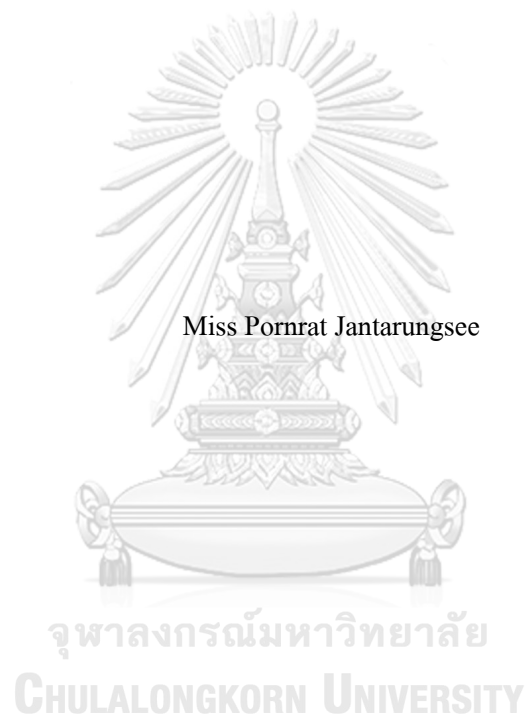


ผลการตอบสนองของเทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวระหว่าง
เทคนิคหัตถะโยคะกับเทคนิคไฟฟ้า 11⁺ ภายหลังการออกกำลังกายส่วนขาด้วยระดับความหนักสูงสุด
ในนักกีฬาฟุตบอลชาย



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเวชศาสตร์การกีฬา ไม่สังกัดภาควิชา/เทียบเท่า
คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

The effects of active recovery technique between hatha yoga and FIFA 11⁺ after leg
supramaximal exercise in male soccer players



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Sports Medicine

Common Course

Faculty of Medicine

Chulalongkorn University

Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการตอบสนองของเทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวระหว่างเทคนิคหระฐะโยคะกับเทคนิคไฟฟ้า 11+ ภายหลังจากการออกกำลังกายส่วนขาด้วยระดับความหนักสูงสุดในนักกีฬาฟุตบอลชาย
โดย	น.ส.พรรัตน์ จันทรัมย์
สาขาวิชา	เวชศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ นายแพทย์พงศ์ศักดิ์ ยุกตะนันท์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	แพทย์หญิงพิมพ์พร วิฑูรพงศ์

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะแพทยศาสตร์
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์สุทธิพงษ์ วัชรสินธุ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์สมพล สงวนรังศิริกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์พงศ์ศักดิ์ ยุกตะนันท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(แพทย์หญิงพิมพ์พร วิฑูรพงศ์)

..... กรรมการ
(ดร.ทศพร ยี่มลมัย)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(นายแพทย์อืด ลอประยูร)

พริตต์น์ จันทรังษี : ผลการตอบสนองของเทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวระหว่างเทคนิคหฐะโยคะกับเทคนิคฟีฟ่า 11⁺ ภายหลังจากออกกำลังกายส่วนขาด้วยระดับความหนักสูงสุดในนักกีฬาฟุตบอลชาย. (The effects of active recovery technique between hatha yoga and FIFA 11⁺ after leg supramaximal exercise in male soccer players) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. นพ.พงศ์ศักดิ์ ยุกตะนันท์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : พญ.ทิมภพร วิฑูรพงษ์

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงความแตกต่างของเทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวระหว่างเทคนิคหฐะโยคะกับเทคนิคฟีฟ่า 11⁺ และเทคนิคพื้นฐาน ภายหลังจากออกกำลังกายส่วนขาด้วยระดับความหนักสูงสุดในนักกีฬาฟุตบอลชาย โดยทำการศึกษาในอาสาสมัครนักฟุตบอลเพศชาย อายุ 18-29 ปี ที่มีระดับการแข่งขันอยู่ในระดับมหาวิทยาลัยหรือสโมสรฟุตบอลต่างๆ จำนวน 59 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเทคนิคพื้นฐาน (n=20) กลุ่มหฐะโยคะ (n=20) และกลุ่มฟีฟ่า 11⁺ (n=19) กำหนดให้อาสาสมัครทุกคนได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายกระตุ้นการล้าของขาด้วยการปั่นจักรยาน Wingate ที่ความหนัก 7.5% ของน้ำหนักตัว จำนวน 3 รอบ หลังจากนั้นจะแบ่งกลุ่มเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพเป็นระยะเวลา 20 นาที ซึ่งจะได้รับทดสอบสมรรถภาพทุกๆ 5 นาที ได้แก่ อัตราการเต้นของชีพจร ระดับความล้าของกล้ามเนื้อ ค่าแลคเตทในเลือด ค่าการกระโดดสูงสุดและค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง พบว่าผลการศึกษา เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกาย กลุ่มหฐะโยคะ ค่าการกระโดดสูงสุดมีค่าเพิ่มมากขึ้น (p<0.01) และค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังมีค่าเพิ่มมากขึ้น (p<0.01) อีกทั้งไม่พบความแตกต่างของอัตราการเต้นของชีพจร ระดับความล้าของกล้ามเนื้อและค่าแลคเตทในเลือด จากการวิจัยสรุปได้ว่า การฟื้นฟูสมรรถภาพกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคหฐะโยคะภายหลังจากออกกำลังกายส่วนขาด้วยระดับความหนักสูงสุด สามารถเพิ่มสมรรถภาพทางกายในด้านความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อในนักกีฬา ในแง่ของการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่สามารถใช้ระหว่างพักการแข่งขันที่มีเวลาอย่างจำกัดเพื่อให้สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาพร้อมต่อการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

สาขาวิชา เวชศาสตร์การกีฬา

ปีการศึกษา 2561

ลายมือชื่อนิติกร

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

5874049130 : MAJOR SPORTS MEDICINE

KEYWORD: Active recovery Hatha yoga Hamstrings injuries Soccer player Muscle fatigue

Pornrat Jantarungsee : The effects of active recovery technique between hatha yoga and FIFA 11⁺ after leg supramaximal exercise in male soccer players. Advisor: Assoc. Prof. PONGSAK YUKTANANDANA, M.D. Co-advisor: Timporn Vitoonpong, M.D.

The purpose of this study was to investigate the effects of recovery techniques between Hatha Yoga techniques and FIFA 11⁺ techniques and passive recovery techniques after leg supramaximal exercises in male soccer players. We studied 59 male footballers, who were 18-29 years old, with university level or Professional football clubs level. Participants were allocated into 3 groups which are passive recovery techniques (n = 20), Hatha Yoga group (n = 20) and FIFA 11⁺ group (n = 19). All Participants were assigned to the leg muscle fatigue exercise program by Wingate at 7.5% body weight for 3 rounds. Then participants were divided into 3 groups to participate in 3 different recovery programs for 20 minutes. In which they will be tested for performance every 5 minutes are heart rate, muscle fatigue level by Visual analogue fatigue scale, blood lactate concentration, counter movement jump, and hamstrings flexibility. The result of the study showed that when compared to before exercise, in the Hatha Yoga group, the counter movement jump height is increased (p <0.01) and hamstrings flexibility are increased (p <0.01). We found no difference in heart rate, muscle fatigue level and blood lactate concentration, compared to the control group and FIFA 11+ group. Therefore, it can be concluded that the physical rehabilitation with the Hatha Yoga technique is another alternative that football players can use during the halftime of the match or after the competition with limited recovery time in order for the physical fitness of the athlete is ready for effective use.

Field of Study: Sports Medicine

Student's Signature

Academic Year: 2018

Advisor's Signature

Co-advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ดี ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ พงศ์ศักดิ์ ยุกตะนันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา ข้อคิดเห็น คำแนะนำช่วยเหลือ ตลอดจนเอาใจใส่ในการในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องและอุปสรรคในการ ดำเนินการวิจัย เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินกระบวนการต่างๆ ได้อย่างราบรื่นและด้วยความกรุณาจาก อาจารย์แพทย์หญิงพิมพ์พร วิฑูรพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่คอยสละเวลาให้ความ ช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบวิทยานิพนธ์และให้กำลังใจผู้วิจัยจนกระทั่งงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไป ได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย กรรมการวิทยานิพนธ์และนายแพทย์อัคร ลอประยูร กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำแนะนำ ปรับปรุงแก้ไขและให้ข้อคิดเห็น ต่างๆที่มีประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดระยะเวลาตั้งแต่ขอสอบอนุมัติโครงร่างงานวิจัยจน สอบเพื่อขออนุมัติสำเร็จการศึกษา

ขอขอบคุณศูนย์กีฬาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่อาคารจัน- ทนยิ่งยงในการดำเนินการวิจัย นางสาววิญญา ดิสงวเต็ล ผู้เชี่ยวชาญหะฐะโยคะ ที่สละเวลาให้ความรู้ และให้ความช่วยเหลือในการดำเนินวิจัยและขอขอบคุณผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้ง 59 คน ที่ให้ความร่วมมือ เป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาการเก็บข้อมูล

ขอขอบคุณกองทุนรัชดาภิเษกสมโภช คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการ อุดหนุนทุนวิจัย เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยตามกระบวนการได้อย่างสมบูรณ์ ขอขอบคุณรุ่นพี่ รุ่นน้อง เพื่อนๆ พี่เจ้าหน้าที่ทุกคน ในหลักสูตรเวชศาสตร์การกีฬา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ตลอดจนผู้ที่คอยให้คำปรึกษา ช่วยเหลือประสานงานและให้กำลังใจผู้วิจัย ตั้งแต่เริ่มต้น จนถึงสิ้นสุดกระบวนการดำเนินงานวิจัย

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกคนในครอบครัว ที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจ ตลอดเวลาและที่สำคัญขอขอบคุณตัวเองที่มีความมานะ อดทน มุ่งมั่นและพยายามอย่างเต็มที่เพื่อให้ งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง เพื่อนำองค์ความรู้ไปเผยแพร่เป็นประโยชน์แก่ส่วนรวมต่อไป

พริตต์ จันทังยี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย	1
1.2 คำถามการวิจัย	3
1.3 วัตถุประสงค์ในการวิจัย	3
1.4 สมมติฐาน	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.6 คำสำคัญ	3
1.7 คำนิยามเชิงปฏิบัติการ	4
1.8 ข้อตกลงเบื้องต้น	5
1.9 ข้อจำกัดในงานวิจัย	5
1.10 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	5
1.11 อุปสรรคและแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้น	6
1.12 กรอบแนวคิด.....	6
บทที่ 2	7

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1. กีฬาฟุตบอล.....	7
2.1.1. ระบบการใช้พลังงานในนักกีฬาฟุตบอล.....	9
2.1.2. อาการล้าที่เกิดขึ้นภายหลังการสิ้นสุดการแข่งขันหรือการฝึกซ้อมของนักกีฬาฟุตบอล.....	10
2.1.3. การบาดเจ็บในนักกีฬาฟุตบอล.....	13
2.2. การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายภายหลังการแข่งขันหรือการฝึกซ้อมของนักกีฬาฟุตบอล.....	15
2.3. โยคะ.....	17
2.3.1. การฝึกโยคะ.....	18
2.3.2. ข้อควรปฏิบัติและข้อควรระวังในการฝึกโยคะ.....	21
2.3.3. ประโยชน์ของการฝึกโยคะ.....	23
2.3.4. ผลของโยคะกับการยืดกล้ามเนื้อ.....	24
2.3.5. ผลของโยคะต่อความแข็งแรง.....	27
สรุปผลจากการทบทวนวรรณกรรม.....	30
บทที่ 3.....	31
วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	31
บทที่ 4.....	50
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	50
ตอนที่ 1 วิเคราะห์คุณลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัย.....	51
ตอนที่ 2 วิเคราะห์ตำแหน่งในการเล่นฟุตบอล.....	52
ตอนที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมการออกกำลังกายส่วนขาด้วยระดับความหนักสูงสุด.....	53
ตอนที่ 4 เปรียบเทียบข้อมูลสมรรถภาพก่อนและภายหลังได้รับโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ.....	56

ตอนที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบอัตราการเต้นของชีพจรขณะเข้าร่วม โปรแกรมฟื้นฟู สมรรถภาพ.....	58
ตอนที่ 6 วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบค่าแลคเตทในเลือดขณะเข้าร่วม โปรแกรมฟื้นฟู สมรรถภาพ.....	60
ตอนที่ 7 วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบระดับความล้าของกล้ามเนื้อขณะเข้าร่วม โปรแกรม ฟื้นฟูสมรรถภาพ	62
ตอนที่ 8 วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบค่าการกระโดดสูงสุดขณะเข้าร่วม โปรแกรมฟื้นฟู สมรรถภาพ.....	64
ตอนที่ 9 วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังขณะ เข้าร่วม โปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ	66
บทที่ 5	68
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	68
อภิปรายผลการวิจัย	68
สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล.....	68
ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายกระตุ้นการล้าของกล้ามเนื้อด้วยจักรยาน Wingate	69
ผลของโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย.....	70
สรุปผลการศึกษา.....	72
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	72
บรรณานุกรม	74
ภาคผนวก	81
ภาคผนวก ก	82
ภาคผนวก ข	83
ภาคผนวก ค	84
ภาคผนวก ง.....	85

ภาคผนวก จ	86
ภาคผนวก ฉ	94
ประวัติผู้เขียน	95



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของเทคนิคไฟฟ้า 11 ⁺	41
ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean \pm S.D.) ของคุณลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 59 คน	51
ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean \pm S.D.) ของข้อมูลที่ได้จากการการออกกำลังกายส่วนขาด้วยระดับความหนักสูงสุดโดยแบ่งตามกลุ่ม 3 กลุ่ม จำนวน 59 คน	54
ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean \pm S.D.) ของข้อมูลสมรรถภาพทางกายก่อนและภายหลังได้รับโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายเป็นระยะเวลา 20 นาทีของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 59 คน	57
ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean \pm S.D.) ของอัตราการเต้นของชีพจร (ครั้ง/นาที)ในแต่ละช่วงเวลาขณะเข้าโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 59 คน	59
ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean \pm S.D.) ของค่าแลคเตทในเลือด (มิลลิโมล/ลิตร) ในแต่ละช่วงเวลาขณะเข้าโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 59 คน	61
ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean \pm S.D.) ของระดับความล้าของกล้ามเนื้อในแต่ละช่วงเวลาขณะเข้าโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 59 คน	63
ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean \pm S.D.) ของค่าการกระโดดสูงสุด (เซนติเมตร)ในแต่ละช่วงเวลาขณะเข้าโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 59 คน	65
ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean \pm S.D.) ของค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง(เซนติเมตร)ในแต่ละช่วงเวลาขณะเข้าโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 59 คน	67

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการศึกษาวิจัย.....	6
ภาพที่ 2 แสดง Viscoelastic stress relaxation during static stretching ⁽¹⁾	25
ภาพที่ 3 แสดง Model passive length/tension curve ⁽¹⁾	26
ภาพที่ 4 แสดงจักรยาน Wingate เครื่องหมายการค้า Monark,ergomadic 894 E	34
ภาพที่ 5 แสดงอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจขณะออกกำลังกาย เครื่องหมายการค้า	34
ภาพที่ 6 แสดงเครื่องวิเคราะห์ค่าแลคเตทในเลือด เครื่องหมายการค้า Accutrend® Plus, cobas®, Roche Diagnostics, Germany.....	35
ภาพที่ 7 แสดงแผ่น Strip สำหรับเก็บค่าแลคเตทในเลือด เครื่องหมายการค้า BM-Lactate, cobas®, Germany.....	35
ภาพที่ 8 แสดงอุปกรณ์วัดค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง หรือ Sit and reach box.....	35
ภาพที่ 9 แสดงอุปกรณ์วัดค่าการกระโดดสูงสุด แผ่นรองรับแรง (Force platform) เสาอินฟาเรด และเครื่องควบคุมการทำงาน.....	36
ภาพที่ 10 แสดงเครื่องมือวัดระดับความล้าของกล้ามเนื้อ Visual analogue fatigue scale : VAF-S 36	
ภาพที่ 11 แสดงเข็มเจาะเลือดปลายนิ้วมือ เครื่องหมายการค้า Accu-Chek [®] , Safe-T-Pro Uno	36
ภาพที่ 12 แสดงแผนผังวิธีการดำเนินการเก็บข้อมูล	37
ภาพที่ 13 แสดงขณะอาสาสมัครเข้าร่วม โปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบไม่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหว	40
ภาพที่ 14 แสดงขณะอาสาสมัครเข้าร่วม โปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคไฟฟ้า 11 ⁺	42
ภาพที่ 15 แสดงท่าไหว้พระอาทิตย์ (surya namasakar)	43
ภาพที่ 16 แสดงท่ายืนก้มตัว (uttanasana)	43
ภาพที่ 17 แสดงท่านักรบ (virabhadrasana)	43

ภาพที่ 18 แสดงท่าศรีษะถึงเข้า (janu Sirsasana).....	43
ภาพที่ 19 แสดงท่านั่งก้มตัว (paschimottanasana).....	43
ภาพที่ 20 แสดงท่าศพ (savasana).....	43
ภาพที่ 21 แสดงขณะอาสาสมัครเข้าร่วม โปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคหะฐะ โยคะ	44
ภาพที่ 22 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการเจาะเลือดและเครื่อง วิเคราะห์ค่าแลคเตทในเลือด	45
ภาพที่ 23 แสดงการทำความสะดวกก่อนการเจาะเลือด.....	45
ภาพที่ 24 แสดงการบีบเลือดจากโคนนิ้วให้มากจนถึงบริเวณปลายนิ้วที่ต้องการเจาะ	46
ภาพที่ 25 แสดงการเจาะเลือดโดยใช้เข็มเจาะ	46
ภาพที่ 26 แสดงการใช้ strip เก็บเลือดหลังการเจาะเพื่อ นำไปวิเคราะห์ในเครื่องวิเคราะห์ค่าแลคเตทในเลือดต่อไป.....	46
ภาพที่ 27 แสดงการทดสอบค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง.....	48
ภาพที่ 28 แสดงจำนวนแต่ละตำแหน่งของอาสาสมัคร จำนวน 59 คน	52
ภาพที่ 29 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± S.D.) ของค่ากำลังสูงสุดในขณะปั่นจักรยาน wingate ของทั้ง 3 กลุ่ม ในแต่ละรอบ	55
ภาพที่ 30 กราฟเส้นแสดงอัตราการเต้นของชีพจรในแต่ละช่วงเวลาขณะเข้าร่วม โปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม.....	59
ภาพที่ 31 กราฟเส้นแสดงค่าแลคเตทในเลือดในแต่ละช่วงเวลาขณะเข้าร่วม โปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม.....	61
ภาพที่ 32 กราฟเส้นแสดงระดับความล้าของกล้ามเนื้อในแต่ละช่วงเวลาขณะเข้าร่วม โปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม.....	63
ภาพที่ 33 กราฟเส้นแสดงค่าการกระโดดสูงสุดในแต่ละช่วงเวลาขณะเข้าร่วม โปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม.....	65
ภาพที่ 34 กราฟเส้นแสดงค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังในแต่ละช่วงเวลาขณะเข้าร่วม โปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม.....	67



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

กีฬาฟุตบอล ถือว่าเป็นกีฬาที่มีระยะเวลาการแข่งขันยาวนาน โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วงๆละ 45 นาที รวมเป็น 90 นาที นักกีฬาใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจน (aerobic) ร่วมกับแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic) โดยนักกีฬามีการเคลื่อนไหวหลากหลายรูปแบบร่วมกัน ซึ่งทุกๆ 5 วินาทีจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเคลื่อนไหวของร่างกาย 1 ครั้ง รวมทั้งสิ้นประมาณ 1,400 ครั้งตลอดช่วงการแข่งขัน ระดับความหนักในการเคลื่อนไหว แบ่งออกเป็น ระดับเบา (low-intensity) 75 % และระดับหนัก (high-intensity) 25 % ของการเคลื่อนไหวทั้งหมด⁽²⁾ เมื่อเวลาการแข่งขันสิ้นสุดลง นักกีฬาจะเกิดอาการล้าขึ้นอย่างแน่นอน เฉพาะอย่างยิ่งในนักกีฬามีอาชีพหรือนักกีฬาที่อยู่ในระดับการแข่งขันสูงๆ จะยิ่งเกิดอาการล้าได้มากกว่านักกีฬาสมัครเล่น เมื่อเกิดอาการล้าขึ้นร่างกายจะมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่ชัดเจน คือ มีค่าแรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดลดลง มีค่าแลคเตทในเลือดเพิ่มมากขึ้นและมีค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลดลง ซึ่งส่งผลให้สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาลดลงตามไปด้วยและอาจส่งผลให้ความเสี่ยงในการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นตามมา^(3,4) อาการล้าที่เกิดขึ้นจะเกิดเพียงชั่วคราวและร่างกายสามารถฟื้นฟูกลับมาเป็นปกติภายใน 48-72 ชั่วโมง แต่เนื่องจากกีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาที่มีการแข่งขันอย่างต่อเนื่องเฉลี่ย 2-3 เกมต่อสัปดาห์เวลาในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาจึงไม่เพียงพอ⁽⁵⁾ ดังนั้น การใช้เทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายที่ดีและเหมาะสม จึงเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ร่างกายของนักกีฬาสามารถฟื้นฟูอาการล้าที่เกิดขึ้นและเร่งให้สมรรถภาพทางกายกลับสู่ภาวะปกติก่อนการแข่งขันที่จะเกิดขึ้นในเกมนัดถัดไปได้

สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอลในช่วงครึ่งแรกไม่ว่าจะเป็นเรื่องความแข็งแรง ความยืดหยุ่นหรือความทนทานจะดีกว่าในช่วงครึ่งหลังอย่างชัดเจน เนื่องจากอาการล้า ร่างกายของนักกีฬาจึงจำเป็นต้องมีการสร้างพลังงานออกมาให้เหมาะสมและเพียงพอต่อรูปแบบการใช้งานที่เกิดขึ้น ตลอดช่วงเวลาการแข่งขัน โดยร่างกายของนักกีฬามีการใช้พลังงานจากระบบการผลิตพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (aerobic energy system) ร่วมกับแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic energy system) ค่าเฉลี่ยระดับความหนักของการออกกำลังกายอยู่ที่ 80-90% ของอัตราการเต้นของชีพจรสูงสุด (maximum heart rate) หรือ 70-80 % ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2^{max}) ถ้าหากนักกีฬาได้รับการฝึกซ้อมที่ไม่เพียงพอหรือได้รับการฝึกซ้อมไม่ถูกประเภทของการใช้พลังงาน

ตามชนิดกีฬา นักกีฬาที่จะมีสมรรถภาพทางกายที่ไม่พร้อมต่อการใช้งานหนักเกินไปและส่งผลให้ศักยภาพหรือประสิทธิภาพในการใช้งานรวมถึงการแข่งขันไม่ดีเท่าที่ควร

อาการล้าเป็นสาเหตุหลักของการบาดเจ็บกล้ามเนื้อในขณะการแข่งขันและฝึกซ้อม โดยการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นส่งผลให้นักกีฬาสามารถฝึกซ้อมได้ลดลง สูญเสียโอกาสในการลงแข่งขันเกมที่มีความสำคัญ สูญเสียรายได้จากอาชีพและจำเป็นต้องยุติการเป็นนักกีฬาอาชีพหากได้รับการบาดเจ็บที่รุนแรง⁽⁶⁻⁸⁾ ดังนั้น การควบคุมอาการล้าที่เกิดขึ้นจึงเป็นส่วนที่สำคัญของนักกีฬา โดยเทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพจะช่วยให้ร่างกายฟื้นตัวจากความล้าภายหลังการแข่งขันและป้องกันการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อที่อาจตามมาได้

เทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายภายหลังการฝึกซ้อมและแข่งขันในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 3 วิธี ได้แก่ 1. การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบไม่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหว (passive recovery) 2. การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว (active recovery) และ 3. การแช่ในน้ำเย็น (cold water immersion) ซึ่งเทคนิคที่ได้รับความนิยมและยอมรับในวงการกีฬาฟุตบอลมากที่สุดในปัจจุบัน คือ การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวและการแช่ในน้ำเย็น จากการศึกษาที่ก่อนหน้านี้เกี่ยวกับความแตกต่างของเทคนิคในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายต่อสมรรถภาพทางกายของนักกีฬานักกีฬาชนิดต่างๆ⁽⁹⁻¹⁷⁾ พบว่า เทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวในรูปแบบของการวิ่งร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ส่งผลให้สมรรถภาพทางกายของนักกีฬากลับสู่ปกติใกล้เคียงกับก่อนออกกำลังกายได้ในระยะเวลาที่น้อยกว่าเทคนิคอื่น แต่ยังไม่พบการศึกษาในรูปแบบการออกกำลังกายอื่นๆ ที่นำมาใช้ฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแล้วส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายให้กลับสู่ภาวะปกติ เช่น โยคะและโปรแกรมฟิฟฟ่า 11⁺ (FIFA 11⁺)

จากการศึกษาถึงผลภายหลังการออกกำลังกายด้วยโยคะหลากหลายรูปแบบ⁽¹⁸⁻²⁸⁾ พบว่า การฝึกโยคะในรูปแบบของหะฐะโยคะ ซึ่งเป็นรูปแบบพื้นฐานที่กลุ่มคนทุกช่วงวัยสามารถปฏิบัติตามได้ ส่งผลดีต่อความแข็งแรง ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ ระบบหัวใจและหลอดเลือด และส่งผลต่อจิตใจทำให้ผู้ที่ทำการฝึกมีสมาธิเพิ่มมากขึ้น ระดับความตึงเครียดและความวิตกกังวลลดลง

ส่วนโปรแกรมฟิฟฟ่า11⁺ (FIFA 11⁺) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ทางสหพันธ์ฟุตบอลนานาชาติ (Federation international football association : FIFA)⁽²⁹⁻³²⁾ ใช้เพื่อเตรียมความพร้อมในการใช้งานของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะในนักกีฬาฟุตบอล มีประสิทธิภาพในการลดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตามยังไม่มีการนำเทคนิคดังกล่าวมาใช้เพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบกิจกรรมการเคลื่อนไหว

จากข้อมูลในเบื้องต้นจึงเป็นที่มาของการศึกษาในครั้งนี้ ที่ต้องการศึกษาและเปรียบเทียบผลการตอบสนองของเทคนิคฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวระหว่างเทคนิคหฐะโยคะและเทคนิคฟิฟฟ้า 11⁺ ภายหลังจากออกกำลังกายส่วนขาด้วยระดับความหนักสูงสุดในนักกีฬาฟุตบอลชาย

1.2 คำถามการวิจัย

ผลการตอบสนองของเทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายกิจกรรมการเคลื่อนไหวระหว่างเทคนิคหฐะโยคะกับเทคนิคฟิฟฟ้า 11⁺ และ เทคนิคพื้นฐาน มีความแตกต่างกันอย่างไร ภายหลังจากออกกำลังกายส่วนขาด้วยระดับความหนักสูงสุดในนักกีฬาฟุตบอลชาย

1.3 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

เพื่อศึกษาถึงความแตกต่างของผลจากเทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบกิจกรรมการเคลื่อนไหวระหว่างเทคนิคเทคนิคหฐะโยคะกับเทคนิคฟิฟฟ้า 11⁺ และ เทคนิคพื้นฐานภายหลังจากออกกำลังกายส่วนขาด้วยระดับความหนักสูงสุดในนักกีฬาฟุตบอลชาย

1.4 สมมติฐาน

การใช้เทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบกิจกรรมการเคลื่อนไหวด้วยหฐะโยคะ ภายหลังจากออกกำลังกายส่วนขาด้วยระดับความหนักสูงสุดของนักกีฬาฟุตบอลชาย ส่งผลให้นักกีฬามีอาการล้าลดลงได้ดีกว่าและมีความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เทคนิคฟิฟฟ้า 11⁺ และเทคนิคพื้นฐาน

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. งานวิจัยในครั้งนี้ได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย COA no.648/60 และเนื่องเป็นงานวิจัยที่ทำการศึกษาทดลองในมนุษย์ ดังนั้นอาสาสมัครที่เข้าในงานวิจัยครั้งนี้ จึงต้องลงนามยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย ซึ่งอาสาสมัครสามารถขอถอนตัวออกจากงานวิจัยได้ทุกเมื่อตามที่ต้องการ

2. งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงการทดลองในมนุษย์ (human experimental study) ในนักกีฬาฟุตบอลเพศชาย อายุ 18-29 ปี ดัชนีมวลกายอยู่ในค่าปกติ มีสุขภาพดี ไม่มีการบาดเจ็บของร่างกายส่วนล่างก่อนหน้าเข้าร่วมงานวิจัยเป็นระยะเวลา 6 เดือนและในขณะที่เข้าร่วมงานวิจัย

3. ผู้วิจัยมีการทำการสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล (calibration) ทุกชิ้น ก่อนการเริ่มเก็บข้อมูล

1.6 คำสำคัญ

Active recovery, Hatha yoga , Hamstrings injuries, Soccer player, Muscle fatigue

1.7 คำนิยามเชิงปฏิบัติการ

1. leg supramaximal exercise หมายถึง การออกกำลังกายส่วนขาด้วยการปั่นจักรยาน โดยให้ความหนักในการออกกำลังกายที่ระดับสูงสุด ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้จักรยาน Wingate กำหนดแรงต้านที่ 7.5 % ของน้ำหนักตัว เป็นระยะเวลา 30 วินาที ทำซ้ำจำนวน 3 รอบ พักระหว่างรอบเป็นเวลา 2 นาที

2. lactate หมายถึง สารที่เกิดขึ้นหลังจากการออกกำลังกายอย่างหนัก ทำให้ร่างกายมีการใช้พลังงานแบบ anaerobic glycolysis และเกิดการนำ glycogen มาใช้ ยิ่งออกกำลังกายในระดับที่ความหนักมากขึ้น ร่างกายจะเกิดสภาวะขาดออกซิเจนทำให้การผลิต H^+ มากขึ้นตามไปด้วย ทำให้กล้ามเนื้อเกิดสภาวะเป็นกรด ปริมาณของการเกิดแลคเตทในเลือดก็เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายก็ลดลง

3. fatigue หมายถึง การที่กล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพในการทำงานหรือการหดตัวลดลง สัมพันธ์กับการทำกิจกรรมก่อนหน้านั้น อาการล้าที่เกิดขึ้นสามารถประเมินได้จากการใช้แบบประเมินระดับความล้า (visual analogue fatigue scale : VAF-S) สมรรถภาพในการกระโดดสูงสุด (counter movement jump) และ ค่าแลคเตทในเลือด (blood lactate concentration)

4. active recovery หมายถึง เทคนิคในการฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว เช่น การปั่นจักรยาน การว่ายน้ำ การวิ่ง หรือ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ โดยใช้ระยะเวลาประมาณ 20 - 60 นาที ที่ควบคุมระดับความหนักของการออกกำลังกายให้อยู่ในช่วง 60 % ของอัตราการเต้นชีพจรสูงสุด (HR_{max}) การฟื้นฟูสมรรถภาพเป็นการลดการทำงานของระบบหัวใจ หลอดเลือดและกล้ามเนื้อที่เหนื่อยต่อจากการฝึกซ้อมหรือการแข่งขันด้วยระดับหนักสูงๆ

5. passive recovery หมายถึง เทคนิคในการฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายเทคนิคพื้นฐานหรือแบบไม่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหว คือเป็นการหยุดทำกิจกรรมทุกอย่างในระยะเวลาทันที ภายหลังจากร่างกายมีการใช้งานหรือออกกำลังกายในระดับความหนักสูงๆ เช่น การฝึกซ้อมหรือการแข่งขัน⁽³³⁾

6. สมรรถภาพทางกาย (performance) หมายถึง ความสามารถทางกลไกการเคลื่อนไหวของร่างกาย (physical fitness หรือ biomotor abilities) มีองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญ 5 ประการ คือ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (strength) ความอดทน (endurance) ความเร็ว (speed) ความอ่อนตัว (flexibility) และ ความสัมพันธ์ในการเคลื่อนไหว (coordination)⁽³⁴⁾

7. FIFA 11⁺ program หมายถึง โปรแกรมการออกกำลังกายและอบอุ่นร่างกายของนักฟุตบอลโดยเฉพาะ เพื่อป้องกันและลดอาการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นในระหว่างการแข่งขันและการฝึกซ้อม ออกแบบโดยสหพันธ์ฟุตบอลนานาชาติหรือฟีฟ่า (Federation International Football Association : FIFA)^(30, 31, 35)

8. hatha yoga คือ หนึ่งในรูปแบบการฝึกของโยคะ ซึ่งเป็นรูปแบบพื้นฐานที่ฝึกการหายใจ ร่วมกับการจัดระเบียบด้วยการเคลื่อนไหวอย่างช้าๆ เพื่อสร้างความสมดุล และความยืดหยุ่นให้กับร่างกาย^(22, 23)

1.8 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยต้องเป็นนักกีฬาฟุตบอลเพศชาย ที่มีอายุ 18-29 ปี ที่อยู่ในระดับการแข่งขันของมหาวิทยาลัยหรือสโมสรฟุตบอล
2. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยต้องลงลายมือชื่อให้ความยินยอมที่จะเข้าร่วมงานวิจัยก่อนเริ่มทำการเก็บข้อมูล หากผู้วิจัยพบความผิดปกติหรือตรวจประเมินพบว่า ผู้เข้าร่วมงานวิจัยมีคุณสมบัติไม่ตรงตามที่ผู้วิจัยกำหนด จะได้รับการคัดออกจากการเป็นผู้เข้าร่วมงานวิจัยในทันที
3. ข้อมูลส่วนตัวและแบบสอบถามของผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะถูกเก็บเป็นความลับ
4. ในระหว่างการเก็บข้อมูล หากผู้เข้าร่วมงานวิจัยรู้สึกไม่พอใจ ไม่สบายใจ ไม่ว่าจะในกรณีใดก็ตาม สามารถขอยกเลิกหรือออกจากการเป็นผู้เข้าร่วมงานวิจัยได้ในทันที โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลให้ผู้วิจัยทราบ
5. ในระหว่างการเก็บข้อมูล หากเกิดเหตุที่ทำให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยได้รับบาดเจ็บ จะไม่นำข้อมูลนั้นมาทำการวิเคราะห์

1.9 ข้อจำกัดในงานวิจัย

1. งานวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาในนักกีฬาฟุตบอลเพศชาย ที่มีอายุระหว่าง 18-29 ปี ผลที่ได้จึงไม่สามารถใช้ได้กับทีมกีฬาประเภทอื่นและประชากรที่เป็นนักกีฬาผู้หญิง
2. ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมให้อาสาสมัครงดออกกำลังกายอย่างหนักก่อนวันทำการทดสอบได้ เนื่องจากผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นนักกีฬา จึงต้องมีการซ้อมร่วมกับทีมเป็นประจำตามตาราง ซึ่งอาจทำให้ค่าแลคเตทในเลือดและระดับความล้าของกล้ามเนื้ออาจมีความคาดเคลื่อนไปได้ แต่ผู้วิจัยได้ทำการอธิบายและขอความร่วมมือให้อาสาสมัครปฏิบัติตามข้อควรปฏิบัติขณะเข้าร่วมงานวิจัย

1.10 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

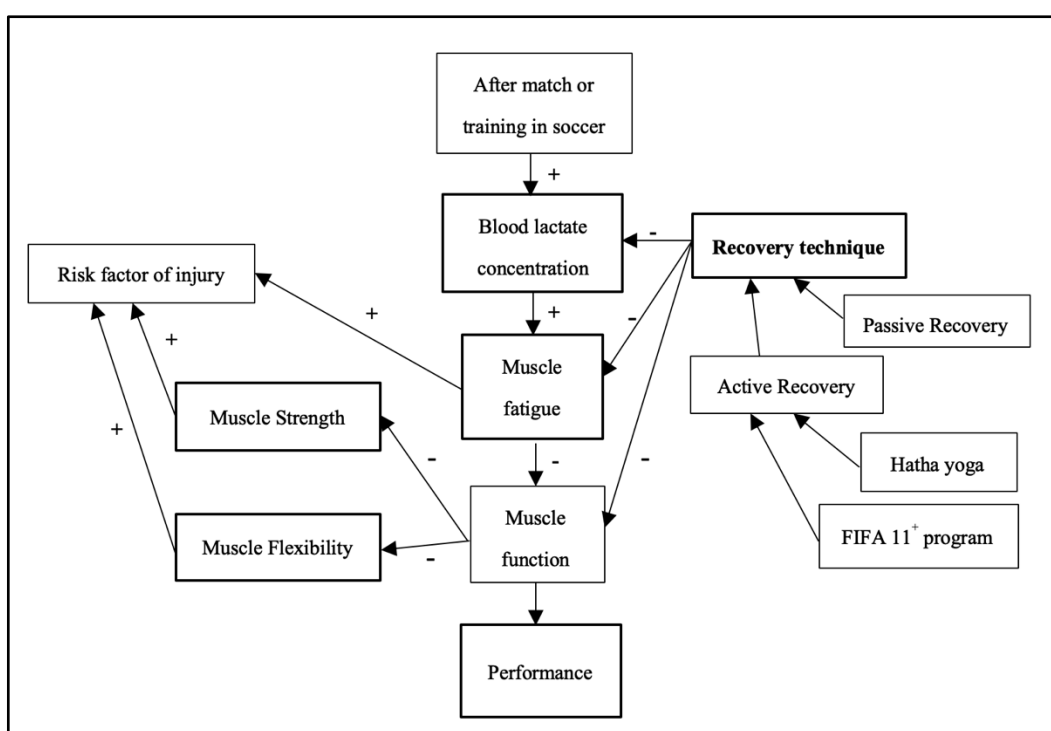
เพื่อให้ทราบว่า การใช้เทคนิคหะฐะโยคะ ในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายหลังการออกกำลังกายอย่างหนักในนักกีฬาฟุตบอลชายส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายในด้านความยืดหยุ่น ความแข็งแรงและความล้าอย่างไร เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใช้เทคนิคไฟฟ้า¹¹⁺ และเทคนิคพื้นฐาน ซึ่งเป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมในทีมกีฬาฟุตบอล แล้วนำข้อมูลที่ได้นั้น ไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับตัวนักกีฬาเอง เพื่อให้สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาพร้อมต่อการใช้งานในเกมส์ที่สำคัญต่อไป อีกทั้ง

ยังช่วยลดอัตราการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring) ที่เป็นการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นมากที่สุดในนักกีฬาฟุตบอลอีกด้วย

1.11 อุปสรรคและแนวทางในการแก้ไขปัญหที่อาจเกิดขึ้น

ผู้เข้าร่วมงานวิจัยอาจยังไม่คุ้นเคยกับการทดสอบและอาจไม่เข้าใจว่าต้องปฏิบัติตัวขณะทำการทดสอบอย่างไร ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องมีการอธิบายและสาธิตวิธีการทำการทดสอบให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยมีความเข้าใจถึงลำดับ วิธีการและคุ้นชินกับอุปกรณ์ทดสอบ

1.12 กรอบแนวคิด



ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการศึกษาวิจัย

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1. กีฬาฟุตบอล

กีฬาฟุตบอลถือว่าเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมอันดับต้นๆ จะได้เห็นได้จากมีการจัดการแข่งขันในระดับต่างๆเป็นจำนวนมาก ซึ่งไม่ว่าใครก็สามารถเล่นได้โดยไม่จำกัดเพศหรืออายุ กีฬาฟุตบอลเกิดขึ้นครั้งแรกที่ประเทศอังกฤษ นับตั้งแต่ปี ค.ศ. 1863 และได้ถูกเผยแพร่ไปยังเมืองต่างๆ ที่เป็นเมืองขึ้นของประเทศอังกฤษ ในปี ค.ศ. 1904 ได้มีการจัดตั้งสหพันธ์ฟุตบอลนานาชาติหรือฟีฟ่า (Federation international football association : FIFA) ขึ้น หลังจากนั้นการแข่งขันฟุตบอลชิงแชมป์โลกเริ่มขึ้นในปี ค.ศ. 1930⁽³⁶⁾ ดังนั้น กีฬาฟุตบอลจึงต้องมีการพัฒนาทฤษฎี กติกา วิธีการเล่นอยู่ตลอดเวลา ฟุตบอลมีเนื้อหาของการเรียนรู้อยู่ 5 ประการ คือ

1. Techniques football การสร้างความชำนาญส่วนบุคคล ในการเล่นฟุตบอลเริ่มจากพื้นฐานของทักษะฟุตบอล ถ้าผู้ใดมีโอกาสเข้าเรียนรู้ ควรฝึกฝนให้ได้เต็ม 100% ทุกขบวนการ

2. Tactic and Strategy ยุทธวิธีและยุทธศาสตร์ ในส่วนบุคคลที่จะรุก จะรับ และร่วมกับเพื่อนร่วมทีมที่อยู่ในตำแหน่งใกล้เคียงกันจนรวมกันเป็นทีม อันนำมาซึ่งความสามัคคี และประสิทธิผล เมื่อสิ้นสุดการแข่งขัน ก้าวไปสู่การเริ่มต้นใหม่อย่างต่อเนื่องไม่ว่าจะเป็นระยะสั้น ระยะกลาง ระยะยาว

3. Physical fitness ความสามารถทางสมรรถภาพทางกาย มีความอดทนเพิ่มขึ้น มีความรวดเร็วดีขึ้น มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น มีความคล่องตัว ว่องไวที่ดีและมีความยืดหยุ่นที่ดี เพื่อต่อต้านและป้องกันอุบัติเหตุ พร้อมเพิ่มการเล่นฟุตบอลอย่างไม่หยุดการพัฒนา

4. Mental สถิติปัญญา ความคิด ความตั้งใจ ความเอาใจใส่ที่มีต่อตนเองและผู้ร่วมงาน ไม่ว่าจะเป็นผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ ผู้ฝึกสอน และเพื่อนร่วมทีม ยังรวมไปถึงคู่แข่ง และผู้ชมที่มาชมการฝึกและการแข่งขันด้วย ทักษะคิดที่จะต้องสร้าง

5. Moral ความประพฤติและจริยธรรมที่มีต่อตนเองและผู้อื่น ในทุกขณะเวลา

ตลอดช่วงระยะเวลาของการแข่งขันหรือการฝึกซ้อมกีฬาฟุตบอลนั้น ระบบต่างๆภายในร่างกายของนักกีฬาจะต้องมีการทำงานร่วมกันอย่างเต็มที่ ไม่ว่าจะเป็นระบบโครงสร้างและกล้ามเนื้อ ระบบประสาท ระบบภูมิคุ้มกัน รวมถึงไปถึงระบบเผาผลาญ⁽³⁷⁾ และตลอดระยะเวลาการแข่งขัน 90 นาที นักกีฬามีค่าการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเคลื่อนไหวทั้งหมด 1,400 ครั้ง เฉลี่ยมีการ

เปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหว 1 ครั้งในทุกๆ 5 วินาที โดยรูปแบบการเคลื่อนไหวของนักกีฬาฟุตบอล แบ่งออกเป็น วิ่งเหยาะๆ (jogging) 40% เดิน (walking) 25% วิ่งช้าๆแบบประคองความเร็ว (cruising) 15% วิ่งด้วยความเร็วสูงสุดในระยะสั้น (sprinting) 10% และ วิ่งถอยหลัง (backing) 10% ตำแหน่งของนักกีฬาที่มีการเคลื่อนไหวในสนามสูงสุด ได้แก่ ตำแหน่งกองกลาง (midfielders)⁽³⁸⁾ นักกีฬาทุกตำแหน่งจะมีระยะทางการเคลื่อนไหวเฉลี่ยประมาณ 10 กิโลเมตร ยกเว้น ตำแหน่งผู้รักษาประตูที่มีระยะทางการเคลื่อนไหวเฉลี่ยประมาณ 4 กิโลเมตรซึ่งน้อยกว่าตำแหน่งอื่น ตลอดการแข่งขันนั้นนักกีฬาจะไม่มีอาการหยุดพักหรืออยู่นิ่งๆ สิ่งก็ตามมาภายหลังการแข่งขันหรือการฝึกซ้อมสิ้นสุดลง คือ อาการล้าและการบาดเจ็บของนักกีฬา โดยเฉพาะในกีฬาอาชีพหรือในนักกีฬาที่อยู่ในระดับการแข่งขันสูงๆ ก็จะมีโอกาสในการเกิดการบาดเจ็บได้มากขึ้นเมื่อเทียบกับนักกีฬาสมัครเล่น^(3, 4)

กีฬาประเภททีมทุกชนิด จำเป็นต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์การกีฬาและผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ โด๊ป แพทย์ประจำทีม นักเวชศาสตร์การกีฬา นักกายภาพบำบัด นักวิทยาศาสตร์การกีฬารวมไปถึงตัวนักกีฬาเอง เพื่อที่จะเพิ่มหรือรักษาสมรรถภาพของนักกีฬาไว้ สมรรถภาพทางกายของนักกีฬา ขึ้นอยู่กับการรูปแบบของการฝึกซ้อม ในช่วงระยะเวลาก่อนการเริ่มต้นฤดูกาลแข่งขัน นักกีฬาอาชีพที่อยู่ในระดับการแข่งขันสูงๆจะมีรูปแบบการฝึกที่ครอบคลุมทุกด้านของสมรรถภาพทางกายและได้รับการฝึกซ้อมต่อเนื่องเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอ ร่างกายของนักกีฬาจึงพร้อมต่อการใช้งานอย่างเต็มประสิทธิภาพอยู่ตลอดเวลาเมื่อเปรียบเทียบกับนักกีฬาสมัครเล่น ฟุตบอลเป็นกีฬาที่มีเวลาการแข่งขันต่อเนื่อง โดยแบ่งออกเป็นช่วงๆละ 45 นาที 2 ช่วง โดยในช่วงครึ่งแรกสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาจะดีกว่าในช่วงครึ่งหลัง โดยมีสาเหตุหลักมาจากอาการล้า เนื่องจากนักกีฬามีการเคลื่อนไหวที่พร้อมกับการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเคลื่อนไหวร่างกายอยู่ตลอด เมื่อสิ้นสุดเวลาการแข่งขันจึงเกิดอาการล้าขึ้นได้ เฉพาะอย่างยิ่งในนักกีฬาที่อยู่ในระดับสูงๆจะยิ่งเกิดอาการได้ง่ายมากขึ้น เมื่ออาการล้าเกิดขึ้น ร่างกายจะมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาอย่างชัดเจน คือ มีค่าแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (muscle force) ลดลงและค่าแลคเตทในเลือด (blood lactate concentration) เพิ่มขึ้น⁽³⁾ อาการล้าเป็นสาเหตุหลักของการบาดเจ็บกล้ามเนื้อในขณะการแข่งขันและฝึกซ้อม โดยการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นส่งผลให้นักกีฬาสามารถฝึกซ้อมได้ลดลง สูญเสียโอกาสในการลงแข่งขันเกมที่มีความสำคัญ สูญเสียรายได้จากอาชีพและจำเป็นต้องยุติการเป็นนักกีฬาอาชีพหากได้รับการบาดเจ็บที่รุนแรง⁽⁶⁻⁸⁾ อาการล้าที่เกิดขึ้นจะเกิดเพียงชั่วคราวและร่างกายจะฟื้นฟูกลับมาเป็นปกติภายใน 48-72 ชั่วโมง⁽⁵⁾ แต่ในกีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาที่มีการแข่งขันอย่างต่อเนื่องเฉลี่ย 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ การได้รับเวลาในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายนั้นจึงไม่เพียงพอ

2.1.1. ระบบการใช้พลังงานในนักกีฬาฟุตบอล

กีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาที่มีรูปแบบการใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจน (aerobic energy system) และ แบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic energy system) ร่วมกัน โดยระดับความหนักของการออกกำลังกายอยู่ที่ 80-90% ของอัตราการเต้นของชีพจรสูงสุด (maximum heart rate) หรือ 70-80 % ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2^{max}) ระหว่างการแข่งขัน นักกีฬาจะต้องมีการเคลื่อนไหวร่างกาย หลากหลายรูปแบบ เพื่อเคลื่อนที่ให้ทันหรือเคลื่อนนำฝ่ายตรงข้าม อาทิเช่น การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด (sprint) เพื่อวิ่งไล่ตามลูกบอลหรือป้องกันฝ่ายตรงข้าม เปลี่ยนทิศทางเพื่อหลบหลีกฝ่ายตรงข้าม เป็นต้น สำหรับความหนักของการออกกำลังกาย (intensity) ในขณะแข่งขันสามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบเบา (low intensity) 75 % และรูปแบบหนัก (high intensity) 25 % ของการแข่งขัน^(39, 40) ในการออกกำลังกายที่ระดับความหนักในระยะเวลาสั้นๆ ส่งผลให้ร่างกายของนักกีฬามีการดึงพลังงานจาก Creatinine Phosphate มาใช้ลดลงแต่ระบบพลังงานนี้สามารถฟื้นฟูให้กลับมาสู่ภาวะปกติได้จากการออกกำลังกายด้วยระยะเวลาต่อเนื่องในความหนักระดับต่ำๆ จากการศึกษาของ Bangsbo J. ในปี ค.ศ. 2014⁽³⁹⁾ ได้ทำการตรวจหาค่าไกลโคเจน (Glycogen) ในกล้ามเนื้อภายหลังจากการออกกำลังกายด้วยความหนักที่เท่ากับขณะแข่งขัน นักกีฬาฟุตบอล แล้วให้เข้าสู่โปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวในทันที โดยควบคุมระดับความหนักในการออกกำลังกายให้อยู่ในช่วง 50 % ของอัตราการเต้นของชีพจรสูงสุด พบว่า ค่าไกลโคเจนในกล้ามเนื้อหลังจากการออกกำลังกายด้วยระดับความหนักเท่ากับขณะแข่งขันเหลือประมาณ 75% เมื่อเทียบกับปริมาณในขณะพัก และภายหลังรับโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพค่าไกลโคเจนในกล้ามเนื้อจะมีค่าลดลงไปอีก โดยค่าไกลโคเจนที่ลดลงนั้นมีความสัมพันธ์ผกผันกับค่าแลคเตทในเลือดที่มีค่าเพิ่มขึ้น คือ ในขณะพักหรือก่อนการแข่งขัน ค่าแลคเตทในเลือด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5 มิลลิโมลต่อลิตร และภายหลังการสิ้นสุดระยะเวลาในการแข่งขันจะมีค่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ยอยู่ที่ 10 มิลลิโมลต่อลิตร นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของค่าแลคเตทในเลือดมีความสัมพันธ์กับระดับของความหนักในการออกกำลังกายเช่นกัน คือ เมื่อมีการออกกำลังกายในระดับความหนักสูงๆส่งผลให้ค่าแลคเตทในเลือดเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการออกกำลังกายในห้องทดลอง ด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายเป็นรูปแบบที่มีระดับความหนักสูงสุดในระยะเวลาสั้นๆ (high-interval intensity) พบว่า ค่าแลคเตทในเลือดภายหลังการออกกำลังกายมีค่าสูงขึ้นเช่นเดียวกัน จึงสามารถสรุปได้ว่า ภายหลังการออกกำลังกายในระดับความหนักสูงๆ ร่างกายจะมีการใช้พลังงานในรูปแบบไม่ใช้ออกซิเจนมากขึ้นตามระดับความหนัก ส่งผลให้ค่าแลคเตทในเลือด ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการใช้ระบบพลังงานนี้มีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย

2.1.2. อาการล้าที่เกิดขึ้นภายหลังการสิ้นสุดการแข่งขันหรือการฝึกซ้อมของนักกีฬาฟุตบอล

ใน 1 ฤดูกาลของการแข่งขันกีฬาฟุตบอล นักกีฬาอาชีพมีจำนวนเกมการแข่งขันทั้งหมดประมาณ 70 เกมและเฉลี่ยประมาณ 3 เกมต่อสัปดาห์ ภายหลังจากการแข่งขันในแต่ละครั้ง ร่างกายของนักกีฬาจะเกิดอาการล้าและส่งผลให้สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาลดลงในทันทีไปจนถึงวันถัดไป แต่การลดลงของสมรรถภาพทางกายนั้น สามารถกลับมาเท่ากับก่อนการแข่งขันได้ในภายใน 48-72 ชั่วโมง⁽³⁹⁾ จากการศึกษาของ Ricardo F. ในปี ค.ศ.2015⁽⁴¹⁾ พบว่า อาการล้าภายหลังการฝึกซ้อมในนักกีฬาฟุตบอลอาชีพส่งผลต่อความแม่นยำและความเร็วในการเตะลูกบอล โดยอาการล้าที่เกิดขึ้นนั้นจะประเมินจากค่าแลคเตทในเลือด (blood lactate concentration) และที่ระดับความล้าของกล้ามเนื้อที่มีค่าสูงสุด พบว่า ค่าแลคเตทในเลือดจะมีค่าประมาณ 10 มิลลิโมลต่อลิตร ภายหลังจากการออกกำลังกายล้าในนาที่ที่ 5 เช่นเดียวกับระดับอาการล้าของกล้ามเนื้อที่มีค่าสูงสุด ซึ่งส่งผลให้ทิศทางความแม่นยำในการเตะของนักกีฬาฟุตบอลนั้นลดลง ดังนั้น อาการล้าหลังจากการแข่งขันหรืออาการล้าที่คงเหลืออยู่จากระยะเวลาในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายที่ไม่เพียงพอ ย่อมส่งผลต่อประสิทธิภาพและศักยภาพของนักกีฬา จากการศึกษานี้จะเห็นได้ว่า ระดับความล้าของกล้ามเนื้อและค่าแลคเตทในเลือดที่มีค่าเพิ่มมากขึ้นในภายหลังการแข่งขันหรือการออกกำลังกาย มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพทางกายที่ลดลงของนักกีฬา

อาการล้า (fatigue) คือ การที่กล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพในการทำงานหรือการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลง ซึ่งสัมพันธ์กับการทำกิจกรรมก่อนหน้า โดยอาการล้าที่เกิดขึ้นนั้นสามารถประเมินได้จากสมรรถภาพทางกายหรือสารบ่งชี้เฉพาะจากการตรวจเลือด ในปี ค.ศ. 2014 Sadri K. และคณะ⁽⁴²⁾ ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความรู้ล้ากับอาการล้าจากระบบประสาทส่วนกลาง (central fatigue) โดยสรุปได้ว่าความรู้ล้าสามารถประเมินการรับรู้ความรู้ล้าจากระดับของความหนักในการออกกำลังกาย โดยการประเมินจาก visual analogue fatigue scale : VAF-S⁽⁴³⁾ ควบคู่กับระยะเวลาในการทำงานแบบประสานสัมพันธ์ของกิจกรรม (coordinates duration) ที่ต้องการศึกษา

ปัจจัยในการทำให้เกิดการล้าแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- 1) ปัจจัยภายนอก ได้แก่ ผลของการแข่งขัน คุณภาพในการเล่นของนักกีฬา สถานที่แข่งขัน สภาพแวดล้อมในการแข่งขัน
- 2) ปัจจัยภายใน ได้แก่ อายุ เพศ การฝึกซ้อม ประเภทของกล้ามเนื้อในแต่ละบุคคล

อาการล้าที่เกิดขึ้นภายหลังการฝึกซ้อมหรือการแข่งขันในนักกีฬาฟุตบอล เกิดจากการที่ร่างกายมีรูปแบบและจำนวนในการเคลื่อนไหวเป็นจำนวนมากและต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนาน

กล้ามเนื้อจึงมีการทำงานอยู่ตลอดเวลา หากนักกีฬามีเวลาในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายที่สั้นเกินไปหรือได้รับวิธีการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอภายหลังสิ้นสุดการฝึกซ้อมหรือแข่งขัน จะส่งผลอาการล้าที่เกิดขึ้นนั้นคงอยู่ สมรรถภาพทางกายลดลงและส่งผลให้โอกาสในการเกิดการบาดเจ็บของเกมต่อไปเพิ่มมากขึ้น การศึกษาของ Mohr และคณะ ปี ค.ศ. 2003⁽³⁷⁾ ศึกษาประสิทธิภาพและค่าแลคเตทในเลือดของนักกีฬาฟุตบอลเพศชาย ก่อนหมดระยะเวลาการแข่งขัน 15 นาที พบว่า ความเร็วในการวิ่ง (speed) ของนักกีฬามีค่าลดลงและลดลงเพิ่มอีก 3% ภายหลังสิ้นสุดระยะเวลาการแข่งขัน และค่าแลคเตทภายในเลือดมีค่าเพิ่มขึ้นและเพิ่มขึ้นอีก 5% ภายหลังสิ้นสุดระยะเวลาการแข่งขัน ดังนั้น ความเร็วในการวิ่งบ่งบอกถึงสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาที่มีค่าลดลงซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าแลคเตทในเลือดที่มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการแข่งขัน ดังนั้น อาการล้าที่เกิดขึ้นภายหลังการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา (intermittent) เป็นระยะเวลานานต่อเนื่องในกีฬาฟุตบอลนั้น มีความเกี่ยวข้องกับปริมาณของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อที่ไม่เพียงพอต่อการใช้งานและเมื่อทำการศึกษาถึงความแตกต่างของตำแหน่งผู้เล่นในกีฬาฟุตบอลซึ่งพบว่า ภายหลังสิ้นสุดการแข่งขันตำแหน่งกองกลางมีระยะทางรวมในการเคลื่อนที่ตลอดระยะเวลาการแข่งขันสูงสุด (12 กิโลเมตร) ระดับความล้าที่เกิดขึ้นสูงสุดและสมรรถภาพทางกายลดลง อีกทั้งค่าแลคเตทในเลือดนั้นก็สูงกว่าตำแหน่งอื่นตามไปด้วย ทางผู้ทำการศึกษาจึงได้สรุปถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นไว้ว่า การที่กล้ามเนื้อมีการใช้งานสูงสุดนั้น มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนรูปแบบไกลโคเจนมาเป็นพลังงานของในกล้ามเนื้อที่ไม่เพียงพอ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Rahnema N. และคณะในปี ค.ศ.2003⁽⁴⁴⁾ ที่ได้ทำการศึกษาในนักกีฬาฟุตบอลเพศชายที่เข้าร่วมเกมจำลองการแข่งขันถึงค่าแรงหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาทั้งด้านหน้าและด้านหลัง โดยเปรียบเทียบระหว่างก่อนกับหลังการแข่งขัน พบว่า ภายหลังการแข่งขันแรงหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p\text{-value} < 0.05$) และจากการที่กีฬาฟุตบอลจำเป็นต้องมีการเคลื่อนไหวที่ใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic) เป็นช่วงๆตลอดเวลาการแข่งขัน ส่งผลให้ค่าแลคเตทในเลือดมีค่าเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในนักกีฬาอาชีพจะมีค่าแลคเตทในเลือดสูงกว่าในนักกีฬาสมัครเล่นและในนักกีฬาที่มีค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดมากจะยังมีค่าแลคเตทในเลือดที่เกิดขึ้นน้อยกว่าในนักกีฬาที่มีค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดน้อยกว่า เนื่องจากร่างกายมีการกำจัดแลคเตท (lactate removal) ได้ดีกว่า ในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายภายหลังจากการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา ที่เป็นรูปแบบการเล่นของกีฬาฟุตบอล วิธีการกำจัดแลคเตทที่เหมาะสมที่สุด คือ การออกกำลังกายด้วยระดับความหนัก 70% ของอัตราการเต้นของชีพจรสูงสุด (maximum heart rate)⁽³⁸⁾ จากการศึกษาของ Mathieu ในปี ค.ศ. 2014⁽⁴⁵⁾ ในนักกีฬาฟุตบอลอาชีพของประเทศอังกฤษ โดยเปรียบเทียบถึงสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาระหว่างก่อนและหลัง

การแข่งขันจำนวน 3 เกม ภายในเวลาระยะเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า ทักษะส่วนบุคคลในการเล่นของ นักกีฬาไม่มีความแตกต่างไปจากก่อนการแข่งขัน แต่สมรรถภาพทางกายในเรื่องความเร็วในการวิ่ง (speed) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (strength) มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p\text{-value} < 0.05$) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Thomas R. และคณะในปี ค.ศ. 2008⁽⁴⁶⁾ ที่ทำการศึกษาในนักฟุตบอล พรีเมียร์ลีกของประเทศอังกฤษ พบว่า ในช่วง 5 นาทีสุดท้ายก่อนหมดเวลาการแข่งขัน ระดับความหนักของการออกกำลังกายที่ประเมินจากอัตราการเต้นของชีพจรมีค่าลดลงเนื่องจากนักกีฬาเกิดอาการล้าขึ้นทั้งทางร่างกายและจิตใจ

ความสัมพันธ์ของอาการล้าและปริมาณค่าแลคเตทในเลือด หลังการออกกำลังกายที่มีระดับความหนักมากกว่า 70% ของค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ส่งผลให้ความดันภายในกล้ามเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้นทำให้เกิดการปิดกั้นการไหลของเลือด ส่งผลให้ความสามารถในการขนส่งออกซิเจนมาที่กล้ามเนื้อไม่เพียงพอ จึงเกิดการนำระบบการสร้างพลังงานแบบ glycolysis มาใช้ด้วยการใช้ไกลโคเจนจากกล้ามเนื้อมาเปลี่ยนให้อยู่ในรูปไพรูเวท (pyruvate) เพื่อใช้ในการสร้างพลังงาน จึงทำให้เกิดแลคเตทเป็นผลลัพท์ตามมา ส่วนใหญ่แล้วกล้ามเนื้อชนิด fast twitch fibers จะเกิดการล้าได้ง่ายกว่า slow twitch fibers ในขณะที่ออกกำลังกาย ผลของการเกิดแลคติกที่มีค่าเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้เกิด H^+ เพิ่มมากขึ้นตามมา ทำให้เลือดมีความเป็นกรดมากขึ้น ในขณะที่แลคติกและ H^+ เข้าสู่กระแสเลือด แลคติกจะเปลี่ยนรูปเป็นแลคเตทและทำให้เกิดการกระตุ้นให้แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) หลังออกมาจากภายใน sarcoplasmic reticulum ลดลง เนื่องจากมีการเพิ่มของระดับกระตุ้นขีดเริ่มเปลี่ยน (threshold) ในการเกิดศักยะงาน (action potential) ส่งผลให้การหดตัวของกล้ามเนื้อและแรงในการหดตัวสูงสุดมีค่าลดลง ซึ่งเป็นเหตุให้อาการล้าที่ส่วนปลาย (peripheral fatigue) เกิดขึ้น ส่งผลให้สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาลดลงตามมา^(4, 38, 42) อย่างไรก็ตามในการแข่งขันกีฬาฟุตบอลต้องใช้ระยะเวลาอันร่วมกับการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเคลื่อนไหวของร่างกายและมีการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาและถึงแม้อาการล้าที่เกิดขึ้นจะเกิดเพียงชั่วคราวและร่างกายสามารถฟื้นฟูสมรรถภาพกลับมาเป็นปกติได้ภายใน 48-72 ชั่วโมง แต่จากจำนวนการแข่งขันที่ต่อเนื่องเฉลี่ย 2-3 เกมต่อสัปดาห์ อาจทำให้การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายไม่เพียงพอและนำไปสู่การบาดเจ็บ โดยเฉพาะการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อบริเวณต้นขาด้านหลัง ซึ่งเมื่อเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อขึ้นแล้วจะส่งผลต่อนักกีฬา ทำให้นักกีฬาสามารถฝึกซ้อมได้ลดลง สูญเสียโอกาสในการลงแข่งขันเกมที่มีความสำคัญ สูญเสียรายได้จากอาชีพและจำเป็นต้องยุติการเป็นนักกีฬาอาชีพหากได้รับการบาดเจ็บที่รุนแรง⁽⁶⁻⁸⁾

2.1.3. การบาดเจ็บในนักกีฬาฟุตบอล

การบาดเจ็บในนักกีฬาฟุตบอลส่วนใหญ่เป็นการบาดเจ็บในลักษณะการใช้งานมากเกินไป (overuse injury) ซึ่งมักเกิดจากการใช้งานที่เดิมซ้ำๆ บ่อยๆ ครั้ง จากการศึกษาอุบัติการณ์การบาดเจ็บในการแข่งขันฟุตบอลไทยพรีเมียร์ลีก ฤดูกาล 2558⁽⁸⁾ พบว่า สาเหตุการบาดเจ็บของนักกีฬาที่พบมากที่สุด คือ การใช้งานที่มากเกินไป 12.3% โดยตำแหน่งที่พบการบาดเจ็บบ่อยที่สุดคือ บริเวณตำแหน่งต้นขา (thigh) 18.7% ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการแข่งขัน 26.5% และเกิดขึ้นขณะฝึกซ้อม 32.2% และพบว่า กลุ่มอายุของนักกีฬาฟุตบอลที่พบการบาดเจ็บชนิดนี้อยู่ในช่วง 20-29 ปี เมื่อแบ่งถึงระดับความรุนแรงของการบาดเจ็บ พบว่า บริเวณกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (hamstrings muscle) มีการบาดเจ็บในระดับปานกลางที่ต้องใช้ระยะเวลาในการฟื้นฟูการบาดเจ็บ 8-21 วัน จำนวน 17 คน และมีการบาดเจ็บในระดับรุนแรงที่ต้องใช้ระยะเวลาในการฟื้นฟูการบาดเจ็บมากกว่า 21 วัน จำนวน 11 คน มีผู้บาดเจ็บทั้งหมด 31 คน^(47, 48)

การบาดเจ็บของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (hamstrings muscle injury) ในนักกีฬาฟุตบอล

การบาดเจ็บบริเวณกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังเป็นการบาดเจ็บที่พบได้บ่อยครั้งในนักกีฬาฟุตบอล ซึ่งมักเกิดขึ้นในขณะที่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหวในรูปแบบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด (sprint), การเตะลูกบอล (kicking) และในขณะที่กำลังมีการเร่งความเร็ว (acceleration sprint) จากการวิเคราะห์หาปัจจัยเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ พบว่า ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บมากที่สุด คือ การมีประวัติการบาดเจ็บบริเวณตำแหน่งนั้นมาก่อนหน้าหรือมีการเจ็บเรื้อรังที่ยังรักษาไม่หายขาดแล้วกลับไปลงแข่งขันหรือฝึกซ้อม อันดบรองลงมา ช่วงอายุของนักกีฬา โดยช่วงอายุ 18-29 ปี เป็นช่วงที่พบการบาดเจ็บที่ค่อนข้างสูง ลำดับถัดมาคือน้ำหนักตัวและเปอร์เซ็นต์ของปริมาณไขมันในร่างกาย (body fat) โดยในนักกีฬาที่มีสัดส่วนของปริมาณไขมันในร่างกายสูงมีอัตราการเกิดการบาดเจ็บที่มากกว่าในคนที่มีส่วนของปริมาณไขมันในร่างกายต่ำ และลำดับสุดท้าย คือ อาการล้าที่เกิดขึ้นขณะแข่งขัน ซึ่งเราสามารถควบคุมปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บนี้ได้ คือ ช่วงก่อนฤดูกาลแข่งขัน นักกีฬาต้องได้รับโปรแกรมการฝึกซ้อมที่เหมาะสมเพียงพอและในช่วงฤดูกาลแข่งขันนักกีฬาต้องได้รับระยะเวลาในการพักที่เพียงพอหรือได้รับเทคนิคฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายที่มีประสิทธิภาพ⁽⁴⁹⁾ สาเหตุที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง คือ นักกีฬาที่ต้องวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด (sprint) ในขณะที่เกิดอาการล้าในช่วงครึ่งหลังของการแข่งขัน นักกีฬาที่อบอุ่นร่างกายภายหลังจากการพักช่วงครึ่งแรกที่ไม่เพียงพอ (warm-up) มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไม่เพียงพอ (strength) มีความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต่ำ (flexibility) มีประวัติได้รับการบาดเจ็บก่อน

หน้า (previous Injury) และเป็นนักกีฬาที่อยู่ในระดับการแข่งขันที่มีความชำนาญสูงๆ (professional)⁽⁴⁷⁻⁴⁹⁾

1) อาการและอาการแสดง

ผู้ที่มีการบาดเจ็บบริเวณนี้จะมีอาการเจ็บปวดบวมหรือกดเจ็บในบริเวณกล้ามเนื้อซึ่งอาจเป็นในบริเวณหรือตำแหน่งของกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตามตำแหน่งที่พบการบาดเจ็บได้บ่อย คือ บริเวณช่วงบนของมัดกล้ามเนื้อ อาการเจ็บเพิ่มขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อมีการยึดตัว เช่น การทำท่าก้มตัวไปในทางด้านหน้า การนั่งคุกเข่าเป็นเวลานาน

2) การรักษา

การรักษาเมื่อเกิดอาการบาดเจ็บขึ้นขณะแข่งขันหรือฝึกซ้อม ในช่วงแรกมีเป้าหมายเพื่อลดอาการเจ็บและควบคุมการอักเสบที่จะเกิดขึ้น โดยทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้นด้วยหลักการ P.R.I.C.E ในทันที คือ P=protection ป้องกันส่วนที่บาดเจ็บนั้นไว้เพื่อหลีกเลี่ยงการบาดเจ็บที่อาจตามมาภายหลัง, R= rest พักการใช้งานหรือหยุดเล่นกีฬาในทันที I=ice ใช้ความเย็นเพื่อลดอาการอักเสบที่จะเกิดขึ้น โดยการใช้น้ำแข็งประคบเป็นระยะเวลาประมาณ 15-20 นาที ร่วมกับ C=compression ให้แรงกดบริเวณนั้น โดยการใช้ผ้ายึดพันไว้เพื่อลดอาการบวมและ E=elevation ยกส่วนที่บาดเจ็บให้สูงกว่าระดับหัวใจเพื่อให้การไหลเวียนกลับทำงานได้สะดวกเพิ่มขึ้น และพบแพทย์เพื่อวินิจฉัยอาการให้เร็วที่สุดร่วมกับการทำกายภาพบำบัดเพื่อทำให้การฟื้นฟูเร็วขึ้น ในบางรายที่มีอาการบาดเจ็บเรื้อรังควรทำการออกกำลังกายเฉพาะส่วนของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ให้มีความแข็งแรงและมีมุมการเคลื่อนไหวของขาให้ใกล้เคียงกับข้างปกติก่อนจะกลับไปฝึกซ้อม⁽⁴⁹⁾

3) การป้องกัน การเกิดการบาดเจ็บ

ในการป้องกันและลดการบาดเจ็บที่เกิดขึ้น สามารถทำได้โดยการควบคุมปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บในเบื้องต้น ได้แก่ การเพิ่มความแข็งแรงและความยืดหยุ่น ก่อนใช้งานควรทำการอบอุ่นร่างกายให้เพียงพอและหลังการใช้งานควรทำการฟื้นฟูร่างกายในทันที จากการศึกษาถึงโปรแกรมการป้องกันการบาดเจ็บที่ได้ประสิทธิภาพในการลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บในกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง^(47, 49) พบว่า โปรแกรมการออกกำลังกายที่เป็นการออกกำลังกายเพื่อฝึกควบคุมลำตัวและสะโพก (trunk and lumbopelvic stabilizer) ร่วมกับการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังในรูปแบบโยกลำเนื้อยืดยาวออกขณะทำงาน (core body and Hamstring eccentric strengthening) ในท่านอร์ดิก (Nordic) และอีกโปรแกรมที่ได้ประสิทธิภาพและได้รับความนิยมมาก คือ โปรแกรมฟีฟ่า 11⁺ (FIFA 11⁺) ซึ่งเป็นโปรแกรมการออกกำลังกายและอบอุ่นร่างกายของนักฟุตบอลโดยเฉพาะ ออกแบบโดยสหพันธ์

ฟุตบอลนานาชาติหรือฟีฟ่า (Federation International Football Association) เพื่อป้องกันและลดอาการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นในระหว่างการแข่งขันและการฝึกซ้อม จากการศึกษาของ Holly S. และคณะ ในปี ค.ศ. 2015⁽³²⁾ ที่ได้ทำการรวบรวมประวัติการบาดเจ็บก่อนและหลังการได้รับโปรแกรมฟีฟ่า 11⁺ ในนักกีฬาจำนวน 396 คนจาก 35 ทีม พบว่า อัตราการบาดเจ็บภายหลังการได้รับโปรแกรมลดลงถึง 46.1 % อีกทั้งระยะเวลาที่สูญเสียจากการบาดเจ็บก็ลดลงถึง 28.6 % เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับโปรแกรม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Mario B. และคณะในปี ค.ศ. 2013⁽³¹⁾ ที่ได้ทำการรวบรวมการศึกษาถึงโปรแกรมการออกกำลังกายที่ใช้ในการป้องกันการเกิดการบาดเจ็บในนักกีฬาฟุตบอลทั่วโลก ในเด็กและผู้ใหญ่ พบว่า โปรแกรมฟีฟ่า 11⁺ ที่สามารถทำตามได้ง่ายและไม่ต้องใช้อุปกรณ์ร่วมเป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยม อีกทั้งยังช่วยลดอัตราการเกิดการบาดเจ็บและลดระยะเวลาที่ใช้ในการฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายเมื่อเกิดการบาดเจ็บอย่างมีนัยสำคัญ (p -value<0.05) โดยได้มีการทำการศึกษาด้านสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอลที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อได้รับโปรแกรมฟีฟ่า 11⁺ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายพื้นฐาน^(30, 35) ในช่วงปี ค.ศ. 2008-2015 ในนักกีฬาฟุตบอลอายุ 18-25 ปี พบว่า อัตราส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลัง (H/Q ratio) มีค่าเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น รวมไปถึง กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (core body muscle) กล้ามเนื้อรอบสะโพก (hip muscle) และรวมไปถึงสมรรถภาพในการกระโดดสูงสุด (jump performance) ก็มีค่ามากขึ้นและที่สำคัญ คือ มีการเพิ่มขึ้นของค่าแลคเตทในเลือดน้อยลง ซึ่งสรุปได้ว่าสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาในกลุ่มที่ได้รับโปรแกรมฟีฟ่า 11⁺ อัตราการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นก็น้อยลงตามไปด้วย

2.2. การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายภายหลังการแข่งขันหรือการฝึกซ้อมของนักกีฬาฟุตบอล

การใช้เทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายในนักกีฬาภายหลังการแข่งขัน มีวัตถุประสงค์เพื่อลดอาการอ่อนล้า ลดความเสี่ยงในการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและลดระยะเวลาในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายให้เพื่อกลับเข้าสู่สภาวะปกติโดยเร็วที่สุด ซึ่งควรกระทำภายหลังจากการเสร็จสิ้นการแข่งขันหรือการฝึกซ้อมอย่างหนักในทันที เทคนิคที่ใช้ในการฟื้นฟูสมรรถภาพที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในนักกีฬาปัจจุบัน คือ เทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว (active recovery) เช่น การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (stretching) การปั่นจักรยาน (cycling) การวิ่งเหยาะ (jogging) การออกกำลังกายในน้ำ (hydrotherapy) การออกกำลังกายด้วยความหนักเบาๆ (low intensity aerobic exercise)^(50, 51)

จากการศึกษาของ Henrique M. และคณะในปี ค.ศ. 2011⁽¹⁷⁾ ศึกษาเปรียบเทียบช่วงการออกกำลังกายระหว่างเทคนิค active recovery กับ passive recovery ในกลุ่มของนักกีฬาที่มีการออกกำลังกายด้วยความหนักในระดับ submaximal ที่มีอัตราการเต้นของชีพจร 60% ของอัตราการเต้นของชีพ

จรสูงสุด โดยประเมินจากระดับค่าแลคเตทในเลือดที่ระยะเวลา 15 นาทีเท่ากัน พบว่าในนาทีที่ 3,6 และ 9 มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างนัยสำคัญ ($p\text{-value}<0.05$) ทั้งสองกลุ่ม และพบว่านาทีที่ 9 เทคนิค active recovery มีค่าแลคเตทในเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p\text{-value}<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิค passive recovery และจากการศึกษาของ Keith P. และคณะในปี ค.ศ. 2000⁽¹⁶⁾ ได้ทำการเปรียบเทียบเทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพทั้งสองเทคนิคเช่นเดียวกัน ในกลุ่มของคนที่ยกกำลังแบบมีแรงต้าน (resistance exercise) ที่ระดับความหนักสูงสุด 10 ครั้ง (10 RM) พบว่าภายหลังการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายเทคนิค active recovery ด้วยการวิ่งที่ระดับความหนักต่ำ (low intensity) ส่งผลให้มีค่าแลคเตทในเลือดลดลง, ระดับความล้าของกล้ามเนื้อ (RPE) ลดลงและสมรรถภาพทางกายที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับเทคนิค passive recovery ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Barbora ในปี ค.ศ. 2012⁽¹³⁾ ที่ได้ทำการศึกษาในนักศึกษาคณะพลศึกษาเพศชาย ที่ออกกำลังกายเพื่อกระตุ้นการล้าของกล้ามเนื้อขาด้วยเครื่อง Isokinetic ทั้งหมด 3 รอบ และระหว่างรอบให้พัก 15 นาทีพร้อมกับให้ทำการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายด้วย 2 เทคนิค ได้แก่ เทคนิค passive recovery คือ การนั่งอยู่บนเครื่อง Isokinetic โดยไม่ทำกิจกรรมใดๆ และ เทคนิค active recovery ด้วยการเดิน กำหนดระดับความหนักของการออกกำลังกายด้วยอัตราชีพจรที่ 60-65% ของอัตราการเต้นของชีพจรสูงสุด พบว่าเทคนิค active recovery ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของขามากกว่าเทคนิค passive recovery อย่างมีนัยสำคัญ ($p\text{-value}<0.05$) และเป็นไปในทางเดียวกับผลการศึกษาของ Marc และคณะในปี ค.ศ. 2010⁽¹⁰⁾ ที่ทำการศึกษาในอาสาสมัครเพศชายโดยใช้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบการเกร็งกล้ามเนื้อ (isometric) ที่ระดับความหนัก 50% 55% และ 60% ของแรงในการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อซึ่งเป็นโปรแกรมการออกกำลังกายกระตุ้นการล้าในอาสาสมัคร ภายหลังการออกกำลังกายอาสาสมัครใช้เทคนิค active recovery ด้วยการปั่นจักรยานอยู่กับที่ โดยกำหนดความเร็วรอบขา 60 รอบต่อนาที ความหนัก 50 วัตต์ เป็นระยะเวลา 25 นาที และควบคุมอัตราการเต้นของชีพจรที่ 50% ของอัตราการเต้นของชีพจรสูงสุดเทียบกับเทคนิค passive recovery ที่ให้นั่งพักโดยไม่ทำกิจกรรมใดๆ พบว่า เทคนิค active recovery ส่งผลดีต่อค่าแลคเตทในเลือดลดลงมากกว่าเทคนิค passive recovery

ตำแหน่งในการแข่งขันมีผลต่อความล้าของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นเนื่องจากการแข่งขันผู้เล่นมีการเคลื่อนไหวที่แตกต่างกัน จากการศึกษาของ Michael และคณะ ในปี ค.ศ. 2010⁽⁵²⁾ ได้ศึกษาระยะเวลาในการฟื้นฟู (recovery time) ในนักกีฬาฟุตบอลเพศชาย ที่แข่งขันระดับมหาวิทยาลัยแต่ละตำแหน่ง พบว่า นักกีฬาในตำแหน่งกองกลาง (center midfielder) มีการเคลื่อนไหว

ระยะทางในการเคลื่อนที่ ระดับความหนักในการออกกำลังกาย ระดับของอาการล้ามาหว่า ตำแหน่งอื่นในทีม แต่ในส่วนของระยะเวลาในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายให้กลับมาเท่าก่อนการแข่งขัน ไม่แตกต่างจากผู้เล่นตำแหน่งอื่น

สมรรถภาพทางกายที่ลดลงภายหลังการออกกำลังกายอย่างหนักของนักกีฬาฟุตบอล ได้แก่ ความเร็วในการวิ่ง (speed) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (strength) และความทนทานของร่างกาย (endurance) จากการศึกษาก่อนหน้านี้ของ Mathieu และคณะในปี ค.ศ.2014⁽⁵³⁾ ศึกษาความสัมพันธ์ของผลการแข่งขันกับระยะเวลาในการฟื้นฟูหลังการแข่งขันในด้านสรีรวิทยาและสมรรถภาพทางกาย โดยเก็บข้อมูลทั้งหมด 5 ครั้งหลังการแข่งขัน ได้แก่ ก่อนการแข่งขัน หลังการแข่งขันทันที 24 ชั่วโมง 48 ชั่วโมง และ 72 ชั่วโมงหลังการแข่งขัน พบว่า ค่า creatine kinase จะมีค่าสูงสุดที่ 48 ชั่วโมงหลังการแข่งขันและค่าแรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดแบบเกร็งค้าง (maximum isometric contraction) ค่าสมรรถภาพในการกระโดดสูงสุด (CMJ) และค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (sit and reach test) มีค่าต่ำสุดที่ 48 ชั่วโมงหลังการแข่งขันและกลับไปใกล้เคียงกับค่าปกติก่อนแข่งขันที่ 72 ชั่วโมงหลังการแข่งขัน จะเห็นได้ว่า การฟื้นฟูสมรรถภาพหลังการแข่งขันต้องอาศัยช่วงระยะเวลาถึง 72 ชั่วโมง ถ้าระยะเวลานั้นไม่เพียงพอหรือใช้เทคนิคในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายที่ไม่เหมาะสม นักกีฬามีสมรรถภาพทางกายที่ไม่พร้อมต่อการแข่งขันหรือใช้งานได้เต็มที่ การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายให้กลับมาใกล้เคียงก่อนการแข่งขันจึงต้องควบคุมระดับอาการล้าของกล้ามเนื้อและกำจัดค่าแลคเตทในเลือดที่เกิดขึ้นให้ได้ไวที่สุด จากการศึกษาของ Paul และคณะในปี ค.ศ. 2010⁽⁵⁴⁾ ศึกษาระดับค่าแลคเตทในเลือดภายหลังการออกกำลังกายอย่างหนักด้วยการวิ่ง ($90\% \text{VO}_2^{\text{max}}$) แล้วใช้การฟื้นฟูสมรรถภาพด้วยเทคนิค active recovery ด้วยการปั่นจักรยานโดยติดตามผลตั้งแต่หลังการออกกำลังกายในทันที ไปจนถึงสิ้นสุดนาที่ที่ 30 ภายหลังการออกกำลังกาย พบว่า ระดับค่าแลคเตทในเลือดจะมีค่าสูงที่สุดภายหลังการออกกำลังกายจนเกิดความล้าในทันทีไปจนถึงนาที่ที่ 5 ของการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย (8.3 ± 3.07 มิลลิโมลต่อลิตร) แล้วค่อยๆลดลงเท่ากับก่อนการออกกำลังกายในนาที่ที่ 15 ของการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย (5.6 ± 2.49 มิลลิโมลต่อลิตร)

กล่าวโดยสรุปเทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว (active recovery) เป็นเทคนิคที่ช่วยลดระดับค่าแลคเตทในเลือดและเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในช่วงฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายได้ดีกว่าเทคนิคอื่น

2.3. โยคะ

โยคะ เกิดขึ้นจากการฝึกตนของนักบวชในประเทศอินเดียตั้งแต่สมัยโบราณ โยคะมีรากศัพท์มาจากคำสันสกฤตว่า युช หมายถึง การผูกมัด การประกอบกัน การรวมกันหรือองค์รวม

โยคะ คือ การฝึกฝนร่างกายและจิตใจให้สามารถทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถใช้ชีวิตได้อย่างเป็นองค์รวมมากที่สุด ในสมัยโบราณการถ่ายทอดความรู้ทางโยคะ อาศัยการบอกเล่าของคนหนึ่งไปยังอีกคนหนึ่ง ทำให้วิธีฝึกนั้นเกิดความคลาดเคลื่อน และไม่เป็นที่ไปในแนวทางเดียวกัน ต่อมาจึงได้มีการรวบรวมวิธีฝึกโยคะให้เป็นลายลักษณ์อักษรมากยิ่งขึ้น สำนักที่ได้รับความนิยมมากที่สุด คือ สำนักของท่านมหาฤษีชี่ ปัตัญญลี (Rishi Patanyali) ในตำราชื่อ โยคะสูตร (the yogasutra) ซึ่งรวบรวมรากฐานข้อมูลของพระสูตรโยคะไว้อย่างครอบคลุมและการเขียนจากประสบการณ์ที่ฝึกฝนเอง ในประเทศไทยปรากฏว่าทางการยึดเหยียดตามตำราฤาษีคัดตนของวัดโพธิ์ ในสมัย พระบาทสมเด็จพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลกมหาราช (รัชกาลที่ 1) ต่อมาโยคะเริ่มมีการเผยแพร่ในประเทศไทยระหว่าง พ.ศ. 2468 - 2469 ในตำราที่ชื่อว่า วิทยาศาสตร์การหายใจ แปลโดยพระยานรรัตนราชมานิต และได้มีการเปิดสอนโยคะขึ้นโดย อาจารย์ชด หัสบัวเรอ ในปี พ.ศ. 2499 ทำให้การฝึกโยคะได้รับความนิยมจนถึงปัจจุบันทั้งในประเทศไทย โดยมุ่งเน้นในเรื่องของการส่งเสริมสุขภาพและความแข็งแรงของร่างกาย⁽⁵⁵⁾ โยคะ สามารถแบ่งกลุ่มตามลักษณะของเป้าหมายในการฝึกได้ดังนี้

- กลุ่มญาณโยคะ คือ โยคะที่มุ่งเน้นการฝึกสมาธิ เพื่อพัฒนาจิตวิญญาณให้เกิดปัญญาหยั่งรู้ตัวตน มุ่งค้นคว้าหาความรู้และคำตอบของปัญญาด้วยตัวเอง
- กลุ่มกรรมโยคะ คือ โยคะที่มุ่งเน้นการฝึกการทำงาน การรับใช้ผู้อื่นโดยไม่หวังผลตอบแทน เพื่อเข้าหาหนทางสู่การหลุดพ้น
- กลุ่มภักดีโยคะ คือ โยคะที่มุ่งเน้นการสร้างศรัทธา การสวดมนต์อย่างจริงจัง เพื่อบูชาพระเจ้า
- กลุ่มราชาโยคะ คือ โยคะที่มุ่งเน้นการฝึกควบคุมจิต เพื่อให้เกิดความสงบทั้งร่างกายและจิตใจ ไปสู่การเกิดฌานสมาธิ

นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งโยคะออกตามเทคนิคในการฝึก ซึ่งเทคนิคพื้นฐานที่เหมาะสมกับผู้เริ่มต้นในการฝึก คือ เทคนิคหะฐะโยคะ (Hatha yoga) เป็นเทคนิคที่มีการฝึกท่าทางหรืออาสนะในขั้นพื้นฐานควบคู่ไปกับการควบคุมลมหายใจหรือปราณยามะ เพื่อสร้างความสมดุลและเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อให้กับร่างกาย ทำให้ร่างกายและจิตใจรวมถึงวิญญาณในขณะที่ทำสมาธิร่วมกันเป็นหนึ่งเดียวตามความหมายของโยคะ^(22, 23)

2.3.1. การฝึกโยคะ

ในการศึกษาของ Swain TA. และ McGwin G. ในปี ค.ศ.2016⁽⁵⁶⁾ เก็บสถิติการบาดเจ็บจากการฝึกโยคะในประเทศสหรัฐอเมริกาจากปี 2001 ถึงปี 2014 จากแผนกฉุกเฉินของโรงพยาบาล 100 แห่ง พบการบาดเจ็บทั้งสิ้น 29,590 ครั้ง ช่วงอายุที่บาดเจ็บมากที่สุดคือ 18 - 44 ปี โดยมีสาเหตุจาก

ไม่คำนึงถึงเทคนิคการฝึก แต่คนที่มียุมากกว่า 45 ปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งคนที่มียุมากกว่า 65 ปีจะได้รับบาดเจ็บจากความเสื่อมที่เกิดขึ้นตามอายุเช่นความยืดหยุ่นลดลงหรือโรคกระดูกพรุน เป็นต้น ดังนั้น ในการฝึกโยคะต้องมีความระมัดระวังและรับรู้ถึงข้อจำกัดต่างๆของร่างกายตนเอง นอกจากนี้หลักสูตรครูโยคะก็ควรจะบรรจุข้อมูลเกี่ยวกับความปลอดภัยในการฝึกโยคะเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับนักเรียนโยคะร่วมไปด้วย

- โยคะอาสนะหรือท่าโยคะ (yoga pose)

อาสนะ (asana) เป็นคำสันสกฤต แปลว่า การคงไว้ซึ่งสภาวะที่เป็นอยู่ในขณะนั้น หรือคือการทำปฏิบัติท่าใดท่าหนึ่งแล้วคงท่านั้นไว้ ในภาษาอังกฤษใช้คำว่า pose อาสนะไม่ใช่ทั้งยิมนาสติกและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ อาสนะเป็นการเคลื่อนไหวในท่ายืดเหยียดที่สอดคล้องกับลมหายใจเข้าออกเพื่อเชื่อมโยงหรือรวมกาย จิตและวิญญาณให้เป็นหนึ่งเดียวกัน ผู้ฝึกจึงต้องไม่เน้นแต่การฝึกท่าโยคะเพียงอย่างเดียว ผู้ฝึกต้องสามารถรับรู้ถึงลมหายใจเข้าออกได้ว่าสั้นยาวเพียงใด กลั้นหายใจหรือไม่ ผ่อนคลาย ไม่เกร็งกล้ามเนื้อจนเกินไป รับรู้ท่าทางการเคลื่อนไหวร่วมกับลมหายใจ ทำให้มีสมาธิได้อย่างต่อเนื่องจากท่าหนึ่งไปอีกท่าหนึ่งได้ จิตย่อมสงบลง ขณะนั้น กาย จิต และวิญญาณจะถูกรวมเป็นหนึ่งเดียวอย่างแท้จริง

- ข้อมูลในการปฏิบัติท่า การปฏิบัติท่าอย่างถูกต้องและปลอดภัยจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของการฝึก ผู้ฝึกสอนจำเป็นต้องทราบข้อมูลดังต่อไปนี้

- ชื่อท่า ชนิดของท่า ระดับความง่ายยาก ความหลากหลายของท่า และการประยุกต์ทำอาสนะ

- key structures, key joint, และ limb actions

- การทำงานของกล้ามเนื้อในการทำอาสนะ

เริ่มต้นจากช่วง entry into โดยกล้ามเนื้อ agonist จะทำงานแบบ concentric eccentric isometric และกล้ามเนื้อ antagonist จะทำงานแบบ stretch ช่วงถัดมา duration in กล้ามเนื้อ agonist ทำงานแบบ concentric eccentric isometric และกล้ามเนื้อ antagonist ทำงานแบบ stretch ช่วงสุดท้าย exit โดยกล้ามเนื้อ agonist จะมีการทำงานแบบ concentric eccentric isometric

- วิธีการหายใจให้เหมาะสมกับท่าอาสนะ

- ข้อห้ามและข้อควรระวังในแต่ละท่า

- หลักการทรงท่าอาสนะ

- (1) อยู่ในภาวะที่สบายและนั่งทั้งกายและใจ ไม่มีการฝืนกล้ามเนื้อหรือข้อต่อส่วนใดของร่างกาย
- (2) ใช้พลังงานเฉพาะเท่าที่จำเป็น ไม่หักโหม ค่อยเป็นค่อยไป โดยสังเกตว่าร่างกายมีขอบเขตในการเคลื่อนไหวเท่าใด เพื่อป้องกันอุบัติเหตุหรือความเจ็บปวดจากการฝึก
- (3) มีสติ คือการรู้เท่าทันร่างกายและลมหายใจอย่างต่อเนื่อง ใส่ใจจดจ่ออยู่กับทุกท่วงท่าของการเคลื่อนไหว ให้ใจคอยกำหนดรู้กับกายตลอดเวลา รู้ถึงความรู้สึกต่างๆ ทั้งภายในตัวเองและสิ่งแวดล้อมที่มากระทบ

- การฝึกหายใจในโยคะ

วิธีการฝึกที่ได้ผลนั้น ผู้ฝึกควรทำความเข้าใจหลักการหายใจที่ถูกต้อง แล้วปฏิบัติเท่าที่ทำได้ เน้น เรื่องการปฏิบัติทำโยคะให้ถูกต้องก่อน เมื่อเริ่มจำชื่อท่าและเคลื่อนไหวได้ถูกต้องได้แล้ว การหายใจให้สอดคล้องกับท่าก็จะเริ่มง่ายขึ้น

- หลักการการหายใจในโยคะ (pranayama)

อาศัยหลักการ การหายใจด้วยกระบังลม (diaphragmatic breathing pattern) ประกอบไปด้วยช่วงหายใจเข้า การค้างลมหายใจไว้ และช่วงการหายใจออก

- เทคนิคการหายใจที่ใช้ในการในโยคะ การฝึกไอเซนกะ โยคะและหะฐะ โยคะมีวิธีการหายใจ 3 แบบ คือ

1. การหายใจให้สอดคล้องกับท่าโยคะ เป็นรูปแบบการหายใจที่ฝึกกันมาก ใช้หลักธรรมชาติของปอดและหน้าอกที่ขยายออกหรือแฟบลงให้สอดคล้องกับอาสนะเป็นเกณฑ์ว่าควรจะเริ่มเข้าสู่ท่าด้วยการหายใจเข้าหรือหายใจออก ความสอดคล้องกับการเคลื่อนไหวในท่าโยคะที่ทำให้หน้าอกขยาย (chest expansion) ให้เริ่มปฏิบัติท่าด้วยการหายใจเข้า ตรงกันข้ามการเคลื่อนไหวในท่าโยคะที่ทำให้ปอดถูกกดแฟบลง ให้เริ่มปฏิบัติท่าโดยการหายใจออก ยกตัวอย่างเช่น ในท่า paschimottanasana ผู้ฝึกจะหายใจออกพร้อมกับการก้มตัวไปหาเข่า จากนั้นก็คงอยู่ในท่าอย่างน้อย 5 ลมหายใจโดยมีการหายใจเข้าออกปกติและหายใจเข้าในจังหวะที่กลับสู่ท่าเริ่มต้น

2. การหายใจเข้า ออกสลับกับการปฏิบัติท่าโยคะ จะใช้เป็นครั้งคราว

หลักการคือหายใจเข้า – ออกสลับกับการปฏิบัติท่า การหายใจด้วยวิธีนี้เป็นการหายใจแบบปรมาณขั้นต้น วิธีการนี้จะเน้นการหายใจเข้าแล้วเริ่มปฏิบัติท่า จากนั้นหายใจออกเพื่อคลายท่าหรือกลับกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอาสนะ การฝึกจะทำซ้ำประมาณ 4 - 6 ลมหายใจในท่านั้น สำหรับท่าโยคะที่เป็นแบบ dynamic เช่น ท่าคู้กแดน ท่าแมว การหายใจแบบนี้ไม่ควรใช้เวลาเกิน 5 -10 % ของการฝึกทั้งหมด

3. การหายใจเข้าก่อนเริ่มปฏิบัติท่าโยคะ หลักการคือไม่ว่าจะเป็นการฝึกโยคะในท่าใด ผู้ฝึกจะเริ่มหายใจเข้าก่อนแล้วกลืนหายใจช่วงสั้นๆเพื่อออกแรงปฏิบัติท่า เมื่อผ่านจุดที่ต้องออกแรงไปแล้ว ผู้ฝึกจะหายใจออกเพื่อผ่อนคลายกล้ามเนื้อ หลังจากที่ค้างอยู่ในท่าอาสนะ ผู้ฝึกจะหายใจเข้าออกตามปกติ เมื่อต้องการจะคลายท่าหรือออกจากท่า ผู้ฝึกจะหายใจเข้าอีกครั้งแล้วกลืนช่วงสั้นๆพร้อมกับเคลื่อนไหวเพื่อคลายท่า และหายใจออกเมื่อผ่านจุดที่ต้องออกแรง ผู้ฝึกที่ใช้การหายใจแบบนี้เป็นการกลืนหายใจในช่วงที่สั้นมาก ถ้าไม่สังเกตหรือพิจารณาให้ดี ผู้ฝึกจะรู้สึกได้ว่าตัวเองได้กลืนลมหายใจไว้

- เวลาในการฝึกโยคะ

ข้อมูลจากการรวบรวมการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า การฝึกโยคะมีความหลากหลายในการออกแบบโปรแกรมโยคะอย่างกว้างขวาง ใช้เวลาในการฝึกในแต่ละครั้ง 20 -90 นาที ความถี่ในการฝึก 1 - 6 วันต่อสัปดาห์ และสิ้นสุดโปรแกรมตั้งแต่ 2 สัปดาห์ ถึง 9 เดือน บางการศึกษาได้ติดตามผลหลังการฝึกฝนไปถึง 1 ปี โดยส่วนมากจะใช้ระยะเวลาในการฝึกโยคะครั้งละ 60 -90 นาที ความถี่ 3 วันต่อสัปดาห์ สิ้นสุดโปรแกรม 3 หรือ 6 เดือน ทำนองเดียวกัน หลักการในการยืดกล้ามเนื้อแบบคงค้าง (static stretching) ให้ยืดกล้ามเนื้อค้างไว้ 15 -30 วินาที ทำซ้ำ 2- 4 ครั้ง อย่างน้อย 2-3 วันต่อสัปดาห์ ก็ถือว่าการยืดกล้ามเนื้อที่มีประสิทธิภาพและสามารถเพิ่มความถี่ของการยืดกล้ามเนื้อได้ถึง 5 -6 วันต่อสัปดาห์ นอกจากนี้การฝึกในช่วงเช้าจะพบว่ามีความยืดหยุ่นของร่างกายน้อยกว่าช่วงเย็น อย่างไรก็ตามหากไม่สามารถฝึกในช่วงเช้าหรือเย็น ก็สามารถฝึกได้ในช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยลำดับท่าทางในการฝึก จะเริ่มจากท่าทางพื้นฐานอย่างง่ายและค่อยๆเพิ่มลำดับ ความยากตามความสามารถของผู้ฝึกฝน โดยมีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำและช่วยตลอดระยะเวลาของการฝึก แต่ถ้าหากผู้ฝึกฝนมีความชำนาญในการจัดทำท่าและลำดับของร่างกายแล้วสามารถฝึกฝนด้วยตัวเองได้

2.3.2. ข้อควรปฏิบัติและข้อควรระวังในการฝึกโยคะ

- 1) ผู้ฝึกต้องรู้ว่าตนเองฝึกโยคะแบบใดและควรหลีกเลี่ยงการฝึกหลายๆ แบบพร้อมๆกัน เพราะอาจทำให้ผู้ฝึกได้รับอันตรายหรือบาดเจ็บ เนื่องจากโยคะแต่ละแบบมีหลักและวิธีการฝึกที่แตกต่างกัน
- 2) ผู้ที่ยังไม่เคยฝึกโยคะ ควรมีความรู้ให้คำแนะนำเพื่อให้มั่นใจว่าปฏิบัติท่าได้อย่างถูกต้อง หลังจากที่มีพื้นฐานเพียงพอแล้วก็สามารถฝึกเองได้
- 3) ควรมีผ้าเช็ดตัว เสื้อหรือเบาะปูรองพื้นในการฝึกแต่ละครั้ง

- 4) ผู้ฝึกควรสวมเสื้อผ้าที่เหมาะสม พอดีตัว ไม่แน่นหรือหลวมจนเกินไป เนื้อผ้ามีความยืดหยุ่นได้ดีเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนไหว
- 5) ควรฝึกบนพื้นที่เรียบ ควรหลีกเลี่ยงการฝึกบนพื้นที่ไม่สม่ำเสมอเพราะทำให้การรับรู้เกี่ยวกับตำแหน่งของร่างกายในท่าต่างๆ ผิดไปจากความเป็นจริง
- 6) เลือกฝึกในสถานที่ซึ่งสะอาด มีอากาศถ่ายเท ไม่มีเสียงและสิ่งรบกวนที่yakต่อการฝึกจิตให้เกิดสมาธิ ไม่ฝึกในช่วงที่อึดหรือกระเพาะอาหารเต็มเพราะทำการเคลื่อนไหวต่างๆ เช่นท่าที่ต้องมีการบิดตัวหรือเกร็งหน้าท้องอาจทำให้ผู้ฝึกเกิดอาการวิงเวียนหรือคลื่นไส้ได้
- 7) ไม่ควรฝึกในขณะที่รู้สึกหิวมาก หากหลีกเลี่ยงไม่ได้ควรจิบน้ำหรือน้ำชาเล็กน้อยเพื่อไม่ให้กระเพาะว่างจนเกินไปหรือมีโอกาสเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ
- 8) ควรไปเข้าห้องน้ำก่อนเริ่มการฝึก
- 9) การเหยียดยัดที่เกี่ยวกับกระดูกสันหลังต้องระมัดระวังแรงกดที่จะเกิดขึ้นกับทุกส่วนของกระดูกสันหลัง หากมากเกินไปอาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บส่วนต่างๆ ของกระดูกสันหลังได้
- 10) ควรงดการฝึกหรือแจ้งให้ผู้ควบคุมการสอนทราบเพื่อตัดสินใจออกแบบการฝึกหรือหยุดการฝึกเมื่อมีความผิดปกติต่างๆ เช่น มีไข้ ไอจาม (ระวังการแพร่สู่ผู้ฝึกคนอื่นๆ) หรืออาการบาดเจ็บต่างๆ
- 11) ผู้ที่มีปัญหาเกี่ยวกับความดันโลหิตไม่ว่าจะสูงหรือต่ำ สามารถฝึกโยคะได้แต่ต้องเลือกท่าที่เหมาะสม ควรดเว้น ท่าที่ยืนด้วยมือและยืนด้วยศีรษะตลอดจนท่าที่ศีรษะชี้ลงพื้นและเท้าชี้ขึ้นในอากาศทั้งหลาย รวมถึงท่าก้มตัวในรูปแบบต่างๆ
- 12) ผู้ฝึกที่มีโรคประจำตัว เช่น ความดันโลหิต เวียนหัวบ่อย ฯลฯ และมีปัญหาเกี่ยวกับการบาดเจ็บหรือความผิดปกติทางกายควรแจ้งให้ครูสอนทราบเพื่อเพิ่มความระมัดระวังในการฝึกยิ่งขึ้น
- 13) ศตริที่มีรอบเดือนสามารถฝึกโยคะได้ แต่ควรหลีกเลี่ยงท่ายืนด้วยมือและยืนด้วยศีรษะ สำหรับผู้ที่มีอาการปวดและเกร็งบริเวณหน้าท้องหรือเอวมากควรงดฝึก
- 14) ศตริที่เริ่มตั้งครรภ์สามารถฝึกโยคะได้เป็นบางท่า อย่างไรก็ตามเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับตัวผู้ฝึกเอง ผู้หญิงที่ตั้งครรภ์ควรปรึกษาผู้ที่มีความชำนาญด้านโยคะเพื่อเลือกท่าที่เหมาะสมและปลอดภัย
- 15) การฝึกหรือพยายามฝึกในท่ายากหรือยึดอยู่ในท่านั้นนานเกินไปจนเกิดความสามารถของตนเอง เป็นสาเหตุของการเกิดการบาดเจ็บ การคงอยู่ในท่าจะทำประมาณ 10 - 30 วินาที แต่

ถ้าผู้ฝึกเหนื่อยหรือเริ่มตึงมากจนทนไม่ไหวสามารถคลายทำได้ อาการสั่นของแขน ขา หรือส่วนอื่นๆของร่างกาย เป็นสัญญาณเตือนให้รู้ว่าผู้ฝึกฝืนตัวเองมากเกินไป

16) การฝึกใหม่ๆให้ลิ้มรสชาติเพื่อจัดทำให้ถูกต้องเหมาะสม ตรวจสอบความถูกต้องของเส้นแนวแขน ขา หลังจากจัดทำทางได้ถูกต้องแล้ว จะหลับตาขณะอยู่ในท่าก็สามารถทำได้

17) ในการฝึกโยคะทุกๆท่าให้ใช้วิธีการหายใจทางจมุก ไม่ควรหายใจทางปาก ฝึกหายใจเข้า ออกให้ลึกและช้า ไม่ต้องกลั้นหายใจ เว้นแต่ในกรณีที่มีการฝึกปราณแบบที่ต้องกลั้นหายใจเท่านั้น

18) การฝึกควรเริ่มต้นจากท่าที่ง่าย การใช้อุปกรณ์ช่วยฝึกไม่ใช่เรื่องที่น่าอายเพราะโยคะไม่ใช่การแข่งขัน ผู้ฝึกไม่ได้ฝึกเพื่อไปแข่งกับคนอื่น โยคะไม่มีท่าบังคับ ผู้ฝึกควรเลือกท่าในการฝึกโดยพิจารณาที่วัตถุประสงค์ในการฝึกโยคะ ผู้ฝึกต้องมีสติ และรู้จักความสามารถของตนอยู่ตลอดเวลา

19) การฝึกที่ได้ผลคืออย่างแท้จริงต้องทำทั้งกายและจิต นั่นคือปฏิบัติท่าต่างๆอย่างมีสติ และหายใจเข้าออกอย่างเป็นระบบ

20) ผู้ฝึกโยคะใหม่ๆควรพยายามทำท่าให้ถูกต้องก่อน ไม่ต้องกังวลเรื่องการหายใจมากเกินไป การฝึกที่ได้ผลคืออย่างแท้จริงต้องทำทั้งกายและจิต นั่นคือปฏิบัติท่าต่างๆอย่างมีสติ และหายใจเข้าออกอย่างเป็นระบบ

21) ท่าจบในการฝึก ต้องจบด้วยท่าศพอาสนะเสมอเพื่อให้ร่างกายและจิตใจผ่อนคลายอย่างมากที่สุด

2.3.3. ประโยชน์ของการฝึกโยคะ

จากการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ในหลายๆด้านภายหลังการฝึกโยคะ เช่น การมีส่วนช่วยลดความเครียด ลดความเจ็บปวด มีการไหลเวียนของเลือด ช่วยในการลดน้ำหนัก เพิ่มความสามารถในการคงสมดุลร่างกาย เพิ่มความยืดหยุ่นของร่างกาย และเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เป็นต้น โดยสามารถแบ่งผลจากการฝึกโยคะจากการศึกษาที่ผ่านมาได้ดังนี้

- ผลทางจิตวิทยา พบว่าการฝึกโยคะสามารถทำให้ผู้ฝึกมีสมาธิ ลดความตึงเครียด ลดความวิตกกังวล ลดภาวะซึมเศร้าและทำให้คุณภาพการนอนเพิ่มขึ้น^(2,3)
- ผลในการลดปวด พบว่าในกลุ่มของบุคคลที่มีโรคปวดกล้ามเนื้อเรื้อรังแล้วฝึกโยคะทำให้ลดอาการปวดเหล่านั้นลดลง การศึกษาส่วนใหญ่จะศึกษาในกลุ่มกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง โดยพบว่าการฝึกโยคะตามแนวคิดพื้นฐานซึ่งประกอบด้วย ท่าทาง (asana) ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ ร่วมกับการฝึกการหายใจ (pranayamas) และการทำสมาธิ ที่อยู่

ภายใต้การดูแลของผู้เชี่ยวชาญด้านโยคะ สามารถลดอาการปวดได้มากกว่าการออกกำลังกายโดยทั่วไป

- ผลต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด พบว่า การฝึกโยคะสามารถลดความเสี่ยงในการเป็นโรคทางหัวใจและหลอดเลือดได้ จากการศึกษาที่ผ่านมา เมื่อผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับการฝึกโยคะ สามารถลดคอเรสเตอรอลในเลือดได้ถึง 23% เมื่อเปรียบเทียบกับการออกกำลังกายทั่วไปที่สามารถลดคอเรสเตอรอลได้เพียง 4% นอกจากนี้การฝึกโยคะยังช่วยลดความเสี่ยงในการเป็นโรคความดันโลหิตสูงได้อีกด้วย

- ผลทางกายภาพของโยคะ พบว่า ผลของโยคะในด้านของการช่วยลดน้ำหนัก เพิ่มความสามารถในการควบคุมสมดุลของร่างกาย ความยืดหยุ่นและความแข็งแรงของร่างกาย ในแง่ของความยืดหยุ่นของร่างกาย พบว่า การศึกษาที่ผ่านมาได้เปรียบเทียบผลของการฝึกโยคะแบบหะฐะโยคะกับการเหยียดยืดกล้ามเนื้อ (stretching) ในกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (hamstring) โดยหลังการฝึกฝน 4 สัปดาห์มีค่าความยืดหยุ่นของ hamstring เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p\text{-value}<0.05$)

- ผลทางสรีรวิทยาของโยคะ จากการศึกษาก่อนหน้านี้จำนวนมาก แสดงให้เห็นถึงผลของโยคะต่ออัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต คลื่นไฟฟ้าหัวใจ การทำงานของระบบหัวใจ การทำงานของระบบหายใจและการอัตราการใช้ออกซิเจน ในแง่ของอัตราการเต้นของหัวใจนั้น พบว่า การฝึกโยคะในช่วงแรกทำให้มีการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ แต่เมื่อทำการฝึกในระยะเวลา 4 สัปดาห์ ร่างกายมีการปรับตัวต่ออัตราการเต้นของหัวใจลดลง⁽⁵⁷⁾ นอกจากนี้การฝึกโยคะยังสามารถทำให้ความดันโลหิตมีการปรับตัวลดลงอีกด้วย อีกการศึกษาหนึ่งได้ทำศึกษาผลของการฝึกโยคะแบบหะฐะโยคะในกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (hamstring) โดยจัดเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิคในระดับความหนักต่ำ (low intensity aerobic exercise) ร่วมกับการกำหนดการหายใจ (breathing) และการทำสมาธิ (meditation) เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่ากล้ามเนื้อมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น (muscle strength) มีความยืดหยุ่นเพิ่มมากขึ้น (muscle flexibility) ระบบการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น (cardiovascular fitness) ระบบการหายใจและปอดทำงานดีมากขึ้น (respiratory and pulmonary function) อย่างมีนัยสำคัญ ($p\text{-value}<0.05$)

2.3.4. ผลของโยคะกับการยืดกล้ามเนื้อ

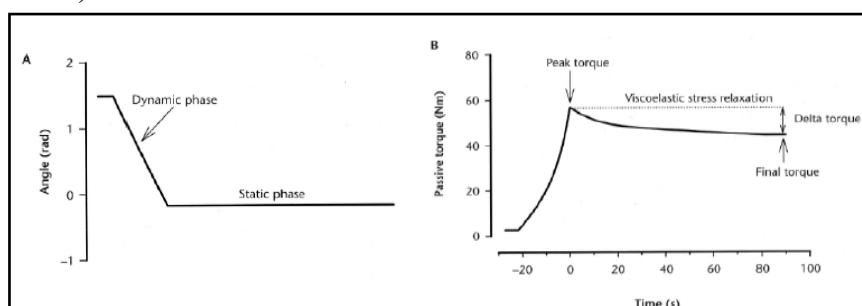
ลักษณะของการฝึกหะฐะโยคะ คือ การเคลื่อนไหวเข้าสู่ท่าแล้วค้างไว้ระยะเวลาหนึ่ง จากนั้นเคลื่อนไหวออกจากท่า แล้วทำต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จะเห็นได้ว่าการฝึกหะฐะโยคะมี

ความคล้ายกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (dynamic stretching) เป็นไปในการทำงานเกี่ยวกับการศึกษาของ Gothe และ McAuley ในปี ค.ศ. 2016⁽²²⁾ ที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความแข็งแรงและความยืดหยุ่นระหว่างหะฐะโยคะและการยืดกล้ามเนื้อปกติพบว่า ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ทั้ง 2 กลุ่มมีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การยืดกล้ามเนื้อแบบคงค้าง (static stretching) เป็นวิธีการยืดเหยียดวิธีหนึ่งที่เป็นการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อและความยืดหยุ่น ของเนื้อเยื่อที่มีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูง จึงมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยยืดกล้ามเนื้อที่ต้องการเพิ่มความยืดหยุ่นอย่างช้าๆจนกระทั่งไม่สามารถยืดต่อไปได้ จากนั้นให้ค้างไว้ ณ ตำแหน่งนั้นเป็นเวลา 30 วินาที ซึ่งระยะเวลาดังกล่าว เป็นระยะเวลาที่มีประสิทธิภาพในการยืดกล้ามเนื้อมากที่สุดแล้วควรทำช้าๆอย่างน้อย 3-4 ครั้งต่อกกล้ามเนื้อ 1 มัด ตามคำแนะนำของ The American College of Sports Medicine (ACSM) ในปี ค.ศ. 2013⁽³⁴⁾

หลักทางชีวกลศาสตร์และสรีรวิทยาของการยืดกล้ามเนื้อ

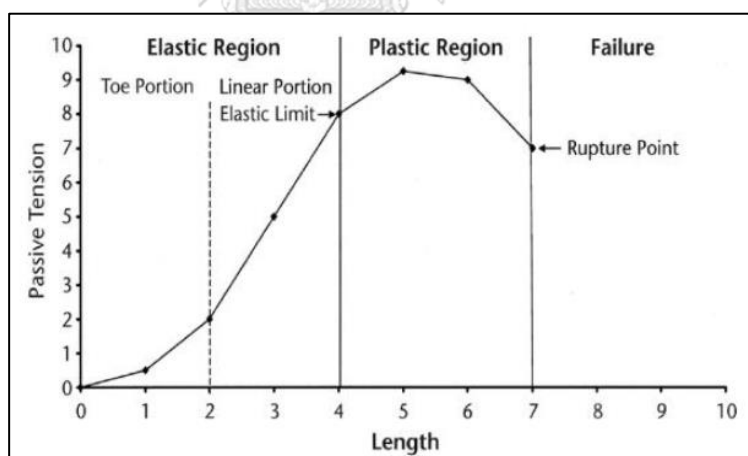
(1) หลักทางชีวกลศาสตร์เนื้อเยื่อและการตอบสนองต่อการยืดกล้ามเนื้อ

Viscoelastic deformation : สามารถทำได้ด้วยการยืดกล้ามเนื้อให้อยู่นิ่งๆ ค้างไว้ ณ จุดหนึ่งเป็น ระยะเวลาหนึ่ง ร่วมกับถูกยืดด้วยความแรงและระยะเวลาที่มากพอหรือความถี่ที่มากพอ จะพบว่าแรงต้านหรือความหนืด ของกล้ามเนื้อต่อการยืดจะค่อยๆลดลง ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า viscoelastic stress relaxation การยืดแบบ constant load stretching เช่นการใช้ fixed torque สามารถใช้ในการทดสอบคุณสมบัติของ creep ซึ่งเป็นคุณสมบัติของเนื้อเยื่อที่จะเปลี่ยนรูปได้เมื่อมีแรงคงที่น้อยๆมากระทำต่อเนื้อเยื่อเป็นระยะเวลานาน เมื่อแรงยืดคงที่เนื้อเยื่อจะเกิดการคลายตัวเพิ่มความยาวมากขึ้นหรือเกิดการเปลี่ยนรูปได้ หากมีแรงกระทำซ้ำๆกันมากเกินไปจะทำให้เกิดความเสียหายจากภาวะความล้า (fatigue failure) ซึ่งหากเกิดที่กระดูกเรียกว่ากระดูกหักล้า (stress fracture) หากเกิดที่ tendon เรียกว่า เอ็นอักเสบ (tendonitis)



ภาพที่ 2 แสดง Viscoelastic stress relaxation during static stretching⁽¹⁾

Plastic deformation of connective tissue อธิบายด้วย กราฟแรงเครียดแรงเค้น (stress - strain curve) ได้ว่า แรงที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเนื้อเยื่อขึ้นกับความแข็งแรงของเนื้อเยื่อ และความแข็งแรงของเนื้อเยื่อขึ้นกับความสามารถในการต้านแรงภายนอก แรงเครียด(stress) หมายถึง แรงที่ใช้ในการเปลี่ยนรูปของเนื้อเยื่อ แรงเค้น (strain) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อมี แรงมากระทำ จากกราฟแรงเครียดแรงเค้น ดังภาพที่ 2 จะแบ่งออกเป็น 4 ระยะจากคุณสมบัติทางชีวกลศาสตร์ของเนื้อเยื่อ การยืดกล้ามเนื้อจึงควรให้แรงที่เพียงพอที่จะยืดกล้ามเนื้อให้เข้าสู่ช่วงพลาสติก (plastic region) แต่ไม่มากเกินไปจนทำให้เนื้อเยื่อฉีกขาด (rupture point) และให้เป็นระยะเวลาสั้นเพื่อให้เกิด creep อันจะส่งผลให้เนื้อเยื่อถูกยืดยาวออกอย่างถาวร ควรยืดกล้ามเนื้อซ้ำๆ หลายครั้งเพื่อให้เนื้อเยื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นและ ยืดได้ง่ายขึ้น ดังนั้น ในการยืดกล้ามเนื้อ เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำเนื้อเยื่อจะตอบสนองต่อสภาพความยืดหยุ่น (elasticity) จนกว่าแรงนั้นจะ มากกว่าแรงดึงภายในกล้ามเนื้อเอง หากแรงที่ให้มากกว่าแรงดึงภายในกล้ามเนื้อจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ถาวร8 คือเข้าสู่สภาพพลาสติก (plasticity) เมื่อหยุดให้แรงภายนอกเนื้อเยื่อจะถูกยืดออกเป็นบางส่วน เกิดจากการตอบสนองของส่วนที่เป็น plasticity แต่บางส่วนจะกลับสู่สภาพเดิมจากคุณสมบัติ elasticity



ภาพที่ 3 แสดง Model passive length/tension curve⁽¹⁾

หลักทางสรีรวิทยาของเนื้อเยื่อและการตอบสนองต่อการยืดกล้ามเนื้อ

ปลายประสาทรับรู้อากัปกริยา (proprioceptors) ที่มีส่วนสำคัญ ในการยืดกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle spindle) และตัวรับความรู้สึกในเอ็นกล้ามเนื้อ (golgi tendon organ) ซึ่งมีหน้าที่รับรู้การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของกล้ามเนื้อหรือข้อต่อโดยส่งข้อมูลไปยังไขสันหลังตลอดเวลา เส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle spindles)

เป็นตัวรับความรู้สึกที่รับรู้การเปลี่ยนความยาวของกล้ามเนื้อ ตอบสนองกับการกระตุ้นทั้งการยืดแบบเร็ว (quick stretch) และแบบคงค้าง (static stretch) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อเกิดขึ้น เมื่อเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle spindles) จะส่งสัญญาณประสาทผ่านส่วน gamma motor neuron ไปที่ไขสันหลัง เพื่อให้ส่งกระแสประสาทผ่าน alpha motor neuron เพื่อสั่งให้เกิดการตอบสนองต่อการยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยอัตโนมัติ (stretch reflex) เช่น ใช้ในการควบคุมการทรงท่าของร่างกาย ตัวรับความรู้สึกในเอ็นกล้ามเนื้อ (golgi tendon organ) จะอยู่บริเวณรอบ musculotendinous junction มีหน้าที่ในการป้องกันการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ ด้วยกระบวนการที่เรียกว่า autogenic inhibition ถูกกระตุ้นจากการที่กล้ามเนื้อหดตัวและไปยึดบริเวณ musculotendinous junction ทำให้เส้นประสาทรับความรู้สึก ส่งผลให้ไปยับยั้งการทำงานของ alpha motor neuron และทำให้กล้ามเนื้อมีการคลายตัว

2.3.5. ผลของโยคะต่อความแข็งแรง

การฝึกหะฐะโยคะช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรวมถึงสมรรถภาพทางกายด้านอื่นๆ จากการศึกษาของ Gaurav V. และคณะ ในปี ค.ศ. 2011⁽¹⁹⁾ ได้ศึกษาผลของหะฐะโยคะต่อสุขภาพทางกายได้แก่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความทนทาน ความคล่องตัว พลัง ความเร็ว และความทนทานของหัวใจและปอด ในกลุ่มนักเรียนชายของคณะพลศึกษาช่วงอายุ 18 -24 ปี โดยในกลุ่มโยคะต้องทำการฝึกครั้งละ 80 นาที แบ่งเป็นช่วงอาสนะ 40 นาที จำนวน 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยทำอาสนะประกอบด้วย surya namaskar, vakrasana, vidalaksana, pascimottanasana, mada mudra, vrksasana, virabhadrasana, trikonasana ผลการฝึกพบว่า มีสมรรถภาพทางกายการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นทุกด้าน โดยเฉพาะความแข็งแรงที่วัดด้วย sit - up test มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับการศึกษาของ Lau C. และคณะ ในปี ค.ศ. 2015⁽⁵⁸⁾ ที่ศึกษาผลของการฝึกหะฐะโยคะเป็นเวลา 12 สัปดาห์ต่อระบบความทนทานของหัวใจและปอด (cardiovascular endurance) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (muscle strength) ความทนทาน (endurance) และความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ (flexibility) ในกลุ่มชาวจีนเพศชายและเพศหญิง ช่วงอายุเฉลี่ย 52 ± 7.5 ปี ซึ่งในกลุ่มโยคะจะได้ฝึกสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 60 นาที โดยใช้ทำอาสนะหมุนเวียนตลอดการศึกษาทั้งหมด 57 ท่า พบว่าในกลุ่มโยคะมีสมรรถภาพทางกายการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น ความแข็งแรงที่ใช้ push - up test และ sit - up test มีค่าเพิ่มมากขึ้นกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ในส่วนการศึกษาของ Wang M. Y. และคณะในปี ค.ศ. 2016⁽⁵⁹⁾ ได้ทำการศึกษาถึงผลของโยคะเป็นเวลา 32 สัปดาห์ต่อ functional

performance, strength, flexibility, และ balance ในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีอายุเฉลี่ย 70 ± 3 ปี โดยทุกคนจะได้ฝึกหะฐะโยคะ เป็นเวลาครั้งละ 60 นาที จำนวน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำอาสนะในการฝึกประกอบไปด้วยท่า chair, wall plank, tree, warrior I, warrior II, downward facing dog, side stretching, cobra, bridge, and abdominal cultivation, side stretch, crescent, one - legged balance, recumbent leg stretch, bridge, abdominal cultivation ผลการศึกษาพบว่าตัวชี้วัดของสมรรถภาพทางกายทุกอย่างดีขึ้น ความแข็งแรงของขาวัดด้วยการทำ isometric กับเครื่อง isokinetic และของแขนที่วัดด้วย hand held dynamometer มีความแข็งแรงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

2.3.6. โยคะกับการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย

จากการรวบรวมการศึกษาเรื่องโยคะที่ผ่านมา ยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับโยคะและการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายโดยเฉพาะ แต่จากผลการศึกษาของ Luxmi ในปี ค.ศ. 2015⁽²⁶⁾ ที่ศึกษาถึงประโยชน์ของการฝึกโยคะในนักกีฬาชนิดต่างๆ พบว่า ภายหลังจากฝึกฝนเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง นักกีฬามีการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพทางกายไปในทางที่ดีขึ้น อันดับแรก คือ เรื่องความแข็งแรง ในนักกีฬาว่ายน้ำ วิ่ง ฟุตบอลและปั่นจักรยาน มีค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในกลุ่มที่ใช้ในการฝึกฝนและกลุ่มแกนกลางของลำตัวเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนฝึกและเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก รองลงมา เรื่องความยืดหยุ่น ในนักกีฬาว่ายน้ำและนักกีฬาวิ่งมีค่าความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นทั้งในข้อต่อและกล้ามเนื้อ ทำให้มุมในการเคลื่อนไหวไม่โดนจำกัดส่งผลให้รูปแบบในการเคลื่อนไหวเป็นปกติ กล้ามเนื้อสามารถออกแรงในการทำงานได้ดีมากยิ่งขึ้น ลำดับถัดมาส่งผลให้ระบบการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น (cardiovascular fitness) ระบบการหายใจและปอดทำงานดีมากขึ้น (respiratory and pulmonary function) การไหลเวียนเลือดภายในร่างกายดีขึ้น และลำดับสุดท้ายคือ เรื่องจิตใจ ในนักกีฬาที่ได้รับการฝึกมีสมาธิมากขึ้นจากการควบคุมลมหายใจในระหว่างการฝึกท่าทาง รับรู้ถึงการเคลื่อนไหวของร่างกายได้ดีมากขึ้น (proprioception) อีกทั้งยังช่วยลดความตึงเครียดและความวิตกกังวลที่เกิดขึ้นขณะแข่งขันได้ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Rachiwong S. และคณะในปี ค.ศ. 2015⁽²⁸⁾ เรื่องความยืดหยุ่นและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้ที่มีปัญหาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการทำงานภายหลังจากการได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายแบบหะฐะโยคะ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ จำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละ 90 นาที โปรแกรมแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงแรกคือฝึกการหายใจ (pranayama) ช่วงที่สองคือทำท่าทางโยคะ (asana) ได้แก่ ท่า janu srisasana (head to knee), paschimottanasana

(bending forward in sitting posture), virasana (hero pose), bhujanasana (cobra pose), makarasana (crocodile pose), balasana (child's pose), supta baddha konasana (reclining bound angle posture), savasana (corpse pose) และ ช่วงสุดท้ายคือ ช่วงผ่อนคลาย (relaxing) พบว่า ภายหลังจากเข้าร่วมโปรแกรมนี้ ผู้ที่มีปัญหาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ มีปัญหาลดลง จากค่าความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ เพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการของ Daniel J. และคณะในปี ค.ศ. 2014⁽²⁴⁾ ที่ให้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบ หะฐะโยคะ ในกลุ่มอาสาสมัครเพศหญิงที่มีสุขภาพแข็งแรง เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ การศึกษานี้เน้นไปที่กลุ่มกล้ามเนื้ออย่างครึ่งล่าง โดยเฉพาะกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (hamstrings muscle) โดยมีท่าทางคือ downward facing dog pose, lunae pose, standing forward bend, triangle pose และ head to knee pose พบว่าค่าความยืดหยุ่น (flexibility) ของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง มีค่าเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญ (p-value<0.05) และที่สำคัญค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อยังเพิ่มขึ้น เมื่อนำโปรแกรมการออกกำลังกายแบบหะฐะโยคะมาเปรียบเทียบกับโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทั่วไป (Strengthening and Stretching) ในการศึกษาของ Neha P. และคณะในปี ค.ศ. 2014⁽²⁷⁾ ที่ทำการศึกษาในอาสาสมัครเพศชายที่ออกกำลังกายเป็นประจำ จำนวน 118 คน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยมีกลุ่มกล้ามเนื้อเป้าหมายคือครึ่งล่างกลุ่ม หะฐะโยคะจะได้รับท่าทาง คือ warrior pose, easy lotus pose และ sun salutation ร่วมกับฝึกการหายใจภายใต้การควบคุมของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ในกลุ่มหะฐะโยคะมีค่าความยืดหยุ่นและค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังเพิ่มขึ้นจากก่อนได้รับโปรแกรมและเพิ่มมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มออกกำลังกายแบบทั่วไป จากการศึกษาที่กล่าวมาเบื้องต้น ภายหลังจากได้รับโปรแกรมการฝึกหะฐะโยคะทั้งในนักกีฬาและบุคคลสุขภาพดีทั่วไป สมรรถภาพทางกายไม่ว่าจะเป็น ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบการหายใจและสภาวะทางจิตใจของผู้ที่ได้รับการฝึกมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น จึงเป็นที่น่าสนใจว่าประโยชน์ของการออกกำลังกายแบบหะฐะโยคะ ครอบคลุมเป้าหมายในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายภายหลังจากแข่งขันและการฟื้นฟูเหมือนกับเทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว ที่เป็นที่นิยมในนักกีฬาฟุตบอลขณะนี้ อีกทั้งยังครอบคลุมในเรื่องการป้องกันปัจจัยเสี่ยงในการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

สรุปผลจากการทบทวนวรรณกรรม

จากการทบทวนวรรณกรรมเบื้องต้น โปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายส่งผลดีต่อสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาภายหลังการใช้ฝึกซ้อมหรือการแข่งขันกีฬาฟุตบอล ในปัจจุบัน โปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายที่ได้รับความนิยม คือ โปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว แต่ยังไม่มีการศึกษาก่อนหน้าที่กล่าวว่าเทคนิคใดเป็นเทคนิคที่ได้ผลดีมากที่สุด ต่อสมรรถภาพทางกายในด้านความแข็งแรงและความยืดหยุ่น ทางผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่า หะฐะโยคะ น่าจะเป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่สามารถฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายได้ดี ไม่ว่าจะเป็นเรื่องความแข็งแรง ความยืดหยุ่น ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบการหายใจรวมไปถึงสภาวะทางจิตใจของนักกีฬาที่ได้รับโปรแกรมด้วย ดังนั้น จึงเป็นที่มาของการศึกษาในครั้งนี้ที่ต้องการศึกษาถึงความแตกต่างของผลจากเทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบกิจกรรมการเคลื่อนไหวระหว่างเทคนิคหะฐะโยคะกับเทคนิคฟิฟฟ้า 11⁺ และ เทคนิคพื้นฐานภายหลังการออกกำลังกายส่วนขาด้วยระดับความหนักสูงสุดในนักกีฬาฟุตบอลชาย



บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงการทดลองในมนุษย์ (human experimental study) ในนักกีฬาฟุตบอลเพศชาย อายุ 18-29 ปี

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากรเป้าหมาย คือ นักกีฬาฟุตบอลชาย ที่มีอายุ 18-29 ปีและอยู่ในระดับการแข่งขันของมหาวิทยาลัยหรือสโมสรฟุตบอล

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ นักกีฬาฟุตบอลชาย ที่มีอายุ 18-29 ปีและอยู่ในระดับการแข่งขันของมหาวิทยาลัยหรือสโมสรฟุตบอล

ตัวอย่าง คือ นักกีฬาฟุตบอลเพศชาย ที่มีอายุ 18-29 ปี อยู่ในระดับการแข่งขันของมหาวิทยาลัยหรือสโมสรฟุตบอล มีประวัติการฝึกซ้อมตามเกณฑ์การคัดเลือกเข้าศึกษาและลงนามยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ซึ่งประชากรทั้งหมดจะได้รับการสุ่มจากระบบคอมพิวเตอร์ แบ่งประชากรออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

ประชากรในกลุ่มทดลอง (experimental group) จำนวน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคหฐะโยคะและเทคนิคไฟฟ้า 11⁺

ประชากรในกลุ่มควบคุม (control group) จำนวน 1 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายด้วยเทคนิคพื้นฐาน

เกณฑ์การคัดเลือกเข้าศึกษา

- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นนักกีฬาฟุตบอลเพศชาย อายุระหว่าง 18-29 ปี
- เป็นนักกีฬาฟุตบอล หมายถึง เป็นนักกีฬาฟุตบอลอยู่ในทีมที่มีการแข่งขันระดับมหาวิทยาลัยหรือสโมสรฟุตบอล มีการฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอ 3-5 วันต่อสัปดาห์ โดยใช้ระยะเวลาในการฝึกซ้อมต่อเนื่องอย่างน้อย 90 นาทีต่อวัน
- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นผู้ที่มีสุขภาพดี ไม่มีอาการปวดหรือได้รับการบาดเจ็บบริเวณร่างกายส่วนล่างขณะเข้าร่วมงานวิจัย
- ผู้เข้าร่วมงานวิจัย มีค่าดัชนีมวลกาย (body mass index; BMI) อยู่ในเกณฑ์ปกติ 19.0-23.0 กิโลกรัม/ตารางเมตร² (BMI 19.0-23.0 kg/m²)
- ไม่มีประวัติการบาดเจ็บที่กล้ามเนื้อบริเวณร่างกายส่วนล่าง ภายในระยะเวลา 6 เดือนก่อนหน้าเข้าร่วมงานวิจัย

เกณฑ์การคัดออกจากการศึกษา

- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยอยู่ในสภาวะเจ็บป่วยหรือได้รับการบาดเจ็บที่เป็นอุปสรรคต่อการทดลอง
- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยมีการออกกำลังกาย ฝึกซ้อมอย่างหนักหรือมีเกมส์การแข่งขันก่อนหน้าเข้าร่วมงานวิจัย 24 ชั่วโมง
- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยมีอาการกล้ามเนื้อหรือการเจาะเลือด
- ค่าระดับของกำลังสูงสุดในขณะปั่น (peak power output) กระจุนอาการล้าในรอบที่ 2 มีค่าลดลงไม่ถึงครึ่งหนึ่งของรอบที่ 1
- ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมงานวิจัย

การคำนวณขนาดตัวอย่าง

กลุ่มของประชากรตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้มาจากการคำนวณหากลุ่มประชากร ซึ่งอ้างอิงจากการศึกษาที่ผ่านมาของ Paul Menzies และคณะ ในปี 2010⁽⁵⁴⁾ ที่ทำการศึกษาถึงผลการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายของอาสาสมัครเพศชายที่มีการออกกำลังกายเป็นประจำ จำนวน 10 คน มีอายุเฉลี่ย 21 ปี โดยให้โปรแกรมการออกกำลังกายกระตุ้นการล้าโดยการวิ่งที่ระดับความหนัก 90% VO_{2max} เป็นระยะเวลา 5 นาที แล้วเข้าโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายในทันที โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มเทคนิค active recovery ปั่นจักรยานไม่มีน้ำหนักด้านที่ความเร็ว 50-70 รอบต่อนาทีและกลุ่ม passive recovery ที่นั่งพักโดยไม่ทำกิจกรรมใดๆ พบว่า ค่า blood lactate concentration ของกลุ่ม active recovery มีค่าสูงสุดหลังได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายกระตุ้นการล้าในนาที่ที่ 5 โดยมีค่าเฉลี่ย (Mean \pm SD) เท่ากับ 8.3 ± 3.07 มิลลิโมลต่อลิตรและภายหลังการได้รับโปรแกรมการฟื้นฟูในนาที่ที่ 15 มีค่าเฉลี่ย (Mean \pm SD) เท่ากับ 5.6 ± 2.49 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งมีการลดลงมากกว่าในกลุ่ม passive recovery จึงนำไปคำนวณเพื่อหาขนาดของกลุ่มประชากรตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับ Analysis of variance^(60, 61) ดังนี้

<p>Effect size for a between groups ANOVA</p> <p>The formula is:</p> $\eta^2 = \frac{\text{Treatment Sum of Squares}}{\text{Total Sum of Squares}}$ <p>So if we consider the output of a between groups ANOVA (output of a random example from SPSS software):</p>	
--	--

Effect Size Calculators

Calculate Cohen's d and the effect-size correlation, r_{YX} , using --

- means and standard deviations
- independent groups t test values and df

For a discussion of these effect size measures see Effect Size Lecture Notes

Calculate d and r using means and standard deviations

Calculate the value of Cohen's d and the effect-size correlation, r_{YX} , using the means and standard deviations of two groups (treatment and control).

Cohen's $d = M_1 - M_2 / \sigma_{\text{pooled}}$
 where $\sigma_{\text{pooled}} = \sqrt{[(\sigma_1^2 + \sigma_2^2) / 2]}$

$r_{YX} = d / \sqrt{d^2 + 4}$

Note: d and r_{YX} are positive if the mean difference is in the predicted direction.

Group 1	Group 2
M_1 8.3	M_2 5.6
SD_1 3.07	SD_2 2.49
Compute	Reset
Cohen's d 0.9659813	effect-size r 0.4349185

Results

The highlighted field denotes which variable is calculated. Reset

Statistical Test	Number of Groups	Sample Size	Power	Effect size	Significance Level
ANOVA	3	17.630	0.800	0.44	0.05

ดังนั้น จำนวนกลุ่มตัวอย่างต่อกลุ่ม คือ กลุ่มละ 18 คน และเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างอีก 10 % เพื่อป้องกันการขาดหายในกรณีที่มีโอกาสการถอนตัวของประชากร จำนวนคนต่อกลุ่ม = 18 คน, คิดเพิ่ม 10% จากจำนวนคนต่อกลุ่ม = $18 \times 1.1 = 19.8$ คนหรือประมาณ 20 คนต่อกลุ่ม, จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด คือ 60 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) คือ คัดเลือกเฉพาะนักกีฬาฟุตบอลเพศชายที่อยู่ในเกณฑ์การคัดเลือกเข้าศึกษาและสมัครใจเข้าร่วมเป็นอาสาสมัคร

การเข้าถึงอาสาสมัคร

ผู้วิจัยได้ทำการติดประกาศประชาสัมพันธ์รายละเอียดของการศึกษาวิจัยแบบย่อ ตามจุดประชาสัมพันธ์ของมหาวิทยาลัย รวมทั้งการประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อออนไลน์ต่างๆ เช่น Facebook, Line, เป็นต้น หลังจากนั้นทำการนัดอาสาสมัครที่มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์คัดเลือกเข้าศึกษา มาพบที่ห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์การ กีฬา ชั้น 4 อาคารแพทยพัฒน์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยผู้วิจัยจะให้ข้อมูล คำอธิบายถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น

และประโยชน์ที่จะรวมทั้งเปิดโอกาสให้อาสาสมัครสอบถามรายละเอียดเกี่ยวกับการศึกษาวิจัย
ตอบข้อสงสัยและให้เวลาในการตัดสินใจเข้าร่วมงานวิจัยอย่างอิสระ ก่อนลงนามเข้าร่วมยินยอมใน
การศึกษาวิจัย

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

1. เอกสารข้อมูลชี้แจงสำหรับผู้เข้าร่วมงานวิจัยและเอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วม
โครงการวิจัย (ภาคผนวก จ)
2. แบบสอบถามข้อมูลเพื่อคัดกรองเบื้องต้น (ภาคผนวก ค) และแบบบันทึกข้อมูลของการวิจัย
(ภาคผนวก ง)
3. จักรยาน Wingate (Monark,ergomadic 894E) และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้ง
โปรแกรมควบคุมการทำงาน



ภาพที่ 4 แสดงจักรยาน Wingate เครื่องหมายการค้า Monark,ergomadic 894 E

4. อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจขณะออกกำลังกาย (FT7, PolarWatch)



ภาพที่ 5 แสดงอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจขณะออกกำลังกาย เครื่องหมายการค้า

PolarWatch ,FT7

5. เครื่องวิเคราะห์ค่าแลคเตทในเลือด (Accutrend® Plus, cobas®, Roche Diagnostics, Germany)



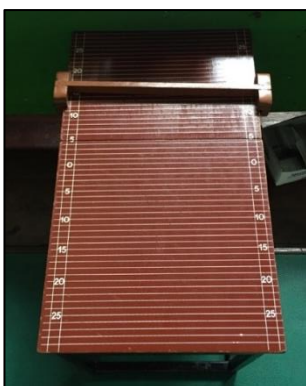
ภาพที่ 6 แสดงเครื่องวิเคราะห์ค่าแลคเตทในเลือด เครื่องหมายการค้า Accutrend® Plus, cobas®, Roche Diagnostics, Germany

6. แผ่น Strip สำหรับเก็บค่าแลคเตทในเลือดของ BM-Lactate, cobas®, Germany



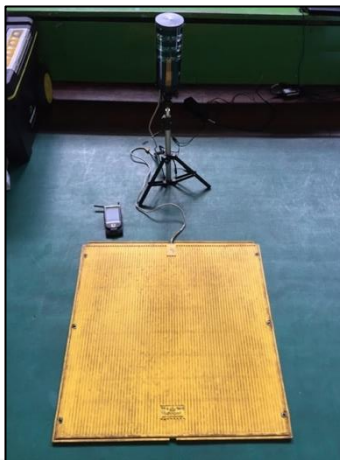
ภาพที่ 7 แสดงแผ่น Strip สำหรับเก็บค่าแลคเตทในเลือด เครื่องหมายการค้า BM-Lactate, cobas®, Germany

7. อุปกรณ์วัดค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง หรือ Sit and reach box



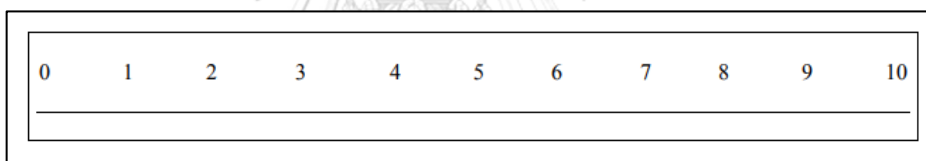
ภาพที่ 8 แสดงอุปกรณ์วัดค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง หรือ Sit and reach box

8. อุปกรณ์วัดค่าการกระโดดสูงสุด Force platform, เสาอินฟราเรด และเครื่องควบคุมการทำงาน



ภาพที่ 9 แสดงอุปกรณ์วัดค่าการกระโดดสูงสุด แผ่นรองรับแรง (Force platform) เสาอินฟราเรด และเครื่องควบคุมการทำงาน

9. เครื่องมือวัดระดับความล้าของกล้ามเนื้อ Visual analogue fatigue scale : VAF-S



ภาพที่ 10 แสดงเครื่องมือวัดระดับความล้าของกล้ามเนื้อ Visual analogue fatigue scale : VAF-S

10. อุปกรณ์เจาะเลือด เข็มเจาะเลือดปลายนิ้วมือ (Accu-Chek® ,Safe-T-Pro Uno)



ภาพที่ 11 แสดงเข็มเจาะเลือดปลายนิ้วมือ เครื่องหมายการค้า Accu-Chek® ,Safe-T-Pro Uno

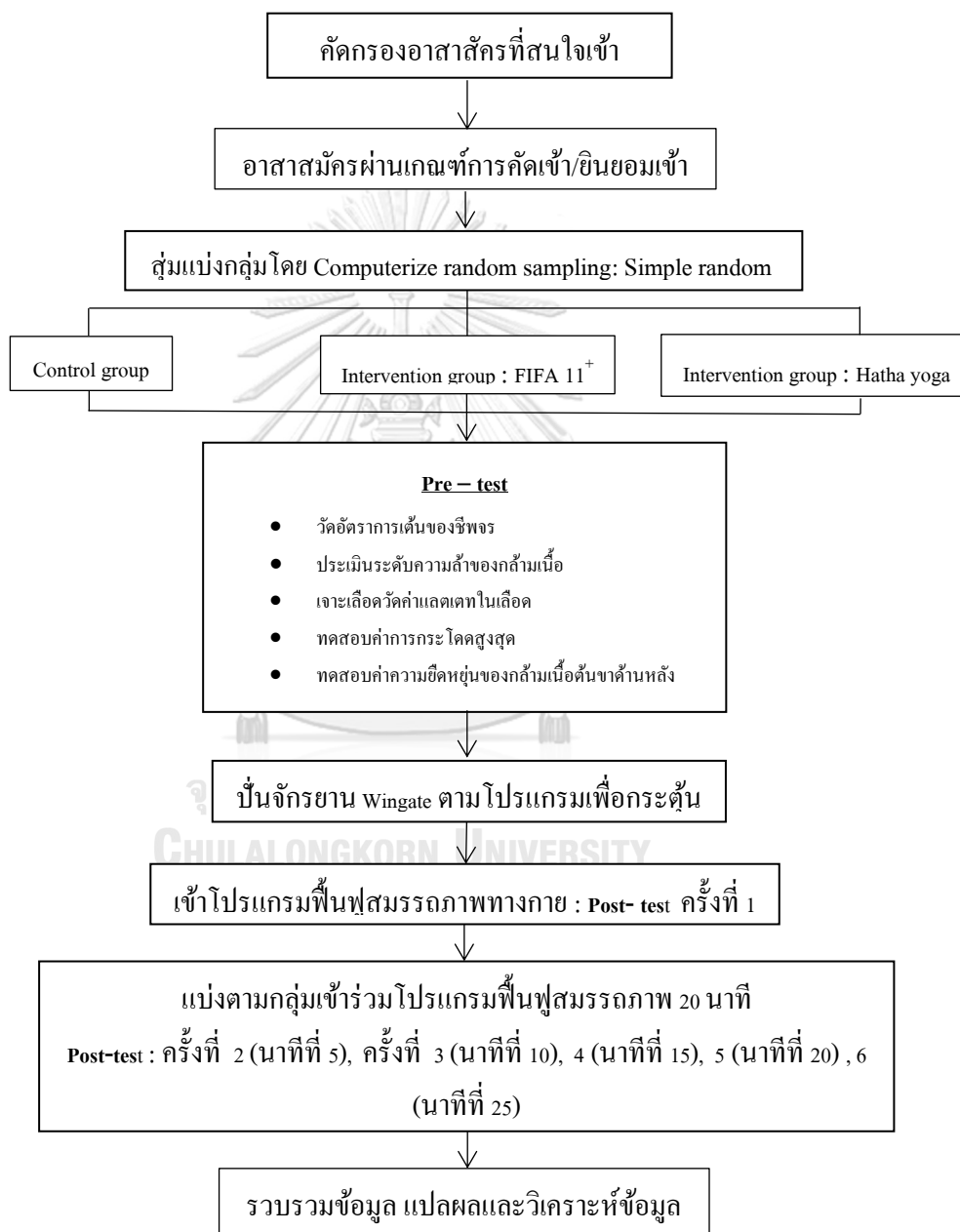
11. แอลกอฮอล์แพด (Alcohol pad)

12. สำลีสะอาด, ผ้าปิดแผล

13. เสื่อโยคะ (yoga mat)

14. นาฬิกาจับเวลา

แผนผังวิธีการดำเนินการเก็บข้อมูล



ภาพที่ 12 แสดงแผนผังวิธีการดำเนินการเก็บข้อมูล

ขั้นตอนการทดสอบ

1. อาสาสมัครที่สนใจเข้าร่วมงานวิจัยทำแบบทดสอบเบื้องต้น
2. อาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกเข้าการศึกษาทำการชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง คำนวณดัชนีมวลกาย
3. ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ ให้ข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับการเตรียมตัวเบื้องต้น ขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติตัวของโปรแกรมการกระตุ้นการลำด้วยการปั่นจักรยาน Wingate, โปรแกรมหะฐะโยคะ, โปรแกรมฟิฟฟ้า 11⁺ และการใช้เครื่องเครื่องมือในการทดสอบสมรรถภาพต่างๆ เพื่อให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเข้าใจและสามารถปฏิบัติตามได้ถูกต้อง
4. ทำการสุ่มแบ่งกลุ่มผู้เข้าร่วมงานวิจัยออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่
 - 1) กลุ่มที่ได้รับการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายด้วยเทคนิคพื้นฐานหรือกลุ่มควบคุม
 - 2) กลุ่มที่ได้รับการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายด้วยเทคนิคฟิฟฟ้า 11⁺
 - 3) กลุ่มที่ได้รับการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายด้วยเทคนิคหะฐะโยคะ
5. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะถูกร้องขอให้เตรียมตัวก่อนการเข้าร่วมงานวิจัย ดังนี้
 - งดการออกกำลังกาย ฝึกซ้อมอย่างหนักหรือแข่งขันอย่างน้อย 24 ชั่วโมงเพื่อรักษาระบบการไหลเวียนเลือดให้คงที่
 - งดการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์อย่างน้อย 24 ชั่วโมง
 - งดการดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของคาเฟอีนอย่างน้อย 2 ชั่วโมง
 - งดอาหารก่อนการทดสอบอย่างน้อย 3 ชั่วโมง
 - สวมใส่เสื้อผ้าสำหรับการออกกำลังกายเพื่อให้มีการระบายเหงื่อที่ดีและสวมรองเท้ากีฬาเพื่อให้กระชับและถนัดต่อการเคลื่อนไหวมากที่สุดขณะเข้าร่วมงานวิจัย
6. เมื่ออาสาสมัครมาถึงสถานที่เก็บข้อมูลงานวิจัย สนามกีฬาในร่มจันทน์ยิ่งยง ศูนย์กีฬาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จะให้พักผ่อนเป็นเวลา 10 นาที เพื่อให้อัตราการเต้นชีพจรและระดับความล้าของกล้ามเนื้อเป็นปกติในขณะที่พัก
7. เริ่มทำการวัดค่าสมรรถภาพพื้นฐาน (pre-test) ได้แก่
 - อัตราการเต้นของชีพจร
 - ระดับความล้าของกล้ามเนื้อ
 - ค่าแลคเตทในเลือด
 - ค่าการกระโดดสูงสุด

- ค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

8. ผู้เข้าร่วมงานวิจัย โปรแกรมกระตุ้นการล้าด้วยการปั่นจักรยาน wingate ที่ความหนัก 7.5% ของน้ำหนักตัว 30 วินาทีเป็นจำนวน 3 รอบ โดยระหว่างรอบต้องปั่นจักรยานต่อแบบไม่มีแรงต้าน และได้รับการวัดค่ากำลังสูงสุดในขณะปั่น วัดค่าอัตราการเต้นของชีพจรและระดับความล้าของกล้ามเนื้อ

9. หลังสิ้นสุดโปรแกรมกระตุ้นล้า ผู้เข้าร่วมวิจัยจะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายเป็นระยะเวลา 20 นาที โดยแบ่งตามกลุ่มและมีการวัดค่าสมรรถภาพ (post-test ครั้งที่ 1: นาทีที่ 0) ในทันที

- 1) กลุ่มที่ได้รับการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายด้วยเทคนิคพื้นฐานหรือกลุ่มควบคุมจะนั่งพักโดยไม่ทำกิจกรรมใดๆ
- 2) กลุ่มที่ได้รับการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคไฟฟ้า 11⁺ เริ่มทำการฟื้นฟูภายใต้การดูแลของผู้เชี่ยวชาญเทคนิคไฟฟ้า 11⁺
- 3) กลุ่มที่ได้รับการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคหฐะโยคะ เริ่มทำการฟื้นฟูภายใต้การดูแลของผู้เชี่ยวชาญทางด้านโยคะ โดยระหว่างนั้นทุก 5 นาทีจะมีการวัดค่าสมรรถภาพ (post-test ครั้งที่ 2-6: นาทีที่ 5-25)

โปรแกรมการออกกำลังกายกระตุ้นการล้า

จากการศึกษาของ Nancy และคณะ ในปี ค.ศ.1998⁽⁹⁾ ที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคในการฟื้นฟูสมรรถภาพของร่างกายภายหลังการออกกำลังกายด้วยความหนักสูงสุด (supramaximal exercise) ซึ่งเป็นรูปแบบในการออกกำลังกายที่มีการใช้พลังงานเหมือนกับนักฟุตบอลในขณะแข่งขันแล้วต้องทำกิจกรรมการเคลื่อนที่สั้นๆด้วยแรงสูงๆไปด้วยพร้อมกัน และเป็นรูปแบบการเคลื่อนไหวที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บและอาการล้าของนักกีฬา โดยได้ทำการศึกษาโดยใช้โปรแกรมการปั่นจักรยาน wingate ที่เป็นลักษณะคล้ายการทดสอบการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนของร่างกาย (anaerobic system) มาปรับเปลี่ยนเพื่อหวังผลให้เกิดอาการล้าจากการที่มีปริมาณแลคเตทเพิ่มมากขึ้น ในการทดสอบอาสาสมัครจะต้องทำการปั่นจักรยานด้วยความหนัก 7.5 % ของน้ำหนักตัวด้วยความเร็วเต็มที่เป็นระยะเวลา 30 วินาที จำนวน 3 รอบ โดยระหว่างรอบจะให้พักด้วยการปั่นจักรยานแบบไม่มีน้ำหนักเป็นระยะเวลา 2 นาที เพื่อให้ให้นักกีฬาเกิดอาการล้า จึงมีการกำหนดระดับของกำลังสูงสุดในขณะปั่น (peak power output) ในรอบที่ 2 ลดลงครึ่งหนึ่งของรอบที่ 1⁽³³⁾

ข้อควรระวังขณะออกกำลังกายด้วยความหนักสูงสุด (supramaximal exercise)

ควรหยุดออกกำลังกายทันทีเมื่อมีอาการต่อไปนี้

- มีอาการปวดสะโพก ข้อเข่า ข้อเท้า ในขณะที่ทำการออกกกำลังกาย
- รู้สึกเหนื่อยมาก แน่นหน้าอก หายใจขัดหรือหายใจไม่ทั่วท้อง
- มีอาการใจเต้น คลื่นไส้ เวียนศีรษะ หน้ามืด ผิวหนังซึด
- มีการเคลื่อนไหวร่างกายที่ควบคุมไม่ได้
- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยร้องขอให้หยุดการทดสอบ
- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยแสดงลักษณะทางกายภาพหรือการพูด ที่บ่งชี้ถึงอาการอ่อนแรงเป็นอย่างมาก
- ค่ากำลังสูงสุดในขณะปั่นของรอบที่ 2 มีลดลงไม่ถึงครึ่งหนึ่งของรอบที่ 1
- เครื่องมือการทดสอบไม่สามารถทำงานได้ตามปกติในระหว่างการทดสอบ

โปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายด้วยเทคนิคพื้นฐาน (passive recovery)

นั่งบนเก้าอี้หรือพื้นที่บริเวณที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ให้ โดยไม่ทำกิจกรรมใดๆร่วมด้วย เป็นระยะเวลา 20 นาที



ภาพที่ 13 แสดงขณะอาสาสมัครเข้าร่วมโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบไม่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหว

โปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว (active recovery)

กำหนดระดับความหนักของการออกกำลังกายจากอัตราการเต้นของชีพจรให้อยู่ในระดับปานกลาง ประมาณ 60% ของอัตราการเต้นชีพจรสูงสุด (moderate intensity, 60% HR_{max}) เป็นระยะเวลา 20 นาที

โปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคฟีฟ่า 11⁺ (FIFA 11⁺)

เป็นโปรแกรมการออกกกำลังกายที่ครอบคลุมการทำงานของร่างกาย 3 ส่วน คือ

1. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (core body muscle) ได้แก่ กล้ามเนื้อบริเวณลำตัวด้านหน้าและหลัง ก้น และขาทั้งสองข้าง

2. การประสานงานของสมองกับกล้ามเนื้อเกี่ยวกับการทรงตัว (coordination and balance)

3. การสร้างพลังในการหดตัวของกล้ามเนื้อเกี่ยวกับความคล่องตัวในการเคลื่อนไหวของร่างกาย (plyometric and Agility)

ก่อนการเข้าร่วมงานวิจัย ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะได้รับการฝึกฝนและอธิบายจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งผ่านการอบรมและได้รับใบอนุญาตในการฝึกสอนเทคนิคกีฬา 11⁺ เพื่อให้เข้าใจและเกิดความเคยชิน และขณะเข้าร่วมวิจัยนั้นผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะอยู่ภายใต้การดูแลของผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมท่าทางให้ถูกต้องตลอดเวลาจนสิ้นสุดโปรแกรม

ตารางที่ 1 แสดงโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของเทคนิคกีฬา 11⁺

โปรแกรมกีฬา 11 ⁺	ระยะเวลา
<p><u>ส่วนที่ 1</u> : การออกกำลังกายด้วยการวิ่ง (วิ่ง 6 ท่า ท่าละ 2 เซต) วิ่งตรงไปข้างหน้า / วิ่งหมุนหัวสะโพกออก / วิ่งหมุนหัวสะโพกเข้า / วิ่งสไลด์ข้างสลับกับคู่เป็นวงกลม / วิ่งสไลด์ข้างแล้วกระโดดเอาไหล่ปะทะไหล่ / วิ่งเดินหน้า-ถอยหลังอย่างรวดเร็ว</p>	8 นาที
<p><u>ส่วนที่ 2</u>: การออกกำลังกายเพื่อความแข็งแรง การทรงตัว การควบคุมระบบประสาทยนต์ และความมั่นคงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว นอนคว่ำชันศอกยกลำตัวขึ้น: ยกลำตัว สะโพกและขาให้เป็นเส้นตรง / ยกขาข้างใดข้างหนึ่งค้างไว้ 2 วินาที ทำสลับกัน / ยกขาข้างใดข้างหนึ่งค้างไว้ 20-30 วินาที ทำสลับกัน (3 ท่า ท่าละ 3 เซต) นอนตะแคงชันศอกยกลำตัวขึ้น: ขาล่างเข่างอ 90 องศา ยกลำตัว สะโพกและขาบนให้เป็นเส้นตรง / ขาทิ้งสองข้างเหยียดตรง ยกลำตัว สะโพกและขาให้เป็นเส้นตรง / กางขาบนค้างไว้ 20-30 วินาที ทำสลับกัน (3 ท่า ท่าละ 3 เซต) คุกเข่าทั้งสองข้างเหยียดตัวตรงแล้ว โน้มตัวไปข้างหน้า: ระดับเริ่มต้น (3-5 ครั้ง 1 เซต) / ระดับปานกลาง (7-10 ครั้ง 1 เซต) / ระดับสูง (น้อยที่สุด 12-15 ครั้ง 1 เซต) ยืนทรงตัวบนขาข้างเดียว: ยืนทรงตัวร่วมกับถือลูกบอลค้างไว้ 30 วินาที แล้วเปลี่ยนข้าง / ยืนทรงตัวร่วมกับโยนลูกบอลไปที่คู่ซ้อม ทำต่อเนื่อง 30 วินาที แล้วเปลี่ยนข้าง /</p>	10 นาที

<p>คู่ซ้อมออกแรงดันที่ตัวให้ยืนทรงตัวให้ได้ ทำต่อเนื่อง 30 วินาที แล้วเปลี่ยนข้าง (3ท่า ทำละ 2 เซต)</p> <p>ยืนย่อเข่า: ยืนย่อเข่าทั้งสองข้าง 90 องศา / ก้าวขาไปข้างหน้าแล้วย่อเข่าลงทั้งสองข้าง ลำตัวตั้งตรง /</p> <p>ยืนด้วยขาข้างใดข้างหนึ่งแล้วย่อเข่า 90 องศา (3 ท่า ทำ 10 ครั้งในขาแต่ละข้าง ทำละ 2 เซต)</p> <p>กระโดด: ยืนย่อเข่าทั้งสองข้าง 90 องศา แล้วกระโดดให้สูงสุดเท่าที่ทำได้ / กระโดดไปด้านข้างจากขาที่รับน้ำหนักไปยังขาอีกข้างหนึ่ง / กระโดดสลับหน้า-หลัง-ซ้าย-ขวา-ทแยงมุม</p> <p>(3 ท่า แต่ละเซตทำ 30 วินาที ทำละ 2 เซต)</p>	
<p><u>ส่วนที่ 3:</u> การออกกำลังกายด้วยการวิ่งขึ้นสูง (วิ่ง 3 ท่า ทำละ 2 เซต)</p> <p>วิ่งก้าวขายาวด้วยความเร็ว / วิ่งยกเข่าสูงสลับขาด้วยความเร็ว / วิ่งออกตัวทแยงไปทางซ้าย-ขวาสลับกันด้วยความเร็ว</p>	2 นาที



ภาพที่ 14 แสดงขณะอาสาสมัครเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคฟีฟ่า 11⁺

โปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคหะฐะโยคะ

เป็นโปรแกรมการออกกำลังกาย ที่ประกอบไปด้วยท่าทางอาสนะ 6 ท่า^(23, 24, 27, 28, 62) พร้อมกับการควบคุมการหายใจร่วมกัน



ภาพที่ 15 แสดงท่าไหว้พระอาทิตย์ (surya namasakar)



ภาพที่ 16 แสดงท่ายืนก้มตัว (uttanasana)



ภาพที่ 17 แสดงท่านักรบ (virabhadrasana)



ภาพที่ 18 แสดงท่าศีรษะถึงเข่า (janu Sirsasana)



ภาพที่ 19 แสดงท่านั่งก้มตัว (paschimottanasana)



ภาพที่ 20 แสดงท่าศพ (savasana)



ภาพที่ 21 แสดงขณะอาสาสมัครเข้าร่วม โปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคหฐะ โยคะ

ข้อควรระวังขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายด้วยหฐะโยคะ

- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยควรติดตามตลอดระยะเวลาการเข้าโปรแกรมเพื่อจะได้รับรู้ว่าร่างกายของผู้เข้าร่วมงานวิจัยเองกำลังเคลื่อนไหวอย่างไรและมีความผิดพลาดตรงไหนหรือไม่
- ระหว่างโปรแกรม ผู้เข้าร่วมงานวิจัยไม่ควรรู้สึกเกร็งกล้ามเนื้อบริเวณใบหน้า หู ตา และปาก ในขณะที่หายใจโดยไม่จำเป็น ควรหายใจทางจมูกเท่านั้น ไม่ควรหายใจทางปากและไม่ควรกลั้นหายใจทั้งในขณะที่เคลื่อนไหวไปสู่วิธีและขณะค้างอยู่ในท่าอาสนะ

การทดสอบระดับความล้าของกล้ามเนื้อ

งานวิจัยในครั้งนี้ ใช้วิธีการทดสอบด้วย visual analogue fatigue scale : VAF-S ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและหลายการศึกษาได้เลือกใช้เพื่อตัวบ่งชี้ระดับความล้าหลังการออกกำลังกาย โดยให้อาสาสมัครเป็นผู้บอกระดับความล้าที่เกิดขึ้นจากตัวเลขตั้งแต่เลข 0 ถึงเลข 10 ซึ่งเลข 0 หมายถึงใกล้เคียงภาวะปกติหรือไม่มีอาการล้าและเลข 10 จะหมายถึงมีระดับความล้าที่เกิดขึ้นมากที่สุด⁽⁴³⁾

การทดสอบค่าแลคเตทในเลือด

งานวิจัยในครั้งนี้ ใช้วิธีการเจาะเลือดที่ปลายนิ้ว เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวก ทำได้ง่าย และรวดเร็ว โดยค่าแลคเตทในเลือดที่วัดได้นั้น ไม่มีความแตกต่างกับวิธีการการเจาะเลือดด้วยวิธีอื่น⁽⁶³⁾ จากการศึกษาก่อนหน้านี้ในปัจจุบันเลือกใช้การเจาะเลือดที่บริเวณปลายนิ้วแทนบริเวณคิงหู เนื่องจากการเจาะเลือดที่บริเวณคิงหูนั้น จะต้องใช้อุปกรณ์เป็นแผ่นแข็งมารองรับเข็มบริเวณหลังใบหูก่อนเพื่อให้ตั้งหูตั้ง หลังจากนั้นค่อยทำการเจาะ ถ้าหากไม่มีอุปกรณ์มารองก่อนจะทำให้ผู้ทำการเจาะต้องออกแรงบีบคั้นเลือดให้ออกมาตามปริมาณที่ต้องการ ส่งผลให้ผู้ที่ถูกเจาะรู้สึกไม่สบาย และอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการเจาะครั้งนั้นได้

ผู้ที่ทำการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วในงานวิจัยนี้ เป็นพยาบาลวิชาชีพที่มีใบประกอบวิชาชีพการพยาบาลและการผดุงครรภ์ ซึ่งจะทำการเจาะเลือดก่อนและหลังการได้รับ โปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย เจาะทั้งหมด 7 ครั้ง ในแต่ละครั้งที่ทำการเจาะจะมีระยะเวลาห่างกันประมาณ 5 นาที โดยมีขั้นตอนในการเจาะเลือดมีดังนี้

- 1) เมื่อผู้เข้าร่วมงานวิจัยมาถึง จะทำการบีบเลือดจากโคนนิ้วให้มากจนถึงบริเวณปลายนิ้วที่ต้องการเจาะในทันที แล้วใช้แอลกอฮอล์แพดเช็ดทำความสะอาดบริเวณนั้น
- 2) ใช้เข็มเจาะเลือดปลายนิ้วมือ (Accu-Chek® ,Safe-T-Pro Uno) เจาะบริเวณปลายนิ้วที่ได้ทำการเตรียมไว้ หลังจากนั้นเช็ดด้วยแอลกอฮอล์แพดอีกครั้งเพื่อให้เลือดที่ออกมาครั้งแรกออกไปเนื่องจากอาจมีสารปนเปื้อนได้
- 3) เปิดเครื่องวิเคราะห์แลคเตท Accutrend plus หลังจากนั้นนำเอาแผ่น strip เข้าไป เพื่อให้เครื่องแสดงสัญลักษณ์ คำว่า test แล้วทำการเปิดฝาเครื่องขึ้น ค้างแผ่น strip ออกมา
- 4) นำแผ่น strip ส่วนที่เป็นสีเหลืองไปแตะเลือด แล้วนำ strip ใส่เข้าไปในเครื่องวิเคราะห์แลคเตทอีกครั้ง เครื่องจะทำการวิเคราะห์ค่าในแลคเตท โดยใช้เวลาประมาณ 60 วินาที ค่าที่ได้ออกมานั้นจะมีหน่วยเป็นมิลลิโมลต่อลิตร
- 5) ระหว่างที่รอค่าแลคเตทจากการประมวลของเครื่องนั้น นำสำลีสะอาดมาปิดบริเวณที่เจาะเลือดของผู้เข้าร่วมงานวิจัยแล้วกดไว้เพื่อทำการห้ามเลือด แล้วทำการทำความสะอาดบริเวณที่ทำการเจาะเลือดโดยใช้แอลกอฮอล์แพด
- 6) เมื่อได้ค่ามาแล้ว ให้ทำความสะอาดเครื่องบริเวณที่นำ strip ใส่เข้าไป ด้วยการใช้อัลกอฮอล์แพดเช็ดโดยรอบ



ภาพที่ 22 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการเจาะเลือดและเครื่องวิเคราะห์ค่าแลคเตทในเลือด



ภาพที่ 23 แสดงการทำความสะอาดก่อนการเจาะเลือด



ภาพที่ 24 แสดงการบีบเลือดจากโคนนิ้วให้มากองถึง
บริเวณปลายนิ้วที่ต้องการเจาะ



ภาพที่ 25 แสดงการเจาะเลือดโดยใช้เข็มเจาะ



ภาพที่ 26 แสดงการใช้ strip เก็บเลือดหลังการเจาะเพื่อ
นำไปวิเคราะห์ในเครื่องวิเคราะห์ค่าแลคเตทในเลือด
ต่อไป

การทดสอบค่าการกระโดดสูงสุด

งานวิจัยในครั้งนี้เลือกใช้การทดสอบการกระโดดสูงสุดแบบ Counter movement jump : CMJ เนื่องจากทำได้ง่ายและรวดเร็ว ค่าความสูงจากการทดสอบนั้นมีความสัมพันธ์กับค่าแรงสูงสุดในการทำ Squat และระยะเวลาในการวิ่งด้วยความเร็วเต็มที่ (sprint) 10 และ 30 เมตร⁽⁶⁴⁾ และค่าความน่าเชื่อถือในการทดสอบทั้ง 2 แบบ มีค่าสูง (ICC:0.89-0.95) โดยอ้างอิงจากการศึกษาก่อนหน้าของ Helena ในปี ค.ศ 2007⁽⁶⁵⁾ และ Ezequiel ในปี ค.ศ 2012⁽⁶⁶⁾ ที่ใช้บ่งชี้การใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic energy) และเป็นรูปแบบหนึ่งของการเคลื่อนไหวในนักกีฬาฟุตบอล ซึ่งในการทดสอบนั้นต้องออกแรงกระโดดให้สูงที่สุดด้วยขาทั้ง 2 ข้าง โดยมีขั้นตอนในการทดสอบดังนี้

- 1) ให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยยืนที่จุดกึ่งกลางของ Force platform ของเครื่องที่ใช้เก็บข้อมูลด้วยความถี่ (sampling rate) 1,000 เฮิรตซ์ ให้เท้าทั้งข้างห่างกันเท่ากับช่วงสะโพก มือทั้งสองข้างจับที่เอวเพื่อไม่ให้ใช้มือในการเหวี่ยงตัวเพื่อกระโดด

- 2) ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะได้รับคำสั่งให้กระโดดด้วยขาทั้งสองข้าง จากท่ายืนตรง เป็นจำนวน 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งห่างกัน 5 วินาที
- 3) ค่าที่ได้เครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการบันทึกผลและวิเคราะห์ข้อมูลออกมาให้ โดยค่าที่วัดออกมาได้จะมีค่าเป็นเซนติเมตรที่ ณ ช่วงเวลานั้น

สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบค่าการกระโดดสูงสุดในครั้งนี้ ข้อมูลดิบของการกระโดดในแต่ละครั้ง จะถูกกรองสัญญาณด้วยสัญญาณ betterworth โดยมีความถี่ cutoff อยู่ที่ 10 เฮิร์ตซ์ ซึ่งจะคำนวณความสูงจากการกระโดดจากเวลาที่มีการลอยตัวอยู่กลางอากาศ (flight time) จากสมการ^(67, 68)

$$\text{ความสูงการกระโดด (H)} = (gt^2)/8$$

โดย ให้ g = แรงโน้มถ่วงของโลก

ให้ t = เวลาที่มีการลอยตัวอยู่กลางอากาศ

ข้อควรระวังขณะทำการทดสอบค่าการกระโดดสูงสุด

หากผู้ทำการทดสอบพบว่า ผู้เข้าร่วมงานวิจัยมีการกระโดดลงมากกว่า 1 จังหวะหรือกระโดดลงน้ำหนักด้วยขาเพียงด้านใดด้านหนึ่ง เพียงด้านเดียว จะต้องเริ่มการทดสอบในครั้งนั้นใหม่

การทดสอบค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

จากการรวบรวมข้อมูลของการศึกษาก่อนหน้า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อภายหลังเกมส์การแข่งขันส่งผลให้สมรรถภาพของร่างกายกลับมาได้สู่ปกติได้เร็วมากขึ้นและยังสามารถลดอัตราการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อได้อีกด้วย⁽⁶⁹⁾ มุมการเคลื่อนไหวที่เปลี่ยนไปจากปกติ แล้วส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อนั้น เป็นผลมาจากการได้รับการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อนั้นๆ ซึ่งค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อนั้นถือเป็นอีกหนึ่งข้อมูลที่หลายการศึกษานำมาเป็นตัวบ่งชี้ของการฟื้นฟูสมรรถภาพของร่างกาย⁽⁷⁰⁾ ในการทดสอบความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อภายหลังเกมส์การแข่งขัน ส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายสามารถเลือกทำได้หลากหลายวิธีตามกล้ามเนื้อที่เราต้องการจะศึกษา แต่งานวิจัยในครั้งนี้ได้เลือกใช้วิธี Sit and reach test ซึ่งเป็นวิธีที่พบการใช้ได้บ่อยที่สุดในการประเมินค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง เพราะเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย สะดวกและเป็นวิธีที่ The American College of Sports Medicine : ACSM แนะนำให้ใช้⁽³⁴⁾ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนในการทดสอบดังนี้

- 1) ให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยนั่งพื้น เหยียดขาตรง สอดเท้าเข้าใต้ม้าวัด โดยเท้าทั้งสองตั้งฉากกับพื้น และชิดกัน ฝ่าเท้าจรดแนบกับที่ยันเท้า เหยียดแขนตรงขนานกับพื้นบนกล่อง
- 2) ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะได้รับคำสั่งให้ก้มตัวไปข้างหน้าช้าๆ โดยให้มืออยู่บนกล่องวัด จนไม่สามารถก้มต่อไปได้ ห้ามโยกตัว ขย่มตัวหรือก้มตัวแรง ๆ ให้ปลายนิ้วมือเสมอกัน และรักษาระยะทางนี้ไว้ได้อย่างน้อย 2 วินาที
- 3) ผู้ทำการทดสอบจะอ่านระยะจากจุด " 0 " ถึงปลายนิ้วมือ
ถ้าเหยียดปลายนิ้วมือเลยปลายเท้า บันทึกค่าเป็น +
ถ้าเหยียดไม่ถึงปลายเท้า ให้บันทึกเป็น -
- 4) ให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทำทั้งหมด 3 ครั้ง โดยค่านั้นมีหน่วยเป็นเซนติเมตร บันทึกค่าที่ได้ลงบนแบบบันทึกข้อมูล



ภาพที่ 27 แสดงการทดสอบค่าความยืดหยุ่น
ของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

การรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาถึงรายละเอียด วิธีการใช้และทำการสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย (calibration) ทุกครั้งที่มีการเริ่มต้นเก็บข้อมูลใหม่
2. ติดต่อผู้เข้าร่วมงานวิจัยที่สนใจเข้าร่วมการศึกษาที่เป็นนักฟุตบอลเพศชายและทำการคัดเลือกตามเกณฑ์คัดเข้าการศึกษา
3. อธิบายวัตถุประสงค์ของการวิจัย ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย และขั้นตอนการเก็บข้อมูลในการวิจัยรวมถึงการตอบข้อสงสัยเกี่ยวกับโครงการวิจัยให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยได้ทราบ แต่จะไม่บอกถึงผลของการศึกษาในครั้งนี้
4. ให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยลงนามยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยก่อนการเข้าร่วมโครงการวิจัย
5. เก็บข้อมูลงานวิจัย
6. รวบรวมข้อมูลผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูล
7. สรุปผลการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. แสดงผลข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมงานวิจัย อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ระยะเวลาในการเล่นฟุตบอล ค่าเฉลี่ยเทพในเลือดขณะพักและระดับกำลังสูงสุดขณะปั่น ด้วยค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation : SD)

2. ทดสอบการกระจายตัวแบบปกติของข้อมูล โดยใช้ Shapiro-Wilk's test

3. วิเคราะห์ตัวแปรทางสถิติ

3.1. เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมงานวิจัย โดยใช้ one-way analysis of variance

3.2. เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเต้นของชีพจร (heart rate) ระดับความล้าของกล้ามเนื้อ (visual analogue fatigue scale : VAF-S) ค่าเฉลี่ยเทพในเลือด (blood lactate concentration) ค่าการกระโดดสูงสุด (counter movement jump : CMJ) และค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาเนหลัง (hamstring flexibility) ก่อน หลังและระหว่างได้รับโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย โดยใช้ repeated one-way analysis of variance (one-way Anova)

3.3. ทดสอบสถิติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.05 และ 95% CI



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาในครั้งนี้ให้ความสำคัญในการศึกษาถึงความแตกต่างของเทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวระหว่างเทคนิคหะฐะโยคะกับเทคนิคฟิฟฟ้า 11⁺ และเทคนิคพื้นฐาน ภายหลังการออกกำลังกายส่วนขาด้วยระดับความหนักสูงสุดต่อสมรรถภาพทางกาย ได้แก่ อัตราการเต้นของชีพจร ระดับความล้า ปริมาณค่าแลคเตทในเลือด ความแข็งแรงของขาและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

อาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัยในครั้งนี้มีทั้งหมด 60 คน แต่มีอาสาสมัครจำนวน 1 คน ที่อยู่ในกลุ่มฟิฟฟ้า 11⁺ ได้รับการบาดเจ็บที่บริเวณข้อเท้าก่อนการวันเข้าร่วมการศึกษา ดังนั้น จึงเหลืออาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัยและนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติจำนวน 59 คน

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 วิเคราะห์คุณลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ตำแหน่งในการเล่นอาสาสมัคร

ตอนที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมการออกกำลังกายส่วนขาด้วยระดับความหนักสูงสุด

ตอนที่ 4 เปรียบเทียบข้อมูลสมรรถภาพก่อนและหลังการได้รับโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ

ตอนที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบค่าอัตราการเต้นของชีพจรขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ

ตอนที่ 6 วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบค่าแลคเตทในเลือดขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ

ตอนที่ 7 วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบระดับความล้าของกล้ามเนื้อขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ

ตอนที่ 8 วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบค่าการกระโดดสูงสุดขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ

ตอนที่ 9 วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ

ตอนที่ 1 วิเคราะห์คุณลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

อาสาสมัครผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นนักฟุตบอลเพศชายทั้งหมด 59 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มหะฐะโยคะและกลุ่มเทคนิคพื้นฐาน จำนวนกลุ่มละ 20 คน และกลุ่มพีฟ่า 11⁺ จำนวน 19 คน คุณลักษณะทั่วไปที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ระยะเวลาในการเล่นฟุตบอล ค่าแลคเตทในเลือดขณะพักและระดับกำลังสูงสุดขณะปั่น

จากผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้งหมด 59 คน มีอายุเฉลี่ย 20.71 ± 1.77 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 67.15 ± 8.82 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 173 ± 0.05 เมตร ดัชนีมวลร่างกาย 22.39 ± 2.36 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ระยะเวลาในการเล่นฟุตบอลเฉลี่ย 9.24 ± 3.42 ปี ค่าแลคเตทในเลือดขณะพักเฉลี่ย 2.76 ± 0.67 มิลลิโมลต่อลิตรและระดับกำลังสูงสุดขณะปั่น 827.11 ± 165.85 วัตต์ ซึ่งคุณลักษณะทั่วไปของทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 2

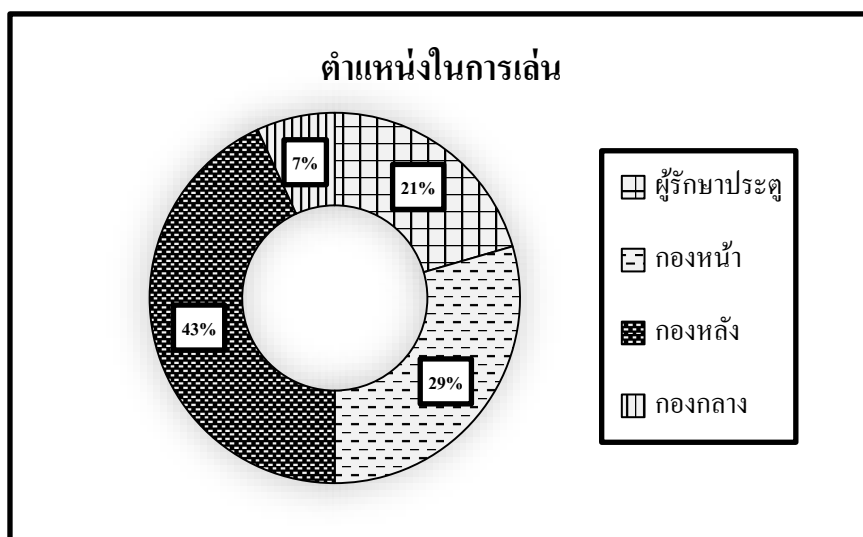
ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean \pm S.D.) ของคุณลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 59 คน

คุณลักษณะทั่วไป กลุ่ม	พื้นฐาน (n=20)	หะฐะโยคะ (n=20)	พีฟ่า 11 ⁺ (n=19)	ทั้งหมด (n=59)	p-value
อายุ (ปี)	20.70 \pm 1.13	20.75 \pm 2.77	20.68 \pm 0.82	20.71 \pm 1.77	0.99
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	67.50 \pm 7.19	67.75 \pm 11.84	66.16 \pm 6.82	67.15 \pm 8.82	0.48
ส่วนสูง (เมตร)	1.74 \pm 0.05	1.74 \pm 0.07	1.72 \pm 0.05	1.73 \pm 0.05	0.84
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตาราง เมตร)	22.34 \pm 1.84	22.45 \pm 3.18	22.40 \pm 1.92	22.39 \pm 2.36	0.99
ระยะเวลาในการเล่น ฟุตบอล (ปี)	9.30 \pm 2.66	9.00 \pm 3.76	9.42 \pm 3.89	9.24 \pm 3.42	0.93
ค่าแลคเตทในเลือด ขณะพัก (มิลลิโมลต่อ ลิตร)	2.78 \pm 0.75	2.78 \pm 0.69	2.73 \pm 0.61	2.76 \pm 0.67	0.96
ระดับกำลังสูงสุดขณะ ปั่นจักรยาน wingate (วัตต์)	794.64 \pm 178.92	830.89 \pm 170.02	855.99 \pm 165.85	827.11 \pm 165.85	0.54

ทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ One-way Analysis of Variance

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ตำแหน่งในการเล่นฟุตบอล

ตำแหน่งในการเล่นฟุตบอลของผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้ง 59 คน ได้แบ่งออกเป็น 4 ตำแหน่ง ได้แก่ กองหลังจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 43 กองหน้าจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 29 ผู้รักษาประตูจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 21 และกองกลางจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7 ดังแสดงในภาพที่ 18



ภาพที่ 28 แสดงจำนวนแต่ละตำแหน่งของอาสาสมัคร จำนวน 59 คน

ตอนที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมการออกกำลังกายส่วนขาด้วยระดับความหนักสูงสุด

รูปแบบและวิธีการออกกำลังกายของโปรแกรมกระตุ้นการลำส่วนขา อ้างอิงมาจากการศึกษาของ Nancy และคณะ ในปี ค.ศ.1998⁽⁹⁾ โดยอาสาสมัครทุกคนจะได้รับโปรแกรมเดียวกัน ในระหว่างรอบของการออกกำลังกายนั้นจะมีการเก็บข้อมูลค่าระดับของกำลังสูงสุดในขณะนั้น (peak power output) ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate) และระดับความล้าของกล้ามเนื้อ (VAS-F) ซึ่งมีเกณฑ์ที่ใช้สำหรับประเมินว่าอาสาสมัครเกิดความล้า คือ ค่ากำลังสูงสุดในขณะนั้นของรอบที่ 2 ต้องมีค่าลดลงมากกว่าครึ่งหนึ่งในรอบที่ 1

ข้อมูลที่ได้ระหว่างรอบของการออกกำลังกายทั้ง 3 รอบ ของอาสาสมัครทั้งหมด 59 คน พบว่า อัตราการเต้นของชีพจรมีค่าเฉลี่ย ในรอบที่ 1 คือ 156.07 ± 10.32 ครั้ง/นาที ในรอบที่ 2 คือ 171.54 ± 9.18 ครั้ง/นาที และในรอบที่ 3 คือ 180.56 ± 7.87 ครั้ง/นาที

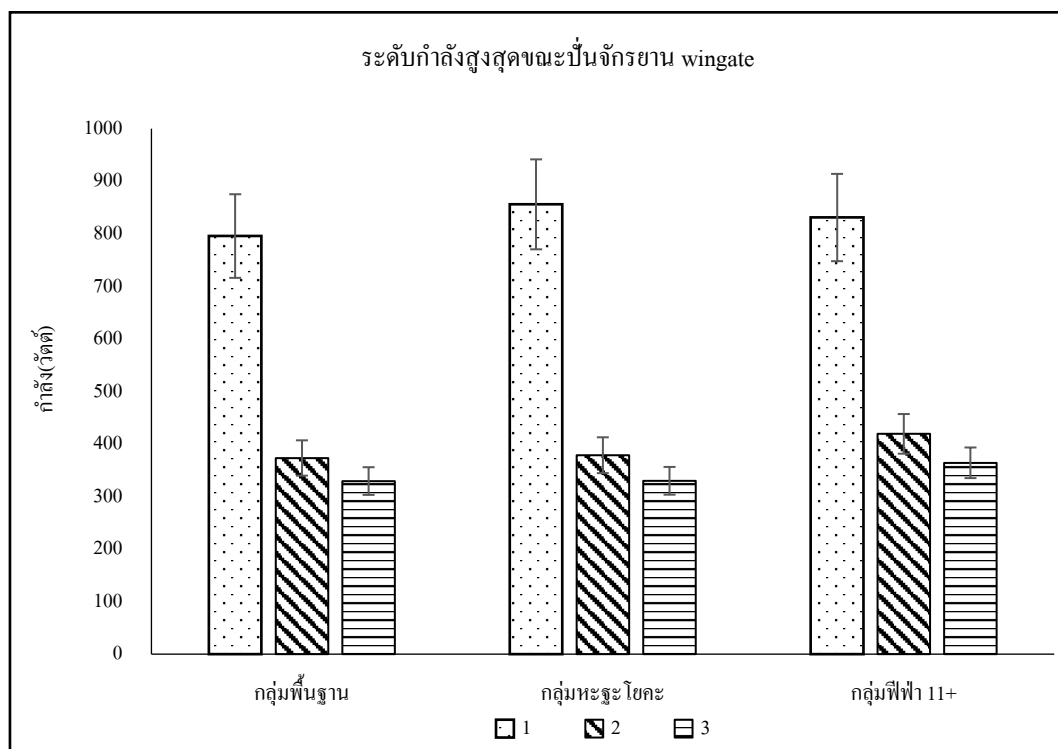
ระดับความล้าของกล้ามเนื้อมีค่าเฉลี่ย ในรอบที่ 1 คือ 6.47 ± 1.64 ซึ่งพบว่า มีความแตกต่างของอาสาสมัครระหว่างกลุ่มเทคนิคพื้นฐานกับกลุ่มฟิลา 11⁺ อย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ในรอบที่ 2 คือ 7.92 ± 1.56 และในรอบที่ 3 คือ 9.44 ± 0.56

และระดับของกำลังสูงสุดในขณะนั้นมีค่าเฉลี่ย ในรอบที่ 1 คือ 827.45 ± 171.45 วัตต์ ในรอบที่ 2 คือ 389.89 ± 80.50 วัตต์ และในรอบที่ 3 คือ 340.77 ± 76.42 วัตต์ เมื่อนำค่าในรอบที่ 2 ไปเปรียบเทียบกับรอบที่ 1 พบว่ามีการลดลง 52.88% ดังแสดงในตารางที่ 3 และภาพที่ 19

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean \pm S.D.) ของข้อมูลที่ได้จากการการออกกำลังกายส่วนขาด้วยระดับความหนักสูงสุดโดยแบ่งตามกลุ่ม 3 กลุ่ม จำนวน 59 คน

ข้อมูล	กลุ่ม	พื้นฐาน	หะฐะโยคะ	ฟิฟ่า 11 ⁺	ทั้งหมด	p-value
		(n=20)	(n=20)	(n=19)	(n=59)	
อัตราการเต้นของ ชีพจร (ครั้ง/นาที)	1	154.95 \pm 10.13	157.37 \pm 9.41	155.95 \pm 11.64	156.07 \pm 10.32	0.77
	2	173.75 \pm 12.98	170.84 \pm 4.31	170.00 \pm 7.94	171.54 \pm 9.18	0.41
	3	180.15 \pm 11.40	180.95 \pm 5.31	180.6 \pm 5.69	180.56 \pm 7.87	0.95
ระดับความล้าของ กล้ามเนื้อ	1	7.25 \pm 1.48	5.74 \pm 1.63	6.40 \pm 1.54	6.47 \pm 1.64	0.013[*]
	2	8.25 \pm 1.59	7.21 \pm 1.65	8.25 \pm 1.25	7.92 \pm 1.56	0.05
	3	9.60 \pm 0.39	9.26 \pm 0.73	9.45 \pm 0.54	9.44 \pm 0.56	0.24
ระดับของกำลัง สูงสุดในขณะปั่น จักรยาน wingate (วัตต์)	1	795.64 \pm 181.40	855.99 \pm 165.85	830.89 \pm 170.02	827.45 \pm 171.45	0.54
	2	373.31 \pm 66.36	378.61 \pm 80.61	419.21 \pm 89.55	389.89 \pm 80.50	0.15
	3	329.43 \pm 58.95	329.90 \pm 81.22	364.15 \pm 85.64	340.77 \pm 76.42	0.27

หมายเหตุ : * แทนความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มฟิฟ่า 11⁺ (p-value มีค่าน้อยกว่า 0.05)



ภาพที่ 29 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean \pm S.D.) ของค่ากำลังสูงสุดในขณะปั่นจักรยาน wingate ของทั้ง 3 กลุ่ม ในแต่ละรอบ

จากกราฟแสดงระดับกำลังสูงสุดในขณะปั่นจักรยาน wingate ของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม จะเห็นว่าในรอบที่ 2 มีแนวโน้มการลดลงของระดับกำลังสูงสุดขณะปั่นมากกว่าครึ่งหนึ่งของรอบที่ 1

ตอนที่ 4 เปรียบเทียบข้อมูลสมรรถภาพก่อนและภายหลังได้ รับโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ

เปรียบเทียบสมรรถภาพของอาสาสมัครจำนวน 59 คน ก่อนและหลังได้รับโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพเป็นระยะเวลา 20 นาที (ดังแสดงในตารางที่ 4) พบว่า เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการฟื้นฟู ในกลุ่มเทคนิคพื้นฐานมีการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของชีพจร ค่าแลคเตทในเลือดและระดับความล้าของกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}<0.05$) ส่วนค่าการกระโดดสูงสุดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}<0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างของค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

ในกลุ่มหะฐะโยคะ พบว่า ค่าการกระโดดสูงสุดและค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}<0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างของอัตราการเต้นของชีพจร ค่าแลคเตทในเลือดและระดับความล้าของกล้ามเนื้อ

ในกลุ่มกีฬา 11⁺ พบว่า อัตราการเต้นของชีพจร ค่าแลคเตทในเลือด ระดับความล้าของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}<0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างของค่าการกระโดดสูงสุดและค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean \pm S.D.) ของข้อมูลสมรรถภาพทางกายก่อนและภายหลังได้รับโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายเป็นระยะเวลา 20 นาทีของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 59 คน

ข้อมูล	กลุ่ม	พื้นฐาน	หะรุะโยคะ (n=20)	ไฟฟ้า 11 ⁺
		(n=20)		(n=19)
อัตราการเต้นของชีพจร (ครั้ง/นาที)	ก่อน	80.85 \pm 11.91	81.95 \pm 6.22	80.04 \pm 7.408
	หลัง	94.50 \pm 17.49	102.37 \pm 8.55	86.20 \pm 10.79
	p-value	0.00*	0.00*	1.00
ค่าแลคเตทในเลือด (มิลลิโมล/ลิตร)	ก่อน	2.78 \pm 0.752	2.73 \pm 0.606	2.78 \pm 0.686
	หลัง	4.91 \pm 0.919	4.27 \pm 1.933	3.21 \pm 0.826
	p-value	0.00*	0.00*	1.00
ระดับความล้าของกล้ามเนื้อ	ก่อน	1.80 \pm 0.70	1.74 \pm 0.56	1.65 \pm 0.67
	หลัง	3.40 \pm 1.60	3.68 \pm 1.42	2.40 \pm 1.19
	p-value	0.00*	0.00*	0.49
ค่าการกระโดดสูงสุด (เซนติเมตร)	ก่อน	33.41 \pm 3.11	33.32 \pm 3.85	32.76 \pm 4.87
	หลัง	27.3 \pm 3.44	35.04 \pm 5.01	39.39 \pm 4.40
	p-value	0.00*	1.00	0.00*
ค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (เซนติเมตร)	ก่อน	12.85 \pm 3.41	12.84 \pm 2.34	12.6 \pm 3.07
	หลัง	11.8 \pm 2.61	13.37 \pm 2.83	18.7 \pm 2.83
	p-value	1.00	1.00	0.00*

หมายเหตุ : * :มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value มีค่าน้อยกว่า 0.05)

ตอนที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบอัตราการเต้นของชีพจรขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ

อัตราการเต้นของชีพจรก่อนเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 59 คน มีค่าเฉลี่ย 81.05 ± 8.77 ครั้ง/นาที และในขณะที่เข้าร่วมโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพพบว่า ในนาทีที่ 0 มีค่าเฉลี่ย 180.56 ± 7.88 ครั้ง/นาที และในนาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 128.78 ± 15.28 ครั้ง/นาที นาทีที่ 10 มีค่าเฉลี่ย 122.71 ± 19.26 ครั้ง/นาที นาทีที่ 15 มีค่าเฉลี่ย 117.92 ± 21.55 ครั้ง/นาที นาทีที่ 20 มีค่าเฉลี่ย 111.24 ± 21.43 ครั้ง/นาที และนาทีที่ 25 มีค่าเฉลี่ย 94.22 ± 14.32 ครั้ง/นาที เมื่อนำไปเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้ง 3 กลุ่ม ในนาทีที่ 5-25 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โดยในนาทีที่ 5 และนาทีที่ 10 พบว่า อัตราการเต้นของชีพจรในกลุ่มเทคนิคพื้นฐานมีค่าน้อยกว่ากลุ่มหฐะโยคะและมีค่าน้อยกว่ากลุ่มไฟฟ้า 11⁺ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$)

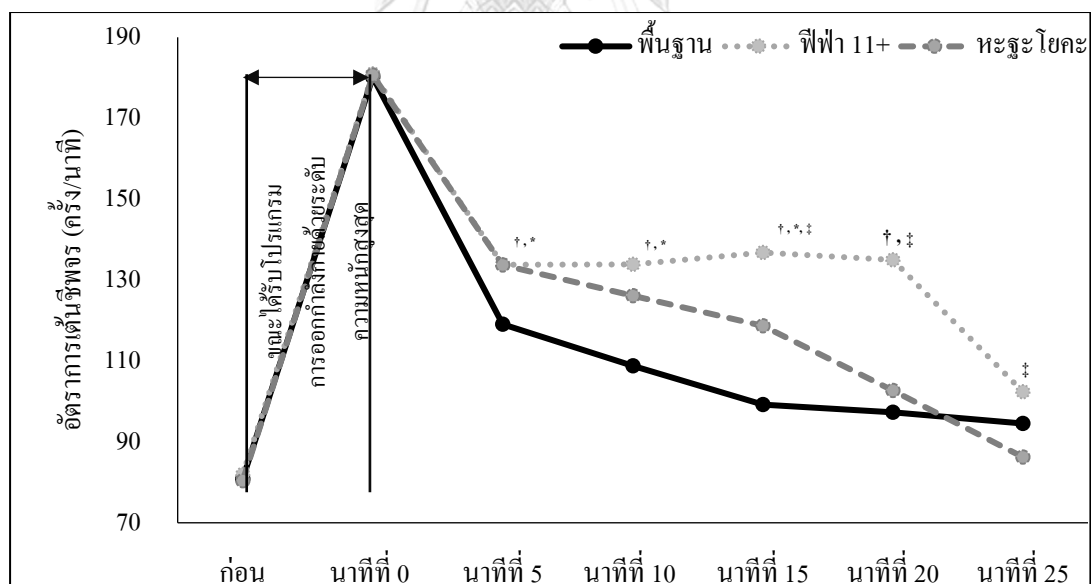
นาทีที่ 15 พบว่า ความแตกต่างของอัตราการเต้นของชีพจรระหว่างกลุ่มทุกกลุ่ม คือ กลุ่มเทคนิคพื้นฐานค่าน้อยกว่ากลุ่มหฐะโยคะและกลุ่มไฟฟ้า 11⁺ ส่วนกลุ่มหฐะโยคะมีค่าน้อยกว่ากลุ่มไฟฟ้า 11⁺ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$)

นาทีที่ 20 พบว่า อัตราการเต้นของชีพจรในกลุ่มเทคนิคพื้นฐานและกลุ่มหฐะโยคะมีค่าน้อยกว่ากลุ่มไฟฟ้า 11⁺ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$)

และนาทีที่ 25 พบว่า อัตราการเต้นของชีพจรในกลุ่มหฐะโยคะมีค่าน้อยกว่ากลุ่มไฟฟ้า 11⁺ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 5 และภาพที่ 20

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean \pm S.D.) ของอัตราการเต้นของชีพจร (ครั้ง/นาที) ในแต่ละช่วงเวลาขณะเข้าโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 59 คน

กลุ่ม เวลา	ก่อนเข้าร่วม	นาทีที่ 0	นาทีที่ 5	นาทีที่ 10	นาทีที่ 15	นาทีที่ 20	นาทีที่ 25
		ขณะเข้าโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ	ขณะเข้าโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ	ขณะเข้าโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ	ขณะเข้าโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ	ขณะเข้าโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ	ขณะเข้าโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ
พื้นฐาน	80.85 \pm 11.91	180.15 \pm 11.40	119.1 \pm 15.01	108.75 \pm 18.83	99.20 \pm 12.69	97.30 \pm 15.37	94.50 \pm 17.49
หะรุะโยคะ	80.40 \pm 7.40	180.60 \pm 5.69	133.70 \pm 10.44	126.10 \pm 12.52	118.70 \pm 12.57	102.65 \pm 9.84	86.20 \pm 10.79
ไฟฟ้า 11 ⁺	81.95 \pm 6.22	180.95 \pm 5.31	133.79 \pm 15.55	133.84 \pm 17.20	136.79 \pm 19.83	134.95 \pm 15.38	102.37 \pm 8.55



หมายเหตุ : * แทนความแตกต่างระหว่างกลุ่มเทคนิคพื้นฐานกับกลุ่มหะรุะโยคะ † แทนความแตกต่างระหว่างกลุ่มเทคนิคพื้นฐานกับกลุ่มไฟฟ้า 11⁺ ‡ แทนความแตกต่างระหว่างกลุ่มไฟฟ้า 11⁺ กับกลุ่มหะรุะโยคะ

ภาพที่ 30 กราฟเส้นแสดงอัตราการเต้นของชีพจรในแต่ละช่วงเวลาขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม

ตอนที่ 6 วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยในเลือดขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟู

สมรรถภาพ

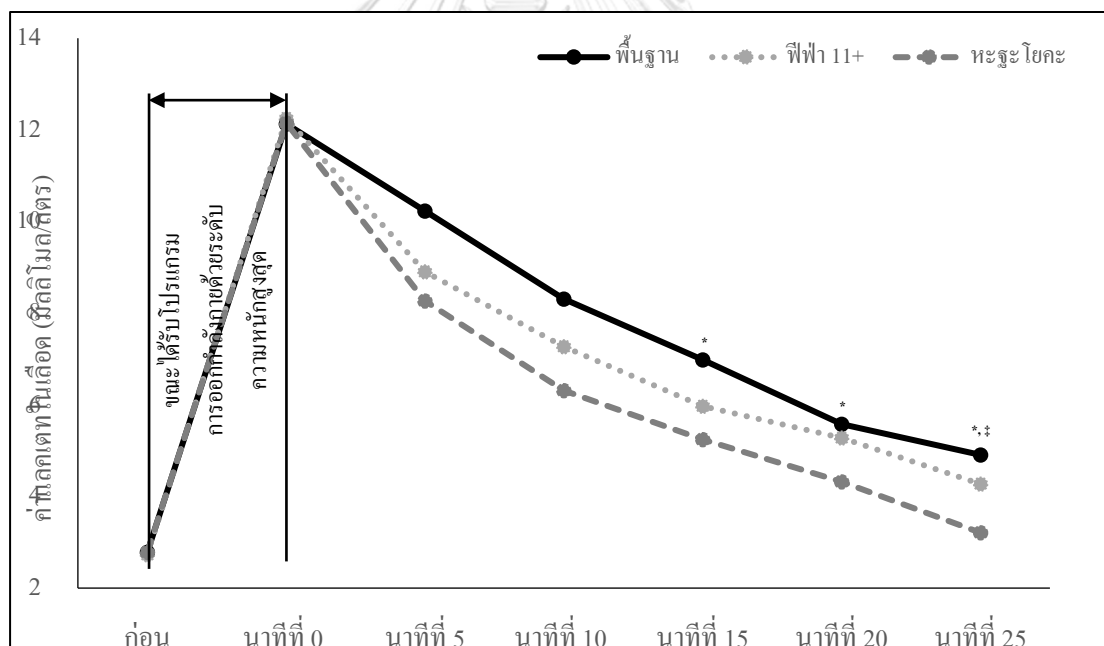
ค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยก่อนเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 59 คน มีค่าเฉลี่ย 2.76 ± 0.67 มิลลิโมล/ลิตร และในขณะที่เข้าร่วมโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพ พบว่า ในนาที่ที่ 0 มีค่าเฉลี่ย 12.18 ± 3.36 มิลลิโมล/ลิตร นาที่ที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 9.14 ± 3.45 มิลลิโมล/ลิตร นาที่ที่ 10 มีค่าเฉลี่ย 7.29 ± 2.71 มิลลิโมล/ลิตร นาที่ที่ 15 มีค่าเฉลี่ย 6.06 ± 1.74 มิลลิโมล/ลิตร นาที่ที่ 20 มีค่าเฉลี่ย 5.06 ± 1.60 มิลลิโมล/ลิตร และนาที่ที่ 25 มีค่าเฉลี่ย 4.13 ± 1.47 มิลลิโมล/ลิตร เมื่อนำไปเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้ง 3 กลุ่มนาที่ที่ 15-25 อย่างนัยสำคัญทางสถิติ

โดยในนาที่ที่ 15 และ 20 พบว่า ค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยในเลือดของกลุ่มเทคนิคพื้นฐานมีค่ามากกว่ากลุ่มหะฐะโยคะ อย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$)

และในนาที่ที่ 25 พบว่า ค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยในเลือดของกลุ่มเทคนิคพื้นฐานมีค่ามากกว่ากลุ่มหะฐะโยคะและกลุ่มหะฐะโยคะมีค่าน้อยกว่ากลุ่มพีฟ่า 11⁺ อย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 6 และภาพที่ 21

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean \pm S.D.) ของค่าแลคเตทในเลือด (มิลลิโมล/ลิตร) ในแต่ละช่วงเวลาขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 59 คน

กลุ่ม เวลา	ก่อนเข้าร่วม	นาทีที่ 0	นาทีที่ 5	นาทีที่ 10	นาทีที่ 15	นาทีที่ 20	นาทีที่ 25
		ขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ	ขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ	ขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ	ขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ	ขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ	ขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ
พื้นฐาน	2.78 \pm 0.75	12.13 \pm 3.31	10.23 \pm 3.86	8.31 \pm 3.72	6.98 \pm 1.74	5.58 \pm 1.70	4.91 \pm 0.92
หะฐะโยคะ	2.78 \pm 0.69	12.15 \pm 2.36	8.27 \pm 1.78	6.31 \pm 1.43	5.24 \pm 1.78	4.32 \pm 1.44	3.21 \pm 0.83
ไฟฟ้า 11+	2.73 \pm 0.61	12.25 \pm 4.36	8.90 \pm 4.12	7.27 \pm 2.15	5.97 \pm 1.23	5.28 \pm 1.44	4.27 \pm 1.93



หมายเหตุ: * แทนความแตกต่างระหว่างกลุ่มเทคนิคพื้นฐานกับกลุ่มหะฐะโยคะ † แทนความแตกต่างระหว่างกลุ่มเทคนิคพื้นฐานกับกลุ่มไฟฟ้า 11+ ‡ แทนความแตกต่างระหว่างกลุ่มไฟฟ้า 11+ กับกลุ่มหะฐะโยคะ

ภาพที่ 31 กราฟเส้นแสดงค่าแลคเตทในเลือดในแต่ละช่วงเวลาขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม

ตอนที่ 7 วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบระดับความล้าของกล้ามเนื้อขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ

ระดับความล้าของกล้ามเนื้อก่อนเข้าร่วมโปรแกรมของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่มจำนวน 59 คน มีค่าเฉลี่ย 1.73 ± 0.64 และในขณะที่เข้าร่วมโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพ พบว่า ในนาทิตี่ 0 มีค่าเฉลี่ย 9.44 ± 0.55 นาทิตี่ 5 มีค่าเฉลี่ย 6.63 ± 1.87 นาทิตี่ 10 มีค่าเฉลี่ย 5.78 ± 1.85 นาทิตี่ 15 มีค่าเฉลี่ย 5.27 ± 1.77 นาทิตี่ 20 มีค่าเฉลี่ย 4.44 ± 1.71 และนาทิตี่ 25 มีค่าเฉลี่ย 3.15 ± 1.50 เมื่อนำไปเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้ง 3 กลุ่มนาทิตี่ 10-25 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โดยนาทิตี่ 10 พบว่า ระดับความล้าของกล้ามเนื้อในกลุ่มเทคนิคพื้นฐานมีค่าน้อยกว่ากลุ่มไฟฟ้า 11⁺ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05)

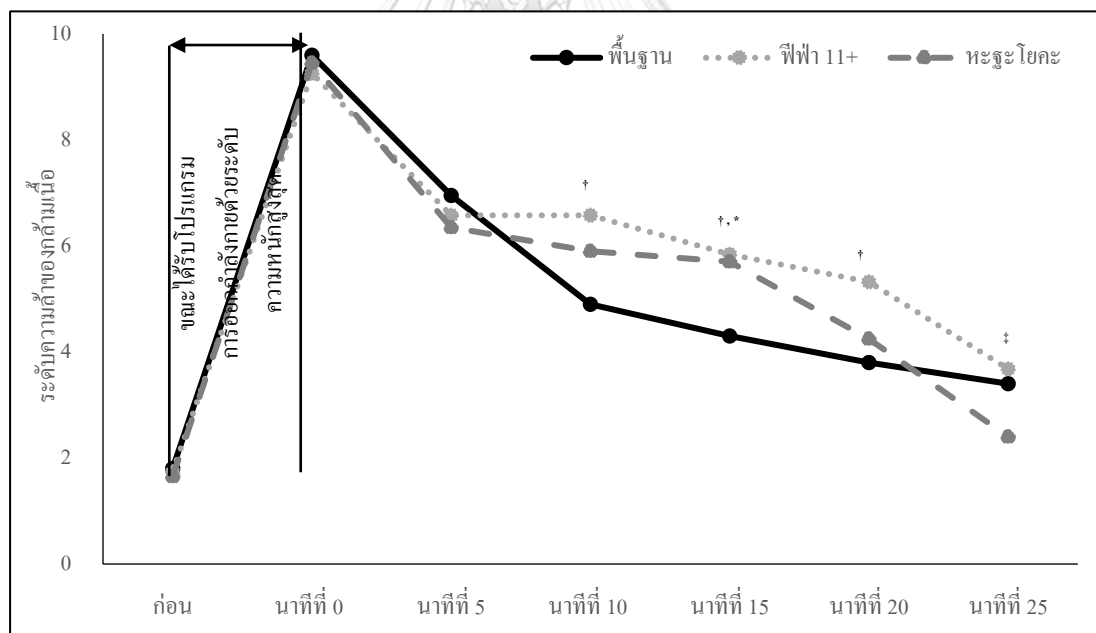
นาทิตี่ 15 พบว่า ระดับความล้าของกล้ามเนื้อในกลุ่มเทคนิคพื้นฐานมีค่าน้อยกว่ากลุ่มหฐะโยคะและกลุ่มไฟฟ้า 11⁺ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05)

นาทิตี่ 20 พบว่า ระดับความล้าของกล้ามเนื้อในกลุ่มเทคนิคพื้นฐานมีค่าน้อยกว่ากลุ่มไฟฟ้า 11⁺ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05)

และนาทิตี่ 25 พบว่า ระดับความล้าของกล้ามเนื้อในกลุ่มหฐะโยคะมีค่าน้อยกว่ากลุ่มไฟฟ้า 11⁺ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) ดังแสดงในตารางที่ 7 และภาพที่ 22

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean \pm S.D.) ของระดับความถี่ของกล้ามเนื้อในแต่ละช่วงเวลาขณะเข้าโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 59 คน

กลุ่ม เวลา	ก่อนเข้าร่วม	นาทีที่ 0 ขณะเข้า โปรแกรม ฟื้นฟู สมรรถภาพ	นาทีที่ 5 ขณะเข้า โปรแกรม ฟื้นฟู สมรรถภาพ	นาทีที่ 10 ขณะเข้า โปรแกรม ฟื้นฟู สมรรถภาพ	นาทีที่ 15 ขณะเข้า โปรแกรม ฟื้นฟู สมรรถภาพ	นาทีที่ 20 ขณะเข้า โปรแกรม ฟื้นฟู สมรรถภาพ	นาทีที่ 25 ขณะเข้า โปรแกรม ฟื้นฟู สมรรถภาพ
พื้นฐาน	1.80 \pm 0.70	9.60 \pm 0.40	6.95 \pm 1.88	4.90 \pm 2.00	4.30 \pm 1.95	3.80 \pm 1.82	3.40 \pm 1.60
หะฐะ โยคะ	1.65 \pm 0.67	9.45 \pm 0.54	6.35 \pm 2.18	5.90 \pm 1.86	5.70 \pm 1.63	4.25 \pm 1.59	2.40 \pm 1.19
ไฟฟ้า 11+	1.74 \pm 0.56	9.26 \pm 0.73	6.58 \pm 1.54	6.58 \pm 1.26	5.84 \pm 1.30	5.32 \pm 1.38	3.68 \pm 1.42



หมายเหตุ : * แทนความแตกต่างระหว่างกลุ่มเทคนิคพื้นฐานกับกลุ่มหะฐะโยคะ † แทนความแตกต่างระหว่างกลุ่มเทคนิคพื้นฐานกับกลุ่มไฟฟ้า 11+ †† แทนความแตกต่างระหว่างกลุ่มไฟฟ้า 11+ กับกลุ่มหะฐะโยคะ

ภาพที่ 32 กราฟเส้นแสดงระดับความถี่ของกล้ามเนื้อในแต่ละช่วงเวลาเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม

ตอนที่ 8 วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบค่าการกระโดดสูงสุดขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ

ค่าการกระโดดสูงสุดก่อนเข้าร่วมโปรแกรมของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่มจำนวน 59 คนมีค่าเฉลี่ย 1.73 ± 0.64 เซนติเมตร และในขณะที่เข้าร่วมโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพ พบว่า ในนาทิตี่ 0 มีค่าเฉลี่ย 25.89 ± 4.45 เซนติเมตร นาทิตี่ 5 มีค่าเฉลี่ย 30.44 ± 5.43 เซนติเมตร นาทิตี่ 10 มีค่าเฉลี่ย 31.22 ± 5.69 เซนติเมตร นาทิตี่ 15 มีค่าเฉลี่ย 32.23 ± 6.32 เซนติเมตร นาทิตี่ 20 มีค่าเฉลี่ย 33.82 ± 6.08 เซนติเมตร นาทิตี่ 25 มีค่าเฉลี่ย 33.89 ± 6.62 เซนติเมตร เมื่อนำไปเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้ง 3 กลุ่ม ในนาทิตี่ 5-25 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

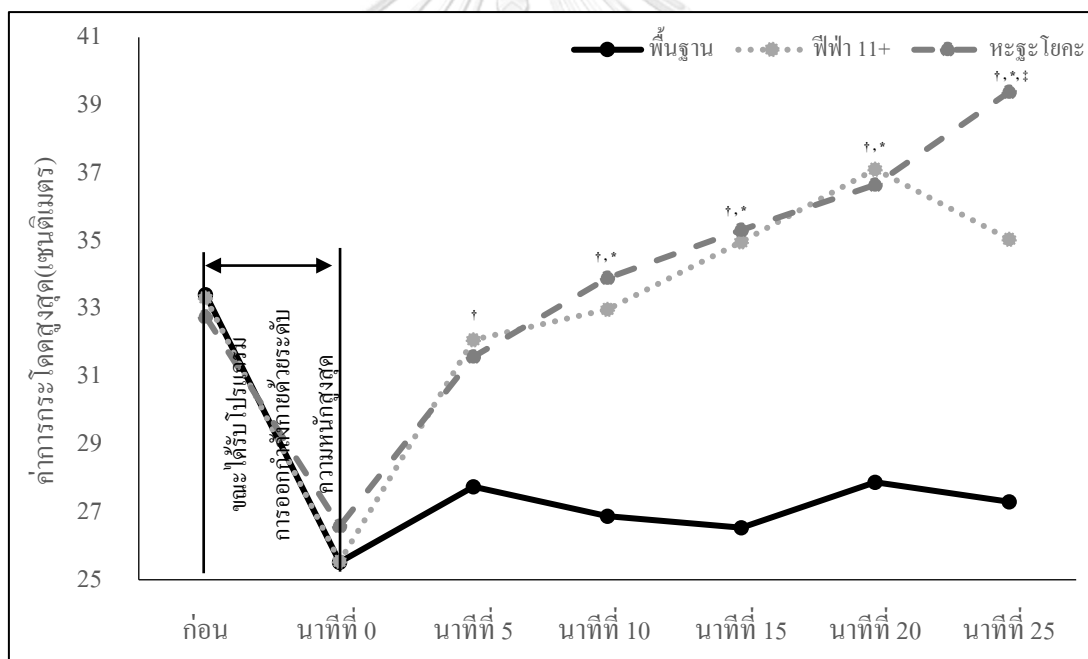
โดยนาทิตี่ 5 พบว่า ในกลุ่มฟิฟฟ้า 11⁺ กระโดดได้สูงกว่ากลุ่มเทคนิคพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05)

นาทิตี่ 10, 15 , 20 พบว่า ในกลุ่มหะฐะโยคะและกลุ่มฟิฟฟ้า 11⁺ กระโดดได้สูงกว่ากลุ่มเทคนิคพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05)

และนาทิตี่ 25 พบว่า ค่าการกระโดดสูงสุดมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มทุกกลุ่ม คือ กลุ่มหะฐะโยคะกระโดดได้สูงที่สุดและกลุ่มฟิฟฟ้า 11⁺ กระโดดได้สูงกว่ากลุ่มเทคนิคพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) ดังแสดงในตารางที่ 8 และภาพที่ 23

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± S.D.) ของค่าการกระโดดสูงสุด (เซนติเมตร) ในแต่ละช่วงเวลาขณะเข้าโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 59 คน

กลุ่ม เวลา	ก่อนเข้า ร่วม	นาทิตี่ 0 ขณะเข้า โปรแกรม ฟื้นฟู สมรรถภาพ	นาทิตี่ 5 ขณะเข้า โปรแกรม ฟื้นฟู สมรรถภาพ	นาทิตี่ 10 ขณะเข้า โปรแกรม ฟื้นฟู สมรรถภาพ	นาทิตี่ 15 ขณะเข้า โปรแกรม ฟื้นฟู สมรรถภาพ	นาทิตี่ 20 ขณะเข้า โปรแกรม ฟื้นฟู สมรรถภาพ	นาทิตี่ 25 ขณะเข้า โปรแกรม ฟื้นฟู สมรรถภาพ
พื้นฐาน	33.41±3.11	25.52±1.97	27.74±2.03	26.88±2.96	26.54±3.05	27.88±2.47	27.30±3.44
หะรุะโยคะ	32.76±4.87	26.58±6.92	31.58±8.02	33.90±6.78	35.32±6.48	36.65±5.53	39.39±4.40
ฟิฟฟ้า 11+	33.32±3.85	25.54±2.89	32.08±3.22	32.98±3.76	34.97±4.47	37.11±4.57	35.04±5.01



หมายเหตุ: * แทนความแตกต่างระหว่างกลุ่มเทคนิคพื้นฐานกับกลุ่มหะรุะโยคะ † แทนความแตกต่างระหว่างกลุ่มเทคนิคพื้นฐานกับกลุ่มฟิฟฟ้า 11+ †† แทน ความแตกต่างระหว่างกลุ่มฟิฟฟ้า 11+ กับกลุ่มหะรุะโยคะ

ภาพที่ 33 กราฟเส้นแสดงค่าการกระโดดสูงสุดในแต่ละช่วงเวลาขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม

ตอนที่ 9 วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ

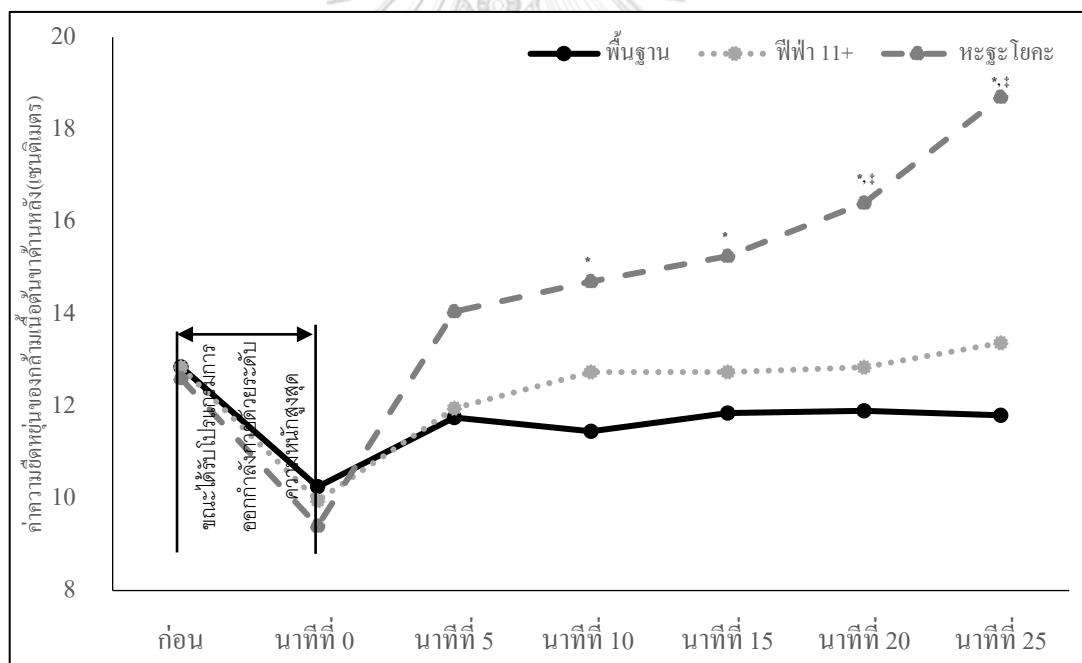
ค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังก่อนเข้าร่วมโปรแกรมของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่มจำนวน 59 คนมีค่าเฉลี่ย 12.76 ± 2.93 เซนติเมตร เซนติเมตร และในขณะที่เข้าร่วมโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพ พบว่า ในนาทิตี่ 0 มีค่าเฉลี่ย 9.86 ± 3.09 เซนติเมตร นาทิตี่ 5 มีค่าเฉลี่ย 12.59 ± 3.58 เซนติเมตร นาทิตี่ 10 มีค่าเฉลี่ย 12.97 ± 4.12 เซนติเมตร นาทิตี่ 15 มีค่าเฉลี่ย 13.29 ± 3.80 เซนติเมตร นาทิตี่ 20 มีค่าเฉลี่ย 13.73 ± 4.09 เซนติเมตร นาทิตี่ 25 มีค่าเฉลี่ย 14.64 ± 4.31 เซนติเมตร เมื่อนำไปเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้ง 3 กลุ่ม ในนาทิตี่ 10-25 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โดยนาทิตี่ 10 และนาทิตี่ 15 พบว่า ค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังในกลุ่มหะฐะโยคะ มีค่ามากกว่ากลุ่มเทคนิคพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$)

นาทิตี่ 20 และนาทิตี่ 25 พบว่า ค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังในกลุ่มหะฐะโยคะมีค่ามากกว่าในกลุ่มเทคนิคพื้นฐานและกลุ่มพีฟ่า 11⁺ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 9 และภาพที่ 24

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± S.D.) ของค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง(เซนติเมตร)ในแต่ละช่วงเวลาขณะเข้าโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 59 คน

กลุ่ม เวลา	ก่อนเข้า ร่วม	นาทีที่ 0	นาทีที่ 5	นาทีที่ 10	นาทีที่ 15	นาทีที่ 20	นาทีที่ 25
		ขณะเข้า โปรแกรม ฟื้นฟู สมรรถภาพ	ขณะเข้า โปรแกรม ฟื้นฟู สมรรถภาพ	ขณะเข้า โปรแกรม ฟื้นฟู สมรรถภาพ	ขณะเข้า โปรแกรม ฟื้นฟู สมรรถภาพ	ขณะเข้า โปรแกรม ฟื้นฟู สมรรถภาพ	ขณะเข้า โปรแกรม ฟื้นฟู สมรรถภาพ
พื้นฐาน	12.85±3.41	10.25±2.63	11.75±2.51	11.45±3.76	11.85±2.66	11.9±2.79	11.80±2.61
หะฐะโยคะ	12.60±3.07	9.40±4.01	14.05±3.71	14.70±3.81	15.25±3.68	16.40±3.59	18.70±2.83
ฟิฟ่า 11+	12.84±2.34	9.95±2.51	11.95±4.06	12.74±4.31	12.74±4.23	12.84±4.41	13.37±2.83



หมายเหตุ : * แทนความแตกต่างระหว่างกลุ่มเทคนิคพื้นฐานกับกลุ่มหะฐะโยคะ † แทนความแตกต่างระหว่างกลุ่มเทคนิคพื้นฐานกับกลุ่มฟิฟ่า 11+ ‡ แทน ความแตกต่างระหว่างกลุ่มฟิฟ่า 11+ กับกลุ่มหะฐะโยคะ

ภาพที่ 34 กราฟเส้นแสดงค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังในแต่ละช่วงเวลาขณะเข้าร่วมโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental design) ในนักกีฬาฟุตบอลเพศชายที่มีอายุ 18-29 ปี ในการคำนวณกลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษาได้ กลุ่มละ 20 คน มีอาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัยทั้งหมด 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเทคนิคพื้นฐานหรือกลุ่มควบคุม จำนวน 20 คน กลุ่มหะฐะโยคะ จำนวน 20 คน และกลุ่มฟิฟฟ้า 11⁺ จำนวน 20 คน อาสาสมัคร 1 คนในกลุ่มนี้ได้รับการบาดเจ็บที่บริเวณข้อเท้าก่อนการวันเข้าร่วมการศึกษาจึงเหลือ 19 คน รวมจำนวนอาสาสมัครทั้งหมดที่นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติทั้งหมด 59 คน

จากวัตถุประสงค์ในการศึกษา พบว่า การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคหะฐะโยคะภายหลังการกระตุ้นการลำในนักกีฬาฟุตบอล นักกีฬามีค่าการกระโดดสูงสุดและค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการออกกำลังกายและดีกว่าในกลุ่มเทคนิคฟิฟฟ้า 11⁺ และกลุ่มเทคนิคพื้นฐานอีกทั้งพบว่า ค่าอัตราการเต้นของชีพจร ค่าแลคเตทในเลือดและระดับความล้าของกล้ามเนื้อไม่มีความแตกต่างกับก่อนการออกกำลังกาย ซึ่งดีกว่าจากกลุ่มเทคนิคฟิฟฟ้า 11⁺ และกลุ่มเทคนิคพื้นฐานมีค่าสูงกว่าก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญสำคัญ (p-value<0.05)

ซึ่งข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้ มีความสำคัญในการวางแผนฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายในนักกีฬาฟุตบอลที่มีระยะเวลาจำกัด เช่น ในระหว่างพักครึ่งของการแข่งขันเพื่อที่ร่างกายของนักกีฬาจะได้มีการกำจัดแลคเตทที่เป็นผลลัพท์ของการใช้งานกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้นและมีสมรรถภาพทางกายมีความพร้อมต่อการใช้งานในครึ่งหลังของการแข่งขันต่อไป

อภิปรายผลการวิจัย

สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล

อาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักกีฬาฟุตบอลเพศชาย ที่อยู่ในทีมที่มีการแข่งขันระดับมหาวิทยาลัยหรือสโมสรฟุตบอล มีการฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอ 3 -5 วันต่อสัปดาห์ โดยใช้ระยะเวลาในการฝึกซ้อมต่อเนื้ออย่างน้อย 90 นาทีต่อวัน จากผลการวัดค่าแลคเตทในเลือดขณะพักมีค่าเฉลี่ย 2.76 ± 0.67 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งมีค่ามากกว่าในนักกีฬาฟุตบอลอาชีพในสโมสรรประเทศบราซิล⁽⁷¹⁾ ที่มีค่าเฉลี่ย 1.40 ± 0.1 มิลลิโมลต่อลิตรและมีค่ามากกว่าการศึกษาก่อนหน้านี้ที่มีค่าเฉลี่ยประมาณ 2.00 มิลลิโมลต่อลิตร⁽⁷²⁾ และยังพบว่าค่าระดับกำลังสูงสุดขณะปั่นของอาสาสมัคร มีค่า 827.11 ± 165.85 วัตต์ ซึ่งมีค่ามากกว่านักกีฬาฟุตบอลระดับอาชีพในประเทศไทยในปี 2013⁽⁷³⁾ ที่มีค่าระดับกำลังสูงสุดขณะปั่นเฉลี่ย 541.42 ± 85.5 วัตต์ อีกทั้งยังพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับ

การศึกษาในนักกีฬาระดับมหาวิทยาลัยของประเทศอังกฤษ⁽⁷⁴⁾ ที่มีค่าอยู่ช่วง 813.00-1,007.00 วัตต์ และอาสาสมัครมีระยะเวลาในการเล่นฟุตบอลเฉลี่ย 9.24 ± 3.42 ปี ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อาสาสมัครที่เข้าร่วมการศึกษาในครั้งนี้เป็นนักกีฬาฟุตบอลที่มีประสบการณ์และมีสมรรถภาพทางกายที่จัดอยู่ในระดับนักกีฬาอาชีพ แต่ที่ค่าแลคเตทในเลือดขณะพักมีค่าเฉลี่ยมากกว่าปกติ นั่น คาดว่าน่าจะเกิดจากการที่ช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลนั้น อยู่ในช่วงระยะเวลาการแข่งขัน แม้จะมีการขอร้องอาสาสมัครให้หิ้งคอกกำลังกายเป็นเวลาก่อนหน้า 24 ชั่วโมงแล้วก็ไม่เพียงพอที่ร่างกายของอาสาสมัครจะสามารถกลับสู่ภาวะปกติได้ ซึ่งอาจต้องใช้เวลาราว 72 ชั่วโมงเพื่อลดผลของการออกกำลังกายก่อนหน้า

ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายกระตุ้นการลำของกล้ามเนื้อด้วยจักรยาน Wingate

ในเกมการแข่งขันฟุตบอล นักกีฬาจะใช้พลังงานในรูปแบบของการไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic energy system) ซึ่งมีระดับความหนัก 80-90% ของอัตราการเต้นชีพจรสูงสุด การวิจัยในครั้งนี้เลือกใช้โปรแกรมการออกกำลังกายกระตุ้นการลำให้ใกล้เคียงรูปแบบดังกล่าว คือ การปั่นจักรยาน Wingate ซึ่งอ้างอิงจากการศึกษาของ Nancy และคณะ ในปี ค.ศ.1998⁽⁹⁾ โดยใช้ระดับของกำลังสูงสุดในขณะปั่นของรอบที่ 1 และรอบที่ 2 เป็นตัวบ่งชี้วัดความล้า ตามการศึกษาของ Ryan และคณะ ในปี ค.ศ.2010⁽³³⁾ ที่ระดับของกำลังสูงสุดในขณะปั่นรอบที่ 2 ต้องมีค่าลดลงมากกว่าครึ่งหนึ่งของรอบที่ 1 และจากการศึกษาของ Mathieu และคณะ ในปี ค.ศ. 2013⁽⁵¹⁾ พบว่า การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นเมื่อนักกีฬาฟุตบอลเกิดอาการล้า คือ ค่าแรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดลดลง (muscle force) และค่าแลคเตทในเลือดเพิ่มมากขึ้น (blood lactate concentration) ซึ่งผลการศึกษาที่สอดคล้องกับผลงานวิจัยก่อนหน้านี้ โดยพบว่า เมื่อสิ้นสุดโปรแกรม อาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม มีระดับความล้าของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ระดับของกำลังสูงสุดในรอบที่ 2 (410.39 ± 85.29 วัตต์) ลดลงมากกว่าครึ่งหนึ่งของรอบที่ 1 (827.11 ± 165.85 วัตต์) หรือลดลงเท่ากับ 50.38% อีกทั้งค่าแลคเตทในเลือดยังมีค่าเพิ่มมากขึ้นอีกด้วยและจากการศึกษาของ Bangsbo และคณะ ในปี ค.ศ. 2014⁽³⁹⁾ ที่ได้ทำการทดสอบค่าแลคเตทในเลือดของนักกีฬาฟุตบอลอาชีพภายหลังการแข่งขันจริง พบว่ามีระดับของค่าแลคเตทในเลือดเฉลี่ย 10 มิลลิโมลต่อลิตร ใกล้เคียงกับค่าแลคเตทในเลือดภายหลังโปรแกรมนี้ คือ ค่าแลคเตทในเลือดเฉลี่ย 12.18 ± 3.36 มิลลิโมลต่อลิตร ดังนั้นโปรแกรมการออกกำลังกายกระตุ้นการลำด้วยการปั่นจักรยานนี้ จึงมีความหนักเพียงพอที่กระตุ้นให้อาสาสมัครเกิดความล้าได้เทียบเท่ากับการแข่งขันจริง แต่จากผลของโปรแกรมการออกกำลังกายกระตุ้นการลำในครั้งนี้มีความแตกต่างการศึกษาก่อนหน้านี้ในเรื่องช่วงระยะเวลาที่ค่าแลคเตทในเลือดสูงที่สุดกับช่วงระยะเวลาที่อาการล้าเกิดขึ้นสูงสุดนั้น เนื่องมาจาก เป็นความต้องการของผู้วิจัยที่ต้องการให้ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายกระตุ้นการลำในครั้งนี้ กระตุ้นให้อาสาสมัคร

เกิดอาการล้าขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ด้วยจำนวนรอบในการปั่นจักรยานที่เพิ่มมากขึ้น ช่วงเวลาที่ค่าแลคเตทในเลือดสูงสุดนั้นเป็นช่วงระยะเวลาที่ที่ 0 (ดังแสดงในภาพที่ 31) ภายหลังการสิ้นสุดโปรแกรมแต่การศึกษาของ Ricardo F. ในปี ค.ศ.2015⁽⁷²⁾ พบว่าช่วงระยะเวลาที่ค่าแลคเตทสูงสุด คือ ภายหลังการออกกำลังกายกระตุ้นการล้าในนาที่ที่ 5 ดังนั้น ช่วงเวลาที่ร่างกายมีค่าแลคเตทในเลือดสูงสุดจึงถูกรบกวนไปด้วยโปรแกรมการกระตุ้นการล้าในขณะนั้น ความแตกต่างกันของช่วงเวลาจึงเกิดขึ้น

ผลของโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย

วัตถุประสงค์ของการศึกษาคั้งนี้ ต้องการเปรียบเทียบผลความแตกต่างของเทคนิคฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายภายหลังการออกกำลังกายกระตุ้นการล้า พบว่า การฟื้นฟูสมรรถภาพด้วยเทคนิคหะฐะโยคะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพกลับสู่ภาวะก่อนการออกกำลังกายได้ดีกว่าเทคนิคพีฟ่า 11⁺ และเทคนิคเทคนิคพื้นฐาน กล่าวคือ อัตราการเต้นของชีพจร ค่าแลคเตทในเลือดและระดับความล้าของกล้ามเนื้อ ไม่มีความแตกต่างจากก่อนออกกำลังกาย (p-value > 0.05) อีกทั้งยังพบว่าค่าการกระโดดสูงสุดและค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value<0.05) เนื่องจาก เทคนิคหะฐะโยคะเป็นการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวที่มีความหนัก ประมาณ 60% ของอัตราการเต้นชีพจรสูงสุด หรือช่วง 65% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อเนื่องเป็นเวลา 20 นาที ซึ่งการศึกษาของ Reilly และ Gmada ในปี ค.ศ. 2005^(5, 14, 75) ได้สรุปว่าเป็นความหนักและช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการช่วยคงสภาพและฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายภายหลังการแข่งขันและฝึกซ้อมในนักกีฬาอาชีพ ซึ่งเป็นผลมาจากการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดที่ลดความหนักส่งผลให้เกิดกระบวนการ aerobic metabolism ขึ้น⁽⁶⁾ การกำจัดแลคเตทในเลือดจึงเกิดขึ้นได้ดีกว่าในเทคนิคพื้นฐานที่ระดับความหนักของการออกกำลังกายถูกลดลงในทันที ค่าแลคเตทในเลือดภายหลังการฟื้นฟูสมรรถภาพนั้นจึงมีค่าใกล้เคียงกับก่อนออกกำลังกาย

ค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังในกลุ่มหะฐะโยคะที่เพิ่มขึ้นมากกว่าในกลุ่มพีฟ่า 11⁺ และกลุ่มเทคนิคพื้นฐาน สอดคล้องกับการศึกษาของ Mathien ในปี ค.ศ. 2012⁽⁴⁰⁾ ที่รูปแบบของหะฐะโยคะ ถูกจัดอยู่ในการยืดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว (dynamic stretching) ซึ่งกระตุ้นการทำงานของ stretch reflex ส่งผลให้เกิดการยับยั้งการทำงานของ alpha motor neuron และทำให้กล้ามเนื้อคลายตัวได้ดี ค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังจึงมีค่ามากขึ้นและขณะที่ออกกำลังกายด้วยการทำหะฐะโยคะ ส่งผลให้ soft tissue ยืดยาวออกในขณะที่กล้ามเนื้อมีการหดตัวจึงเกิดการกระตุ้นตัวรับความรู้สึกในเอ็นกล้ามเนื้อ (golgi tendon organ) ส่งผลให้กล้ามเนื้อคู่ตรงข้ามเกิดการคลายตัวได้ นอกจากนี้ผลของการออกกำลังกายแบบหะฐะโยคะยังทำให้ ความยืดหยุ่นของเอ็น

กล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น (tendon elasticity) ความหนืดภายในของกล้ามเนื้อมีค่าลดลง (muscle viscosity) และส่งผลทำให้ passive joint torque ลดลง^(18, 56, 58) อย่างไรก็ตามในการศึกษาของ Rey ในปี ค.ศ. 2012⁽⁶⁶⁾ ที่ศึกษาการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายด้วยเทคนิคการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบคงค้าง (static stretching) ร่วมกับการวิ่งในนักกีฬาฟุตบอลอาชีพประเทศอังกฤษ พบว่า ค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับก่อนหน้าการออกกำลังกาย และไม่มีความแตกต่างเมื่อเทียบกับการฟื้นฟูแบบไม่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหว เนื่องจาก การยืดเหยียดกล้ามเนื้อในการศึกษาข้างต้นนั้น เป็นการยืดเหยียดแบบคงค้างที่มีระยะเวลาในการค้างต่อครั้ง 15 วินาที จำนวน 3 ครั้ง โดยนักกีฬาเป็นผู้ยืดเหยียดด้วยตัวเองภายใต้การควบคุมของผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้น การยืดเหยียดกล้ามเนื้อจนถึงจุดที่ตึงแล้วกระตุ้นให้ตัวรับความรู้สึกในเอ็นกล้ามเนื้อ (golgi tendon organ) ทำงานเพื่อให้กล้ามเนื้อคลายตัวจึงอาจไม่เพียงพอเนื่องจากไม่มีการเปลี่ยนแปลงของแรงตึงภายในกล้ามเนื้อ จากการศึกษาของ Duane K. ในปี ค.ศ. 2006⁽⁷⁶⁾ พบว่า ที่ความยาวของกล้ามเนื้อเท่ากัน แรงตึงภายในกล้ามเนื้อที่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นกับระยะเวลาที่ใช้ในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (viscoelasticity) คือ การใช้เวลาในการที่นานกว่าทำให้แรงตึงภายในกล้ามเนื้อลดลงได้ดีกว่า จึงเห็นได้ว่า dynamic stretching ส่งผลต่อการเพิ่มความยืดหยุ่นได้ดีกว่าการยืดแบบ static stretching และจากผลการศึกษาในครั้งนี้ยังสามารถอธิบายเรื่องระยะเวลากับความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ได้ดีกว่าแม้ในช่วงเวลาที่เท่ากันในกลุ่มที่ได้รับการฟื้นฟูสมรรถภาพด้วยหะฐะโยคะ มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังมากกว่าในกลุ่มพื้นฐานและกลุ่มฟิฟฟ้า 11⁺ ที่พบว่าการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกัน (ดังแสดงในภาพที่ 34) ดังนั้น การได้รับเทคนิคหะฐะโยคะในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายด้านความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังจึงให้ผลดีกว่าในกลุ่มพื้นฐานและกลุ่มฟิฟฟ้า 11⁺

การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในการศึกษาวัดจากค่าการกระโดดสูงสุด โดยในกลุ่มหะฐะโยคะมีค่าการกระโดดสูงสุดเพิ่มขึ้นมากกว่าที่ในกลุ่มฟิฟฟ้า 11⁺ และกลุ่มเทคนิคพื้นฐาน ซึ่งระหว่างทำการทดสอบในกลุ่มหะฐะโยคะมีอัตราการเต้นของชีพจรและระดับความล้าต่ำกว่าในกลุ่มฟิฟฟ้า 11⁺ และกลุ่มเทคนิคพื้นฐาน โดยอัตราการเต้นของชีพจรและระดับความล้าที่ต่ำกว่าน่าจะเป็นปัจจัยที่ทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาไม่สูญเสียไปและการออกกำลังกายด้วยหะฐะโยคะกระตุ้นให้ stress-shortening cycle ทำงานได้ดีและมีการกำจัดแลคเตทในเลือดได้ดีตามไปด้วย ประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อจึงยังคงอยู่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Kevin T. ในปี ค.ศ. 2017⁽⁷⁷⁾ ที่พบว่าภายหลังการแข่งขันของนักกีฬาฟุตบอลแล้วฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวด้วยการยืดกล้ามเนื้อแบบ dynamic stretching มีการเพิ่มขึ้นของค่าแรงหดตัวในกล้ามเนื้อสูงสุด ส่งผลให้ระยะในการวิ่ง sprint ดีกว่ายืดกล้ามเนื้อแบบ static stretching และจากการ

ที่ตำแหน่งการเล่นฟุตบอลของผู้เข้าร่วมงานวิจัยในครั้งนี้ส่วนมากเป็นกองหลัง (ดังแสดงในภาพที่ 28) ที่จำเป็นต้องมีทักษะในการกระโดดค่อนข้างสูง จึงทำให้ผลของค่าการกระโดดสูงสุดภายหลังการเข้าร่วมโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายในครั้งนี้มีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้นด้วย

อีกทั้งจากการศึกษาของ Luxmi ในปี ค.ศ. 2015⁽⁷⁸⁾พบว่า การฝึกโยคะในนักกีฬาส่งผลต่อเรื่องจิตใจของนักกีฬา ทำให้มีสมาธิมากขึ้นจากการควบคุมลมหายใจในระหว่างการฝึกท่าทางและรับรู้ถึงการเคลื่อนไหวของร่างกายได้ดีมากขึ้น (proprioception) อีกทั้งยังช่วยลดความตึงเครียด ความวิตกกังวลที่เกิดขึ้นขณะแข่งขันและการฝึกซ้อมได้อีกด้วย

สรุปผลการศึกษา

การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายภายหลังการออกกำลังกายอย่างหนักในนักกีฬาฟุตบอลเพศชายที่มีระดับการแข่งขันอยู่ในมหาวิทยาลัยหรือสโมสรฟุตบอล อายุ 18-29 ปี ด้วยเทคนิคหฐะโยคะ ส่งผลให้นักกีฬามีความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ความแข็งแรงของขา การกำจัดแลคเตทในเลือดและลดระดับความล้าของกล้ามเนื้อได้ดีกว่าในกลุ่มเทคนิคฟิฟฟ้า 11⁺ และกลุ่มเทคนิคพื้นฐาน ดังนั้น การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายด้วยเทคนิคหฐะโยคะ จึงเป็นทางเลือกที่นักกีฬาฟุตบอลสามารถใช้ระหว่างพักการครั้งการแข่งขันหรือภายหลังการแข่งขันที่มีเวลาในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายจำกัดเพื่อให้สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาพร้อมต่อการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อในมัดที่สำคัญต่อการทำกิจกรรมในนักกีฬาฟุตบอล
2. การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาในกลุ่มนักกีฬาที่มีระดับการแข่งขันอยู่ในมหาวิทยาลัยหรือสโมสรที่มีอายุ 18-29 ปี การศึกษาครั้งต่อไปอาจศึกษาเพิ่มในนักกีฬาสมัครเล่นหรือศึกษาในเยาวชนที่ช่วงอายุน้อยกว่า 18 ปีด้วย
3. การศึกษานี้เป็นการศึกษาในช่วงระยะเวลา 20 นาทีหลังการออกกำลังกายอย่างหนัก แต่เป็นที่น่าสนใจว่าการฟื้นฟูของสมรรถภาพทางกายนั้นยังเกิดขึ้นต่อจนสมรรถภาพทางกายกลับสู่ภาวะปกติในแต่ละกลุ่มแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร ดังนั้น การศึกษาครั้งหน้าอาจติดตามในช่วงระยะเวลาที่ยาวขึ้น 48 หรือ 72 ชั่วโมง



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บรรณานุกรม

1. Weppler C., Magnusson S. Increasing muscle extensibility:a matter of increasing length or modifying sensation? American Physical Therapy Association. 2010;90:438-49.
2. Tomas S., Karim C., Carlo C., W. U. Physiology of soccer Sports Med. 2005;35(6):501-36.
3. Rampinini E, Bosio A, Ferraresi I, Petruolo A, Morelli A, Sassi A. Match-related fatigue in soccer players. Med Sci Sports Exerc. 2011;43(11):2161-70.
4. Place N, Yamada T, Bruton JD, Westerblad H. Muscle fatigue: from observations in humans to underlying mechanisms studied in intact single muscle fibres. Eur J Appl Physiol. 2010;110(1):1-15.
5. Reilly T, Ekblom B. The use of recovery methods post-exercise. J Sports Sci. 2005;23(6):619-27.
6. William J., Steven J., R. M. Exercise physiology: Integrating theory and application. Second ed: Wolters Kluwer; 2016.
7. Stephanie W., Anne N., Carlin L., T. B. Return to sport after muscle injury. Cur Rev Musculoskelet Med. 2015;8:168-75.
8. นายแพทย์ ไพศาล จันทรพิทักษ์. รายงานการบาดเจ็บระหว่างการแข่งขันฟุตบอลไทยพรีเมียร์ลีก พ.ศ.2558. ศูนย์วิจัยสุขภาพกรุงเทพ. 2015.
9. Nancy A., Martin, Robert F., Zoeller, RobertJ., Robertson, et al. The comparative effect of sports massage, active recovery, and rest in promoting blood lactate clearance after supramaximal leg exercise. Journal of athletic training. 1998;33:30-5.
10. Marc V., Souleyma M., D. C. Comparison of active and electrostimulated recovery strategies after fatiguing exercise. Journal of sports science and medicine. 2010;9:164-9.
11. Ayala F, Sainz de Baranda P, De Ste Croix M, Santonja F. Comparison of active stretching technique in males with normal and limited hamstring flexibility. Phys Ther Sport. 2013;14(2):98-104.
12. Seyedhadi Naghibi. Effect of active and passive recovery after Wingate Test. Annals of Biological Research. 2012;3(5):2517-9.
13. Barbora S., R. O. Effect of active recovery cold water immer and passive recovery on subsequent knee extension and flexion strength. Acta Univ Palacki Olomuc, Gymn. 2012;42(3):39-

- 47.
14. Gmada N., Bouhlel E., Mrizak I., Debabi H., Ben Jabrallah M., Tabka Z., et al. Effect of combined active recovery from supramaximal exercise on blood lactate disappearance in trained and untrained man. *Sports Med.* 2005;26:874-9.
15. Adesola D., Muritala A. Effect of passive and active recovery on the resynthesis of muscle glycogen. *Transnational journal of science and technology.* 2013;3(4):33-40.
16. Keith P., Jeffrey A., Karen L., Stephen F., L. S. Effects of active and passive recovery conditions on blood lactate, rating of perceived exertion, and performance during resistance exercise. *Journal of strength and conditioning research.* 2000;14(2):151-6.
17. Henrique M., Fabiano F., Wellington C., Wagner Z., Elisangela S., A. R. Effects of active vs. passive recovery on blood lactate after specific judo-task. *Journal of exercise physiology.* 2011;14(6):54-61.
18. Mark D., Robert G., Jake L., A. E. Effects of hatha yoga practice on the health-related aspects of physical fitness. *Preventive cardiology.* 2011:165-70.
19. Gaurav V. Effects of hatha yoga training on the health - related physical fitness. *International Journal of Sports Science and Engineering.* 2011;5(3):169-73.
20. Arndt B., Andreas M., Sat Bir S., Shirley T., J. K. Effects of yoga on mental and physical health: A short summary of reviews. *Evidence-based complementary and alternative medicine.* 2012(2012):Evidence-based complementary and alternative medicine.
21. Juliana C., M. L. Effects of yoga practice on muscular endurance in young women. *Complementary therapies in clinical practice.* 2016;22:69-73.
22. Gothe N. P., McAuley E. Yoga is as good as stretching - strengthening exercises in improving functional fitness outcomes: results from a randomized controlled trial. *Journal Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2016;71(3):406-11.
23. ครูเล็ก-สรสิทธิ์ ไชยสิทธิ์. สุขภาพดีด้วยโยคะ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์เอ็มไอเอส; 2553.
24. Danial James Amin, Maureen Goodman. The effects of selected asana in lyengar yoga on flexibility: Pilot study. *Journal of Bodywork and movement Therapies.* 2013;18:399-404.
25. Field T. Yoga research review. *Complement Ther Clin Pract.* 2016;24:145-61.
26. Luxmi sharma. Benefits of yoga in sports-A study. *Journal of Physical Education, Sports*

and health. 2015;1(3):30-2.

27. Neha P.Gothe, ArturF. Kramer, Edward Mcauley. The effect of an 8-week hatha yoga intervention on executive function in older adults. *Journal of Gerontology:Medical Sciences*. 2014;69(9):1109-16.
28. S. Rachiwong, P.Panasiriwong, J. Saosomphop, W. Widjaja, A. Ajjimaporn. Effects of modified hatha yoga in industrial rehabilitation on physical fitness and stress of injured workers. *Journal of Occupational Rehabilitation*. 2015;25:669-74.
29. Barengo N., Meneses-Echavez J., Ramirez-Velez R., Cohen D., Tovar G., J. B. The impact of the FIFA 11+ training program on injury prevention in football players: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2014;11(11):11986-2000.
30. Bizzini M, Impellizzeri FM, Dvorak J, Bortolan L, Schena F, Modena R, et al. Physiological and performance responses to the "FIFA 11+" (part 1): is it an appropriate warm-up? *J Sports Sci*. 2013;31(13):1481-90.
31. Bizzini M, Junge A, Dvorak J. Implementation of the FIFA 11+ football warm up program: how to approach and convince the Football associations to invest in prevention. *Br J Sports Med*. 2013;47(12):803-6.
32. Silvers-Granelli H, Mandelbaum B, Adeniji O, Insler S, Bizzini M, Pohlig R, et al. Efficacy of the FIFA 11+ Injury Prevention Program in the Collegiate Male Soccer Player. *Am J Sports Med*. 2015;43(11):2628-37.
33. Ryan M. Kohler, Kenneth W. Rundell, Tina M. Evans, Alan M. Levine. Peak power during repeated wingate trials: Implications for testing. *Journal of strength and conditioning research*. 2010;24(2):370-4.
34. RA LSP, Riebe D, Thompson PD. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 9 ed: American College of Sports Medicine; 2013.
35. Bizzini M, Dvorak J. FIFA 11+: an effective programme to prevent football injuries in various player groups worldwide-a narrative review. *Br J Sports Med*. 2015;49(9):577-9.
36. ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย. คู่มือวิทยาศาสตร์การกีฬา สำหรับกีฬาฟุตบอล. 58 ซอยเกษมสันต์ 2 ถนนพระราม 1 ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร: บริษัท นิวไทยมิตรการพิมพ์ (1996) จำกัด; 2547.
37. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Fatigue in soccer: a brief review. *J Sports Sci*.

2005;23(6):593-9.

38. Thomas Stolen., Karim Chamari., Carlo Castagna., Wislof. U. Physiology of soccer Sports Med. 2005;35(6):501-36.
39. Bangsbo J. Physiological demands of football. Sports science Exchange. 2014;27(125):106.
40. Mathien N., Alan M., Chris C., Franck L., Serge B., Du. G. Recovery in soccer : Part 1-Post match fatigue and time course of recovery. Sports Med 2012;42(12):997-1015.
41. R. F, R. T, MC. M. The influence of different exercise intensities on kicking accuracy and velocity in soccer players. Journal of Sport and Health Science. 2017;6:462-7.
42. Sadri K, Khani M, Sadri I. Role of Central Fatigue in Resistance and Endurance Exercises: An Emphasis on Mechanisms and Potential Sites. Sportlogia. 2014;10(2):65-80.
43. Shahid A, Wilkinson K, Marcu S, Shapiro CM. Visual Analogue Scale to Evaluate Fatigue Severity (VAS-F). 2011:399-402.
44. Rahnama N., Reilly T., Lees A. Muscle fatigue induced by exercise stimulating the work-rate of soccer. J Sports Sci. 2003;21:933-43.
45. Mathieu N., Alan M., Chris C., Franck L., Serge B., D. G. The influence of soccer playing actions on the recovery kinetics after a soccer match. Journal of strength and conditioning research. 2014;28(6):1517-23.
46. Thomas Reilly, Barry Drust, Neil Clarke. Muscle fatigue during football match-play. Sports Med. 2008;38(5):357-67.
47. Arnason A., Andersen T.E., Holme I., Engebretsen L., Bahr R. Prevention of hamstring strain in elite soccer: an intervention study. Scand J Med Sci Sports 2008;18:40-8.
48. Arni Arnason, Stefen B.Sigurdsson, Arni Gudmundsson, Ingar Holme, Lars Engebretsen, Roald Bahr. Risk factor for injuries in football. The American Journal of Sports Medicine. 2004;32(1):5-16.
49. Mohammad M. Alzahrani, Sultan Aldebeyan, Fahad Abduljabbar, Paul A. Martineau, . Hamstring injuries in athletes:Diagnosis and treatment. JBJS reviews. 2015;3(6):1-11.
50. Mathien Nedelec., Alan Mccall., Chris Carling., Franck Legall., Serge Berthoin., Dupont. G. Recovery in soccer : Part 1-Post match fatigue and time course of recovery. Sports Med 2012;42(12):997-1015.
51. Mathieu N., Alan M., Chris C., Franck L., Serge B., D. G. Recovery in soccer : Part 2-

Recovery strategies. *Sports Med.* 2013;43:9-22.

52. Michael S. orendurff, Jason D. walker, Mladen jovanovic, Kristen L. tulchin, Morris levy, David K. hoffmann. Intensity and duration of intermittent exercise and recovery during a soccer match. . *Journal of strength and conditions research.* 2010;24(10):2683-92.

53. Mathieu Nedelec., Alan Mccall., Chris Carling., Franck Legall., Serge Berthoin., Dupont. G. The influence of soccer playing actions on the recovery kinetics after a soccer match. *Journal of strength and conditioning research.* 2014;28(6):1517-23.

54. Menzies P, Menzies C, McIntyre L, Paterson P, Wilson J, Kemi OJ. Blood lactate clearance during active recovery after an intense running bout depends on the intensity of the active recovery. *J Sports Sci.* 2010;28(9):975-82.

55. อัญชลีสังกาศ ส. โยคะเพื่อสุขภาพ: ตำราวิชาการแพทย์ทางเลือก กรมการพัฒนการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก; 2011.

56. Swain T. A., McGwin G. Yoga – related injuries in the United States from 2001 to 2014. *The orthopaedic Journal of Sports Medicine.* 2016;4(11):1-6.

57. Harinath K, Malhotra AS, Pal K, Prasad R, Kumar R, Kain TC, et al. Effects of Hatha yoga and Omkar meditation on cardiorespiratory performance, psychologic profile, and melatonin secretion. *J Altern Complement Med.* 2004;10(2):261-8.

58. Lau C., Yu R., J. W. Effects of a 12 - week Hatha yoga intervention on cardiorespiratory endurance, muscular strength and endurance, and flexibility in Hong Kong Chinese adults: A controlled clinical trial. *Handawi Publishing Corporation Evidence - based Complementary and Alternative Medicine.* 2015;Article ID 958727.

59. Wang M. Y., Greendale G. A., Yu S. Y. Physical - Performance outcomes and biomechanical correlates from the 32 - week yoga empower senior study. *Hindawi Publishing Corporation Evidence - based Complementary and Alternative Medicine.* 2016;article ID 6921689.

60. Becker LA. Effect size calculators: University of Colorado Colorado Springs.; 1999 [Available from: <https://www.uccs.edu/~lbecker/>].

61. Tree ASD. Power calculation for One-way independent ANOVA 2017 [Available from: <https://anzmtg.org/stats/powercalculator/powerANOVA>].

62. Kaminoff L. Yoga anatomy. United States of America: Human Kinetics; 2007.

63. Forsyth J., R. F. A comparison of lactate concentration in plasma collected from the toe,

ear, and fingertip after a simulated rowing exercise. *British Journal of Sports Medicine*. 2000;34:35-8.

64. Wiloff U., Castagna C., Helgerud J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*. 2004;38(3):185-288.

65. Helena A., Truls R., Johnny N., Goran P., Ina G., K. F. Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer : Effects of activerecovery. *Journal Medicine and science in sports and exercise*. 2007:372-80.

66. Ezequiel R., Carlos L., Luis C., L. J. The effect of immediate post-training active and passive recovery interventions on anaerobic performance and lower limb flexibility in professional soccer players. *Journal of Human Kinetics*. 2012;31:121-9.

67. Jonathan D., Juliano P., Diogo R., Lucas B., Saray S., Antonio M., et al. Validity of two methods for estimation of vertical jump height. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011;25(7):2034-9.

68. Jonas M., Carl-Johan O. Countermovement Jump Peak Force Relative to Body Weight and Jump Height as Predictors for Sprint Running Performances: (In)homogeneity of Track and Field Athletes? *Journal of Strength and Conditioning Research* 2013;27(4).

69. Shona L. Halson. Recovery techniques for athletes. *Sport science exchange*. 2013;26(120):1-6.

70. Joshua A. Cleland, Shane Koppenhaver, Jonathan Su. *Netter's orthopaedic clinical examination : An Evidence-based approach*. 3 ed: Elsevier; 2016.

71. Paulo S., Andre P., Julia M. Blood lactate and oxygen consumption in soccer player: comparison between different positions on the field. *Medical express research*. 2017;4(1):1-6.

72. Ferraz R, van den Tillar R, Marques MC. The influence of different exercise intensities on kicking accuracy and velocity in soccer players. *Journal of Sport and Health Science*. 2015.

73. กัญญรัตน์ ชลอรักษ์, นิรอมลี มะกาเจ., นราตรี เรืองไทย. ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบสมรรถภาพทางกายกับความสามารถในการเลี้ยงบอลในนักกีฬาระดับอาชีพ. วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและเทคโนโลยีการกีฬา. 2013.

74. Menzies P., Menzies C., McIntyre L., Paterson P., Wilson J., Kemi O. Blood lactate clearance during active recovery after intense running bout depends on the intensity of the active

recovery. . journal of sports science. 2010;28(9).

75. Gmada N, Bouhlel E, Mrizak I, Debabi H, Jabrallah MB, Tabka Z, et al. Effect of combined active recovery from supramaximal exercise on blood lactate disappearance in trained and untrained man. Sports Med. 2005;26:874-9.

76. Duane K. The Biomechanics of Stretching. Journal of Exercise Science & Physiotherapy. 2006;2:3-12.

77. Kevin T., Jack D., Glyn H., Stuart G. Etiology and recovery of neuromuscular fatigue after simulated soccer match play. Med Sci Sports Exerc. 2017;17:955-64.

78. Luxmi S. Benefits of yoga in sports-A study. Journal of Physical Education, Sports and health. 2015;1(3):30-2.





ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบ (Screening Questionnaire)

Date :

Participant's ID :

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

อายุปี

ส่วนสูง.....เมตร น้ำหนัก..... กิโลกรัม

ค่าดัชนีมวลกายกิโลกรัม/เมตร²

เบอร์โทรศัพท์ที่ติดต่อได้

ตอนที่ 2 : ข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพทั่วไปและประวัติในการเล่นฟุตบอลของผู้ตอบแบบสอบถามโปรดให้ข้อมูลตามความเป็นจริง โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง หรือ เติมคำตอบลงในช่องว่าง

1. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่ ไม่มี มี โปรดระบุ.....
2. ท่านมีประวัติการได้รับบาดเจ็บของกล้ามเนื้อบริเวณร่างกายส่วนล่าง (ต้นขา หน้าแข้ง) ภายใน 6 เดือน ไม่มี มี โปรดระบุ.....
3. ตำแหน่งการเล่นในทีมฟุตบอล
4. ระยะเวลาในการเล่นฟุตบอล ปี
5. ระยะเวลาในการเล่น หรือ ฝึกซ้อม หรือ แข่งขัน ก็วัน/สัปดาห์ น้อยกว่า 2 วัน/สัปดาห์ 2-3วัน/สัปดาห์ มากกว่า 3 วัน/สัปดาห์
6. ระยะเวลาในการเล่น หรือ ฝึกซ้อม หรือแข่งขัน โดยเฉลี่ยกี่นาที/ครั้ง น้อยกว่า 30 นาที/ครั้ง 30-90 นาที/ครั้ง มากกว่า 90 นาที/ครั้ง

ภาคผนวก ข

แบบฟอร์มบันทึกผลการคัดกรอง (Screening record form)

Participant's ID :

1. อายุปี
2. ส่วนสูง.....เมตร
3. น้ำหนัก..... กิโลกรัม
4. ค่าดัชนีมวลกายกิโลกรัม/เมตร² (เกณฑ์ปกติ)
5. ท่านมีประวัติการได้รับบาดเจ็บของกล้ามเนื้อบริเวณร่างกายส่วนล่าง
 ไม่มี มี.....
6. ตำแหน่งการเล่นในทีม.....
7. ระยะเวลาในการเล่นฟุตบอล ปี
8. ระยะเวลาในการฝึกซ้อม.....วัน/สัปดาห์ นาที/ครั้ง

ผลการคัดกรองเพื่อเข้าร่วมงานวิจัย

ผ่าน ไม่ผ่าน

ภาคผนวก ค

แบบฟอร์มบันทึกผลการออกกำลังกายกระตุ้นการล้า

Date :

Participant's ID :

ขณะออกกำลังกายเพื่อกระตุ้นการล้า

น้ำหนักตัว กิโลกรัม

7.5% ของน้ำหนักตัว กิโลกรัม

ขณะเข้าร่วมโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย

Group : A B C

Time	HR	VAF-S	Peak power output
1			
2			
3			

ภาคผนวก ง

แบบฟอร์มบันทึกผล (Record form)

Date :

Participant's ID :

Group : A B C**Heart rate : หน่วยเป็น bpm**

Pre-test	Post-test 1	Post-test 2	Post-test 3	Post-test 4	Post-test 5	Post-test 6

Visual analogue fatigue scale (VAF-S) :

Pre-test	Post-test 1	Post-test 2	Post-test 3	Post-test 4	Post-test 5	Post-test 6

Blood lactate concentration : หน่วยเป็น mmol/l

Pre-test	Post-test 1	Post-test 2	Post-test 3	Post-test 4	Post-test 5	Post-test 6

Strength & Power = Counter movement jump test (CMJ) : หน่วยเป็น PWR

Time	Pre-test	Post-test 1	Post-test 2	Post-test 3	Post-test 4	Post-test 5	Post-test 6
1							
2							
3							
Best							

Flexibility = Sit and reach test : หน่วยเป็น เซนติเมตร(+,-)

Time	Pre-test	Post-test 1	Post-test 2	Post-test 3	Post-test 4	Post-test 5	Post-test 6
1							
2							
3							
Best							

ภาคผนวก จ

เอกสารชี้แจงสำหรับผู้เข้าร่วมงานวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลการตอบสนองของเทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวระหว่างเทคนิคหฐะโยคะกับเทคนิคไฟฟ้า 11+ ภายหลังการออกกำลังกายส่วนขาด้วยระดับความหนักสูงสุดในนักกีฬาฟุตบอลชาย

ผู้วิจัยหลัก

ชื่อ นางสาว พรรณัน จันทรัมย์
 ที่อยู่ทำงานหรือสถานศึกษาของผู้วิจัย อาคารแพทยพัฒน์ ชั้น 4 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 กรุงเทพมหานคร 10330
 เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ 24 ชั่วโมง 083-161-7179

ผู้วิจัยร่วม (ทุกท่าน)

ชื่อ รองศาสตราจารย์ นายแพทย์พงศ์ศักดิ์ ยุกตะนันท์
 ที่อยู่ทำงานหรือสถานศึกษาของผู้วิจัย ภาควิชาออร์โธปิดิกส์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330
 เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ 24 ชั่วโมง 081-627-5141

ชื่อ แพทย์หญิงทิมภพร วิฑูรพงษ์
 ที่อยู่ทำงานหรือสถานศึกษาของผู้วิจัย ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330
 เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ 24 ชั่วโมง 083-810-4104

เรียน ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทุกท่าน

ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้เนื่องจากท่านเป็นนักกีฬาฟุตบอลเพศชาย อายุระหว่าง 18-29 ปี ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการศึกษาวิจัยดังกล่าว ขอให้ท่านอ่านเอกสารฉบับนี้อย่างถี่ถ้วน เพื่อให้ท่านได้ทราบถึงเหตุผลและรายละเอียดของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ หากท่านมีข้อสงสัยใดๆ เพิ่มเติม กรุณาซักถามจากทีมงานของแพทย์ผู้ทำวิจัย หรือแพทย์ผู้ร่วมทำวิจัยซึ่งจะเป็นผู้สามารถตอบคำถามและให้ความกระจ่างแก่ท่านได้

ท่านสามารถขอคำแนะนำในการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้จากครอบครัว เพื่อน หรือแพทย์ประจำตัวของท่านได้ ท่านมีเวลาอย่างเพียงพอในการตัดสินใจโดยอิสระ ถ้าท่านตัดสินใจแล้วว่าจะเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ขอให้ท่านลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมของโครงการวิจัยนี้

เหตุผลความเป็นมา

กีฬาฟุตบอล ถือว่าเป็นกีฬาที่มีระยะเวลาการแข่งขันยาวนาน มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเล่นไหวร่างกายอยู่ตลอดเวลา ดังนั้น เมื่อสิ้นสุดเวลาการแข่งขัน นักกีฬาจึงเกิดอาการล้าขึ้นได้ เฉพาะอย่างยิ่งในนักกีฬาที่มีระดับการแข่งขันค้ำสูงๆ จะยิ่งเกิดอาการล้าได้มากขึ้น เมื่อเกิดอาการล้า ร่างกายจะมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาอย่างชัดเจน คือ ค่าแรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดลดลงและค่าแลคเตทเพิ่มมากขึ้น ร่างกายเกิดอาการล้า ซึ่งส่งผลให้สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาลดลงทำให้เกิดความเสี่ยงในการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นตามมา อาการล้าที่เกิดขึ้นนั้นจะเกิดขึ้นเพียงชั่วคราวและร่างกายจะฟื้นฟูกลับมาเป็นปกติภายใน 48-72 ชั่วโมง แต่ในกีฬาฟุตบอลที่มีการแข่งขันอย่างต่อเนื่องเฉลี่ย 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ การได้รับเวลาในการฟื้นฟูร่างกายนั้นจึงไม่เพียงพอ ดังนั้น นักกีฬาจึงจำเป็นต้องได้รับวิธีการฟื้นฟูที่ทำให้ลดอาการล้าที่จะเกิดขึ้นและให้ร่างกายกลับสู่ภาวะปกติก่อนการออกกำลังกายให้เร็วขึ้นกว่าปกติ

จากการศึกษาพบว่า เทคนิค Active recovery ในรูปแบบของการวิ่งร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ส่งผลให้สมรรถภาพทางกายของนักกีฬากลับสู่ปกติ ใกล้เคียงก่อนออกกำลังกายได้ในระยะเวลาที่น้อยกว่าเทคนิคอื่น และยังมีการศึกษาถึงผลภายหลังการออกกำลังกายด้วยโยคะ พบว่าการฝึกโยคะในรูปแบบของ หะฐะโยคะ ซึ่งเป็นรูปแบบพื้นฐานที่กลุ่มคนทุกช่วงวัยสามารถปฏิบัติตามได้ ส่งผลดีต่อความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ ระบบหัวใจและหลอดเลือด และที่สำคัญส่งผลในเรื่องของจิตใจทำให้ผู้ที่ทำการฝึกมีสมาธิ ลดความตึงเครียดและความวิตกกังวลได้อีกด้วย ดังนั้น งานวิจัยในครั้งนี้จึงได้ศึกษาเปรียบเทียบถึงผลการตอบสนองของการเทคนิคฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายแบบ Active recovery ระหว่างหะฐะโยคะกับเทคนิคพีฟ่า11+ ภายหลังการฝึกซ้อมต่ออาการล้าและการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังในนักกีฬาฟุตบอลชาย เพื่อให้ นักกีฬาคงความสามารถและสมรรถภาพทางกายในการเล่นกีฬารวมถึงไม่เสียโอกาสในการแข่งขัน และการฝึกซ้อมด้วย อีกทั้งยังช่วยลดโอกาสการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นตามมาภายหลังการแข่งขัน

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาถึงผลของความแตกต่างของเทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพกายแบบ Active recovery ระหว่างเทคนิคเทคนิคหฐะโยคะกับเทคนิคฟีฟ่า 11+ และ เทคนิคพื้นฐานภายหลังการออกกำลังกายส่วนขาด้วยระดับความหนักสูงสุดในนักกีฬาฟุตบอลชาย จำนวน 60 คน

วิธีการที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

หลังจากท่านให้ความยินยอมที่จะเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะขอให้ท่านกรอกแบบสอบถามเพื่อคัดกรอง ได้แก่ คำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป ประวัติในการเล่นกีฬาฟุตบอลและการออกกำลังกาย รวมถึงตรวจวัดองค์ประกอบของร่างกาย หากท่านมีคุณสมบัติเบื้องต้นที่เหมาะสมและมีคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเข้า ในขั้นตอนถัดไป ท่านจะได้รับการอธิบายอย่างละเอียดเกี่ยวกับวิธีการทดสอบในงานวิจัยนี้ พร้อมทั้งทำความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพทางกายต่างๆ และรูปแบบของโปรแกรมการออกกำลังกายกระตุ้นการล้า รวมถึงโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพ ซึ่งท่านจะได้รับการสุ่มเข้ากลุ่มการวิจัย ได้แก่ 1) กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับโปรแกรมพื้นฐาน (Passive recovery) 2) กลุ่มฟีฟ่า 11+ (Active recovery : FIFA11+) และ 3) กลุ่มหฐะโยคะ (Active recovery : Hatha yoga) โดยระยะเวลาที่ท่านเข้าร่วมโครงการวิจัยในครั้งนี้ ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะต้องเดินทางมาพบผู้วิจัยเป็นจำนวน 1 ครั้งและได้รับการทดสอบทั้งหมด 7 ครั้ง รวมระยะเวลาที่ท่านอยู่ในโครงการประมาณ 1 ชั่วโมง เป็นจำนวน 1 ครั้ง โดยมีผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งสิ้น 60 คน

ลำดับขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

- เมื่อผู้เข้าร่วมงานวิจัยมาถึงจะได้รับการทดสอบครั้งที่ 1 คือ ทดสอบค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง Hamstring Flexibility ,ทดสอบค่ากระโดดสูงสุด Counter movement jump (CMJ),เจาะเลือดวัดค่าแลคเตท Blood lactate concentration และ ประเมินระดับความล้าของกล้ามเนื้อ Visual analogue fatigue scale : VAF-S รวมถึงได้รับการเจาะเลือดจากปลายนิ้วมือเพื่อวัดค่าแลคเตท
- หลังจากนั้นจะทำการอบอุ่นร่างกายเป็นระยะเวลา 10 นาที เพื่อให้พร้อมต่อการเข้าโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อกระตุ้นการล้าโดยการปั่นจักรยาน Wingate
- เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อกระตุ้นการล้า ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะได้รับการทดสอบในครั้งที่ 2 – 7 ซึ่งเป็นทดสอบเหมือนกับในการทดสอบครั้งที่ 1 โดยจะทำการทดสอบทุกๆ 5 นาที ตั้งแต่เวลาที่ 0 ภายหลังการได้รับโปรแกรมการออกกำลังกาย ไปจนถึงเวลาที่ 25 ภายหลังการได้รับ โปรแกรมการออกกำลังกาย อีกทั้งยังได้รับ

โปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายเป็นระยะเวลา 20 นาทีไปพร้อมๆกัน ภายหลังจากการสิ้นสุดการทดสอบในนาที่ 25 ภายหลังจากได้รับโปรแกรมการออกกำลังกาย ถือเป็นการสิ้นสุดงานวิจัย

ความรับผิดชอบของอาสาสมัครผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย

เพื่อให้งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จ ผู้ทำวิจัยใคร่ขอความความร่วมมือจากท่าน โดยจะขอให้ท่านปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ทำวิจัยอย่างเคร่งครัด รวมทั้งแจ้งอาการผิดปกติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับท่านระหว่างที่ท่านเข้าร่วมในโครงการวิจัยให้ผู้ทำวิจัยได้รับทราบ ผู้วิจัยจะรับผิดชอบค่ารักษาพยาบาลที่เกิดขึ้นทั้งหมดหากมีเหตุการณ์ฉุกเฉินหรือได้รับอันตรายที่เกิดจากการเข้าร่วมโครงการ

ความเสี่ยงที่อาจได้รับ

1. ความเสี่ยงจากการปั่นจักรยานในขณะที่ทำการออกกำลังกายด้วยระดับความหนักสูงสุด ท่านอาจมีอาการบาดเจ็บหรือมีอาการปวดหรือความไม่สบายเพิ่มขึ้นบริเวณก้น ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายขั้นตอนการใช้งานอย่างละเอียด และปรับจักรยานให้เหมาะสมกับท่าน พร้อมทั้งมีแพทย์และเจ้าหน้าที่คอยดูแลอย่างใกล้ชิด หากเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินจะมีการปฐมพยาบาลเบื้องต้นอย่างถูกต้อง
2. ความเสี่ยงจากการได้รับ โปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย ท่านอาจมีอาการไม่พึงประสงค์ เช่น หน้ามืด วิงเวียน เป็นลม ใจสั่น เป็นต้น ทางผู้วิจัยได้ทำการตรวจคัดกรองตามที่ระบุไว้ในเกณฑ์การคัดออกอย่างชัดเจน เพื่อป้องกันอาการไม่พึงประสงค์ดังกล่าว
3. ความเสี่ยงจากการเจาะเลือดจากปลายนิ้ว ท่านอาจได้รับความไม่สุขสบายและมีความเสี่ยงในการติดเชื้อได้ ซึ่งผู้วิจัยได้จัดหาพยาบาลวิชาชีพซึ่งมีความเชี่ยวชาญในการเจาะเลือดมาเป็นผู้ดำเนินการให้ รวมถึงมีการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ในการเจาะเลือดทุกครั้ง เพื่อลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น

กรุณาแจ้งผู้ทำวิจัยในกรณีที่พบอาการดังกล่าวข้างต้น หรืออาการอื่น ๆ ที่พบร่วมด้วย ระหว่างที่อยู่ในโครงการวิจัย ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับสุขภาพของท่าน ขอให้ท่านรายงานให้ผู้ทำวิจัยทราบโดยเร็ว

ความเสี่ยงที่ไม่ทราบแน่นอน

ท่านอาจเกิดอาการข้างเคียง หรือความไม่สบาย นอกเหนือจากที่ได้แสดงในเอกสารฉบับนี้ ซึ่งอาการข้างเคียงเหล่านี้เป็นอาการที่ไม่เคยพบมาก่อน เพื่อความปลอดภัยของท่าน ควรแจ้งผู้ทำวิจัยให้ทราบทันทีเมื่อเกิดความผิดปกติใดๆ เกิดขึ้น

หากท่านมีข้อสงสัยใดๆ เกี่ยวกับความเสี่ยงที่อาจได้รับจากการเข้าร่วมในโครงการวิจัย ท่านสามารถสอบถามจากผู้ทำวิจัยได้ตลอดเวลา

หากมีการค้นพบข้อมูลใหม่ ๆ ที่อาจมีผลต่อความปลอดภัยของท่านในระหว่างที่ท่านเข้าร่วมในโครงการวิจัย ผู้ทำวิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบทันที เพื่อให้ท่านตัดสินใจว่าจะอยู่ในโครงการวิจัยต่อไปหรือจะขอลงตัวออกจากการวิจัย

การพบแพทย์นอกตารางนัดหมายในกรณีที่เกิดอาการข้างเคียง

หากมีอาการข้างเคียงใดๆ เกิดขึ้นกับท่าน ขอให้ท่านรีบมาพบแพทย์ที่สถานพยาบาลทันที ถึงแม้ว่าจะอยู่นอกตารางการนัดหมาย เพื่อแพทย์จะได้ประเมินอาการข้างเคียงของท่าน และให้การรักษาที่เหมาะสมทันที หากอาการดังกล่าวเป็นผลจากการเข้าร่วมในโครงการวิจัย ท่านจะไม่เสียค่าใช้จ่าย

ประโยชน์ที่อาจได้รับ

การเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้อาจจะทำให้ท่านมีสุขภาพที่ดีขึ้น หรืออาจจะเพิ่มสมรรถภาพทางกายภายหลังการออกกำลังกายในนักกีฬาฟุตบอลได้ แต่ไม่ได้รับรองว่าสุขภาพของท่านจะดีขึ้นหรือสมรรถภาพทางกายภายหลังการออกกำลังกายในนักกีฬาฟุตบอลดีขึ้นอย่างแน่นอน นอกจากนี้ ผลการศึกษาที่ได้จะเป็นข้อมูลและแนวทางในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายหลังการฝึกซ้อมของนักกีฬาฟุตบอลชายไปปรับใช้ในนักกีฬาฟุตบอลเพื่อลดอัตราการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring) ที่เป็นการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นมากที่สุดในนักกีฬาฟุตบอลต่อไป

วิธีการและรูปแบบการรักษาอื่น ๆ ซึ่งมีอยู่สำหรับอาสาสมัคร

ท่านไม่จำเป็นต้องเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้เพื่อประโยชน์ในการรักษาโรคที่ท่านเป็นอยู่ เนื่องจากมีแนวทางการรักษาอื่น ๆ หลายแบบสำหรับรักษาโรคของท่านได้ ดังนั้นจึงควรปรึกษาแนวทางการรักษาวิธีอื่นๆ กับแพทย์ผู้ให้การรักษาท่านก่อนตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย

ข้อปฏิบัติของท่านขณะที่ร่วมในโครงการวิจัย

ขอให้ท่านปฏิบัติดังนี้

- ขอให้ท่านให้ข้อมูลทางการแพทย์ของท่านทั้งในอดีต และปัจจุบัน แก่ผู้ทำวิจัยด้วยความสัตย์จริง
- ขอให้ท่านแจ้งให้ผู้ทำวิจัยทราบความผิดปกติที่เกิดขึ้นระหว่างที่ท่านร่วมในโครงการวิจัย
- งดการออกกำลังกายหรือทำกิจกรรมทางกายระดับหนัก รวมถึงการเข้าร่วมการแข่งขัน ก่อนการทดสอบอย่างน้อย 24 ชั่วโมง
- งดเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์อย่างน้อย 24 ชั่วโมง
- งดเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของคาเฟอีนอย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- งดอาหารก่อนการทดสอบอย่างน้อย 3 ชั่วโมง
- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเตรียมรองเท้าผ้าใบ ถุงเท้า เสื้อผ้าที่เหมาะสมกับการออกกำลังกายมาเองเพื่อสุขอนามัยที่ดี

อันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมในโครงการวิจัยและความรับผิดชอบของผู้ทำวิจัย/ผู้สนับสนุนการวิจัย

หากพบอันตรายที่เกิดขึ้นจากการวิจัย ท่านจะได้รับการรักษาอย่างเหมาะสมทันที และท่านปฏิบัติตามคำแนะนำของทีมผู้ทำวิจัยแล้ว ผู้ทำวิจัย/ผู้สนับสนุนการวิจัยยินดีจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลของท่าน และการลงนามในเอกสารให้ความยินยอม ไม่ได้หมายความว่าท่านได้สละสิทธิ์ทางกฎหมายตามปกติที่ท่านพึงมี

ในกรณีที่ท่านได้รับอันตรายใด ๆ หรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับ โครงการวิจัย ท่านสามารถ

ติดต่อกับผู้ทำวิจัยคือ นางสาว พรรรัตน์ จันทรงษ์ ที่เบอร์ 083 – 161 - 7179 ได้ตลอด 24 ชั่วโมง

ค่าใช้จ่ายของท่านในการเข้าร่วมการวิจัย

ท่านไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย เช่น ค่าทำการทดสอบทดสอบสมรรถภาพทางกายต่างๆและค่าเดินทาง ผู้วิจัยจะเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมดให้ท่าน

ค่าตอบแทนสำหรับผู้เข้าร่วมวิจัย

ท่านจะไม่ได้รับเงินค่าตอบแทนจากการเข้าร่วมในการวิจัย แต่ท่านจะได้รับค่าเดินทางเสียเวลา ท่านละ 1,000 บาท

การเข้าร่วมและการสิ้นสุดการเข้าร่วมโครงการวิจัย

การเข้าร่วมในโครงการวิจัยครั้งนี้เป็นไปโดยความสมัครใจ หากท่านไม่สมัครใจจะเข้าร่วมการศึกษาแล้ว ท่านสามารถถอนตัวได้ตลอดเวลา การขอถอนตัวออกจากโครงการวิจัยจะไม่มีผลต่อการดูแลรักษาโรคของท่านแต่อย่างใด

ผู้ทำวิจัยอาจถอนท่านออกจากการเข้าร่วมการวิจัย เพื่อเหตุผลด้านความปลอดภัยของท่าน หรือเมื่อผู้สนับสนุนการวิจัยยุติการดำเนินงานวิจัย หรือ ในกรณีดังต่อไปนี้

- ท่านไม่สามารถปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ทำวิจัย
- ท่านรับประทานยาหรือได้รับการรักษาที่ไม่อนุญาตให้ใช้ในการศึกษา
- ท่านเกิดอาการข้างเคียง หรือความผิดปกติจากการทดสอบในการศึกษา
- ท่านต้องการปรับเปลี่ยนการรักษาที่ไม่ได้รับอนุญาตจากการวิจัยครั้งนี้
- ท่านได้รับอาการบาดเจ็บหรือมีความผิดปกติของร่างกายบางส่วน
- ขณะเข้าร่วม โปรแกรมการออกกำลังกายกระตุ้นการลำ ท่านมีค่าระดับของกำลังสูงสุดในขณะปั่นมีค่าลดลง (Peak power output) ไม่เกินครึ่งหนึ่งของรอบแรก

การปกป้องรักษาข้อมูลความลับของอาสาสมัคร

จากการลงนามยินยอมของท่านผู้ทำวิจัย และผู้สนับสนุนการวิจัยสามารถเข้าไปตรวจสอบบันทึกข้อมูลทางการแพทย์ของท่านได้แม้จะสิ้นสุดโครงการวิจัยแล้วก็ตาม หากท่านต้องการยกเลิกการให้สิทธิ์ดังกล่าว ท่านสามารถแจ้ง หรือเขียนบันทึกขอยกเลิกการให้คำยินยอม โดยส่งไปที่นางสาว พรรัตน์ จันทรัมย์ สาขาเวชศาสตร์การกีฬา อาคาร แพทย์พัฒนา ชั้น 4 คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330

หากท่านขอยกเลิกการให้คำยินยอมหลังจากที่ท่านได้เข้าร่วมโครงการวิจัยแล้ว ข้อมูลส่วนตัวของท่านจะไม่ถูกบันทึกเพิ่มเติม อย่างไรก็ตาม ข้อมูลอื่น ๆ ของท่านอาจถูกนำมาใช้เพื่อประเมินผลการวิจัย และท่านจะไม่สามารถกลับมาเข้าร่วมในโครงการนี้ได้อีก ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลของท่านที่จำเป็นสำหรับใช้เพื่อการวิจัยไม่ได้ถูกบันทึก

สิทธิ์ของผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย

ในฐานะที่ท่านเป็นผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย ท่านจะมีสิทธิ์ดังต่อไปนี้

1. ท่านจะได้รับทราบถึงลักษณะและวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้
2. ท่านจะได้รับการอธิบายเกี่ยวกับระเบียบวิธีการของการวิจัยทางการแพทย์ รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้
3. ท่านจะได้รับการอธิบายถึงความเสี่ยงและความไม่สบายที่จะได้รับจากการวิจัย
4. ท่านจะได้รับการอธิบายถึงประโยชน์ที่ท่านอาจจะได้รับจากการวิจัย
5. ท่านจะได้รับการเปิดเผยถึงทางเลือกในการรักษาด้วยวิธีอื่น ยา หรืออุปกรณ์ซึ่งมีผลดีต่อท่านรวมทั้งประโยชน์และความเสี่ยงที่ท่านอาจได้รับ
6. ท่านจะได้รับทราบแนวทางในการรักษา ในกรณีที่พบโรคแทรกซ้อนภายหลังการเข้าร่วมในโครงการวิจัย
7. ท่านจะมีโอกาสได้ซักถามเกี่ยวกับงานวิจัยหรือขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
8. ท่านจะได้รับทราบว่าการยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ท่านสามารถขออนุญาตจากโครงการเมื่อไรก็ได้ โดยผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัยสามารถขออนุญาตจากโครงการโดยไม่ได้รับผลกระทบใด ๆ ทั้งสิ้น
9. ท่านจะได้รับเอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัยและสำเนาเอกสารใบยินยอมที่มีทั้งลายเซ็นและวันที่
10. ท่านมีสิทธิ์ในการตัดสินใจว่าจะเข้าร่วมในโครงการวิจัยหรือไม่ก็ได้ โดยปราศจากการใช้อิทธิพลบังคับข่มขู่ หรือการหลอกลวง

หากท่านไม่ได้รับการชดเชยอันควรต่อการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นโดยตรงจากการวิจัย หรือท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามที่ปรากฏในเอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมในการวิจัย ท่านสามารถร้องเรียนได้ที่ สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตึกอำนวยการ 3 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ถนนพระราม 4 ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2256-4493 ในเวลาราชการ หรือ e-mail : medchulairb@chula.ac.th

การลงนามในเอกสารให้ความยินยอม ไม่ได้หมายความว่าท่านได้สละสิทธิ์ทางกฎหมายตามปกติที่

ท่านพึงมี

ขอขอบคุณในการให้ความร่วมมือของท่านมา ณ ที่นี้

.....

ภาคผนวก ฉ
เอกสารเชิญชวนเข้าร่วมงานวิจัย
เชิญชวนเข้าร่วมงานวิจัย

หัวข้อเรื่อง

“ผลการตอบสนองของเทคนิคการฟื้นฟูสมรรถภาพกายแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวระหว่างเทคนิคหฐะโยคะกับเทคนิคฟิฟฟ่า 11+ ภายหลังการออกกำลังกายส่วนขาด้วยระดับความหนักสูงสุดในนักกีฬาฟุตบอลชาย : The effects of Active recovery technique : Hatha yoga compared to FIFA 11+ after leg supramaximal exercise in male Soccer Players “

คุณสมบัติ

- เป็นนักกีฬาฟุตบอล
- เพศชาย อายุ 18- 29 ปี
- ออกกำลังกาย/ฝึกซ้อม/แข่งขัน อย่างสม่ำเสมอ อย่างน้อย 3 วัน/สัปดาห์
- มีค่าดัชนีมวลกายที่คำนวณจากน้ำหนักและส่วนสูงอยู่ในเกณฑ์ปกติ (19-23 กิโลกรัม/เมตร²)
- ไม่มีประวัติการบาดเจ็บของกล้ามเนื้ออย่างร้ายแรงในช่วง 6 เดือน

รายละเอียดโครงการ(อย่างย่อ)

อาสาสมัครจะต้องได้รับโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายเป็นระยะเวลา 20 นาทีภายหลังการออกกำลังกายหนักด้วยการปั่นจักรยาน โดยจะแบ่งกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุม,กลุ่มหฐะโยคะและกลุ่มฟิฟฟ่า 11+ ร่วมกับการทดสอบสมรรถภาพทาง ทดสอบ ทุกๆ 5 นาที ได้แก่ ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง สมรรถภาพในการกระโดดสูงสุด ประเมินค่าความล้าของกล้ามเนื้อและเจาะเลือดเพื่อหาปริมาณค่าแลคเตทจากปลายนิ้ว

สถานที่เก็บข้อมูล

ห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์การกีฬา ชั้น 4 อาคารแพทยพัฒน์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพระราม 4 แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10330 และอาคารจันทน์ยิ่งยง ศูนย์กีฬาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ติดต่อ น.ส พรวิรัตน์ จันทรัมย์

เบอร์โทรศัพท์ : 083-1617179 , Line ID : pornpear

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	พรรัตน์ จันทรัมย์
วัน เดือน ปี เกิด	17 ธันวาคม พ.ศ.2533
สถานที่เกิด	จังหวัดกำแพงเพชร
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต(กายภาพบำบัด) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2556
ที่อยู่ปัจจุบัน	78 ถ.ราชดำเนิน 1 ต.ในเมือง อ.เมือง จ.กำแพงเพชร รหัสไปรษณีย์ 62000



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY