ผลการแช่น้ำเย็นรยางค์บนต่อการลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อในนักกีฬาบาสเกตบอลสมัครเล่น

วิทยานิพนธ์

ของ

วงศธร ประจญกล้า

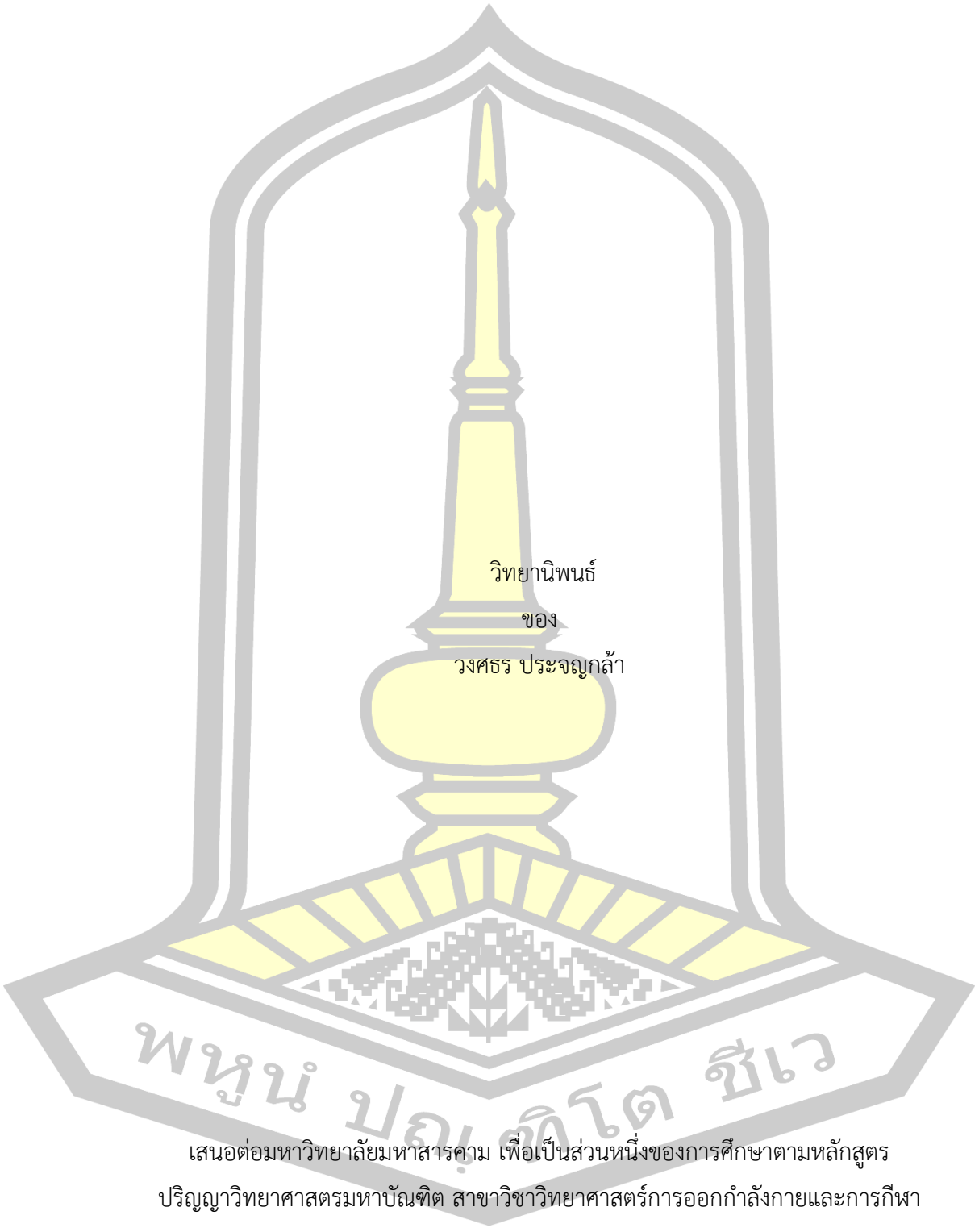
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา

พฤษภาคม 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ผลการแช่น้ำเย็นรยางค์บนต่อการลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อในนักกีฬาบาสเกตบอลสมัครเล่น



วิทยานิพนธ์

ของ

วงศธร ประจญกล้า

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

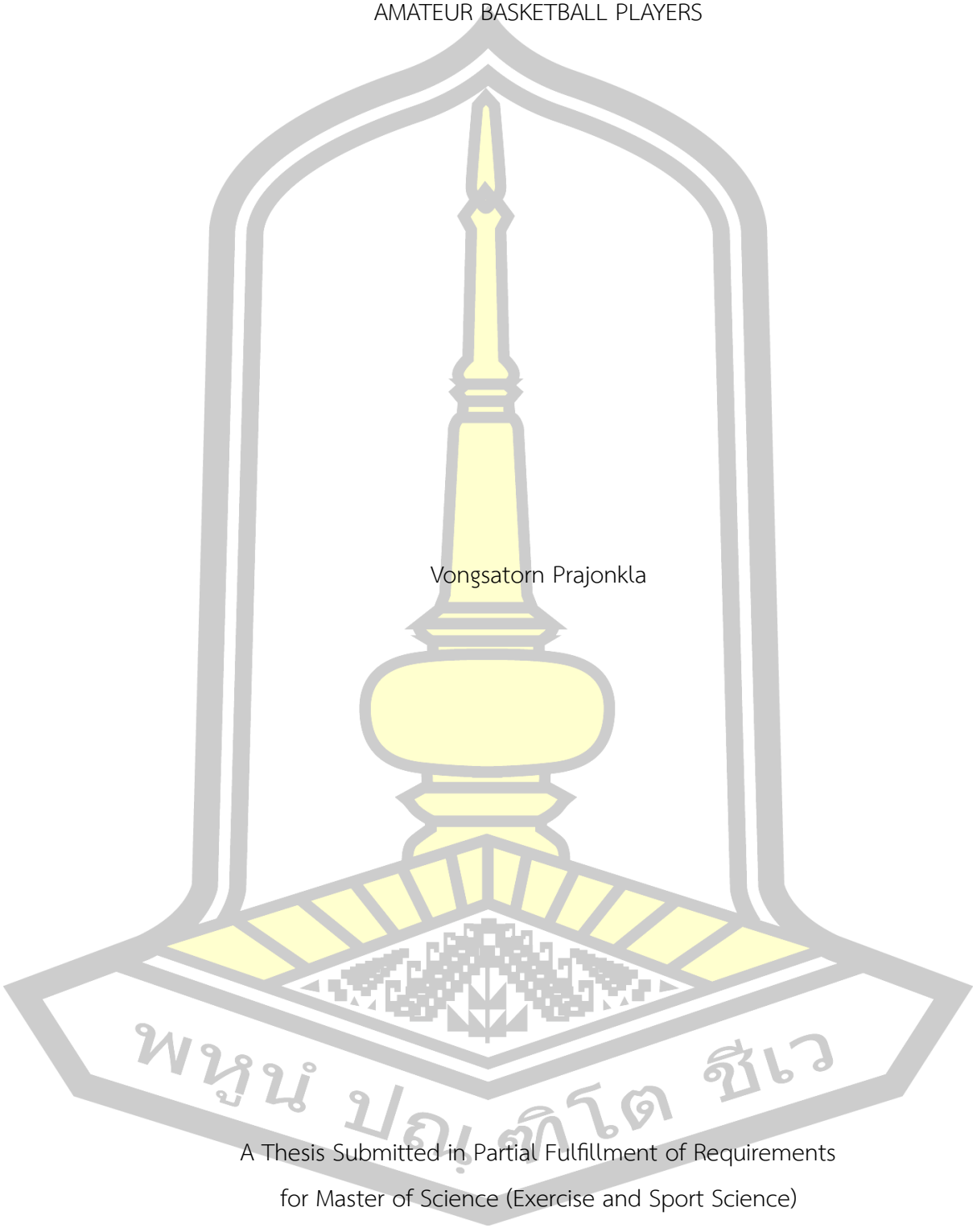
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา

พฤษภาคม 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

EFFECT OF COLD WATER IMMERSION AT UPPER EXTREMITIES ON MUSCLE FATIGUE IN AMATEUR BASKETBALL PLAYERS

Vongsatorn Prajonkla



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Science (Exercise and Sport Science)

May 2025

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายวงศธร ประจญกล้า แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผศ. ดร. ณภัสวรรณ ธนาพงษ์อนันท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผศ. ดร. ญดา ธาดาณัฐภักดิ์)

.....กรรมการ
(อ. ดร. วัฒนพงษ์ คงสืบเสาะ)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผศ. ดร. โรจพล บูรณรักษ์)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ชวลิต ชูกำแพง)
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(ผศ. ดร. พลเดช เชาวรัตน์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง ผลการแช่น้ำเย็นรยางค์บนต่อการลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อในนักกีฬาบาสเกตบอลสมัครเล่น

ผู้วิจัย วงศธร ประจญกล้า

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ญดา ธาดาณัฐภักดิ์

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา

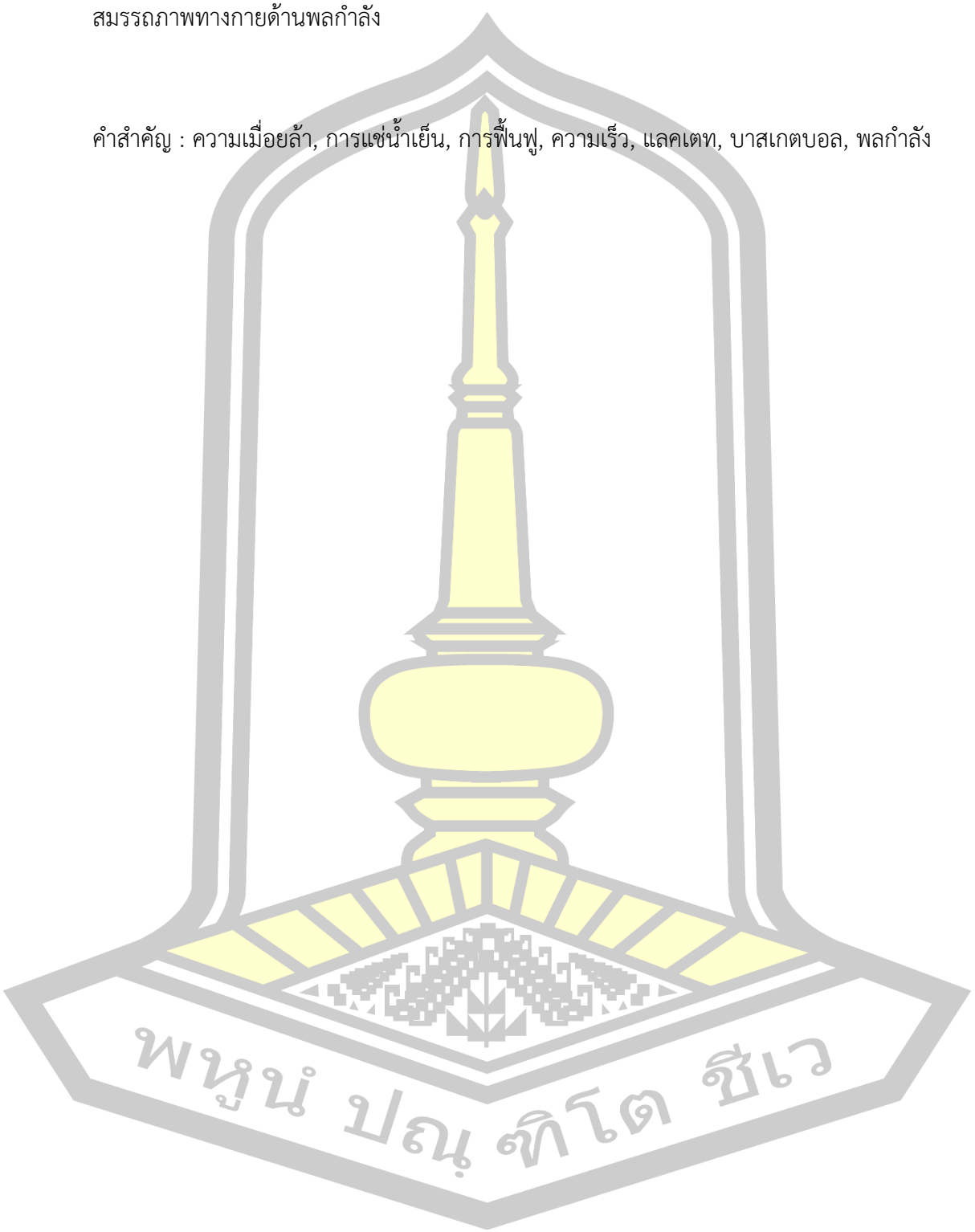
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2568

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงข้อศอก ที่มีต่อความรู้สึกเมื่อยล้า ปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง และความเร็ว หลังจากทดสอบด้วยแบบจำลองการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอลเพื่อให้เกิดความเมื่อยล้า กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาบาสเกตบอลสมัครเล่น เพศชาย จากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม 17 คน เข้ารับการฟื้นตัว 3 รูปแบบ ได้แก่ นั่งพักปกติ นั่งแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงข้อศอกต่อเนื่อง 10 นาที และ 15 นาที การทดสอบแต่ละครั้งเว้นระยะห่าง 1 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างและความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่าง ๆ ระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่ม โดยใช้สถิติทดสอบที (Paired Samples t-test) สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางชนิดวัดซ้ำ (Two-way ANOVA with repeated measure) กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 20.47±2 ปี ส่วนสูงเฉลี่ย 180.82±4.49 เซนติเมตร น้ำหนัก 78.03±12.29 และมีค่าดัชนีมวลกาย 23.87±3.71 กิโลกรัม/เมตร^2 ค่าเฉลี่ยของระดับความเมื่อยล้าและปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังการฟื้นตัวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ภายในกลุ่มการฟื้นตัวทั้ง 3 รูปแบบ ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังหลังการฟื้นตัวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในกลุ่มนั่งพัก และกลุ่มการแช่น้ำเย็น 15 นาที ไม่พบความแตกต่างของความรู้สึกเมื่อยล้า ปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง และความเร็ว ระหว่างกลุ่มนั่งพัก กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที สรุปผลการวิจัย การฟื้นตัวด้วยวิธีการแช่น้ำเย็น 10 นาที และ 15นาที หลังเกิดความเมื่อยล้า สามารถลดความรู้สึกเมื่อยล้า ปริมาณความเข้มข้นของแลค

เตทในเลือดได้ไม่แตกต่างกับการนั่งพัก อย่างไรก็ตามการแช่น้ำเย็น 15 นาที และการนั่งพัก ลดสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง

คำสำคัญ : ความเมื่อยล้า, การแช่น้ำเย็น, การฟื้นฟู, ความเร็ว, แลคเตท, บาสเกตบอล, พลกำลัง



TITLE EFFECT OF COLD WATER IMMERSION AT UPPER EXTREMITIES ON MUSCLE FATIGUE IN AMATEUR BASKETBALL PLAYERS

AUTHOR Vongsatorn Prajonkla

ADVISORS Assistant Professor Yada Thadanatthaphak , Ph.D.

DEGREE Master of Science **MAJOR** Exercise and Sport Science

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2025

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate and compare effect of cold water immersion at upper extremities on fatigue index, blood lactate concentration and muscle performances following a simulated basketball competition in male amateur basketball players. In a randomized crossover design, 17 male basketball players from Mahasarakham University (MSU) were recruited. All of participants completed three experimental sessions (Cold water immersion 10 minutes; CWI10, Cold water immersion 15 minutes; CWI15 and passive recovery; PAS) each separated by 1 week. During CWI, subjects were required to submerge their both arms (hand to elbow) in the seated position in a temperature-controlled bath (10-15 °C) for 10 min (CWI10) or 15 min (CWI15). During PAS, subjects were required to be in seated position for 15 min. Blood lactate concentration (BLa) were collected at immediately following the simulated basketball competition (Post-EX) and immediately following recovery (Post-R), whilst physical fitness (countermovement jump; CMJ and 10-meter sprint) and Borg rating of perceived exertion (RPE) scale were collected at before the simulated basketball competition (Pre-EX), Post-EX and Post-R, respectively. The data were analyzed by Paired Samples t-test, One-way ANOVA and Two-way ANOVA with repeated measure. A significant level of 0.05 was considered the statistical significance. The results showed that MSU players had an average age of 20.47±2 years; height of 180.82±4.49 cm.; weight of 78.03±12.29 kg.; body mass index of 23.87±3.71 kg/m^2. The mean BLa and mean RPE between Post-EX and Post-R were different with the statistical

significance at the level of .05 in all groups. CMJ decreased significantly ($p<0.05$) in CWI15 and PAS between Post-EX and Post-R. However, there were no significant differences between CWI10, CWI15 and PAS in all dependent variables. The use of CWI immediately after exercise resulted in an enhanced recovery of perceived exertion and blood lactate concentration as well as passive recovery. Nevertheless, cold water immersion 15 minute and passive recovery may harm physical performance power.

Keyword : fatigue, cold water immersion, recovery, power, speed, lactate, basketball

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ญดา ธาดาณัฐภักดิ์ ที่ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่และความสม่ำเสมอ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณภัสวรรณ ธนาพงษ์อนันท์ ดร. วัฒนพงษ์ คงสืบเสาะ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โรจพล บูรณรักษ์ กรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้ข้อคิดและข้อเสนอแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข ทำให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

กราบขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลมหาสารคาม โค้ชนักกีฬาบาสเกตบอล มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความอำนวยความสะดวก สนับสนุนให้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลการวิจัยครั้งนี้ และขอบคุณนิสิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

กราบขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับผู้วิจัยทุกท่าน ตลอดจนพี่ น้อง สาขาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย และการกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยเข้าศึกษาภายใต้รั้วมหาวิทยาลัยมหาสารคามในครั้งนี้

สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยมหาสารคามเป็นอย่างสูงที่ได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2568 สำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

วงศธร ประจญกล้า

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ซ

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1. ภูมิหลัง 1

1.2. ความมุ่งหมายของการวิจัย 5

1.3. สมมติฐานของการวิจัย 5

1.4. ขอบเขตของการวิจัย 5

1.5. กรอบแนวคิดงานวิจัย 6

1.6. นิยามศัพท์เฉพาะ 7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

2.1. กีฬาบาสเกตบอล 8

2.2. ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ 18

2.3. การฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย 19

2.4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 23

3.1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 23

3.2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 24

3.3. การเก็บรวบรวมข้อมูล 25
3.4. การวิเคราะห์ข้อมูล 34
3.5. การดำเนินการจริยธรรมวิจัย 34
บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล 36
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 51
ความมุ่งหมายของการวิจัย 51
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 51
การเก็บรวบรวมข้อมูล 52
การวิเคราะห์ข้อมูล 53
สรุปผล 54
อภิปรายผล 55
ข้อเสนอแนะ 62
ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป 62
บรรณานุกรม 63
ภาคผนวก 73
ประวัติผู้เขียน 100

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัย 37

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และผลวิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-Wilk test ของอัตราการเต้นของหัวใจ ระดับความเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง สมรรภาพทางกายด้านความเร็ว และปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของก่อนการทดสอบ หลังการทดสอบ และหลังการฟื้นตัวของกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม (n=17)..... 38

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางชนิดวัดซ้ำ (Two-Way ANOVA with repeated measures) วิธีการฟื้นตัว ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมของเวลาและวิธีการฟื้นตัวต่อระดับความเมื่อยล้า 41

ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) ของระดับความเมื่อยล้า 41

ตารางที่ 5 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางชนิดวัดซ้ำ (Two-Way ANOVA with repeated measures) วิธีการฟื้นตัว ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมของเวลาและวิธีการฟื้นตัวต่อสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง 45

ตารางที่ 6 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) ของสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง 45

ตารางที่ 7 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางชนิดวัดซ้ำ (Two-Way ANOVA with repeated measures) วิธีการฟื้นตัว ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมของเวลาและวิธีการฟื้นตัวต่อสมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว 49

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดช่วงเวลาหลังการทดสอบและหลังการฟื้นตัวภายในกลุ่มทั้ง 3 รูปแบบ โดยใช้สถิติ Paired t-test 49

ตารางที่ 9 วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังการทดสอบ และหลังการฟื้นตัว กลุ่มนั่งพัก กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที 50

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย 6

ภาพที่ 2 การทดสอบการกระโดดสูงในแนวดิ่ง 14

ภาพที่ 3 การทดสอบวิ่งเร็ว 10 เมตร 16

ภาพที่ 4 แสดงการเทียบค่าระดับความหนักของการออกกำลังกายจากร้อยละของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด และการรับรู้ความหนักของงาน 17

ภาพที่ 5 โปรแกรมจำลองการแข่งขันบาสเกตบอล BEST 31

ภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนการวิจัย 33

ภาพที่ 7 แสดงการวิจัยแบบไขว้ 33

ภาพที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของระดับความเมื่อยล้าภายในกลุ่มนั่งพัก 42

ภาพที่ 9 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของระดับความเมื่อยล้าภายในกลุ่มกลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที 43

ภาพที่ 10 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของระดับความเมื่อยล้าภายในกลุ่มกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที 44

ภาพที่ 11 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังภายในกลุ่มนั่งพัก 46

ภาพที่ 12 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังภายในกลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที 47

ภาพที่ 13 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังภายในกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที 48

ภาพที่ 14 การอบอุ่นร่างกาย ท่า Toe walk และ ท่า Abductor stretching 83

ภาพที่ 15 การอบอุ่นร่างกาย ท่า Walking quad stretch และ ท่า Knee to shoulder lateral walk 84

ภาพที่ 16 การอบอุ่นร่างกาย ท่า Straight leg march และ ท่า Adductor stretching..... 85
ภาพที่ 17 แบบบันทึกข้อมูล..... 87
ภาพที่ 18 สนามบาสเกตบอล..... 89
ภาพที่ 19 เก้าอี้และถังน้ำสำหรับนั่งแช่น้ำเย็น..... 89
ภาพที่ 20 เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิในน้ำ..... 90
ภาพที่ 21 เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ Polar H10..... 90
ภาพที่ 22 โทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน Samsung Galaxy S22 Ultra..... 91
ภาพที่ 23 เครื่องตรวจความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด..... 91
ภาพที่ 24 เข็มเจาะเลือด..... 92
ภาพที่ 25 แผ่นทดสอบความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด..... 92
ภาพที่ 26 ถุงมือยางและสำลีแอลกอฮอล์..... 93
ภาพที่ 27 นาฬิกาจับเวลา..... 93
ภาพที่ 28 ท่านั่งพัก..... 95
ภาพที่ 29 ท่านั่งแช่น้ำเย็น..... 95
ภาพที่ 30 แบบสอบถามระดับความเมื่อยล้า..... 97

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 1
บทนำ

1.1. ภูมิหลัง

กีฬาบาสเกตบอล เป็นกีฬาที่ส่งเสริมสุขภาพ สามารถเล่นได้ทุกเพศทุกวัย อีกทั้งยังสามารถพัฒนาไปสู่การเป็นนักกีฬาอาชีพเพื่อสร้างรายได้ โดยในประเทศไทยสามารถพบการแข่งขันบาสเกตบอลได้ตั้งแต่ระดับประถม มัธยม และอุดมศึกษา มีองค์กรที่เกี่ยวข้องในการส่งเสริมและจัดการแข่งขัน ได้แก่ สมาคมบาสเกตบอลแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ กรมพลศึกษา กรุงเทพมหานคร การกีฬาแห่งประเทศไทย ทบวงมหาวิทยาลัย (กีฬามหาวิทยาลัย) กองทัพ (กีฬาเหล่าทัพ) กองทัพอากาศ (กีฬานักเรียน) และสถาบันการศึกษาทั่วไป เป็นต้น การแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล ผู้เล่นต้องโยนลูกให้เข้าห่วงของอีกฝ่าย (shoot) เพื่อทำคะแนน โดยเมื่อจบการแข่งขันฝ่ายใดมีคะแนนมากกว่าจะเป็นผู้ชนะ ขณะแข่งขันผู้เล่นสามารถพาลูกโดยการกระเด้งพื้น (dribble) หรือส่งลูกไปยังเพื่อนร่วมทีม (pass) เพื่อสร้างโอกาสทำคะแนน และต้องคอยระวังการกระแทกอีกฝ่าย เนื่องจากกรรมการอาจตัดสินให้เป็นการทำผิดกติกา (foul) ทำให้กลายเป็นฝ่ายเสียเปรียบได้ (FIBA, 2022) ด้วยประโยชน์ของการเล่นกีฬา มีรูปแบบการแข่งขันที่น่าสนใจ และทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้กีฬาบาสเกตบอลเป็นหนึ่งในกีฬาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมาเป็นเวลานาน

องค์ประกอบที่สำคัญในการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล ได้แก่ ความเร็ว การเร่งความเร็ว การชะลอความเร็ว พลกำลังของกล้ามเนื้อ ความคล่องแคล่วว่องไว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว ความเร็วในการเปลี่ยนทิศทาง และเทคนิคเฉพาะเจาะจง (นรินทรา จันทศร, 2565) การแข่งขันบาสเกตบอลประกอบด้วย 4 ควอเตอร์ ควอเตอร์ละ 10 นาที เวลาพักระหว่างควอเตอร์ 2 นาที และเวลาพักครึ่งเวลาการแข่งขัน 15 นาที (Cuzzolin, 2020) ตลอดการแข่งขันใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 64-84 นาที (Garcia et al., 2021) จากการศึกษาของ Scanlan et al. (2011) พบว่าในการแข่งขันบาสเกตบอลนักกีฬาใช้เวลากับกิจกรรมเบา ปานกลาง และหนัก อยู่ที่ 30-72%, 17-68% และ 2-20% ตามลำดับ ด้วยกีฬาบาสเกตบอลมีองค์ประกอบในการแข่งขันที่หลากหลายประกอบกับระยะเวลาในการแข่งขันที่ยาวนาน อาจทำให้นักกีฬาเกิดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อระหว่างแข่งขันได้ โดยจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่านักกีฬาบาสเกตบอลมีความรู้สึกเมื่อยล้าเพิ่มขึ้นที่ช่วงเวลาพักครึ่งการแข่งขัน และมากที่สุดหลังจบการแข่งขัน (Izquierdo & Redondo, 2021) อีกทั้งช่วงสุดท้ายของการแข่งขันในควอเตอร์ที่ 4 นักกีฬามีระยะทางในการเคลื่อนไหวน้อยที่สุด (H**ů**lka et al., 2022)

ความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ (Muscle fatigue) ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อลดลง เช่น ความเร็วของการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลง และระยะเวลาในการคลายตัวช้าลง กลไกการเกิดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ มี 2 สาเหตุ ได้แก่ ความเมื่อยล้าจากระบบประสาทส่วนกลาง (central fatigue) และความเมื่อยล้าจากระบบประสาทส่วนปลาย (peripheral fatigue) โดยความเมื่อยล้าจากระบบประสาทส่วนกลางเกิดจากความเข้มข้นของสารสื่อประสาท (neurotransmitters) ที่ระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System, CNS) หรือที่บริเวณเหนือต่อรอยต่อระหว่างปลายประสาทกับเซลล์กล้ามเนื้อลาย (neuromuscular junction) มีการเปลี่ยนแปลง เช่น เซโรโทนิน (serotonin), แกมม่า อะมิโนบิวทีริก แอซิด (gamma-aminobutyric acid, GABA), กลูตาเมต (glutamate) และ โดปามีน (dopamine) เป็นต้น ส่งผลให้ประสาทสั่งการ (motor neurons) และสมองส่วนสั่งการ (motor cortex) ส่งสัญญาณประสาทมายังกล้ามเนื้อลดลง พบได้ในผู้ที่ออกกำลังกายเป็นเวลานาน สูญเสียแรงจูงใจ และ ภาวะอุณหภูมิร่างกายสูง (hyperthermia) เป็นต้น (Leavitt & DeLuca, 2010; Periard et al., 2011; Klass et al., 2012; Pajoutan et al., 2017) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่านักกีฬาบาสเกตบอลมีภาวะอุณหภูมิร่างกายสูง ช่วงควอเตอร์ที่ 4 (Pliauga et al., 2015) ส่วนความเมื่อยล้าจากระบบประสาทส่วนปลาย เกิดขึ้นที่หรือใต้ต่อรอยต่อระหว่างปลายประสาทกับเซลล์กล้ามเนื้อลาย (neuromuscular junction) ซึ่งมีประสิทธิภาพการทำงานลดลง มีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี เกิดการสะสมของเมแทบอไลต์ภายในกล้ามเนื้อ เช่น ฟอสเฟตอนินทรีย์ (inorganic phosphates), แคลเซียมไอออน (calcium ions), แลคเตท (lactate), อะดีโนซีนไดฟอสเฟต (adenosine diphosphate), แมกนีเซียม (magnesium) และการสลายของไกลโครเจน เป็นต้น (Tornero-Aguilera et al., 2022) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าแลคเตทในเลือดจะสูงขึ้นขณะแข่งขันกีฬาบาสเกตบอลและมากที่สุดช่วงเวลาพักครึ่งการแข่งขัน (Ben Abdelkrim et al., 2007)

การสะสมของกรดแลคติก (lactic acid) ในกล้ามเนื้อ เกิดจากการสลายคาร์โบไฮเดรตแบบไม่อาศัยออกซิเจน (glycolysis) ซึ่งเมื่อกรดแลคติกสลายตัวจะได้ แลคเตท (lactate) และ ไฮโดรเจนไอออน (hydrogen ions) ในน้ำเลือด (Theofilidis et al., 2018) โดยในคนปกติขณะพักความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดจะมีปริมาณ 1-2 มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/L) (Phypers & Pierce, 2006) เมื่อออกกำลังกายอย่างหนักสามารถเพิ่มขึ้นได้ถึง 40 มิลลิโมลต่อลิตรในกล้ามเนื้อ และ 25 มิลลิโมลต่อลิตรในกล้ามในน้ำเลือด (Cairns, 2006) เมื่อกรดแลคติกมีการสะสมมากกว่าปกติจะทำให้ภายในเซลล์กล้ามเนื้อเกิดความเป็นกรด (acidosis) ส่งผลให้หน้าที่การทำงานในกล้ามเนื้อผิดปกติ เช่น การทำงานของเอทีพีเอสลดลง (ATPase) ลดความไวของไมโอฟิลาเมนต์กับแคลเซียม การหลั่งและดูดกลับของแคลเซียมภายในเซลล์กล้ามเนื้อลดลง และยับยั้งเอนไซน์ที่สำคัญในกระบวนการไกลโคไลซิส (glycolysis) อย่างฟอสโฟฟรุคโตไคเนส (phosphofructokinase) และฟอสโฟรีเลส

(phosphorylase) (Theofilidis et al., 2018) ดังนั้นการสะสมของกรดแลคติกส่งผลให้กล้ามเนื้อเกิดความเมื่อยล้า จากการศึกษาของ Scanlan et al. (2018) พบว่าในการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอลจะเกิดความเมื่อยล้ามากที่สุดช่วงครึ่งเวลาหลัง อีกทั้งความเมื่อยล้ายังส่งผลต่อสมรรถภาพทางกาย จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าความเร็ว (speed) ลดลงหลังจากควอเตอร์สอง สาม และสี่ (Pliauga et al., 2015) และ พลกำลัง (power) ลดลงช่วงเวลาพักครึ่ง และหลังจบการแข่งขัน (Pociūnas et al., 2018; Scanlan et al., 2018; Liveris et al., 2021) ดังนั้นการหาแนวทางการฟื้นฟูร่างกายในช่วงเวลาพักครึ่งจึงมีความสำคัญเพื่อให้นักกีฬากลับมาลงแข่งขันต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การฟื้นฟูในนักกีฬาหลังจากเกิดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อมีหลายวิธี ได้แก่ การนั่ง การเดิน การยืดกล้ามเนื้อ การใช้ความเย็น การพักผ่อนอย่างมีกิจกรรม เป็นต้น (พีรภาส จั่นจำรัส, 2563) การแช่น้ำเย็น (cold water immersion) เป็นหนึ่งในวิธีการฟื้นฟูร่างกายโดยใช้ความเย็นที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ผู้ควบคุมนักกีฬาบาสเกตบอลส่วนใหญ่ยอมรับว่าให้ผลทางด้านการฟื้นฟูร่างกาย (Choo et al., 2022; Pernigoni et al., 2022) โดยการแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5-15 นาที แช่ที่บริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (Versey et al., 2013; Machado et al., 2016) ช่วยลดกล้ามเนื้อติดแข็ง (muscle stiffness), กำจัดความเมื่อยล้า, ลดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อหลังออกกำลังกาย และเพิ่มสมรรถภาพของนักกีฬาได้ (Xiao et al., 2023) กลไกหนึ่งที่ช่วยลดความเมื่อยล้าอาจเนื่องจากความเย็นทำให้หลอดเลือดเกิดการหดตัวเรียกว่า vasoconstriction ส่งผลให้เลือดไหลกลับหัวใจ (venous return) เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณเลือดส่วนกลาง (central blood volume) เพิ่มขึ้น จึงทำให้ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจขณะบีบตัว (stroke volume) และปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจใน 1 นาที (cardiac output) เพิ่มขึ้น ส่งเสริมการขับกรดแลคติกออกจากกล้ามเนื้อมากขึ้น (วิทยา ปัทมะรางกูล, 2561; อารมย์ ตรีราช, 2561) จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (systematic review) โดย Xiao et al. (2023) พบว่าผลทันทีของการแช่น้ำเย็นลดความรู้สึกเมื่อยล้าได้ดีกว่าการนั่งพัก หลายการศึกษาพบว่าผลการแช่น้ำเย็นมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณแลคเตทในเลือดได้เมื่อเทียบกับการฟื้นฟูอื่น ๆ จากการศึกษาของ Pelana et al. (2020) ได้ให้นักกีฬาบาสเกตบอลแช่น้ำเย็นที่รยางค์ล่าง อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที หลังจากออกกำลังกายให้เกิดความเมื่อยล้า พบว่าสามารถลดแลคเตทในเลือดได้ดีกว่าการฟื้นฟูแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว (active recovery) และจากการศึกษาของ Panyakham and Pariwat (2022) ได้ให้นักกีฬาฟุตบอลนั่งแช่น้ำเย็นตั้งแต่ปลายเท้าถึงระดับเอว อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ช่วงพักการแข่งขันกีฬาฟุตบอล พบว่าสามารถลดแลคเตทในเลือดได้ดีกว่าการนั่งพักเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้การแช่น้ำเย็นยังมีผลต่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย จากการศึกษาของ Bouchiba et al. (2022) ได้ให้นักกีฬาฟุตบอลนั่งแช่น้ำเย็นจากปลายเท้าถึงระดับเชิงกรานที่อุณหภูมิ 8-12 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที หลังจากฝึกโปรแกรมการแข่งขันฟุตบอลแบบจำลอง พบว่าฟื้นฟู

สมรรถภาพความเร็ว (speed) ได้ดีกว่าการแช่น้ำที่อุณหภูมิปกติ 28 องศาเซลเซียส และจากการศึกษาของ Nurmansyach et al. (2022) ได้ให้อาสาสมัครนั่งแช่น้ำเย็นจากปลายเท้าถึงระดับเชิงกรานที่อุณหภูมิ 11-15 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที พบว่าฟื้นฟูสมรรถภาพพลกำลัง (power) ได้ดีกว่ากลุ่มที่นั่งพักเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการแช่น้ำเย็นจึงเป็นวิธีการฟื้นตัวในนักกีฬาที่สามารถลดกรดแลคติก ลดความเมื่อยล้า และการแช่น้ำเย็นระยะ 10 นาที ช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว ส่วนระยะ 15 นาที ช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังได้ อย่างไรก็ตามการศึกษาการแช่น้ำเย็นที่รยางค์บนช่วงพักเวลาการแข่งขันในนักกีฬาบาสเกตบอลยังมีไม่มากนัก

การแช่น้ำเย็นที่รยางค์บนจากปลายนิ้วมือถึงข้อศอก สามารถลดอุณหภูมิแกนกลางร่างกาย ลดความเมื่อยล้า และฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายได้ เนื่องจากน้ำมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (heat transfer coefficient) มากกว่าอากาศ 25 เท่า และบริเวณข้อศอกถึงปลายนิ้วมือเป็นบริเวณที่หลอดเลือดแดงและดำขนาดเล็กมีการเชื่อมต่อกันโดยตรง (arteriovenous anastomoses, AVAs) (Walloe, 2016) ร่วมกับมีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อมวลสูง จึงเป็นอวัยวะที่มีความเฉพาะต่อการแลกเปลี่ยนความร้อน (DeGroot et al., 2013; Zhang, 2021; Iwahashi et al., 2023) นอกจากนี้การแช่น้ำเย็นที่ส่วนรยางค์แขนยังส่งผลให้เกิด vasoconstriction ส่วนมือที่ไม่ได้แช่น้ำเย็นได้ (Isii et al., 2007) และจะเกิดการหดตัวของหลอดเลือดมากที่สุดเมื่อแช่ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส (Khomenok et al., 2008) จากการศึกษาของ Iwahashi et al. (2023) ได้ให้นักกีฬาฟุตบอลแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายนิ้วมือถึงข้อศอก ที่อุณหภูมิ 15-17 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 14 นาที หลังจากออกกำลังกายในสภาพอากาศร้อน พบว่าช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic power) ของกล้ามเนื้อขา และลดความรู้สึกเมื่อยล้าได้มากกว่ากลุ่มนั่งพัก ดังนั้นการแช่น้ำเย็นที่รยางค์บนในนักกีฬาบาสเกตบอลอาจเป็นวิธีการที่สะดวกกว่าการแช่น้ำเย็นที่ส่วนเท้า นักกีฬาไม่ต้องถอดรองเท้าขณะแช่น้ำเย็น เกิดความรวดเร็วในการฟื้นฟู เนื่องจากนักกีฬาบาสเกตบอลมีช่วงเวลาพักครึ่งเพียงแค่ 15 นาที และการศึกษาระยะเวลาของการแช่น้ำเย็นที่เหมาะสมในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง และความเร็ว ยังมีไม่มากนัก ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาเปรียบเทียบผลของการฟื้นฟูด้วยการแช่น้ำเย็นส่วนรยางค์บนต่อเนื่อง 10 นาที, 15 นาที และการนั่งพักช่วงเวลาพักครึ่งการแข่งขันในนักกีฬาบาสเกตบอลสมัครเล่น เพื่อให้นักกีฬามีประสิทธิภาพอยู่ในระดับสูงสุดในการแข่งขันช่วงเวลาครึ่งหลัง

1.2. ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังของการแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงข้อศอกต่อเนื่อง 10 นาที, 15 นาที และการนั่งพัก ต่อปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ความรู้สึกเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง และความเร็ว
2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงข้อศอกต่อเนื่อง 10 นาที, 15 นาที และการนั่งพัก ที่มีผลปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ความรู้สึกเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง และความเร็ว

1.3. สมมติฐานของการวิจัย

1. การแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงระดับข้อศอกต่อเนื่อง 10 นาที และ 15 นาที สามารถลดระดับแลคเตทในเลือด ความรู้สึกเมื่อยล้า และเพิ่มสมรรถภาพทางกาย
2. การแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงระดับข้อศอกต่อเนื่อง 10 นาที และ 15 นาที สามารถลดระดับแลคเตทในเลือด ความรู้สึกเมื่อยล้า และเพิ่มสมรรถภาพทางกายได้ดีกว่าการนั่งพัก

1.4. ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาบาสเกตบอลสมัครเล่น มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 25 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักกีฬาบาสเกตบอลสมัครเล่น เพศชาย จากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวน 17 คน โดยกลุ่มตัวอย่างทั้ง 17 คน เข้าร่วมการฟื้นฟูทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่

1. การแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง 10 นาที
2. การแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง 15 นาที
3. การนั่งพัก

ตัวแปรที่ศึกษา

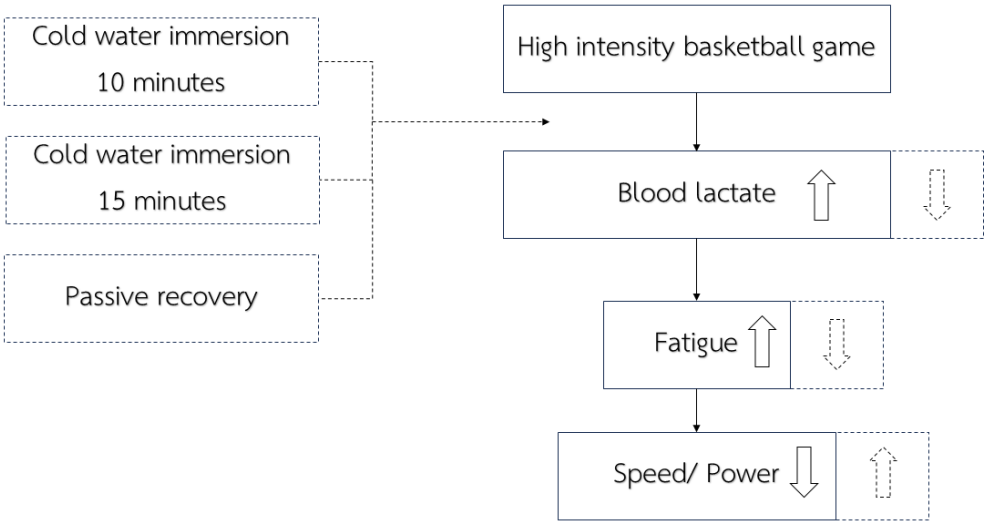
ตัวแปรอิสระ

1. การแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง 10 นาที
2. การแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง 15 นาที
3. การนั่งพัก

ตัวแปรตาม

1. ปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด
2. ระดับความเมื่อยล้า
3. สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง
4. สมรรภาพทางกายด้านความเร็ว

1.5. กรอบแนวคิดงานวิจัย



ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

1.6. นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การแช่น้ำเย็น (Cold water immersion) หมายถึง วิธีการพักโดยการใช้ความเย็นโดยให้นั่งบนเก้าอี้และเอาแขนทั้งสองข้างจุ่มลงน้ำเย็นในถังน้ำที่เตรียมไว้ แช่ตั้งแต่ปลายมือถึงระดับข้อศอกอุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส แบ่งออกเป็น 2 ระยะเวลา ได้แก่ 10 นาที และ 15 นาที (Bouchiba et al., 2022; Nurmansyach et al., 2022)

2. การนั่งพัก (Passive recovery) หมายถึง วิธีการพักโดยนั่งบนเก้าอี้ในท่าทางที่สบาย เป็นเวลา 15 นาที

3. ความเมื่อยล้า (Fatigue) หมายถึง ภาวะการณ์ที่กล้ามเนื้อไม่สามารถยืดหรือหดตัวได้ตามปกติ อันเนื่องมาจากการมีความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดจากกระบวนการสร้างพลังงานของกล้ามเนื้อสะสมในร่างกายมากจนเกินไป ส่งผลให้เกิดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ วัดระดับความเมื่อยล้า โดยใช้ Borg’s scale (Borg, 1982; Liveris et al., 2021)

4. แลคเตท (Lactate) หมายถึง การสลายตัวของกรดแลคติก ซึ่งเป็นของเสียที่เกิดจากอะตอมของไฮโดรเจนกับน้ำ ทำปฏิกิริยากับกรดไพรูวิก ในกระบวนการสร้างพลังงานในกล้ามเนื้อ หากมีปริมาณมากเกินไปจะส่งผลให้การทำงานของกล้ามเนื้อผิดปกติ เกิดความเมื่อยล้า โดยวัดค่าได้จากเครื่องวิเคราะห์แลคเตทในเลือด EDGE Handheld Lactate Analyzer (Purcarea et al., 2016) มีหน่วยเป็น มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)

5. สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง (Power performance) หมายถึง ความสามารถในการทำงานอย่างทันทีทันใดของกล้ามเนื้อขาด้วยความพยายามสูงสุด ด้วยวิธีการยืนย่อกระโดดสูง (Counter movement jump; CMJ) วัดด้วยโทรศัพท์มือถือโดยใช้แอปพลิเคชัน My Jump 2 มีหน่วยเป็น เซนติเมตร (cm) (Vieira et al., 2023)

6. สมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว (Speed performance) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาในการทำงานโดยการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าเพื่อให้ไปสู่เป้าหมายโดยใช้เวลาน้อยที่สุด โดยวัดค่าได้จาก การทดสอบวิ่งเร็ว 10 เมตร (10 meter sprint) (Pliauga et al., 2015) ผลการทดสอบมีหน่วยเป็น วินาที (s)

7. นักกีฬาบาสเกตบอลสมัครเล่น หมายถึง ผู้ที่มีประสบการณ์ในการเล่นกีฬาบาสเกตบอลไม่ต่ำกว่า 1 ปี และเคยหรือกำลังจะเข้าร่วมการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและรวบรวมนำมาเสนอดังต่อไปนี้

2.1. กีฬาบาสเกตบอล
- 2.1.1. องค์ประกอบ
- 2.1.2. ระบบพลังงานของกีฬาบาสเกตบอล
- 2.1.3. สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง
- 2.1.4. สมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว
- 2.1.5. อัตราการเต้นของหัวใจ
- 2.1.6. โปรแกรมจำลองการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล BEST

2.2. ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ
- 2.2.1. ความเมื่อยล้าส่วนกลาง
- 2.2.2. ความเมื่อยล้าส่วนปลาย
- 2.2.3. กรดแลคติก

2.3. การฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย
- 2.3.1. สรีระการแช่น้ำเย็น
- 2.3.2. ประโยชน์จากการใช้ความเย็น

2.4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. กีฬาบาสเกตบอล

บาสเกตบอลเป็นกีฬาประจำชาติอเมริกัน ถูกคิดขึ้นเพื่อต้องการช่วยเหลือบรรดาสมาชิก Y.M.C.A. ได้เล่นกีฬาในฤดูหนาวเนื่องจากในช่วงฤดูหนาวสภาพพื้นภูมิประเทศโดยทั่ว ๆ ไปถูกหิมะปกคลุม อันเป็นอุปสรรคในการเล่นกีฬากลางแจ้ง เช่น อเมริกันฟุตบอล เบสบอล คณะกรรมการ Y.M.C.A. ได้พยายามหาหนทางแก้ไขให้บรรดาสมาชิกทั้งหลายได้เล่นกีฬาในช่วงฤดูหนาวโดยไม่บังเกิดความเบื่อหน่ายในปี ค.ศ. 1891 Dr. James A. Naismith ครูสอนพลศึกษาของ The International Y.M.C.A. Training School อยู่ที่เมือง Springfield รัฐ Massachusetts ได้รับมอบหมายจาก Dr. Gulick ให้เป็นผู้คิดค้นการเล่นกีฬาในร่มที่เหมาะสมจะใช้เล่นในช่วงฤดูหนาว Dr. James ได้พยายามคิดค้นดัดแปลงการเล่นกีฬาอเมริกันฟุตบอลและเบสบอลเข้าด้วยกัน และให้มีการ

เล่นที่เป็นทีมในครั้งแรก Dr. James ได้ใช้ลูกฟุตบอลและตะกร้าเป็นอุปกรณ์ สำหรับให้นักกีฬาเล่น เขาได้นำตะกร้าลูกพีชไปแขวนไว้ที่ฝาผนังของห้องพลศึกษา แล้วให้ผู้เล่นพยายามโยนลูกบอลลงในตะกร้านั้นให้ได้ โดยใช้เนื้อที่สนามสำหรับเล่นให้มีขนาดเล็กลง แบ่งผู้เล่นออกเป็นข้างละ 7 คน ผลการทดลองครั้งแรก ผู้เล่นได้รับความสนุกสนานตื่นเต้นแต่ขาดความเป็นระเบียบมีการชนกัน ผลักกัน เตะกัน อันเป็นการเล่นที่รุนแรงในการทดลองต่อมานั้น Dr. James ได้ตัดการเล่นที่รุนแรงออกไปวางกติกาห้ามผู้เล่นเข้าปะทะถูกเนื้อต้องตัวกันไม่ได้ นับได้ว่าเป็นหลักเบื้องต้นของการเล่นบาสเกตบอล ต่อมา Dr. James จึงได้พัฒนากติกาการเล่นบาสเกตบอลเป็น 4 ข้อ ใหญ่ ๆ ได้แก่

1. ผู้เล่นที่ครอบครองลูกบอลอยู่นั้นจะต้องหยุดอยู่กับที่ห้ามเคลื่อนที่ไปไหน
2. ประตูจะต้องอยู่เหนือศีรษะของผู้เล่น และอยู่ขนานกับพื้น
3. ผู้เล่นสามารถครอบครองบอลไว้นานเท่าใดก็ได้ โดยคู่ต่อสู้ไม่อาจเข้าไปถูกต้องตัวผู้เล่นที่ครอบครองบอลได้
4. ห้ามการเล่นที่รุนแรงต่างๆโดยเด็ดขาด ผู้เล่นทั้งสองฝ่ายจะต้องไม่กระทบกระแทกกัน

มีการปรับแก้กฎระเบียบให้ดีขึ้น จนกระทั่งได้ผู้เล่นในการแข่งขันฝ่ายละ 5 คน และได้ทดลองการเล่นหลายครั้งหลายหน จนกระทั่งเขาได้เขียนกติกาการเล่นไว้ 13 ข้อ และเป็นต้นฉบับการเล่นที่ยังคงปรากฏอยู่บนกระดานเกียรติยศในโรงเรียนพลศึกษา ณ Springfield อยู่จนกระทั่งทุกวันนี้ ดังนี้

1. ผู้เล่นห้ามถือลูกบอลแล้ววิ่ง
2. ผู้เล่นจะส่งบอลไปทิศทางใดก็ได้ โดยใช้มือเดียวหรือสองมือก็ได้
3. ผู้เล่นจะเลี้ยงบอลไปทิศทางใดก็ได้ โดยใช้มือเดียวหรือสองมือก็ได้
4. ผู้เล่นต้องใช้มือทั้งสองเข้าครอบครองบอล ห้ามใช้ร่างกายช่วยในการครอบครองบอล
5. ในการเล่นจะใช้ไหล่กระแทก หรือใช้มือดึง ผลัก ตี หรือทำการใด ๆ ให้ฝ่ายตรงข้ามล้มลงไม่ได้ ถ้าผู้เล่นฝ่าฝืนถือเป็นการฟาวล์ 1 ครั้ง ถ้าฟาวล์ 2 ครั้ง หมดสิทธิ์เล่นจนกว่าฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดทำประตูกันได้ จึงจะกลับมาเล่นได้อีก ถ้าเกิดการบาดเจ็บระหว่างการแข่งขัน จะไม่มีการ เปลี่ยนตัวผู้เล่น
6. ห้ามใช้ขาหรือเท้าแตะลูก ถือเป็นการฟาวล์ 1 ครั้ง
7. ถ้าฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดทำฟาวล์ติดต่อกัน 3 ครั้ง ให้อีกฝ่ายหนึ่งได้ประตู
8. ประตูที่ทำได้หรือนับว่าได้ประตูนั้น ต้องเป็นการโยนบอลให้ลงตะกร้า ฝ่ายป้องกันจะไปยุ่งเกี่ยวกับประตูไม่ได้เด็ดขาด
9. เมื่อฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดทำลูกบอลออกนอกสนาม ให้อีกฝ่ายหนึ่งส่งลูกเข้ามาจากขอบสนาม ภายใน 5 วินาที ถ้าเกิน 5 วินาที ให้เปลี่ยนส่ง และถ้าผู้เล่นฝ่ายใดพยายามถ่วงเวลาอยู่เสมอ ให้ปรับเป็นฟาวล์
10. ผู้ตัดสินมีหน้าที่ตัดสินว่าผู้เล่นคนใดฟาวล์ และลงโทษให้ผู้เล่นหมดสิทธิ์

11. ผู้ตัดสินมีหน้าที่ตัดสินว่าลูกใดออกนอกสนาม และฝ่ายใดเป็นฝ่ายส่งลูกเข้าเล่น และจะทำ หน้าที่เป็นผู้รักษาเวลาบันทึกจำนวนประตูที่ทำได้ และทำหน้าที่ทั่วไปตามวิสัยของผู้ตัดสิน
12. การเล่นแบ่งออกเป็น 2 ครึ่งๆ ละ 20 นาที
13. ฝ่ายที่ทำประตูได้มากที่สุดเป็นผู้ชนะ ในกรณีคะแนนเท่ากันให้ต่อเวลาออกไป และถ้าฝ่ายใดทำประตูได้ก่อนถือว่าเป็นฝ่ายชนะ

อย่างไรก็ตามกีฬาบาสเกตบอลไม่สามารถเติบโตได้ อาจเนื่องจากมีองค์กรน้อย และแต่ละแห่งมีการใช้กติกาที่แตกต่างกัน ดังนั้นในปี ค.ศ. 1915 สมาคมกีฬามหาวิทยาลัยแห่งชาติ สมาพันธ์กีฬาสมัครเล่น และ สมาคม Y.M.C.A ได้ร่วมประชุมเพื่อร่างกติกาการเล่นบาสเกตบอลขึ้นมาเพื่อเป็นบรรทัดฐานเดียวกัน และมีการปรับปรุงให้ดีขึ้นในการแข่งขันกีฬาโอลิมปิกครั้งที่ 11 ณ กรุงเบอร์ลิน ประเทศเยอรมันนี โดยคณะกรรมการโอลิมปิกนานาชาติเป็นผู้พิจารณา

สหรัฐอเมริกายอมรับการเล่นบาสเกตบอลเป็นกีฬาประจำชาติเมื่อวันที่ 20 มกราคม ค.ศ. 1892 ซึ่งได้มีการเล่นบาสเกตบอลอย่างเป็นทางการขึ้นเป็นครั้งแรก สมาคม Y.M.C.A. ได้นำกีฬาบาสเกตบอลไปเผยแพร่ในทุกส่วนของโลก ได้แพร่เข้าไปในประเทศจีนและอินเดียในราวปี ค.ศ. 1894, ฝรั่งเศส ในราวปี ค.ศ. 1895, ญี่ปุ่นราวปี ค.ศ. 1900 เกือบจะกล่าวได้ว่า บาสเกตบอลมีการเล่นในทุกประเทศทั่วโลก ตั้งแต่ก่อนสงครามโลกครั้งที่ 1 และคาดว่าก่อนปี ค.ศ. 1941 มีประชาชนทั่วโลกเล่นกีฬาบาสเกตบอลเป็นจำนวนถึง 20 ล้านคน ในขณะนี้มีผู้นิยมเล่นบาสเกตบอลกันทั่วทุกมุมโลก ไม่น้อยกว่า 52 ประเทศ นอกจากนี้ได้มีการแปลกติกาการเล่นเป็นภาษาต่างๆมากกว่า 30 ภาษา

กีฬาบาสเกตบอลได้แพร่หลายเข้ามาในประเทศไทยในสมัยใดไม่มีหลักฐานปรากฏแน่ชัด เพียงแต่พบว่าได้มีการแปลกติกาการเล่นบาสเกตบอลขึ้น ในปี พ.ศ. 2477 เป็นการช่วยเหลือกรมพลศึกษา โดยมีนายนพคุณ พงษ์สุวรรณ อาจารย์สอนภาษาจีน ที่โรงเรียนมัธยมวัดพิตรพิมุข เป็นผู้ช่วยแปล ต่อมาในปี พ.ศ. 2478 ได้จัดอบรมครูพลศึกษาทั่วประเทศ ประมาณ 100 คน ใช้เวลา 1 เดือน วิทยากรสำคัญในการอบรมครั้งนั้น คือ พ.ต.อ. หลวงชาติ ตระการโกศล ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญการเล่นกีฬาบาสเกตบอล ทั้งยังเคยเป็นผู้แทนมหาวิทยาลัยเข้าแข่งขันบาสเกตบอล เมื่อครั้งศึกษาอยู่ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา จากนั้นกีฬาบาสเกตบอลก็แพร่หลายทั่วประเทศไทย

ในปี พ.ศ. 2496 สมาคมบาสเกตบอลสมัครเล่นแห่งประเทศไทยได้ถูดจัดตั้งขึ้นอย่างถูกต้อง โดยจดทะเบียนที่สภาวัฒนธรรมแห่งชาติ และได้กลายมาเป็นสมาคมบาสเกตบอลแห่งประเทศไทย ต่อมาวันที่ 10 กรกฎาคม พ.ศ. 2496 สมาคมบาสเกตบอลแห่งประเทศไทยก็ได้เข้าร่วมเป็นสมาชิกของสมาคมบาสเกตบอลระหว่างประเทศ (นรินทรา จันทศร, 2565)

ดังนั้นกีฬาบาสเกตบอลจึงเป็นกีฬาที่มีจุดเริ่มต้นที่ชัดเจน มีการปรับเปลี่ยนกฎกติกาให้เหมาะสมตามยุคสมัย ทั่วโลกให้ความสนใจและมีการจัดตั้งสมาคมบาสเกตบอลอย่างเป็นทางการหลายประเทศ

2.1.1. องค์ประกอบ

กีฬาบาสเกตบอลมีลักษณะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหวตลอดเวลา มีระยะทางการเคลื่อนไหวประมาณ 4500-5000 เมตร ตลอดการแข่งขัน 48 นาที การแข่งขันบาสเกตบอลนักกีฬาใช้เวลากับกิจกรรมเบา ปานกลาง และหนัก อยู่ที่ 30-72%, 17-68% และ 2-20% ตามลำดับ (Scanlan et al., 2011) องค์ประกอบที่สำคัญในการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล ได้แก่ ความเร็ว การเร่งความเร็ว การชะลอความเร็ว พลกำลังของกล้ามเนื้อ ความคล่องแคล่วว่องไว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว ความเร็วในการเปลี่ยนทิศทาง และเทคนิคเฉพาะเจาะจง (นรินทรา จันทศร, 2565)

2.1.2. ระบบพลังงานของกีฬาบาสเกตบอล

ร่างกายของนักกีฬาบาสเกตบอลมีความจำเป็นต้องใช้พลังงานจาก 2 ระบบ คือ ระบบพลังงานแอโรบิก 20% และ ระบบพลังงานแอนแอโรบิก 80% (Abdelkrim et al., 2007)

2.1.2.1. ระบบพลังงานแอโรบิก (aerobic energy system)

เป็นพลังงานที่ได้จากการใช้ออกซิเจนใช้ ใช้กับการออกกำลังกายระดับความหนักต่ำ และยาวนาน ร่างกายจะนำพลังงานมาใช้ได้ต้องใช้เวลามากกว่า 3 นาที การสร้างพลังงานในระบบนี้เป็นการสลายสารอาหารต่าง ๆ ได้แก่ การสลายคาร์โบไฮเดรต การสลายไขมัน และการสลายโปรตีน (จุฑามาศ ฉุยฉาย, 2563)

การสลายคาร์โบไฮเดรต หรือการสลายกลูโคส จะทำให้เกิดกรดไพรูวิก (pyruvic acid) ในไซโตพลาสซึม (cytoplasm) จากนั้นกรดไพรูวิกจะเปลี่ยนเป็นอะซิทิล โคเอนไซม์เอ (Acetyl-CoA) โดยเอนไซม์ไพรูเวต ดีไฮโดรจีเนส (pyruvate dehydrogenase) ภายในไมโทคอนเดรีย และอะซิทิล โคเอนไซม์เอจะเข้าสู่วัฏจักรเครบส์ (kreb’s cycle) ต่อไป การเปลี่ยนสารซักซินิลโคเอนไซม์ เอ (Succinyl CoA) ไปเป็นสารซักซิเนต (Succinate) ของวัฏจักรเครบส์ ทำให้เกิดการปลดปล่อยพลังงานออกมาได้ Guanosine Triphosphate (GTP) 1 โมเลกุล (เทียบเท่า ATP 1 โมเลกุล) จากนั้น GTP จะขน Pi ไปให้ ADP กลายเป็น ATP ทำให้ได้ 2 ATP ต่อ 1 โมเลกุลกลูโคส และต่อมาจึงเกิดกระบวนการขนส่งอิเล็กตรอน (Electron transport chain) ซึ่งเกิดขึ้นที่บริเวณเยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย โดยอิเล็กตรอนในกระบวนการได้จากกระบวนการไกลโคไลซิส (glycolysis) และวัฏจักรเครบส์ เป็นระบบสร้างพลังงานที่เกิดขึ้นช้า ให้พลังงานได้ไม่จำกัดเวลาหากมีสารตั้งต้นที่เป็นแหล่งพลังงานและออกซิเจนที่เพียงพอ (สมจินต์ เกิดโภคา, 2561)

การสลายไขมัน พลังงานจากไขมันมีแหล่งพลังงานที่สำคัญ คือ ไตรกลีเซอไรด์ เมื่อสลายในกระบวนการไลโปไลซิส (Lypolysis) โดยมีเอนไซม์ไลเปส (Lipase) เป็นตัวเร่งกระบวนการจะให้กลีเซอรอล (Glycerol) 1 โมเลกุล และ กรดไขมันอิสระ (Free fatty acid: FFAs) 3 โมเลกุล ในคนที่มีร่างกายสมบูรณ์จะมีเซลล์ไขมันที่สามารถให้พลังงานได้ถึง 70,000-75,000 กิโลแคลอรี่ เพียงพอ (สมจินต์ เกิดโภคา, 2561)

การสลายโปรตีน เมื่อโปรตีนถูกย่อยในกระบวนการย่อยอาหารจะให้ กรดอะมิโน (amino acid) เมื่อร่างกายขาดพลังงานกรดอะมิโนจะสลายจะถูกดึงหมู่อะมิโน ($-NH_2$) ออกไป กรดอะมิโนที่สลายสามารถเข้าสู่วัฏจักรเครบส์ เปลี่ยนแปลงเป็นกรดไพรูวิก, อะซิทิล โคเอนไซม์เอ หรือสารบางตัวในวัฏจักรเครบส์ (จุฑามาศ ฉุยฉาย, 2563)

2.1.2.2. ระบบพลังงานแอนแอโรบิก (anaerobic energy system)

เป็นพลังงานที่ได้มาโดยไม่อาศัยออกซิเจน ร่างกายจะดึงพลังงานมาใช้เมื่อต้องเคลื่อนไหวระดับความหนักสูง ในช่วงเวลาสั้น ๆ พลังงานระบบนี้ประกอบด้วย ระบบเอทีพี-พีซีอาร์ (ATP-CP system) และแอนแอโรบิกไกลโคไลซิส (anaerobic glycolysis)

1. ระบบเอทีพี-ซีพี (ATP-CP system) เป็นระบบพลังงานที่ให้พลังงานทันที จากโมเลกุล อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (adenosine triphosphates; ATP) แต่ภายในเซลล์มีปริมาณน้อย หากการออกกำลังกายเกิน 2-3 วินาที ร่างกายจะนำครีเอทีนฟอตเฟส (creatine phosphate; CP) ที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อมาใช้ โดยจะจ่ายเป็นหมู่ฟอสเฟตให้กับอะดีโนซีนไดฟอสเฟต (adenosine diphosphate; ADP) เพื่อสร้างพลังงาน ATP โดยอาศัยเอนไซม์ creatine kinase (สมจินต์ เกิดโภคา, 2561) ขณะพักหลังจากออกกำลังกายอย่างหนัก CP จะถูกสร้างใหม่อีกครั้ง 50% เมื่อพัก 30 วินาที และสร้างได้เต็มที่เมื่อพัก 2-5 นาที ขึ้นกับค่าความเป็นกรดด่างและการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อ (Drinkwater, 2006)

2. แอนแอโรบิกไกลโคไลซิส (anaerobic glycolysis) เป็นระบบพลังงานที่ไม่ใช้ออกซิเจน ให้พลังงานระยะเวลาสั้น ๆ นักกีฬาจะใช้พลังงานประเภทนี้ช่วง 2-3 นาทีแรกของการออกกำลังกาย เกิดจากการแตกตัวของกลูโคสหรือไกลโคเจน เพื่อสร้างเอทีพี เรียกกระบวนการนี้ว่าไกลโคไลซิส (glycolysis) อักทั้งยังเป็นระบบที่ก่อให้เกิด กรดแลคติก ซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุของความเมื่อล้าในนักกีฬา (จุฑามาศ ฉุยฉาย, 2563)

2.1.3. สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง

สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง หมายถึง ความสามารถในการออกกำลังสร้างแรงสูงสุดในเวลาสั้น ๆ ซึ่งมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วเป็นองค์ประกอบหลัก (นพดล นิ่มสุวรรณ, 2561) ในการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังเป็นสมรรถภาพทางกายที่สำคัญโดยเฉพาะการกระโดดแนวดิ่ง (Vertical Jump Performance) ซึ่งมีอิทธิพลต่อทักษะเฉพาะ อย่าง การ ยิงประตู (shooting) การป้องกันลูก (blocking) และการรีบาวด์ เป็นต้น (Lockie et al., 2020) รูปการกระโดดที่นักกีฬาบาสเกตบอลมักใช้ คือ Squat jump (SQ) และ Countermovement jump (CMJ) ทั้งสองท่ามีความแตกต่างกันโดย SQ เริ่มต้นในท่างอเข่า งอสะโพกก่อนการกระโดด ส่วน CMJ เริ่มต้นในท่าขาด้านหนึ่งอยู่ด้านหลัง จากนั้นจึงค่อยงอข้อเข่า งอข้อสะโพก ใช้แรงเท้าทั้งสองข้างส่งตัวขึ้นในแนวดิ่ง โดยทั่วไปนักกีฬาบาสเกตบอลยสามารถทำ CMJ ได้ประมาณ 40.1-61.9 เซนติเมตร ในผู้เล่นชาวยุโรป และ 59.1-62.0 เซนติเมตร ในผู้เล่นชาวออสเตรเลีย ส่วน SJ สามารถทำได้ 39.8-57.4 เซนติเมตร ในผู้เล่นชาวยุโรป และ 53.2-74.8 เซนติเมตร ในผู้เล่นชาวอเมริกา (Scanlan, 2011)

การทดสอบการกระโดดสูงในแนวดิ่ง

การทดสอบการกระโดดสูงในแนวดิ่ง (Vertical jump test) ที่ได้รับความนิยมได้แก่การยืนกระโดดสูง (Sargent jump and reach test) ด้วยเครื่องวัดการกระโดดสูง Vertec ซึ่งมีวิธีการปฏิบัติดังนี้ (Buckthorpe et al., 2012; Yingling et al., 2018)

วิธีปฏิบัติ

1. เริ่มต้นให้ผู้ทดสอบยืนหันหน้าเข้าหาเครื่อง เว้นระยะห่างจากเครื่อง 10 เซนติเมตร โดยไหล่ข้างที่ถนัดอยู่แนวเดียวกับส่วนปลายของใบกังหัน
2. จากนั้นวัดความสูงในท่ายืนเอื้อมมือข้างที่ถนัดวางไปยังบนใบกังหัน
3. จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างกระโดดให้สูงที่สุด ปัดใบพัดให้เกิดการเคลื่อน

อุปกรณ์

เครื่องวัดการกระโดดสูง Vertec

การบันทึกผล

1. กระโดดให้สูงที่สุดทั้งหมด 3 ครั้ง พักระหว่างการกระโดด 20 วินาที
2. ความแตกต่างระหว่างความสูงในท่ายืนเอื้อมมือและความสูงของการกระโดด เท่ากับความสูงของการยืนกระโดดในแนวดิ่ง (vertical jump height)
3. บันทึกผลความสูงที่ดีที่สุด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (cm)

ภาพที่ 2 การทดสอบการกระโดดสูงในแนวดิ่ง

หมายเหตุ. จาก https://shorturl.asia/kiQaL

ปัจจุบันมีอีกหนึ่งวิธีในการทดสอบการกระโดดสูงในแนวดิ่ง (Vertical jump test) ที่มีค่าความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงสูง โดยมีค่า Intraclass correlation(ICC) > 0.93 และ correlation (r = 0.98, p = 0.001) ได้แก่ วิธีการยืนย่อกระโดดสูง (Counter movement jump; CMJ) วัดด้วยโทรศัพท์มือถือ โดยใช้แอปพลิเคชัน My Jump 2 (Bogataj et al., 2020) สามารถดาวน์โหลดได้ที่ Google Play store (Google, Inc., Mountain View, CA, USA) (Vieira et al., 2023)

วิธีปฏิบัติ

1. เริ่มต้นจัดโทรศัพท์มือถือสูงจากพื้น 30 เซนติเมตร โดยใช้ขาตั้ง tripod ผู้ทดสอบยืนอยู่ห่างจากมือถือ 1.5 เมตร หันหน้าเข้าหากล้องในท่ายืนตรงมือเท้าสะเอว
2. ผู้ทดสอบจะต้องกระโดดให้สูงที่สุดทันทีหลังจากสิ้นสุดเสียงสัญญาณ (“สาม, สอง, หนึ่ง, กระโดด”) โดยขณะกระโดดจะมีการบันทึกวิดิโอไปด้วย
3. ขณะกระโดดลอยบนอากาศผู้ทดสอบขาเหยียดตรงและกลับสู่พื้นในตำแหน่งเดิม

อุปกรณ์

โทรศัพท์มือถือ โดยใช้แอปพลิเคชัน My Jump 2

การบันทึกผล

1. บันทึกวิดีโอโดยใช้โทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน

2. แอปพลิเคชันจะใช้ข้อมูลในการคำนวณการกระโดด 2 อย่าง ได้แก่ การวัดขนาดของร่างกาย (Anthropometric measurements) และวิดีโอการกระโดดของผู้ทดสอบ การวัดขนาดของร่างกายเพื่อหาค่าการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของจุดศูนย์กลางมวล (center of mass) โดยใช้ขนาดความยาวขา วัดจาก greater trochanter ของข้อสะโพกถึงปลายนิ้วโป้งเท้า ในท่านอนหงายเหยียดขาตรง มีหน่วยเป็น เซนติเมตร (cm) กับความสูงจาก greater trochanter ของข้อสะโพกถึงพื้นในท่ายืนย่อเข่า (เข่างอประมาณ 90 องศา) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (cm) ส่วนวิดีโอที่บันทึกจะใช้ 2 เฟรม ได้แก่ เฟรมแรกที่เท้าทั้งสองข้างพ้นพื้นขณะกระโดดขึ้น (take-off frame) และ เฟรมแรกที่เท้าข้างใดข้างหนึ่งถึงพื้นขณะลอยลงสู่พื้น (landing frame) สมการที่ใช้ในการคำนวณของแอปพลิเคชัน คือ $h = t^2 \times 1.22625$ โดย h คือ ความสูงของการกระโดด มีหน่วยเป็น เมตร (m) และ t คือ เวลาที่ลอยบนอากาศ มีหน่วยเป็น วินาที (s) (Bosco et al., 1983; Vieira et al., 2023) (Vieira et al., 2023)

3. ผู้ทดสอบกระโดดให้สูงที่สุดทั้งหมด 3 ครั้ง พักระหว่างการกระโดด 20 วินาที บันทึกผลความสูงที่ดีที่สุด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (cm) (Pliauga et al., 2015)

2.1.4. สมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว

สมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำงาน เพื่อให้บางส่วนหรือทั้งหมดของร่างกาย เคลื่อนไปสู่เป้าหมายโดยใช้เวลาสั้นที่สุด (นพดล นิ่มสุวรรณ, 2561) การวิ่งเร็ว (sprinting) เป็นสิ่งที่สำคัญในการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล มีรายงานว่าในการแข่งขันต้องอาศัยการวิ่งเร็วถึง 6% โดยนักกีฬาบาสเกตบอลชาวยุโรป สามารถวิ่งเร็ว ระยะ 5 เมตร, 10 เมตร และ 20 เมตร ใช้เวลา 0.82-1.22 วินาที, 1.70-2.08 วินาที และ 2.96-3.36 ตามลำดับ (Scanlan, 2011)

การทดสอบวิ่งเร็ว 10 เมตร

การทดสอบวิ่งเร็ว 10 เมตร โดยใช้เครื่องจับเวลา Hand-held stopwatch สามารถทดสอบได้ดังนี้ ดัดแปลงจากการศึกษาของ Pliauga et al. (2015)

วิธีปฏิบัติ

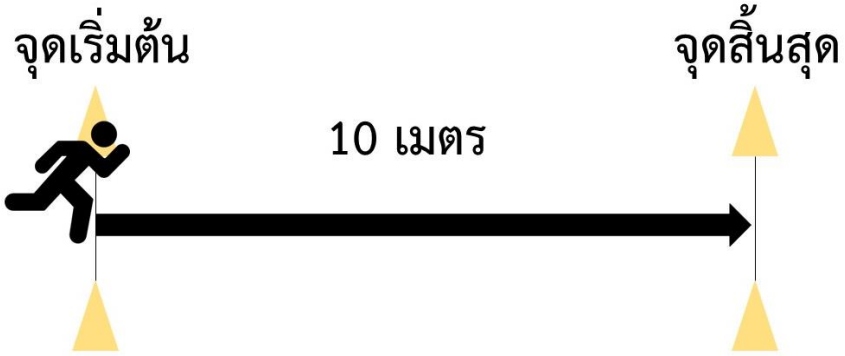
1. ผู้ทดสอบยืนที่จุดเริ่มต้นในท่าเตรียมออกวิ่ง
2. เมื่อได้สัญญาณดังจะเริ่มทำการจับเวลา และผู้ทดสอบวิ่งเป็นเส้นตรงด้วยความเร็วเต็มที่ไปยังจุดสิ้นสุด เป็นระยะทาง 10 เมตร
3. เมื่อผู้ทดสอบถึงจุดสิ้นสุด จะทำการหยุดเวลา

อุปกรณ์

1. เครื่องจับเวลา Hand-held stopwatch
2. กรวย

การบันทึกผล

1. ทำการทดสอบทั้งหมด 2 ครั้ง พักระหว่างการวิ่ง 2 นาที
2. บันทึกผลเวลาที่ดีที่สุด มีหน่วยเป็นวินาที (s)



ภาพที่ 3 การทดสอบวิ่งเร็ว 10 เมตร

2.1.5. อัตราการเต้นของหัวใจ

อัตราการเต้นของหัวใจเป็นค่าที่แสดงถึงสมรรถภาพของระบบหัวใจและหลอดเลือดโดยทั่วไป ขณะพักค่าจะอยู่ระหว่าง 60-80 ครั้งต่อนาที ในนักกีฬาที่ได้รับการฝึกความอดทน อัตราการเต้นของหัวใจอาจลดลงเหลือ 28-40 ครั้งต่อนาที (พัณณ์ชิตา จรัสยวัฒน์, 2560) นอกจากนี้อัตราการเต้นของหัวใจยังเป็นค่าที่ใช้วัดทางอ้อมเพื่อบ่งบอกความหนักของการออกกำลังกาย โดยคำนวณจากการหาอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด จากสูตร ดังนี้

อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximum heart rate) = 220 - อายุ หน่วยเป็นครั้งต่อนาที (beats per minute)

จากนั้นเปรียบเทียบค่าระดับความหนักของการออกกำลังกายจากร้อยละของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ดังภาพที่ 4

Percent of maximum heart rate	Rating of perceived exertion	Classification of intensity
< 35%	< 9	Very light
35-59%	10-11	Light
60-79%	12-13	Moderate
80-89%	14-16	Heavy
>90%	>16	Very heavy

ภาพที่ 4 แสดงการเทียบค่าระดับความหนักของการออกกำลังกายจากร้อยละของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด และการรับรู้ความหนักของงาน

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก Burke (1998)

จากรายงานที่ผ่านมาพบว่านักกีฬาบาสเกตบอลเพศชาย ขณะแข่งขันจะมีอัตราการเต้นหัวใจอยู่ที่ช่วง 151-171 ครั้งต่อนาที หรือ ร้อยละ 80.1-94.4 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Scanlan, 2011) ช่วงพักครึ่งมีอัตราการเต้นของหัวใจร้อยละ 80.9-91.5 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Ziv & Lidor, 2009)

2.1.6. โปรแกรมจำลองการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล BEST

Scanlan และคณะ (2014) ได้สร้างโปรแกรมจำลองการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล ที่มีชื่อว่า Basketball Exercise Simulation Test (BEST) โดยสร้างมาจากการนำเอารูปแบบการเคลื่อนไหวที่พบบ่อยในการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล เช่น การวิ่งเร็ว (sprinting), การลากเท้าไปด้านข้าง (lateral shuffling) และการกระโดดในแนวดิ่ง (vertical jumping) ใน 1 เซท จะประกอบด้วย 20 รอบ โดยแต่ละรอบเท่ากับ 30 วินาที จะใช้เวลาทั้งหมด 10 นาทีต่อเซท เทียบเท่ากับเวลาการแข่งขันบาสเกตบอล 1 ควอเตอร์ หากพบว่าหมดเวลา 30 วินาที ผู้เล่นยังทำไม่ครบรอบ จะให้ผู้เล่นกลับมายังจุดเริ่มต้นแล้วเริ่มรอบใหม่ ใน ระยะทางใน 1 เซท คือ 1,438 เมตร (Zehr, 2019) นอกจากนี่ยัง

พบว่าโปรแกรมจำลองการแข่งขัน BEST ให้อัตราการเต้นของหัวใจเทียบเท่ากับการแข่งขันบาสเกตบอลผู้ใหญ่เพศชาย (McInnes et al., 1995)

2.2. ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ

ความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ หมายถึง กล้ามเนื้อไม่สามารถทำงานให้มีประสิทธิภาพ หรือได้กำลังเท่าเดิม หลังจากการที่กล้ามเนื้อถูกกระตุ้นซ้ำ ๆ เป็นเวลานาน ๆ ด้วยความถี่สูง ทำให้ความเร็วในการหดตัวลดลง และระยะเวลาในการคลายตัวลดลง (วรวิทย์ รัตนเสถียรกิจ, 2552) กลไกการเกิดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ มี 2 สาเหตุ ได้แก่

2.2.1. ความเมื่อยล้าจากระบบประสาทส่วนกลาง (central fatigue) เกิดจากความเข้มข้นของสารสื่อประสาท (neurotransmitters) ที่ระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System, CNS) หรือที่บริเวณเหนือต่อรอยต่อระหว่างปลายประสาทกับเซลล์กล้ามเนื้อลาย (neuromuscular junction) มีการเปลี่ยนแปลง เช่น เซโรโทนิน (serotonin), แกมม่า อะมิโนบิวทีริก แอซิด (gamma-aminobutyric acid, GABA), กลูตาเมต (glutamate) และ โดปามีน (dopamine) เป็นต้น (Leavitt & DeLuca, 2010; Periard et al., 2011; Klass et al., 2012; Pajoutan et al., 2017)

2.2.2. ความเมื่อยล้าจากระบบประสาทส่วนปลาย (peripheral fatigue) เกิดขึ้นที่หรือใต้ต่อรอยต่อระหว่างปลายประสาทกับเซลล์กล้ามเนื้อลาย (neuromuscular junction) ซึ่งมีประสิทธิภาพการทำงานลดลง มีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี เกิดการสะสมของเมแทบอไลต์ภายในกล้ามเนื้อ เช่น ฟอสเฟตอนินทรีย์ (inorganic phosphates), แคลเซียมไอออน (calcium ions), แลคเตท (lactate), อะดีโนซีนไดฟอสเฟต (adenosine diphosphate), แมกนีเซียม (magnesium) และการสลายของไกลโครเจน เป็นต้น (Tornero-Aguilera et al., 2022)

2.2.3. กรดแลคติก

กรดแลคติกเกิดขึ้นขณะที่ออกกำลังกายระดับหนัก ร่างกายจะนำพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนจากระบบแอนแอโรบิกไกลโคไลซิส (anaerobic glycolysis) โดยเมื่อน้ำตาลสลายกลายเป็นไพรูเวท หากระยะนี้ไม่มีออกซิเจนมาทำปฏิกิริยา ไพรูเวทจะเปลี่ยนเป็นกรดแลคติกโดยแลคเตท ดีไฮโดรจีเนส (lactate dehydrogenase; LDH) ซึ่งเมื่อกรดแลคติกสลายตัวจะได้ แลคเตท (lactate) และไฮโดรเจนไอออน (hydrogen ions) ในน้ำเลือด (Theofilidis et al., 2018) โดยในคนปกติขณะพักความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดจะมีปริมาณ 1-2 มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/L) เมื่อออกกำลังกายอย่างหนักสามารถเพิ่มขึ้นได้ถึง 40 มิลลิโมลต่อลิตรในกล้ามเนื้อ และ 25 มิลลิโมลต่อลิตรในน้ำเลือด

(Cairns, 2006) เมื่อแลคเตทมีการสะสมมากกว่าปกติจะทำให้ภายในเซลล์กล้ามเนื้อเกิดความเป็นกรด (acidosis) (Phypers & Pierce, 2006)

ภาวะเป็นกรดของกล้ามเนื้อส่งผลให้หน้าที่การทำงานในกล้ามเนื้อผิดปกติ เช่น การทำงานของเอทีพีเอสลดลง (ATPase) ลดความไวของไมโอฟิลาเมนต์กับแคลเซียม การหลั่งและดูดกลับของแคลเซียมภายในเซลล์กล้ามเนื้อลดลง และยับยั้งเอนไซม์ที่สำคัญในกระบวนการไกลโคไลซิส (glycolysis) อย่างฟอสโฟฟรุคโตไคเนส (phosphofructokinase) และฟอสโฟรีเลส (phosphorylase) (สมจินต์ เกิดโภคา, 2561)

2.3. การฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย

การฟื้นตัวหลังออกกำลังกาย (Recovery period) หมายถึง ช่วงเวลาหลังออกกำลังกายสิ้นสุดลง แต่การเผาผลาญพลังงานยังคงอยู่ เป็นระยะที่ผู้ออกกำลังกายใช้เวลาสำหรับจ่ายคืนออกซิเจนที่เป็นหนี้ต่อร่างกาย (Oxygen debt) แบ่งออกเป็นสองระยะ โดยระยะแรก (Alactacid) เป็นการจ่ายอย่างรวดเร็วโดยใช้เวลาจ่ายเพียง 4 นาที เพื่อสังเคราะห์ฟอสโฟครีเอติน (Phosphocreatin) กลับคืนพร้อมกับนำไปทดแทนออกซิเจนที่ฮิโมโกลบิน (Hemoglobin) มายโอโกลบิน (Myoglobin) และของเหลวในร่างกาย ส่วนการจ่ายคืนหนี้ออกซิเจนระยะหลัง (Lacatacid) อาจใช้เวลา 1 ชั่วโมง สำหรับเผาผลาญของเสียต่าง ๆ เช่น การเผาผลาญกรดแลคติก (อรัทยา ถนอมเมฆ, 2555) การเคลื่อนย้ายกรดแลคติค ที่ระยะฟื้นตัวมีความเป็นไปได้ว่ากรดแลคติคจะย้ายออกจากเลือดและกล้ามเนื้อ ผ่าน 4 ทาง ได้แก่ (สุรสิงห์ สุดเฉลียว, 2549)

1. ทางปัสสาวะและเหงื่อ
2. เปลี่ยนกลับเป็นกลูโคสหรือไกลโคเจนภายในตับหรือเป็นไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ
3. เปลี่ยนเป็นโปรตีน
4. เปลี่ยนเป็นกรดไพรูวิก เพื่อกลับไปเป็นเชื้อเพลิงในระบบออกซิเจน

2.3.1. สรีระการแช่น้ำเย็น

การแช่น้ำเย็นจะไปกระตุ้นให้เกิดการหดตัวของหลอดเลือดผิวหนัง (reflex cutaneous vasoconstriction) เป็นกลไกที่เกิดขึ้นเพื่อรักษาความร้อนในร่างกาย ทำให้การไหลเวียนเลือดส่วนปลาย (peripheral blood flow) ลดลง แต่ก่อให้เกิดการไหลเวียนเลือดส่วนกลาง(central blood volume) เพิ่มขึ้น (วรวิทย์ รัตนเสถียรกิจ, 2552) นอกจากนั้นความเย็นยังทำให้เกิดการตีบของหลอดเลือดในส่วนอื่นของร่างกายได้ ซึ่งอาจเกิดจากเลือดที่ได้รับความเย็นไหลกลับเข้าสู่ระบบการไหลเวียนเลือดทั่วไป จะส่งให้ไปกระตุ้น heat conservation area ในบริเวณ proptic ของฮัยโปธาลามัส

(hypothalamus) ซึ่งจะส่งผลให้เกิดรีเฟล็กซ์การหดตัวของหลอดเลือดบริเวณที่ไกลออกไปจากที่ได้รับความเย็น (คทาวุธ นาคสุทธิ์, 2553) ซึ่งอาจส่งผลให้เพิ่มการไหลกลับของเลือดดำ (venous return) ส่งผลให้เพิ่มการไหลเวียนเลือดส่วนกลาง

นอกจากนี้การแช่ความเย็นยังส่งผลเพิ่มการทำงานระบบประสาทซิมพาเทติกในส่วนที่ไม่ได้แช่ความเย็นทำให้หลอดเลือดส่วนที่ไม่ได้แช่เกิดการหดตัวและส่งผลให้ส่วนที่ไม่ได้แช่ความเย็นมีอุณภูมิผิวหนังลดลง (Isii et al., 2007)

เมื่อให้ความเย็นที่ทำให้เนื้อเยื่ออุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลามากกว่า 15 นาที (คทาวุธ นาคสุทธิ์, 2553) จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเรียกว่า ฮันติ้งรีแอ็กชั่น (Hunting Reaction) ทำให้หลอดเลือดจากตีบเกิดการขยายแทนเพื่อป้องกันการเกิดการตายของเซลล์เนื้อเยื่อ (วรวิทย์ รัตนเสถียรกิจ, 2552) ซึ่งอาจทำให้บริเวณส่วนที่ได้รับความเย็นมีการไหลเวียนเลือดเพิ่มมากขึ้น

2.3.2. ประโยชน์จากการใช้ความเย็น

หลายงานวิจัยพบว่าการแช่น้ำเย็นวามารถลดอาการปวดกล้ามเนื้อภายหลังจากการออกกำลังกาย (delayed onset muscle soreness; DOMS) และความรู้สึกเหนื่อย (Rate of Perceived Exertion, RPE) (Machado et al., 2016; Xiao et al., 2023) เนื่องจากการแช่น้ำเย็นช่วยลดอาการปวด บวม และการสะสมของสารเมแทบอไลต์ (metabolite) โดยการลดอุณหภูมิร่างกาย และช่วยในการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง การแช่น้ำเย็นอุณหภูมิ 10-13 องศาเซลเซียส ช่วยลดความเร็วของการนำสัญญาณกระแสประสาท 10%-33% ช่วยให้ลดการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ (muscle spasm) (Algafly & George, 2007)

2.4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

อริศ กิริยา (2561) ได้เปรียบเทียบความแตกต่างก่อนและหลังทำการแช่น้ำเย็น แบบต่อเนื่องและการแช่น้ำเย็นแบบสลับนั่งพัก ที่มีต่อการฟื้นฟูสมรรถภาพกล้ามเนื้อของนักกีฬาเทนนิสชายระดับมหาวิทยาลัย พบว่าการแช่น้ำเย็นอย่างต่อเนื่องที่ระดับสะโพก อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 นาที หลังจากออกกำลังกายให้เกิดความเมื่อยล้า สามารถลดความเมื่อยล้าได้ดีกว่านั่งพัก และการแช่น้ำเย็นแบบสลับนั่งพัก

อารมย์ ตรีราช (2561) ได้ศึกษาผลการแช่ขาระดับเข่าในน้ำเย็น 5 นาที ขณะพักครึ่งการแข่งขันฟุตบอล ที่มีต่อความสามารถในการพักฟื้นร่างกายของนักฟุตบอลในสภาพอากาศร้อน พบว่าหลังจาก

แช่ขาในน้ำเย็นระดับเข่าที่อุณหภูมิ 10 – 14 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดปริมาณความเข้มข้นแลคเตทในเลือด และระดับความรู้สึกเหนื่อยได้

วิทยา ปัทมะรางกูล (2561) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาโดย ใช้เทคนิคในการฟื้นฟูที่แตกต่างกันประกอบไปด้วย การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายโดยใช้เทคนิคการนวด (Massage recovery) การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายโดยใช้เทคนิคการแช่น้ำเย็น (Cold Water immersion recovery) การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายโดยใช้เทคนิคการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching recovery) และการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายโดยการนั่งพัก (Rest recovery) ในนักกีฬาฟุตบอลและฟุตซอลชาย พบว่าการแช่น้ำเย็น 9-12 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 15 นาที สามารถลดปริมาณแลคเตทไม่แตกต่างจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และได้ดีกว่าการนั่งพักเพียงอย่างเดียว

อภิสิทธิ์ เสลาหอม (2562) ได้ศึกษาผลฉับพลับของการฟื้นฟูสมรรถภาพโดยการแช่น้ำแย็นในระยะเวลาที่แตกต่างกันร่วมกับการนั่งพักแบบหยุดนิ่งที่ส่งผลต่อปริมาณแลคเตท พบว่าการใช้การแช่น้ำเย็นอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 10 นาที ร่วมกับนั่งพัก 10 นาที และการแช่น้ำเย็น 15 นาที ร่วมกับนั่งพักแบบ 5 นาที สามารถลดปริมาณแลคเตทได้ดีกว่าการนั่งพักเพียงอย่างเดียว

งานวิจัยต่างประเทศ

Pelana et al. (2020) ได้ศึกษาผลของการแช่น้ำเย็นต่อการฟื้นฟูหลังจากออกกำลังกายด้วยความเข้มข้นสูงแบบเป็นช่วง (High Intensity Interval Training) ในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย พบว่าการแช่น้ำเย็นส่วนขา อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที สามารถลดแลคเตทในเลือดได้ดีกว่าการฟื้นฟูแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว (active recovery)

Kuswahyudi et al. (2021) ได้ศึกษาผลของการแช่น้ำการใช้โฟมนวด (foam rolling) และการวิ่งเหยาะ (slow jogging) ต่อการทำงาน ครีเอทีนไคเนส (creatine kinase) ปริมาณแลคเตท การรับรู้ (perceptual measures) และสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนหลังจากแข่งขันฟุตซอลในนักกีฬาฟุตซอลชาย พบว่าการแช่น้ำเย็นส่วนขา อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 15 นาที สามารถลดแลคเตทในเลือดได้ไม่แตกต่างกับการฟื้นฟูแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว (active recovery)

Bouchiba et al. (2022) ได้ศึกษาผลของการแช่น้ำเย็นต่อการฟื้นฟูความเมื่อยล้าของระบบประสาทและกล้ามเนื้อหลังจากได้รับการทดสอบโดยใช้แบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลในนักกีฬาฟุตบอลชาย พบว่าการแช่น้ำเย็นจากปลายเท้าถึงระดับเชิงกรานที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที สามารถฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายความเร็ว (speed) ได้ดีกว่าการแช่น้ำที่อุณหภูมิปกติ 28 องศาเซลเซียส

Nurmansyach et al. (2022) ได้ศึกษาการแช่น้ำเย็นต่อครีเอทีนไคเนส (creatine kinase) และการกระโดดสูงในแนวดิ่ง หลังจากออกกำลังกายในนักกีฬาสมัครเล่น พบว่าการแช่น้ำเย็นจากปลายเท้าถึงเชิงกราน ที่อุณหภูมิ 11-15 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที สามารถฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง (power) ได้ดีกว่าการนั่งพักเพียงอย่างเดียว

Panyakham and Pariwat (2022) ได้ศึกษาผลของการแช่น้ำเย็นช่วงพักครึ่งการแข่งขันฟุตบอลต่อการฟื้นฟูสมรรถภาพในนักกีฬาฟุตบอลชาย พบว่าการนั่งแช่น้ำเย็นตั้งแต่ปลายเท้าถึงระดับเอวอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ช่วงพักการแข่งขันกีฬาฟุตบอล สามารถลดแลคเตทในเลือดได้ดีกว่าการนั่งพักเพียงอย่างเดียว

Iwahashi et al. (2023) ได้ศึกษาผลของการแช่น้ำเย็นที่มือและปลายแขนช่วงเวลาพักครึ่งต่อสมรรถภาพการออกกำลังกายภายใต้สภาพอากาศร้อนในนักกีฬาฟุตบอลชาย พบว่าการแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายนิ้วมือถึงข้อศอก ที่อุณหภูมิ 15-17 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 14 นาที สามารถฟื้นฟูสมรรถภาพการใช้พลกำลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic power) ของกล้ามเนื้อขาที่มากกว่ากลุ่มที่ฟื้นฟูด้วยการนั่งพัก อีกทั้งอุณหภูมิแกนกลางของร่างกายและความรู้สึกเมื่อยล้าลดลงมากกว่ากลุ่มที่ฟื้นฟูด้วยการนั่งพักเพียงอย่างเดียว

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น ทำให้ทราบผลของการแช่น้ำเย็นสามารถช่วยลดความเมื่อยล้าได้เนื่องจากการสะสมของแลคเตทหลังจากการออกกำลังกาย อีกทั้งยังช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายด้านพลกำลัง ความเร็ว และการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน แต่การศึกษาที่ผ่านมามักจะทำการศึกษาผลการฟื้นฟูด้วยการแช่น้ำเย็นหลังการออกกำลังกาย ยังมีการศึกษาการฟื้นฟูด้วยการแช่น้ำเย็นระหว่างการแข่งขันกีฬาไม่มากนัก ในงานนี้ผู้วิจัยได้ให้ความสนใจในกีฬาบาสเกตบอลเนื่องจากเป็นกีฬาที่อาศัยการเคลื่อนไหวตลอดเวลา มักเกิดความเมื่อยล้าและมีสมรรถภาพร่างกายที่ลดลงระหว่างการแข่งขัน ซึ่งระหว่างการแข่งขันจะมีช่วงพักครึ่งเวลาการแข่งขัน 15 นาที เป็นช่วงเวลาที่สำคัญเพื่อให้นักกีฬา ลดความเมื่อยล้า ฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายสามารถกลับมาแข่งขันกีฬาในช่วงครึ่งเวลาหลังอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาผลของการแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายนิ้วมือถึงข้อศอก ที่มีผลต่อระดับแลคเตทในเลือด ความรู้สึกเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง และความเร็วของนักกีฬาบาสเกตบอล

มหาวิทยาลัยราชภัฏ ปณฑิโต ชีเว

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) รูปแบบการศึกษาเป็นแบบไขว้ (crossover design) และปกปิดทิศทางเดียว (single blind) มีจุดมุ่งเน้นศึกษาผลของการแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายนิ้วมือถึงข้อศอก ที่มีผลต่อระดับแลคเตทในเลือด ความรู้สึกเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง และความเร็ว ของนักกีฬาบาสเกตบอลสมัครเล่น ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

3.1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3.2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3.3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
3.4. การวิเคราะห์ข้อมูล
3.5. การดำเนินการจริยธรรมวิจัย

3.1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

เป็นนักกีฬาบาสเกตบอลสมัครเล่น มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 25 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาบาสเกตบอลสมัครเล่น เพศชาย จากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งได้จากวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยต้องผ่านเกณฑ์คัดเข้าของกลุ่มตัวอย่าง ขนาดกลุ่มตัวอย่างคำนวณโดยใช้โปรแกรม G*Power (version 3.1.9.6; Franz Faul University Kiel, Germany) โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% (α=.05) ค่าอำนาจการทดสอบ (Power of the test) ที่ 0.8 และขนาดของผลกระทบ (Effect size) ที่ 0.4298302 (อภิสิทธิ์ เสลาหอม, 2562) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 15 คน โดยผู้วิจัยได้ป้องกันกลุ่มตัวอย่างสูญหาย (Drop out) ร้อยละ 10 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 17 คน จากนั้นทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) และทำการถ่วงดุลลำดับ ดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง	การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3
คนที่ 1-6	นั่งพักปกติ	การแช่น้ำเย็น 15 นาที	การแช่น้ำเย็น 10 นาที
คนที่ 7-12	การแช่น้ำเย็น 10 นาที	นั่งพักปกติ	การแช่น้ำเย็น 15 นาที
คนที่ 13-17	การแช่น้ำเย็น 15 นาที	การแช่น้ำเย็น 10 นาที	นั่งพักปกติ

กลุ่มตัวอย่างจะได้รับการปฏิบัติทั้ง 3 การทดลอง
การทดลองแต่ละครั้งเว้นระยะห่างกัน 1 สัปดาห์
(Mizumura & Taguchi, 2016; Huyghe et al., 2020)

เกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

เกณฑ์การคัดเข้า

1. มีประสบการณ์ในการเล่นกีฬาบาสเกตบอลอย่างน้อย 1 ปี และเล่นต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน
2. มีสุขภาพดี ไม่มีโรคประจำตัวที่เป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกาย
3. ผู้ที่สมัครใจและยินดีลงนามในการเข้าร่วมวิจัย
4. ไม่มีอาการบาดเจ็บกระดูกและกล้ามเนื้อที่ขัดขวางการเข้าร่วมโปรแกรมจำลองการแข่งขันบาสเกตบอล Basketball Exercise Simulation Test (BEST) (Scanlan et al., 2014; Treece, 2021)
5. ไม่เป็นผู้ที่แพ้ความเย็น
6. ไม่เป็นผู้ที่สูญเสียการรับความรู้สึกที่ผิวหนัง
7. อาสาสมัครไม่ได้อยู่ในช่วงรับการรักษาทุกชนิด

เกณฑ์การคัดออก

1. เกิดเหตุสุดวิสัยทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น มีอาการเจ็บป่วย อุบัติเหตุ เป็นต้น
2. ผู้เข้าร่วมการวิจัยขอถอนตัวออกจากการวิจัย
3. ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองได้ครบทั้ง 3 ครั้ง

3.2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้บันทึกข้อมูล

1. แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบยืนย่อกระโดดสูง (countermovement jump; CMJ)
2. แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบวิ่งเร็ว 10 เมตร (10-meter sprint)

3. แบบบันทึกข้อมูลแลคเตทในเลือด
4. แบบบันทึกข้อมูลระดับความเมื่อยล้า

เครื่องมือสำหรับการทดสอบ

1. สนามบาสเกตบอล
2. กรวยพลาสติก
3. นาฬิกาจับเวลา
4. ตลับเมตร
5. ถังน้ำ จำนวน 2 ชิ้น
6. เครื่องวัดอุณหภูมิของน้ำ
7. เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ
8. เครื่อง EDGE Handheld Lactate Analyzer
9. โทรศัพท์มือถือ ยี่ห้อ Samsung S22 Ultra (SM-S908E/DS)
10. เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ POLAR H10 (Polar Electro Oy, Kempele, Finland)
11. เก้าอี้
12. โต๊ะ จำนวน 2 ชิ้น
13. เครื่องชั่งน้ำหนัก
14. เครื่องวัดส่วนสูง
15. ขาตั้งสามขา (tripod)

3.3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขั้นตอนก่อนเริ่มการวิจัย

1.1. ขออนุมัติการทำวิจัยโดยผ่านคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

1.2. เมื่อผ่านการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ทำการจัดทีมวิจัย และแบ่งหน้าที่ ดังนี้

ผู้วิจัย ทำหน้าที่จัดเตรียมอุปกรณ์และสถานที่ อธิบายขั้นตอนการวิจัยอย่างละเอียดแก่อาสาสมัครพร้อมให้ลงชื่อยินยอมในการวิจัย สุ่มอาสาสมัครเข้ากลุ่มตัวอย่าง และเป็นผู้ให้การฟื้นฟูด้วยการแช่น้ำเย็น 10, 15 นาที และการนั่งพัก โดยผ่านการประเมินจากอาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยนักวิจัยคนที่ 1 เป็นนักกายภาพบำบัด ทำหน้าที่จัดเตรียมอุปกรณ์และสถานที่ เป็นผู้ให้การอบอุ่นร่างกาย การทดสอบโปรแกรมจำลองการแข่งขันบาสเกตบอล Basketball Exercise Simulation Test (BEST) (Scanlan et al., 2014; Treece, 2021) วัดอัตราการเต้นของหัวใจ และสอบถามระดับความเมื่อยล้าโดยใช้ Borg's scale (Borg, 1982) โดยผ่านการประเมินจากอาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ ผู้วัดไม่ทราบว่าอาสาสมัครอยู่กลุ่มใด

ผู้ช่วยนักวิจัยคนที่ 2 จบปริญญาโทสาขาการจัดการเชิงกลยุทธ์ ทำหน้าที่เก็บข้อมูล วัดสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง ด้วยแบบทดสอบยืนย่อกระโดดสูง (Counter movement jump; CMJ) (Vieira et al., 2023) และวัดสมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว ด้วยแบบทดสอบวิ่งเร็ว 10 เมตร (10 meter sprint) (Pliauga et al., 2015) โดยผ่านการประเมินจากอาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ ผู้วัดไม่ทราบว่าอาสาสมัครอยู่กลุ่มใด

ผู้ช่วยนักวิจัยคนที่ 3 เป็นพยาบาลวิชาชีพ มีประสบการณ์ในการทำงานมากกว่า 5 ปี ทำหน้าที่เจาะเลือด วัดระดับแลคเตทในเลือด และเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วัดไม่ทราบว่าอาสาสมัครอยู่กลุ่มใด

1.3. นำการทดสอบแบบจำลองการแข่งขันบาสเกตบอล BEST เครื่องมือวัดตัวแปรความเมื่อยล้า ปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง และความเร็ว มาทดลองใช้ (Try-out) กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 4 คน เพื่อปรับปรุงรูปแบบการเก็บข้อมูลให้เหมาะสม

1.4. หาค่าความน่าเชื่อถือของผู้ประเมิน (intra-rater reliability) ในการใช้เครื่องมือวัดตัวแปรสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง และความเร็ว พบว่าเครื่องมือวัดตัวแปรสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังด้วยแบบทดสอบยืนย่อกระโดดสูง และสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วด้วยแบบทดสอบวิ่งเร็ว 10 เมตร มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น ICC (Intraclass correlation coefficient) เท่ากับ 0.94 และ 0.97 ตามลำดับ ซึ่งแปลผลได้ว่าผู้ประเมินมีความน่าเชื่อถือในการใช้เครื่องมือวัดตัวแปรสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง และความเร็ว ในระดับดีมาก (Koo & Li, 2016)

1.5. จัดเตรียมอุปกรณ์และสถานที่

2. ขั้นตอนการวิจัยและการเก็บข้อมูล

2.1. ก่อนการทดลอง

2.1.1. ผู้วิจัย คัดเลือกอาสาสมัครที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเข้าและคัดออกทั้งหมด 17 คน ด้วยวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยใช้แบบคัดกรองอาสาสมัครเพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่าง อธิบายขั้นตอนในการวิจัยให้อาสาสมัครฟังอย่างละเอียด และสอบถามความยินยอมของอาสาสมัครโดยให้อาสาสมัครลงชื่อในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ถือเป็นการตัดสินใจของอาสาสมัครโดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ ทั้งนี้ผู้วิจัยไม่สามารถชี้นำให้อาสาสมัครต้องเข้าร่วมการวิจัยเพียงแต่มีหน้าที่ให้ข้อมูลแก่อาสาสมัครเท่านั้น

2.1.2. ผู้วิจัย บันทึกข้อมูลพื้นฐาน อายุ ส่วนสูง น้ำหนักตัว วัดสัดส่วนของร่างกายเพื่อนำไปใช้ในแอปพลิเคชัน My Jump 2 ได้แก่ ความยาวขา (leg length) วัดจาก greater trochanter ของข้อสะโพกถึงปลายนิ้วโป้งเท้า ในท่านอนหงายเหยียดขาตรง มีหน่วยเป็น เซนติเมตร (cm) ความสูงจากสะโพกถึงพื้นในท่ายืนย่อเข่า (height at 90°) วัดจาก greater trochanter ของข้อสะโพกถึงพื้นในแนวดิ่ง ในท่ายืนงอเข่าทั้งสองข้างประมาณ 90 องศา มีหน่วยเป็น เซนติเมตร (cm) (Bogataj et al., 2020; Vieira et al., 2023) และความยาวคาน (Lever) วัดจากปลายศีรษะถึงพื้นเป็นแนวดิ่งในท่ายืนเข่า มีหน่วยเป็น เซนติเมตร (cm) จากนั้นให้อาสาสมัครทำความคุ้นเคยกับการทดสอบแบบจำลองการแข่งขันบาสเกตบอล BEST เครื่องมือวัดตัวแปรความเมื่อยล้า ปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง และความเร็ว

2.1.3. ผู้วิจัย แบ่งอาสาสมัครออกเป็น 3 กลุ่มย่อยด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยจะใช้วิธีการสุ่มผ่านเว็บไซต์ (https://digitalfirst.bfwpub.com/stats_applet/stats_applet_13_srs.html) และทำการถ่วงดุลลำดับ ดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง	การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3
คนที่ 1-6	นั่งพักปกติ	การแช่น้ำเย็น 15 นาที	การแช่น้ำเย็น 10 นาที
คนที่ 7-12	การแช่น้ำเย็น 10 นาที	นั่งพักปกติ	การแช่น้ำเย็น 15 นาที
คนที่ 13-17	การแช่น้ำเย็น 15 นาที	การแช่น้ำเย็น 10 นาที	นั่งพักปกติ

การทดลองแต่ละครั้งเว้นระยะห่างกัน 1 สัปดาห์
(Mizumura & Taguchi, 2016; Huyghe et al., 2020)

2.1.4. ผู้วิจัย นัดหมายกลุ่มตัวอย่าง 1 สัปดาห์ถัดไป ณ สนามกีฬาบาสเกตบอล (ศูนย์กีฬา และสันทนาการ โรงพยาบาลมหาสารคาม) ช่วงเวลา 17.00-20.00 น. และขอความร่วมมือกลุ่มตัวอย่างก่อนวันทดลองให้หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายหนัก งดการดื่มแอลกอฮอล์ สูบบุหรี่ อาหารและเครื่องดื่มผลิตภัณฑ์เสริมสมรรถภาพ อย่างน้อย 24 ชั่วโมง และงดการรับประทานอาหารอย่างน้อย 2 ชั่วโมง การแต่งกายในวันทดลองให้ใส่เสื้อแขนสั้นหรือเสื้อกล้าม กางเกงขาสั้น และสวมใส่รองเท้าผ้าใบ

2.2. วันทดลอง

2.2.1. ผู้ช่วยนักวิจัยคนที่ 1 ทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจของกลุ่มตัวอย่าง ด้วยเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบใช้สายรัดหน้าอก POLAR H10 (Polar Electro Oy, Kempele, Finland) เก็บข้อมูลโดยการเชื่อมต่อบลูทูธกับโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน อัตราการเต้นของหัวใจจะแสดงผ่านแอปพลิเคชัน Polar Flow (Polar Electro, version 6.23.1) ดาวน์โหลดได้ที่ Google Play store (Google, Inc., Mountain View, CA, USA)

2.2.2. ผู้ช่วยนักวิจัยคนที่ 1 สอบถามระดับความเมื่อยล้าของกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบวัดค่าความรู้สึกเหนื่อย (Rate of Perceived Exertion, RPE) Borg’s scale (Borg, 1982; Liveris et al., 2021) โดยเป็นแบบสอบถามที่บ่งบอกถึงความรู้สึกเหนื่อย

ขณะออกกำลังกายของแต่ละบุคคลซึ่งสัมพันธ์เป็นลักษณะเชิงเส้นกับอัตราการเต้นของหัวใจ (ภาริส วงศ์แพทย์, 2541) โดยแบ่งเป็น 6-20 ระดับ ดังนี้

ระดับ 7 หมายถึง รู้สึกสบาย

ระดับ 9 หมายถึง ไม่เหนื่อย

ระดับ 11 หมายถึง เริ่มรู้สึกเหนื่อย

ระดับ 13 หมายถึง ค่อนข้างเหนื่อย

ระดับ 15 หมายถึง เหนื่อย

ระดับ 17 หมายถึง เหนื่อยมาก

ระดับ 19 หมายถึง เหนื่อยที่สุด

2.2.3. ผู้ช่วยนักวิจัยคนที่ 2 ให้การทดสอบยืนย่อกระโดดสูง (Counter movement jump; CMJ) เริ่มต้นจัดเตรียมโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนเพื่อบันทึกวิดีโอการกระโดดของผู้ทดสอบ โดยติดตั้งโทรศัพท์มือถือบนขาตั้งสามขา (tripod) ความสูง 30 เซนติเมตร และระยะห่างจากเท้าผู้ทดสอบ 1.5 เมตร การบันทึกวิดีโอจะตั้งค่าอัตราเฟรมที่ 120 frames per second (fps) Hz ความละเอียด 1,080 pixels จากนั้นให้ผู้ทดสอบยืนหันหน้าเข้าหากล้องในท่ายืนตรงมือเท้าสะเอว ผู้ทดสอบจะต้องกระโดดให้สูงที่สุดทันทีหลังจากสิ้นสุดเสียงสัญญาณ (“สาม, สอง, หนึ่ง, กระโดด”) โดยที่ขาเหยียดตรงขณะลอยบนอากาศ และกลับสู่พื้นในตำแหน่งเดิม ทำการกระโดดทั้งหมด 3 ครั้ง พักระหว่างการกระโดด 20 วินาที (Pliauga et al., 2015; Yingling et al., 2018) จากนั้นนำวิดีโอที่บันทึกมาหาความสูงของการกระโดดผ่านแอปพลิเคชัน My Jump 2 ซึ่งมีค่าความเที่ยงตรง (validity) correlation (r = 0.98, p = 0.001) และความเชื่อมั่น (reliability) มีค่า ICC > 0.93 (Bogataj et al., 2020) ดาวน์โหลดได้ที่ Google Play store (Google, Inc., Mountain View, CA, USA) แอปพลิเคชันจะใช้ข้อมูลในการคำนวณการกระโดด 4 อย่าง ได้แก่ ความยาวขา ความสูงจากสะโพกถึงพื้นในท่ายืนย่อเข่า ความสูงจากศีรษะถึงพื้นในท่ายืนเข่า และวิดีโอการกระโดดของผู้ทดสอบ โดยจะเลือกใช้ 2 เฟรม

จากวิดิโอ ได้แก่ เฟรมแรกที่เท้าทั้งสองข้างพ้นพื้นขณะกระโดดขึ้น (take-off frame) และ เฟรมแรกที่เท้าข้างใดข้างหนึ่งถึงพื้นขณะลอยลงสู่พื้น (landing frame) (Bogataj et al., 2020; Vieira et al., 2023) สมการที่ใช้ในการคำนวณ คือ $h = t^2 \times 1.22625$ โดย h คือ ความสูงของการกระโดด (jump height) มีหน่วยเป็น เมตร (m) และ t คือ เวลาที่ลอยบนอากาศ (flight time) มีหน่วยเป็น วินาที (s) (Bosco et al., 1983) บันทึกผลการกระโดดที่สูงที่สุด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (cm) นำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

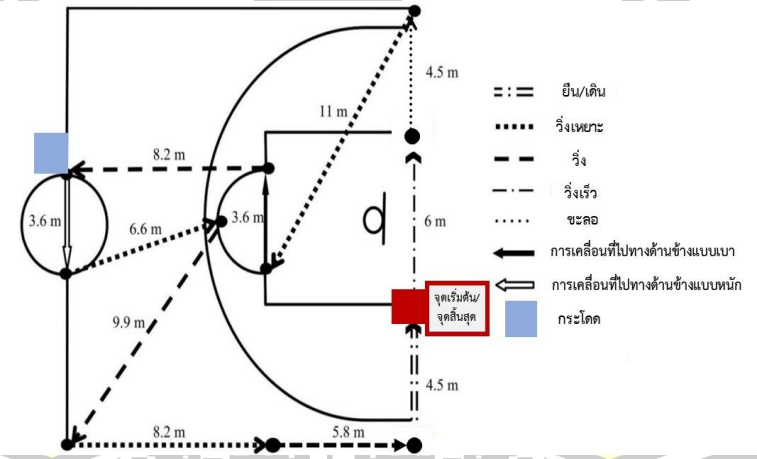
2.2.4. ผู้ช่วยนักวิจัยคนที่ 2 ให้การทดสอบวิ่งเร็ว 10 เมตร (10 meter sprint) ดัดแปลงจากการศึกษาของ Pliauga et al. (2015) เริ่มต้นให้กลุ่มตัวอย่างยืนที่จุดเริ่มต้นในท่าเตรียมออกวิ่ง จากนั้นเมื่อได้ยินสัญญาณให้วิ่งเป็นเส้นตรงด้วยความเร็วเต็มที่ไปยังจุดสิ้นสุด รวมเป็นระยะทาง 10 เมตร วัดความเร็วด้วยเครื่อง Hand-held stopwatch มีหน่วยเป็นวินาที (s) ทำการทดสอบทั้งหมด 2 ครั้ง พักระหว่างการวิ่ง 2 นาที ผลความเร็วที่ดีที่สุดนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2.2.5. ผู้ช่วยนักวิจัยคนที่ 1 นำกลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกาย ด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว ทั้งหมด 6 ท่า ท่าทางละ 1 นาที รวมเวลาทั้งหมด 6 นาที ประกอบด้วย 6 มัดกล้ามเนื้อ ได้แก่ กล้ามเนื้อแฮมสตริงส์ (Hamstring) กล้ามเนื้อควอไดรเซ็พส์ (Quadriceps) กล้ามเนื้อกลูเตียสแมกซิมัส (Gluteus maximus) กล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส (Gastrocnemius) กล้ามเนื้อแอดดัคเตอร์ (Adductor) และกล้ามเนื้อแอปดัคเตอร์ (Abductor) (ประทักษ์ สระสม, 2561) หลังอบอุ่นร่างกายเสร็จทำการวัดตัวแปรต่าง ๆ ตามข้อ 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3 และ 2.2.4 ตามลำดับ หลังจากวัดเสร็จให้กลุ่มตัวอย่างพักเป็นเวลา 2 นาที

2.2.6. ผู้ช่วยนักวิจัยคนที่ 1 ให้การทดสอบโปรแกรมจำลองการแข่งขันบาสเกตบอล Basketball Exercise Simulation Test (BEST) (Scanlan et al., 2014; Treece, 2021) ซึ่งถูกสร้างขึ้นมาจากการเคลื่อนไหวที่พบบ่อยในกีฬาบาสเกตบอล ได้แก่ กิจกรรมเบา (low-intensity activity) เช่น การยืน (standing), การเดิน (walking) และการวิ่งเหยาะ(jogging) กิจกรรมหนัก (high-intensity activity) เช่น การวิ่ง (running) และการวิ่งเร็ว (sprinting) รวมไปถึงการเคลื่อนที่ไปทางด้านข้าง (shuffling) (Scanlan et al., 2011) อาศัยครึ่งสนามกีฬาบาสเกตบอลในการทดสอบ โปรแกรม BEST จะกระทำสูงสุด 20 รอบ ต่อ 1 ช่วง (ช่วงละ 10 นาที)

องค์ประกอบการเคลื่อนไหว BEST ใน 1 รอบ (Scanlan et al., 2014)

1. การวิ่งเร็ว (Sprinting): วิ่งด้วยความหนักสูงสุด
2. การวิ่งเหยาะ (Jogging): ออกแรงความหนักปานกลาง โดยปราศจากความเร่งรีบ (ประมาณ 50% ความเร็วสูงสุด)
3. การเคลื่อนที่ไปทางด้านข้างแบบเบา (Low shuffling): เคลื่อนที่โดยการลากเท้าในท่าตั้งรับแบบไม่เร่งรีบ
4. การวิ่ง (Running): ออกแรงความหนักปานกลาง แต่พยายามออกแรงและมุ่งสู่เป้าหมาย (ประมาณ 75% ความเร็วสูงสุด)
5. การกระโดด (Jumping): กระโดดขาคู่ด้วยความหนักสูงสุด
6. การเคลื่อนที่ไปทางด้านข้างแบบหนัก (High shuffling): เคลื่อนที่โดยการลากเท้าในท่าตั้งรับด้วยความหนักสูงสุด
7. การยืน/การเดิน (Standing/walking): ความหนักของกิจกรรมต้องไม่มากกว่าการเดิน



ภาพที่ 5 โปรแกรมจำลองการแข่งขันบาสเกตบอล BEST

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก Scanlan et al. (2014)

เริ่มต้นกลุ่มตัวอย่างยืนประจำตำแหน่งที่จุดเริ่มต้นใต้แป้นบาสเกตบอล เมื่อได้ยินสัญญาณผู้เข้าร่วมวิจัยเคลื่อนที่ตามลูกศรและรูปแบบการเคลื่อนไหวที่กำหนด (ภาพที่ 5) กลุ่มตัวอย่างจะต้องทำ 1 รอบ ให้ได้ภายใน 30 วินาที หากสำเร็จก่อนเวลา ให้ยืนพักที่จุดเริ่มต้นจนกว่าจะครบเวลา 30 วินาที และดำเนินการต่อจนครบ 20 รอบ แต่หากไม่สามารถทำได้ทันเวลา 30 วินาที ให้กลุ่มตัวอย่างดำเนิน

แบบทดสอบต่อเนื่องจนครบเวลากำหนด 10 นาที โดย 20 รอบ หรือ 10 นาที เท่ากับ 1 ช่วงเวลา ทำการทดสอบทั้งหมด 2 ช่วงเวลา พักระหว่างช่วงเวลา 2 นาที จับเวลาด้วยเครื่อง Hand-held stopwatch

2.2.7. หลังทำการทดสอบ BEST เสร็จ ทำการวัดตัวแปรต่าง ๆ ตามข้อ 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3 และ 2.2.4 ตามลำดับ

2.2.8. ผู้ช่วยนักวิจัยคนที่ 3 วัดระดับแลคเตทในเลือด ด้วยเครื่อง EDGE Handheld Lactate Analyzer ซึ่งเป็นเครื่องที่เหมาะในการนำมาใช้วัดระดับแลคเตทที่ไม่เกิน 15 มิลลิโมลาร์ (mM) หรือ 270 มิลลิกรัม/เดซิลิตร (mg/dL) โดยดูจากค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) เทียบกับเครื่องมาตรฐาน (Radiometer ABL90) พบว่ามีค่าความผิดพลาด (error) ที่ต่ำ (ประมาณ 0-2 mM) (Bonaventura et al., 2015) เริ่มต้นทำการเจาะปลายนิ้วมือ (Purcarea et al., 2016) ของกลุ่มตัวอย่าง เก็บตัวอย่างเลือดบนแผ่นตรวจ (EDGE Lactate Test Strip) รอประมาณ 45 วินาที ผลจะปรากฏบนเครื่อง EDGE Handheld Lactate Analyzer หน่วยเป็นมิลลิโมลต่อลิตร (mmol/L)

2.2.9. ผู้วิจัย ให้การฟื้นฟูแก่กลุ่มตัวอย่างตามลำดับ ข้อ 2.1.3

<u>กลุ่มตัวอย่างที่ฟื้นฟูด้วยการแช่น้ำเย็น</u> กลุ่มตัวอย่างนั่งบนเก้าอี้ จากนั้นจุ่มแขนทั้งสองข้างลงถังน้ำเย็นที่เตรียมไว้ที่ข้างลำตัวจากปลายนิ้วมือถึงระดับข้อศอก อุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส ควบคุมอุณหภูมิด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิของน้ำ หากอุณหภูมิสูงขึ้น ทำการเติมน้ำแข็งเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิ (Bouchiba et al., 2022; Nurmansyach et al., 2022)

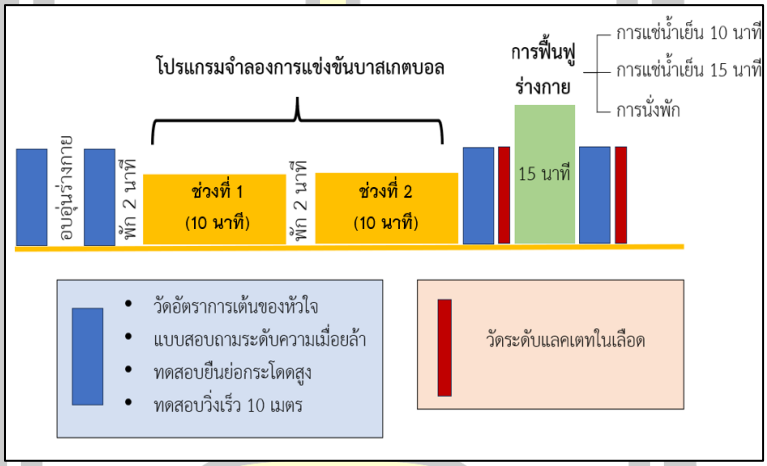
- กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที จะได้รับการแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง 10 นาที จากนั้นทำการนั่งพักอีก 5 นาที
- กลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที จะได้รับการแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง 15 นาที

<u>กลุ่มตัวอย่างที่ฟื้นฟูด้วยการนั่งพัก</u> กลุ่มตัวอย่างนั่งบนเก้าอี้ในท่าทางที่สบาย เป็นเวลา 15 นาที

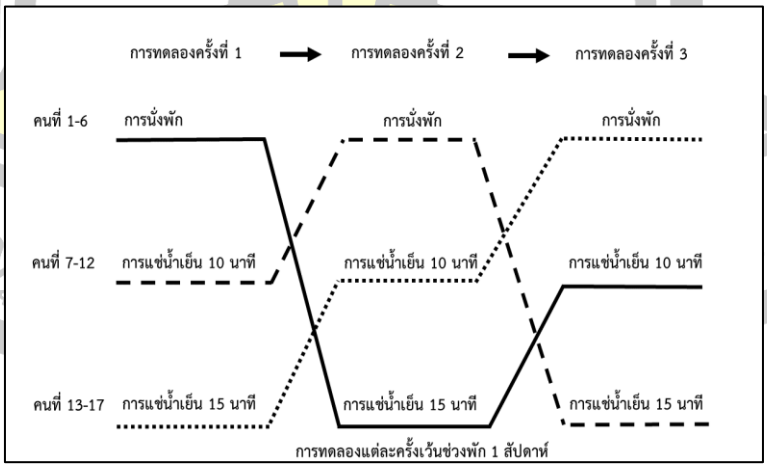
2.2.10. หลังจากฟื้นฟูเสร็จ กลุ่มตัวอย่างทำการวัดตัวแปรต่าง ๆ ตามข้อที่ 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3, 2.2.4 และ 2.2.8 ตามลำดับ

2.2.11. ผู้วิจัย นัดหมายกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้าร่วมการทดลองครั้งต่อไป โดยเว้นระยะห่าง 1 สัปดาห์ นับจากวันที่ได้รับการทดลอง โดยช่วงพักระหว่างการทดลอง (wash out period) กลุ่มตัวอย่างใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ ไม่มีการควบคุมการรับประทานอาหาร และให้ปฏิบัติตามข้อ 2.1.4 ก่อนการทดลองครั้งต่อไป

2.2.12. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำข้อมูลที่ได้จัดทำข้อมูลทางสถิติ



ภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนการวิจัย



ภาพที่ 7 แสดงการวิจัยแบบไขว้

3.4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. ใช้สถิติ Shapiro-Wilk test เพื่อดูการแจกแจงข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง
3. ใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางชนิดวัดซ้ำ (Two-Way Repeated measures ANOVA) เพื่อวิเคราะห์ตัวแปรระดับความเมื่อยล้า สมรรถภาพด้านพลกำลัง และสมรรภาพความเร็ว หากพบความแตกต่างจะทำการใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) หรือสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-Way Repeated measures ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธีบอนเฟอร์โรนี (Bonferroni)
4. ใช้สถิติ Paired sample t-test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่ม ของตัวแปรปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด
5. ใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มของตัวแปรปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด หากพบความแตกต่างทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ด้วยวิธีบอนเฟอร์โรนี (Bonferroni)
6. ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล SPSS Statistics ver. 27.0 (IBM Corporation)
7. กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.5. การดำเนินการจริยธรรมวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการขอจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ เรื่อง ผลการแช่น้ำเย็นรยางค์บนต่อการลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อในนักกีฬาบาสเกตบอลสมัครเล่น ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ดังต่อไปนี้

1. จัดทำโครงการเพื่อการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ตามแบบฟอร์มของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2. จัดทำบันทึกเสนอโครงการวิจัยที่เข้าข่ายการพิจารณาแบบกรรมการเต็มชุด (Full board) เพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ผ่านความเห็นชอบอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

3. นำเสนอต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

4. คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยมหาสารคามพิจารณาให้ผู้วิจัยแก้ไขครั้งที่ 1

5. ผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขและยื่นเรื่องขอชี้แจง/แก้ไข ตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผ่านความเห็นชอบอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

6. คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณารับรองโครงการวิจัยเรื่อง ผลการแช่น้ำเย็นรยางค์บนต่อการลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อในนักกีฬาบาสเกตบอลสมัครเล่น เมื่อวันที่ 29 สิงหาคม 2567 ถึงวันที่ 28 สิงหาคม 2568 เลขที่การรับรอง 570-405/2567

7. ผู้วิจัยดำเนินการจัดเก็บข้อมูลบนพื้นฐานของโครงการวิจัยที่ผ่านการรับรองของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 4
การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) รูปแบบการศึกษาเป็นแบบไขว้ (crossover design) และปกปิดทิศทางเดียว (single blind) มีจุดมุ่งเน้นศึกษาผลของการแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายนิ้วมือถึงข้อศอกต่อเนื่อง 10 นาที 15 นาที และการนั่งพัก ที่มีผลต่อปริมาณแลคเตทในเลือด ความรู้สึกเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง และความเร็ว ของนักกีฬาบาสเกตบอลสมัครเล่น

ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักกีฬาบาสเกตบอล เพศชาย จากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวน 17 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มอย่างง่าย ทุกคนเข้าร่วมการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง เพื่อรับการฟื้นตัวทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การนั่งพัก การแช่น้ำเย็นรยางค์บน 10 นาที และ 15 นาที แต่ละครั้ง เว้นระยะห่างกันเป็นเวลา 1 สัปดาห์ วันทดลองผู้เข้าร่วมวิจัยทำการทดลองที่สนามกีฬาบาสเกตบอลในร่ม บันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสนามทุกครั้ง พบว่าค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิเท่ากับ 30.20 และ 1.62 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 57.5 และ 7.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการทดสอบโปรแกรมจำลองการแข่งขันบาสเกตบอลเพื่อให้เกิดความเมื่อยล้า จากนั้นรับการฟื้นตัวตามลำดับที่ได้รับจากการสุ่ม เก็บข้อมูลตัวแปรความรู้สึกเมื่อยล้า ปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง และความเร็ว ช่วงเวลาก่อนการทดสอบ หลังการทดสอบ และหลังการฟื้นตัว ยกเว้นตัวแปรปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดเก็บข้อมูลเฉพาะช่วงเวลาหลังการทดสอบและหลังการฟื้นตัว หลังจากสิ้นสุดการทดลองผู้วิจัยนำผลมาวิเคราะห์ และนำเสนอในรูปแบบของตารางประกอบความเรียง และแผนภูมิแท่ง แบ่งเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย

ตอนที่ 2 ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และผลวิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-Wilk test ของข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจ ระดับความเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง สมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว และปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของผู้เข้าร่วมวิจัย

ตอนที่ 3 ผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ ระดับความเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง สมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว และปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของรูปแบบการฟื้นตัวของกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน (Mean)

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน (Standard Deviation)

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

***** แทน ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

t แทน ค่าสถิติในการแจกแจงแบบที (t-distribution)

F แทน ค่าทดสอบสถิติแบบ F

df แทน ระดับของความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)

MS แทน ค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนกำลังสอง (Mean Squares)

SS แทน ผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบน (Sum of Squares)

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย

ตารางที่ 1 *ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัย*

ข้อมูล	กลุ่มตัวอย่าง (n=17)	
	$\bar{x}$	S.D.
อายุ(ปี)	20.47	2
น้ำหนัก(กิโลกรัม)	78.03	12.29
ส่วนสูง(เซนติเมตร)	180.82	4.49
ดัชนีมวลกาย(กิโลกรัม/เมตร^2)	23.87	3.71

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 17 คน มีอายุเฉลี่ย 20.47±2 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 78.03±12.29 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 180.82±4.49 เซนติเมตร และมีค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย 23.87±3.71 กิโลกรัม/เมตร^2

ตอนที่ 2 ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และผลวิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-Wilk test ของข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจ ระดับความเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง สมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว และปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของผู้เข้าร่วมวิจัย

ตารางที่ 2 *ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และผลวิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-Wilk test ของอัตราการเต้นของหัวใจ ระดับความเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง สมรรภาพทางกายด้านความเร็ว และปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของก่อนการทดสอบ หลังการทดสอบ และหลังการฟื้นตัวของกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม (n=17)*

ตัวแปร	ช่วงเวลา	รูปแบบการฟื้นตัว								
		นั่งพัก			แช่น้ำเย็น 10 นาที			แช่น้ำเย็น 15 นาที		
		$\bar{x}$	S.D.	*p*	$\bar{x}$	S.D.	*p*	$\bar{x}$	S.D.	*p*
อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที; beats/min)	ก่อนการทดสอบ	80.12	9.82	0.970	77.65	9.64	0.509	81.35	11.36	0.986
	หลังการทดสอบ	160.18	11.06	0.069	163.71	8.21	0.831	158	18.23	0.080
	หลังการฟื้นตัว	96.94	9.54	0.641	94	11.24	0.175	96.94	8.17	0.516

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตัวแปร	ช่วงเวลา	รูปแบบการฟื้นตัว								
		นั่งพัก			แช่น้ำเย็น 10 นาที			แช่น้ำเย็น 15 นาที		
		$\bar{x}$	S.D.	*p*	$\bar{x}$	S.D.	*p*	$\bar{x}$	S.D.	*p*
ระดับความเมื่อยล้า	ก่อนการทดสอบ	7.53	1.12	0.118	7.47	1.12	0.065	7.94	1.34	0.216
	หลังการทดสอบ	15	2.03	0.145	15.59	2.24	0.114	14.94	1.85	0.151
	หลังการฟื้นตัว	8.59	1.18	0.070	7.71	1.36	0.062	8.35	1.50	0.170
สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง (เซนติเมตร; cm)	ก่อนการทดสอบ	38.63	6.01	0.119	39.66	5.05	0.052	38.54	4.66	0.831
	หลังการทดสอบ	41.26	7.35	0.833	41.55	5.85	0.062	41	6.87	0.193
	หลังการฟื้นตัว	37	6.18	0.796	39.72	5.77	0.137	38.25	5.27	0.415
สมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว (วินาที; s)	ก่อนการทดสอบ	2.40	0.18	0.331	2.36	0.25	0.245	2.37	.26	0.868
	หลังการทดสอบ	2.29	0.32	0.258	2.32	0.16	0.766	2.43	.31	0.800
	หลังการฟื้นตัว	2.36	0.19	0.948	2.37	0.16	0.170	2.36	.22	0.492
ปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด (มิลลิโมลต่อลิตร; mmol/L)	หลังการทดสอบ	5.39	3.58	.070	4.99	2.19	.560	3.72	1.81	.089
	หลังการฟื้นตัว	2.35	1.37	.207	2.19	1.04	.063	1.81	.79	.131

จากตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลวิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-Wilk test ของอัตราการเต้นของหัวใจ ระดับความเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง สมรรภาพทางกายด้านความเร็ว และปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของกลุ่มนั่งพัก กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจก่อนการทดสอบ ของกลุ่มนั่งพัก มีค่า 80.12±9.82 กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที มีค่า 77.65±9.64 และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 81.35±11.36 หลังการทดสอบ ของกลุ่มนั่งพัก มีค่า 160.18±11.06 กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที มีค่า 163.71±8.21 และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 158±18.23 หลังการฟื้นตัว ของกลุ่มนั่งพัก มีค่า 96.94±9.54 กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที มีค่า 94±11.24 และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 96.94±8.17

2. ค่าเฉลี่ยของระดับความเมื่อยล้าก่อนการทดสอบ ของกลุ่มนั่งพัก มีค่า 7.53±1.12 กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที มีค่า 7.47±1.12และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 7.94±1.34 หลังการทดสอบ ของกลุ่มนั่งพัก มีค่า 15±2.03 กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที มีค่า 15.59±2.24 และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 14.94±1.85 หลังการฟื้นตัว ของกลุ่มนั่งพัก มีค่า 8.59±1.18 กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที มีค่า 7.71±1.36 และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 8.35±1.50

3. ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังก่อนการทดสอบ ของกลุ่มนั่งพัก มีค่า 37.82±6.83 กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที มีค่า 39.66±5.05 และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 38.54±4.66 หลังการทดสอบ ของกลุ่มนั่งพัก มีค่า 41.26±7.35 กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที มีค่า 41.55±5.85 และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 41±6.87 หลังการฟื้นตัว ของกลุ่มนั่งพัก มีค่า 37±6.18 กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที มีค่า 39.72±5.77 และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 38.25±5.27

4. ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วก่อนการทดสอบ ของกลุ่มนั่งพัก มีค่า 2.40±.18 กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที มีค่า 2.36±.25 และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 2.37±.26 หลังการทดสอบ ของกลุ่มนั่งพัก มีค่า 2.29±.32 กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที มีค่า 2.32±.16 และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 2.43±.31หลังการฟื้นตัว ของกลุ่มนั่งพัก มีค่า 2.36±.19 กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที มีค่า 2.37±.16 และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 2.36±.22

5. ค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการทดสอบ ของกลุ่มนั่งพัก มีค่า 5.39±3.58 กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที มีค่า 4.99±2.19 และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 3.72±1.81

หลังการฟื้นตัว ของกลุ่มนั่งพัก มีค่า 2.35±1.37 กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที มีค่า 2.19±1.04 และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 1.81±.79

6. ผลการทดสอบการแจกแจงของข้อมูล พบว่า ข้อมูลทุกค่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าข้อมูลตัวแปรทุกค่ามีการกระจายเป็นโค้งปกติ

ตอนที่ 3 ผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของระดับความเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง สมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว และปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของรูปแบบการฟื้นตัวของกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม

ตารางที่ 3 *ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางชนิดวัดซ้ำ (Two-Way ANOVA with repeated measures) วิธีการฟื้นตัว ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมของเวลาและวิธีการฟื้นตัวต่อระดับความเมื่อยล้า*

ตัวแปร	SS	df	MS	F	*p*
รูปแบบการฟื้นตัว	.68	2	.34	.14	.901
ระยะเวลา	1792.95	1.84	976.73	425.97	<.001*
ปฏิสัมพันธ์	13.01	3.67	3.54	1.55	.200

*p<.05

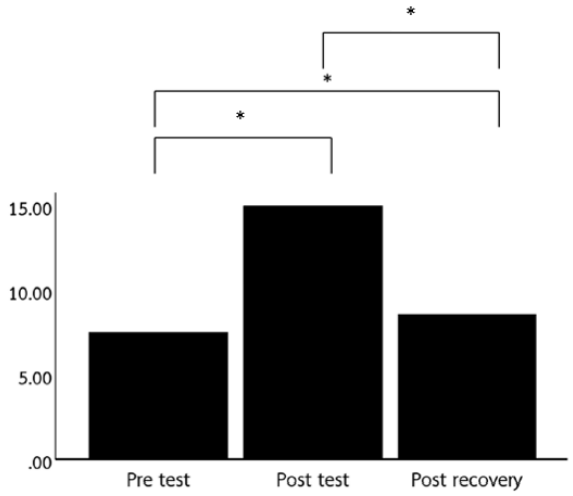
จากตารางที่ 3 พบว่าระยะเวลามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงแยกทดสอบในแต่ละกลุ่มโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) เพื่อดูความแตกต่างระหว่างก่อนการทดสอบ หลังการทดสอบ และหลังการฟื้นตัวภายในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4 *ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) ของระดับความเมื่อยล้า*

รูปแบบการฟื้นตัว	ระดับความเมื่อยล้า		
	ก่อนทดสอบ	หลังการทดสอบ	หลังการฟื้นตัว
การนั่งพัก	7.53±1.12	15±2.03[a]	8.59±1.18[ab]
การแช่น้ำเย็น 10 นาที	7.47±1.12	15.59±2.24[a]	7.71±1.36[b]
การแช่น้ำเย็น 15 นาที	7.94±1.34	14.94±1.85[a]	8.35±1.50[b]

a มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดสอบภายในกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p< .05

b มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับหลังการทดสอบภายในกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p< .05

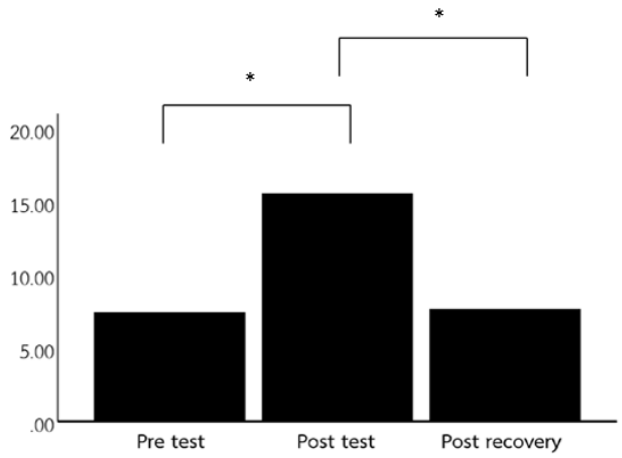


** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<.05)*

ภาพที่ 8 *แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของระดับความเมื่อยล้าภายในกลุ่มนั่งพัก*

จากตารางที่ 4 และ ภาพที่ 8 ค่าเฉลี่ยระดับความเมื่อยล้าภายในกลุ่มนั่งพัก พบว่าค่าเฉลี่ยระหว่างก่อนทดสอบ กับหลังการทดสอบ และหลังการฟื้นตัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<.001 , .012) ตามลำดับ และระหว่างหลังการทดสอบ กับหลังการฟื้นตัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<.001)

สรุปได้ว่า ระดับความเมื่อยล้าจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากทำการทดสอบ และลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากได้รับการฟื้นตัวด้วยวิธีการ นั่งพัก อย่างไรก็ตามระดับความเมื่อยล้าหลังการฟื้นตัวมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

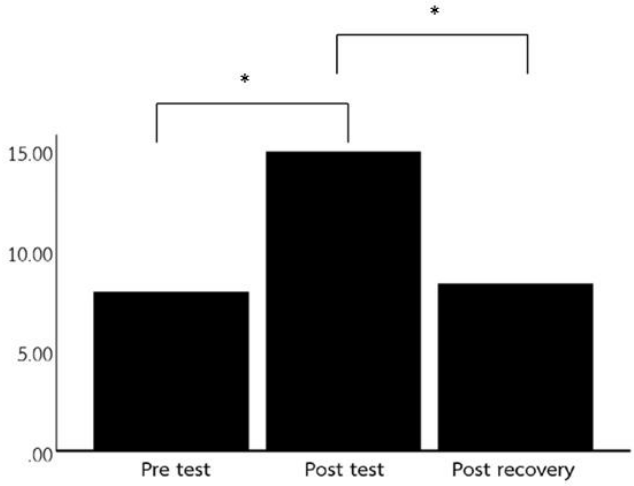


** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<.05)*

ภาพที่ 9 *แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของระดับความเมื่อยล้าภายในกลุ่มกลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที*

จากตารางที่ 4 และ ภาพที่ 9 ค่าเฉลี่ยระดับความเมื่อยล้าภายในกลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างก่อนทดสอบ กับหลังการทดสอบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.001$) และระหว่างหลังการทดสอบ กับหลังการฟื้นตัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.001$)

สรุปได้ว่า ระดับความเมื่อยล้าจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากทำการทดสอบ และลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากได้รับการฟื้นตัวด้วยวิธีการแช่น้ำเย็น 10 นาที



** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<.05)*

ภาพที่ 10 *แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของระดับความเมื่อยล้าภายในกลุ่มกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที*

จากตารางที่ 4 และภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยระดับความเมื่อยล้าภายในกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างก่อนทดสอบ กับหลังการทดสอบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.001$) และระหว่างหลังการทดสอบ กับหลังการฟื้นตัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.001$)

สรุปได้ว่า ระดับความเมื่อยล้าจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากทำการทดสอบ และลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากได้รับการฟื้นตัวด้วยวิธีการแช่น้ำเย็น 15 นาที

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 5 *ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางชนิดวัดซ้ำ (Two-Way ANOVA with repeated measures) วิธีการฟื้นตัว ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมของเวลาและวิธีการฟื้นตัวต่อสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง*

ตัวแปร	SS	df	MS	F	*p*
รูปแบบการฟื้นตัว	51.12	2	25.56	.28	.758
ระยะเวลา	246.73	1.88	131.15	17	<.001*
ปฏิสัมพันธ์	27.89	3.76	7.41	.96	.429

*p<.05

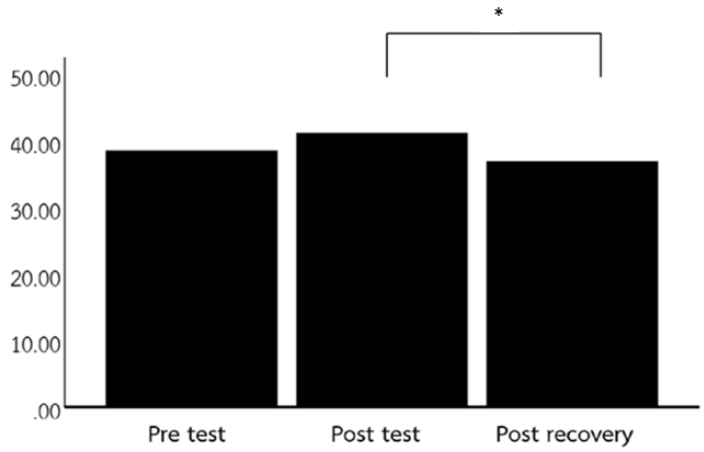
จากตารางที่ 5 พบว่าระยะเวลามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงแยกทดสอบในแต่ละกลุ่มโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) เพื่อดูความแตกต่างระหว่างก่อนการทดสอบ หลังการทดสอบ และหลังการฟื้นตัวภายในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 6 *ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) ของสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง*

รูปแบบการฟื้นตัว	สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง (เซนติเมตร)		
	ก่อนทดสอบ	หลังการทดสอบ	หลังการฟื้นตัว
การนั่งพัก	38.63±6.01	41.26±7.35	37±6.18[a]
การแช่น้ำเย็น 10 นาที	39.66±5.05	41.55±5.85	39.72±5.77
การแช่น้ำเย็น 15 นาที	38.54±4.66	41±6.87	38.25±5.27[a]

a มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับหลังการทดสอบภายในกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p< .05

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว



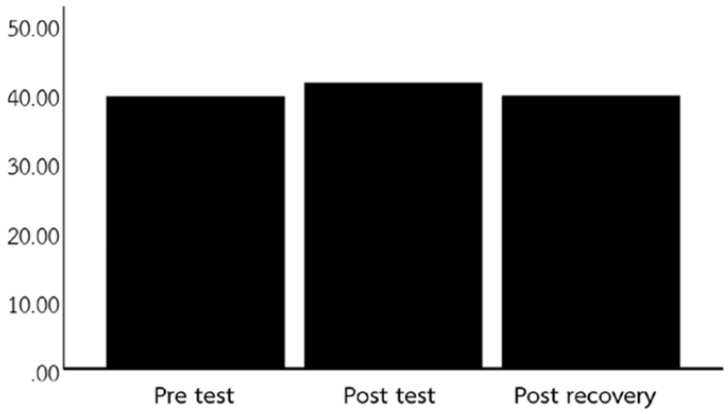
** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<.05)*

ภาพที่ 11 *แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังภายในกลุ่มนั่งพัก*

จากตารางที่ 6 และภาพที่ 11 ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังภายในกลุ่มนั่งพัก พบว่าค่าเฉลี่ยระหว่างหลังการทดสอบ กับหลังการฟื้นตัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<.001)

สรุปได้ว่า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังหลังการทดสอบไม่แตกต่างกับก่อนการทดสอบ หลังการฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพักพบว่าสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

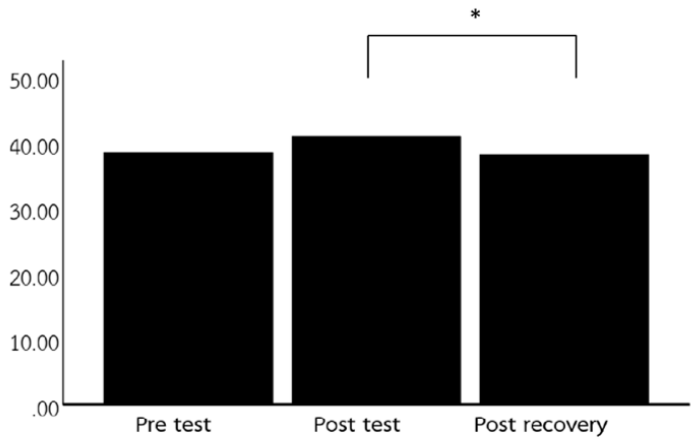


ภาพที่ 12 *แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังภายในกลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที*

จากตารางที่ 6 และภาพที่ 12 ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังภายในกลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

สรุปได้ว่า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังก่อนการทดสอบ หลังการทดสอบ และหลังการฟื้นตัวด้วยวิธีการแช่น้ำเย็น 10 นาที ไม่แตกต่างกัน

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว



** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<.05)*

ภาพที่ 13 *แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังภายในกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที*

จากตารางที่ 6 และภาพที่ 13 ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังภายในกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที พบว่าค่าเฉลี่ยระหว่างหลังการทดสอบ กับหลังการฟื้นตัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<.05)

สรุปได้ว่า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังหลังการทดสอบไม่แตกต่างกับก่อนการทดสอบ หลังการฟื้นตัวด้วยวิธีแช่น้ำเย็น 15 นาที พบว่าสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ตารางที่ 7 *ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางชนิดวัดซ้ำ (Two-Way ANOVA with repeated measures) วิธีการฟื้นตัว ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมของเวลาและวิธีการฟื้นตัวต่อสมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว*

ตัวแปร	SS	df	MS	F	*p*
รูปแบบการฟื้นตัว	.05	2	.02	.19	.829
ระยะเวลา	.02	2	.01	.53	.592
ปฏิสัมพันธ์	.16	4	.04	1.77	.142

จากตารางที่ 7 ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ในตัวแปรรูปแบบการฟื้นตัว ระยะเวลาและปฏิสัมพันธ์

สรุปได้ว่า ไม่พบความแตกต่างของสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่มทั้ง 3 รูปแบบ ทุกช่วงเวลา

ตารางที่ 8 *เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดช่วงเวลาหลังการทดสอบและหลังการฟื้นตัวภายในกลุ่มทั้ง 3 รูปแบบ โดยใช้สถิติ Paired t-test*

รูปแบบการฟื้นตัว	หลังการทดสอบ		หลังการฟื้นตัว		t	*p*
	Mean	SD	Mean	SD		
การนั่งพัก	5.39	3.58	2.35	1.37	4.63	<.001*
การแช่น้ำเย็น 10 นาที	4.99	2.19	2.19	1.04	8.07	<.001*
การแช่น้ำเย็น 15 นาที	3.72	1.81	1.81	.79	5.80	<.001*

*p<.05

จากตารางที่ 8 พบว่าทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดระหว่างหลังการทดสอบกับหลังการฟื้นตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<.001)

สรุปได้ว่า การฟื้นตัวด้วยวิธีการนั่งพัก การแช่น้ำเย็น 10 นาที และการแช่น้ำเย็น 15 นาที หลังการทดสอบสามารถลดปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดได้

ตารางที่ 9 *วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังการทดสอบ และหลังการฟื้นตัว กลุ่มนั่งพัก กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที*

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
หลังการทดสอบ					
ระหว่างกลุ่ม	26.07	2	13.03	1.87	.17
ภายในกลุ่ม	335.04	48	6.98		
รวม	361.11	50			
หลังการฟื้นตัว					
ระหว่างกลุ่ม	2.69	2	1.35	1.13	.33
ภายในกลุ่ม	57.44	48	1.20		
รวม	60.13	50			

จากตารางที่ 9 พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังการทดสอบ และหลังการฟื้นตัวกลุ่มนั่งพัก ระหว่างกลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

สรุปได้ว่า ทั้ง 3 กลุ่ม สามารถลดปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดได้ไม่แตกต่างกัน

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงข้อศอก ที่มีต่อปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ความรู้สึกเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง และความเร็ว ในนักกีฬาบาสเกตบอลสมัครเล่น ผู้วิจัยได้สรุปตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สรุปผล
6. อภิปรายผล
7. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังของการแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงข้อศอกต่อเนื่อง 10 นาที, 15 นาที และการนั่งพัก ต่อปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ความรู้สึกเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง และความเร็ว

2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงข้อศอกต่อเนื่อง 10 นาที, 15 นาที และการนั่งพัก ที่มีผลปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ความรู้สึกเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง และความเร็ว

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การทดสอบโปรแกรมจำลองการแข่งขันบาสเกตบอล Basketball Exercise Simulation Test (BEST)

2. แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบยืนย่อกระโดดสูง (countermovement jump; CMJ)

3. แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบวิ่งเร็ว 10 เมตร (10-meter sprint)

4. แบบบันทึกข้อมูลระดับความเมื่อยล้า

5. แบบบันทึกข้อมูลแลคเตทในเลือด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขั้นตอนก่อนเริ่มการวิจัย

1.1. ขออนุมัติการทำวิจัยโดยผ่านคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

1.2. เมื่อผ่านการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ทำการจัดทีมวิจัย และแบ่งหน้าที่

1.3. นำการทดสอบแบบจำลองการแข่งขันบาสเกตบอล BEST เครื่องมือวัดตัวแปรความเมื่อยล้า ปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง และความเร็ว มาทดลองใช้ (Try-out) กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 4 คน เพื่อปรับปรุงรูปแบบการเก็บข้อมูลให้เหมาะสม

1.4. หาค่าความน่าเชื่อถือของผู้ประเมิน (intra-rater reliability) ในการใช้เครื่องมือวัดตัวแปรสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง และความเร็ว

1.5. จัดเตรียมอุปกรณ์และสถานที่

2. ขั้นตอนการวิจัยและการเก็บข้อมูล

2.1. ผู้วิจัย คัดเลือกอาสาสมัครที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเข้าและคัดออกทั้งหมด 17 คน ด้วยวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2.2. ผู้วิจัย บันทึกข้อมูลพื้นฐาน อายุ ส่วนสูง น้ำหนักตัว วัดสัดส่วนของร่างกายเพื่อนำไปใช้ในแอปพลิเคชัน My Jump 2

2.3. ผู้วิจัย แบ่งอาสาสมัครออกเป็น 3 กลุ่มย่อยด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) และทำการถ่วงดุลลำดับ โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องเข้าร่วมการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง แต่ละครั้งเว้นระยะห่าง 1 สัปดาห์ เพื่อให้ได้รับการฟื้นตัวจนครบทั้ง 3 รูปแบบ ซึ่งประกอบด้วย การแช่น้ำเย็น 10 นาที การแช่น้ำเย็น 15 นาที และการนั่งพัก

2.4. ผู้วิจัย นัดหมายกลุ่มตัวอย่าง 1 สัปดาห์ถัดไป ณ สนามกีฬาบาสเกตบอล (ศูนย์กีฬา และสันทนาการ โรงพยาบาลมหาสารคาม) ช่วงเวลา 17.00-20.00 น. เพื่อเริ่มการทดลอง

2.5. วันทดลอง ก่อนการทดลอง ทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ระดับความเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง สมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว และให้การอบอุ่นร่างกาย

2.6. ให้การทดสอบโปรแกรมจำลองการแข่งขันบาสเกตบอล Basketball Exercise Simulation Test (BEST) เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความเมื่อยล้า

2.7. หลังการทดสอบ ทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ระดับความเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง สมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว และระดับแลคเตทในเลือด

2.8. ผู้วิจัย ให้การฟื้นฟูแก่กลุ่มตัวอย่างตามที่สุ่มได้

2.9. หลังการฟื้นฟู ทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ระดับความเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง สมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว และระดับแลคเตทในเลือด

2.10. ผู้วิจัย นัดหมายกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้าร่วมการทดลองครั้งต่อไป โดยเว้นระยะห่าง 1 สัปดาห์ นับจากวันที่ได้รับการทดลอง จนกระทั่งกลุ่มตัวอย่างทำการทดลองครบ 3 ครั้ง

2.11. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำข้อมูลที่ได้จัดทำข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. ใช้สถิติ Shapiro-Wilk test เพื่อดูการแจกแจงข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง
3. ใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางชนิดวัดซ้ำ (Two-Way Repeated measures ANOVA) เพื่อวิเคราะห์ตัวแปรระดับความเมื่อยล้า สมรรถภาพด้านพลกำลัง และสมรรภาพความเร็ว หากพบความแตกต่างจะทำการใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) หรือสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-Way Repeated measures ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธีบอนเฟอร์โรนี (Bonferroni)
4. ใช้สถิติ Paired sample t-test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่ม ของตัวแปรปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด
5. ใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มของตัวแปรปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด หากพบความแตกต่างทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ด้วยวิธีบอนเฟอร์โรนี (Bonferroni)

6. ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล SPSS Statistics ver. 27.0 (IBM Corporation)
7. กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผล

1. ข้อมูลพื้นฐาน

จากข้อมูลทั่วไป พบว่า ผู้เข้าร่วมวิจัยมีอายุเฉลี่ย 20.47 ± 2 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 78.03 ± 12.29 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 180.82 ± 4.49 เซนติเมตร

2. ความรู้สึกเมื่อยล้า

ผลการศึกษา พบว่าค่าเฉลี่ยระดับความเมื่อยล้าจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากทำการทดสอบ (ก่อนการทดสอบเปรียบเทียบกับหลังทำการทดสอบ) และลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากได้รับการฟื้นตัว (หลังทำการทดสอบเปรียบเทียบกับหลังทำการฟื้นตัว) ภายในกลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที กลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที และกลุ่มนั่งพัก

ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที กลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที กับกลุ่มนั่งพัก ทุกช่วงเวลา

3. สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง

ผลการศึกษา ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังภายในกลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที ทุกช่วงเวลา ส่วนภายในกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที และกลุ่มนั่งพัก พบว่า ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (หลังทำการทดสอบเปรียบเทียบกับหลังทำการฟื้นตัว)

ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที กลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที กับกลุ่มนั่งพัก ทุกช่วงเวลา

4. สมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว

ผลการศึกษา ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ทุกช่วงเวลา

5. ปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด

ผลการศึกษา พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากทำการฟื้นตัว (หลังทำการทดสอบเปรียบเทียบกับหลังทำการฟื้นตัว) ภายในกลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที กลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที และกลุ่มนั่งพัก

ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที กลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที กับกลุ่มนั่งพัก ทุกช่วงเวลา

อภิปรายผล

1. ระดับความเมื่อยล้า

จากสมมติฐานการวิจัยในครั้งนี้กล่าวว่า การแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงระดับข้อศอกต่อเนื่อง 10 นาที และ 15 นาที สามารถลดระดับความรู้สึกเมื่อยล้าได้ โดยการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลอาสาสมัครซึ่งเป็นนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย มาทำการทดสอบแบบจำลองการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล ให้เกิดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ ผลการวิจัยพบว่าหลังจากแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงระดับข้อศอก ที่อุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส ต่อเนื่องเป็นเวลา 10 นาที และ 15 นาที ส่งผลให้ระดับความเมื่อยล้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับหลังทำการทดสอบ

ปัจจัยที่ส่งผลทำให้ร่างกายมีระดับความรู้สึกเมื่อยล้า (Rate of Perceived Exertion, RPE) ที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ ความเมื่อยล้าจากระบบประสาทส่วนกลาง (central fatigue) และความเมื่อยล้าจากระบบประสาทส่วนปลาย (peripheral fatigue) โดยความเมื่อยล้าจากระบบประสาทส่วนกลางเกิดจากความเข้มข้นของสารสื่อประสาท (neurotransmitters) ที่ระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System, CNS) มีการเปลี่ยนแปลง เช่น เซโรโทนิน (serotonin), แกมม่า อะมิโนบิวทีริกแอซิด (gamma-aminobutyric acid, GABA), กลูตาเมต (glutamate) และ โดปามีน (dopamine) เป็นต้น (Leavitt & DeLuca, 2010; Periard et al., 2011; Klass et al., 2012; Pajoutan et al., 2017) ส่วนความเมื่อยล้าจากระบบประสาทส่วนปลาย เกิดขึ้นที่หรือใต้ต่อรอยต่อระหว่างปลายประสาทกับเซลล์กล้ามเนื้อลาย (neuromuscular junction) มีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี เกิดการสะสมของเมแทบอไลต์ภายในกล้ามเนื้อ เช่น ฟอสเฟตอนินทรีย์ (inorganic phosphates), แคลเซียมไอออน (calcium ions), แลคเตท (lactate), อะดีโนซีนไดฟอสเฟต (adenosine diphosphate),

แมกนีเซียม (magnesium) และการสลายของไกลโครเจน เป็นต้น (Tornero-Aguilera et al., 2022) ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าหลังการทดสอบเพื่อให้เกิดความเมื่อยล้าด้วยแบบจำลองการแข่งขันบาสเกตบอล กลุ่มตัวอย่างมีปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงส่งผลให้ระดับความเมื่อยล้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าแลคเตทในเลือดและความเมื่อยล้าจะเพิ่มมากขึ้นขณะแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล และมากที่สุดช่วงเวลาพักครึ่งการแข่งขัน (Ben Abdelkrim et al., 2007; Pliauga et al., 2015)

จากผลการศึกษาปัจจุบันพบว่าการฟื้นตัวด้วยการแช่น้ำเย็นส่งผลให้ระดับความเมื่อยล้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องจากการแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงระดับข้อศอกลดความเมื่อยล้าจากระบบประสาทส่วนปลาย (peripheral fatigue) โดยหลังจากการฟื้นตัวมีการลดลงของปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Faulkner (2012) พบว่าการแช่น้ำเย็นจากปลายมือถึงระดับข้อศอกอย่างต่อเนื่อง 10 นาที ที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส หลังจากออกกำลังกายสามารถลดแลคเตทในเลือด และลดความเมื่อยล้าได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้การแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงระดับข้อศอกอาจช่วยลดความเมื่อยล้าจากความเมื่อยล้าจากระบบประสาทส่วนกลาง (central fatigue) โดยการลดอุณหภูมิแกนกลาง (core temperature) จากภาวะอุณหภูมิร่างกายสูง (hyperthermia) จากการออกกำลังกายภายใต้สภาพอากาศร้อน (~30 องศาเซลเซียส) เนื่องจากบริเวณข้อศอกถึงปลายนิ้วมือเป็นบริเวณที่หลอดเลือดแดงและดำขนาดเล็กมีการเชื่อมต่อกันโดยตรง (arteriovenous anastomoses, AVAs) (Walloe, 2016) และมีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อมวลสูง จึงเป็นอวัยวะที่มีความเฉพาะต่อการแลกเปลี่ยนความร้อน (DeGroot et al., 2013; Zhang, 2021; Iwahashi et al., 2023) ส่งผลให้ลดอุณหภูมิแกนกลางได้อย่างมีประสิทธิผล (Iwahashi et al., 2023) อย่างไรก็ตามในการศึกษาปัจจุบันไม่ได้ทำการวัดอุณหภูมิแกนกลางร่างกายจึงไม่สามารถสรุปผลได้

อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระดับความเมื่อยล้าระหว่างกลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที กลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที กับกลุ่มนั่งพัก ทุกช่วงเวลา ขัดแย้งกับ Wu et al. (2024) พบว่าการแช่น้ำเย็น อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที หลังจาก

ออกกำลังกาย สามารถลดระดับความเมื่อยล้าได้ดีกว่าการนั่งพักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องจากการนั่งพัก 15 นาที เพียงพอต่อการฟื้นตัวของระดับความเมื่อยล้าหลังจากการทดสอบ สอดคล้องกับ Yanaoka et al. (2018) พบว่าการนั่งพัก 15 นาที หลังจากการออกกำลังกายด้วยความหนักสลับเบา (intermittent exercise) เป็นเวลา 40 นาที สามารถลดค่าเฉลี่ยระดับความเมื่อยล้าลงเหลือ 8.2 อย่างไรก็ตามกลุ่มนั่งพักมีค่าเฉลี่ยระดับความเมื่อยล้าหลังการฟื้นตัว มากกว่าก่อนการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ บ่งบอกถึงกลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที และ 15 นาที สามารถฟื้นตัวได้ดีกว่ากลุ่มนั่งพักโดยค่าเฉลี่ยระดับความเมื่อยล้าสามารถกลับสู่สภาวะปกติไม่แตกต่างกับก่อนการทดสอบได้

2. ปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด

จากสมมติฐานการวิจัยในครั้งนี้กล่าวว่า การแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงระดับข้อศอกต่อเนื่อง 10 นาที และ 15 นาที สามารถลดระดับแลคเตทในเลือด โดยการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลอาสาสมัครซึ่งเป็นนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย มาทำการทดสอบแบบจำลองการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล ให้เกิดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ ผลการวิจัยพบว่าหลังจากแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงระดับข้อศอก ที่อุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส ต่อเนื่องเป็นเวลา 10 นาที และ 15 นาที ส่งผลให้ปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด มีความแตกต่างกับหลังทำการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องจากการแช่น้ำเย็นกระตุ้นให้เกิดการหดตัวของหลอดเลือดผิวหนัง (reflex cutaneous vasoconstriction) เป็นกลไกที่เกิดขึ้นเพื่อรักษาความร้อนในร่างกายทั้งบริเวณที่แช่และไม่ได้แช่ (Isii et al., 2007) ทำให้การไหลเวียนเลือดส่วนปลาย (peripheral blood flow) ลดลง เกิดการไหลเวียนเลือดส่วนกลาง (central blood volume) เพิ่มขึ้น (วรวิทย์ รัตนเสถียรกิจ, 2552) จึงช่วยส่งเสริมการย้ายตัวของกรดแลคติคออกจากเลือดและกล้ามเนื้อเพื่อเข้าสู่ขบวนการเผาผลาญต่อไป (สุรสิงห์ สุดเฉลียว, 2549) สอดคล้องกับการศึกษาของ Panyakham and Pariwat (2022) พบว่าการแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ช่วงพักครึ่งการแข่งขันฟุตบอล สามารถลดแลคเตทในเลือดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการศึกษาของ Mokayef et al. (2014) พบว่าการแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง 15 นาที ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส หลังจากออกกำลังกายให้เกิดความเมื่อยล้า สามารถลดปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในการศึกษานี้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดระหว่างกลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที กลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที กับกลุ่มนั่งพัก ทุกช่วงเวลา ขัดแย้งกับการศึกษาของ Panyakham and Pariwat (2022) พบว่าการนั่งแช่น้ำเย็น อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ช่วงพักการแข่งขันกีฬาฟุตบอล สามารถลดแลคเตทในเลือดได้ดีกว่าการนั่งพักเพียงอย่างเดียว อาจเนื่องจากการนั่งพัก 15 นาที เพียงพอต่อการฟื้นตัวของปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังจากการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอลครึ่งแรก สอดคล้องกับการศึกษาของ Chopra et al. (2024) พบว่าการนั่งพัก 15 นาที หลังจากออกกำลังกายด้วยความหนักสลับเบา สามารถลดค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดลงเหลือ 2 mmol/L ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาในครั้งนี้ (2.35 mmol/L) อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของกลุ่มนั่งพักหลังการฟื้นตัวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.35 mmol/L ซึ่งมากกว่าค่าปกติ (0.5-2.2 mmol/L) (Pundir et al., 2016) บ่งบอกถึงกลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที และ 15 นาที สามารถฟื้นตัวได้ดีกว่ากลุ่มนั่งพักโดยค่าเฉลี่ยระดับความเมื่อยล้าและปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดสามารถกลับสู่สภาวะปกติได้

3. สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง

จากสมมติฐานการวิจัยในครั้งนี้กล่าวว่า การแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงระดับข้อศอกต่อเนื่อง 10 นาที และ 15 นาที สามารถเพิ่มสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง โดยการศึกษาในครั้งนี้พบว่าการฟื้นตัวด้วยวิธีการแช่น้ำเย็นรยางค์บนเป็นเวลา 10 นาที และ 15 นาที ที่อุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส หลังเกิดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อจากการทดสอบแบบจำลองการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล ไม่ช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง ขัดแย้งกับการศึกษาของ Medina-Porqueres et al. (2016) พบว่าการแช่น้ำเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที สามารถเพิ่มสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังหลังจากออกกำลังกายได้ อาจเนื่องจากการทดสอบเพื่อให้เกิดความเมื่อยล้าในการศึกษาครั้งนี้ไม่ส่งผลให้สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังลดลง กล่าวคือไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายในกลุ่มระหว่างก่อนการทดสอบ และหลังการทดสอบ ส่งผลให้ไม่พบความแตกต่างหลังจากได้รับการฟื้นตัวด้วยการแช่น้ำเย็นสอดคล้องกับ Getto and Golden (2013) ไม่พบผลการฟื้นตัว 24 ชั่วโมง หลังจากฟื้นตัวด้วยการแช่น้ำเย็น 10 องศาเซลเซียส เมื่อสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังหลังจากออกกำลังกายไม่แตกต่างจากก่อนออกกำลังกาย

การแช่น้ำเย็น 15 นาที ส่งผลให้สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับหลังทำการทดสอบเพื่อให้เกิดความเมื่อยล้า อาจเนื่องจากการแช่น้ำเย็นเป็นเวลานานส่งผลให้สมรรถภาพทางกายลดลง การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการแช่น้ำเย็นเป็นเวลา 12-20 นาที อุณหภูมิ 5-15 องศาเซลเซียส ส่งผลให้สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังลดลง (Patterson et al., 2008; Li et al., 2023; Xiao et al., 2023) สาเหตุประการแรก คือ การแช่น้ำเย็นส่งผลให้อุณหภูมิของกล้ามเนื้อลดลง การที่กล้ามเนื้อเย็นจะทำให้ความถี่ของสัญญาณกระแสประสาทต่ำลง โดยทุกการลดลง 1 องศาเซลเซียส จะส่งผลให้ความสูงของการกระโดดลดลง 4.2% (Bergh & Ekblom, 1979) ประการที่สอง คือ การแช่น้ำเย็นส่งผลให้ความหนืดของกล้ามเนื้อ (skeletal muscle viscosity) เพิ่มขึ้น ทำให้พร่องของการทำงานของพลังงานศักย์ยืดหยุ่น (elastic potential energy) และ กลไก stretch reflex ของกล้ามเนื้อ ส่งผลให้สมรรถภาพในการกระโดดลดลง ประการที่สาม คือ การแช่น้ำเย็นส่งผลต่อการแลกเปลี่ยน Na2+ และ Ca2+ ภายในเซลล์ประสาท ซึ่งอาจทำให้ชะลอการสร้างกระแสประสาท action potential, ความเร็วในการหดตัว และการสะสมพลังงานภายในกล้ามเนื้อ (force-producing capacity) จึงส่งผลให้แรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลง (Machado et al., 2016) สอดคล้องกับ Patterson et al., (2008) พบว่าการแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ส่งผลให้สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนการทดสอบ และ Li et al., (2023) พบว่าการแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง 12 นาที่ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หลังจากการทดสอบด้วยแบบจำลองการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล ทำให้สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนออกกำลังกาย และหลังจากออกกำลังกาย

นอกจากนี้ยังพบว่าการนั่งพัก 15 นาที มีค่าเฉลี่ยสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับหลังการทดสอบเพื่อให้เกิดความเมื่อยล้า อาจเนื่องจากการนั่งพักโดยที่ไม่มีการเคลื่อนไหวร่างกายหลังจากออกกำลังกายทำให้อุณหภูมิของกล้ามเนื้อลดลง โดยทุกการลดลง 1 องศาเซลเซียส จะส่งผลให้ความสูงของการกระโดดลดลง 4.2% (Bergh & Ekblom, 1979) อีกทั้งการสะสมของปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังการฟื้นตัวในกลุ่มนั่งพักยังคงมีค่าสูงกว่าปกติ (Pundir et al., 2016) เมื่อแลคเตทมีการสะสมมากกว่าปกติจะทำให้ภายในเซลล์กล้ามเนื้อเกิดความเป็นกรด (acidosis) (Phypers & Pierce, 2006) ภาวะเป็นกรดของกล้ามเนื้อส่งผลให้หน้าที่การทำงานในกล้ามเนื้อผิดปกติ (สมจินต์ เกิดโภคา, 2561) สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังจึงลดลง (Jimenez-Reyes et al., 2019) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบว่ากลุ่มนั่งพักมีค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังการฟื้นตัวมากกว่าค่าปกติ โดยมีค่า 2.35 mmol/L โดยปกติจะมีค่า

0.5-2.2 mmol/L (Pundir et al., 2016) ส่งผลให้สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังลดลง สอดคล้องกับ Tsurubami et al. (2020) พบว่าการนั่งพัก 10 นาที หลังจากออกกำลังกาย ส่งผลให้สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังลดลง

ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังระหว่างกลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที กลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที กับกลุ่มนั่งพัก ทุกช่วงเวลา ขัดแย้งกับการศึกษาของ Nurmansyach et al. (2022) พบว่าการแช่น้ำเย็นจากปลายเท้าถึงเชิงกราน ที่อุณหภูมิ 11-15 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที หลังจากออกกำลังกายในนักกีฬาสมัครเล่นสามารถฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง (power) ได้ดีกว่าการนั่งพักเพียงอย่างเดียว อาจเนื่องจากการทดสอบเพื่อให้เกิดความเมื่อยล้าในการศึกษาครั้งนี้ไม่ส่งผลให้สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังลดลง (Getto & Golden, 2013) ส่งผลให้เมื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังของทั้งสามกลุ่มจึงไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทุกช่วงเวลา

อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที ไม่พบความแตกต่างของสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง หลังการฟื้นตัวเทียบกับหลังการทดสอบให้เกิดความเมื่อยล้า อาจบ่งบอกได้ว่าการแช่น้ำเย็น 10 นาที สามารถคงสภาพสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังได้ดีกว่ากลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที และกลุ่มนั่งพัก

4. สมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว

จากสมมติฐานการวิจัยในครั้งนี้กล่าวว่า การแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงระดับข้อศอกต่อเนื่อง 10 นาที และ 15 นาที สามารถเพิ่มสมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว โดยการศึกษาในครั้งนี้พบว่าการฟื้นตัวด้วยวิธีการแช่น้ำเย็นรยางค์บนเป็นเวลา 10 นาที และ 15 นาที ที่อุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส หลังเกิดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อจากการทดสอบแบบจำลองการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล ไม่ช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว ขัดแย้งกับการศึกษาของ Zhang et al. (2022) พบว่าการแช่น้ำเย็นอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 นาที ร่วมกับการนั่งพัก 12 นาที สามารถเพิ่มสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วหลังจากออกกำลังกายได้ อาจเนื่องจากการทดสอบเพื่อให้เกิดความเมื่อยล้าในการศึกษาครั้งนี้ไม่ส่งผลให้สมรรถภาพทางกายด้านความเร็วลดลง กล่าวคือไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายในกลุ่มระหว่างก่อนการทดสอบ และหลังการทดสอบเช่นเดียวกับสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง จึงไม่พบความแตกต่างหลังจากได้รับการฟื้นตัวด้วยการแช่น้ำเย็น สอดคล้องกับ Getto and Golden (2013) ไม่พบผลการฟื้นตัว 24 ชั่วโมง

หลังจากฟื้นตัวด้วยการแช่น้ำเย็น 10 องศาเซลเซียส เมื่อสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วหลังจากออกกำลังกายไม่แตกต่างจากก่อนออกกำลังกาย นอกจากนี้การทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วด้วยการทดสอบวิ่งเร็ว 10 เมตร อาจใช้เวลาในการฟื้นตัวสั้น กลุ่มตัวอย่างสามารถทำการทดสอบได้ต่อเนื่องโดยสมรรถภาพความเร็วไม่ลดลงหากได้รับการฟื้นตัวที่เพียงพอ สอดคล้องกับการศึกษาของ Abt et al. (2011) พบว่าการทดสอบวิ่งเร็ว 15 เมตร โดยมีช่วงเวลาพักระหว่างรอบที่เพียงพอ อัตราส่วน 1 ต่อ 10 (เวลาที่วิ่งได้ ต่อ เวลาพัก) จะทำให้วิ่งได้ระยะเวลาไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามในการศึกษาเดียวกันเมื่อเพิ่มระยะทางในการวิ่งเป็น 30 และ 50 เมตร พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วลดลง ในการศึกษาครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยการทดสอบวิ่งเร็ว 10 เมตร อยู่ที่ช่วง 2.29-2.43 วินาที จะต้องมีช่วงเวลาพักระหว่างรอบที่เหมาะสม คือ ประมาณ 22-24 วินาที ซึ่งในการทดสอบได้กำหนดช่วงเวลาพักระหว่างรอบ 2 นาที ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างมีระยะเวลาพักที่เพียงพอต่อการฟื้นตัว จึงทำให้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วภายในกลุ่มทุกช่วงเวลา

ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของสมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว ระหว่างกลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที กลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที กับกลุ่มนั่งพัก ทุกช่วงเวลา ขัดแย้งกับการศึกษาของ Zhang et al. (2022) พบว่าการแช่น้ำเย็นที่ระดับใต้ต่อคอลงไป ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 นาที ร่วมกับการนั่งพัก 12 นาที หลังจากออกกำลังกายในนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย สามารถฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว (speed) ได้ดีกว่าการนั่งพักเพียงอย่างเดียว อาจเนื่องจากการทดสอบเพื่อให้เกิดความเมื่อยล้าในการศึกษาครั้งนี้ไม่ส่งผลให้สมรรถภาพทางกายด้านความเร็วลดลง (Getto & Golden, 2013) และการทดสอบวิ่งเร็ว 10 เมตร ใช้เวลาในการฟื้นตัวสั้น กลุ่มตัวอย่างสามารถฟื้นตัวได้ทัน (Abt et al., 2011) ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ส่งผลให้เมื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังและความเร็วของทั้งสามกลุ่มจึงไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทุกช่วงเวลา

จากการวิจัยสรุปได้ว่า การแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงข้อศอกต่อเนื่อง 10 นาที, 15 นาที และการนั่งพัก สามารถลดระดับความเมื่อยล้า และปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดได้ไม่แตกต่างกัน การแช่น้ำเย็น 10 นาที 15 นาที และการนั่งพัก ไม่เพิ่มสมรรถภาพทางกายด้านพลกำลัง และความเร็ว อีกทั้งการแช่น้ำเย็น 15 นาที และการนั่งพัก ส่งผลให้สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังลดลง

การนำไปใช้งานการแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงข้อศอกควรคำนึงถึงอุณหภูมิของน้ำ หากสูงเกินไป (>15 องศาเซลเซียส) อาจได้รับผลของการหดตัวของหลอดเลือดไม่เต็มที่ และลดผลการขับแลคเตทได้ หรือต่ำจนเกินไป (<10 องศาเซลเซียส) อาจทำให้ผู้แช่รู้สึกไม่สบายตัว จนไม่สามารถทำต่อจนครบเวลาได้ นอกจากนี้ระยะเวลาในการแช่เป็นสิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึง โดยควรอยู่ที่ 10 นาที เนื่องจากการแช่ที่นานเกินไป (15 นาที) ส่งผลให้สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังลดลงได้

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการศึกษาทำให้ทราบว่าไม่ควรแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงข้อศอกต่อเนื่อง 15 นาที และนั่งพัก เพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายในช่วงพักครึ่งเวลาการแข่งขันบาสเกตบอล เนื่องจากส่งผลให้สมรรถภาพทางกายด้านพลกำลังลดลง

2. จากผลการศึกษาทำให้ทราบว่าการนั่งพักช่วงพักครึ่งเวลาการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล สามารถลดระดับความเมื่อยล้า และปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดได้ ไม่แตกต่างกับการแช่น้ำเย็น 10 นาที และ 15 นาที นักกีฬาสามารถเลือกใช้การนั่งพัก 15 นาที ช่วงพักครึ่งเวลาการแข่งขัน ซึ่งเพียงพอต่อการลดความเมื่อยล้า และปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด

3. ควรมีการควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงข้อศอกทุกครั้ง

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1. ควรมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทดสอบ เนื่องจากการทดสอบด้วยแบบจำลองการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล BEST ซึ่งประกอบด้วย การวิ่ง (Running), การวิ่งเร็ว (Sprinting), การวิ่งเหยาะ (Jogging), การเคลื่อนที่ไปทางด้านข้างแบบเบา (Low shuffling), การเคลื่อนที่ไปทางด้านข้างแบบหนัก (High shuffling), การกระโดด (Jumping) และ การยืน/การเดิน (Standing/walking) ยังขาดการใช้ส่วนแขน การใช้ทักษะเฉพาะร่วมกับลูกบาสเกตบอล เช่น การยิงประตู (Shooting) การเลี้ยงลูก (Dribble) เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาผลการฟื้นตัวในรูปแบบการแข่งขันเต็มเวลา (Full time)

3. ควรมีการศึกษาผลการฟื้นตัวต่อตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิของกล้ามเนื้อ ความเมื่อยล้าทางจิตใจ และสมรรถภาพทางกายด้านอื่น ๆ รวมไปถึงทักษะเฉพาะของกีฬาบาสเกตบอล เป็นต้น

บรรณานุกรม

คทาวุธ นาคสุทธิ์. (2553). ผลของการพักฟื้นโดย การแช่น้ำร้อน การแช่น้ำเย็น และการแช่น้ำร้อนสลับ การแช่น้ำเย็น หลังการออกกำลังกายแบบไม่ต่อเนื่อง ที่มีต่อกรดแลคติกในเลือด และความแคล่วคล่องว่องไว [วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. กรุงเทพมหานคร. http://www.lib.ku.ac.th/KUthesis/2553/khatawut-nak/index.html

จุฑามาศ ฉุยฉาย. (2563). ผลของเครื่องดื่มไฮลี่บรานช์ไซคลิกเด็กซ์ตรินที่มีต่อสมรรถภาพทางกายแบบทนทานในนักกีฬาวิ่งมาราธอนชาย [วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

นพดล นิ่มสุวรรณ. (2561). สมรรถภาพทางกาย และพฤติกรรมการออกกำลังกาย ของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาว่ายน้ำ ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. http://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2016/13276

นรินทรา จันทศร. (2565). รายงานการวิจัยผลของการฝึกโปรแกรมพลัยโอเมตริกที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาบาสเกตบอลหญิง. https://ir.swu.ac.th/jspui/handle/123456789/24804

ประทักษ์ สระสม. (2561). ผลของการใช้โฟมโรลลิ่งและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหวที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาฟุตซอล [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

พัณณ์ชิตา จรัสยวัฒน์. (2560). การตอบสนองฉับพลันของตัวแปรทางสรีรวิทยาที่มีต่อการฝึกในอุโมงค์น้ำด้วยวิธีการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาวโดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกันในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นเยาวชนหญิง [วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

พีรภาส จั่นจำรัส. (2563). ผลของการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวร่วมกับการนวดทางกีฬาทีมีต่อสมรรถนะในการว่ายน้ำในนักกีฬาว่ายน้ำทีมชาติไทย [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

ภาริส วงศ์แพทย์. (2541). การศึกษาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความรู้สึกเหนื่อยโดยใช้ Borg's Scale ที่แปลเป็นภาษาไทย กับอัตราการเต้นของหัวใจและความแรงของการออกกำลังกาย. เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร, *7*(3), 121-125.

วรวิทย์ รัตนเสถียรกิจ. (2552). ผลของการแช่น้ำเย็นที่มีผลต่อการฟื้นสภาพและความสามารถทางกาย [วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ].

วิทยา ปัทมะรางกูล. (2561). การศึกษาเปรียบเทียบการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาโดยใช้เทคนิคในการฟื้นฟูที่แตกต่างกัน. วารสารวิชาการสถาบันพลศึกษา, *10*(1).

สมจินต์ เกิดโภคา. (2561). ผลของการใช้รูปแบบการฟื้นตัวที่แตกต่างกันที่มีต่อกรดแลคติก อัตราการเต้นหัวใจ และสมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก ในนักกีฬาฟุตบอลอาชีพ [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์, มหาวิทยาลัยบูรพา].

สุรสิงห์ สุดเฉลียว. (2549). ปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการคูลดาวน์สองวิธี [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ].

อภิสิทธิ์ เสลาหอม. (2562). ผลฉับพลันของระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นที่มีต่อการฟื้นสมรรถภาพและปริมาณแลคเตทในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ *100* เมตร [วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

อรัทยา ถนอมเมฆ. (2555). ผลของความเข้มข้นของเครื่องดื่มผสมกลูโคสที่มีต่ออัตราการเต้นของหัวใจ ปริมาณแลคเตทและกลูโคสในเลือดระยะฟื้นตัวหลังออกกำลังกายของนักกีฬาหญิง [ปริญญานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา]. ชลบุรี.

อริศ กิริยา. (2561). ผลการเปรียบเทียบการแช่น้ำแบบต่อเนื่องและการแช่น้ำแบบสลับนั่งพักที่มีต่อการฟื้นฟูสมรรถภาพกล้ามเนื้อของนักกีฬาเทนนิสชายระดับมหาวิทยาลัย [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

อารมย์ ตรีราช. (2561). การศึกษาการแช่ขาระดับเข่าในน้ำเย็น 5 นาที ขณะพักครึ่งการแข่งขันฟุตบอลที่มีต่อความสามารถในการพักฟื้นร่างกายของนักฟุตบอลในสภาพอากาศร้อน วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา, *18*(1), 37-48.

Abdelkrim, B., S, E. F., & J, E. A. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *Br J Sports Med*, *41*(2), 69-75; discussion 75. https://doi.org/10.1136/bjsm.2006.032318

Abt, G., Siegler, J. C., Akubat, I., & Castagna, C. (2011). The effects of a constant sprint-to-rest ratio and recovery mode on repeated sprint performance. *J Strength Cond Res*, *25*(6), 1695-1702. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181dbdc06

Algafly, A. A., & George, K. P. (2007). The effect of cryotherapy on nerve conduction velocity, pain threshold and pain tolerance. *Br J Sports Med*, *41*(6), 365-369; discussion 369. https://doi.org/10.1136/bjsm.2006.031237

Ben Abdelkrim, N., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *Br J Sports Med*, *41*(2), 69-75; discussion 75. https://doi.org/10.1136/bjsm.2006.032318

Bergh, U., & Ekblom, B. (1979). Influence of muscle temperature on maximal muscle strength and power output in human skeletal muscles. *Acta Physiol Scand*, *107*(1), 33-37. https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1979.tb06439.x

Bogataj, Š., Pajek, M., Andrašić, S., & Trajković, N. (2020). Concurrent Validity and Reliability of My Jump 2 App for Measuring Vertical Jump Height in

Recreationally Active Adults. *Applied Sciences*, *10*(11), 3805. https://www.mdpi.com/2076-3417/10/11/3805

Bonaventura, J. M., Sharpe, K., Knight, E., Fuller, K. L., Tanner, R. K., & Gore, C. J. (2015). Reliability and accuracy of six hand-held blood lactate analysers. *J Sports Sci Med*, *14*(1), 203-214. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25729309

Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*, *14*(5), 377-381.

Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, *50*(2), 273-282. https://doi.org/10.1007/BF00422166

Bouchiba, M., Bragazzi, N. L., Zarzissi, S., Turki, M., Zghal, F., Grati, M. A., Daab, W., Ayadi, F., Rebai, H., Amor, H. I. H., Hureau, T. J., & Bouzid, M. A. (2022). Cold Water Immersion Improves the Recovery of Both Central and Peripheral Fatigue Following Simulated Soccer Match-Play. *Frontiers in physiology*, *13*. https://doi.org/10.3389/fphys.2022.860709

Buckthorpe, M., Morris, J., & Folland, J. P. (2012). Validity of vertical jump measurement devices. *J Sports Sci*, *30*(1), 63-69. https://doi.org/10.1080/02640414.2011.624539

Burke, E. R. (1998). *Precision Heart Rate Training*. Champaign, IL : Human Kinetics.

Cairns, S. P. (2006). Lactic acid and exercise performance : culprit or friend? *Sports Med*, *36*(4), 279-291. https://doi.org/10.2165/00007256-200636040-00001

Choo, H. C., Lee, M., Yeo, V., Poon, W., & Ihsan, M. (2022). The effect of cold water immersion on the recovery of physical performance revisited: A systematic review with meta-analysis. *J Sports Sci*, *40*(23), 2608-2638. https://doi.org/10.1080/02640414.2023.2178872

Chopra, S., Needham-Beck, S., & Ambegaonkar, J. P. (2024). Blood Lactate and Heart Rate Responses Between Active and Passive Recovery Modes Over a 15-Minute Recovery Period in Female Dancers After Kathak Dance. *J Dance Med Sci*, *28*(2), 75-82. https://doi.org/10.1177/1089313X231213119

Cuzzolin, F. (2020). Basketball Sports Medicine and Science. In L. Laver, B. Kocaoglu, A. J. H. A. Brian Cole, J. Bytomski, & A. Amendola (Eds.). https://doi.org/10.1007/978-3-662-61070-1_62

DeGroot, D. W., Gallimore, R. P., Thompson, S. M., & Kenefick, R. W. (2013). Extremity cooling for heat stress mitigation in military and occupational settings. *Journal of Thermal Biology*, *38*(6), 305-310. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2013.03.010

Drinkwater, E. (2006). *Muscular strength, fitness and anthropometry in elite junior basketball players* [Doctoral dissertation, Victoria University].

Faulkner, S. H. (2012). *Body temperature manipulation and exercise performance in athletically trained males* Loughborough University]. https://repository.lboro.ac.uk/articles/thesis/Body_temperature_manipulation_and_exercise_performance_in_athletically_trained_males/9355127

FIBA. (2022). *FIBA Official Basketball Rules 2022*. http://https://www.fiba.basketball/news/fiba-official-basketball-rules-2022-set-to- come-into-force-october-1

García, F., Castellano, J., Reche, X., & Vázquez-Guerrero, J. (2021). Average Game Physical Demands and the Most Demanding Scenarios of Basketball Competition in Various Age Groups. *Journal of human kinetics*, *79*, 165–174. https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0070

Getto, C. N., & Golden, G. (2013). Comparison of active recovery in water and cold-water immersion after exhaustive exercise. *Athl. Train. and Sports Health Care*, *5*(4), 169-176. https://doi.org/10.3928/19425864-20130702-03

Hůlka, K., Stmiště, M., & Hrubý, M. (2022). The influence of fatigue on internal and external load using game-based drills in junior and adult male basketball players. *Acta Gymnica*, *52*. https://doi.org/10.5507/ag.2022.002

Huyghe, T., Gonzalez, J. C., & Terrados, N. (2020). *Post-Exercise Recovery Strategies in Basketball: Practical Applications Based on Scientific Evidence*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-662-61070-1_63

Isii, Y., Matsukawa, K., Tsuchimochi, H., & Nakamoto, T. (2007). Ice-water hand immersion causes a reflex decrease in skin temperature in the contralateral hand. *J Physiol Sci*, *57*(4), 241-248. https://doi.org/10.2170/physiolsci.RP007707

Iwahashi, M., Chaen, Y., Yanaoka, T., Kurokawa, Y., & Hasegawa, H. (2023). Cold water immersion of the hand and forearm during half-time improves intermittent

exercise performance in the heat. *Front Physiol*, *14*, 1143447. https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1143447

Izquierdo, J. M., & Redondo, J. C. (2021). Quantitative assessment of the effects of official match on physical performance factors on under-16 and under-18 female basketball players at national league level. *European Journal of Human Movement*, *46*. https://doi.org/10.21134/eurjhm.2021.46.594

Jimenez-Reyes, P., Pareja-Blanco, F., Cuadrado-Penafiel, V., Ortega-Becerra, M., Parraga, J., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2019). Jump height loss as an indicator of fatigue during sprint training. *J Sports Sci*, *37*(9), 1029-1037. https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1539445

Khomenok, G. A., Hadid, A., Preiss-Bloom, O., Yanovich, R., Erlich, T., Ron-Tal, O., Peled, A., Epstein, Y., & Moran, D. S. (2008). Hand immersion in cold water alleviating physiological strain and increasing tolerance to uncompensable heat stress. *Eur J Appl Physiol*, *104*(2), 303-309. https://doi.org/10.1007/s00421-008-0693-y

Klass, M., Roelands, B., Levenez, M., Fontenelle, V., Pattyn, N., Meeusen, R., & Duchateau, J. (2012). Effects of noradrenaline and dopamine on supraspinal fatigue in well-trained men. *Med Sci Sports Exerc*, *44*(12), 2299-2308. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318265f356

Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med*, *15*(2), 155-163. https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012

Kuswahyudi, Juniarsyah, A. D., Winata, B., Junaidi, & Ihsani, S. I. (2021). Effect of Cold-Water Immersion, Foam Rolling, and Slow Jogging Recovery to Aid Futsal Athlete's Recovery after One-Off Futsal Match. *Human Physiology*, *47*(4), 467-477.

Leavitt, V. M., & DeLuca, J. (2010). Central fatigue: issues related to cognition, mood and behavior, and psychiatric diagnoses. *PM R*, *2*(5), 332-337. https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.03.027

Li, F., Song, Y., Cen, X., Sun, D., Lu, Z., Biro, I., & Gu, Y. (2023). Comparative Efficacy of Vibration foam Rolling and Cold Water Immersion in Amateur Basketball Players

after a Simulated Load of Basketball Game. *Healthcare (Basel)*, *11*(15). https://doi.org/10.3390/healthcare11152178

Liveris, N. I., Tsarbou, C., Tsimeas, P. D., Papageorgiou, G., Xergia, S. A., & Tsiokanos, A. (2021). Evaluating the Effects of Match-Induced Fatigue on Landing Ability; the Case of the Basketball Game. *Int J Exerc Sci*, *14*(6), 768-778. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34567377

Lockie, R. G., Beljic, A., Ducheny, S. C., Kammerer, J. D., & Dawes, J. J. (2020). Relationships between Playing Time and Selected NBA Combine Test Performance in Division I Mid-Major Basketball Players. *Int J Exerc Sci*, *13*(4), 583-596. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32509125

Machado, A. F., Ferreira, P. H., Micheletti, J. K., de Almeida, A. C., Lemes, I. R., Vanderlei, F. M., Netto Junior, J., & Pastre, C. M. (2016). Can Water Temperature and Immersion Time Influence the Effect of Cold Water Immersion on Muscle Soreness? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*, *46*(4), 503-514. https://doi.org/10.1007/s40279-015-0431-7

McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *J Sports Sci*, *13*(5), 387-397. https://doi.org/10.1080/02640419508732254

Medina-Porqueres, Moreno-Morales, Palenque-Lobato, Sanz-De-Diego, & Baron-Lopez. (2016). Immediate Effects of Cold Water Immersion on Vertical Jump and Perceived Exertion in Women. *Ann Yoga Phys Ther*, *1*(2). https://austinpublishinggroup.com/yoga-physical-therapy/fulltext/aypt-v1-id1009.php

Mizumura, K., & Taguchi, T. (2016). Delayed onset muscle soreness: Involvement of neurotrophic factors. *J Physiol Sci*, *66*(1), 43-52. https://doi.org/10.1007/s12576-015-0397-0

Mokayef, M., Moghadasi, M., & Nuri, R. (2014). Effect of cold water immersion on blood lactate levels of table tennis players. *International Journal of Current Research and Academic Review*, *2*(9), 115-123.

Nurmansyach, F., Sudarsono, N. C., & Yusra. (2022). The Role of Cold Water Immersion as a Post-Exercise Recovery Method for Recreational Athlete Based on Creatine

Kinase and Vertical Jump: A Randomised Trial. Proceedings Book of International Conference and Exhibition on The Indonesian Medical Education and Research Institute,

Pajoutan, M., Ghesmaty Sangachin, M., & Cavuoto, L. A. (2017). Central and peripheral fatigue development in the shoulder muscle with obesity during an isometric endurance task. *BMC Musculoskelet Disord*, *18*(1), 314. https://doi.org/10.1186/s12891-017-1676-0

Panyakham, A., & Pariwat, P. (2022). Effect of cold water immersion during half time on body recovery in soccer player. *Journal of Physical Education and Sport*, *22*(3), 749 - 756.

Patterson, S. M., Udermann, B. E., Doberstein, S. T., & Reineke, D. M. (2008). The effects of cold whirlpool on power, speed, agility, and range of motion. *J Sports Sci Med*, *7*(3), 387-394. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24149907

Pelana, R., Raharjo, S., Sulaiman, I., & Hermanto. (2020). Effects of Cold-Water Immersion to Aid Basketball Athlete's Recovery after High Intensity Interval Training *International Journal of Advanced Science and Technology*, *29*, 2052-2056.

Periard, J. D., Caillaud, C., & Thompson, M. W. (2011). Central and peripheral fatigue during passive and exercise-induced hyperthermia. *Med Sci Sports Exerc*, *43*(9), 1657-1665. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182148a9a

Pernigoni, M., Conte, D., Calleja-Gonzalez, J., Boccia, G., Romagnoli, M., & Ferioli, D. (2022). The Application of Recovery Strategies in Basketball: A Worldwide Survey. *Front Physiol*, *13*, 887507. https://doi.org/10.3389/fphys.2022.887507

Phypers, B., & Pierce, J. T. (2006). Lactate physiology in health and disease. *Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain*, *6*(3). https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mkl018

Pliauga, V., Kamandulis, S., Dargeviciute, G., Jaszczanin, J., Kliziene, I., Stanislovaitiene, J., & Stanislovaitis, A. (2015). The Effect of a Simulated Basketball Game on Players' Sprint and Jump Performance, Temperature and Muscle Damage. *J Hum Kinet*, *46*, 167-175. https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0045

Pociūnas, R., Pliauga, V., Lukonaitiene, I., Bartusevičius, D., Urbonavičius, T., Stuknys, A., & Stanislovaitienė, J. (2018). Effects of Different Half-Time Re-Warm Up on

Vertical Jump During Simulated Basketball Game. *Baltic Journal of Sport and Health Sciences*, *2*(109). https://doi.org/10.33607/bjshs.v2i109.195

Pundir, C. S., Narwal, V., & Batra, B. (2016). Determination of lactic acid with special emphasis on biosensing methods: A review. *Biosens Bioelectron*, *86*, 777-790. https://doi.org/10.1016/j.bios.2016.07.076

Purcarea, A., Bourgarit, A., Sovaila, A., Ghiura, C., Diemunsch, P., & Andres, E. (2016). Brief report: Serial capillary lactate measurement predict the evolution of early sepsis. *J Med Life*, *9*(1), 74-78. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27974919

Scanlan, A., Dascombe, B., & Reaburn, P. (2011). A comparison of the activity demands of elite and sub-elite Australian men's basketball competition. *J Sports Sci*, *29*(11), 1153-1160. https://doi.org/10.1080/02640414.2011.582509

Scanlan, A. T. (2011). *Development of the Basketball Exercise Simulation Test (BEST) based on the activity demands of current open-age Australian male competition* [Doctoral Thesis, Central Queensland University].

Scanlan, A. T., Dascombe, B., & Reaburn, P. (2014). Development of the basketball exercise simulation test : a match-specific basketball fitness test. *Journal of Human Sport and Exercise*, *9*(3), 700-712. https://doi.org/10.14198/jhse.2014.93.03

Scanlan, A. T., Fox, J. L., Borges, N. R., Tucker, P. S., & Dalbo, V. J. (2018). Temporal changes in physiological and performance responses across game-specific simulated basketball activity. *J Sport Health Sci*, *7*(2), 176-182. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.05.002

Theofilidis, G., Bogdanis, G. C., Koutedakis, Y., & Karatzaferi, C. (2018). Monitoring Exercise-Induced Muscle Fatigue and Adaptations: Making Sense of Popular or Emerging Indices and Biomarkers. *Sports (Basel)*, *6*(4). https://doi.org/10.3390/sports6040153

Tornero-Aguilera, J. F., Jimenez-Morcillo, J., Rubio-Zarapuz, A., & Clemente-Suarez, V. J. (2022). Central and Peripheral Fatigue in Physical Exercise Explained: A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health*, *19*(7). https://doi.org/10.3390/ijerph19073909

Treece, M. (2021). *EFFECTS OF BASKETBALL EXERCISE SIMULATION TEST (BEST) ON LANDING MECHANICS IN ACTIVE FEMALES* [Master's thesis, University of South Carolina].

Tsurubami, R., Oba, K., Samukawa, M., Takizawa, K., Chiba, I., Yamanaka, M., & Tohyama, H. (2020). Warm-Up Intensity and Time Course Effects on Jump Performance. *J Sports Sci Med*, *19*(4), 714-720. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33239945

Versey, N. G., Halson, S. L., & Dawson, B. T. (2013). Water immersion recovery for athletes: effect on exercise performance and practical recommendations. *Sports Med*, *43*(11), 1101-1130. https://doi.org/10.1007/s40279-013-0063-8

Vieira, A., Ribeiro, G. L., Macedo, V., de Araujo Rocha Junior, V., Baptista, R. S., Goncalves, C., Cunha, R., & Tufano, J. (2023). Evidence of validity and reliability of Jumpo 2 and MyJump 2 for estimating vertical jump variables. *PeerJ*, *11*, e14558. https://doi.org/10.7717/peerj.14558

Walloe, L. (2016). Arterio-venous anastomoses in the human skin and their role in temperature control. *Temperature (Austin)*, *3*(1), 92-103. https://doi.org/10.1080/23328940.2015.1088502

Wu, Y., Qin, F., & Zheng, X. (2024). The Effects of Post-Exercise Cold Water Immersion on Neuromuscular Control of Knee. *Brain Sci*, *14*(6).

Xiao, F., Kabachkova, A. V., Jiao, L., Zhao, H., & Kapilevich, L. V. (2023). Effects of cold water immersion after exercise on fatigue recovery and exercise performance--meta analysis. *Front Physiol*, *14*, 1006512. https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1006512

Yanaoka, T., Kashiwabara, K., Masuda, Y., Yamagami, J., Kurata, K., Takagi, S., Miyashita, M., & Hirose, N. (2018). The Effect of Half-time Re-Warm up Duration on Intermittent Sprint Performance. *J Sports Sci Med*, *17*(2), 269-278. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29769828

Yingling, V. R., Castro, D. A., Duong, J. T., Malpartida, F. J., Usher, J. R., & O, J. (2018). The reliability of vertical jump tests between the Vertec and My Jump phone application. *PeerJ*, *6*, e4669. https://doi.org/10.7717/peerj.4669

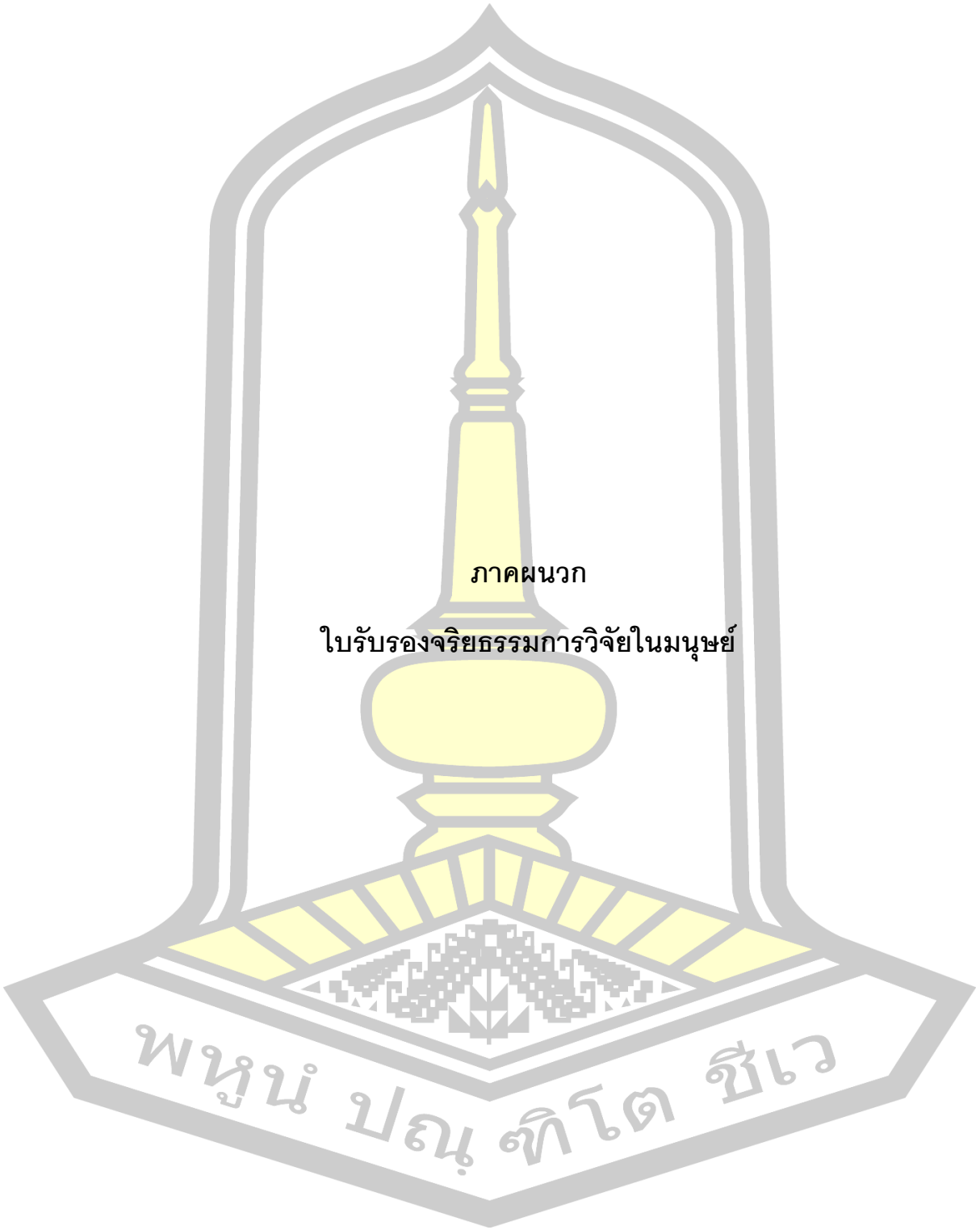
Zehr, R. (2019). *Hydrating with Coconut Water, Water or Gatorade® Results in Similar Basketball Fitness & Skill Performance During a Simulated Basketball Game* [Master's thesis, The University of Western Ontario].

Zhang, M. (2021). *Computational modeling and simulation of hand-specific heat transfer and thermoregulation during cold stress* [Doctoral thesis, Iowa State University].

Zhang, W., Ren, S., & Zheng, X. (2022). Effect of 3 min whole-body and lower limb cold water immersion on subsequent performance of agility, sprint, and intermittent endurance exercise. *Front Physiol*, *13*, 981773.

ภาคผนวก

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



ภาคผนวก

ใบรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารรับรองโครงการวิจัย

เลขที่การรับรอง : 570-405/2567

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) ผลการแช่น้ำเย็นรยางค์บนต่อการลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อในนักกีฬาบาสเกตบอลสมัครเล่น

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาอังกฤษ) EFFECT OF COLD WATER IMMERSION AT UPPER EXTREMITIES ON MUSCLE FATIGUE IN AMATEUR BASKETBALL PLAYERS.

ผู้วิจัย : นายวงศธร ประจญกล้า
หน่วยงานที่รับผิดชอบ : คณะศึกษาศาสตร์
สถานที่ทำการวิจัย : โรงยิม ภาควิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพและการกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ประเภทการพิจารณาแบบ : แบบกรรมการเต็มชุด

วันที่รับรอง : 29 สิงหาคม 2567 **วันหมดอายุ :** 28 สิงหาคม 2568

ข้อเสนอการวิจัยนี้ ได้รับการพิจารณาและให้ความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคามแล้ว และอนุมัติในด้านจริยธรรมให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องข้างต้นได้ บนพื้นฐานของโครงร่างงานวิจัยที่คณะกรรมการฯ ได้รับและพิจารณา เมื่อเสร็จสิ้นโครงการแล้วให้ผู้วิจัยส่งแบบฟอร์มการปิดโครงการและรายงานผลการดำเนินงานมายังคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หรือหากมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ในโครงการวิจัย ผู้วิจัยจักต้องยื่นขอรับการพิจารณาใหม่

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เกสัชกรหญิงราตรี สว่างจิตร)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ (ดูด้านหลังของเอกสารรับรองโครงการวิจัย)

ECMSU01-05.05_version-2022

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย
(สำหรับงานวิจัยเชิงทดลอง 18 ปีขึ้นไป)

ชื่อโครงการวิจัย : ผลการแช่น้ำเย็นรยางค์บนต่อการลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อในนักกีฬาบาสเกตบอลสมัครเล่น

ผู้สนับสนุนการวิจัย : .....

ผู้วิจัยหลัก (ชื่อ-ที่อยู่)

ชื่อ นายวงศธร ประจญกล้า

ที่อยู่ บ้านเลขที่ 184/2 ถนนจุฑางกูร ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

ผู้วิจัยร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญดา ธาดาณัฐภักดิ์

เรียน ผู้สนใจเข้าร่วมโครงการวิจัยทุกท่าน

ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้เนื่องจากท่านเป็นผู้ที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามเกณฑ์การศึกษานี้ ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการศึกษาวิจัยนี้ ขอให้ท่านอ่านเอกสารฉบับนี้อย่างถี่ถ้วน เพื่อให้ท่านได้ทราบถึงเหตุผลและรายละเอียดของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ หากท่านมีข้อสงสัยใด ๆ เพิ่มเติม กรุณาซักถามจากผู้ทำวิจัย ซึ่งจะเป็นผู้สามารถตอบคำถามและให้ความกระจ่างแก่ท่านได้

ท่านสามารถขอคำแนะนำในการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้จากครอบครัว เพื่อน หรือแพทย์ประจำตัวของท่านได้ เรามีเวลาอย่างเพียงพอในการให้ท่านตัดสินใจโดยอิสระ ถ้าท่านตัดสินใจแล้วว่าจะเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ขอให้ท่านลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมของโครงการวิจัยนี้

1. <u>การศึกษานี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร</u>

การศึกษานี้เกี่ยวกับการฟื้นฟูร่างกายด้วยการแช่น้ำเย็นที่ปลายแขนถึงข้อศอก โดยผู้วิจัยจะประเมินว่าการฟื้นฟูด้วยวิธีการนี้ มีประสิทธิภาพในการลดความเมื่อยล้า ปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด เพิ่มสมรรถภาพทางกายด้านกำลัง และความเร็วหรือไม่ โดยผู้วิจัยจะทำการประเมินหลังจากให้ท่านออกกำลังกายจนเกิดความเมื่อยล้าด้วยแบบจำลองการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล ท่านจะได้รับการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง แต่ละครั้งมีระยะเวลาห่างกัน 1 สัปดาห์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังของการแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงข้อศอกต่อเนื่อง 10 นาที, 15 นาที และการนั่งพัก ต่อปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ความรู้สึกเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายกำลัง และความเร็ว 2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการแช่น้ำเย็นรยางค์บนจากปลายมือถึงข้อศอกต่อเนื่อง 10 นาที, 15 นาที และการนั่งพัก ที่มีผลปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ความรู้สึกเมื่อยล้า สมรรถภาพทางกายกำลัง และความเร็ว โดยการศึกษานี้ จะคัดเลือกอาสาสมัครเข้าร่วมโครงการทั้งสิ้น 17 คน โดยอาสาสมัครทุกคนจะได้รับการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง รูปแบบการฟื้นฟูในการทดลองแต่ละครั้งได้มาด้วยวิธีการสุ่ม ประกอบด้วย การแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง 10 นาที, การแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง 15 นาที และการนั่งพัก อาสาสมัครทุกคนจะได้รับการฟื้นฟูจนครบทั้งหมด

2. <u>ที่มาและความสำคัญของการศึกษาคืออะไร</u>

กลวิธีการฟื้นคืนสภาพร่างกายเพื่อช่วยฟื้นฟูนักกีฬาระหว่างพักเพื่อให้พร้อมสำหรับการแข่งขัน การแช่น้ำเย็นเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมใช้เพื่อช่วยลดความเมื่อยล้า เพิ่มสมรรถภาพทางกายด้านกำลัง และความเร็ว แต่ยังมีการศึกษาการแช่น้ำเย็นช่วงพักครึ่งระหว่างการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอลไม่มากนัก การศึกษาในครั้งนี้อาจเป็นทางเลือกในการฟื้นฟูนักกีฬาขณะพักครึ่งเวลาการแข่งขันบาสเกตบอล ช่วยให้ผู้ควบคุมทีม หรือโค้ช นำวิธีการฟื้นฟูไปประยุกต์ใช้ในการแข่งขันจริงเพื่อให้นักกีฬามีประสิทธิภาพในการแข่งขันสูงสุด

3. <u>ท่านจะปฏิบัติตัวอย่างไร เมื่อตัดสินใจเข้าร่วมโครงการ</u>

เพื่อให้งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จ ผู้ทำวิจัยใคร่ขอความความร่วมมือจากท่าน โดยจะขอให้ท่านปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้วิจัย รวมทั้งแจ้งอาการผิดปกติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับท่านในขณะเข้าร่วมในโครงการวิจัย ให้ผู้วิจัยได้รับทราบ

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม Mahasarakham University
Ethics Committee for Human Research
คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน

หากท่านมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการศึกษานี้ และท่านเต็มใจจะเข้าร่วมการศึกษา เราจะให้ท่านลงชื่อในใบยินยอมเข้าร่วมการศึกษาและเราจะขอความร่วมมือท่านปฏิบัติตามข้อกำหนดของการศึกษาดังนี้ 1. หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายหนัก 2. งดการดื่มแอลกอฮอล์ สูบบุหรี่ อาหารและเครื่องดื่มผลิตภัณฑ์เสริมสมรรถภาพอย่างน้อย 24 ชั่วโมง 3. งดการรับประทานอาหารอย่างน้อย 2 ชั่วโมง 4. การแต่งกายในวันทดลองให้ใส่เสื้อแขนสั้นหรือเสื้อกล้าม กางเกงขาสั้น และสวมใส่รองเท้าผ้าใบ

4. <u>ประโยชน์ที่ท่านอาจได้รับ</u>

การเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ทำให้ท่านได้ทราบวิธีการฟื้นตัวจากความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อหลังจากออกกำลังกายหรือแข่งขันกีฬา อีกทั้งนำวิธีการฟื้นตัวไปแนะนำผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ควบคุมนักกีฬา นักกีฬา ผู้ที่ออกกำลังกาย เป็นต้น

ท่านอาจจะไม่ได้รับประโยชน์จากการศึกษานี้โดยตรง แต่ผลการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักกีฬา ผู้ควบคุมทีมหรือโค้ช นำวิธีการฟื้นฟูไปประยุกต์ใช้ในการแข่งขันจริงช่วงพักครึ่งเวลาการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล เพื่อให้นักกีฬามีประสิทธิภาพในการแข่งขันสูงสุด

5. <u>ความเสี่ยงที่อาจได้รับจากการเข้าร่วมโครงการ</u>

การเข้าร่วมโครงการวิจัยอาจเกิดความเสี่ยงทำให้เกิดภาวะปวดจากการออกกำลังกายที่ไม่คุ้นเคย มีอาการปวดขณะแช่น้ำเย็น และอาจมีผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันหรือการทำงานปกติของท่านได้ อย่างไรก็ตามจากข้อมูลการศึกษาอาการปวดขณะแช่น้ำเย็น พบว่าสามารถหายได้ภายใน 4 นาที และภาวะปวดกล้ามเนื้อ พบว่าสามารถหายได้เองภายใน 5-7 วัน

ท่านมีโอกาสที่จะเกิดอาการเจ็บ เลือดออก ช้ำจากการเจาะเลือด อาการบวมบริเวณที่เจาะเลือดหรือหน้ามืด และโอกาสที่จะเกิดการติดเชื้อบริเวณที่เจาะเลือดพบได้น้อยมาก

6. <u>ความเสี่ยงที่ไม่ทราบแน่นอน</u>

ท่านอาจเกิดอาการข้างเคียง หรือความไม่สบายกาย นอกเหนือจากที่ได้แสดงในเอกสารฉบับนี้ ซึ่งอาการข้างเคียงเหล่านี้เป็นอาการที่ไม่เคยพบมาก่อน เพื่อความปลอดภัยของท่าน ควรแจ้งผู้วิจัยให้ทราบทันทีเมื่อเกิดความผิดปกติใด ๆ เกิดขึ้นกับท่าน หากท่านมีข้อสงสัยใด ๆ เกี่ยวกับความเสี่ยงที่อาจได้รับจากการเข้าร่วมในโครงการวิจัย ท่านสามารถสอบถามจากผู้ทำวิจัย หากมีอาการข้างเคียงใด ๆ เกิดขึ้นกับท่าน ขอให้ท่านรีบแจ้งผู้วิจัยทันที เพื่อผู้วิจัยนำท่านไปถึงแพทย์เพื่อได้ประเมินอาการข้างเคียงของท่าน และให้การรักษาที่เหมาะสมทันที หากอาการดังกล่าวเป็นผลจากการเข้าร่วมในโครงการวิจัย ท่านจะไม่เสียค่าใช้จ่าย

หากมีการค้นพบข้อมูลใหม่ ๆ ที่อาจมีผลต่อความปลอดภัยของท่านในระหว่างที่ท่านเข้าร่วมในโครงการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบทันที เพื่อให้ท่านตัดสินใจว่าจะอยู่ในโครงการวิจัยต่อไปหรือจะขอถอนตัวออกจากการวิจัย

7. <u>การป้องกันความเสี่ยง และการแก้ไขกรณีเกิดปัญหา</u>

มาตรการในการป้องกัน คือ คัดกรองอาสาสมัครที่มีประสบการณ์ในการเล่นกีฬาบาสเกตบอลมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี และเล่นต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน มีสุขภาพดี ไม่มีโรคประจำตัวที่เป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกาย ไม่เป็นผู้ที่แพ้ความเย็น ไม่สูญเสียการรับความรู้สึกที่ผิวหนัง และไม่ได้อยู่ในช่วงรับการรักษาทุกชนิด รวมไปถึงควบคุมอุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วงที่เหมาะสมเมื่ออาสาสมัครต้องแช่น้ำเย็น

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม Mahasarakham University Ethics Committee for Human Research คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน

8. <u>ความรับผิดชอบของผู้ทำวิจัย/ ผู้สนับสนุนการวิจัย กรณีพบอันตรายที่เกิดขึ้นจากการวิจัย</u>

หากพบอันตรายที่เกิดขึ้นจากการวิจัย ท่านจะได้รับการรักษาอย่างเหมาะสมทันที และเมื่อท่านปฏิบัติตามคำแนะนำของทีมผู้ทำวิจัยแล้ว ผู้ทำวิจัย/ผู้สนับสนุนการวิจัยยินดีจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลความผิดปกติที่เกิดจากการเข้าร่วมโครงการวิจัยของท่านทั้งหมด และการลงนามในเอกสารให้ความยินยอม ไม่ได้หมายความว่าท่านได้สละสิทธิ์ทางกฎหมายตามปกติที่ท่านพึงมี

ในกรณีที่ท่านได้รับอันตรายใด ๆ หรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย ท่านสามารถติดต่อกับทีมวิจัย นายวงศธร ประจญกล้า ผู้รับผิดชอบโครงการวิจัย ได้ตลอด 24 ชั่วโมง

9. <u>วิธีการและรูปแบบการรักษาอื่น ๆ ซึ่งมีอยู่สำหรับโรคหรือสภาวะที่ทำการศึกษา</u>

ท่านไม่จำเป็นต้องเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้เพื่อประโยชน์ในการฟื้นตัวของร่างกายขณะแข่งขัน เนื่องจากมีแนวทางการรักษาที่เป็นมาตรฐานสำหรับการฟื้นตัวของร่างกายช่วงเวลาพักครึ่งการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล ดังนั้นจึงควรปรึกษาแนวทางการฟื้นฟูวิธีอื่น ๆ กับผู้ฝึก หรือโค้ชผู้ควบคุมทีมก่อนตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย

10. <u>ค่าใช้จ่ายของท่านในการเข้าร่วมการวิจัย</u>

การเข้าร่วมโครงการในครั้งนี้ท่านจะไม่มีค่าใช้จ่ายที่ต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับการรักษาแต่อย่างใด แต่ท่านจะมีค่าใช้จ่ายส่วนตัว เช่นค่าเดินทาง ค่าอาหารและที่พัก เป็นต้น

11. <u>ค่าตอบแทนสำหรับผู้เข้าร่วมวิจัย</u>

ท่านจะได้รับเงินชดเชยค่าเดินทางและเงินชดเชยการสูญเสียรายได้ เสียเวลา หรือความไม่สะดวก ไม่สบาย ในการทดลอง ครั้งละ 100 บาท ทั้งหมด 3 ครั้ง รวมเป็นเงินทั้งหมด 300 บาท

12. <u>การเข้าร่วมและการสิ้นสุดการเข้าร่วมโครงการวิจัย</u>

การเข้าร่วมในโครงการวิจัยครั้งนี้เป็นไปโดยความสมัครใจ หากท่านไม่สมัครใจจะเข้าร่วมการศึกษาแล้ว ท่านสามารถถอนตัวได้ตลอดเวลา การขอถอนตัวออกจากโครงการวิจัยจะไม่มีผลต่อการดูแลรักษาโรคของท่านแต่อย่างใด

ผู้ทำวิจัยอาจถอนท่านออกจากการเข้าร่วมการวิจัย เพื่อเหตุผลด้านความปลอดภัยของท่าน หรือเมื่อผู้สนับสนุนการวิจัยยุติการดำเนินงานวิจัย หรือ ในกรณีดังต่อไปนี้

- ท่านไม่สามารถปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ทำวิจัย
- เกิดเหตุสุดวิสัยทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น มีอาการเจ็บป่วย อุบัติเหตุเป็นต้น
- ผู้เข้าร่วมการวิจัยขอถอนตัวออกจากการวิจัย
- ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองได้ครบทั้ง 3 ครั้ง

<u>การปกป้องรักษาข้อมูลความลับของอาสาสมัคร</u>

ข้อมูลที่อาจนำไปสู่การเปิดเผยตัวท่าน จะได้รับการปกปิดและจะไม่เปิดเผยแก่สาธารณชน ในกรณีที่ผลการวิจัยได้รับการตีพิมพ์ ชื่อและที่อยู่ของท่านจะต้องได้รับการปกปิดอยู่เสมอ โดยจะใช้เฉพาะรหัสประจำโครงการวิจัยของท่าน

จากการลงนามยินยอมของท่านผู้ทำวิจัย และผู้สนับสนุนการวิจัยสามารถเข้าไปตรวจสอบบันทึกข้อมูลทางการแพทย์ของท่านได้แม้จะสิ้นสุดโครงการวิจัยแล้วก็ตาม หากท่านต้องการยกเลิกการให้สิทธิ์ดังกล่าว ท่านสามารถแจ้งหรือเขียนบันทึกขอยกเลิกการให้คำยินยอม โดยส่งไปที่ นายวงศธร ประจญกล้า ที่อยู่ 184/2 ถ.จุฑางกูร ต.ตลาด อ.เมือง จ.มหาสารคาม 44000 โทร. 0836672733

หากท่านขอยกเลิกการให้คำยินยอมหลังจากที่ท่านได้เข้าร่วมโครงการวิจัยแล้ว ข้อมูลส่วนตัวของท่านจะไม่ถูกบันทึกเพิ่มเติม อย่างไรก็ตามข้อมูลอื่น ๆ ของท่านอาจถูกนำมาใช้เพื่อประเมินผลการวิจัย และท่านจะไม่สามารถกลับมาเข้าร่วมในโครงการนี้ได้อีก ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลของท่านที่จำเป็นสำหรับใช้เพื่อการวิจัยไม่ได้ถูกบันทึก

จากการลงนามยินยอมของท่านแพทย์ผู้ทำวิจัยสามารถบอกรายละเอียดของท่านที่เกี่ยวกับการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ให้แก่แพทย์ผู้รักษาท่านได้

13. <u>สิทธิ์ของผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย</u>

ในฐานะที่ท่านเป็นผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย ท่านจะมีสิทธิ์ดังต่อไปนี้

1. ท่านจะได้รับทราบถึงลักษณะและวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้
2. ท่านจะได้รับการอธิบายเกี่ยวกับระเบียบวิธีการของการวิจัยทางการแพทย์ รวมทั้งยาและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้
3. ท่านจะได้รับการอธิบายถึงความเสี่ยงและความไม่สบายที่จะได้รับจากการวิจัย
4. ท่านจะได้รับการอธิบายถึงประโยชน์ที่ท่านอาจจะได้รับจากการวิจัย
5. ท่านจะได้รับการเปิดเผยถึงทางเลือกในการรักษาด้วยวิธีอื่น ยา หรืออุปกรณ์ซึ่งมีผลดีต่อท่านรวมทั้งประโยชน์และความเสี่ยงที่ท่านอาจได้รับ
6. ท่านจะได้รับทราบแนวทางในการรักษา ในกรณีที่พบโรคแทรกซ้อนภายหลังการเข้าร่วมในโครงการวิจัย
7. ท่านจะมีโอกาสได้ซักถามเกี่ยวกับงานวิจัยหรือขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
8. ท่านจะได้รับทราบว่าการยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ท่านสามารถขอถอนตัวจากโครงการเมื่อใดก็ได้ โดยผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัยสามารถขอถอนตัวจากโครงการโดยไม่ได้รับผลกระทบใด ๆ ทั้งสิ้น
9. ท่านจะได้รับเอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัยและสำเนาเอกสารใบยินยอม ที่มีทั้งลายเซ็นและวันที่
10. ท่านมีสิทธิ์ในการตัดสินใจว่าจะเข้าร่วมในโครงการวิจัยหรือไม่ก็ได้ โดยปราศจากการใช้อิทธิพลบังคับข่มขู่ หรือการหลอกลวง

หากท่านไม่ได้รับการชดเชยอันควรต่อการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นโดยตรงจากการวิจัย หรือท่านได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามที่ระบุไว้หรือต้องการทราบสิทธิของท่านขณะเข้าร่วมการวิจัยนี้ สามารถติดต่อได้ที่ “คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กองส่งเสริมการวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม” โทร. 043-754416 เบอร์ภายใน 1755

ขอขอบพระคุณอย่างสูง

.....

(นายวงศธร ประจญกล้า)

ผู้วิจัย

ECMSU01-06.03

แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร
(สำหรับอาสาสมัครอายุ 18 ปีขึ้นไป)

ข้าพเจ้า (นาง/นางสาว/นาย) ..... นามสกุล ..... อายุ ..... ปี
บ้านเลขที่ ..... หมู่ที่ ..... ตำบล ..... อำเภอ ..... จังหวัด .....

ได้อ่านคำชี้แจง/รับฟังคำอธิบายจาก นายวงศธร ประจญกล้า เกี่ยวกับการเป็นอาสาสมัครในโครงการวิจัยเรื่อง ผลการแช่น้ำเย็นรยางค์บนต่อการลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อในนักกีฬาบาสเกตบอลสมัครเล่น โดยข้อความที่อธิบายประกอบด้วย รายละเอียดทั้งหมดเกี่ยวกับที่มาและจุดมุ่งหมายในการทำวิจัย, รายละเอียดของขั้นตอนต่างๆ ที่ข้าพเจ้าต้องปฏิบัติและได้รับการปฏิบัติ, ประโยชน์ที่ข้าพเจ้าจะได้รับจากการวิจัย และความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการวิจัย รวมทั้งแนวทางป้องกันและแก้ไขหากเกิดอันตราย โดยได้อ่าน/รับฟังคำอธิบายข้อความในเอกสารชี้แจงสำหรับอาสาสมัครที่เข้าร่วมการสนทนากลุ่ม โดยตลอด อีกทั้งยังได้รับคำอธิบายและการตอบข้อสงสัยจากหัวหน้าโครงการวิจัยเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ตลอดจนการรับรองจากผู้วิจัยที่จะเก็บรักษาข้อมูลของข้าพเจ้าไว้เป็นความลับ และไม่ระบุชื่อหรือข้อมูลส่วนตัวเป็นรายบุคคลต่อสาธารณชน โดยผลการวิจัยจะนำเสนอในลักษณะภาพรวมที่เป็นการสรุปผลการวิจัยเพื่อประโยชน์ทางวิชาการเท่านั้น

"ในการเข้าร่วมเป็นอาสาสมัครของโครงการวิจัยครั้งนี้ ข้าพเจ้าเข้าร่วมด้วยความสมัครใจ" และข้าพเจ้าสามารถถอนตัวจากการศึกษานี้เมื่อใดก็ได้ ถ้าข้าพเจ้าปรารถนา โดยจะไม่มีผลกระทบและไม่เสียสิทธิ์ใดๆ ในการปฏิบัติงานของข้าพเจ้าแต่ประการใด และไม่มีผลกระทบต่อการเรียนของข้าพเจ้า ที่ข้าพเจ้าจะได้รับต่อไปในอนาคต

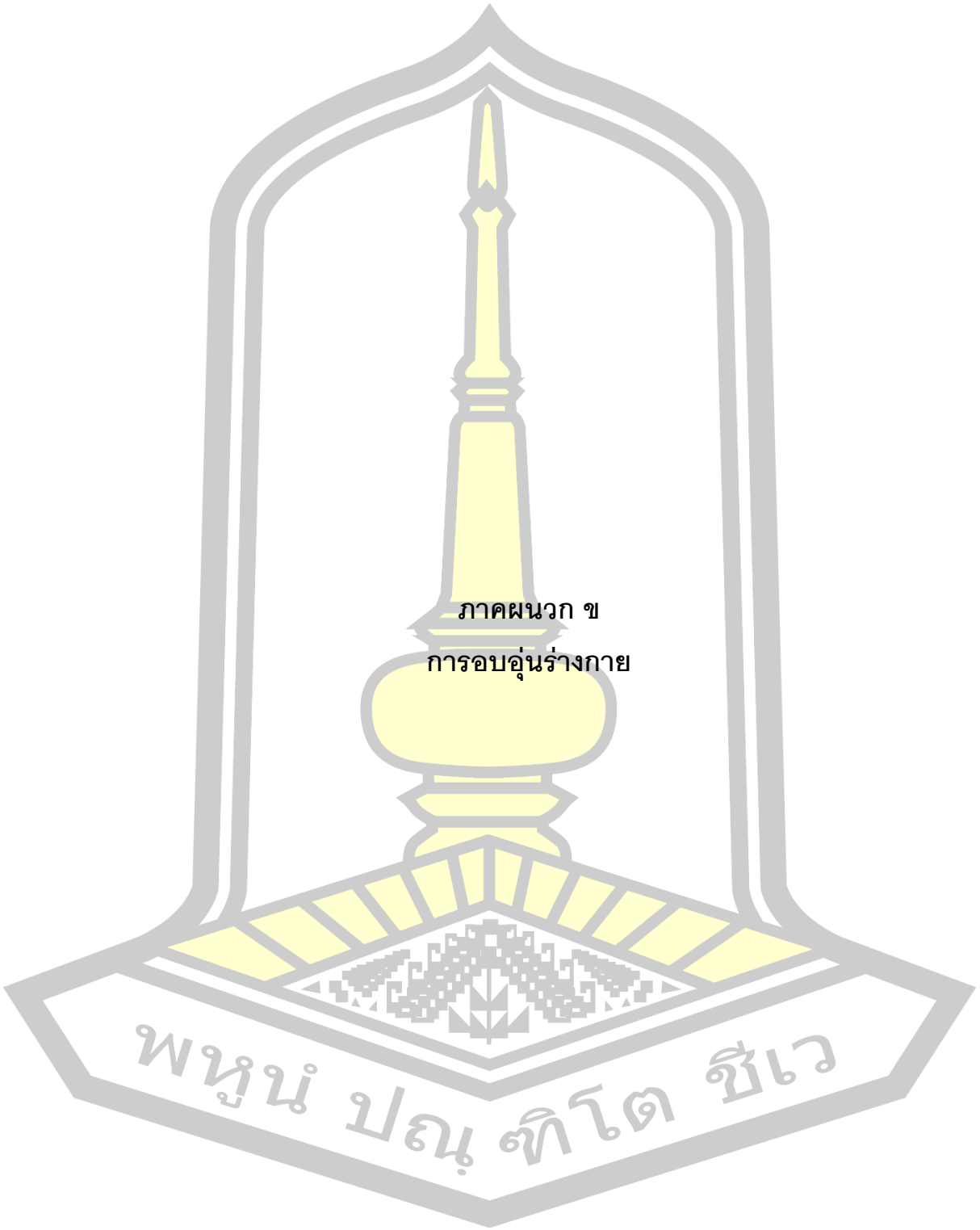
ข้าพเจ้าเข้าใจข้อความในเอกสารชี้แจงอาสาสมัคร และแบบแสดงความยินยอมนี้โดยตลอดแล้วจึงลงลายมือชื่อไว้ ณ ที่นี้

ลงชื่อ.....อาสาสมัคร
(.....)
วันที่.....

ลงชื่อ.....พยาน
(.....)
วันที่.....

ลงชื่อ.....ผู้ขอความยินยอม
(.....)
วันที่.....

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม Mahasarakham University
Committee for Human Research
คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน



ภาคผนวก ข
การอบอุ่นร่างกาย

การอบอุ่นร่างกาย

ท่า	วิธีการปฏิบัติ
1. ท่า Toe walk	ท่าเริ่มต้น ยืนตรง แยกเท้าความกว้างเท่ากับช่วงหัวไหล่ แขนแนบข้างลำตัว วิธีการ 1. เขย่งเท้า 2 ข้าง และรักษาการทรงตัวไม่ให้เอียง 2. ก้าวเท้าซ้ายไปข้างหน้า ลงน้ำหนักปลายเท้า เขย่งเท้าตลอดเวลา แล้วก้าวเท้าขวาทำสลับต่อเนื่องโดยตัวไม่เอียง
2. ท่า Abductor stretching	ท่าเริ่มต้น นอนลงที่พื้นโดยให้ลำตัวแนบชิดติดพื้น แขนแนบข้างลำตัว วิธีการ 1. เริ่มยกขาข้างซ้ายขึ้นประมาณ 45 องศา หลังจากนั้นหุบขาลงกลับสู่ท่าเริ่มต้น 2. เริ่มยกขาข้างขวาขึ้นประมาณ 45 องศา หลังจากนั้นหุบขาลงกลับสู่ท่าเริ่มต้น

ภาพที่ 14 การอบอุ่นร่างกาย ท่า Toe walk และ ท่า Abductor stretching

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

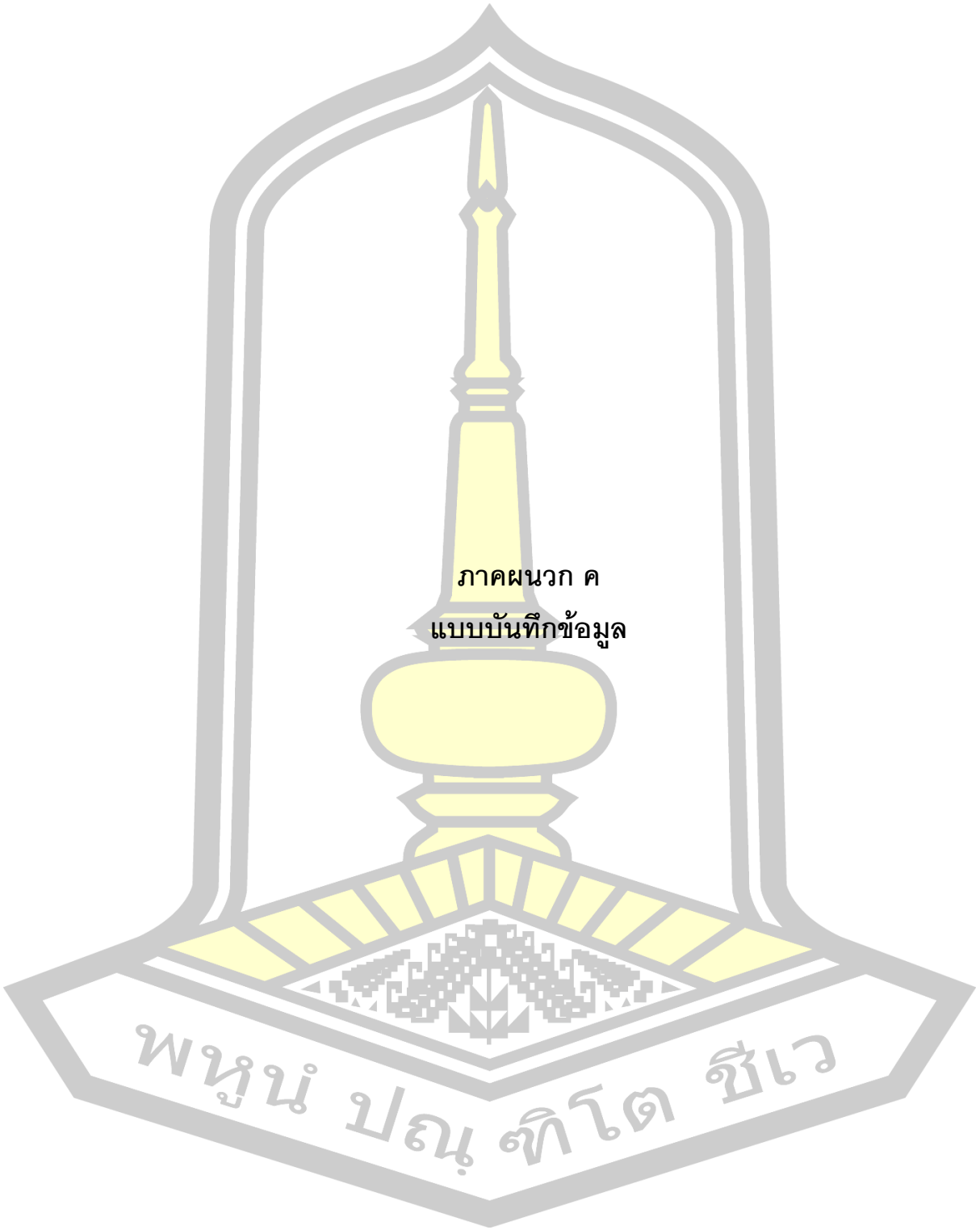
3. ท่า Walking quad stretch 	ท่าเริ่มต้น ยืนตรง แยกเท้าความกว้างเท่ากับช่วงหัวไหล่ แขนแนบข้างลำตัว วิธีการ 1. เริ่มงอเข่าซ้าย พับขาไปด้านหลัง ใช้มือซ้ายจับที่ข้อเท้า พร้อมเขย่งเท้าขวา ค้างในท่านี้ประมาณ 2 วินาที 2. ปล่อยขาลงช้า ๆ พร้อมกับก้าวไปข้างหน้า แล้วงอเข่าขวาพับขาไปด้านหลัง ใช้มือขวาจับที่ข้อเท้า พร้อมกับเขย่งเท้าซ้าย ค้างในท่านี้ประมาณ 2 วินาที ทำสลับต่อเนื่องโดยตัวไม่เอียง
4. ท่า Knee to shoulder lateral walk 	ท่าเริ่มต้น ยืนตรง แยกเท้าความกว้างเท่ากับช่วงหัวไหล่ กางแขน 2 ข้างออกด้านข้างแขนขนานกับพื้น ฝ่ามือเปิดออกด้านนิ้วหัวแม่มือชี้ขึ้น วิธีการ 1. เริ่มยกขา งอเข่าซ้าย พร้อมกับหมุนข้อสะโพกออกนอก ยกเข่าขึ้นไปหาแขน 2. ปล่อยขาลง ยกขา งอเข่าขวา พร้อมกับหมุนข้อสะโพกออกนอก ยกเข่าขึ้นไปหาแขน ทำสลับต่อเนื่องโดยตัวไม่เอียง

ภาพที่ 15 การอบอุ่นร่างกาย ท่า Walking quad stretch และ ท่า Knee to shoulder lateral walk

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

5. ท่า Straight leg march	ท่าเริ่มต้น ยืนตรง แยกเท้าความกว้างเท่ากับช่วงหัวไหล่ เหยียดแขนตรงขนานกับพื้น วิธีการ 1. เริ่มยกขาขวาขึ้นแตะปลายนิ้วมือ โดยเหยียดเข่าตรงลำตัวตรง ไม่ก้มตัวหรือลดแขนลงเข้าหาเท้า 2. วางเท้าขวาลงช้า ๆ ยกขาซ้ายขึ้นทำเช่นเดียวกับขาขวา เป็นการก้าวสลับขาอย่างต่อเนื่อง พร้อมกับยกขาขึ้นแตะปลายนิ้วมือ
6. ท่า Adductor stretching	ท่าเริ่มต้น ยืนตรง แขนทั้งสองข้างแนบลำตัว วิธีการ 1. เริ่มก้าวเท้าขวาออกไปด้านข้าง ก้มตัวลงเล็กน้อย แขนทั้งสองข้างยื่นไปด้านหน้า หลังจากนั้นก้าวเท้าขวากลับมาดังท่าเริ่มต้น 2. เริ่มก้าวเท้าซ้ายออกไปด้านข้าง ก้มตัวลงเล็กน้อย แขนทั้งสองข้างยื่นไปด้านหน้า หลังจากนั้นก้าวเท้าซ้ายกลับมาดังท่าเริ่มต้น

ภาพที่ 16 การอบอุ่นร่างกาย ท่า Straight leg march และ ท่า Adductor stretching



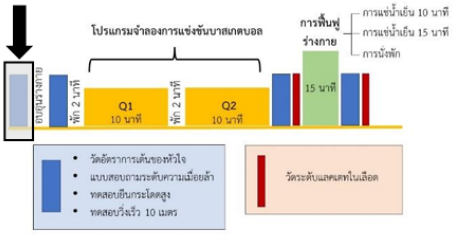
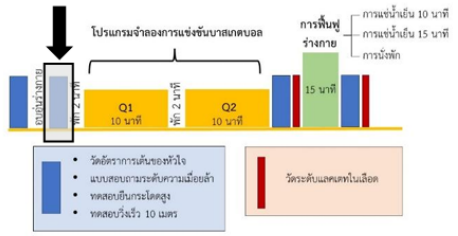
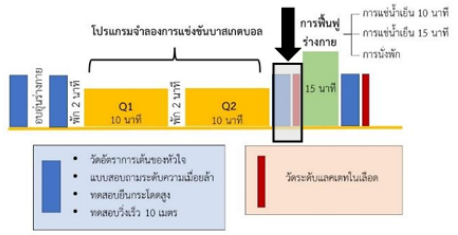
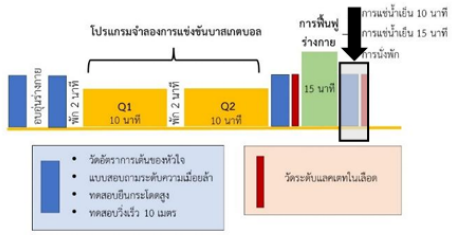
ภาคผนวก ค
แบบบันทึกข้อมูล

แบบบันทึกข้อมูล

No._____ Date_____

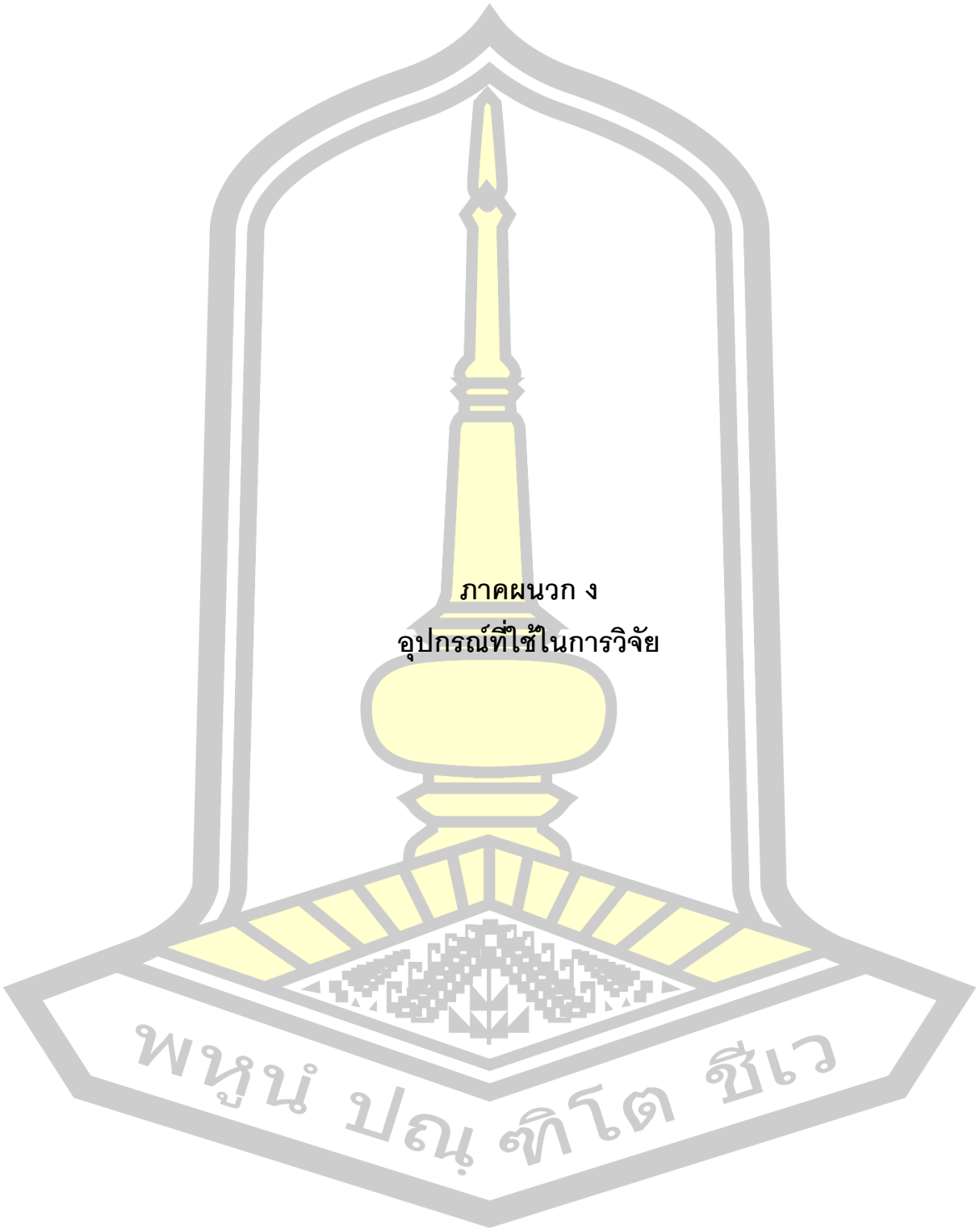
ชื่อ-สกุล_____ส่วนสูง_____น้ำหนัก_____อายุ_____

Leg length_____ Height at 90_____ Lever_____

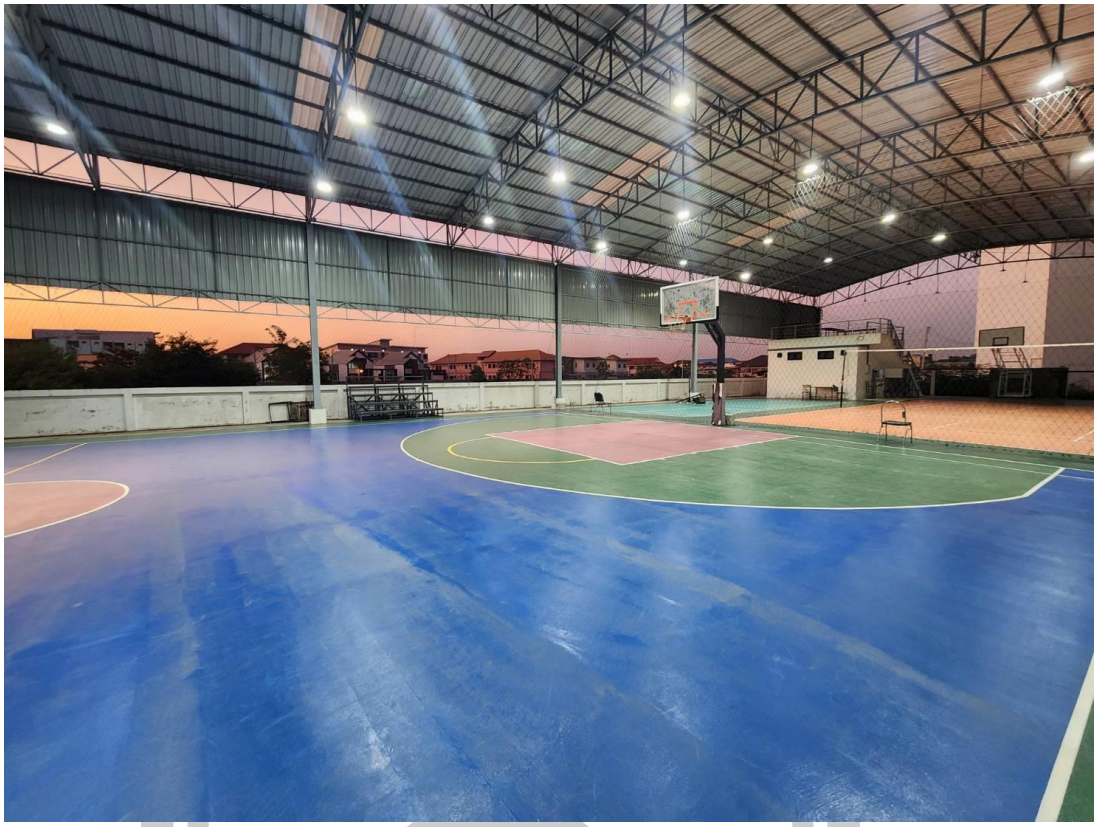
ช่วงเวลา	ข้อมูล
1. ก่อนอบอุ่นร่างกาย 	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที):_____ ความรู้สึกเมื่อยล้า (6-20 คะแนน): _____ กระโดดสูงในแนวดิ่ง (cm): _____ / _____ /_____ วิ่งเร็ว 10 เมตร (s): _____ /_____
2. หลังอบอุ่นร่างกาย 	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที):_____ ความรู้สึกเมื่อยล้า (6-20 คะแนน): _____ กระโดดสูงในแนวดิ่ง (cm): _____ / _____ /_____ วิ่งเร็ว 10 เมตร (s): _____ /_____
3. หลังทดสอบโปรแกรม BEST ทันที 	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที):_____ ความรู้สึกเมื่อยล้า (6-20 คะแนน): _____ กระโดดสูงในแนวดิ่ง (cm): _____ / _____ /_____ วิ่งเร็ว 10 เมตร (s): _____ /_____ Lactate (mg/dL): _____
4. หลังฟื้นฟูร่างกายทันที 	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที):_____ ความรู้สึกเมื่อยล้า (6-20 คะแนน): _____ กระโดดสูงในแนวดิ่ง (cm): _____ / _____ /_____ วิ่งเร็ว 10 เมตร (s): _____ /_____ Lactate (mg/dL): _____

Temp (C): _____ Humidity (%): _____

ภาพที่ 17 แบบบันทึกข้อมูล



ภาคผนวก ง
อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย



ภาพที่ 18 สนามบาสเกตบอล

ภาพที่ 19 เก้าอี้และถังน้ำสำหรับนั่งแช่น้ำเย็น

ภาพที่ 20 เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิในน้ำ

ภาพที่ 21 เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ Polar H10

ภาพที่ 22 โทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน Samsung Galaxy S22 Ultra

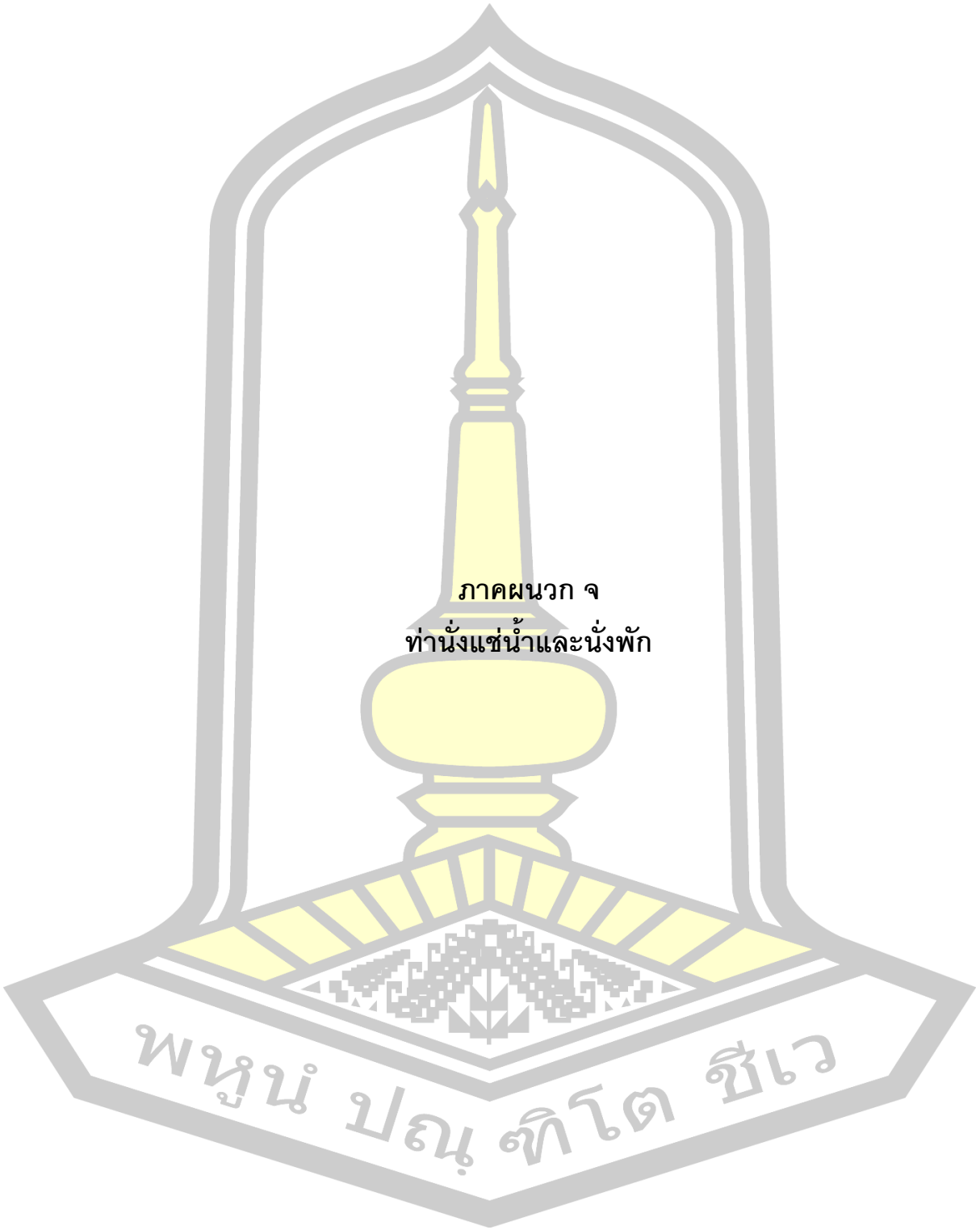
ภาพที่ 23 เครื่องตรวจความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด

ภาพที่ 24 เข็มเจาะเลือด

ภาพที่ 25 แผ่นทดสอบความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด

ภาพที่ 26 ถุงมือยางและสำลีแอลกอฮอล์

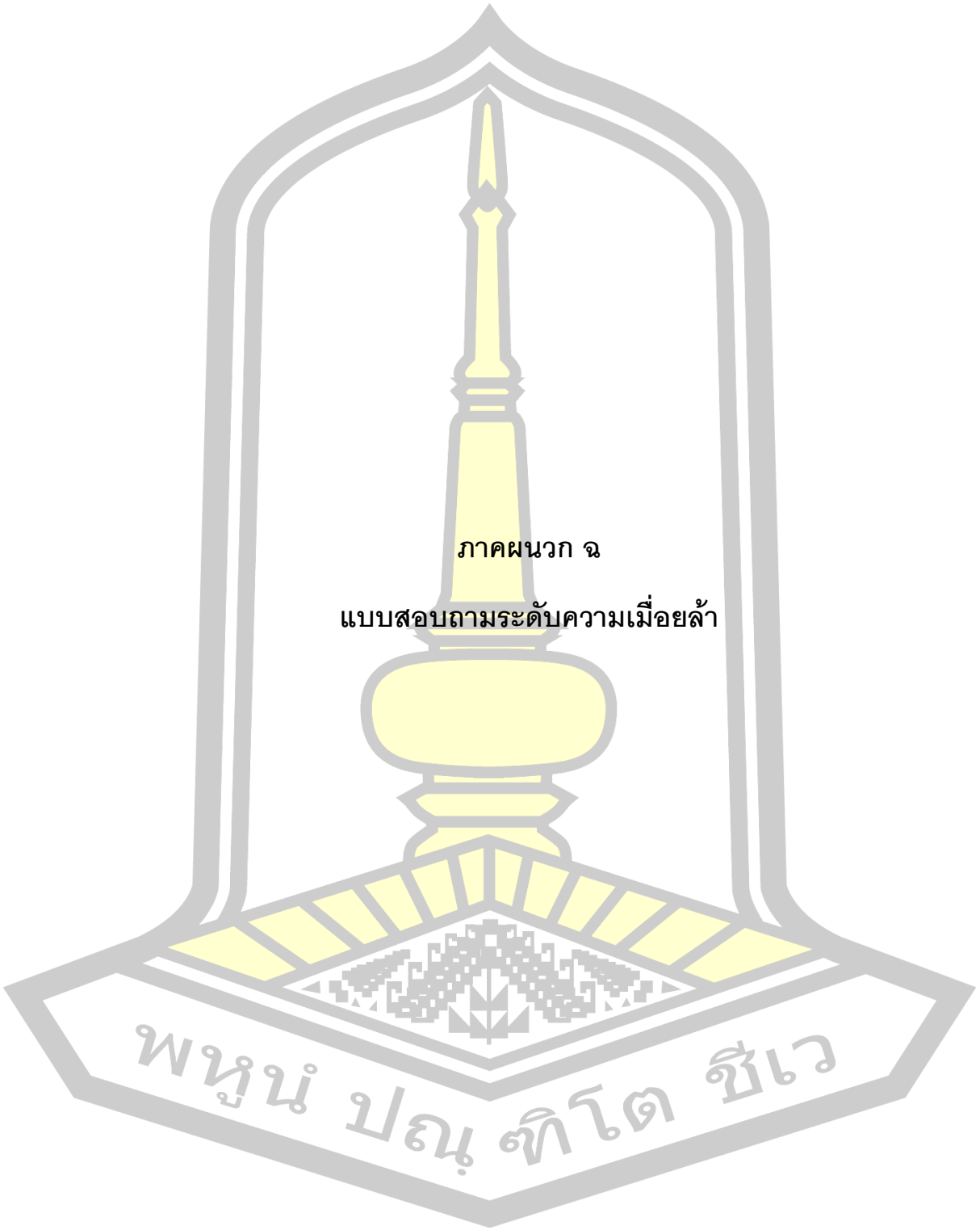
ภาพที่ 27 นาฬิกาจับเวลา



ภาคผนวก จ
ท่านั่งแช่น้ำและนั่งพัก

ภาพที่ 28 ท่านั่งพัก

ภาพที่ 29 ท่านั่งแช่น้ำเย็น



ภาคผนวก ฉ

แบบสอบถามระดับความเมื่อยล้า

แบบสอบถามวัดค่าความรู้สึกเหนื่อย (Rate of Perceived Exertion, RPE) โดยใช้ Borg's scale แบ่งเป็น 6-20 ระดับ

ระดับ RPE	ความรู้สึกเหนื่อย
6	
7	รู้สึกสบาย
8	
9	ไม่เหนื่อย
10	
11	เริ่มรู้สึกเหนื่อย
12	
13	ค่อนข้างเหนื่อย
14	
15	เหนื่อย
16	
17	เหนื่อยมาก
18	
19	เหนื่อยที่สุด
20	

ภาพที่ 30 แบบสอบถามระดับความเมื่อยล้า

ภาคผนวก ช

วิธีการใช้เครื่องตรวจความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด

วิธีการใช้เครื่องตรวจความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด

1. กดปุ่มบนเครื่อง (ปุ่มใดก็ได้) เพื่อเปิดเครื่อง The EDGE Blood Lactate Analyzer

2. ใส่แผ่นรหัส (Code card) ที่ได้มาจากกล่องแผ่นทดสอบ ในช่องใส่แผ่นรหัสบนเครื่อง (Code card port) (เลข 4 หลักของแผ่นรหัสต้องตรงกับที่แสดงบนจอเครื่องและกล่องแผ่นทดสอบ)

3. จากนั้นผู้ทดสอบล้างมือให้สะอาด และเช็ดมือให้แห้ง นวดคลึงบริเวณนิ้วมือที่จะทำการเจาะ เพื่อกระตุ้นการไหลเวียนเลือด

4. ผู้ทำการทดสอบสวมถุงมือสะอาด นำสำลีชุบ 70% แอลกอฮอล์เช็ดบริเวณที่จะทำการเจาะเลือด รอให้แห้ง จึงทำการนำเข็มมาเจาะเลือด

5. นำแผ่นทดสอบที่ติดตั้งภายในเครื่องแล้วมารับเลือดที่ปลายนิ้วโดยต้องหยดเลือดบริเวณโซนสีเหลืองบนแผ่นทดสอบเท่านั้น เลือดต้องดูดเข้าไปจนเต็มช่อง เครื่องจึงจะอ่านผล

6. เมื่อเครื่องทำการอ่านผล หน้าจอที่แสดงเวลาจะหายไป จากนั้นจะใช้เวลา 45 วินาที ผลจึงจะแสดงบนจอ

7. หลังทำการทดสอบเสร็จ นำสำลีเช็ดทำความสะอาดและปิดบริเวณที่ทำการเจาะเลือดจนกว่าเลือดจะหยุดไหลสนิท

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายวงศธร ประจญกล้า
วันเกิด	วันที่ 8 มกราคม พ.ศ. 2539
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 184/2 ถนนจุฑางกูร ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	นักกายภาพบำบัด
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงพยาบาลมหาสารคาม
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2562 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ทุนวิจัย	ทุนสนับสนุนทุนวิจัย ประเภทส่งเสริมการตีพิมพ์สำหรับนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผลงานวิจัย	-

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว