์/กก., 8.31 ± 0.77 วัตต์/กก. และ 9.18 ± 1.16 วัตต์/กก. ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังความสามารถสูงสุดในการปั่นด้วยวิธีวินเกตทั้งสองครั้งต่อการทดลอง พบว่า การทดลองด้วยการนั่งปกติและการแช่เท้าในน้ำเย็น มีค่าพลังความสามารถสูงสุดในการปั่นทั้งสองครั้งไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่การทดลองด้วยการนั่งแช่น้ำเย็น มีค่าพลังความสามารถสูงสุดในการปั่นทั้งสองครั้งแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการปั่นด้วยวิธีวินเกตของการปั่นครั้งที่ 1 (ก่อนการฟื้นฟูสภาพ) และการปั่นครั้งที่ 2 (หลังการฟื้นฟูสภาพทันที) ของทั้ง 3 การทดลอง โดยดูที่ค่าเฉลี่ยของพลังความสามารถในการปั่น (average power) พบว่า กลุ่มการทดลองด้วยการนั่งปกติ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น มีค่าเท่ากับ 6.89 ± 0.68 วัตต์/กก., 7.23 ± 0.73 วัตต์/กก. และ 7.35 ± 0.66 วัตต์/กก. ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของพลังความสามารถในการปั่นที่ทำได้ในการปั่นครั้งที่ 2 (หลังการพักทันที) ของกลุ่มการทดลองด้วยการนั่งปกติ การนั่งแช่น้ำเย็นและการแช่เท้าในน้ำเย็น มีค่าเท่ากับ 6.93 ± 0.49 วัตต์/กก., 6.77 ± 0.66 วัตต์/กก. และ 7.35 ± 0.74 วัตต์/กก. ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังความสามารถในการปั่น (average power) ด้วยวิธีวินเกตทั้งสองครั้งต่อการทดลอง พบว่า การทดลองด้วยการนั่งปกติและการแช่เท้าในน้ำเย็น มีค่าเฉลี่ยของพลังความสามารถในการปั่นทั้งสองครั้งไม่แตกต่างกัน ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่การทดลอง

ด้วยการนั่งแช่น้ำเย็นมีค่าเฉลี่ยของพลังความสามารถ ในการปั่นทั้งสองครั้งแตกต่างกันที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ ยังได้เก็บข้อมูลของค่าความสามารถในการปั่นด้วยวิธีวินเกต โดยได้ค่าเปอร์เซ็นต์ของความล้า (power drop) ในการปั่นของแต่ละครั้งการทดลองด้วย จึงได้นำค่าที่ได้ของการปั่นครั้งที่ 1 (ก่อนการฟื้นฟูสภาพ) และค่าการปั่นครั้งที่ 2 (หลังการฟื้นฟูสภาพทันที) มาเปรียบเทียบ เพื่อดูความแตกต่างของความสามารถทางกายทั้งก่อนและหลังการฟื้นฟูสภาพ

ค่าเฉลี่ยความล้าของความสามารถในการปั่นด้วยวิธีวินเกตของการปั่นครั้งที่ 1 (ก่อนการฟื้นฟูสภาพ) และการปั่นครั้งที่ 2 (หลังการฟื้นฟูสภาพทันที) ของทั้ง 3 การทดลอง โดยดูที่ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความล้าของพลังความสามารถที่ทำได้ในการปั่น (power drop) ของการปั่นครั้งที่ 1 (ก่อนการพัก) พบว่า กลุ่มการทดลองด้วยการนั่งปกติ การนั่งแช่น้ำเย็นและการแช่เท้าในน้ำเย็น มีค่าความล้าเท่ากับ 36.23 ± 11.00 เปอร์เซ็นต์ 35.60 ± 5.54 เปอร์เซ็นต์ และ 40.88 ± 6.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความล้าของพลังความสามารถในการปั่นที่ทำได้ในการปั่นครั้งที่ 2 (หลังการฟื้นฟูสภาพทันที) ของกลุ่มการทดลองด้วยการนั่งปกติ การนั่งแช่น้ำเย็นและการแช่เท้าในน้ำเย็นมีค่าเท่ากับ 35.04 ± 10.09 เปอร์เซ็นต์ 32.34 ± 5.79 เปอร์เซ็นต์ และ 35.23 ± 6.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความล้าของพลังความสามารถในการปั่น (power drop) ด้วยวิธีวินเกตทั้งสองครั้งต่อการทดลอง พบว่า การทดลองด้วยการนั่งปกติและการนั่งแช่น้ำเย็น มีค่าเฉลี่ยความล้าของพลังความสามารถในการปั่นทั้งสองครั้งไม่แตกต่างกัน ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่การทดลองด้วยการแช่เท้าในน้ำเย็นมีค่าเฉลี่ยความล้าของพลังความสามารถ ในการปั่นทั้งสองครั้งแตกต่างกัน ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 10

ตาราง 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตในครั้งที่ 1 (ก่อนการฟื้นฟูสภาพ) และครั้งที่ 2 (หลังการฟื้นฟูสภาพทันที) ของกลุ่มทดลองแบบนั่งปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น (หน่วย : W / kg)

การทดลอง	ปั่นจักรยานด้วย วิธีวินเกตครั้งที่ 1		ปั่นจักรยานด้วย วิธีวินเกตครั้งที่ 2		t	p
	M	S.D.	M	S.D.		
Peak Power						
นั่งปกติ	8.68	1.27	8.46	.83	.729	.481
การนั่งแช่น้ำเย็น	9.10	1.06	8.31	.77	4.685***	.001
การแช่เท้าในน้ำเย็น	9.65	1.95	9.18	.16	1.872	.088
Average Power						
นั่งปกติ	6.89	.68	6.93	.49	.729	.481
การนั่งแช่น้ำเย็น	7.23	.73	6.77	.66	4.289***	.001
การแช่เท้าในน้ำเย็น	7.35	.66	7.35	.74	-.007	.994
Power Drop (%)						
นั่งปกติ	36.23	11	35.04	10.09	.284	.781
การนั่งแช่น้ำเย็น	35.60	5.54	32.34	5.79	1.869	.088
การแช่เท้าในน้ำเย็น	40.85	6.16	35.23	6.76	3.612**	.004

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

เมื่อทำการทดสอบในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตเพื่อเปรียบเทียบผลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยผลของความสามารถทางกายที่ได้จากวิธีการฟื้นฟูสภาพทั้ง 3 การทดลอง โดยการเปรียบเทียบในแต่ละวิธีการ ในการปั่นด้วยวิธีการวินเกตครั้งที่ 1 เปรียบเทียบผลที่ได้จากความสามารถทางกายในการปั่นของทั้ง 3 รูปแบบ เพื่อดูว่าผลที่ได้แตกต่างหรือไม่แตกต่างกันอย่างไร

จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบวัดซ้ำของความสามารถในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตก่อนการฟื้นฟูสภาพ ของกลุ่มการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม คือ แบบนั่งปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการปั่นสูงสุด (peak power) และค่าเฉลี่ยความล้าของพลังความสามารถ (power drop) ในการปั่นด้วยวิธีวินเกตครั้งที่ 1 นั้นมีค่าไม่แตกต่างกันที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ค่าเฉลี่ยของพลังความสามารถ (average power)

ในการป้อนด้วยวิธีวินเกตครั้งที่ 1 มีความแตกต่างกันที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังรายละเอียดตารางที่ 11

ตาราง 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการป้อนจักรยานด้วยวิธีการวินเกตก่อนการฟื้นฟูสภาพ ของกลุ่มการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม คือ แบบนั่งปกติ อยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
Peak Power ครั้งที่ 1					
ระหว่างสมาชิก	36.375	11	3.307		
ภายในกลุ่มสมาชิก	3.345	24	.139		
ระหว่างกลุ่มการทดลอง	.639	2	.319	2.597	.097
ความคลาดเคลื่อน	2.706	22	.123		
รวม	39.720	35			
Average Power ครั้งที่ 1					
ระหว่างสมาชิก	16.920	11	1.538		
ภายในกลุ่มสมาชิก	6.165	24	.256		
ระหว่างกลุ่มการทดลอง	2.857	2	1.429	9.501***	.001
ความคลาดเคลื่อน	3.308	22	.150		
รวม	23.085	35			
Power Drop ครั้งที่ 1					
ระหว่างสมาชิก	1,082.734	11	98.430		
ภายในกลุ่มสมาชิก	22.034	24	.918		
ระหว่างกลุ่มการทดลอง	3.106	2	1.553	1.805	.188
ความคลาดเคลื่อน	18.928	22	.860		
รวม	1,104.768	35			

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการปั่นจักรยาน ด้วยวิธีการวินเกตในครั้งที่ 1 ของกลุ่มการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม คือ แบบนั่งปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็นโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าพลังสูงสุด (peak power) ค่าเฉลี่ยของค่าพลังความสามารถในการปั่น (Average Power) และค่าเฉลี่ยความล่าช้าของพลังความสามารถที่ทำได้ในการปั่น (power drop) ที่ทำได้ในครั้งที่ 1 ของทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง

ผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยของค่าพลังสูงสุด (peak power) ในการปั่นครั้งที่ 1 ของทั้ง 3 การทดลอง มีความไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าความสามารถของพลังสูงสุด ในการปั่นทดสอบด้วยวิธีการวินเกตครั้งที่ 1 นั้นไม่แตกต่างกัน

ค่าเฉลี่ยของค่าพลังความสามารถในการปั่น (average power) ที่ทำได้ในครั้งที่ 1 ในการทดสอบด้วยวิธีการวินเกตของ ทั้ง 3 การทดลอง ปรากฏว่า การปั่นครั้งที่ 1 นั้น กลุ่มพักแบบนั่งปกติมีความแตกต่างกับกลุ่มแบบนั่งแช่น้ำเย็น และกลุ่มแบบนั่งแช่เท้าในน้ำเย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความล่าช้าของพลังความสามารถที่ทำได้ในการปั่น (power drop) ที่แสดงในครั้งที่ 1 ของทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง ผลปรากฏว่า ค่าความล่าช้าของพลังความสามารถในการปั่นครั้งที่ 1 ของทั้ง 3 การทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รายละเอียดดังผลตารางที่ 12

ตาราง 12 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการปั่นจักรยาน ด้วยวิธีการวินเกตก่อนการฟื้นฟูสภาพ ของกลุ่มการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม คือ แบบนั่งปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น

การเปรียบเทียบ	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	ความคลาด เคลื่อนมาตรฐาน	p
Peak Power ครั้งที่ 1			
นั่งปกติ : นั่งแช่น้ำเย็น	-.30	.10	.274
นั่งปกติ : แช่เท้าในน้ำเย็น	-.10	.18	1.000
นั่งแช่น้ำเย็น : แช่เท้าในน้ำเย็น	-.22	.11	.245
Average Power ครั้งที่ 1			
นั่งปกติ : นั่งแช่น้ำเย็น	.59**	.18	.002
นั่งปกติ : แช่เท้าในน้ำเย็น	.60**	.19	.004
นั่งแช่น้ำเย็น : แช่เท้าในน้ำเย็น	-1.5	.07	1.000
Power Drop ครั้งที่ 1			
นั่งปกติ : นั่งแช่น้ำเย็น	-.33	.42	1.000
นั่งปกติ : แช่เท้าในน้ำเย็น	-.71	.45	.408
นั่งแช่น้ำเย็น : แช่เท้าในน้ำเย็น	.39	.23	.348

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เมื่อทดสอบปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตครั้งที่ 1 แล้วต่อด้วยการคลายอุณหภูมิจากจักรยานเป็นเวลา 5 นาที ก็ทำการฟื้นฟูสภาพด้วยวิธีการต่างๆ ตามที่ได้กำหนดไว้ให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติในแต่ละวิธี แล้วจึงทำการทดสอบปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตครั้งที่ 2 ต่อจากการฟื้นฟูสภาพทันที เริ่มด้วยการอบอุ่นร่างกายแล้วจึงทำการทดสอบ เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบถึงความแตกต่างของความสามารถทางกาย ภายหลังจากให้การฟื้นฟูสภาพทั้ง 3 แบบ เพื่อดูว่าผลที่ได้แตกต่างกันอย่างไร

จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบวัดซ้ำของความสามารถในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตครั้งที่ 2 (หลังการฟื้นฟูสภาพทันที) ของกลุ่มการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม คือ แบบนั่งปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการปั่นสูงสุด (peak power) และ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความล้าของพลังความสามารถ (power drop) ในการปั่นด้วยวิธีวินเกตครั้งที่ 2 นั้นค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ค่าเฉลี่ยของพลัง

ความสามารถ (average power) ในการปั่นด้วยวิธีวินเกตครั้งที่ 1 มีความแตกต่างกันที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 13

ตาราง 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตหลังการฟื้นฟูสภาพทันที ของกลุ่มการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม คือ แบบนั่ง ปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
Peak Power ครั้งที่ 2					
ระหว่างสมาชิก	26.323	11	2.393		
ภายในกลุ่มสมาชิก	4.022	24	0.167		
ระหว่างกลุ่มการทดลอง	.926	2	.463	3.289	.056
ความคลาดเคลื่อน	3.096	22	.141		
รวม	30.345	35			
Average Power ครั้งที่ 2					
ระหว่างสมาชิก	21.170	11	1.925		
ภายในกลุ่มสมาชิก	14.999	24	0.624		
ระหว่างกลุ่มการทดลอง	9.514	2	4.757	19.081***	.001
ความคลาดเคลื่อน	5.485	22	.249		
รวม	36.169	35			
Power Drop ครั้งที่ 2					
ระหว่างสมาชิก	1,789.441	11	162.676		
ภายในกลุ่มสมาชิก	26.089	24	1.087		
ระหว่างกลุ่มการทดลอง	.213	2	.106	.090	.914
ความคลาดเคลื่อน	25.876	22	1.176		
รวม	1,815.53	35			

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการปั่นจักรยาน ด้วยวิธีการวินเกต ของกลุ่มการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม คือ แบบนั่งปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็นโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าพลังสูงสุด (peak power) ค่าเฉลี่ยของค่าพลังความสามารถในการปั่น (average power) และค่าเฉลี่ยความล้าของพลังความสามารถที่ทำได้ในการปั่น (power drop) ที่ทำได้ในครั้งที่ 2 ของทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง ผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยของค่าพลังสูงสุด (peak power) ในการปั่นครั้งที่ 2 หลังจากการฟื้นฟูสภาพด้วย 3 แบบ ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของค่าพลังสูงสุดในการปั่นครั้งที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าความสามารถของพลังสูงสุดในการปั่นทดสอบด้วยวิธีวินเกตนั้นไม่แตกต่างกัน

ค่าเฉลี่ยของค่าพลังความสามารถในการปั่น (average power) ที่ทำได้ในครั้งที่ 2 ในการทดสอบด้วยวิธีวินเกตของ ทั้ง 3 การทดลอง ปรากฏว่า การปั่นครั้งที่ 2 นั้น กลุ่มแบบนั่งปกติมีความแตกต่างกับกลุ่มแบบนั่งแช่น้ำเย็น และกลุ่มแบบนั่งแช่เท้าในน้ำเย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยความล้าของพลังความสามารถที่ทำได้ในการปั่น (power drop) ที่แสดงในครั้งที่ 2 ของทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง ปรากฏว่า ค่าความล้าของพลังความสามารถในการปั่นครั้งที่ 2 ของทั้งสามการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รายละเอียดดังผลตารางที่ 14

ตาราง 14 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการปั่นจักรยาน
ด้วยวิธีการวินเกตหลังการฟื้นฟูสภาพทันที ของกลุ่มการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม คือ แบบนั่งปกติอยู่กับ
ที่การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น

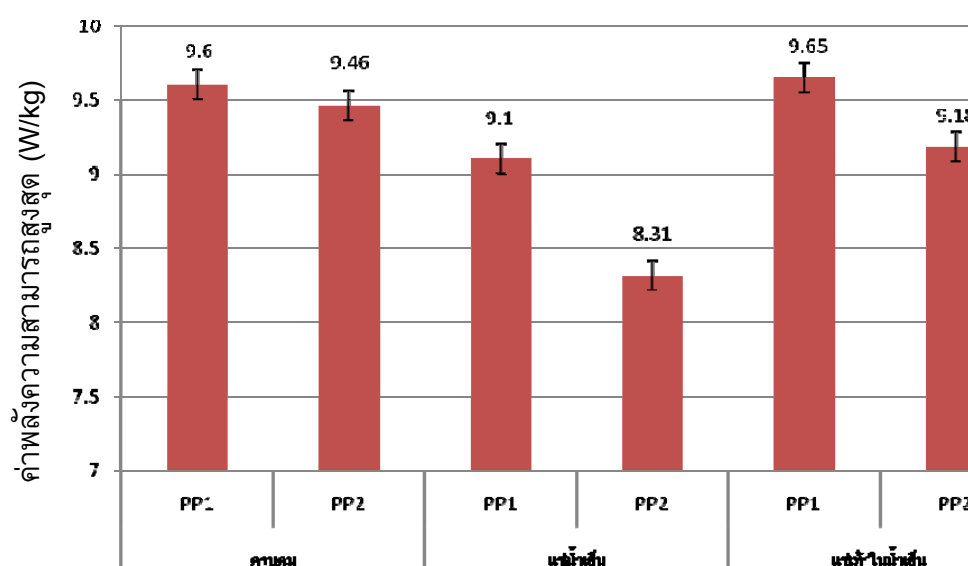
การเปรียบเทียบ	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	ความคลาด เคลื่อนมาตรฐาน	p
Peak Power ครั้งที่ 2			
นั่งปกติ : นั่งแช่น้ำเย็น	.31	.12	.063
นั่งปกติ : แช่เท้าในน้ำเย็น	.30	.16	.274
นั่งแช่น้ำเย็น : แช่เท้าในน้ำเย็น	.36	.18	.205
Average Power ครั้งที่ 2			
นั่งปกติ : นั่งแช่น้ำเย็น	-1.19***	.21	.000
นั่งปกติ : แช่เท้าในน้ำเย็น	-.95**	.19	.003
นั่งแช่น้ำเย็น : แช่เท้าในน้ำเย็น	.24	.21	.213
Power Drop ครั้งที่ 2			
นั่งปกติ : นั่งแช่น้ำเย็น	.18	.39	1.000
นั่งปกติ : แช่เท้าในน้ำเย็น	-3.66	.49	1.000
นั่งแช่น้ำเย็น : แช่เท้าในน้ำเย็น	.14	.44	1.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

เมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของค่าความสามารถสูงสุดทั้งก่อนและหลังการฟื้นฟูสภาพที่ทำได้จากการทดลองทั้ง 3 การทดลอง คือ การนั่งปกติ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น พบว่า ความแตกต่างของความสามารถสูงสุดที่ได้ในระหว่างการปั่นด้วยวิธีการวินเกตครั้งที่ 1 และการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ในการฟื้นฟูสภาพแบบนั่งปกติมีค่าความแตกต่างกันน้อยที่สุด ตามด้วยแบบแช่เท้าในน้ำเย็น แต่การนั่งแช่น้ำเย็นมีค่าความแตกต่างของค่าความสามารถสูงสุดในการปั่นวินเกตครั้งที่ 1 และการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 มากที่สุด

กล่าวคือ การนั่งปกติส่งผลต่อการลดลงของสมรรถภาพทางกายน้อยที่สุดตามด้วยการแช่เท้าในน้ำเย็น แต่ การนั่งแช่น้ำเย็นส่งผลต่อการลดลงของสมรรถภาพทางกายมากที่สุด โดยดูได้จากความแตกต่างของค่าความสามารถสูงสุดที่ได้ระหว่างการปั่นด้วยวิธีการวินเกตครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีค่ามากที่สุด ดังแผนภูมิภาพที่ 2



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถทางกายสูงสุด (peak power) ในการทดสอบด้วยวิธีวินเกตครั้งที่ 1 (ก่อนการฟื้นฟูสภาพ: PP1) และครั้งที่ 2 (หลังการฟื้นฟูสภาพทันที: PP2) ของการทดลองทั้ง 3 แบบ คือ การนั่งปกติ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น (หน่วย: W/kg)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน วิธีการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการใช้ความเย็นที่มีผลต่อการฟื้นฟูสภาพทางกายและเปรียบเทียบผลของการฟื้นฟูสภาพของร่างกายที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนิสิตชายในระดับอุดมศึกษา และเป็นนักกีฬาในสังกัดของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 12 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (purposive random sampling) โดยกลุ่มตัวอย่างปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกต (wingate test Protocol) เพื่อดูความสามารถสูงสุด และเจาะเลือดทันทีเพื่อนำค่ากรดแลคติกในเลือดมาวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นและบันทึกผลลงในใบบันทึกผล ให้ผู้รับการทดลองฟื้นฟูสภาพด้วยวิธีการต่างกัน เป็นเวลา 15 นาที และเจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดในทุกๆ ช่วง 5 นาทีของการฟื้นฟูสภาพ เมื่อครบเวลา ก็ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ อบอุ่นร่างกาย 5 นาที แล้วเจาะเลือดเพื่อดูค่ากรดแลคติกในครั้งที่ 6 แล้วทำการทดลองโดยการปั่นด้วยวิธีวินเกตในรอบที่ 2 เพื่อดูค่าความแตกต่างของค่าความสามารถทางกาย

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำผลการทดลองที่ได้มาทำการวิเคราะห์และแบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนักตัว ส่วนสูง โดยนำข้อมูลที่ได้นำมาหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในแต่ละช่วงเวลาของการฟื้นฟูสภาพในแบบต่างๆ คือ แบบนั่งพักติดอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (ONE-WAY ANOVA with Repeated Measure) หากพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบรายคู่ โดยวิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตในครั้งที่ 1 (ก่อนการฟื้นฟูสภาพ) และครั้งที่ 2 (หลังการฟื้นฟูสภาพทันที) ของกลุ่มทดลองแบบนั่งพักติดอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็นโดยใช้สถิติแบบที (Pair Sample t-test) และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตทั้งก่อนและหลังการฟื้นฟูสภาพทันที ของกลุ่มการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุมีค่าเท่ากับ 19.58 ± 0.52 ปี ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักตัวมีค่าเท่ากับ 74.21 ± 12.34 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของส่วนสูงมีค่าเท่ากับ 178.83 ± 5.24 เซนติเมตร

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในแต่ละช่วงเวลาของการฟื้นฟูสภาพในแบบต่างๆ ของทั้ง 3 กลุ่มทดลอง คือ แบบนั่ง ปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น ผลปรากฏว่า

2.1.1 ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในการเจาะเลือดครั้งที่ 1 ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตของทั้ง 3 การทดลอง ไม่แตกต่างกัน

2.1.2 ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในการเจาะเลือดครั้งที่ 2 ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตของทั้ง 3 การทดลอง ไม่แตกต่างกัน

2.1.3 ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในการเจาะเลือดครั้งที่ 3 ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตของทั้ง 3 การทดลอง ไม่แตกต่างกัน

2.1.4 ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในการเจาะเลือดครั้งที่ 4 ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตแตกต่างกัน โดยกลุ่มนั่งปกติแตกต่างกับกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.1.5 ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในการเจาะเลือดครั้งที่ 5 ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นกับกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มนั่งปกติแตกต่างกับกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มนั่งปกติแตกต่างกับกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.1.6 ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในการเจาะเลือดครั้งที่ 6 ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตของทั้ง 3 การทดลองแตกต่างกัน โดยกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นแตกต่างกับกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มนั่งปกติแตกต่างกับกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นและกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 รายละเอียดดังรูปภาพที่ 1

และเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต ภายในกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ผลปรากฏว่า

2.2.1 ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในแต่ละช่วงเวลาภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกต ภายในกลุ่มทดลองแบบนั่งปกติอยู่กับที่ กรดแลคติกในเลือดช่วงหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตทันทีกับช่วงหลังคลายอุณหภูมิจากยานครบ 5 นาที, ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 และ ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน

ช่วงหลังคลายอุณหภูมิจักรยานครบ 5 นาทีกับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 5 ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10 ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 และ ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน

ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 5 กับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 และ ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน

ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10 กับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน และช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 กับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน ในทุกรายคู่ที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แต่แลคติกในเลือดหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตตันที่กับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 5 ช่วงหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตตันที่กับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10 ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 5 กับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10 และ ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10 กับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 นั้นไม่มีความแตกต่างกัน

2.2.2 ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในแต่ละช่วงเวลาภายในกลุ่มทดลองแบบนั่งแช่น้ำเย็น ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในแต่ละช่วงเวลาเป็นรายคู่ในทุกๆ คู่ของกลุ่มทดลองแบบนั่งแช่น้ำเย็นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2.3 ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดในแต่ละช่วงเวลาภายในกลุ่มทดลองแบบแช่เท้าในน้ำเย็น ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดช่วงหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตตันที่กับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 และ ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน

ช่วงเจาะเมื่อคลายอุณหภูมิจักรยานครบ 5 นาทีกับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 5 ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10 ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 และ ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน

ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 5 กับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10 ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 และ ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน

ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10 ของการพักกับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 ของการพัก และ ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน

ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 กับช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 มีความแตกต่างกัน โดยในทุกๆ รายคู่ที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แต่ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดช่วงหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตตันที่กับช่วงเจาะเมื่อคลายอุณหภูมิจักรยานครบ 5 นาที, ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 5 และ ช่วงเจาะเมื่อครบนาทีที่ 10 นั้นไม่มีความแตกต่างกัน

กล่าวคือรูปแบบการฟื้นฟูสภาพในการทดลองกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นให้ผลในการลดปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดได้ดีที่สุด กลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นให้ผลรองลงมา แต่กลุ่มนั่งปกติให้ผลในการลดปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดช้าที่สุด

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตในครั้งที่ 1 (ก่อนการฟื้นฟูสภาพ) และครั้งที่ 2 (หลังการฟื้นฟูสภาพทันที) ของกลุ่มทดลองแบบนั่งปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น ผลปรากฏว่า

3.1.1 ค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด (peak power) ในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของแต่ละกลุ่มการทดลองนั้น การปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับ การปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ของกลุ่มนั่งปกติและกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นนั้นไม่แตกต่างกัน แต่ การปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับ การปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ของกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นนั้นแตกต่างกัน

3.1.2 ค่าเฉลี่ยของพลังความสามารถ (average power) ในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของแต่ละกลุ่มการทดลองนั้น การปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับ การปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ของกลุ่มนั่งปกติและกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นนั้นไม่แตกต่างกัน แต่การปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับ การปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ของกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นนั้นแตกต่างกัน

3.1.3 ค่าเฉลี่ยความล้า (power drop) ในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของแต่ละกลุ่มการทดลองนั้น การปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับ การปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ของกลุ่มนั่งปกติและกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นนั้นไม่แตกต่างกัน แต่การปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับ การปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ของกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นนั้นแตกต่างกัน

กล่าวคือ รูปแบบการฟื้นฟูสภาพในการทดลองกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นส่งผลให้ความสามารถในการปั่นจักรยานด้วยวิธีวินเกตนั้นลดลง แต่ความสามารถที่ทำได้ของกลุ่มนั่งปกติและกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นระหว่างการปั่นทั้งสองครั้งใกล้เคียงกัน

การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าความสามารถในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตในครั้งที่ 1 (ก่อนการฟื้นฟูสภาพ) และครั้งที่ 2 (หลังการฟื้นฟูสภาพทันที) ของทั้ง 3 กลุ่มทดลอง ผลปรากฏว่า

3.2.1 ค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด (Peak Power) และค่าเฉลี่ยความล้า (Power Drop) ในการปั่นวินเกตครั้งที่ 1 ของทั้งสามกลุ่มการทดลองในทุกๆ รายคู่ไม่แตกต่างกัน แต่ค่าเฉลี่ยของพลังความสามารถ (Average Power) ในรายคู่กลุ่มนั่งปกติกับกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นและกลุ่มนั่งปกติกับกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นแตกต่างกัน

3.2.2 ค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด (Peak Power) และค่าเฉลี่ยความล้า (Power Drop) ในการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ของทั้งสามกลุ่มการทดลองในทุกๆ รายคู่ไม่แตกต่างกัน แต่ค่าเฉลี่ยของพลังความสามารถ (Average Power) ในรายคู่กลุ่มนั่งปกติกับกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นและกลุ่มนั่งปกติกับกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นแตกต่างกัน

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลของการแช่น้ำเย็นที่มีต่อการฟื้นฟูสภาพและความสามารถทางกาย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ระดับปริมาณกรดแลคติกในเลือดในแต่ละช่วงเวลา และเปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถทางกายโดยการทดสอบด้วยวิธีการวินเกต แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ผลการศึกษาพบว่า

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบการฟื้นฟูสภาพโดยลดปริมาณของกรดแลคติกในเลือดโดยใช้การฟื้นฟูสภาพ 3 แบบการทดลองและเทียบอัตราการลดลงของกรดแลคติกในเลือดในแต่ละช่วงเวลาของการทดลอง ผลปรากฏว่า

1.1 การลดลงของปริมาณกรดแลคติกในเลือดในกลุ่มการทดลองแบบนั่งแช่น้ำเย็นให้ผลในการลดลงของกรดแลคติกได้ดีกว่ากลุ่มแบบแช่เท้าในน้ำเย็นกับกลุ่มแบบนั่งปกติที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มแบบแช่เท้าในน้ำเย็นก็ให้ผลการลดลงของกรดแลคติกในเลือดได้ดีกว่ากลุ่มนั่งปกติที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า การฟื้นฟูสภาพโดยใช้ความเย็นนั้นส่งผลต่อการลดลงของกรดแลคติกในเลือดซึ่งให้ผลในการลดที่เร็วและสม่ำเสมอในทุกช่วงเวลา ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ คือ การฟื้นฟูสภาพด้วยวิธีการนั่งปกติ ฟื้นฟูสภาพด้วยวิธีการนั่งแช่น้ำเย็น และฟื้นฟูสภาพด้วยวิธีการแช่เท้าในน้ำเย็น ให้ผลในการลดกรดแลคติกในเลือดแตกต่างกัน สอดคล้องกับมานพ โลหิตโยธิน (2539) ได้ทำการศึกษาผลของความเย็นที่มีต่อระยะเวลาในการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย พบว่า การฟื้นตัวโดยใช้ความเย็นด้วยการใช้ผ้าเย็น การดื่มน้ำเย็น และการเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นควบคู่กับดื่มน้ำเย็น ให้ผลในการลดลงของกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นหัวใจในระยะฟื้นตัวทุกช่วง 5 นาที ในช่วงเวลาการศึกษา 1 ชั่วโมง จากการศึกษามาร์ชและสเลเวิร์ท (Marsh and Sleivert., 1999) และวิลค็อก (Wilcock et. al, 2006) ได้อธิบายถึงความเย็นที่ทำให้หลอดเลือดส่วนปลายในชั้นระดับผิวหนังมีการหดตัว ทำให้การไหลเวียนของเลือดส่วนปลาย (peripheral blood flow) ลดลงแต่ส่งผลให้เลือดไหลกลับเข้าสู่หัวใจมากขึ้น (cardiac preload) ทำให้อัตราการไหลเวียนเลือดส่วนกลาง (central blood volume) เพิ่มขึ้น การส่งถ่ายเลือดไปยังกล้ามเนื้อจึงมีเพียงพอ กอปรกับการศึกษาของวิลค็อก (Wilcock et. al, 2006) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการฟื้นฟูสภาพโดยใช้การแช่น้ำเย็น กล่าวว่า แรงดันจากน้ำทำปฏิกิริยากับของเหลวในร่างกายในขณะที่แช่น้ำ โดยของเหลวจากภายนอกหลอดเลือดจะเคลื่อนสู่ภายในหลอดเลือด ซึ่งอาจมีการแลกเปลี่ยนหรือขนถ่ายสารระหว่างภายนอกและภายในหลอดเลือด และยังกล่าวอีกว่า ถ้าของเหลวมีการเคลื่อนถ่ายสารระหว่างภายนอกและภายในหลอดเลือดได้ดี ก็จะทำให้มีการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้น เช่นกรดแลคติกได้มากขึ้น สอดคล้องกับมาร์ชและสเลเวิร์ท (Marsh and Sleivert., 1999) ที่ทำการศึกษเกี่ยวกับการให้ความเย็นที่มีผลต่อความสามารถในการปั่นจักรยานที่ความหนักสูง กล่าวว่า การใช้ความเย็นทำให้ central blood volume เพิ่มขึ้น และด้วยเหตุนี้อาจจะทำให้การไหลเวียนของเลือดมีมากพอที่จะไหลเวียนไปยังกล้ามเนื้อระหว่างการออกกำลังกาย การกำจัดของเสียจากกล้ามเนื้อก็ทำได้ดีขึ้น

จากการฟื้นฟูสภาพทั้ง 3 แบบ มีผลต่อระดับการลดลงของกรดแลคติกในเลือดภายหลังการออกกำลังกายที่แตกต่างกัน เนื่องจากการที่ร่างกายทำงานที่ความหนักลดลงจากขณะออกกำลังกาย ไม่ว่าจะเป็นระบบกล้ามเนื้อ ระบบประสาท ระบบหายใจ และระบบการไหลเวียนเลือด เป็นช่วงที่ระบบต่างๆ ในร่างกาย มีการปรับตัวจากสภาวะที่ทำงานหนักมาสู่สภาวะปกติ ประกอบกับช่วงเวลาในการพักในขณะนั้น ไม่ได้ใช้พลังงานจากระบบแอโรบิค เพราะฉะนั้นกรดแลคติกจะไม่ถูกสร้างเพิ่มขึ้น จะมีเฉพาะการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกไป จึงพบว่าระดับกรดแลคติกในเลือดลดลง สอดคล้องกับ ชูศักดิ์ และกันยา (2536) ที่กล่าวว่า การฟื้นฟูร่างกายโดยการพักภายหลังการออกกำลังกายเต็มที่ช่วยให้กรดแลคติกเคลื่อนย้ายออกไปได้ครึ่งหนึ่งโดยใช้เวลานานกว่า 25 นาที นอกจากนี้ คาร์ลสัน (Karlsson, 1987), มาร์ชและสเลเวิร์ท (Marsh and Sleivert., 1999) กล่าวว่า การทำให้เย็นลงภายหลังการออกกำลังกายด้วยวิธีใดๆ ก็ตาม จะช่วยทำให้มีการเคลื่อนย้ายของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการใช้พลังงานออกไปจากกล้ามเนื้อและเลือด ทั้งยังช่วยในการป้องกันการบาดเจ็บได้

ในส่วนของการนั่งปกติ ระดับของกรดแลคติกในเลือดลดลงเช่นกัน แต่มีปริมาณน้อยกว่าการนั่งแช่น้ำเย็นและการแช่เท้าในน้ำเย็น ทั้งนี้เป็นเพราะว่าในขณะที่มีการออกกำลังกายนั้น ทุกระบบในร่างกายได้รับการกระตุ้นมาก และเมื่อเข้าสู่ช่วงการทำให้เย็นลง การหยุดพักทันทีเท่ากับเป็นการหยุดการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกายลงทันทีเช่นกัน การไหลเวียนเลือดไม่เพิ่มขึ้น กรดแลคติกจะเคลื่อนย้ายออกไปจากกล้ามเนื้อและเลือดได้น้อย ระดับกรดแลคติกในเลือดที่วัดได้จึงพบว่ามีความสูงกว่าการฟื้นฟูสภาพด้วยวิธีอื่น แต่การฟื้นฟูสภาพด้วยวิธีการใช้ความเย็น เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ทั้งการนั่งแช่น้ำเย็นและการแช่เท้าในน้ำเย็นนั้นเป็นการทำให้เย็นลงโดยใช้ความเย็นกระตุ้นจนทำให้ central blood volume เพิ่มขึ้น ทำให้การไหลเวียนของเลือดไปยังกล้ามเนื้อในส่วนที่ใช้งานมากขึ้น แรงดันของน้ำทำให้มีการเคลื่อนที่ของของเหลวระหว่างภายนอกและภายในหลอดเลือดเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจทำให้มีการกำจัดของเสียที่ค้างคั่งอยู่ในหลอดเลือดและกล้ามเนื้อได้มากขึ้น (Wilcock et al., 2006) กรดแลคติกจึงเคลื่อนย้ายออกไปจากกล้ามเนื้อและเลือดได้เร็วขึ้น

การฟื้นฟูสภาพโดยใช้ความเย็นจากภายนอกนั้น จะส่งผลกับการไหลเวียนของเลือดในส่วนของ central blood volume และส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของการไหลเวียนของเลือดในกล้ามเนื้อ สอดคล้องกับ ประทุม (2537) กล่าวว่า เมื่อมีเลือดไหลเวียนมาที่กล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นจะช่วยทำให้หลอดเลือดมีความเป็นกรดลดลง อัตราการเต้นของหัวใจลดลงตามมาด้วย และมีผลเนื่องมาจากการที่ระดับความเป็นกรดในเลือดลดลง

เมื่อศึกษาแยกในแต่ละวิธีพบว่า ผลการศึกษาหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของระดับกรดแลคติกในเลือดโดยการฟื้นฟูสภาพด้วยการนั่งปกติ การฟื้นฟูสภาพด้วยการนั่งแช่น้ำเย็นและการฟื้นฟูสภาพโดยการแช่เท้าในน้ำเย็นในช่วงเวลาที่เจาะเลือดครั้งที่ 1 (หลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตทันที), ครั้งที่ 2 (เจาะทันทีเมื่อทำการคลายอุณหภูมิจักรยานครบ 5 นาที) และครั้งที่ 3 (เจาะเมื่อครบนาทีที่ 5) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 2) แต่การเจาะเลือดในช่วงที่ 4 (เจาะเมื่อครบนาทีที่ 10) ค่าของกรดแลคติกในเลือดของวิธีการฟื้นฟูสภาพโดยการนั่งแช่น้ำเย็นมี

ความแตกต่างกันกับการนั่งพักปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ช่วงที่ 5 (เจาะเมื่อครบนาฬิกาที่ 15) การฟื้นฟูสภาพโดยการนั่งแช่น้ำเย็นกับแช่เท้าในน้ำเย็นค่ากรดแลคติกในเลือดไม่แตกต่างกันแต่การนั่งแช่น้ำเย็นและการแช่เท้าในน้ำเย็นค่าของกรดแลคติกในเลือดแตกต่างกันกับการนั่งพักปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 2) และในการเจาะเลือดช่วงที่ 6 (เจาะเมื่อครบนาฬิกาที่ 20 ก่อนปั่น wingate test รอบที่ 2) ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดของการฟื้นฟูสภาพโดยการนั่งแช่น้ำเย็นกับการแช่เท้าในน้ำเย็นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการฟื้นฟูสภาพโดยการนั่งแช่น้ำเย็นและการแช่เท้าในน้ำเย็นแตกต่างกับการฟื้นฟูสภาพโดยการนั่งพักปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (ตารางที่ 2)

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตในครั้งที่ 1 (ก่อนการฟื้นฟูสภาพ) และครั้งที่ 2 (หลังการฟื้นฟูสภาพทันที) ของกลุ่มทดลองแบบนั่งปกติอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น

เมื่อพิจารณาถึงความสามารถสูงสุดที่ทำได้ในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตครั้งที่ 1 (ก่อนการฟื้นฟูสภาพ) และครั้งที่ 2 (หลังการฟื้นฟูสภาพทันที) เพื่อดูค่าความแตกต่างของค่าความสามารถทางกายของการให้การฟื้นฟูสภาพด้วยวิธีการต่างกัน 3 แบบ คือ การนั่งปกติ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น ซึ่งมีปัจจัยหลายอย่างส่งผลต่อความสามารถทางกาย ทั้งความล้าในระบบกล้ามเนื้อ ปริมาณกรดแลคติกที่คั่งค้างอยู่ในกล้ามเนื้อ และอุณหภูมิในกล้ามเนื้อ ซึ่งพบว่า การฟื้นฟูสภาพโดยการนั่งปกติและการฟื้นฟูสภาพโดยการแช่เท้าในน้ำเย็นไม่ส่งผลหรือส่งผลน้อยในการลดลงของสมรรถภาพทางกายโดยดูจากค่าความสามารถสูงสุดในการปั่นด้วยวิธีการวินเกตนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 9) แต่ค่าความสามารถสูงสุดในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตของการฟื้นฟูสภาพโดยการนั่งแช่น้ำเย็นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (ตารางที่ 9)

จากการทดสอบเมื่อดูค่าเฉลี่ยของพลังความสามารถ (average power) ในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของการทดลองทั้ง 3 แบบ พบว่า ค่าเฉลี่ยของพลังความสามารถที่ทำได้ในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตระหว่างทั้งสองครั้ง การนั่งปกติและการแช่เท้าในน้ำเย็นนั้น ค่าที่ได้จากการปั่นวินเกตระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันแต่ค่าเฉลี่ยของพลังความสามารถของการนั่งแช่น้ำเย็นในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (ตารางที่ 10) กล่าวคือความเย็นส่งผลต่อสมรรถภาพทำให้ความสามารถของร่างกายหลังที่ได้รับความเย็นทันทีมีค่าลดลง

ค่าเฉลี่ยของความล้าของพลังความสามารถ (power drop) ของการทดสอบในการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของการทดลองทั้ง 3 แบบ คือ การนั่งปกติ การนั่งแช่น้ำเย็นและการแช่เท้าในน้ำเย็นพบว่า การนั่งปกติและการนั่งแช่น้ำเย็นนั้น ค่าเฉลี่ยของ

ความล้าของพลังความสามารถระหว่างการปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2 ไม่แตกต่างกัน แต่การแช่เท้าในน้ำเย็น ค่าเฉลี่ยของความล้าของพลังความสามารถระหว่างการปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่าวิธีการแช่เท้าในน้ำเย็นนั้นส่งผลต่อความสามารถในการปั่นทำให้ดัชนีของความล้าลดลงในค่าของการปั่นในครั้งที่ 2 ซึ่งจะทำให้คงความสามารถรักษาระดับในการปั่นได้นานยิ่งขึ้น (ตารางที่ 10)

การฟื้นฟูสภาพโดยการนั่งพักปกตินั้น เป็นการฟื้นฟูสภาพโดยการให้ระบบต่างๆ ของร่างกายลดการทำงานลงตามความสามารถในการฟื้นฟูสภาพตามธรรมชาติของร่างกาย โดยเมื่อมีการทำงานหรือการออกกำลังกายที่ความหนักสูง เมื่อพักร่างกายก็จะเริ่มกระบวนการฟื้นฟูสภาพร่างกายโดยการกำจัดของเสีย เช่น กรดแลคติกออกจากกล้ามเนื้อและเลือด และฟื้นฟูสภาพกล้ามเนื้อให้พร้อมที่จะทำงานต้องใช้เวลารักษาพักนาน 24 – 48 ชั่วโมง (ชูศักดิ์ เวชแพศย์และกันยา ปาละวิวัฒน์. 2536) เพื่อให้กล้ามเนื้อได้มีการฟื้นฟูสภาพและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของระบบกล้ามเนื้อในร่างกาย แต่จากผลการทดลองที่ได้จากการปั่นจักรยานด้วยวิธีการวินเกตระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 นั้น พบว่า ในการฟื้นฟูสภาพด้วยวิธีนั่งพักปกติและการแช่เท้าในน้ำเย็นส่งผลต่อความสามารถทางกายในการปั่นวินเกตระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ที่ไม่แตกต่างกัน แต่การฟื้นฟูสภาพโดยการนั่งแช่น้ำเย็นนั้นส่งผลต่อความสามารถทางกายในการปั่นวินเกตระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 แตกต่างกัน โดยความสามารถในการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ลดลงอย่างเห็นได้ชัดชัดเจน สอดคล้องกับไวล์ (Vaile J., 2008) กล่าวว่า การแช่น้ำเย็นนั้นเป็นวิธีที่ดีที่สุดที่จะให้ประโยชน์เพื่อส่งผลต่อสมรรถภาพร่างกายได้ดีขึ้นภายหลังจากที่มีการพัก 24 ชั่วโมง และยังสามารถรักษาระดับความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมได้นานยิ่งขึ้น

การฟื้นฟูสภาพโดยใช้ความเย็นนั้นเนื่องจากการใช้ความเย็นสัมผัสร่างกายโดยตรง อุณหภูมิที่ผิวหนังสัมผัสกับน้ำทำให้กล้ามเนื้อบริเวณนั้นหดตัว นอกจากนั้น กันยา (2532) กล่าวว่า ที่อุณหภูมิแวดล้อมและผิวหนังต่ำกว่า 18 องศาเซลเซียส จะลดประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อ แต่เมื่อร่างกายกลับคืนสู่อุณหภูมิที่ประมาณ 20 – 29 องศาเซลเซียสกลับพบว่า จะเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ สอดคล้องกับโครว์และคณะ (Crowe et. al, 2006) ที่ได้ทำการทดลองโดยใช้การฟื้นฟูสภาพโดยการแช่น้ำเย็นในกลุ่มตัวอย่าง 17 คน ภายหลังจากทดสอบด้วยวิธีการวินเกต เปรียบเทียบกับการนั่งพักปกติอยู่กับที่ พบว่า การนั่งพักปกติให้ผลในการทดสอบความสามารถสูงสุดระหว่างการปั่นครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ไม่แตกต่างกัน แต่การพักโดยการแช่น้ำเย็นส่งผลต่อความสามารถสูงสุดระหว่างการปั่นครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 แตกต่างกันโดยสรุปว่าการแช่น้ำเย็นทำให้ความสามารถในการปั่นจักรยานลดลงตลอดจนถึงช่วงการพักใน 1 ชั่วโมง และสอดคล้องกับเวด (Wade, 1999) อ้างถึงในโครว์และคณะ (Crowe et. al, 2006) ได้กล่าวไว้ว่าความเย็นทำให้ลดการหลั่ง Histamine ลดความต้องการเมตาบอลิซึมของเซลล์ แต่กระตุ้นการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก จึงพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจลดลง ขณะเดียวกันผลของความเย็นยังไปยับยั้งการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานของร่างกายลดลง แต่ถึงอย่างไรก็ตามยานากิซาวาและคณะ (Yanakisawa et. al, 2004) อ้างถึงในโครว์และคณะ (Crowe et. al, 2006) กล่าวว่า การแช่น้ำเย็นนั้นส่งผลทำให้ความสามารถทางกายลดลง

แต่ถ้ามีใช้เวลาในการอบอุ่นร่างกายอย่างเพียงพอและพักอย่างเพียงพอภายหลังการแช่น้ำเย็นเพื่อเพิ่มอุณหภูมิร่างกายก่อนเล่นกีฬาที่มีการพักเพียงช่วงเวลาสั้นๆ ก็ทำให้ความสามารถทางกายคงสภาพหรือมีการลดลงของสมรรถภาพน้อยกว่า

เมื่อพิจารณาทั้งระดับกรดแลคติกในเลือดและความสามารถทางกายหลังการฟื้นฟูสภาพด้วยวิธีการทั้ง 3 แบบ คือ การฟื้นฟูสภาพโดยการนั่งปกติ การฟื้นฟูสภาพโดยการนั่งแช่น้ำเย็นและการฟื้นฟูสภาพโดยการแช่เท้าในน้ำเย็น พบว่า ค่าเฉลี่ยของการลดลงของค่ากรดแลคติกในเลือดและค่าการทดสอบความสามารถทางกายที่วัดได้ไม่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน กล่าวคือ การใช้ความเย็นสามารถทำให้ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกลดลงดีที่สุด แต่ความสามารถสูงสุดที่ทำได้ในการทดสอบครั้งที่ 2 นั้นลดลง แต่การนั่งปกตินั้นการลดลงของค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกลดลงน้อยแต่ไม่ส่งผลต่อการลดลงของสมรรถภาพทางกาย การลดลงของแลคติกในเลือดจากการใช้ความเย็นแต่ไม่ส่งผลต่อสมรรถภาพร่างกายไปในแนวทางเดียวกันโดยความเย็นจะไปส่งผลต่อการทำงานของข้อต่อรวมถึงกล้ามเนื้อซึ่งทำให้มีการดึงตัวของกล้ามเนื้อจึงไม่เหมาะที่จะออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาในทันที (Vaile J., 2008) ควรให้เวลาในการพักร่างกายมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ คือ การใช้ความเย็นด้วยวิธีการนั่งพักเฉยๆ การนั่งแช่น้ำเย็นและการแช่เท้าในน้ำเย็นให้ผลในการฟื้นฟูสภาพร่างกายและการลดกรดแลคติกในเลือดแตกต่างกัน ดังนั้น การใช้วิธีการฟื้นฟูสภาพแบบใดควรขึ้นอยู่กับสภาวะการณขณะนั้น และมีเวลาในการพักที่เพียงพอ โดยการใช้ความเย็นทั้งสองวิธี คือ การฟื้นฟูสภาพแบบนั่งแช่น้ำเย็นและการฟื้นฟูสภาพแบบแช่เท้าในน้ำเย็น โดยมีข้อสังเกตคือ ทั้งสองวิธีนี้สามารถทำได้ในขณะที่ร่างกายไม่ต้องการเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ใช้ในการฟื้นฟูสภาพร่างกาย เพื่อใช้ในการลดกรดแลคติกได้เร็วขึ้นหรือเพื่อลดการเจ็บปวดหรืออักเสบของกล้ามเนื้อหรือข้อต่อจากการเล่นกีฬาหรือออกกำลังกาย

ข้อเสนอแนะ

การใช้การฟื้นฟูสภาพโดยการใช้ความเย็นเป็นอีกทางเลือกหนึ่งเพื่อใช้ในการฟื้นฟูสภาพทางกายภายหลังการเล่นกีฬา การออกกำลังกายอย่างหนัก หรือมีอาการบาดเจ็บภายหลังการออกกำลังกายหรือการเล่นกีฬา ทั้งยังกำจัดของเสียที่คั่งค้างอยู่ในเลือดได้เร็วขึ้น ลดการปวดเมื่อย หรือการอักเสบจากการบาดเจ็บภายหลังการออกกำลังกาย

ข้อแนะนำสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลของการใช้ความเย็นเปรียบเทียบกับการใช้ความร้อนเช่นการอาบน้ำที่มีผลต่อสมรรถภาพและความสามารถทางกาย
2. ควรมีการศึกษาผลของการใช้ความเย็นด้วยวิธีการอื่นๆ โดยวิธีการอย่างง่าย เช่น การประคบเย็น การใช้ผ้าเย็น ที่ส่งผลต่อความสามารถและสมรรถภาพทางกาย

3. ควรมีการศึกษาผลของเวลาที่ใช้ในการฟื้นฟูสภาพในการใช้ความยืนที่มีผลในการฟื้นฟูสภาพและความสามารถทางกาย

4. ควรมีการศึกษาผลของการฟื้นฟูสภาพโดยใช้ความยืนในกลุ่มประชากรอื่นๆ เช่น กลุ่มเยาวชน กลุ่มผู้หญิงที่เป็นนักกีฬา หรือ กลุ่มผู้ออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กันยา ปาละวิวัธน์. (2532). *คู่มือรักษาตนเองรักษาด้วยความร้อนและความเย็น*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์หมอชาวบ้าน
- กิจจา สุวรรณ. (2543). *สาระสำคัญวิชาสรีรวิทยา*. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: เอส อาร์ พรินต์ติ้ง แมสโปรดักส์
- ขวัญตา สีนวล. (2547). *ความสามารถของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ โดยการคืนสู่สภาพปกติของอัตราการเต้นของชีพจรของนักศึกษาวิทยาลัยพลศึกษา เขตภาคเหนือ*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- คณาจารย์ภาควิชาสรีรวิทยา. (2545). *สรีรวิทยา*. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ: เท็กแอนด์เจอร์นัลพับลิเคชั่น
- คณาจารย์วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา. (2548). *วิทยาศาสตร์การกีฬา*. วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนมีเดียเพลส จำกัด
- ชัชรินทร์ อังสุภากร. (2540). *สรีรวิทยาของมนุษย์*. คณะแพทยศาสตร์ รามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ: พรินต์กราฟฟிக
- ชูศักดิ์ เวชแพศย์; และ กันยา ปาละวิวัธน์. (2536). *สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ธรรมกลการพิมพ์
- ณัฐธิดา บังเมฆ. (2547). *เปรียบเทียบผลของการวิ่งบนพื้นเรียบและทางลาดชันที่มีต่อความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อขา*. ปรินญานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์การกีฬา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทวีศักดิ์ บุรณวุฒิ; และ วารี พร้อมเพชรรัตน์. (2549). *สาระสำคัญ วิชาสรีรวิทยา*. วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า: นำอักษรการพิมพ์
- บรรจบ ชุณหสวรรณ. (2539). *วาริบำบัด"อาณภาพแห่งสายน้ำ"*. กรุงเทพฯ: เจริญวิทย์การพิมพ์
- บั้งอร ชมเดช. (2541). *สรีรวิทยาของระบบไหลเวียน*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ประทุม ม่วงมี. (2537). *รากฐานทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและการพลศึกษา*. กรุงเทพฯ: บุรพาสาน
- พิชิต ภูติจันทร์. (2535). *สรีรวิทยาการออกกำลังกาย*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- พีระพงษ์ บุญศิริและภมร เสนาฤทธิ์. (2544). *โภชนาการการออกกำลังกาย*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.

- พระพงษ์ บุญศิริ. (2538). *สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย(วิทยาศาสตร์การกีฬา)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์
- ไพรัช เลิศเกียรติศักดิ์. (2526). *เปรียบเทียบการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายระหว่างวิธีการดื่มน้ำเย็น การขโลมตัวด้วยน้ำเย็นและการนั่งพักในห้องอุณหภูมิต่ำ*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อัดสำเนา
- ภาสกร บุญนิยม. (2533). *ระยะการฟื้นตัวหลังออกกำลังกายด้วยวิธีการดูดออกซิเจนกับการนั่งพัก*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- มงคล แผลงสาเคน. (2541). *วิทยาศาสตร์การกีฬา*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ศิลปาบรรณาการ
- มานพ โลหิตโยธิน. (2539). *ผลของความเย็นที่มีต่อระยะเวลาในการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- รัชฎา แก่นสารี. (2540). *สรีรวิทยา. สวัสดิการวิชาการ สถาบันพระบรมราชชนก กระทรวงสาธารณสุข นนทบุรี: ยุทธวิธีการพิมพ์*
- รัตติยา จินเดหา. (2533). *การศึกษาเปรียบเทียบผลเฉียบพลันของการนวดแบบไทยและการนวดแบบสากลต่อการรับรู้ความรู้สึกเมื่อยล้าและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- วันดี ขาวโอภาส. (2542). *การเปรียบเทียบระยะฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายโดยวิธีดื่มน้ำธรรมดา กับเครื่องดื่มเกลือแร่*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ศิริพร ทองศิริ. (2530). *อัตราชีพจรและปริมาณแลคเตทในเลือดในช่วงการฟื้นตัว โดยวิธีการพักเฉยๆ กับการพักแบบไม่หยุดนิ่ง*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริพร โชติไพบุลย์พันธุ์. (2545). *สรีรวิทยา ระบบกล้ามเนื้อ*. กรุงเทพฯ: ที เค การพิมพ์
- สาโรจน์ สิงห์ชม. (2524). *การเปรียบเทียบระยะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น การเป่าด้วยลมและการออกกำลังกายขนาดเบา*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุกัญญา มุสิกวัน. (2517). *การเปรียบเทียบการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายด้วยการนวดกล้ามเนื้อกับการขโลมด้วยน้ำเย็น*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อัดสำเนา.

- อำพร ศรียาภย์. (2544). ผลของการพัก การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และการชวบน้ำที่มีผลต่อระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจ. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์การกีฬา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- Astrand, P.O.; E. Hult; D.A. Juhlin and G. Reynolds. (1986, July). *Disposal of lactate during And after strenuous exercise in humans*. Journal Applied Physiology 61: 338-343.
- Bonen, A. (2000). *Lactate transporters (MCT proteins) in heart and skeletal muscle*. Medicine & Science in Sports & Exercise 32: 778-779.
- Bruce, L. (2000). *The role of skeletal muscle in Lactate exchange during exercise : Introduction*. Medicine & Science in Sports in Sports & Exercise 32: 753-755
- Corder, K.P., J.A. Potteiger, K.L. Nau, S.F. Figoni and S.L. Hershberger. (2000). *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 Teseach. 14(2): 151-156.
- Crowe, M.J.; D. O'Connor and Rudd, D. (2006, December). *Cold water recovery reduces anaerobic performance*. Sport Medicine. 28: 994-998.
- Donovan, C.M. and M.J. Pagliassotti. (2000). *Quantitative assessment of pathways for lactate disposal in skeletal muscle fiber type*. Medicine & Science in Sports & Exercise 32: 772-777.
- Dotan, R., B. Falk and A. Raz. (2000). *Intensity effect of active recovery from glycolytic Exercise on decreasing blood lactate concentration in prepubertal children*. Medicine And science in sports and exercise. 32(3): 564-570.
- Gupta, S., A. Goswami, A.K. Sadhukhan and D.N. Mathur. (1996). *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. 17(2): 106-110.
- Hannie, P.Q., G.R. Hunter, T. Kekes-Szabo, C. Nicholson and P.C. Harrison. (1995). *The effect of recovery on force production, blood lactate and work performed during bench press exercise*. The Journal of Strength and Conditioning Research. 9(1): 8-12.
- Inbar, Omri.; Bar-Or, Oded. and Skinner, James S. (1996). *The wingate anaerobic test*. United State of America: Versa Press.

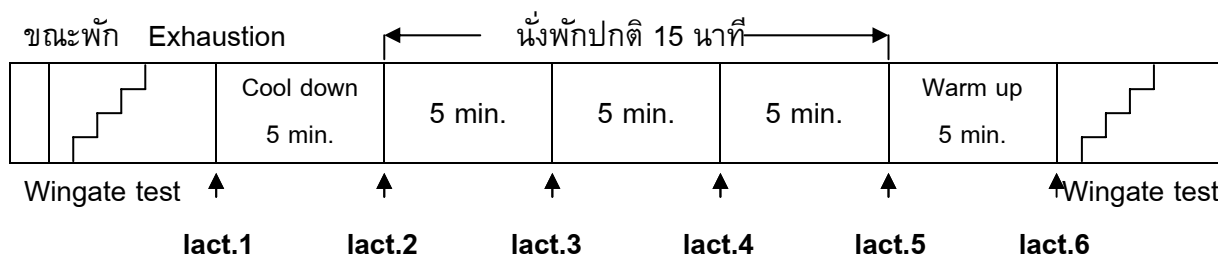
- Ingram, J., Dawson, B., Carmel, G., Wallman, K. and Beilby, J. (2007). *Effect of water immersion method on post-exercise recovery from simulated team sport exercise*. Journal of Science & medicine in sport 12 : 417-421
- Juel, C. (1997). *Lactate-proton cotransport in skeletal muscle*. Journal of Physiol. Rev. 77: 321-358.
- Karlsson, J.; L.O. Nordesjo; L. Jorfeldt and B. Saltin. (1981). *Muscle lactate, ATP, and CP Level during exercise after physical training in man*. Journal of Physiol. 33: 199-203
- Lau, S., K. Berg, R.W. Latin, and J. Noble. (2004). *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. 15(3): 367-371.
- Marsh, D., & Sleivirt, G. (1999). *Effect of precooling on high intensity cycling performance*. Br J Sport Med, 33(6)
- Max, A.B; JR. Harold; S. Bryant; H. Stone; A. Mitchell and T. Travis. (1998). *Effect of weight Training exercise and treadmill exercise on post-exercise oxygen consumption*. Medicine & Science in Sports & Exercise 18: 518-521.
- 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.
- Robert, A.R. Scott. (1997). *Exercise Physiology, Exercise, Performance and Clinical Application*. Times Mirror Company, United State of America
- Seelwood, K.L., Brukner, P., William, D., Nicol, A., and Hinman, R. (2007). *Ice water immersion and delayed-onset muscle soreness : a randomized controlled trial*. Br J Sport Med, 41(6) : 392-397
- Stephen, P., M. Priscilla and Lee Joohyung. (2000). *Activity and immobilization after eccentric Exercise : I. Recovery of muscle function*. Medicine & Science in Sports & Exercise 32: 1,587-1,592.
- Tiidus, P.M. and J.K. Shoemaker. (1995). *Effects massage, muscle blood Flow and long-term post-exercise strength recovery*. International Journal Sports Medicine 16: 478-483.
- Vaile, J., Halson, S., Gill, N. and Dawson, B. (2008). *Effect of cold water immersion on repeat cycling performance and thermoregulation in the heat*. Journal of Sports Science. March; 26(5) : 431-440

- Vaile, J., Halson, S., Gill, N. and Dawson, B. (2008). *Effect of Hydrotherapy on the recovery on fatigue*. International Journal of Sports Medicine. 29 : 539-544
- Wilcock, I. (2006). *The effect of water immersion, active recovery and passive recovery on repeated bouts of explosive exercise and blood plasma*. Master of Health Science: Auckland University of Technology.

ภาคผนวก

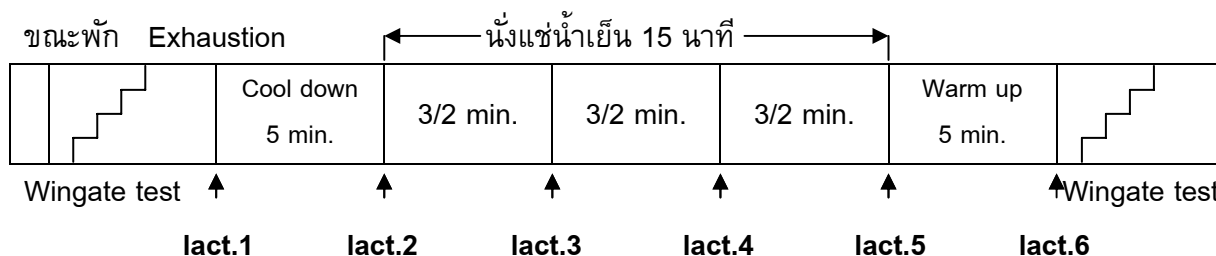
ภาคผนวก ก
รายละเอียดการทดลอง

รายละเอียดการทดลองในแบบการนั่งปกติ (การทดลองที่ 1)



1. ปั่นจักรยานด้วยการทดสอบ Anaerobic test ด้วยวิธีการทดสอบวินเกต (Wingate test) ทำการอบอุ่นร่างกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและปั่นจักรยานที่ความหนัก 0 วัตต์ เป็นเวลา 3 นาที เมื่อพร้อมให้สัญญาณพร้อมให้ผู้ทำการทดสอบ เพิ่มความเร็วรอบในการปั่นเป็น 100 รอบ ต่อนาที จึงปล่อยลูกน้ำหนัก เพื่อเพิ่มความหนักตามที่ตั้งไว้ของแต่ละบุคคล ปั่นจนครบ 30 วินาที เมื่อครบเวลาดึงลูกน้ำหนักขึ้น เเจาะเลือดทันที เพื่อวิเคราะห์ค่าของกรดแลคติก
2. คูลดาวน์ปั่นจักรยาน 5 นาที เมื่อครบเวลา เเจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์กรดแลคติก
3. ให้ผู้รับการทดสอบนั่งพักเฉยๆ ในสภาวะปกติเป็นเวลา 15 นาที หลังจากการปั่นจักรยานเจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์กรดแลคติก ในช่วงการพักทุกๆ 5 นาที (เจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์ค่ากรดแลคติกในเลือด ช่วงนาทีที่ 5, 10 และ 15 ของการพัก)
4. วอร์มอัพ 5 นาที เมื่อครบเวลาทำการเจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์ค่ากรดแลคติกในเลือด
5. ทดสอบ Wingate test (เหมือนขั้นตอนที่ 1) อีกครั้งเพื่อดูความแตกต่างของค่าความสามารถสูงสุด

รายละเอียดการทดลองในแบบการนั่งแช่น้ำเย็น (การทดลองที่ 2)



1. ปั่นจักรยานด้วยการทดสอบ Anaerobic test ด้วยวิธีการทดสอบวินเกต (Wingate test) ทำการอบอุ่นร่างกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและปั่นจักรยานที่ความหนัก 0 วัตต์ เป็นเวลา 3 นาที เมื่อพร้อมให้สัญญาณพร้อมให้ผู้ทำการทดสอบ เพิ่มความเร็วรอบในการปั่นเป็น 100 รอบต่อนาที จึงปล่อยลูกน้ำหนัก เพื่อเพิ่มความหนักตามที่ตั้งไว้ของแต่ละบุคคล ปั่นจนครบ 30 วินาที เมื่อครบเวลาถึงลูกน้ำหนักขึ้น จะะเลียดทันที เพื่อวิเคราะห์ดูค่าของกรดแลคติก
2. ถอดาวนปั่นจักรยาน 5 นาที เมื่อครบเวลา จะะเลียดเพื่อวิเคราะห์กรดแลคติก
3. ให้ผู้เข้ารับการทดลองฟื้นฟูสภาพโดยการนั่งแช่น้ำเย็น ที่อุณหภูมิ 9 – 12 องศาเซลเซียส และการแช่จะแบ่งเป็นช่วง ดังนี้

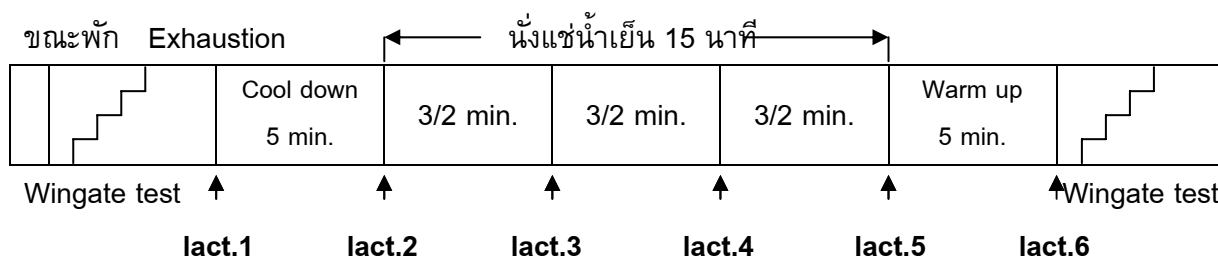
แช่น้ำ 3 นาที / พัก 2 นาที / แช่น้ำ 3 นาที / พัก 2 นาที / แช่น้ำ 3 นาที / พัก 2 นาที (ทำต่อเนื่องกัน)

รวมทั้งสิ้นเป็นเวลา 15 นาที (3 เซตการแช่) และจะะเลียดเพื่อดูค่าของกรดแลคติกในเลือดในทุกช่วงเวลาที่ 5, 10 และ 15 ของการนั่งแช่น้ำเย็น

4. วอร์มอัพ 5 นาที เมื่อครบเวลาทำการจะะเลียดเพื่อวิเคราะห์ค่ากรดแลคติกในเลือด
5. ทดสอบ Wingate test (เหมือนขั้นตอนที่ 1) อีกครั้งเพื่อดูความแตกต่างของค่าความสามารถสูงสุด

หมายเหตุ ในช่วงพักของแต่ละเซตในการแช่ (2 นาที) จะขึ้นจากน้ำทั้งร่างกายไม่มีอวัยวะใดแช่อยู่ในน้ำ

รายละเอียดการทดลองในแบบการแช่เท้าในน้ำเย็น (การทดลองที่ 3)



1. ปั่นจักรยานด้วยการทดสอบ Anaerobic test ด้วยวิธีการทดสอบวินเกต (Wingate test) ทำการอบอุ่นร่างกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและปั่นจักรยานที่ความหนัก 0 วัตต์ เป็นเวลา 3 นาที เมื่อพร้อมให้สัญญาณพร้อมให้ผู้ทำการทดสอบ เพิ่มความเร็วรอบในการปั่นเป็น 100 รอบต่อ นาที จึงปล่อยลูกน้ำหนัก เพื่อเพิ่มความหนักตามที่ตั้งไว้ของแต่ละบุคคล ปั่นจนครบ 30 วินาที เมื่อครบเวลาดึงลูกน้ำหนักขึ้น จะะเลียดทันที เพื่อวิเคราะห์ค่าของกรดแลคติก
2. คูลดาวน์ปั่นจักรยาน 5 นาที เมื่อครบเวลา จะะเลียดเพื่อวิเคราะห์กรดแลคติก
3. ให้ผู้เข้ารับการทดลองฟื้นฟูสภาพโดยการนั่งแช่เท้าในน้ำเย็น ที่อุณหภูมิ 9 – 12 องศาเซลเซียส และการแช่จะแบ่งเป็นช่วง ดังนี้

แช่น้ำ 3 นาที / พัก 2 นาที / แช่น้ำ 3 นาที / พัก 2 นาที / แช่น้ำ 3 นาที / พัก 2 นาที (ทำต่อเนื่องกัน)

รวมทั้งสิ้นเป็นเวลา 15 นาที (3 เซตการแช่) และจะะเลียดเพื่อดูค่าของกรดแลคติกในเลือดในทุกช่วงเวลาที่ 5, 10 และ 15 ของการนั่งแช่น้ำเย็น

4. วอร์มอัพ 5 นาที เมื่อครบเวลาทำการจะะเลียดเพื่อวิเคราะห์ค่ากรดแลคติกในเลือด
5. ทดสอบ Wingate test (เหมือนขั้นตอนที่ 1) อีกครั้งเพื่อดูความแตกต่างของค่าความสามารถสูงสุด

หมายเหตุ ในช่วงพักของแต่ละเซตในการแช่ (2 นาที) จะขึ้นจากน้ำทั้งร่างกายไม่มีอวัยวะใดแช่อยู่ในน้ำ

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์หาระดับกรดแลคติกในเลือด

การวิเคราะห์หาระดับกรดแลคติกในเลือด

การวิเคราะห์หาระดับกรดแลคติกในเลือดในการวิจัยครั้งนี้ ใช้เลือดจากบริเวณปลายนิ้วมือ มาวิเคราะห์ด้วยอุปกรณ์หาระดับกรดแลคติกในเลือด ยี่ห้อ Accusport ผลิตในประเทศเยอรมัน โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ คือ ขั้นตอนการเจาะเลือดและขั้นตอนการหาระดับกรดแลคติกในเลือดการเจาะเลือด

1. ใช้แอลกอฮอล์เช็ดทำความสะอาดบริเวณปลายนิ้วมือ
2. ใช้เครื่องเจาะเลือดโดยใช้อุปกรณ์เข็ม Softclix เจาะที่บริเวณปลายนิ้วมือ
3. บีบให้เลือดไหลออกมาจากรอยเจาะเป็นหยดใส่ลงในแผ่นทดสอบ

การหาระดับกรดแลคติกในเลือด

1. เปิดเครื่องวิเคราะห์กรดแลคติกที่ ON
2. เปิดฝาเสียบแผ่น bar code ของแผ่นทดสอบที่ใช้ให้สุด แล้วดึงออกทันที รอให้มีเสียงดัง 1 จังหวะ
3. เสียบแผ่นทดสอบ (Strip test) รอให้มีเสียงดัง 2 จังหวะ
4. หยดเลือดลงไปบนแผ่นทดสอบ 1 หยด แล้วปิดฝาเครื่อง
5. ใช้เวลานาน 60 วินาที เครื่องจะอ่านค่าของระดับกรดแลคติกในเลือด โดยมีหน่วยเป็นมิลลิโมล / ลิตร
6. บันทึกค่าที่ได้

การเจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์กรดแลคติกจะทำ 6 ครั้ง ต่อ 1 ครั้งการทดลอง

- | | |
|------------|---|
| ครั้งที่ 1 | เจาะทันทีเมื่อทดสอบวินเกตเสร็จ (ปั่น 30 วินาที) |
| ครั้งที่ 2 | เจาะทันทีเมื่อทำการคลายอุ้งบนจักรยานครบ 5 นาที |
| ครั้งที่ 3 | เจาะเมื่อครบนาทีที่ 5 ของการพัก |
| ครั้งที่ 4 | เจาะเมื่อครบนาทีที่ 10 ของการพัก |
| ครั้งที่ 5 | เจาะเมื่อครบนาทีที่ 15 ของการพัก |
| ครั้งที่ 6 | เจาะเมื่อครบนาทีที่ 20 (ก่อนปั่น Wingate test รอบที่ 2) |

ภาคผนวก ค
หนังสือแสดงความยินยอม

หนังสือแสดงความยินยอม (Inform Consent)

ข้าพเจ้า นายวรวิทย์ รัตนเสถียรกิจ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา(ปริญญาโท) สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จังหวัดนครนายก ทำการศึกษาวิจัย

เรื่อง ผลของการแช่น้ำเย็นที่มีผลต่อการฟื้นสภาพและความสามารถทางกาย

ชื่อภาษาอังกฤษ Effect of Cold Water Immersion on Recovery and Performance.

โดยมีจุดมุ่งหมายของในการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้ความเย็นที่มีผลต่อการฟื้นสภาพทางกายและเพื่อเปรียบเทียบผลของการฟื้นสภาพของร่างกายที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกาย ซึ่งจะทำการศึกษาทดลองโดยการให้ผู้เข้าร่วมการทดลองปั่น Wingate test Protocol จากนั้นจึงทำการพักด้วยการนั่งพักปกติ พักโดยการนั่งแช่น้ำเย็นและพักโดยการแช่เท้าในน้ำเย็นซึ่งแบ่งการทดลองเป็น 3 ครั้ง ในการวิจัยนี้ต้องมีการเจาะเลือด 6 ครั้งต่อหนึ่งการทดลองเพื่อนำตัวอย่างเลือดมาวิเคราะห์ระดับกรด แลคติกในเลือด ซึ่งทำการเจาะเลือดโดยผู้ที่ได้รับการรับรองทางการแพทย์แล้วว่าสามารถทำการเจาะเลือดได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ระดับกรดแลคติกในเลือดในการวิจัยนี้ ยี่ห้อ Accusport ที่ผลิตในประเทศเยอรมัน ในระหว่างการทดลองผู้วิจัยจะไม่มีการควบคุมเกี่ยวกับการใช้ชีวิตประจำวัน รวมถึงการบริโภคในแต่ละวันของผู้เข้าร่วมการทดลอง

ในการเข้าร่วมการทดลองในครั้งนี้ ไม่ว่าท่านจะเข้าร่วมการทดลองหรือไม่ก็ตาม จะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อตัวท่าน ผู้ที่ยินยอมเข้าร่วมการทดลอง สามารถขอถอนหรือสอบถามข้อมูลการวิจัยได้ นอกจากนั้นยังสามารถถอนตัวออกจากการเข้าร่วมการทดลองได้ทุกเมื่อ แม้ว่าการวิจัยนี้ยังไม่เสร็จสิ้นก็ตาม

หากท่านยินยอมเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ กรุณาลงลายมือชื่อ เพื่อแสดงความยินยอมในที่ว่างที่เว้นไว้ ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาและการกีฬาในต่อไปและหากท่านมีข้อสงสัยหรือต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อข้าพเจ้าได้ที่เบอร์โทรศัพท์ 08-9816-7162 ข้าพเจ้าขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ ที่ท่านกรุณาให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมในการวิจัยในครั้งนี้

ลงชื่อผู้ยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

(.....)

พยาน.....(ตัวบรรจง)

ลงชื่อผู้วิจัย.....

ภาคผนวก ง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

จักรยานที่ใช้ในการทดสอบด้วยวิธีวินเกต



จักรยานที่ใช้ในการทดสอบวินเกต
ยี่ห้อ Monark รุ่น Peak Bike Ergomedic 894 E

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์กรดแลคติกในเลือด



เครื่องมือวิเคราะห์ค่าแลคติกในเลือด

ยี่ห้อ Accusport

ใช้คู่กับ แผ่นวิเคราะห์ค่ากรดแลคติก

รุ่น BM Lactate test strip

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อสกุล	นายวรวิทย์ รัตนเสถียรกิจ
วันเดือนปีเกิด	31 พฤษภาคม 2526
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	290/20 ม.11 ซ.สวนผัก17 ถนนสวนผัก เขตคลองจั่น กรุงเทพฯ 10170
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2538	ประถมศึกษา จากโรงเรียนมหาสวัสดิ์ จ.นนทบุรี
พ.ศ. 2541	มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนเทพศิรินทร์ นนทบุรี
พ.ศ. 2544	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม จ.นนทบุรี
พ.ศ. 2548	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2552	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา หมวดวิชาเอกวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ