



การตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะของความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด
แบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน

PHYSIOLOGICAL RESPONSE AND PERFORMANCE OF REPEATED SPRINT ABILITY
WITH CHANGE OF DIRECTION ON DIFFERENT SURFACE

วทัณญ์ คำรส

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2562

การตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะของความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็ว

สูงสุด

แบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย

คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

PHYSIOLOGICAL RESPONSE AND PERFORMANCE OF REPEATED SPRINT
ABILITY WITH CHANGE OF DIRECTION ON DIFFERENT SURFACE



A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements
for MASTER OF SCIENCE (Sport and Exercise Science)
Faculty of Physical Education Srinakharinwirot University

2019

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะของความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด
แบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน

ของ

วทัณญ์ คำรส

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน

(อาจารย์ ดร.เกริกวิทย์ พงศ์ศรี)

(รองศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์ เทียนทอง)

..... ที่ปรึกษาร่วม

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนธิยา สี่ละมาด)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิฑิต มิตรานันท์)

ชื่อเรื่อง	การตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะของความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน
ผู้วิจัย	วศัญญา คำรส
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. เกริกวิทย์ พงศ์ศรี

ศึกษาเปรียบเทียบการตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะของความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางระหว่างการวิ่งพื้นไม้ปาร์เกต์และพื้นทราย ทำการศึกษาแบบไขว้สลับ จากกลุ่มตัวอย่างนักกีฬาประเภททีม จำนวน 12 คน (21.5 ± 0.8 ปี) ทำการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ จำนวน 6 เที้ยว ในแต่ละรูปแบบ ได้แก่การวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทางที่มุม 0 90 องศา และ 180 บนพื้นไม้ปาร์เกต์ และพื้นทราย ทำการบันทึกข้อมูลตัวแปรทางด้านสรีรวิทยาและสมรรถนะทุกครั้งทดสอบ ผลการวิจัยพบว่าปริมาณแลคเตทในเลือดของการวิ่งบนพื้นไม้ปาร์เกต์ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา > 90 และ 180 องศา ($p < .05$) อัตราการใช้ออกซิเจนของการวิ่งบนพื้นทรายที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา > 180 องศา ($p < .05$) ปริมาณการระบายอากาศเข้า-ออกของการวิ่งบนพื้นไม้ปาร์เกต์ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา > 180 และ 90 องศา ($p < .05$) และสูงกว่าพื้นทรายที่มุม 0 90 และ 180 องศา ($p < .01$) ความเร็วสูงสุด และค่าเฉลี่ยของความเร็วของการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา บนพื้นไม้ปาร์เกต์มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าการวิ่งบนพื้นไม้ปาร์เกต์ที่มีการเปลี่ยนทิศทางทุกรูปแบบ ($p < .01$) เปอร์เซ็นต์การลดลงของความเร็วของการวิ่งบนพื้นไม้ปาร์เกต์ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา < 0 และ 90 องศา และการวิ่งบนพื้นทรายที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา < 90 องศา ($p < .01$) การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ บนพื้นไม้ปาร์เกต์สามารถทำความเร็วได้ดี และมีแนวโน้มการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่สูงกว่าพื้นทราย และการวิ่งทางตรงนั้นมีการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่สูงกว่าการเปลี่ยนทิศทาง

คำสำคัญ : ความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ, การเปลี่ยนทิศทาง, การตอบสนองทางสรีรวิทยา, พื้นที่แตกต่างกัน

Title	PHYSIOLOGICAL RESPONSE AND PERFORMANCE OF REPEATED SPRINT ABILITY WITH CHANGE OF DIRECTION ON DIFFERENT SURFACE
Author	WATUNYOU KUMROS
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2019
Thesis Advisor	Krirkwit Phongsri , Ph.D.

This study was a comparison of physiological responses and speed performance of repeated sprint ability (RSA) with a change of direction between running on parquet surface (PS) and sand surface (SS). This study use a cross-over design. There were twelve team sport athletes (21.5 ± 0.8 years) and they performed six sprints at 0 degrees (straight line), 90 degrees and 180 degrees (shuttle run) on PS and SS. The maximum speed, average speed, percentage of speed decrement (%Dec), blood lactate ([La]b), oxygen uptake (VO_2), ventilation (VE), carbon dioxide production (VCO_2), and RPE were measured in each test. The blood lactate level was significantly high for PS0 when compared to PS90 and PS 180 ($p < .05$). Oxygen uptake SS90 were higher SS180 was significantly ($p < .05$). The maximum and the average speed of PS0 was significantly higher than PS90, PS180, SS0, SS90 and SS180 ($p < .01$). The percentage of speed decrement of PS180 was lower than PS0 and PS90 ($p < .05$) and SS180 was significantly lower than SS90 ($p < .01$). The repeated sprint ability of PS had a higher speed than SS and likely had physiological responses better than SS. Running in the straight line provided higher physiological responses than running in a different direction.

Keyword : Physiological response, Repeated sprint ability, Change of direction, Different surfaces

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับความความเมตตาจากคุณอย่างยิ่งจาก อาจารย์ ดร. เกริกวิทย์ พงศ์ศรี อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรณยา สีละมาต อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่คอยช่วยเหลือ ดูแลและให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่ช่วยให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จตลอดระยะเวลาในการศึกษาครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. อภิลักษณ์ เทียนทอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ได้ให้เกียรติมาเป็นประธานสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ของข้าพเจ้า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิจิต มิตรานนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประสิทธิ์ ปิปทุม และอาจารย์ ดร. อัจฉริยะ เอนก ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่ได้ให้เกียรติมาเป็น คณะกรรมการในการสอบของข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ เจ้าหน้าที่ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทุกท่าน ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำและให้ความอนุเคราะห์ในการใช้อุปกรณ์และสถานที่ในการเก็บข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ พี่คนिता คู่มสังสัน นักวิทยาศาสตร์การกีฬา พี่ธนัท เผือกจิตต์ รุ่นพี่นิสิตบัณฑิตศึกษา และเพื่อนปรีชา ธาณี ที่คอยให้คำแนะนำ และช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล ตลอดจนติดตามดูแลเรื่องเอกสารในการวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่าง นักกีฬาฟุตบอล บาสเกตบอล และแฮนด์บอล สังกัดมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่เสียสละเวลาเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายสุดนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และน้องชาย ที่เปรียบเสมือนแรงผลักดันหลักให้ตัวข้าพเจ้ามีแรงและกำลังใจในการเรียน การศึกษา คอยให้กำลังใจและสนับสนุนในทุก ๆ เรื่อง จนการศึกษาในครั้งนี้ได้ประสบความสำเร็จ และตลอดจนญาติพี่น้อง พี่ ๆ เพื่อน ๆ ร่วมรุ่นที่ได้คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจมาโดยตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา คุณค่า และประโยชน์จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้กล่าวมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	4
ความสำคัญของงานวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
ประชากรในงานวิจัย.....	4
กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย.....	4
ตัวแปรที่ศึกษา.....	5
1. ตัวแปรอิสระ	5
2. ตัวแปรตาม	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
1. ความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง	5
2. สรีรวิทยา.....	6
3. สมรรถนะทางด้านร่างกาย	6
4. พื้นที่แตกต่างกัน	7

ข้อตกลงเบื้องต้น.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
สมมติฐานในการวิจัย.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
การตอบสนองทางสรีรวิทยาในกีฬาประเภททีม.....	9
ความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง	16
พื้นสนาม.....	25
การตอบสนองทางสรีรวิทยาในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ	36
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	43
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	43
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย	43
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย.....	43
1. เกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย	44
2. เกณฑ์การคัดออก	44
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	44
1. เครื่องมือที่ใช้วัด	44
2. ค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ	44
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ.....	45
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	45
1. ขั้นตอนการดำเนินการทำวิจัย	45
การออกแบบงานวิจัย.....	46
การเก็บข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง	47
การทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด	48

การอบอุ่นและเตรียมความพร้อมของร่างกาย.....	48
การทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตร	49
การปรับระยะทางของการทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มี การเปลี่ยนทิศทาง.....	51
การทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง.....	52
การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ปริมาณแลคเตทในเลือด	54
การวัดอัตราการใช้ออกซิเจน ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณการระบายอากาศ เข้า-ออก.....	54
การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล.....	56
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	56
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	57
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	57
ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง.....	57
การตอบสนองทางด้านสรีรวิทยา	58
ปริมาณแลคเตทในเลือด.....	58
อัตราการใช้ออกซิเจน.....	59
ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์.....	60
ปริมาณการระบายอากาศเข้า-ออก	60
ความรู้สึกเหนื่อยสัมพัทธ์	62
การตอบสนองทางด้านสมรรถนะ	62
ความเร็วสูงสุดในการวิ่ง	62
ค่าเฉลี่ยของความเร็วในการวิ่ง.....	63
เปอร์เซ็นต์การลดลงของความเร็ว.....	64
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	66

สรุปผล.....	66
การตอบสนองทางด้านสรีรวิทยา.....	66
ปริมาณแลคเตทในเลือด.....	66
อัตราการใช้ออกซิเจน.....	66
ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์.....	67
ปริมาณการระบายอากาศเข้า-ออก	67
การตอบสนองทางด้านสมรรถนะ	67
ความเร็วสูงสุดในการวิ่ง	67
ค่าเฉลี่ยของความเร็วในการวิ่ง.....	68
เปอร์เซ็นต์การลดลงของความเร็ว.....	69
อภิปรายผล	69
การตอบสนองทางด้านสรีรวิทยา.....	69
การตอบสนองทางด้านสมรรถนะ	71
การประยุกต์เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้.....	72
ข้อเสนอแนะ	72
บรรณานุกรม	74
ภาคผนวก.....	81
ประวัติผู้เขียน.....	104

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 แสดงงานวิจัยเกี่ยวกับการตอบสนองทางสรีรวิทยาในกีฬาประเภททีม	12
ตาราง 2 แสดงงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง.....	18
ตาราง 3 แสดงงานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการฝึกบนพื้นสนาม.....	28
ตาราง 4 แสดงงานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการตอบสนองทางสรีรวิทยาในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ.....	39
ตาราง 5 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง	57
ตาราง 6 การปรับระยะทางการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดที่มีการเปลี่ยนทิศทาง (เมตร)	58
ตาราง 7 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอัตราการใช้ออกซิเจน ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณการระบายอากาศเข้า-ออก	61
ตาราง 8 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความรู้สึกเหนื่อยล้าสัมพัทธ์ ของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง บนพื้นไม้ปาร์เกต์และบนพื้นทราย	62
ตาราง 9 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการตอบสนองทางด้านสมรรถนะ ของความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นที่แตกต่างกัน	65

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวในคิงานวิจัย	8
ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มของกลุ่มตัวอย่าง	46
ภาพประกอบ 3 ภาพรวมของขั้นตอนการทดสอบทั้งหมด	50
ภาพประกอบ 4 การทดสอบความเร็วระยะ 30 เมตรที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 3 รูปแบบ ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2.....	51
ภาพประกอบ 5 ทิศทาง ระยะทาง สัญลักษณ์ ในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง.....	53
ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตร และการทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ (RSAC)	55
ภาพประกอบ 7 ปริมาณแลคเตทของการทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง บนพื้นไม้ปาร์เกต์และบนพื้นทราย	59
ภาพประกอบ 8 แสดงเครื่องวัดสมรรถนะด้านความเร็ว	83
ภาพประกอบ 9 แสดงเครื่องมือวัดปริมาณแลคเตท	84
ภาพประกอบ 10 แสดงเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนแก๊สแบบพกพา	85
ภาพประกอบ 11 แสดงเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ.....	86
ภาพประกอบ 12 แสดงการวัดความรู้สึกเหนื่อยสัมพัทธ์.....	87
ภาพประกอบ 13 แสดงเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่ใช้ในการควบคุมการวิจัย.....	88
ภาพประกอบ 14 แสดงรูปกรวยความสูง 50 เซนเมตร.....	89
ภาพประกอบ 15 พื้นทรายที่ใช้ในการทดสอบ	91
ภาพประกอบ 16 พื้นไม้ปาร์เกต์ที่ใช้ในการทดสอบ	92
ภาพประกอบ 17 การสวมใส่เครื่องวิเคราะห์แก๊ส	94
ภาพประกอบ 18 การทดลองบนพื้นไม้ปาร์เกต์.....	95

ภาพประกอบ 19 การทดลองบนพื้นทราย	95
---------------------------------------	----



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

กีฬาประเภททีมในปัจจุบันได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ซึ่งกีฬาประเภททีมแต่ละชนิดก็จะมีกฎกติกา ข้อบังคับและรูปแบบสนามของการแข่งขันแตกต่างกันไป กีฬาประเภททีมที่มีการแข่งขันกลางแจ้งส่วนใหญ่จะมีพื้นที่สนามเป็นพื้นหญ้าจริงหรือหญ้าเทียมและมีพื้นที่ขนาดใหญ่ ส่วนกีฬาประเภททีมที่ทำการแข่งขันในร่มก็จะมีพื้นที่สนามที่มีความเฉพาะและมีขนาดเล็กลงมา โดยลักษณะของพื้นสนามอาจจะเป็นพื้นยางสังเคราะห์หรือพื้นไม้ปาร์เกต์ ซึ่งมีความเหมาะสมกับกีฬาในร่ม (Katkut, Bulut, Demir, & Akar, 2009) กีฬาประเภททีมจะมีลักษณะการแข่งขันที่มีความหนักแบบไม่สม่ำเสมอ (Intermittent Sport) ขณะทำการแข่งขันนักกีฬาจะมีการเคลื่อนไหวเป็นช่วง ๆ มีการวิ่งและเคลื่อนที่ที่มีความหนักระดับสูง ปานกลาง ไปจนถึงต่ำ และมีช่วงเวลาดำเนินการเพื่อพักและฟื้นฟูสภาพร่างกายในช่วงของการแข่งขัน ความอดทน ความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ และพลังกล้ามเนื้อจึงเป็นสมรรถภาพทางกายที่สำคัญ (เกริกวิทย์, อมรพันธ์, สุภาภรณ์, 2558) รูปแบบการฝึกการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดที่ปฏิบัติแบบซ้ำ ๆ นั้นสามารถกระตุ้นการพัฒนา พลัง ความเร็ว ความทนทานขนาดเล็กน้อยไปจนถึงการพัฒนาร่างกายระดับสูงซึ่งเหมาะสมกับกีฬาประเภททีม (Taylor, Macpherson, Spears, & Weston, 2015)

ในเกมการแข่งขันนอกเหนือจากการเคลื่อนที่ที่ต้องใช้ความเร็วสูง และมีการปฏิบัติซ้ำ ๆ แล้ว ยังมีองค์ประกอบของการเปลี่ยนทิศทางเข้ามาเกี่ยวข้อง นักกีฬาจึงต้องมีการฝึกการเคลื่อนที่ในรูปแบบที่มีการเปลี่ยนทิศทางพร้อมกับการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่สูงที่มีการปฏิบัติแบบซ้ำ ๆ อีกด้วย ซึ่งรูปแบบการฝึกความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงที่มีการปฏิบัติแบบซ้ำ ๆ จะเป็นการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด ไม่เกิน 10 วินาที และมีระยะเวลาพัก น้อยกว่า 60 วินาที (Girard, Mendez-Villanueva, & Bishop, 2011) ประกอบกับการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทางซึ่งสามารถช่วยพัฒนาความเร็วในการเปลี่ยนแปลงทิศทาง ปฏิบัติ ความคล่องแคล่วว่องไว ความอดทน และอัตราการใช้ออกซิเจน (Attene et al., 2015; Born, Zinner, Duking, & Sperlich, 2016; Ruscello et al., 2013; Sanchez et al., 2016) การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเคลื่อนไหวโดยการเปลี่ยนทิศทางที่หลากหลายสามารถช่วยกระตุ้นการตอบสนองทางสรีรวิทยาในระดับที่สูงกว่าการวิ่งทางตรงเพียงอย่างเดียว เนื่องจากการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทางที่หลายครั้งนั้นจะต้องมีการเร่งความเร็วตามจำนวนครั้งในการเปลี่ยนทิศทาง ซึ่งต้องใช้ความพยายามเอียงตัว

เพื่อเร่งความเร็วในการเปลี่ยนทิศทาง (Buchheit, Haydar, & Ahmaidi, 2012) และการวิ่งแบบไป-กลับ (180 องศา) มีอัตราการใช้ออกซิเจน ปริมาณแลคเตทในเลือดในปริมาณที่สูงกว่าการวิ่งทางตรงเพียงอย่างเดียว (Buchheit, Bishop, Haydar, Nakamura, & Ahmaidi, 2010; Dellal et al., 2010) ซึ่งการที่เกิดปริมาณแลคเตทที่เกิดขึ้นสูงนั้นเป็นการบ่งบอกถึงระดับความล้าที่เกิดขึ้นซึ่งมีสาเหตุมาจากการที่ร่างกายมีการใช้อัตราการใช้ออกซิเจนที่เพิ่มมากขึ้น (Gharbi, Dardouri, Haj-Sassi, Chamari, & Souissi, 2015) และเกิดสภาวะการขาดออกซิเจนในระดับที่สูงขึ้น (Buchheit et al., 2009) ซึ่งทำให้ร่างกายเกิดความล้า ซึ่งวิธีการฝึกแบบนี้จะสามารถช่วยในการพัฒนาระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน เพราะการใช้พลังงานทั้งสองแบบสามารถช่วยในเรื่องของการต้านทานความเหนื่อยล้าในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ได้ (Taylor et al., 2015) และไม่มี ความแตกต่างกันในส่วนของความล้าของร่างกายเมื่อเทียบกับการวิ่งทางตรงเพียงอย่างเดียว (Irigoyen, Azcarate, & Los Arcos, 2017; Sassi et al., 2009) เช่นเดียวกับการฝึกความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ หลังจากการฝึกแบบมีแรงต้านที่มีความเฉพาะจะช่วยเพิ่มความเข้มข้นของอินซูลินไลโคโกรทแฟคเตอร์ชนิดที่ 1 ได้ดีอีกด้วย (เกริกวิทย์, 2560) อย่างไรก็ตามการฝึกในรูปแบบนี้ควรจะเริ่มต้นในช่วงอายุ 17 ปี (Dellal & Wong, 2013).

การฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาสมรรถนะของนักกีฬาประเภททีมในรูปแบบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดที่มีการปฏิบัติแบบซ้ำ ๆ และมีการเปลี่ยนทิศทางที่หลากหลาย เป็นรูปแบบที่ผู้ฝึกสอนนั้นนิยมใช้เพื่อฝึกสมรรถนะของนักกีฬาประเภททีมอย่างแพร่หลาย แต่ส่วนใหญ่จะเลือกทำการฝึกบนพื้นที่ใช้สำหรับการแข่งขันเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามการฝึกบนพื้นรูปแบบอื่น ๆ นอกเหนือจากพื้นที่สำหรับการแข่งขันก็สามารถช่วยพัฒนาสมรรถนะและเหมาะสมกับกีฬาประเภททีมได้ดีเช่นกัน เช่น การฝึกบนพื้นทราย การฝึกโดยในลักษณะของการวิ่งที่มีความหนักสูงบนพื้นทรายจะช่วยพัฒนาระบบการใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจนและอีกทั้งยังช่วยพัฒนาในเรื่องของความเร็วในการวิ่ง 20 เมตร และการตอบสนองทางสรีรวิทยาในระดับที่สูง (Binnie, Dawson, Pinnington, Landers, & Peeling, 2013b; Binnie, Peeling, Pinnington, Landers, & Dawson, 2013) เพราะพื้นทรายมีความนุ่มกว่า ทำให้ร่างกายต้องมีแรงการใช้พลังงานในระดับที่สูงกว่าพื้นที่ที่มีความแข็งและพื้นหญ้า เมื่อทำการฝึกที่มีความหนักเท่ากัน (Binnie, Dawson, Pinnington, Landers, & Peeling, 2014; Pinnington, Lloyd, Besier, & Dawson, 2005) และการวิ่งบนพื้นทรายแห่งนี้ยังลดความล้าของกระบวนการเผาผลาญ (Metabolism) และปริมาณของแลคเตทในเลือดเมื่อเทียบกับพื้นหญ้า (Pinnington & Dawson, 2001a) รวมไปถึงการลดอาการบาดเจ็บและผลกระทบต่อ

กล้ามเนื้ออีกด้วย (Binnie, Dawson, Pinnington, Landers, & Peeling, 2013a; Brown et al., 2017; Gaudino, Gaudino, Alberti, & Minetti, 2013; Impellizzeri et al., 2008; Pinnington & Dawson, 2001a) การวิ่งบนพื้นทรายจึงเป็นทางเลือกในการฝึกซ้อมเพื่อที่จะกระตุ้นการตอบสนองทางสรีรวิทยาและพัฒนาสมรรถนะให้มีระดับสูงนอกเหนือจากการฝึกซ้อมบนพื้นที่ใช้ในการแข่งขันสำหรับกีฬาระดับอาชีพทั่วไป

การฝึกความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด ที่มีการปฏิบัติแบบซ้ำ ๆ เป็นการฝึกที่สามารถช่วยพัฒนาสมรรถนะของนักกีฬาประเภททีม (Girard et al., 2011; Taylor et al., 2015) ประกอบกับการเคลื่อนที่ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางที่หลากหลายซึ่งมีความสอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของนักกีฬาในระหว่างเกมการแข่งขันของกีฬาระดับอาชีพ การวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทางแต่ละครั้งส่งผลต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่ต่างกัน เช่น ความเร็วในการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทางแต่ละครั้งจะมีระยะเวลาเพิ่มขึ้นถึง 30 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการวิ่ง และนักกีฬาจะต้องมีการเร่งความเร็วเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนการเปลี่ยนทิศทาง ทำให้ร่างกายมีการทำงานที่ความหนักระดับสูงกว่าทางตรง ส่งผลต่อการกระตุ้นตอบสนองทางสรีรวิทยาที่สูงมากขึ้น (Buchheit et al., 2010; Buchheit et al., 2012; Dellal et al., 2010) ประกอบกับนำรูปแบบการฝึกด้วยความเร็วสูงสุดที่ปฏิบัติแบบซ้ำ ๆ มาฝึกบนพื้นทราย ซึ่งทำให้ร่างกายต้องมีการทำงานในระดับที่สูงและส่งผลต่อการกระตุ้นทางด้านสรีรวิทยาในระดับที่สูงขึ้น อีกทั้งยังช่วยในการพัฒนาความเร็วในการวิ่ง 20 ระยะสั้น ๆ ได้ดีอีกด้วย (Binnie, Dawson, Pinnington, et al., 2014; Binnie, Peeling, et al., 2013; Pinnington et al., 2005).

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ในนักกีฬาประเภททีมพบว่ารูปแบบการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทางที่หลากหลายมีความเหมาะสมกับการเคลื่อนที่ในนักกีฬาประเภททีมมากที่สุด และการฝึกบนพื้นทรายก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยกระตุ้นการตอบสนองทางสรีรวิทยาและส่งผลต่อทางด้านสมรรถนะในระดับที่สูงกว่าพื้นที่ที่มีความแข็ง อย่างไรก็ตามยังไม่สามารถทราบได้อย่างแน่ชัดว่ารูปแบบการฝึกความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นที่แตกต่างกันรูปแบบใด จะสามารถช่วยให้กระตุ้นการตอบสนองทางสรีรวิทยาในระดับสูงและสามารถแสดงสมรรถนะด้านความเร็วได้อย่างเต็มที่มากกว่ากัน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 (ทางตรง) 90 และ 180 องศา โดยทดสอบเปรียบเทียบระหว่างบนพื้นไม้ปาร์เกต์ซึ่งเป็นพื้นใช้ในการฝึกซ้อมของกีฬาระดับอาชีพที่แข่งขันในร่มกับพื้นทราย ทั้งนี้สามารถนำผลการวิจัยที่ได้ไปปรับใช้กับการวางแผนการฝึกซ้อมของผู้ฝึกสอน

ในแต่ละช่วงของการฝึกซ้อมให้มีความเหมาะสม และสามารถนำองค์ความรู้ไปใช้กับการศึกษาต่อไปในอนาคต

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. ศึกษาเกี่ยวกับการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) 90 องศา และ 180 องศา ที่ส่งผลต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ
2. ศึกษาเกี่ยวกับการวิ่งบนพื้นไม้ปาร์เกต์และพื้นทรายที่ส่งผลต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ
3. ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทางกับพื้นที่แตกต่างต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ

ความสำคัญของงานวิจัย

ทำให้ทราบถึงผลทางด้านการตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะของความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้ฝึกสอนสามารถนำผลที่ได้ไปปรับใช้เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนานักกีฬาต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรในงานวิจัย

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาประเภททีม (บาสเกตบอล แอนด์บอล ฟุตบอล) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 36 คน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

การศึกษานี้ดำเนินการในรูปแบบของการทดลอง ทำการคัดเลือกจากกลุ่มประชากรที่เป็นนักกีฬาประเภททีม (บาสเกตบอล แอนด์บอล ฟุตบอล) ที่มีการฝึกซ้อมเพื่อเป็นตัวแทนมหาวิทยาลัยเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาระดับอุดมศึกษาภายในประเทศ จำนวน 12 คน ใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Random sampling) โดยทำการศึกษาแบบไขว้สลับ (Crossover Design)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ

คือ ความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน

1.1 ความเร็วในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา 180 องศา หรือ 0 องศา (ทางตรง 30 เมตร) บนพื้นไม้ปาร์เกต์

1.2 ความเร็วในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา 180 องศา หรือ 0 องศา (ทางตรง 30 เมตร) บนพื้นทราย

2. ตัวแปรตาม

คือ ผลการตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะที่มีต่อความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน

2.1 ด้านสมรรถนะ

ความเร็วสูงสุด ค่าเฉลี่ยของความเร็ว และ เปอร์เซ็นต์การลดลงของความเร็วของความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง

2.2 ด้านสรีรวิทยา

อัตราใช้ออกซิเจน (VO_2) ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (VCO_2) ปริมาณการระบายอากาศเข้า-ออก (VE) ปริมาณแลคเตทในเลือด ($[\text{La}]_b$) ความรู้สึกเหนื่อยล้าสัมพัทธ์ (CR 10 Borg's scale)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง

หมายถึง การวิ่งโดยใช้ความเร็วสูงสุด โดยปฏิบัติแบบซ้ำ ๆ ซึ่งการศึกษานี้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ โดยมีการเปลี่ยนทิศทางทั้งหมด 3 รูปแบบ (ภาพประกอบ 5) ได้แก่

1.1 การเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา

การวิ่งทางตรง ระยะทาง 30 เมตร โดยไม่มีการเปลี่ยนทิศทาง (ตาราง 6)

1.2 การเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา

การวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทางจำนวน 2 ครั้ง โดยการเปลี่ยนทิศทางแต่ละครั้งจะมีมุม 90 องศา ระยะทางตรงในแต่ละช่วงจะมีระยะทางเท่ากันทั้ง 3 ด้าน โดยแต่ละด้านจะมี

การคำนวณจากสูตรลดระยะทางโดยคำนวณจากผลการทดสอบความเร็วของการวิ่งทางตรงที่ระยะทาง 30 เมตร (ตาราง 6)

1.3 การเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา

การวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 2 ครั้ง โดยทำการเปลี่ยนทิศทางจะมีมุม 180 องศา ระยะทางตรงจะมีเท่ากันทั้ง 2 ด้าน โดยแต่ละด้านจะมีการคำนวณจากสูตรการลดระยะทางโดยหาจากการทดสอบความเร็ว 30 เมตร (ตาราง 6)

2. สรีรวิทยา

หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับระบบการทำงานของร่างกาย ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการตอบสนองทางด้านสรีรวิทยาของความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ได้แก่ ระบบไหลเวียนโลหิต ระบบหายใจ และระดับความรู้สึกเหนื่อยล้าของร่างกาย

2.1 ระบบไหลเวียนโลหิต

ได้แก่ การวัดปริมาณแลคเตทในเลือด ก่อนและหลังการทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน

2.2 ระบบหายใจ

ได้แก่ อัตราการใช้ออกซิเจน ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณการระบายอากาศเข้า-ออก

2.3 ระดับความรู้สึกเหนื่อยล้าของร่างกาย

ได้แก่ การวัดความรู้สึกเหนื่อยล้าสัมพัทธ์

3. สมรรถนะทางด้านร่างกาย

หมายถึง การแสดงความสามารถในการทำงานของร่างกาย ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทดสอบเกี่ยวกับสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับความเร็วของความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ได้แก่

3.1 ความเร็วสูงสุดของความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง

3.2 ค่าเฉลี่ยของความเร็วของความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง

3.3 เปอร์เซ็นต์การลดลงของความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง

4. พื้นที่แตกต่างกัน

หมายถึงพื้นที่ที่มีความแตกต่างทางกายภาพ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทดสอบบนพื้นที่ที่มีความแตกต่าง 2 รูปแบบได้แก่

4.1 พื้นไม้ปาร์เกต์

เป็นพื้นไม้ที่มีผิวเรียบชนิดที่มียางรอง (Rubber support pad) ซึ่งเป็นพื้นที่ทำการฝึกซ้อมและแข่งขันภายในสนามกีฬาในร่ม

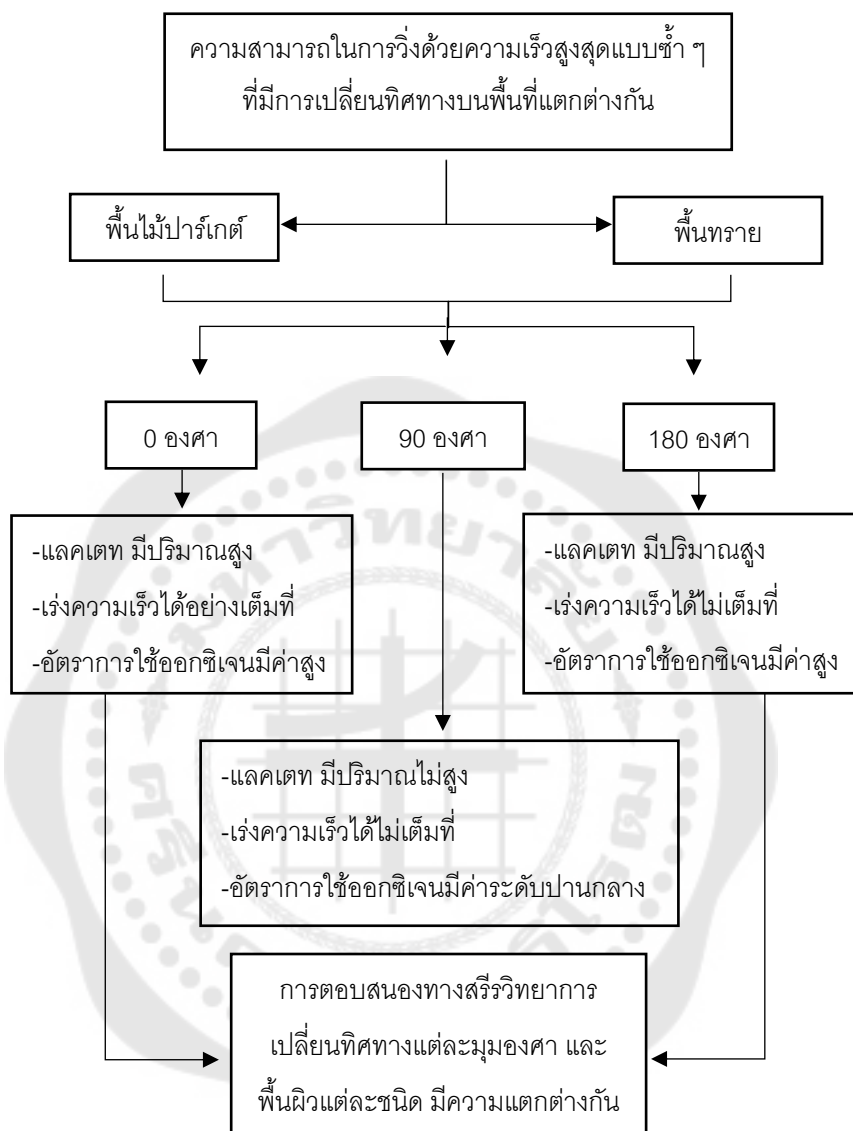
4.2 พื้นทราย

เป็นพื้นทรายแห้ง มีความลึก 30 เซนติเมตร (Gaudino, Gaudino, Alberti, & Minetti, 2013) ปราศจากการอัดแน่น

ข้อดกลงเบื้องต้น

1. ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมกลุ่มตัวอย่างเรื่องอาหาร การพักผ่อน หรือกิจกรรมอื่น ๆ ที่ผู้เข้าร่วมวิจัยเคยทำเป็นประจำ
2. กลุ่มตัวอย่างใช้รองเท้าผ้าใบในการทดสอบ ไม่มีการเปลี่ยนรองเท้าในการทดสอบโดยใช้รองเท้าคู่เดิมในการทดสอบทุกครั้ง

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในงานวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. การวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทางที่มุมองศา 0 องศา (ทางตรง) 90 องศา และ 180 องศา มีการตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะที่แตกต่างกัน
2. พื้นไม้ปาร์เกต์และพื้นทรายมีการตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะที่แตกต่างกัน
3. การเปลี่ยนทิศทางที่มุมองศา 0 องศา (ทางตรง) 90 องศา และ 180 องศา บนพื้นแต่ละแบบมีการตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะที่แตกต่างกัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อดังนี้

1. การตอบสนองทางสรีรวิทยาในกีฬาประเภททีม
2. ความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง
3. พื้นสนาม
4. การตอบสนองทางสรีรวิทยาในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ

การตอบสนองทางสรีรวิทยาในกีฬาประเภททีม

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาในกลุ่มนักกีฬาประเภททีม ได้แก่ ฟุตบอล บาสเกตบอล และแฮนด์บอล ซึ่งกีฬาประเภททีมทั้ง 3 ชนิดนี้ทำการแข่งขันภายในสนามกีฬาในร่ม ซึ่งเป็นชนิดกีฬาประเภททีมที่มีรูปแบบการแข่งขันโดยการทำงานของร่างกายนักกีฬาจะมีความหนักอยู่ทั้งในระดับสูง ปานกลางและต่ำแบบสลับช่วงกันไป (Intermittent Sport) ตลอดเกมการแข่งขัน นักกีฬาจะมีการเคลื่อนไหวช้าและเร็วสลับกันเป็นช่วง ๆ มีการวิ่งและเคลื่อนที่ที่มีระดับความหนักต่ำไปจนถึงระดับสูงตลอดช่วงเวลาของการแข่งขัน ซึ่งในเกมการแข่งขัน ผู้เล่นต้องใช้ความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงไปจนถึงความเร็วสูงสุด แต่มีช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ในระหว่างเกมการแข่งขันเพื่อฟื้นฟูสภาพร่างกาย ความอดทน ความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ รวมไปถึงพลังกล้ามเนื้อจึงเป็นสมรรถภาพทางกายที่สำคัญของกีฬาประเภทนี้ (เกริกวิทย์, อมรพันธ์, สุภาภรณ์, 2558)

การศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับความต้องการและการตอบสนองทางด้านสรีรวิทยาของกีฬาฟุตบอล พบว่า กีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาที่มีระดับความหนักในการแข่งขันสูง ส่งผลทำให้เกิดความล้าในระหว่างการแข่งขัน ผู้เล่นต้องมีความพยายามในการวิ่งด้วยความเร็วสูงและปฏิบัติแบบซ้ำ ๆ อย่างไรก็ตามความเร็วในการวิ่งจะไม่เท่ากัน และทำให้ความหนักในการวิ่งไม่สม่ำเสมอ ประกอบกับการใช้พลังของกล้ามเนื้อ และการเคลื่อนที่ในการเปลี่ยนทิศทางและมีการใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนควบคู่กัน (Naser, Ali, & Macadam, 2017) และยังพบว่าระดับของความสามารถของนักกีฬายังมีผลต่อสมรรถนะด้านความอดทน โดยเป็นการทดสอบนักกีฬาฟุตบอลอาชีพ เพศชาย 14 คน และนักกีฬาฟุตบอลสมัครเล่น เพศชาย 13 คน ทำการทดสอบวัด

ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดพบว่า นักกีฬาฟุตบอลอาชีพส่วนใหญ่มีปริมาณการใช้ออกซิเจน 60 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที่ ซึ่งมีค่าสูงกว่านักกีฬาฟุตบอลสมัครเล่น (Alvarez, D'Ottavio, Vera, & Castagna, 2009) การกำหนดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นสิ่งที่สำคัญซึ่งการกำหนดปริมาณการฝึกซ้อมที่ถูกต้องและเหมาะสมในการฝึกซ้อมอาจจะช่วยในการพัฒนาปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดซึ่งมีความสัมพันธ์กับความรู้สึเหนื่อยล้า (Milanez et al., 2011)(Milanez et al., 2011) จากการศึกษารูปแบบการฝึกซ้อมที่มีการนำรูปแบบการฝึกความแข็งแรงและการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ควบคู่กัน เป็นเวลา 5 สัปดาห์ ในนักกีฬาฟุตบอลจำนวน 12 คน โดยทำการฝึกความแข็งแรง 3 ท่า จำนวน 2 เซต ที่มีความหนักในปริมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด และกระโดดข้ามรั้ว 5 ครั้ง ต่อด้วยการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดไป-กลับ 7 รอบ พบว่ามีการพัฒนาสมรรถนะในนักกีฬาฟุตบอลและส่งผลให้มีการกระตุ้นการเพิ่มขึ้นของอินซูลินไลโคโกรทแพคเตอร์ชนิดที่ 1 อีกด้วย (เกริกวิทย์, 2560).

การศึกษาเกี่ยวกับกีฬาบาสเกตบอล กีฬาบาสเกตบอลเป็นกีฬาที่มีระดับความหนักในระหว่างการแข่งขันสูง จากการศึกษา ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยเกี่ยวกับความต้องการและการตอบสนองทางสรีรวิทยาจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือพบว่า ใน 1 เกมการแข่งขันนักกีฬาบาสเกตบอลจะมีการเคลื่อนที่ตลอดทั้งเกมเป็นระยะทางประมาณ 5-6 กิโลเมตรตลอดช่วงระยะเวลาการแข่งขัน 40 นาที ปริมาณแลคเตทในเลือดมีค่าสูงตลอดเกมการแข่งขัน และอัตราการเต้นของชีพจรอยู่ที่ประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของชีพจรสูงสุด จากข้อมูลดังกล่าวที่เกิดขึ้นบ่งบอกถึงความหนักในระหว่างเกมการแข่งขันที่มีความหนักในระดับสูง (Stojanovic et al., 2018) และเมื่อวิเคราะห์ความต้องการและการตอบสนองทางสรีรวิทยาแต่ละตำแหน่งพบว่าผู้เล่นตำแหน่งตัวกลาง (Center) มีความต้องการและการตอบสนองทางสรีรวิทยามากกว่าตำแหน่งอื่น ๆ ขณะที่ผู้เล่นในตำแหน่งป้องกัน (Guard) และผู้เล่นในตำแหน่งแดนหน้า (Forward) ไม่มีความแตกต่างกัน (Puente, Abian-Vicen, Areces, Lopez, & Del Coso, 2017)

การศึกษาเกี่ยวกับกีฬาแฮนด์บอล เป็นอีกหนึ่งชนิดกีฬาที่มีระดับความหนักในระหว่างการแข่งขันสูง จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์การแสดงสมรรถนะในระหว่างเกมการแข่งขัน โดยทดสอบจากเกมการแข่งขันอย่างเป็นทางการพบว่า ในระหว่างเกมการแข่งขันนักกีฬาจะมีการเคลื่อนที่ประมาณ 4.3 ± 0.7 กิโลเมตร ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของการเคลื่อนไหวนักกีฬาจะมีการยืนอยู่กับที่ 43 เปอร์เซ็นต์ เดิน 35 เปอร์เซ็นต์ และวิ่งด้วยความเร็วสูงประมาณ 0.4 เปอร์เซ็นต์ และการเคลื่อนที่ในแต่ละครั้งจะต้องใช้ความเร็วสูงเนื่องจากต้องเจอกับสถานการณ์ 1 ต่อ 1 (Barbero, Granda-Vera, Calleja-Gonzalez, & Del Coso, 2014) จากการเคลื่อนไหว

ภายในการเกมการแข่งขันดังกล่าว ร่างกายจึงต้องการการสำรองพลังงานทั้งในรูปแบบที่ใช้
ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนในอัตราที่สูง ซึ่งลักษณะอัตราการใช้พลังงานของนักกีฬาแฮนด์บอล
นั้นมีความคล้ายคลึงกับลักษณะของนักกีฬาฟุตบอล (Soyal, Eryilmaz, Polat, & Aydogan,
2017) โดยสามารถศึกษาเกี่ยวกับการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องในหน้าถัดไป



ตาราง 1 แสดงงานวิจัยเกี่ยวกับการตอบสนองทางสรีรวิทยาในกีฬาประเภททีม

ชื่อผู้วิจัย / ปีที่ เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
เกริกวิทย์, 2560	ศึกษาผลของการฝึกแบบ ควบคู่ ที่มีต่อระดับความ เข้มข้นของอินซูลินไลค์ โกรทแฟกเตอร์ชนิดที่ 1 ใน นักกีฬาฟุตบอล	นักกีฬาฟุต ซอลเพศชาย อายุ 19-20 ปี จำนวน 12 คน	ทำการฝึกแบบมีแรงต้านจำนวน 3 ท่า 2 เซต ความหนัก 70% 1 RM จากนั้นกระโดดข้ามรั้ว 5 ครั้ง พัก 3 นาที และการฝึกวิ่งด้วยความเร็ว สูงสุด แบบซ้ำ ๆ 7 เที่ยว จำนวน 2 เซต ระยะทางไป-กลับ 30 เมตร พักระหว่างรอบ 20 วินาที	การฝึกแบบมีแรงต้านตามด้วยการ ฝึกวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ มี ความเหมาะสมกับกีฬาฟุตซอล และสามารถช่วยกระตุ้นอินซูลินไลค์ โกรทแฟกเตอร์ชนิดที่ 1
Alvarez, D'Ottavio, Vera, & Castagna, 2009	ศึกษาอัตราการใช้ ออกซิเจน การหายใจเข้า ออกที่มากขึ้น และสภาวะ ในการวิ่ง นักกีฬาฟุตซอล ที่มีระดับการแข่งขัน ต่างกัน	นักกีฬาฟุต ซอลเพศชาย 24 คน (นัก ฟุตซอลอาชีพ 11 คน นักฟุต ซอล สมัครเล่น 13 คน)	ทำการวัดสมรรถภาพด้านการใช้พลังงานแบบ ใช้ออกซิเจนโดยการวิ่งบนลู่วิ่งไฟฟ้า	นักกีฬาฟุตซอลมีค่าปริมาณการใช้ ออกซิเจนสูงกว่านักกีฬาสมัครเล่น ผู้ ที่จะเล่นฟุตซอลระดับอาชีพควรมี ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุ มากกว่า 60 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย / ปีที่เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Barbero, Granda-Vera, Calleja-Gonzalez, & Del Coso, 2014	วิเคราะห์ความต้องการของนักกีฬาทางกายภาพของนักกีฬา แขนงต้น	นักกีฬา แขนงบอล จำนวน 30 คน วัยอัตรา 10 เกม	บันทึกการเคลื่อนไหวในการแข่งขันนักกีฬา แขนงบอลจำนวน 30 คน และวัดอัตราการเต้นของชีพจร 60 คน ตลอดเกมการแข่งขันจำนวน 10 เกม	นักกีฬาแขนงต้นบอลจะมีการเคลื่อนไหว ค่าเฉลี่ยประมาณ 4-5 กิโลเมตร 80 เปอร์เซ็นต์ของการเคลื่อนไหว นักกีฬาจะมีการยืนอยู่กับ 43 เปอร์เซ็นต์ เติมน 35 เปอร์เซ็นต์วิ่งด้วยความเร็ว 0.4 เปอร์เซ็นต์ และมี การเคลื่อนไหวที่มีความหนักสูง
Milanez et al., 2011	ตรวจสอบอิทธิพลของการใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจนในระหว่างการฝึก โดยวัดจากความรู้สึกเหนื่อยสัมผัส	นักกีฬาฟุตบอลที่ไม่ใช่ตำแหน่ง ตำแหน่ง ผู้รักษาประตู จำนวน 9 คน	ทำการฝึกซ้อมทั้งหมด 4 สัปดาห์แล้วทำการวัดความรู้สึกเหนื่อยสัมผัส ทุกครั้งในขณะที่มีการฝึกซ้อม โดยใช้การวัด 10 ระดับ และจากนั้นทำการวัดปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยการวิ่งบนลู่วิ่งไฟฟ้า	ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีความสัมพันธ์กับความรู้สึกเหนื่อยสัมผัส ในระหว่างการฝึกซ้อมก็พบว่าลดลง

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย / ปีที่เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Naser, Ali, & Macadam, 2017	วิเคราะห์ความต้องการทางด้าน สรีรวิทยา พลังงาน สมรรถนะ และทักษะ	นักกีฬา	ทดสอบ	นักกีฬาฟุตบอลต้องมีความรู้ในการเคลื่อนไหวที่มีความหนักแบบไม่สม่ำเสมอ การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ พลังของกล้ามเนื้อ และความไว ซึ่งรูปแบบของกิจกรรมฟุตบอลมีการใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนควบคู่กัน
Puente, Abian-Vicen, Areces, Lopez, & Del Coso, 2017	วิเคราะห์ความต้องการทางกายภาพและสรีรวิทยาของนักกีฬาบาสเกตบอล ในระหว่างเกมการแข่งขันจริง	นักกีฬาบาสเกตบอล จำนวน 25 คน	วิเคราะห์เกี่ยวกับทางด้านสรีรวิทยาโดยแบ่งผู้เล่น ออกเป็น 3 ตำแหน่งได้แก่ (การ์ด 8 คน หน้า 8 คน กลาง 9 คน) ทำการแข่งขันสนามกีฬาบาสเกตบอลจริง	อัตราการเคลื่อนไหวระหว่างการแข่งขันสูงทำให้มีความต้องการทางสรีรวิทยาสูงเพื่อที่จะสามารถเคลื่อนไหวในระหว่างการแข่งขันได้ ตำแหน่งตัวกลาง มีการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่ำ ผู้เล่นตำแหน่งการ์ดและหน้า ไม่มีความแตกต่างกัน

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย / ปีที่เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Soyal, Eryilmaz, Polat, & Aydogan, 2017	เปรียบเทียบระหว่างอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดและ จุ ด สู ง สู่ ด ข อ ง ความสามารถของร่างกาย ในการใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจนระหว่างนักกีฬา และนักกีฬา แขนงตีบอล	นักกีฬา ฟุตบอล เพศ ชาย 10 คน และนักกีฬา แขนงตีบอล	ทำการศึกษาระดับสูงสุดของความสามารถของร่างกายในการใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจน ทำการทดสอบบนลู่วิ่งไฟฟ้า	การเคลื่อนไหวของนักกีฬาฟุตบอลและ แขนงตีบอลมีความแตกต่างกันแต่มีความสามารถที่ใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจนคล้ายกัน
Stojanovic et al., 2018	ทบทวนวรรณกรรม เกี่ยวกับความต้องการและการตอบสนองทางด้าน สรีรวิทยาของระหว่างการแข่งขันบาสเกตบอล	กรรม การตอบสนองทางด้าน สรีรวิทยาของระหว่างการ แข่งขันบาสเกตบอล	งานวิจัยจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ PubMed MEDLINE, ERIC, Google Scholar, SCIndex, และ ScienceDirect. จำนวน 25 เรื่อง	ในเกมการแข่งขันนักกีฬาจะมีการเคลื่อนไหวประมาณ 5-6 กิโลเมตร ตลอดเวลา 40 นาที การตอบสนองทางด้านสรีรวิทยาอยู่ในระดับสูง และมีความหนักประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นของชีพจรสูงสุด

ความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง

ในนักกีฬาประเภททีมจะมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ และมีลักษณะการเคลื่อนที่ที่มีการเปลี่ยนทิศทางที่หลากหลาย วิธีการฝึกความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ได้มีการใช้อย่างแพร่หลายในกีฬาประเภททีมหลากหลายรูปแบบ การฝึกความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ เป็นรูปแบบที่สามารถกระตุ้นการพัฒนาพลัง ความเร็ว ความอดทนของร่างกาย ซึ่งเหมาะกับกีฬาประเภททีม (Taylor et al., 2015) เพื่อที่จะให้สอดคล้องกับการเคลื่อนที่ตามลักษณะเกมการแข่งขัน นักกีฬาจึงต้องมีการฝึกซ้อมการเคลื่อนที่ในทิศทางที่หลากหลาย ปัจจุบันได้มีการศึกษาและทดลองรูปแบบการฝึกความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ

การศึกษาการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการวิ่งในลักษณะทางตรง พบว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ทางตรง มีการพัฒนาสมรรถนะทางด้านร่างกายโดยการฝึกความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ระยะทาง 22 เมตร จำนวน 3 เซต เซตละ 10 เที้ยว โดยใช้การพักระหว่างเที้ยวแบบมีการเคลื่อนไหว และพักระหว่างเซตเป็นเวลา 4 นาที ช่วยให้ร่างกายมีปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max}) เพิ่มขึ้น (Sanchez et al., 2016) และการศึกษาการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ทางตรงระยะทาง 30 เมตร จำนวน 6 เที้ยวสามารถทำความเร็วได้ดีกว่าการวิ่งที่มีการวิ่งแบบไป-กลับ (Sassi et al., 2009) เช่นเดียวกับการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ในระยะ 30 เมตร จำนวน 6 เที้ยว แต่ละเที้ยวพัก 30 วินาที จะมีการใช้เวลาในการวิ่งที่น้อยกว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ในรูปแบบอื่น แต่ไม่มีความแตกต่างกันในส่วนของคุณภาพของร่างกาย (Irigoien et al., 2017) การศึกษารูปแบบการฝึกและการทดสอบเกี่ยวกับความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีทั้งการเคลื่อนที่ในทางตรงและการเปลี่ยนทิศทาง ในรูปแบบการวิ่งที่มีระยะทางรวม 30 เมตร 6 เที้ยว จำนวน 3 เซต ใน 2 สัปดาห์แรกและเพิ่มเป็น 8 เที้ยว 3 เซตใน 2 สัปดาห์ต่อมา ช่วยเพิ่มสมรรถนะของการกระโดดและสมรรถนะด้านความอดทนของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดที่มีการปฏิบัติแบบซ้ำ ๆ อย่างต่อเนื่อง (Attene et al., 2015; Ruscello et al., 2013) สอดคล้องกับการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ในทางตรงและมีการเปลี่ยนทิศทางในรูปแบบการวิ่งไป-กลับ จำนวน 20 เที้ยว โดยวิ่ง 15 วินาที พัก 30 วินาที (อัตราการทำงานและพัก 1:2) สามารถช่วยพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวและการเปลี่ยนทิศทางที่หลากหลายอีกด้วย (Born et al., 2016)

การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 3 ครั้ง ยังเป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถพัฒนาความสามารถของนักกีฬาได้ จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า มีการฝึกวิ่งโดยมีการ

กำหนดให้เปลี่ยนทิศทาง 3 ครั้ง ที่ความหนักสูง 90 เปอร์เซ็นต์ ของความสามารถในการทำงานของร่างกายแบบไม่สม่ำเสมอ ในรูปแบบการวิ่ง 10 วินาที พัก 10 วินาที (อัตราการทำงานและการพัก 1:1) เป็นเวลาทั้งหมด 6 นาที จำนวน 2 เซต เวลาพักระหว่างเซต 3 นาที จำนวน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ (Sanchez-Sanchez et al., 2018) อย่างไรก็ตามการฝึกความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ควบคู่กับการกระโดดในระหว่างการพักแต่ละเที่ยวเป็นการลดสมรรถนะของความเร็วในการวิ่ง (Buchheit, 2010) และมีการศึกษาเกี่ยวกับช่วงของอายุซึ่งอาจจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ โดยพบว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ในช่วงของอายุต่ำกว่า 15 ปี อาจส่งผลความเร็วในการวิ่งและการลดลงของความเร็วอยู่ในระดับสูงกว่าช่วงอายุอื่น ๆ ดังนั้นควรจะทำการฝึกความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ในช่วงอายุ 17 ปีขึ้นไป (Dellal & Wong, 2013) สามารถศึกษาได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหน้าถัดไป



ตาราง 2 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย / ปี ที่เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Born, Zinner, Duking, & Spertlich, 2016	ประเมินผลของการวิ่ง ด้วยความเร็วสูงสุดแบบ ซ้ำๆ ที่มีการเปลี่ยน หลากหลายทิศทาง กับ การวิ่งแบบไป-กลับ ที่มี ผลต่อความเร็วการ เปลี่ยนทิศทาง และความ คล่องแคล่วองไว	นักกีฬา ฟุตบอลชาย อายุ 15 ปี จำนวน 19 คน	กลุ่มตัวอย่างถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่มได้แก่กลุ่มที่มี การฝึกแบบวิ่งไป-กลับและกลุ่มที่มีการเปลี่ยน หลากหลายทิศทาง การฝึกแต่ละครั้งวิ่งซ้ำๆ จำนวน 20 เทียบแต่ละเทียวกใช้เวลา วินาที พักระหว่างเทียวก 30 วินาที ทำการฝึก 6 ครั้ง ต่อสัปดาห์จำนวน 3 สัปดาห์	การวิ่งทั้ง 2 รูปแบบช่วยพัฒนาความ คล่องแคล่วองไว การพัฒนาความ คล่องแคล่วองไวสามารถทำได้โดยการฝึก ในรูปแบบของการวิ่งแบบไป-กลับและการ วิ่งโดยการเปลี่ยนทิศทางที่หลากหลาย
Buchheit, 2010	ศึกษาสมรรถนะและ สรีรวิทยาของกีฬา ประเภททีม โดยการ ทดสอบการวิ่งด้วยความ เร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ และตามด้วยการกระโดด	นักกีฬา ประเภททีม จำนวน 13 คน	กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดทำการทดสอบการวิ่ง ด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ ทางตรง (RS) และวิ่งแบบไป-กลับ (RSS) โดยทั้ง 2 รูปแบบ มีการสลับกับการกระโดดและไม่มีการกระโดด ในระหว่างการทำก ทำวิ่งทั้งหมด 6 เทียวก แต่ละ เทียวกะยะทางรวม 15 เมตร	การเพิ่มการกระโดดในช่วงการพักระหว่าง การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ จะลด ประสิทธิภาพของความเร็วในการวิ่ง

ชื่อผู้วิจัย / ปี ที่เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Dellal & Wong, 2013	เปรียบเทียบสมรรถนะใน การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด แบบช้า ๆ ทางตรง (RSA) และการวิ่งด้วยความเร็ว สูงสุดแบบช้า ๆ แบบมี การเปลี่ยนทิศทาง (RCOD) ระหว่างนักกีฬา ฟุตบอลระดับสูงและ นักกีฬาระดับเยาวชนแต่ ละช่วงอายุต่าง ๆ	นักกีฬา จำนวน 49 คน (ระดับสูง 8 คน อายุ 19 ปี 18 คน อายุ 17 ปี 13 คน อายุ 15 ปี 10 คน)	ทำการทดสอบ 2 รูปแบบ ได้แก่ การวิ่งด้วย ความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ทางตรงและการวิ่ง ด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ แบบมีการ เปลี่ยนทิศทาง (เปลี่ยนทิศทางที่มุม 100 องศาและเปลี่ยนทิศทางทุก ๆ 4 เมตร) ทั้ง 2 รูปแบบทำการทดสอบปีละละทาง 20 เมตร จำนวน 10 เทียว	เปอร์เซ็นต์การลดลงของความเร็ว (%Dec) ในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ทางตรงและการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทาง ของกลุ่มอายุ 15 ปี และ 17 ปี มีค่าสูงกว่า อายุ 19 ปี และนักกีฬา ระดับ สูง ความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด แบบช้า ๆ แบบมีการเปลี่ยนทิศทางขึ้นอยู่กับ แต่ละช่วงอายุ

ตาราง 2 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย / ปีที่เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Irigoyen, Azcarate, & Los Arcos, 2017	มีวัตถุประสงค์เพื่อ วิเคราะห์สมรรถนะใน การวิ่งด้วยความเร็ว สูงสุดแบบซ้ำ ๆ ทางตรง (RSA) และ การวิ่งด้วยความเร็ว สูงสุดแบบซ้ำ ๆ และ มีการเปลี่ยนทิศทาง (RCODA)	นักกีฬา ฟุตบอลอาชีพ จำนวน 18 คน	กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบความสามารถใน การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ทางตรง และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มี การเปลี่ยนทิศทาง (100 องศา เปลี่ยนทิศทาง 5 ครั้ง) ในแต่ละรูปแบบจะมีการทดสอบที่ ระยะทาง 30 เมตร จำนวน 6 เทียบแต่ละเที่ยว พัก 30 วินาที โดยมีการวัดความเร็วที่ ระยะทาง 15 และ 30 เมตร	การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มี การเปลี่ยนทิศทางใช้เวลาในการวิ่งในช่วง ระยะทาง 15 เมตรและ 30 เมตรมากกว่า การวิ่งทางตรง ดัชนีความล่าช้าของการวิ่งด้วยความเร็ว สูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง (RCODA) กับ การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด แบบซ้ำ ๆ ทางตรงไม่มีความแตกต่างกัน

ตาราง 2 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย / ปี ที่เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Ruscello et al., 2013	เป็นการศึกษาและทดสอบถึงแนวโน้มของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ	นักกีฬาฟุตบอล จำนวน 17 คน	ทดสอบการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกันได้แก่การวิ่งทางตรง 30 เมตร การวิ่งไป-กลับ (15+15 เมตร) และการวิ่ง 30 เมตรที่มีการเปลี่ยนทิศทาง จำนวน 3 เซตๆละ 7 ครั้ง มีระยะเวลาในการทดสอบและพักมีอัตราส่วนที่ 1:5 พักอย่างน้อย 48 ชั่วโมงในการทดสอบแต่ละครั้ง	การฝึกทั้ง 2 รูปแบบช่วยเพิ่มความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ ทางตรงและมีการเคลื่อนที่หลากหลายทิศทาง (วิ่งไป-กลับและเปลี่ยนทิศทาง)
R. H. Sassi et al., 2009	เปรียบเทียบสมรรถนะของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ ทางตรง และมีการเปลี่ยนทิศทาง และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการกระโดดในแนวตั้งและแนวนอน	นักศึกษา สาขาวิชาพลศึกษาอายุ 21.8 ± 1.3 ปี จำนวน 12 คน	ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างทดสอบการวิ่งด้วยความสูงสุดแบบซ้ำๆได้แก่การวิ่งที่ระยะทาง 30 เมตรจำนวน 6 ครั้งในทางตรง และการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทาง (ไป-กลับ 15+15 เมตร) จำนวน 6 เทียก โดยการทดสอบมีระยะเวลาในการพักแต่ละรูปแบบต่างกัน 1 สัปดาห์	การวิ่งทางตรงสามารถทำได้เร็วกว่าการวิ่งแบบไป-กลับ การกระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเม้นท์จัมพ์ และ สควอทจัมพ์มีความสัมพันธ์กับดัชนีความล้ำขาของร่างกาย ความสามารถในการกระโดดแบบ 5 ก้าวมีความสัมพันธ์กับเวลารวมของรูปแบบการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทาง

ตาราง 2 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย / ปีที่เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Sanchez et al., 2016	เพื่อวิเคราะห์ผลของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดทางตรงและการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบมีการเปลี่ยนทิศทาง ของ นักกีฬาเยาวชนที่มี การแข่งขันกีฬายาวชนที่มี การแข่งขันกีฬายาวชนที่ มีการแข่งขันกีฬายาวชนในจังหวัด	นักกีฬาฟุตบอลระดับเยาวชน จำนวน 16 คน	แบ่งเป็น 2 กลุ่มได้แก่กลุ่มที่วิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ทางตรง (การวิ่งระยะทาง 22 เมตร จำนวน 10 เทียบทั้งหมด 3 เซตพัก ระหว่างที่วิ่งแบบมีการเคลื่อนไหวที่ 27 เมตร และกลุ่มที่วิ่งเปลี่ยนทิศทาง (วิ่ง 18 เมตร เปลี่ยนทิศทาง 90 องศา) วิ่งจำนวน 10 เทียบทั้งหมด 3 เซตพักระหว่างที่วิ่งโดยมีการเคลื่อนไหวที่ 18 เมตร) ทั้ง 2 รูปแบบมีการพัก	การฝึกการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ทางตรง มีการเพิ่มขึ้นของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max}) การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง มีการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางและการกระโดด ด้วยซ้ำที่ถนัดและซ้ำที่ไม่ถนัด

ตาราง 2 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย / ปีที่เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Sanchez-Sanchez et al., 2018	เป็นการเปรียบเทียบผลของการฝึกที่ความหนักระดับสูง (HIT) กับการเปลี่ยนทิศทาง 1 ครั้งและ 3 ครั้ง ของนักกีฬา	นักกีฬา บาสเกตบอลหญิงอายุ 17.2 +/- 1.1 ปี จำนวน 12 คน	กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 1 ครั้งและเปลี่ยนทิศทาง 3 ครั้ง ทั้ง 2 กลุ่มฝึกบาสเกตบอลตามปกติจำนวน 6 สัปดาห์ จากนั้น 6 สัปดาห์ต่อมา มีการวิ่งที่ความหนัก 90 % ของ the 30-15 Intermittent Fitness Test จำนวน 6 นาที (วิ่ง 10 วินาที พัก 10 วินาที) พักระหว่างเซต 3 นาที จำนวน 2 เซต ร่วมกับการฝึกบาสเกตบอลตามปกติ 2 ครั้งต่อสัปดาห์	การวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 3 ครั้ง ช่วยเพิ่มความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ ความคล่องแคล่วไว และความสามารถในการวิ่งแบบไม่สม่ำเสมอ
Taylor, Macpherson, Spears, & Weston, 2015	พบทวนวรรณกรรมเรื่องผลของการฝึกการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ และวิ่งที่มีความหนักสูงและไม่สม่ำเสมอ	-	รวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ ได้แก่ SPORTDiscus, PubMed, MEDLINE และ Web of Science โดยเลือกงานวิจัยที่มีการทดลองโดยการฝึกที่ระยะเวลา 2-12 สัปดาห์	การฝึกการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ สามารถกระตุ้นการพัฒนากำลัง ความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ และความทนทานในกีฬาประเภททีม

พินสนาม

การศึกษาเกี่ยวกับการฝึกและการทดสอบบนพินสนามแต่ละรูปแบบที่ส่งผลต่อการตอบสนองทางด้านสรีรวิทยาของนักกีฬา พบว่า การวิ่งบนพินทรายแบบหนักสลับช่วง โดยคำนวณเป็นอัตราส่วน (เวลาฝึก:เวลาพัก) ได้แก่ การวิ่ง 45:90 วินาที 2 การวิ่ง 20:60 วินาที 3 เซต และการวิ่ง 15:45 วินาที 2 เซต พักระหว่างเซต 5 นาที และการฝึกที่มีความเฉพาะเจาะจงบนพินทราย โดยการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด 5 วินาที พัก 5 วินาที เป็นเวลา 1 นาที 20 วินาที พัก 3 นาที แล้วทำการฝึกความคล่องแคล่วว่องไว (วิ่งซิกแซก อ้อมกรวย 5 อัน แต่ละอันห่างกัน 2 เมตรและห่างจากจุดศูนย์กลาง 5 เมตร) จากนั้นทำการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด 5 วินาที พัก 5 วินาที เป็นเวลา 1 นาที 20 วินาที แล้ววิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ 6 ครั้ง ครั้งละ 4 วินาที ไม่เกิน 30 วินาที แล้วทำการฝึกควบคู่กับเกมการแข่งขันสนามเล็ก (Small Side Game) 5 นาที 5 เซต พักระหว่างเซต 2 นาที มีปริมาณของแลคเตท ความรู้สึกเหนื่อยล้าสัมพัทธ์ และอัตราการเต้นของชีพจรสูงกว่าการฝึกบนพินหญ้าและช่วยเพิ่มสมรรถนะโดยไม่ส่งผลเสียต่อการวิ่งระยะทาง 3 กิโลเมตรในวันถัดไป (Binnie, Dawson, et al., 2013a, 2013b) สอดคล้องกับการฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับช่วงเพื่อปรับสภาพร่างกายบนพินทราย 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าช่วยปรับปรุงความสามารถในการใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจนและมีความเข้มข้นในระหว่างการฝึกซ้อมสูงกว่าการฝึกบนพินหญ้า (Binnie, Dawson, Arnot, et al., 2014)

การศึกษากการฝึกซ้อมในรูปแบบความหนักสลับช่วงบนพินทรายที่ความหนัก 83-88 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของชีพจรสูงสุด 3 นาที จำนวน 2 เซต พักระหว่างเซตแบบมีการเคลื่อนไหว 2 นาที วิ่ง 2 นาที จำนวน 3 เซต พักแบบมีการเคลื่อนไหว 1 นาที และวิ่ง 1 นาที จำนวน 4 เซตและพักแบบมีการเคลื่อนไหว 30 วินาที สามารถช่วยลดแรงที่กระทำที่ส่งผลต่อความเจ็บปวดและความเสียหายของกล้ามเนื้อ ซึ่งอาจจะช่วยลดอาการบาดเจ็บและช่วยในการฝึกเพื่อปรับสภาพร่างกายได้ดีอีกด้วย (Binnie, Dawson, Pinnington, et al., 2014; Brown et al., 2017) นอกจากนี้ การศึกษาอัตราการใช้พลังงานของการวิ่งบนพินทรายโดยการทดสอบการวิ่ง 8 กิโลเมตร 11 กิโลเมตร และ 14 กิโลเมตรในกลุ่มนักกีฬาพบว่าอัตราการใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนไม่แตกต่างการวิ่งบนพินหญ้า อย่างไรก็ตามการวิ่ง 8 กิโลเมตรและ 11 กิโลเมตรในกลุ่มที่มีการฝึกแบบมนุษย์เหล็ก (Iron men) นั้นมีการใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจนสูงกว่าพินหญ้าและการวิ่งบนพินหญามีปริมาณแลคเตทในเลือดต่ำกว่าการวิ่งบนพินทราย แต่การวิ่งบนพินทรายก็ยังช่วยลดความล้าของกระบวนการเผาผลาญได้ดีกว่าการวิ่งบนพินหญ้า (Pinnington & Dawson, 2001a, 2001b)

จากการศึกษาเกี่ยวกับพื้นสนามแต่ละแบบจะส่งผลต่อการตอบสนองทางด้านสรีรวิทยาแตกต่างกันและยังมีความแตกต่างในด้านสมรรถนะโดยการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกความเร็วบนพื้นทรายในรูปแบบของการฝึกแบบหนักสลับช่วง โดยการวิ่ง 15 วินาที ถึง 45 วินาทีควบคู่กับการฝึกจำลองเกมสนามเล็กเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 3 ครั้งต่อสัปดาห์เป็นเวลา 8 สัปดาห์สามารถพัฒนาความเร็วในการวิ่ง 20 เมตรบนพื้นหญ้าได้อย่างดีกว่ากลุ่มที่ทำการฝึกบนพื้นหญ้า (Binnie, Peeling, et al., 2013) และการวิ่งไป-กลับบนพื้นทรายระยะทาง 12 เมตร สามารถทำความเร็วได้ดี และมีการใช้พลังงานสูงกว่าการวิ่งบนพื้นหญ้า อย่างไรก็ตามการวิ่งบนพื้นทรายในรูปแบบที่มีการเปลี่ยนทิศทางนั้นอาจจะทำให้ความเร็วของการวิ่งลดลงและมีข้อจำกัดเกี่ยวกับการทำงานของกล้ามเนื้อและข้อต่อ (Gaudino et al., 2013).

การศึกษาเกี่ยวกับการฝึกระยะยาวบนพื้นสนามที่ใช้สำหรับการแข่งขันจริง ได้แก่ พื้นหญ้า พื้นไม้ปาร์เกต์ และพื้นยางสังเคราะห์ (Tartan track) ที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนและความแข็งแรงของขา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาประเภททีม โดยทำการฝึกความแข็งแรงและการปรับสภาพทางด้านร่างกาย 4-6 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 3 ปี พบว่า การฝึกบนพื้นยางสังเคราะห์เพิ่มสมรรถนะได้ดีกว่าการฝึกบนพื้นชนิดอื่น ๆ และการฝึกบนพื้นหญ้าส่งผลต่อการลดลงของพลังในการกระโดด (Ozmen, Gunes, Ucar, Dogan, & Gafuroglu, 2017) เช่นเดียวกับงานวิจัยที่มีการศึกษาเกี่ยวกับพื้นแต่ละชนิดที่ส่งผลต่อสมรรถนะของกล้ามเนื้อ โดยทำการทดสอบวิ่งไป-กลับ 20 เมตร จำนวน 100 เที้ยว ภายในระยะเวลา 10 นาที จากนั้นทำการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ 20 เมตร จำนวน 5 เที้ยว และกระโดดขึ้นบนกล่องที่มีความสูง 60 เซนติเมตรจำนวน 5 ครั้ง พบว่าการทดสอบบนพื้นไม้ปาร์เกต์และพื้นยางสังเคราะห์มีความเหมาะสมสำหรับนักกีฬาเพราะสามารถแสดงสมรรถนะได้ดีกว่าพื้นชนิดอื่น (Katkati et al., 2009) รวมไปถึงการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นที่แตกต่างกัน จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 37 คน แบ่งเป็นกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นหญ้าและกลุ่มที่มีการฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นทราย จำนวน 4 สัปดาห์ พบว่าการฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นทรายสามารถลดอาการบาดเจ็บได้ดี รวมไปถึงการเพิ่มของสมรรถนะในการกระโดดในท่าสควอทและความเร็วในการวิ่ง (Impellizzeri et al., 2008).

การศึกษาทางด้านชีวกลศาสตร์บนพื้นชนิดต่าง ๆ ทำการศึกษาเกี่ยวกับกลไกการทำงานทางด้านคิเนเมติกส์ของนักกีฬาขณะเคลื่อนที่บนพื้นผิวที่แตกต่างกัน โดยทำการทดสอบจากการวิ่ง 8 กิโลเมตรและ 11 กิโลเมตร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาที่ได้รับการฝึกซ้อมเป็นอย่างดี จำนวน 8 คน ทำการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องในขณะวิ่ง พบว่าการวิ่งบนพื้นทรายมีความยาวก้าว

ความถี่ก้าว และจังหวะในการวิ่งสูงกว่าการวิ่งบนพื้นไม้ รวมไปถึงการวิ่งบนพื้นทรายมีการใช้พลังงานสำหรับการทำงานของร่างกายสูง เป็นเหตุให้คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อก็มีค่าสูงเพิ่มขึ้นเช่นกัน (Pinnington et al., 2005) เช่นเดียวกับการศึกษาตัวแปรทางชีวกลศาสตร์บนพื้นไม้และพื้นยางสังเคราะห์ โดยทำการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬาฟุตบอลชาย จำนวน 10 คน ระหว่างการแข่งขันบนพื้นไม้และบนพื้นยางสังเคราะห์ จากนั้นทำการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลักหลังจากการแข่งขัน พบว่าการแข่งขันบนพื้นไม้และพื้นยางสังเคราะห์ไม่ส่งผลให้ตัวแปรทางด้านชีวกลศาสตร์แตกต่างกัน (Lefchak & Longen, 2014) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกบนพื้นสนามชนิดต่าง ๆ นำเสนอในตารางหน้าถัดไป



ตาราง 3 แสดงงานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการฝึกบินพนสมาม

ชื่อผู้วิจัย / ปี ที่เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Dellal & Wong, 2013	เปรียบเทียบสมรรถนะในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดระหว่างการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ทางตรง (RSA) และความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ทางตรง (RSA) และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ทางตรง (RSA) และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ทางตรง (RSA)	นักกีฬา จำนวน 49 คน (ระดับสูง 8 คน อายุ 19 ปี 18 คน อายุ 17 ปี 13 คน อายุ 15 ปี 10 คน)	ทำการทดสอบ 2 รูปแบบ ได้แก่ การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ทางตรง และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ทางตรง (RSA) และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ทางตรง (RSA) และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ทางตรง (RSA)	เปอร์เซ็นต์การลดลงของความเร็ว (%Dec) ในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ทางตรง และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ทางตรง (RSA) และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ทางตรง (RSA) และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ทางตรง (RSA)

ตาราง 3 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย / ปีที่ เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่ม ตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Binnie, Dawson, Pinnington, & Landers, Peeling, 2013b	เปรียบเทียบผลของการ ฝึกบนพื้นทรายและพื้น หญ้าระหว่างการปรับตัว แบบเฉพาะของกีฬาที่มี การฝึกซ้อมอย่างได้นักกีฬา ประเภททีม	นักกีฬา ประเภททีม จำนวน 10 คน	กลุ่มตัวอย่างทำการฝึกแบบเฉพาะบนพื้นหญ้าหรือ ทราย ได้แก่วิธีแบบที่ 1 คือทำการวิ่ง 5 x 5 วินาที เป็น เวลา 1 นาที 20 วินาที พัก 3 นาที จากนั้นทำการฝึก ความคล่องแคล่วว่องไว (วิ่งซิกแซกรอบกรวย 5 อัน ระยะห่างแต่ละกรวย 2 เมตรและห่างจากจุด ศูนย์กลาง 2 เมตร) แล้วทำการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด 5 วินาที ทำซ้ำทั้งหมด 5 ครั้ง พัก 3 นาทีเป็นเวลา 1 นาที 20 วินาที แล้วทำการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด 6 x 4 วินาที ภายในเวลา 30 วินาที รูปแบบที่ 2 ทำการฝึก เกมขนาดเล็ก 5 x 5 นาที ขนาดสนาม 20 x 30 เมตร พักระหว่างเกม 2 นาที จากนั้นพัก 24 ชั่วโมงแล้วทำ การทดสอบสมรรถนะด้านความเร็วพลังของกล้ามเนื้อ และความอดทน พัก 7 วันแล้วทำการฝึกบนพื้นอีก ชนิดหนึ่ง	อัตราการเต้นของหัวใจและ ความรู้สึกเหนื่อยสัมพัทธ์ (RPE) ของการวิ่งบนพื้นทรายสูงกว่าการ ฝึกบนพื้นหญ้า การฝึกซ้อมที่มี ความเฉพาะเจาะจงบนพื้นทราย สามารถช่วยให้การตอบสนองทาง สรีรวิทยาดีขึ้น และไม่ลดสมรรถนะ ในวันถัดไป

ตาราง 3 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย / ปีที่ เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่ม ตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Binnie, Dawson, Pinnington, Landers, & Peeling, 2014	สรุปงานวิจัยเกี่ยวกับการฝึก บนพื้นทราย โดยมุ่งเน้นการ ประยุกต์ใช้ในการฝึกซ้อมของ กีฬาประเภททีม	-	-	พื้นทรายสามารถช่วยให้มีการใช้ พลังงานสูงขึ้น และลดผลกระทบจาก การฝึกซ้อมได้ดีกว่าพื้นแข็งและพื้น หญ้า การฝึกบนพื้นทรายลดแรงที่ กระทำและส่งผลต่อความเสียหาย ของกล้ามเนื้อ ความเจ็บปวดของ กล้ามเนื้อและอาจช่วยในการปรับตัว ในการฝึกซ้อมได้มากขึ้น
Binnie, Peeling, Pinnington, Landers, & Dawson, 2013	เปรียบเทียบผลของการฝึก 8 สัปดาห์ในช่วงก่อนการ แข่งขัน ระหว่างบนพื้นทราย กับพื้นหญ้าที่มีผลต่อ สมรรถนะในการวิ่ง 20 เมตร	นักกีฬา ประเภททีม จำนวน 12 คน	กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มฝึกบน พื้นหญ้า 6 คน ฝึกบนพื้นทราย 6 คน ทำการฝึก เป็นเวลา 8 สัปดาห์โดยการวิ่งแบบหนักสลับช่วง 15 - 45 วินาที และมีการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด 5 วินาที จากนั้นทำการฝึกซ้อมจำลองการ แข่งขัน ฝึกทั้งหมด 3 ครั้งต่อสัปดาห์	การฝึกบนพื้นทรายพัฒนาความเร็ว ในการวิ่ง 20 เมตร การฝึกซ้อมบน พื้นทรายไม่ส่งผลต่อความเร็วในการ วิ่งบนพื้นหญ้า และไม่ส่งผลต่อการ ฝึกซ้อมในช่วงก่อนการแข่งขัน

ตาราง 3 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย / วัตถุประสงค์ / ปีที่เผยแพร่	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Brown et al., 2017	นักกีฬาประเภททีมเพศหญิง 10 คน อายุ 18 ปี	ทำการฝึกซ้อมการวิ่งที่แบบหนักสลับช่วงบนพื้นหญ้าหรือพื้นทราย โดยทำการฝึกโดยการวิ่งแบบหนักสลับช่วง 2 x 3 นาทีและพักแบบการเคลื่อนไหว 2 นาที วิ่ง 3 x 2 นาทีที่พักระหว่างการเคลื่อนไหว 1 นาที วิ่ง 4 x 1 นาทีที่พักระหว่างการเคลื่อนไหว 30 วินาที ความหนักอยู่ที่ 83-88% ของอัตราการเต้นของชีพจรบนพื้นทรายและพื้นหญ้า ± 2 ปี	ไม่เกิดบาดเจ็บการเพิ่มขึ้นเมื่อมีการฝึกบนพื้นหญ้า อัตราการเต้นของชีพจรความรู้สึกเหนื่อยสัมพัทธ์ และอาการเจ็บปวดของกล้ามเนื้อบนพื้นหญ้าแตกต่างกัน การวิ่งบนพื้นทรายช่วยลดการเจ็บปวดของกล้ามเนื้อ
Gaudino, Gaudino, Alberti, & Minetti, 2013	วิเคราะห์การใช้พลังงานและค่าทางด้านชีวกลศาสตร์บนพื้นทราย เพื่อออกแบบโปรแกรมการฝึกซ้อมที่ป้องกันการบาดเจ็บในกีฬาฟุตบอล	ทำการความเร็วในการวิ่งไป-กลับระยะทาง 12 เมตร บนพื้นหญ้าธรรมชาติ หญ้าเทียมและพื้นนุ่ม และพื้นทรายแห้งที่มีความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร โดยใช้ SPI-Pro (GPSports, Canberra, Australia) และกล้อง 2 ตัวในการบันทึกวิดีโอ	พื้นที่ช่วยย่นให้มีการใช้พลังงานระดับสูง ความเร็ว ความยาวก้าว ความถี่ก้าว การลอยตัว การใช้พลังงานระดับสูง ความเร็วในการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นทรายทำให้ความเร็วลดลงและมีข้อจำกัดของการเหยียดของกล้ามเนื้อ

ตาราง 3 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย / ปีที่ เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Impellizzeri et al., 2008	เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยโอเมตริกบนพื้นทรายและพื้นหญ้าที่มีผลต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ	นักฟุตบอลอาชีพ 37 คน	กลุ่มตัวอย่างทำการฝึกด้วยโอเมตริกแบ่งเป็น 2 กลุ่มได้แก่กลุ่มที่ฝึกบนพื้นหญ้า 18 คนและกลุ่มที่ฝึกบนพื้นทราย 19 คนทำการฝึกทั้งหมด 4 สัปดาห์	การฝึกบนพื้นทรายช่วยลดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อได้ดีและเพิ่มสมรรถนะในการกระโดดแบบสควอชร่วมไปถึงความเร็วในการวิ่ง การฝึกบนพื้นหญ้าพัฒนาความสามารถในการกระโดดแบบแคทได้อร์มูฟเมนต์ที่จำเป็นสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก
Katkat, Bulut, Demir, & Akar, 2009	ศึกษาผลของความแตกต่างของพื้นสนามแต่ละชนิดกีฬาที่ส่งผลโดยเฉลี่ยของต่อสมรรถนะกล้ามเนื้อ	นักกีฬาบาสเกตบอล อายุ 17 - 28 ปี จำนวน 22 คน	กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบบนพื้นที่มีความแตกต่างกันได้แก่ การวิ่งไป-กลับ 20 เมตร x 10 เทียร์ วิ่ง 20 เมตร x 5 เทียร์ การกระโดดขึ้นกล่องสูง เซนติเมตร 5 ครั้ง แล้ววัดสมรรถนะช่วงพักหลังจากการฝึก	การใช้พื้นไม้ปาร์เกต์และพื้นไม้สังเคราะห์ให้เหมาะสำหรับใช้พื้นสนามหญ้าเหมาะกับการใช้สำหรับกีฬากลางแจ้งมากที่สุด

ตาราง 3 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย / ปีที่เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Lefchak & Longen, 2014	วิเคราะห์ถึงอิทธิพลของประเภทของสนามในการใช้กีฬาฟุตบอลในร่มและการตอบสนองของกล้ามเนื้อในนักกีฬาฟุตบอลชายอายุ 20-30 ปี	นักกีฬาฟุตบอลชายอายุ 20-30 ปี	ทำการวัดไฟฟ้ากล้ามเนื้อและความแข็งแรงบริเวณกล้ามเนื้อหลังของกลุ่มตัวอย่างในช่วงหลังการแข่งขันบนพื้นที่แตกต่างกัน เปรียบเทียบกับพื้นที่ 2 รูปแบบ	ค่าตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ในการแข่งขันบนพื้นที่ไม่ปรากฏได้และพินยาส่งเคราะห์ให้มีความแตกต่างกัน
Ozen, Koc, & Aksoy, 2017	ทดสอบผลระยะยาวของการฝึกบนพื้นที่มีความแตกต่างกันที่มีผลต่อการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนและความแข็งแรงของขาในนักกีฬา	นักกีฬาประเภททีมฟุตบอล (บาสเกตบอลฟุตบอล วอลเลย์บอล) จำนวน 44 คน	ทำการแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ พื้นที่ธรรมชาติ พื้นไม่ปรากฏ และพินยาส่งเคราะห์ (Tartan track) ฝึกความแข็งแรงและการปรับสภาพเหมือนกันเช่นเดียวกับการฝึกเทคนิค แทคติก โดยมีการฝึก 4-6 ครั้งต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลา 3 ปี ทำการวัดสมรรถนะด้านพลังและการเจริญเติบโตทางด้านร่างกาย	การฝึกบนพินยาส่งเคราะห์ (Tartan) เพิ่มสมรรถนะในการกระโดดได้ดีกว่าพื้นที่อื่น ๆ การฝึกบนพินยามีการลดลงของพลังในการกระโดดในแนวตั้งและความแข็งแรงของขามากกว่าพื้นที่อื่น ๆ

ตาราง 3 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย / ปีที่เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Pinnington & Dawson, 2001a	เปรียบเทียบการใช้พลังงาน (EC) ในการวิ่งบนพื้นหญ้าและบนพื้นทรายแห้ง	นักกีฬาชาย อายุ 34+/-10 ปี จำนวน 7 คน หญิง อายุ 30.5+/- 9.5 ปี จำนวน 5 คน	กลุ่มตัวอย่างทำการวิ่งบนพื้นหญ้าโดยใส่รองเท้าระยะทาง 8 11 และ 14 กิโลเมตร วิ่งบนทรายโดยใส่รองเท้าและวิ่งเท้าเปล่าที่ระยะทาง 8 และ 11 กิโลเมตร (ผู้หญิงวิ่งบนพื้นหญ้าและพื้นทราย 8 กิโลเมตรเท่านั้น)	การวิ่งบนพื้นหญ้าและพื้นทรายโดยใช้รองเท้าและไม่ใส่รองเท้าทำให้มีการใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจน การวิ่งพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนและพลังงานโดยรวมไม่แตกต่างกัน การวิ่งบนพื้นทรายมีการกระตุ่นทางสรีรวิทยาในการฝึกซ้อมที่สูง
Pinnington & Dawson, 2001b	วัดการใช้พลังงานของ นักกีฬา มนุษย์เหล็กน้ำหนัก (iron men)	นักกีฬามนุษย์เหล็กน้ำหนัก จำนวน 6 คน	กลุ่มตัวอย่างวิ่งบนพื้นหญ้าโดยใส่รองเท้าระยะทาง 8 11 และ 14 กิโลเมตร และวิ่งบนทรายด้วยเท้าเปล่าและใส่รองเท้า 8 และ 11 กิโลเมตร	การวิ่งบนทรายด้วยเท้าเปล่าและใส่รองเท้า 8 และ 11 กิโลเมตรมีการใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจนแตกต่างกัน การวิ่งบนพื้นหญ้ามีปริมาณแลคเตทในเลือดต่ำ การวิ่งบนพื้นทรายช่วยลดความล้าของกระบวน การเมตาบอลิซึม

ตาราง 3 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย / ปีที่ เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Pinnington, Lloyd, Besier, & Dawson, 2005	ศึกษาเพื่ออธิบายกลไก ทางคิเนแมติกส์และไฟฟ้า (EMG) ลักษณะของการวิ่ง บนพื้นแข็งและพื้นนุ่ม พื้น ทรายแห้ง ที่ก่อให้เกิดการ ใช้พลังงาน (EC) ในการวิ่ง บนทราย	นักกีฬาผู้ชาย ที่มีการ ฝึกซ้อมอย่าง ดีจำนวน 8 คน	ทำการทดสอบการวิ่งท่าเปล่าบนพื้นแข็ง(พื้นไม้) และบนพื้นนุ่ม (พื้นทรายแห้ง) ระยะทาง 8 และ 11 กิโลเมตร วัดค่าพารามิเตอร์ทางคิเนแมติกส์ และไฟฟ้าในกล้ามเนื้อ โดยใช้กล้องที่มีความถี่ 50 Hz จำนวน 6 ตัว (VICON motion analysis system) แผ่นวัดแรง (AMTI) และEMG จำนวน 10 ตัว	การวิ่ง 11 กิโลเมตร บนพื้นทราย มี ท่าทางของความยาวก้าว ความถี่ ก้าวและจังหวะการวิ่งสูงกว่าพื้นที่มี ความแข็ง การเคลื่อนไหวของสะโพก และการงอเข้าในช่วงการสัมผัสพื้น บนพื้นที่มีความแข็งมีค่าสูงกว่าการ วิ่งบนพื้นทราย การวิ่งบนพื้นทรายมี ค่าไฟฟ้าในกล้ามเนื้อสูงกว่าการวิ่ง บนพื้นที่มีความแข็ง

การตอบสนองทางสรีรวิทยาในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองทางด้านสรีรวิทยาของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ นั้น มีการศึกษาถึงอิทธิพลของการฝึกวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ในรูปแบบที่มีการเพิ่มการเปลี่ยนทิศทางขณะวิ่งที่อาจจะส่งผลต่อสมรรถนะและด้านสรีรวิทยา ได้แก่ การลดลงของออกซิเจนในกล้ามเนื้อ ปริมาณแลคเตทหลังการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ โดยทำการทดลองในนักกีฬาประเภททีม อายุ 22 ปี จำนวน 13 คน ทำการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ แบบไป-กลับระยะทาง 25 เมตร จำนวน 6 เที้ยว และการวิ่งทางตรง ระยะทาง 25 เมตร จำนวน 6 เที้ยว โดยการวิ่งทั้ง 2 รูปแบบ มีการพักระหว่างเที้ยว 25 วินาที พบว่าค่าเฉลี่ยของเวลาของการวิ่งแบบไป-กลับลดลงมากกว่าการวิ่งทางตรง 79 เปอร์เซ็นต์ แต่การวิ่งแบบไป-กลับ มีอัตราการใช้ออกซิเจนสูงกว่าการวิ่งทางตรง 90 เปอร์เซ็นต์และมีปริมาณแลคเตทในเลือดสูงกว่าการวิ่งทางตรง 70 เปอร์เซ็นต์ (Buchheit et al., 2010).

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ กับอัตราการใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนในนักกีฬาประเภททีม กลุ่มตัวอย่างจำนวน 16 คน ทำการทดสอบสมรรถภาพทางกาย 4 รูปแบบ ได้แก่ การทดสอบ the 20 m multi-stage shuttle run test (MSRT) การทดสอบ The 30-s Wingate test (WingT) การทดสอบ The Maximal Anaerobic Shuttle Running Test (MASRT), และการทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ (The RSA test) (วิ่ง 30 เมตร ไป-กลับ จำนวน 10 เที้ยว) พบว่าความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ นั้นไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด แต่อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีความสัมพันธ์กับความล้า (Gharbi et al., 2015).

งานวิจัยที่มีการศึกษาถึงการเปลี่ยนทิศทางของการวิ่งโดยมีมุมที่มืองศาของการเปลี่ยนทิศทางในระยะต่าง ๆ ที่อาจจะส่งผลต่อการตอบสนองทางด้านสรีรวิทยาและสมรรถนะมีความแตกต่างกัน โดยทำการทดสอบการตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางในมุมที่ต่างกัน ทำการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 45 องศา 90 องศา และ 135 องศา นำมาเปรียบเทียบกับวิ่งทางตรงในระยะทาง 30 เมตร เริ่มจากการนำกลุ่มตัวอย่างมาทดสอบความเร็วในการวิ่ง ที่มีการเปลี่ยนทิศทางและการวิ่งทางตรง ซึ่งทั้งหมดมีระยะทาง 30 เมตร และนำความเร็วในการวิ่งทางตรงมาคำนวณกับการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทางเพื่อลดระยะทางที่สูญเสียไปในระหว่างการเปลี่ยนทิศทางให้มีความใกล้เคียงกันทุกรูปแบบ จากนั้นนำค่าที่ได้มากำหนดเป็นระยะทางของการทดสอบแต่ละรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบจะทำการวิ่งทั้งหมด 6 เที้ยว พักระหว่าง

เที่ยว 25 วินาที โดยพักแบบมีการเคลื่อนไหว พบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ทางตรงมีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการวิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงทิศทางที่มุม 45 องศา และความรู้สึกเหนื่อยล้าสัมพัทธ์ (RPE) ที่มุม 45 องศา มีค่าสูงกว่าการเปลี่ยนทิศทางที่มุม 90 องศา และ 135 องศา และปริมาณแลคเตทในเลือดของการวิ่งทางตรงมีค่าสูงกว่าการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทาง (Buchheit et al., 2012) สอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ โดยเปรียบเทียบการเปลี่ยนทิศทาง 1 ครั้ง และการเปลี่ยนทิศทางที่หลากหลาย ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชน โดยทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่กลุ่มที่มีการฝึกเปลี่ยนทิศทาง 1 ครั้ง และกลุ่มที่มีการเปลี่ยนทิศทางที่หลากหลาย ทำการฝึกทั้งหมด 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ได้แก่การฝึกในรูปแบบของการวิ่ง 30 เมตร จำนวน 3 เซต เซตละ 6 เที่ยว ใน 2 สัปดาห์แรก และเพิ่มเป็น 8 เที่ยว ในอีก 2 สัปดาห์ต่อมา มีการพักระหว่างเซต 4 นาที และพักระหว่างเที่ยว 20 วินาที พบว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 1 ครั้ง และ การเปลี่ยนทิศทางที่หลากหลายมีความคล้ายคลึงกับการตอบสนองทางสรีรวิทยาในขณะนี้นักกีฬาทำการแข่งขันบาสเกตบอลในระดับเยาวชน (Attene et al., 2016)

การศึกษาเกี่ยวกับการตอบสนองทางสรีรวิทยาของการวิ่งที่มีความหนักไม่สม่ำเสมอ ในรูปแบบการวิ่งไป-กลับและการวิ่งทางตรง ได้แก่รูปแบบ การวิ่ง 30 วินาที (เปลี่ยนทิศทาง 3 ครั้ง ใช้ระยะทางประมาณ 42 เมตร) พักแบบมีการเคลื่อนไหว 30 วินาที ที่ความหนัก 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด วิ่ง 15 วินาที (เปลี่ยนทิศทาง 2 ครั้ง ใช้ระยะทางประมาณ 30 เมตร) พักแบบอยู่กับที่ 15 วินาที ที่ความหนัก 105 และ 110 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และ วิ่ง 10 วินาที (เปลี่ยนทิศทาง 2 ครั้ง ใช้ระยะทางประมาณ 21 เมตร) และพักแบบอยู่กับที่ 10 วินาที ความหนัก 110 115 และ 120 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ทำการทดสอบทั้งหมด ในสัปดาห์ที่ 1 และสัปดาห์ที่ 8 จำนวน 1 ครั้งและทำการทดสอบในสัปดาห์ที่ 2-5 และสัปดาห์ที่ 9-12 จำนวน 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ โดยไม่มีการทดสอบในสัปดาห์ที่ 6 และ 7 ของการฝึก พบว่าการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทางมีการใช้พลังงานสูงและมีการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่สูงกว่าการวิ่งทางตรง (Dellal et al., 2010)

อย่างไรก็ตามยังมีการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานที่มีความแตกต่างกันในการวิ่งแต่ละช่วงอายุพบว่า การใช้พลังงานในเด็กนั้นมีค่าสูงกว่าผู้ใหญ่ และปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานในการวิ่งของช่วงอายุเดียวกันคือมวลของร่างกายและความยาวของขา (Lacour &

Bourdin, 2015) สามารถศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการตอบสนองทางสรีรวิทยาในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ในหน้าถัดไป



ตาราง 4 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย / ปีที่ เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Buchheit, Bishop, Haydar, Nakamura, & Ahmadi, 2010	ศึกษาอิทธิพลของการ เปลี่ยนทิศทาง 180 องศา ในการวิ่งด้วยความเร็ว สูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีผลต่อ สมรรถนะระบบไหลเวียน โลหิต การลดลงของ ออกซิเจนในกล้ามเนื้อ และระดับแลคเตทหลังการ ออกกำลังกาย	นักกีฬา ประเภททีม อายุ 22 +/- 3 ปีจำนวน 13 คน	ทดสอบวัดความสามารถในการวิ่งด้วย ความเร็วสูงสุดแบบวิ่งไป-กลับ 6 ครั้ง (RSS, 6 x [2 x 12.5 m]) และรูปแบบการวิ่งทางตรงที่ ไม่มีการเปลี่ยนทิศทาง (RS, 6 x 25 m)	เปอร์เซ็นต์การลดลงของความเร็ว ในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบวิ่ง ไป-กลับมีค่าลดลงและแตกต่างกันกับ การวิ่งทางตรง 79 เปอร์เซ็นต์ แต่ การวิ่งการวิ่งแบบไป-กลับ มีอัตรา การใช้ออกซิเจนสูงกว่าการวิ่งใน ทางตรง 90 เปอร์เซ็นต์ และมี ปริมาณแลคเตทในเลือดสูงกว่าการ วิ่งทางตรง 70 เปอร์เซ็นต์

ตาราง 4 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย / ปีที่ เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่ม ตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Buchheit, Haydar, & Ahmaidi, 2012	ทดสอบสมรรถนะและการ ตอบสนองทางสรีรวิทยา การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด แบบซ้ำ ๆ และการเปลี่ยน ทิศทางในแต่ละมุมองศา	นักกีฬา ประเภททีม 12 คน	กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบการวิ่ง 30 เมตรและ ทำการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่ไม่มีการเปลี่ยนทิศทางและมีการเปลี่ยนทิศทาง (45 90 และ 135 องศา) ตามลำดับ	ปริมาณแลคเตตของการวิ่งทางตรงมี ค่าสูงกว่าการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทาง ค่าเฉลี่ยของความเร็วทางตรงลดลง เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนทิศทางที่ 45 องศา
Dellal et al., 2010	เปรียบเทียบผลกระทบ ด้านสรีรวิทยาของการฝึก แบบไม่สม่ำเสมอในการวิ่ง แบบไป-กลับ และการวิ่ง ทางตรง	นักกีฬา ฟุตบอลชาย ระดับสูง จำนวน 10 คน	กลุ่มตัวอย่างทดสอบการพลังงานแบบใช้ ออกซิเจน วิ่ง 30 วินาที พักแบบมีการเคลื่อนไหว 30 วินาที ความหนัก 100% ของ VO_{2max} วิ่ง 15 วินาทีพัก 15 วินาที ความหนัก 105 % และ 110 % ของ VO_{2max} วิ่ง 10 วินาที พัก 10 นาที ความ หนัก 110 % 115% และ 120% ของ VO_{2max} พัก แบบอยู่กับที่ ทั้งหมดจำนวน 12 สัปดาห์	การวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทางมีการใช้ พลังงานและมีความแตกต่างของการ ตอบสนองทางสรีรวิทยาที่สูงกว่าการ วิ่งแบบทางตรง

ตาราง 4 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย / ปีที่เผยแพร่	วัตถุประสงค์	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการทดลอง/รูปแบบการฝึก	ผลการวิจัย
Gharbi, Dardouri, Haj-Sassi, Chamari, & Souissi, 2015	เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด (RSA) กับแบบซ้ำ ๆ ของการวิ่งแบบไม่ใช้ออกซิเจน และงานแบบใช้ออกซิเจนในนักกีฬาประเภททีม	นักกีฬาประเภททีม จำนวน 16 คน (ฟุตบอล 8 คน บาสเกตบอล 5 คน แฮนด์บอล 3 คน)	ทดสอบสมรรถนะของกลุ่มตัวอย่าง 4 รูปแบบ ได้แก่ the 20 m multi-stage shuttle run test, the 30-s Wingate test the Maximal Anaerobic Shuttle Running Test และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ (วิ่ง 30 เมตรไปด้วยความเร็วสูงสุด 10 ครั้ง (วิ่ง 15 + 15 เมตรแล้วกลับตัว 180 องศา) พักระหว่างที่ 30 วินาที)	ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO ₂ max) กับความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดของ (ความเร็วสูงสุด และเวลาวิ่ง) อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO ₂ max) มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความล้า
Lacour & Bourdin, 2015	ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานในแต่ละระดับของการวิ่งที่มีความเร็วเกือบสูงสุด		ศึกษากระบวนการเมตาบอลิซึมเพื่อตรวจสอบการทำงานของหัวใจและวิเคราะห์สมรรถนะด้านความทนทาน	การใช้พลังงานในเด็กมีค่าสูงกว่าในวัยผู้ใหญ่ ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานมากที่สุดคือ มวลของร่างกาย และความยาวของขา

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักกีฬาประเภททีม (บาสเกตบอล แอนด์บอล ฟุตซอล) ที่มีรายชื่อเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาระดับอุดมศึกษาภายในประเทศ สังกัด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพศชาย จำนวน 36 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

การศึกษานี้ได้ดำเนินการการรูปแบบของการทดลอง ใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Random sampling) โดยสุ่มจากรายชื่อผู้เล่นทั้งหมดที่ไม่ใช่ผู้เล่นตำแหน่งผู้รักษาประตู จากกลุ่มประชากรที่เป็นนักกีฬาประเภททีม (บาสเกตบอล แอนด์บอล ฟุตซอล) ที่มีการฝึกซ้อมเพื่อเป็นตัวแทนมหาวิทยาลัยเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาระดับอุดมศึกษาภายในประเทศ จำนวน 12 คน ซึ่งได้มาจากการคำนวณโปรแกรมสำเร็จรูป G*Power เวอร์ชัน 3.1.9.2 (G*Power, Heinrich-Heine, Universität Düsseldorf, Germany) โดยกำหนดค่าอิทธิพล (Effect Size) 0.75 ซึ่งอ้างอิงจากวิจัยที่มีการศึกษาก่อนหน้านี้ (Buchheit, Haydar, & Ahmaidi, 2012) ค่าอำนาจการทดสอบ (Power) 0.80 แบ่งกลุ่มตัวอย่าง นำข้อมูลของความเร็วในการวิ่ง ระยะ 30 เมตร ในมุม 0 องศา (ทางตรง) มาเรียงลำดับโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 12 แล้วแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม A ลำดับที่ 1 3 5 7 9 และ 11 กลุ่ม B ลำดับที่ 2 4 6 8 10 และ 12 (ภาพประกอบ 2) และทำการศึกษาแบบไขว้สลับ (Crossover Design)

1. เกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย

- 1.1 เป็นนักกีฬาประเภททีม (บาสเกตบอล แฮนด์บอล ฟุตซอล) ที่มีการฝึกซ้อมเพื่อเป็นตัวแทนมหาวิทยาลัยเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาระดับอุดมศึกษาภายในประเทศ
- 1.2 ผู้เล่นที่ไม่ใช่ตำแหน่งผู้รักษาประตู
- 1.3 นักกีฬามีการฝึกซ้อมมากกว่า 5 ครั้งต่อสัปดาห์ อย่างน้อย 3 เดือน
- 1.4 ไม่มีปัญหาการบาดเจ็บที่เป็นอุปสรรคต่อการวิจัย

2. เกณฑ์การคัดออก

- 2.1 นักกีฬาที่มีอาการบาดเจ็บ
- 2.2 นักกีฬาที่มีระยะเวลาฝึกซ้อมไม่ถึง 3 เดือน
- 2.3 ผู้เล่นตำแหน่งผู้รักษาประตู

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้วัด

- 1.1 เครื่องวัดความเร็ว (SMART SPEED, Fusion Sport Pty Ltd, Coopers Plains, Queensland, Australia)
- 1.2 เครื่องวัดปริมาณแลคเตท (Lactate Plus Meter, Lactate Plus Meter Test Strips, Nova Biomedical, MA, USA)
- 1.3 เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนแก๊สแบบพกพา (COSMED K5, Cosmed The Metabolic Company, Roma, Italy)
- 1.4 เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Garmin Soft Strap Premium Heart Rate Monitor 2.4 GHz, Garmin (Asia) Corporation, New Taipei City 221, Taiwan)
- 1.5 ความรู้สึกเหนื่อยล้าสัมพัทธ์ (CR 10 Borg's scale, RPE)

2. ค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ

- 2.1 เครื่องวัดความเร็ว (SMART SPEED) $r = 0.98$ (Fletcher & Monte-Colombo, 2010)
- 2.2 เครื่องวัดปริมาณแลคเตท (Lactate Plus Meter, Lactate Plus Meter Test Strips) $r = 0.94$ (Tanner, Fuller, & Ross, 2010)
- 2.3 เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนแก๊สแบบพกพา (COSMED K5) $r = 0.975$ ("SISMES VII NATIONAL CONGRESS," 2015)

2.4 เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Garmin) ความถี่ 2.4 GHz

2.5 ความรู้สึกเหนื่อยล้าสัมพัทธ์ (CR 10 Borg's scale, RPE)(Borg, 1982)

3.การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

3.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง จากการทบทวนวรรณกรรม งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ

3.2 นำข้อมูลที่ได้มาสร้างวิธีการทดสอบในการวิจัย ได้แก่การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา 180 หรือ 0 องศา (ทางตรง 30 เมตร) บนพื้นไม้ปาร์เกต์และบนพื้นทราย

3.3 นำรูปแบบการทดลองในการวิจัยที่สร้างขึ้น เสนอต่อประธานควบคุมวิทยานิพนธ์ในการทำวิจัย เพื่อพิจารณา ตรวจสอบ ปรับปรุงและแก้ไขให้มีความเหมาะสม

3.4 นำรูปแบบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นที่แตกต่างกันที่สร้างขึ้นมา ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อเก็บข้อมูล และนำไปวิเคราะห์ต่อไป

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขั้นตอนการดำเนินการทำวิจัย

1.1 ติดต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อขอหนังสือขอความอนุเคราะห์การของกลุ่มตัวอย่างและการอำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่

1.2 ทำหนังสือขออนุญาตการทำวิจัยในมนุษย์ไปยังคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

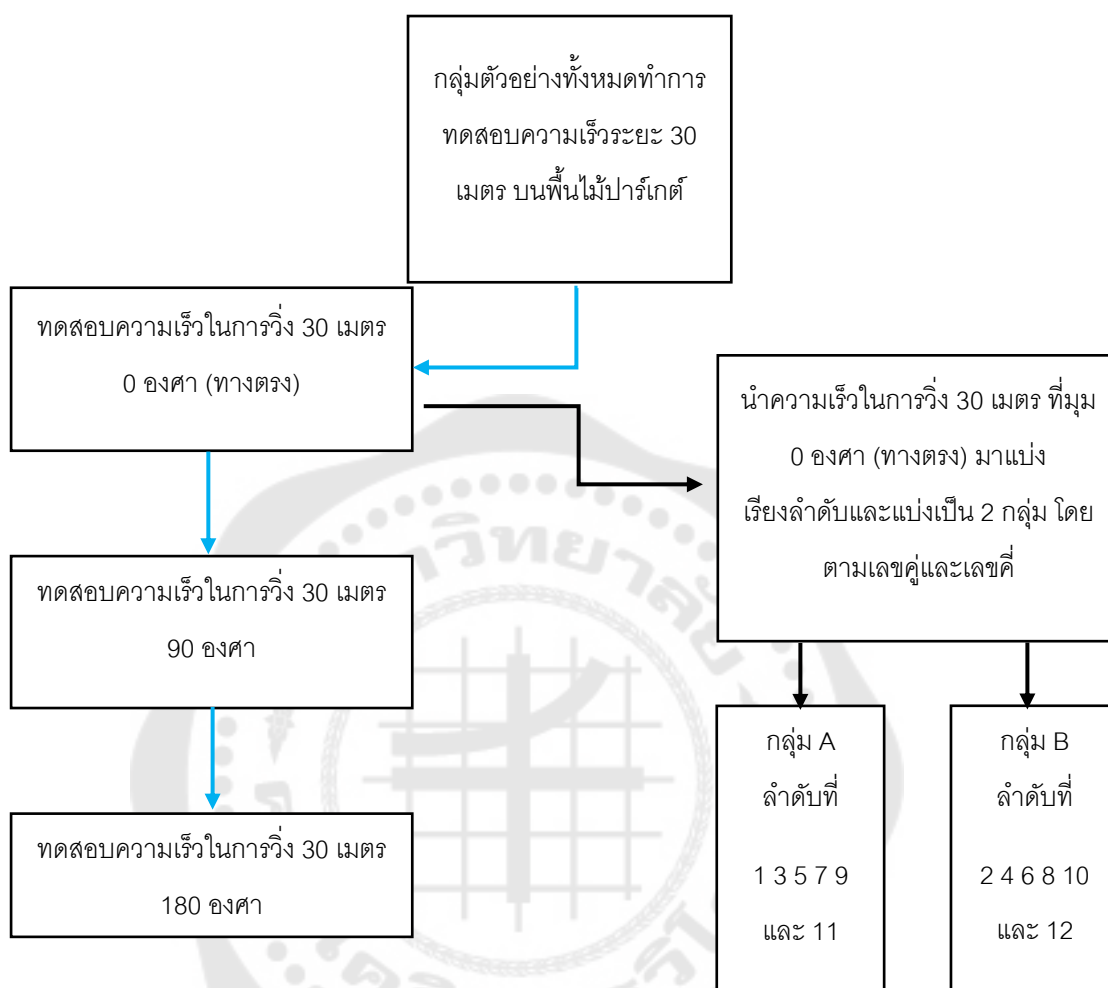
1.3 จัดเตรียมอุปกรณ์ สถานที่ เอกสารเพื่อใช้ในการวิจัย

1.4 ชี้แจงรายละเอียดให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจและลงนามหนังสือยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยตามความสมัครใจ

1.5 อธิบายวิธีการปฏิบัติแต่ละขั้นตอนของการเก็บข้อมูลให้ผู้เข้ารับการทดสอบทราบ

1.6 ทำการเก็บข้อมูล อายุ ส่วนสูง และน้ำหนักของกลุ่มตัวอย่าง

1.7 ผู้เข้าร่วมการวิจัยเริ่มทำการทดสอบตามรูปแบบที่กำหนดไว้



ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มของกลุ่มตัวอย่าง

การออกแบบงานวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ใช้การวิจัยเชิงทดลองแบบไขว้สลับ (Crossover Design) กลุ่มตัวอย่างเป็น นักกีฬาประเภททีม (บาสเกตบอล แอนด์บอล ฟุตบอล) ที่มีการฝึกซ้อมเพื่อเป็นตัวแทน มหาวิทยาลัยเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาระดับอุดมศึกษาภายในประเทศ จำนวน 12 คน ซึ่งในการเก็บข้อมูลทุกครั้งจะมีผู้ช่วยในการเก็บข้อมูลอย่างน้อยจำนวน 3 คน การทดสอบทุกรูปแบบจะทำการทดสอบช่วงเช้าเหมือนกันทุกครั้ง เวลา 06.00 น.– 07.30 น. $\pm$ 30 นาที โดยมีการกำหนดอุณหภูมิประมาณระหว่างการทดสอบทุกครั้งประมาณ 25-28 องศาเซลเซียส-ก่อนการทดสอบทุกครั้ง กลุ่มตัวอย่างงดการออกกำลังกายหรือการฝึกซ้อมกีฬาอย่างน้อย 24 ชั่วโมงก่อนการทดสอบและงดบริโภคอาหารและอาหารหรือเครื่องดื่มที่ให้พลังงานก่อนการทดสอบ 3 ชั่วโมง โดยเริ่มทำการ

ทดสอบข้อมูลขั้นพื้นฐาน น้ำหนัก ส่วนสูง อัตราการเต้นของชีพจรขณะพัก และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย จากนั้นพัก 48 ชั่วโมงแล้วทำการทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตร ในรูปแบบที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) 90 องศา และ 180 องศาบนพื้นไม้ปาร์เกต์ โดยนำข้อมูลในการทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตร ในมุม 0 องศา (ทางตรง) มาแบ่งกลุ่มตัวอย่างโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 12 แล้วแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม A ลำดับที่ 1 3 5 7 9 และ 11 กลุ่ม B ลำดับที่ 2 4 6 8 10 และ 12 (ภาพประกอบ 2) จากนั้นจะทำการพักเป็นเวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมงแล้วทำการทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตรที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) 90 องศา และ 180 องศาบนพื้นทราย จากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณเพื่อหาระยะทางในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางในมุมต่าง ๆ โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องมีการพักอย่างน้อย 48 ชั่วโมง เพื่อเริ่มการทดสอบในรูปแบบถัดไป

เมื่อได้ระยะทางในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางในมุมต่าง ๆ แล้วจะเริ่มทดสอบโดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 กลุ่มจากการแบ่งกลุ่มตัวอย่างก่อนหน้านี้ โดยที่กลุ่ม A จะทำการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นไม้ปาร์เกต์ โดยเริ่มจาก 0 องศา 90 องศา และ 180 องศา ตามลำดับ เช่นเดียวกับกลุ่ม B ที่ จะทำการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นทราย โดยเริ่มจาก 0 องศา 90 องศา และ 180 องศา ระหว่างการทดสอบแต่ละรูปแบบจะมีการพักอย่างน้อย 48 ชั่วโมง จากนั้นเมื่อทำการทดสอบเสร็จสิ้นแล้ว จะทำการไขว้สลับ (Crossover Design) กลุ่ม A จะทำการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ บนพื้นทรายและกลุ่ม B จะทำการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ บนพื้นไม้ปาร์เกต์ ซึ่งก่อนการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ จะมีการวัดปริมาณแลคเตทในเลือด ก่อนการอบอุ่นและเตรียมความพร้อมของร่างกายและหลังการทดสอบ 3 นาที รวมไปถึงการทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจน ปริมาณการระบายอากาศเข้า-ออก และการวัดระดับความรู้สึกเหนื่อยสัมพัทธ์ (CR 10 Borg's scale, RPE) ภาพการทดสอบทั้งหมดแสดงใน (ภาพประกอบ 3)

การเก็บข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง โดยเมื่อกลุ่มตัวอย่างมาถึงห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกายเวลาประมาณ 06.00 น. จะทำการนั่งพัก 5 - 10 นาที จากนั้นทำการวัดอัตราการเต้นของชีพจรขณะพัก (Garmin Soft Strap Premium Heart Rate

Monitor 2.4 GHz, Garmin (Asia) Corporation, New Taipei City 221 , Taiwan) ตามด้วยการ
ชั่งน้ำหนัก และวัดส่วนสูง

การทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

การทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะเริ่มจากการยืดเหยียดแบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) ประมาณ 5 นาที จากนั้นสวมเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนแก๊สแบบพกพา (COSMED K5, Cosmed The Metabolic Company, Roma, Italy) พร้อมกับการบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจในระหว่างการทดสอบ (Garmin Soft Strap Premium Heart Rate Monitor 2.4 GHz, Garmin (Asia) Corporation, New Taipei City 221 , Taiwan) และทำการเดินบนเครื่องลู่วิ่งไฟฟ้า (Mercury, h/p/ Cosmos Sports and Medical GmbH, Nussdorf-Traunstein, Germany) เพื่อทำการอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 3 นาที จากนั้นเริ่มทำการทดสอบโดยกำหนด ระดับความสูงชันที่ระดับ 1 เปอร์เซนต์ตลอดระยะเวลาในการทดสอบ และเริ่มทดสอบที่ความเร็ว 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และทุก ๆ 1 นาทีจะทำการเพิ่มความเร็วขึ้น 1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (Alvarez et al., 2009) และทำการหยุดทดสอบเมื่อพิจารณาจากเกณฑ์จาก 3 ใน 5 ข้อดังต่อไปนี้

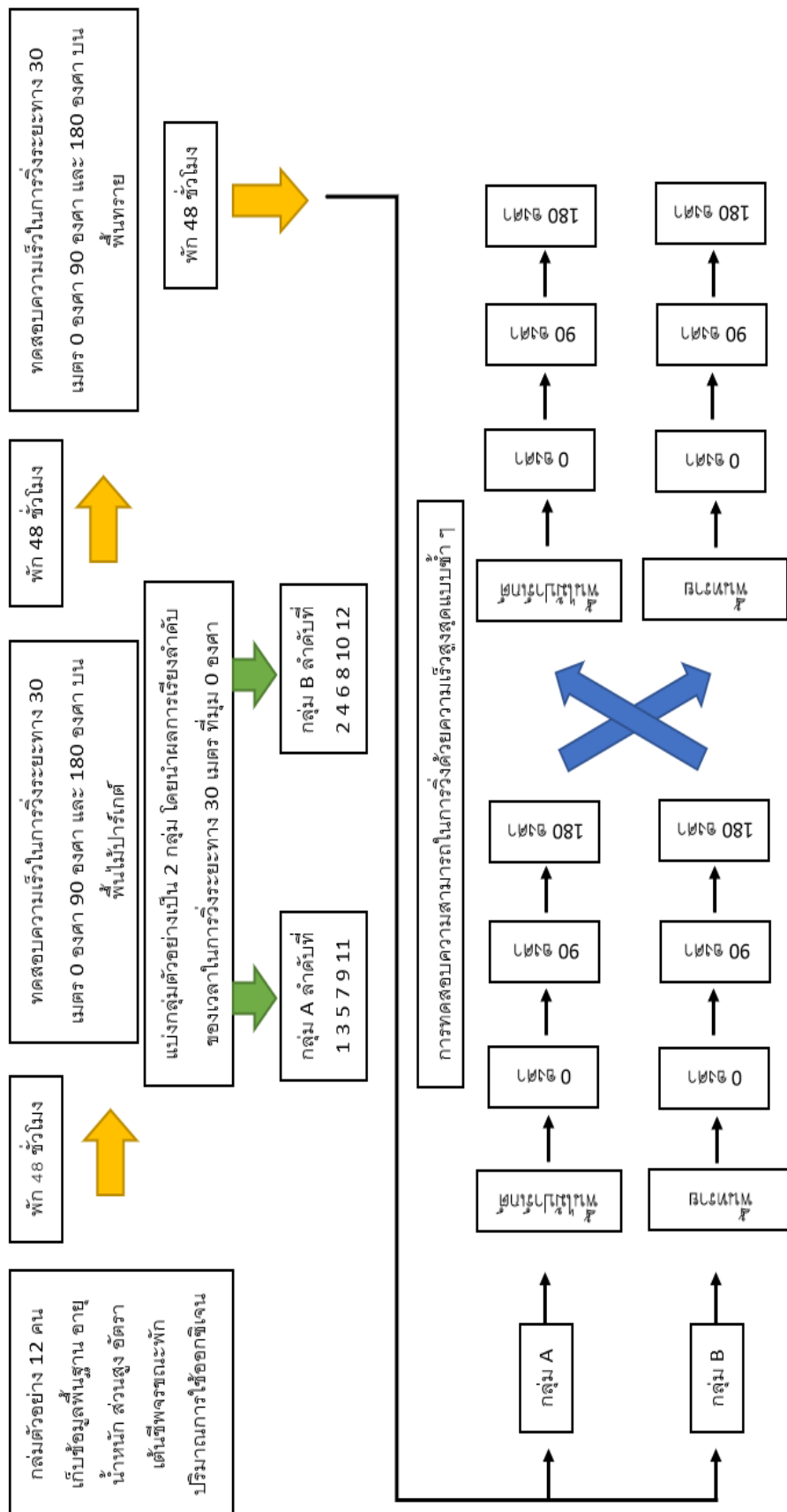
1. อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับสูงสุด (Maximum heart rate)
2. อัตราการใช้ออกซิเจนเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 150 มิลลิลิตร/นาที เมื่อมีการเพิ่มความเร็วขึ้นอีกระดับหนึ่ง
3. อัตราส่วนการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างออกซิเจนคาร์บอนไดออกไซด์ (RER) มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1.1
4. ระดับความรู้สึกความเหนื่อยล้าสัมพัทธ์ (RPE) มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 18
5. กลุ่มตัวอย่างหมดแรงและไม่สามารถปฏิบัติทดสอบต่อไปได้

การอบอุ่นและเตรียมความพร้อมของร่างกาย

กลุ่มตัวอย่างทำการอบอุ่นร่างกายพื้นฐาน โดยการวิ่งเหยาะ ๆ บนพื้นที่ที่มีความแข็งแรงปกติ 5 นาที จากนั้นทำการเคลื่อนไหวด้วยทักษะการวิ่ง (เข้าต่ำ เข้าสูง สั้นเท้าแตะกัน) ประมาณ 3 นาที และเร่งความเร็วระยะสั้น ๆ ไม่เกิน 10 เมตร จำนวน 5 เที้ยว (Buchheit et al., 2012) และทดลองวิ่งตามรูปแบบและพื้นที่ที่จะทดสอบ 2 เที้ยว จากนั้นพัก 3 นาที เพื่อเตรียมตัวทำการทดสอบ ซึ่งรูปแบบการอบอุ่นและเตรียมความพร้อมของร่างกายจะใช้ก่อนการทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตร และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง

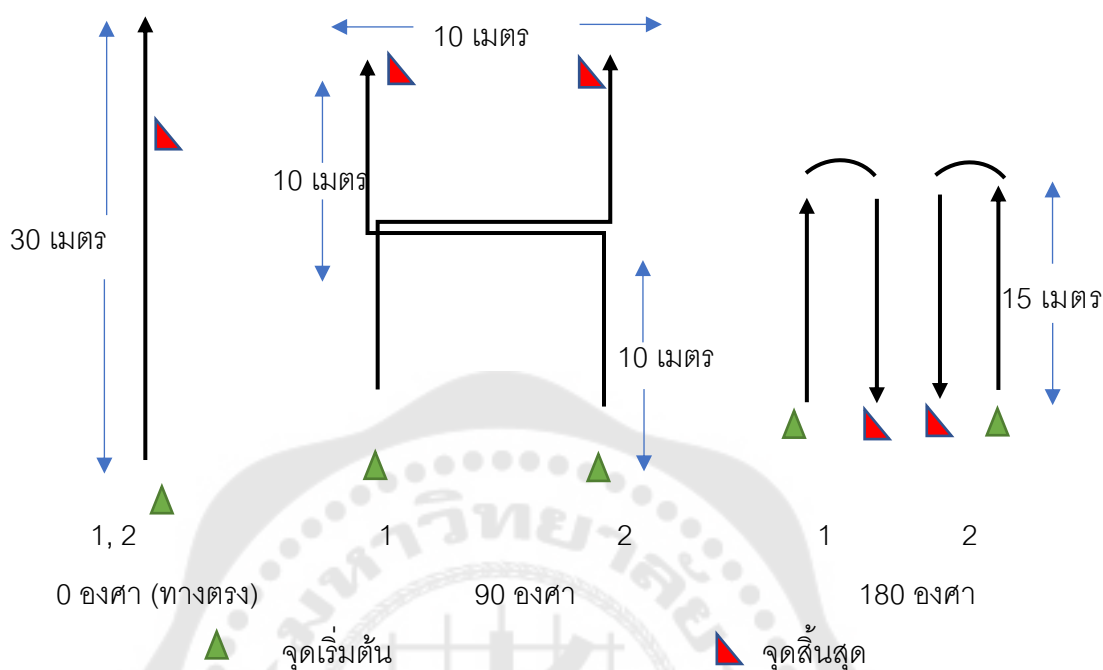
การทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตร

การทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตร แต่ละครั้งจะทำการทดสอบครั้งละ 3 รูปแบบ ได้แก่การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบมีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา 180 องศา หรือ 0 องศา (ทางตรง 30 เมตร) บนพื้นไม้ปาร์เกต์หรือพื้นทราย (ภาพประกอบ 4) ทำการวัดความเร็ว (SMART SPEED, Fusion Sport Pty Ltd, Coopers Plains, Queensland, Australia) โดยที่เสาแสดงสัญญาณไฟและเซนเซอร์จะตั้งจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด จะมีความสูงประมาณ 1 เมตร และความห่างประมาณ 2 เมตร กรวยที่ใช้ในการกำหนดการเปลี่ยนทิศทางมีความสูง 50 เซนติเมตร ห่างประมาณ 2 เมตร กลุ่มตัวอย่างจะยืนที่จุดเริ่มต้นโดยปลายเท้ามีระยะห่างจากเครื่องวัดความเร็วประมาณ 50 เซนติเมตร และรอฟังสัญญาณในการเริ่มต้นในการวิ่ง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างจะต้องวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดของตนเอง ทำการทดสอบจะทำการทดสอบรูปแบบละ 2 เที้ยว และพักระหว่างเที้ยว 2-3 นาที (ภาพประกอบ 5) จากนั้นพัก 48 ชั่วโมงแล้วทำการทดสอบความเร็ว 30 เมตร อีกครั้งบนพื้นทราย และนำข้อมูลของความเร็วในการทดสอบการวิ่ง 30 เมตรที่ดีที่สุดที่ทำ การทดสอบโดยการวิ่งบนพื้นไม้ปาร์เกต์ในมุม 0 องศา มาแบ่งกลุ่มตัวอย่าง (ภาพประกอบ 2)



*ระหว่างทำการทดสอบแต่ละครั้งพักอย่างน้อย 48 ชั่วโมง

ภาพประกอบ 3 ภาพรวมของขั้นตอนการทดสอบทั้งหมด



ภาพประกอบ 4 การทดสอบความเร็วระยะ 30 เมตรที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 3 รูปแบบ ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2

การปรับระยะทางของการทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง

การปรับระยะทางการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดที่มีการเปลี่ยนทิศทางเป็นการคำนวณเพื่อปรับแก้ไขระยะทางของการวิ่งเพื่อชดเชยระยะเวลาที่หายไปในขณะที่มีการเปลี่ยนทิศทางในการวิ่งแต่ละเที่ยว (Buchheit et al., 2012) ซึ่งจะกำหนดระยะเวลาของการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทางให้ใกล้เคียงกันในทุกๆ ระยะที่ทำทดสอบ เพื่อไม่ให้เกิดความแตกต่างกันในเรื่องของเวลาในการทดสอบวิ่งแต่ละเที่ยว ซึ่งอาจจะส่งผลต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะในการทดสอบ โดยการนำเวลาในการทดสอบการวิ่งระยะ 30 เมตรทุกรูปแบบ (0 องศา (ทางตรง) 90 องศา 180 องศา) บนพื้นไม้ปาร์เกต์และบนพื้นทรายของแต่ละคนมาหาค่าเฉลี่ยได้แก่ ค่าเฉลี่ยของความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตร บนพื้นไม้ปาร์เกต์ที่มุม 0 องศา (ทางตรง) 90 องศา และ 180 องศา และค่าเฉลี่ยของความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตร บนพื้นทรายที่มุม 0 องศา (ทางตรง) 90 องศา และ 180 องศา จากนั้นนำมาคำนวณระยะทางเพื่อใช้สำหรับการทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง (0 องศา (ทางตรง) 90 องศา และ 180 องศา) โดยใช้สูตรการปรับแก้ไขระยะทางดังนี้

$$\begin{aligned} & \text{การปรับระยะทางการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดที่มีการเปลี่ยนทิศทาง (เมตร) =} \\ & [\text{เวลาของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดทางตรง (วินาที)} \times 30 / \text{เวลาของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด} \\ & \text{ระยะ 30 เมตรที่มีการเปลี่ยนทิศทาง (วินาที)}] \\ & (\text{Buchheit et al., 2012}) \end{aligned}$$

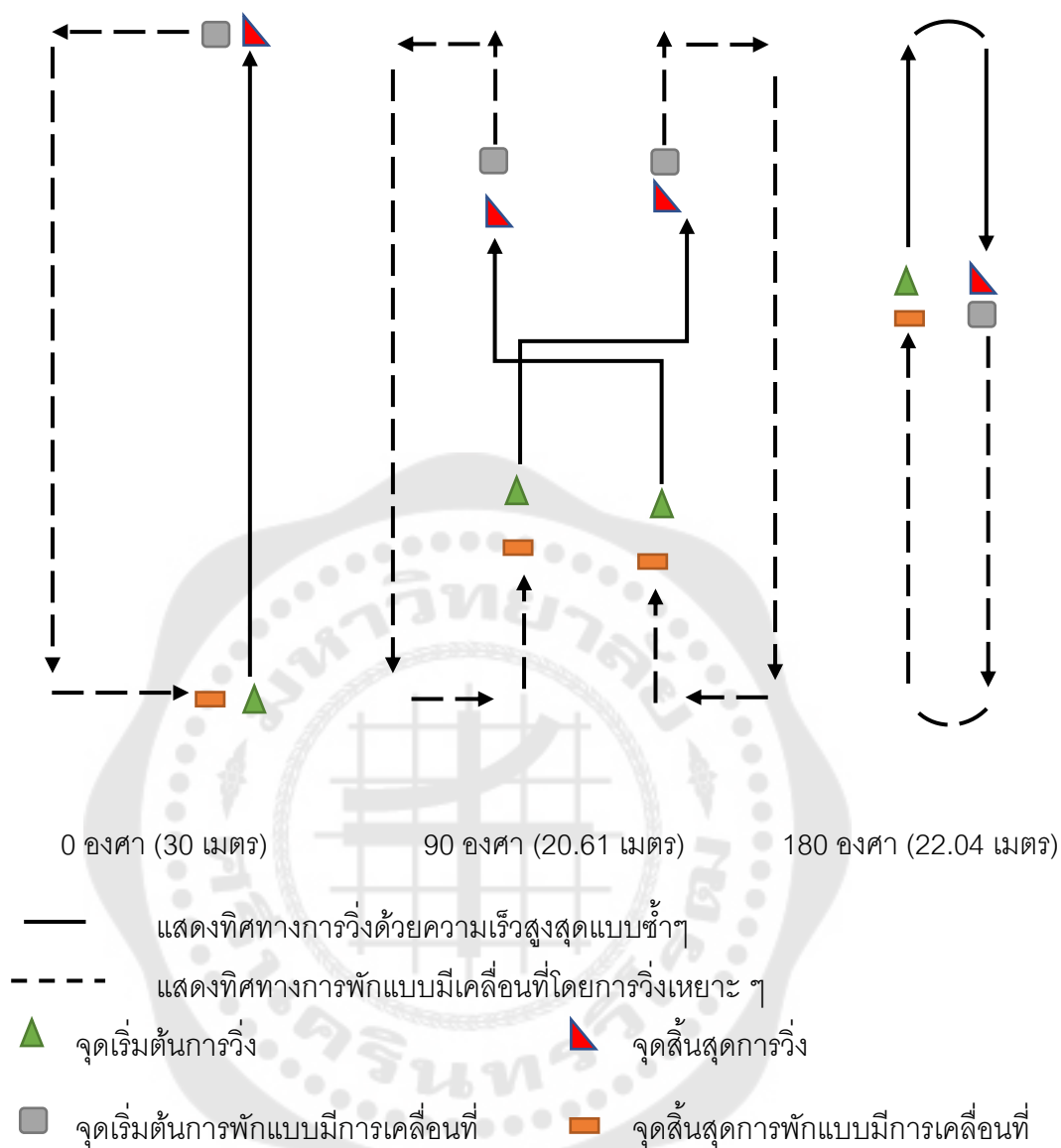
การทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง

การทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางด้วยเครื่องวัดความเร็ว (SMART SPEED, Fusion Sport Pty Ltd, Coopers Plains, Queensland, Australia) กำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด โดยติดตั้งเสาแสดงสัญญาณไฟและเสาตัวรับสัญญาณซึ่งมีความสูงประมาณ 1 เมตร และวางห่างกันประมาณ 2 เมตร กรวยที่ใช้ในการกำหนดการเปลี่ยนทิศทางมีความสูง 50 เซนติเมตร วางห่างกันประมาณ 2 เมตร กลุ่มตัวอย่างยืนที่จุดเริ่มต้นโดยปลายเท้ามีระยะห่างจากเครื่องวัดความเร็วประมาณ 50 เซนติเมตร และรอฟังสัญญาณของการออกตัวเริ่มต้นวิ่ง โดยจะทำการทดสอบการวิ่งที่มุม 0 องศา (30 เมตร) 90 องศา (20.61 เมตร) และ 180 องศา (22.04 เมตร) (ภาพประกอบ 5) จำนวน 6 เทียวก แต่ละเทียวกพัก 25 วินาที ในลักษณะที่มีการวิ่งเหยาะๆ ที่ความเร็วประมาณ 2 เมตรต่อวินาที (Buchheit et al., 2012) เมื่อทำการทดสอบเสร็จแล้วกลุ่มตัวอย่างพัก 3 นาที จากนั้นทำการวัดปริมาณแลคเตทในเลือดอีกครั้ง ในระหว่างการพักทำการวัดความรู้สึกเหนื่อยสัมพัทธ์ (CR 10 Borg's scale, RPE) (ภาพประกอบ 6) เมื่อทำการทดสอบเสร็จสิ้นแล้ว นำเวลาของการทดสอบที่ได้มาคำนวณหาความเร็วสูงสุด ค่าเฉลี่ยของความเร็วและเปอร์เซ็นต์การลดลงของความเร็ว โดยใช้สูตร

การคำนวณเปอร์เซ็นต์การลดลงของความเร็ว

$$\%Dec = \left[\left(\frac{\text{เวลาเฉลี่ย}}{\text{เวลาที่ต่ำที่สุด}} \times 100 \right) - 100 \right]$$

(Spencer, Fitzsimons, Dawson, Bishop, & Goodman, 2006)



ภาพประกอบ 5 ทิศทาง ระยะทาง สัญลักษณ์ ในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง

การเปลี่ยนทิศทาง 0 องศาจะทำการวิ่งทางตรงระยะทาง 30 เมตร การเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา (20.61 เมตร) จะทำการแบ่งระยะทางให้มีความเท่ากันทั้ง 3 ด้าน ด้านละ 6.87 (เมตร) และการวิ่ง 180 องศา (22.04 เมตร) จะทำการแบ่งระยะทางเท่ากัน 2 ด้าน ด้านละ 11.02 เมตร

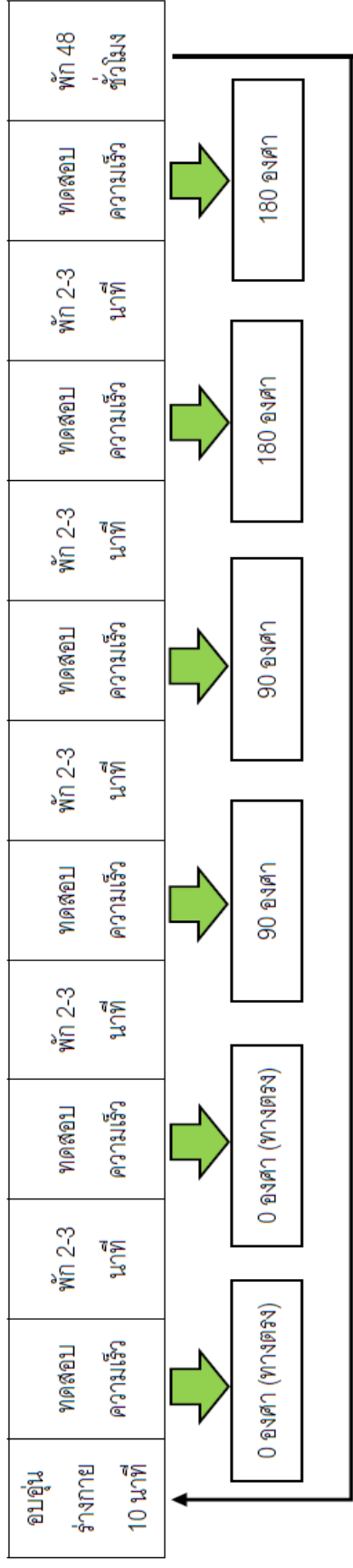
การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ปริมาณแลคเตทในเลือด

การเก็บตัวอย่างเลือดของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน จะทำการเก็บคนละ 2 ครั้งในช่วงก่อนการอบอุ่นร่างกายก่อนการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ และภายหลังจากการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ 3 นาที (ภาพประกอบ 6) โดยทำการเจาะเลือดที่บริเวณปลายนิ้ว และนำตัวอย่างเลือดปริมาณ 0.7 ไมโครลิตรเก็บใส่แผ่นรองรับเลือด (Lactate Plus Meter Test Strips, Nova Biomedical, MA, USA) จากนั้นจะนำเข้าเครื่องวิเคราะห์ปริมาณแลคเตทในเลือด (Lactate Plus Meter, Nova Biomedical, MA, USA) (ภาพประกอบ 8) ทันทีเพื่อวัดปริมาณแลคเตทในเลือด

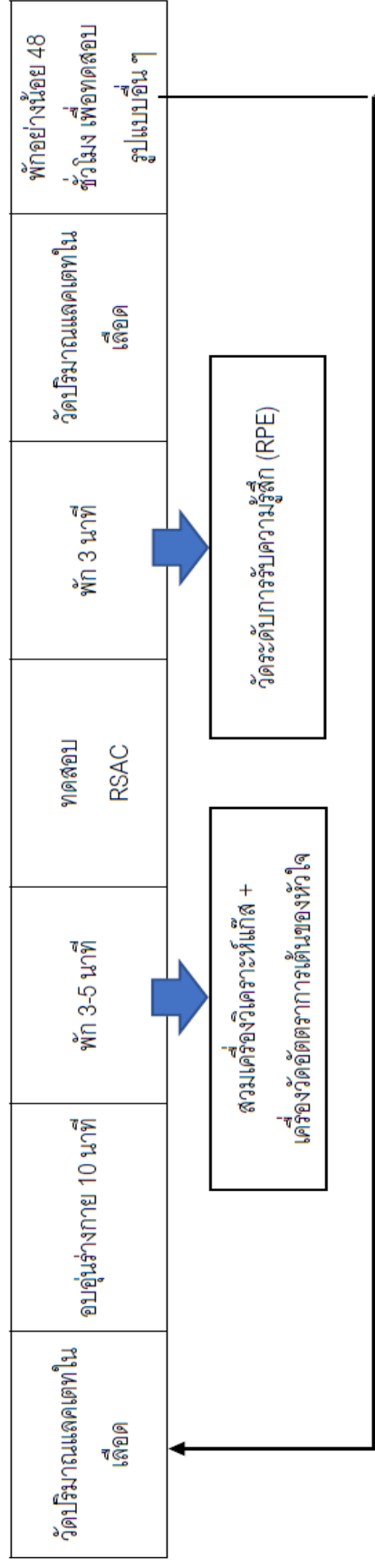
การวัดอัตราการใช้ออกซิเจน ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณการระบายอากาศเข้า-ออก

กลุ่มตัวอย่างสวมใส่หน้ากากและอุปกรณ์ของเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนแก๊สแบบพกพา (COSMED K5, Cosmed The Metabolic Company, Roma, Italy) (ภาพประกอบ 9) หลังจากการอบอุ่นร่างกายก่อนการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ซึ่งก่อนการทดสอบทุกครั้งจะต้องมีการวัดและตรวจสอบเครื่องมือเพื่อให้มีค่าตรงตามมาตรฐาน ซึ่งเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนแก๊สแบบพกพา จะทำการคำนวณ อัตราการใช้ออกซิเจน ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณการระบายอากาศเข้า-ออกในระหว่างการทดสอบออกมาในรูปแบบของปริมาณตัวเลข พร้อมกับการติดเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Garmin Soft Strap Premium Heart Rate Monitor 2.4 GHz, Garmin (Asia) Corporation, New Taipei City 221, Taiwan) ควบคู่กัน โดยมีผู้ช่วยวิจัยและนักวิทยาศาสตร์การกีฬาเป็นผู้ช่วยควบคุมการใช้เครื่องมือในการทดสอบ

การทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตร บนพื้นไม้ปาร์เกต์และบนพื้นทราย



การทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นที่แตกต่างกัน



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตร และการทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ (RSAC)

การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS (SPSS version 24, IBM, Illinois, USA)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของส่วนสูง น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย ความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตร แต่ในละมอมองศาของพื้นแต่ละแบบจากกลุ่มตัวอย่าง

2. ทดสอบความเป็นปกติในการแจกแจงข้อมูลด้วยสถิติ (Shapiro wilk test)

3. ใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (Two - way analysis of variance with repeated measures) ในการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนทิศทางการวิ่งกับพื้นผิวที่ทำการวิ่งต่อความเร็วสูงสุดในการวิ่ง ค่าเฉลี่ยของเวลาในการวิ่ง เปอร์เซ็นต์การลดลงของความเร็ว (%Dec) ปริมาณแลคเตทในเลือด ([La]b) อัตราการใช้ออกซิเจน (VO_2) ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (VCO_2) ปริมาณการระบายอากาศเข้า-ออก (VE) และความรู้สึกเหนื่อยสัมพัทธ์ (CR 10 Borg's scale, RPE)

3.1 หากพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติของพื้นผิวที่ทำการวิ่งจะใช้สถิติทดสอบความแตกต่างของข้อมูล 2 ชุดที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (Paired samples t- test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของพื้นผิวที่ทำการวิ่ง

3.2 หากพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติของทิศทางในการวิ่งจะใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One - way analysis of variance with repeated measures) เพื่อทดสอบความแตกต่างของการเปลี่ยนทิศทางการวิ่ง

4. ใช้วิธีการทดสอบความแตกต่างรายคู่ของ Bonferroni ในสถิติ Two-way ANOVA with repeated measures และสถิติ One-way ANOVA with repeated measures

5. กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อใหญ่ ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง การตอบสนองทางด้านสรีรวิทยา และการตอบสนองทางด้านสมรรถนะ ซึ่งแต่ละหัวข้อมีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ มีข้อมูลทั่วไปทางด้านร่างกาย และสมรรถนะด้านความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตร

ตาราง 5 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
อายุ (ปี)	21.48 $\pm$ 0.83
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	175.92 $\pm$ 7.67
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	67.24 $\pm$ 6.03
ดัชนีมวลกาย [น้ำหนัก(กก.)/ส่วนสูง(ม. ²)]	19.10 $\pm$ 1.32
อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที)	55.89 $\pm$ 3.39
ความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตรบนพื้นไม้ปาร์เกต์	
0 องศา (วินาที)	4.14 $\pm$ 0.13
90 องศา (วินาที)	6.02 $\pm$ 0.21
180 องศา (วินาที)	5.63 $\pm$ 0.13
ความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตรบนพื้นทราย	
0 องศา (วินาที)	4.51 $\pm$ 0.18
90 องศา (วินาที)	6.59 $\pm$ 0.43
180 องศา (วินาที)	6.25 $\pm$ 0.23

ตาราง 6 การปรับระยะทางการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดที่มีการเปลี่ยนทิศทาง (เมตร)

เวลาในการวิ่งด้วย ความเร็วสูงสุดทางตรง ระยะทาง 30 เมตร (วินาที)	มุมมอง ในการวิ่ง	เวลาของการวิ่งด้วย ความเร็วสูงสุดระยะ 30 เมตรที่มีการเปลี่ยนทิศทาง (วินาที)	การปรับระยะทางการวิ่ง ด้วยความเร็วสูงสุดที่มี การเปลี่ยนทิศทาง (เมตร)
4.14	0	4.14	30
	90	6.02	20.61
	180	5.63	22.04

$$\text{การปรับระยะทางการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดที่มีการเปลี่ยนทิศทาง (เมตร)} =$$

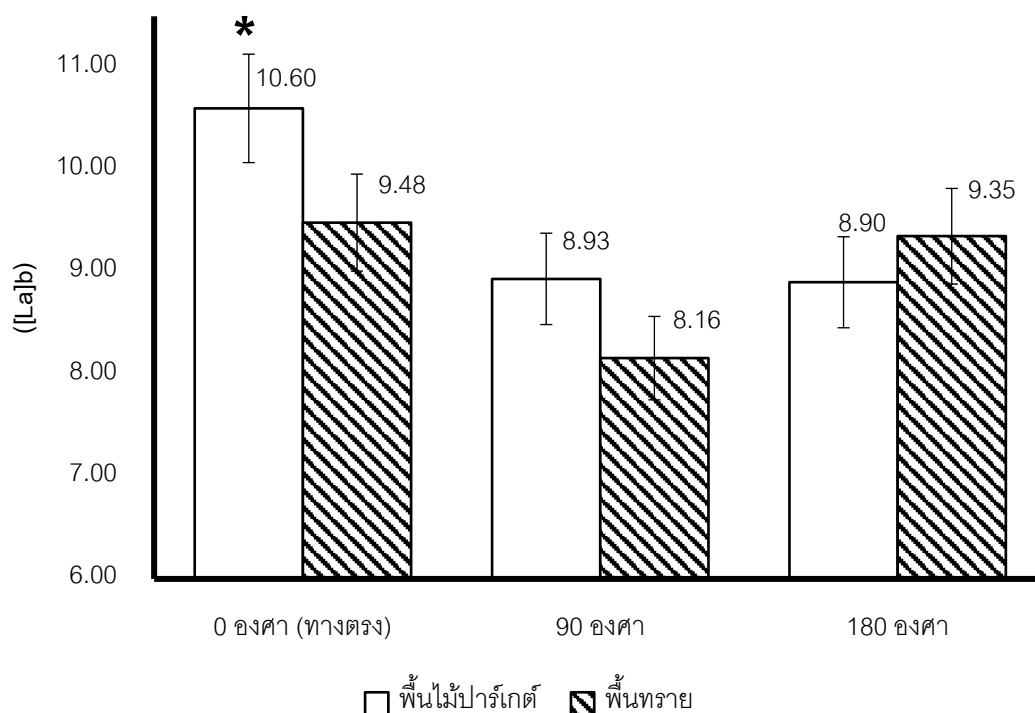
$$(\text{เวลาของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดทางตรง (วินาที)} \times 30 / \text{เวลาของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดระยะ 30 เมตรที่มีการเปลี่ยนทิศทาง (วินาที)})$$

(Buchheit, Haydar, & Ahmaidi, 2012)

การตอบสนองทางด้านสรีรวิทยา

ปริมาณแลคเตทในเลือด

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนทิศทางกับการวิ่งกับพื้นผิวของปริมาณแลคเตทในเลือด (two-way ANOVA; การเปลี่ยนทิศทาง $\times$ พื้นผิว, $p > 0.05$; การเปลี่ยนทิศทาง, $p < 0.05$; พื้นผิว, $p > 0.05$) และระดับปริมาณแลคเตทในเลือดก่อนการทดสอบทุกรูปแบบไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ขณะที่หลังจากการทดสอบพบว่าเกิดความแตกต่างในการเปลี่ยนทิศทางในการวิ่งของการทดสอบบนพื้นไม้ปาร์เกต์พบว่าปริมาณแลคเตทในเลือดของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) มีความแตกต่างกับการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามจากการทดสอบบนพื้นทรายพบว่า การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา ไม่มีความแตกต่างกัน (ภาพประกอบ 7)



ภาพประกอบ 7 ปริมาณแลกเตทของการทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง บนพื้นไม้ปาร์เก้และบนพื้นทราย

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ การวิ่งบนพื้นไม้ปาร์เก้ 90 และ 180 องศา

อัตราการใช้ออกซิเจน

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของอัตราการใช้ออกซิเจน พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนทิศทางกับพื้นผิวที่ทดสอบ และอิทธิพลของการเปลี่ยนทิศทาง (two-way ANOVA; การเปลี่ยนทิศทาง x พื้นผิว, $p > 0.05$; การเปลี่ยนทิศทาง, $p < 0.05$; พื้นผิว, $p > 0.05$) แต่พบว่า อิทธิพลการเปลี่ยนทิศทางในการวิ่ง โดยอัตราการใช้ออกซิเจนของการวิ่งบนพื้นทรายในรูปแบบของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา มีความแตกต่างกับการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p < 0.05$) (ตาราง 7)

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนทิศทางกับพื้นผิวที่ทดสอบ (two-way ANOVA; การเปลี่ยนทิศทาง x พื้นผิว, $p > 0.05$; การเปลี่ยนทิศทาง, $p < 0.05$; พื้นผิว, $p > 0.05$) แต่พบว่าอิทธิพลของการเปลี่ยนทิศทางของการวิ่งบนพื้นไม้ปาร์เกต์ ในรูปแบบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) มีความแตกต่างกับการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกับอิทธิพลของการเปลี่ยนทิศทางของการวิ่งบนพื้นทราย ในรูปแบบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) มีความแตกต่างกับการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p < 0.01$) (ตาราง 7)

ปริมาณการระบายอากาศเข้า-ออก

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณการระบายอากาศเข้า-ออก พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนทิศทางกับพื้นผิวที่ทดสอบ (two-way ANOVA; การเปลี่ยนทิศทาง x พื้นผิว, $p < 0.05$; การเปลี่ยนทิศทาง, $p < 0.05$; พื้นผิว, $p > 0.05$) โดยพบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนทิศทางกับพื้นผิวของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดในการวิ่งบนพื้นไม้ปาร์เกต์ในรูปแบบของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) มีความแตกต่างกับการวิ่งบนพื้นทรายในรูปแบบของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) 90 องศา และ 180 องศา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p < 0.01$) และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา บนพื้นไม้ปาร์เกต์มีความแตกต่างกับการวิ่งบนพื้นทรายที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p < 0.05$)

อิทธิพลของการเปลี่ยนทิศทางของการวิ่งบนพื้นไม้ปาร์เกต์ ในรูปแบบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) มีความแตกต่างกับการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา และ 180 องศาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p < 0.05$) (ตาราง 7)

ตาราง 7 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอัตราการใช้ออกซิเจน ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณการระบายอากาศเข้า-ออก

รูปแบบการวิ่ง	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	VO ₂ (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	VCO ₂ (L.min ⁻¹)	VE (L.min ⁻¹)
การวิ่งบนพื้นไม่ปรกติ			
- 0 องศา (ทางตรง)	65.12 ± 9.6	3.29 ± 0.63 [#]	84.01 ± 12.91 ^{*#×}
- 90 องศา	63 ± 8.08	2.87 ± 0.38	70.02 ± 6.43
- 180 องศา	59.02 ± 4.14	2.68 ± 0.25	71.84 ± 9.61 [†]
การวิ่งบนพื้นทราย			
- 0 องศา (ทางตรง)	57.95 ± 4.31	3.04 ± 0.37 ⁺	74.35 ± 10.77
- 90 องศา	60.53 ± 7.84 [#]	2.94 ± 0.39	67.60 ± 10.10
- 180 องศา	57.65 ± 6.39	2.68 ± 0.31	69.19 ± 10.87

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (p < 0.05) เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา

[#] มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (p < 0.05) เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา

⁺ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (p < 0.01) เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา

[×] มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (p < 0.01) เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนทิศทาง 0 90 และ 180 บนพื้นทราย

[†] มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (p < 0.01) เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา บนพื้นทราย

ความรู้สึกเหนื่อยล้าสัมพัทธ์

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนทิศทางการวิ่งกับพื้นผิวของความรู้สึกเหนื่อยล้าสัมพัทธ์ (two-way ANOVA; การเปลี่ยนทิศทาง $\times$ พื้นผิว, $p > 0.05$; การเปลี่ยนทิศทาง, $p > 0.05$; พื้นผิว, $p > 0.05$) (ตาราง 8)

ตาราง 8 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความรู้สึกเหนื่อยล้าสัมพัทธ์ ของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง บนพื้นไม้ปาร์เกต์และบนพื้นทราย

รูปแบบการวิ่ง	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
การวิ่งบนพื้นไม้ปาร์เกต์	
- 0 องศา (ทางตรง)	7.3 $\pm$ 0.9
- 90 องศา	7.7 $\pm$ 0.7
- 180 องศา	7.3 $\pm$ 0.8
การวิ่งบนพื้นทราย	
- 0 องศา (ทางตรง)	7.8 $\pm$ 0.8
- 90 องศา	7.9 $\pm$ 0.7
- 180 องศา	7.6 $\pm$ 0.8

การตอบสนองทางด้านสมรรถนะ

ความเร็วสูงสุดในการวิ่ง

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความเร็วสูงสุดในการวิ่ง พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนทิศทางกับพื้นผิวที่ทดสอบ (two-way ANOVA; การเปลี่ยนทิศทาง $\times$ พื้นผิว, $p < 0.05$; การเปลี่ยนทิศทาง, $p < 0.05$; พื้นผิว, $p > 0.05$) โดยพบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนทิศทางกับพื้นผิวของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดในการวิ่งบนพื้นไม้ปาร์เกต์ในรูปแบบของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) มีความแตกต่างกับการวิ่งบนพื้นทรายในรูปแบบของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง ทั้ง 3 รูปแบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p < 0.01$) การวิ่งบนพื้นไม้ปาร์เกต์ในรูปแบบของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา มีความแตกต่างกับการวิ่งบนพื้นทรายในรูปแบบของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90

ทรายในรูปแบบของการวิ่งบนพื้นทรายในรูปแบบของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา และ การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p < 0.01$)

อิทธิพลของทิศทางการวิ่งบนพื้นไม้ปาร์เกต์ในรูปแบบของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) มีความแตกต่างกับการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p < 0.01$) การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา มีความแตกต่างกับการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p < 0.01$) เช่นเดียวกับอิทธิพลของทิศทางการวิ่งบนพื้นทราย พบว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) มีความแตกต่างกับการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p < 0.01$) และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา มีความแตกต่างกับการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p < 0.01$) (ตาราง 9)

ตาราง 9 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการตอบสนองทางด้านสมรรถนะ ของความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นที่แตกต่างกัน

รูปแบบการวิ่ง	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ความเร็วสูงสุดในการวิ่ง (วินาที)	ค่าเฉลี่ยของความเร็วในการวิ่ง (วินาที)	เปอร์เซ็นต์การลดลงของความเร็ว (%)
การวิ่งบนพื้นไม่ปาร์เกต์			
- 0 องศา (ทางตรง)	4.25 ± 0.07 ^{##}	4.50 ± 0.11 ^{##}	5.94 ± 1.28
- 90 องศา	4.74 ± 0.11 [†]	5.02 ± 0.11 [†]	5.91 ± 0.58
- 180 องศา	4.50 ± 0.08 ^{**}	4.68 ± 0.09 ^{**}	4.03 ± 0.63 ^{‡*}
การวิ่งบนพื้นทราย			
- 0 องศา (ทางตรง)	4.50 ± 0.10 ^{##}	4.75 ± 0.13 ^{##}	5.58 ± 0.78
- 90 องศา	5.05 ± 0.09	5.36 ± 0.13	6.22 ± 1.11
- 180 องศา	4.76 ± 0.09 [*]	4.99 ± 0.13 [*]	4.97 ± 0.79 [*]

[‡] มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (p < 0.01) เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา

^{*} มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (p < 0.01) เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา

[#] มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (p < 0.01) เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา

⁺ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (p < 0.01) เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนทิศทาง 0 90 และ 180 องศาบนพื้นทราย

^x มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (p < 0.01) เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนทิศทาง 90 และ 180 องศาบนพื้นทราย

[†] มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (p < 0.01) เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศาบนพื้นทราย

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะด้านความเร็วของความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นไม้ปาร์เกต์ที่ใช้ในการแข่งขันกีฬาประเภททีมในร่มและพื้นทราย ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลและสรุปผลดังนี้

การตอบสนองทางด้านสรีรวิทยา

ปริมาณแลคเตทในเลือด

ปริมาณแลคเตทในเลือดของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) บนพื้นไม้ปาร์เกต์มีค่าสูงกว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 และ 180 องศาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของปริมาณแลคเตทในเลือดของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) 90 องศา และ 180 องศา บนพื้นทราย แต่มีแนวโน้มว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) มีค่าเฉลี่ยของปริมาณแลคเตทในเลือดสูงสุด ตามด้วย 180 องศา และ 90 องศา ตามลำดับ เมื่อนำค่าเฉลี่ยของปริมาณแลคเตทในเลือดมาจัดลำดับ พบว่า ปริมาณแลคเตทในเลือดของการวิ่งที่เปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) บนพื้นไม้ปาร์เกต์ มีค่าสูงสุด ตามด้วยการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) บนพื้นทราย การเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา บนพื้นทราย การเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา การเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา บนพื้นไม้ปาร์เกต์ และการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา บนพื้นทราย ตามลำดับ

อัตราการใช้ออกซิเจน

ผลการศึกษาเกี่ยวกับอัตราการใช้ออกซิเจนในระหว่างการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นไม้ปาร์เกต์และพื้นทราย พบว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา บนพื้นทรายมีค่าสูงกว่าการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา บนพื้นทราย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างของการวิ่งบนพื้นไม้ปาร์เกต์ เมื่อนำค่าเฉลี่ยมาจัดลำดับพบว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) บนพื้นไม้ปาร์เกต์มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ตามด้วยการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา บนพื้นไม้ปาร์เกต์ การเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา บนพื้นทราย การเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา บนพื้นไม้ปาร์เกต์ การเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) และการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา ตามลำดับ

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

ผลการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ร่างกายขับออกมา พบว่า ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) บนพื้นไม้ปาร์เกต์ มีค่าสูงกว่าการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศาบนพื้นไม้ปาร์เกต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) บนพื้นทราย มีค่าสูงกว่าการวิ่งบนพื้นทรายที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปริมาณการระบายอากาศเข้า-ออก

ผลการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณการระบายอากาศเข้า-ออกพบว่า ปริมาณการระบายอากาศเข้า-ออกในระหว่างการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) บนพื้นไม้ปาร์เกต์มีค่าสูงกว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา และ 180 องศา บนพื้นไม้ปาร์เกต์ และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) 90 องศา 180 องศา บนพื้นทราย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา บนพื้นไม้ปาร์เกต์ สูงกว่าการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา บนพื้นไม้ทราย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบความแตกต่างของความรู้สึกเหนื่อยล้าสัมพัทธ์

การตอบสนองทางด้านสมรรถนะ

ความเร็วสูงสุดในการวิ่ง

ผลการศึกษาเกี่ยวกับระดับสมรรถนะทางด้านร่างกายของความเร็วสูงสุดในการวิ่งพบว่า ความเร็วสูงสุดในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) บนพื้นไม้ปาร์เกต์ มีค่าต่ำกว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) 90 องศา และ 180 องศา บนพื้นทรายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา มีค่าน้อยกว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา บนพื้นทรายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา บนพื้นไม้ปาร์เกต์มีค่าน้อยกว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา และ 90 องศา บนพื้นทรายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) บนพื้นทราย มีค่าน้อยกว่า การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา บนพื้นไม้ปาร์เกต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบช้า ๆ ที่มีการเปลี่ยน

บนพื้นไม้ปาร์เกต์ มีค่าน้อยกว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา บนพื้นไม้ปาร์เกต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา และ 180 องศา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศาบนพื้นทราย มีค่าต่ำกว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อนำค่าเฉลี่ยของเวลาในการวิ่งมาเรียงลำดับพบว่า การวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) บนพื้นไม้ปาร์เกต์ มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ตามด้วยการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา บนพื้นไม้ปาร์เกต์ การเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) บนพื้นทราย การเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา บนพื้นทราย การเปลี่ยนทิศทาง การเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา บนพื้นไม้ปาร์เกต์ และการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา บนพื้นทราย ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์การลดลงของความเร็ว

ผลการศึกษาเกี่ยวกับเปอร์เซ็นต์การลดลงของความเร็วในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ พบว่า การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา บนพื้นไม้ปาร์เกต์ มีค่าต่ำกว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา บนพื้นไม้ปาร์เกต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา บนพื้นทราย มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา บนพื้นทราย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อนำค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การลดลงของความเร็วมาเรียงลำดับพบว่า การวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา บนพื้นไม้ปาร์เกต์ มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของความเร็วที่น้อยที่สุด ตามด้วยการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา บนพื้นทราย การเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) บนพื้นทราย การเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา บนพื้นไม้ปาร์เกต์ การเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) และการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา บนพื้นทราย ตามลำดับ

อภิปรายผล

การตอบสนองทางด้านสรีรวิทยา

ความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ เป็นการฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถนะของนักกีฬาประเภททีม ซึ่งเป็นการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดโดยใช้ระยะเวลาที่น้อยกว่า 10 วินาที และมีระยะเวลาพักน้อยกว่า 60 วินาที (Girard et al., 2011) การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ประกอบกับการเปลี่ยนทิศทางในมุมต่าง ๆ บน

พื้นไม้ปาร์เกต์และบนพื้นทราย โดยผลการศึกษาพบว่า ปริมาณแลคเตทในเลือดของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) บนพื้นไม้ปาร์เกต์ และบนพื้นทราย สูงกว่าการวิ่งในรูปแบบอื่น ๆ โดยการวิ่งทางตรงบนพื้นทรายมีแนวโน้มของปริมาณแลคเตทในเลือดสูงกว่าการเปลี่ยนทิศทางรูปแบบอื่น ๆ แม้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ทางตรงทั้ง 2 รูปแบบนั้น เป็นการวิ่งด้วยความเร็วสูงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาของการวิ่ง ซึ่งทำให้ร่างกายเกิดความล้าสูง (Mendez-Villanueva, Hamer, & Bishop, 2007) ขัดแย้งกับงานวิจัยที่มีการศึกษาก่อนหน้านี้ ที่ทำการเปรียบเทียบการตอบสนองทางสรีรวิทยาของความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง (Buchheit et al., 2010) โดยการศึกษาดังกล่าวไม่ได้ทำการปรับระยะทางของการวิ่งแต่ละรูปแบบให้มีระยะเวลาใกล้เคียงกัน จึงอาจส่งผลให้ปริมาณแลคเตทในเลือดมีค่าสูงกว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ทางตรงเพียงอย่างเดียว ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาในครั้งนี้ที่มีการปรับระยะทางของการวิ่งแต่ละรูปแบบเพื่อให้เวลาใกล้เคียงกันและเมื่อเปรียบเทียบการวิ่งบนพื้นไม้ปาร์เกต์กับพื้นทราย พบว่าการวิ่งบนพื้นไม้ปาร์เกต์นั้นมีแนวโน้มของปริมาณแลคเตทในเลือดสูงกว่าการวิ่งบนพื้นทรายเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักกีฬาสามารถทำความเร็วในการวิ่งได้อย่างเต็มที่ตลอดระยะเวลาในการวิ่ง อย่างไรก็ตามการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นทรายทั้ง 3 รูปแบบนั้น ไม่พบความแตกต่างของปริมาณแลคเตทในเลือดซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า การวิ่งบนพื้นทรายนั้น นักกีฬาไม่สามารถทำความเร็วได้อย่างเต็มที่ จึงอาจส่งผลให้ร่างกายมีการทำงานในระดับความหนักที่ต่ำกว่า และไม่พบความแตกต่างของความล้าในการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทางและการวิ่งทางตรง (Irigoyen et al., 2017; Sassi et al., 2009)

อัตราการใช้ออกซิเจนในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) บนพื้นไม้ปาร์เกต์ มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยสูงกว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางรูปแบบอื่น ๆ (Sanchez et al., 2016) อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่มีการศึกษาเกี่ยวกับการตอบสนองทางสรีรวิทยาของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ก่อนหน้านี้ พบว่าในระหว่างการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา (วิ่งไป-กลับ) ส่งผลให้กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อช่วงบนของร่างกายมีรูปแบบที่ซับซ้อนกว่าการวิ่งทางตรง จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้การวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทางมีการตอบสนองทางสรีรวิทยาในระดับที่สูงกว่าการวิ่งทางตรง (Buchheit et al., 2010) ในขณะที่การศึกษานี้มีการปรับระยะทางของการวิ่งแต่ละรูปแบบเพื่อให้เวลาใกล้เคียงกัน พบว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) มีค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงขึ้นมากกว่าการวิ่งที่มีการเปลี่ยน

ทิศทางการบินอื่น ๆ ซึ่งเกิดจากการวิ่งในทางตรงระบบหายใจมีการทำงานในระดับที่สูงกว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางการบินอื่น ๆ เมื่อระบบหายใจมีการทำงานในระดับที่สูงขึ้นทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สเพิ่มมากขึ้น ร่างกายจึงมีความต้องการในการใช้ออกซิเจนในระดับสูงเพื่อลดการเกิดสภาวะการขาดออกซิเจนในร่างกาย (Buchheit et al., 2009) โดยการเพิ่มขึ้นของการใช้ออกซิเจนภายหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) เกิดจากปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น การสังเคราะห์อะดีโนซีนไตรฟอสเฟส และครีเอทีนฟอสเฟส การเปลี่ยนถ่ายสถานะของปริมาณแลคเตท การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของร่างกาย และการหมุนเวียนของปริมาณการระบายอากาศ อย่างไรก็ตาม การหมุนเวียนของการระบายอากาศและอุณหภูมิอาจจะส่งผลต่อการใช้ออกซิเจน แต่อยู่ในระดับที่น้อยมาก (น้อยกว่าออกซิเจน 1 ลิตร) (Borsheim & Bahr, 2003)

ปริมาณการระบายอากาศเข้า-ออก และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ในการวิ่งทางตรงมีแนวโน้มค่าเฉลี่ยสูงกว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางการบินอื่น ๆ เนื่องจากปริมาณการระบายอากาศเข้า-ออกในระหว่างการวิ่งนั้นมีการแลกเปลี่ยนอากาศเข้าออกระหว่างปอดกับอากาศภายนอกในร่างกาย ซึ่งเป็นกระบวนการที่ส่งผลสำคัญต่อการนำปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากปอดมากที่สุด ไม่ใช่การนำเข้าออกซิเจนเข้าสู่ร่างกาย (Mora Carpio & Mora, 2019) จึงทำให้แนวโน้มของค่าเฉลี่ยของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์กับปริมาณการระบายอากาศเข้า-ออกมีความใกล้เคียงกัน

การตอบสนองทางด้านสมรรถนะ

ความเร็วสูงสุดและค่าเฉลี่ยของความเร็วในการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา หรือทางตรง บนพื้นไม้ปาร์เกต์มีค่าเฉลี่ยของเวลาที่เร็วที่สุด (Irigoyen et al., 2017) เพราะการวิ่งทางตรง ไม่มีการเปลี่ยนทิศทาง ทำให้ร่างกายสามารถทำความเร็วได้อย่างเต็มที่ (Sassi et al., 2009) อย่างไรก็ตาม เมื่อร่างกายสามารถทำความเร็วได้อย่างเต็มที่ในทุก ๆ ครั้งที่มีการวิ่ง พบว่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของความเร็วในการวิ่งทางตรงนั้นยังมีค่าที่สูงกว่าการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา หรือการวิ่งไป-กลับ ซึ่งการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา หรือการวิ่งแบบไป-กลับนั้น มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของความเร็วที่ต่ำกว่าจึงทำให้สามารถควบคุมความเร็วในการวิ่งแต่ละครั้งได้สม่ำเสมอมากกว่า แต่ความเร็วในการวิ่งในแต่ละครั้งจะช้ากว่าการวิ่งทางตรงเพียงอย่างเดียว ส่วนการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 90 องศา นั้นมีค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุดในการวิ่งและค่าเฉลี่ยของความเร็วในการวิ่งที่สูงที่สุด อาจจะเป็นรูปแบบวิธีการฝึกที่สามารถนำไปประยุกต์เพื่อการฝึกซ้อมได้เช่นกัน (Sanchez-Sanchez et al., 2018).

ตลอดช่วงเวลาของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ระบบพลังงานของร่างกายมีการสำรองพลังงานทั้งแบบที่ใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนควบคู่กัน การวิ่งในลักษณะดังกล่าวเป็นรูปแบบการวิ่งที่ความหนักในระดับสูง ทำให้ร่างกายมีการทำงานอย่างหนัก การสันดาปพลังงานของร่างกายจึงมีการทำงานอย่างซับซ้อนทั้งในรูปแบบที่ใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนในระดับที่สูงขึ้น เมื่อเริ่มวิ่ง ร่างกายจะมีความต้องการในการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นในระดับที่สูงทันที แต่ระบบการหายใจยังไม่สามารถนำออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายและจ่ายออกซิเจนให้กล้ามเนื้อได้ทันเพียงพอทำให้เกิดสภาวะการขาดออกซิเจนชั่วคราว (O_2 deficit) กล้ามเนื้อต้องนำออกซิเจนจากแหล่งสะสมอื่น ๆ ในร่างกายมาเพื่อสันดาปพลังงานก่อนขณะที่ร่างกายยังคงอยู่ในสภาวะที่มีการทำงานในระดับความหนักสูง และมีการใช้หนี้ออกซิเจน (O_2 debt) ภายหลังการวิ่งในแต่ละเที่ยวรวมถึงภายหลังการฝึก เมื่อออกซิเจนไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย กระบวนการสันดาปพลังงานของร่างกายจะมีการตอบสนองโดยจะใช้วิธีการสันดาปพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นและส่งผลทำให้ร่างกายเกิดกรดแลคติกสะสมในกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ทางตรงมีแนวโน้มการตอบสนองทางสรีรวิทยาส่งผลไปจนถึงมีค่าเฉลี่ยเวลาของสมรรถนะด้านความเร็วที่ดีกว่าการวิ่งที่มีการเปลี่ยนทิศทางในรูปแบบอื่น ๆ

การประยุกต์เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

จากการวิจัยครั้งนี้ ผลการศึกษาพบว่า การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ทางตรงส่งผลต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่สูงกว่าการวิ่งรูปแบบอื่น ๆ รวมไปถึงมีค่าเฉลี่ยของสมรรถนะด้านความเร็วที่ดีกว่าการวิ่งรูปแบบอื่น ๆ ซึ่งจากผลการวิจัยที่ได้ ผู้ฝึกสอนสามารถนำไปปรับใช้กับกลุ่มกีฬาประเภททีม หรือกลุ่มกีฬาที่มีลักษณะการเคลื่อนที่คล้ายกัน

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงผลการตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะของความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางการวิ่งบนพื้นที่มีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยเห็นว่าควรมีการศึกษาเพิ่มเติม โดยมีข้อเสนอแนะดังนี้

- เพิ่มการศึกษาตัวแปรทางด้านสรีรวิทยา เช่น การตรวจวัดภาวะการอักเสบของกล้ามเนื้อ การตรวจวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมัดหลักที่ใช้ในการวิ่ง การวัดพลังงานที่ใช้ในการทดสอบในการวิ่งแต่ละรูปแบบ

- เพิ่มการศึกษาตัวแปรทางด้านสมรรถนะโดยการนำรูปแบบการวิ่งไปฝึกในนักกีฬา
- เพิ่มการศึกษาตัวแปรทางด้านชีวกลศาสตร์ เช่น การวัดความยาวก้าวหรือลักษณะ

ลักษณะการเคลื่อนที่ในการวิ่งแต่ละรูปแบบ



บรรณานุกรม

- Alvarez, J. C. B., D'Ottavio, S., Vera, J. G., & Castagna, C. (2009). Aerobic fitness in futsal players of different competitive level. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 2163-2166. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b7f8ad
- Attene, G., Laffaye, G., Chaouachi, A., Pizzolato, F., Migliaccio, G. M., & Padulo, J. (2015). Repeated sprint ability in young basketball players: One vs. two changes of direction (Part 2). *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1553-1563. doi:10.1080/02640414.2014.996182
- Attene, G., Nikolaidis, P. T., Bragazzi, N. L., Dello Iacono, A., Pizzolato, F., Zagatto, A. M., . . . Padulo, J. (2016). Repeated Sprint Ability in Young Basketball Players (Part 2): The Chronic Effects of Multidirection and of One Change of Direction Are Comparable in Terms of Physiological and Performance Responses. *Frontiers in Physiology*, 7, 10. doi:10.3389/fphys.2016.00262
- Barbero, J. C., Granda-Vera, J., Calleja-Gonzalez, J., & Del Coso, J. (2014). Physical and physiological demands of elite team handball players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(3), 921-933. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000346135600021
- Binnie, M. J., Dawson, B., Arnot, M. A., Pinnington, H., Landers, G., & Peeling, P. (2014). Effect of sand versus grass training surfaces during an 8-week pre-season conditioning programme in team sport athletes. *Journal of Sports Sciences*, 32(11), 1001-1012. doi:10.1080/02640414.2013.879333
- Binnie, M. J., Dawson, B., Pinnington, H., Landers, G., & Peeling, P. (2013a). Effect of training surface on acute physiological responses after interval training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(4), 1047-1056. doi:10.1519/JSC.0b013e3182651fab
- Binnie, M. J., Dawson, B., Pinnington, H., Landers, G., & Peeling, P. (2013b). Part 2: Effect of training surface on acute physiological responses after sport-specific training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(4), 1057-1066.

doi:10.1519/JSC.0b013e3182651d63

Binnie, M. J., Dawson, B., Pinnington, H., Landers, G., & Peeling, P. (2014). Sand training: A review of current research and practical applications. *Journal of Sports Sciences*, 32(1), 8-15. doi:10.1080/02640414.2013.805239

Binnie, M. J., Peeling, P., Pinnington, H., Landers, G., & Dawson, B. (2013). Effect of surface-specific training on 20 -m sprint performance on sand and grass surfaces. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(12), 3515-3520. doi:10.1519/JSC.0b013e31828f043f

Borg, G. A. V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(5). Retrieved from https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/1982/05000/Psychophysical_bases_of_perceived_exertion.12.aspx

Born, D. P., Zinner, C., Duking, P., & Sperlich, B. (2016). Multi-directional sprint training improves change-of-direction speed and reactive agility in young highly trained soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 15(2), 314-319. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000376453100015

Borsheim, E., & Bahr, R. (2003). Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. *Sports Medicine*, 33(14), 1037-1060. doi:10.2165/00007256-200333140-00002

Brown, H., Dawson, B., Binnie, M. J., Pinnington, H., Sim, M., Clemons, T. D., & Peeling, P. (2017). Sand training: Exercise-induced muscle damage and inflammatory responses to matched-intensity exercise. *European Journal of Sport Science*, 17(6), 741-747. doi:10.1080/17461391.2017.1304998

Buchheit, M. (2010). Performance and physiological responses to repeated-sprint and jump sequences. *European Journal of Applied Physiology*, 110(5), 1007-1018. doi:10.1007/s00421-010-1587-3

Buchheit, M., Bishop, D., Haydar, B., Nakamura, F. Y., & Ahmaidi, S. (2010). Physiological responses to shuttle repeated-sprint running. *International Journal of Sports Medicine*, 31(6), 402-409. doi:10.1055/s-0030-1249620

- Buchheit, M., Cormie, P., Abbiss, C. R., Ahmaidi, S., Nosaka, K. K., & Laursen, P. B. (2009). Muscle deoxygenation during repeated sprint running: Effect of active vs. passive recovery. *International Journal of Sports Medicine*, 30(6), 418-425. doi:10.1055/s-0028-1105933
- Buchheit, M., Haydar, B., & Ahmaidi, S. (2012). Repeated sprints with directional changes: do angles matter? *Journal of Sports Sciences*, 30(6), 555-562. doi:10.1080/02640414.2012.658079
- Dellal, A., Keller, D., Carling, C., Chaouachi, A., Wong, D. P., & Chamari, K. (2010). Physiologic effects of directional changes in intermittent exercise in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3219-3226. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b94a63
- Dellal, A., & Wong, D. P. (2013). Repeated Sprint and Change-of-Direction Abilities in Soccer Players: Effects of Age Group. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(9), 2504-2508. doi:10.1519/JSC.0b013e31827f540c
- Fletcher, I. M., & Monte-Colombo, M. M. (2010). AN INVESTIGATION INTO THE EFFECTS OF DIFFERENT WARM-UP MODALITIES ON SPECIFIC MOTOR SKILLS RELATED TO SOCCER PERFORMANCE. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(8), 2096-2101. doi:10.1519/JSC.0b013e3181e312db
- Gaudino, P., Gaudino, C., Alberti, G., & Minetti, A. E. (2013). Biomechanics and predicted energetics of sprinting on sand: Hints for soccer training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(3), 271-275. doi:10.1016/j.jsams.2012.07.003
- Gharbi, Z., Dardouri, W., Haj-Sassi, R., Chamari, K., & Souissi, N. (2015). Aerobic and anaerobic determinants of repeated sprint ability in team sports athletes. *Biology of Sport*, 32(3), 207-212. doi:10.5604/20831862.1150302
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-Sprint Ability — Part I. *Sports Medicine*, 41(8), 673-694. doi:10.2165/11590550-000000000-00000
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Martino, F., Fiorini, S., & Wisloff, U. (2008). Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and

- jumping and sprinting ability in soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 42(1), 5. doi:10.1136/bjsm.2007.038497
- Irigoyen, J. Y., Azcarate, U., & Los Arcos, A. (2017). Analysis of the repeated sprints ability with and without change of direction in professional soccer players. *Sport Tk-Revista Euroamericana De Ciencias Del Deporte*, 6(1), 51-56. Retrieved from <Go to WoS>:/WOS:000376620200013
- Katkat, D., Bulut, Y., Demir, M., & Akar, S. (2009). EFFECTS OF DIFFERENT SPORT SURFACES ON MUSCLE PERFORMANCE. *Biology of Sport*, 26(3), 285-296. doi:10.5604/20831862.894793
- Lacour, J. R., & Bourdin, M. (2015). Factors affecting the energy cost of level running at submaximal speed. *European Journal of Applied Physiology*, 115(4), 651-673. doi:10.1007/s00421-015-3115-y
- Lefchak, F. J., & Longen, W. C. (2014). IS THERE A RELATIONSHIP BETWEEN THE TYPE OF FLOOR ON FUTSAL COURTS AND MUSCULATURE ADAPTIVE RESPONSES OF FUTSAL MALE ATHLETES? *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*, 20(1), 8-12. doi:10.1590/s1517-86922014000100001
- Mendez-Villanueva, A., Hamer, P., & Bishop, D. (2007). Physical fitness and performance. Fatigue responses during repeated sprints matched for initial mechanical output. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(12), 2219-2225. doi:10.1249/mss.0b013e31815669dc
- Milanez, V. F., Pedro, R. E., Moreira, A., Boullosa, D. A., Salle-Neto, F., & Nakamura, F. Y. (2011). The Role of Aerobic Fitness on Session Rating of Perceived Exertion in Futsal Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(3), 358-366. doi:10.1123/ijsp.6.3.358
- Mora Carpio, A. L., & Mora, J. I. (2019). *Ventilator Management*: StatPearls Publishing, Treasure Island (FL).
- Naser, N., Ali, A., & Macadam, P. (2017). Physical and physiological demands of futsal. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 15(2), 76-80. doi:10.1016/j.jesf.2017.09.001
- Ozmen, T., Gunes, G. Y., Ucar, I., Dogan, H., & Gafuroglu, T. U. (2017). Effects of

- respiratory muscle training on pulmonary function and aerobic endurance in soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(5), 507-513. doi:10.23736/s0022-4707.16.06283-6
- Pinnington, H. C., & Dawson, B. (2001a). The energy cost of running on grass compared to soft dry beach sand. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 4(4), 416-430. doi:10.1016/s1440-2440(01)80051-7
- Pinnington, H. C., & Dawson, B. (2001b). Running economy of elite surf iron men and male runners, on soft dry beach sand and grass. *European Journal of Applied Physiology*, 86(1), 62-70. doi:10.1007/s004210100472
- Pinnington, H. C., Lloyd, D. G., Besier, T. F., & Dawson, B. (2005). Kinematic and electromyography analysis of submaximal differences running on a firm surface compared with soft, dry sand. *European Journal of Applied Physiology*, 94(3), 242-253. doi:10.1007/s00421-005-1323-6
- Puente, C., Abian-Vicen, J., Areces, F., Lopez, R., & Del Coso, J. (2017). Physical and Physiological Demands of Experienced Male Basketball Players During a Competitive Game. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 956-962. doi:10.1519/jsc.0000000000001577
- Ruscello, B., Tozzo, N., Briotti, G., Padua, E., Ponzetti, F., & D'Ottavio, S. (2013). Influence of the number of trials and the exercise to rest ratio in repeated sprint ability, with changes of direction and orientation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(7), 1904-1919. doi:10.1519/JSC.0b013e3182736adf
- Sanchez-Sanchez, J., Carretero, M., Ramirez-Campillo, R., Petisco, C., Diego, M., Gonzalo-Skok, O., & Nakamura, F. Y. (2018). EFFECTS OF HIGH-INTENSITY TRAINING WITH ONE VERSUS THREE CHANGES OF DIRECTION ON YOUTH FEMALE BASKETBALL PLAYERS' PERFORMANCE. *Kinesiology*, 50, 117-125. Retrieved from <Go to WoS>://WOS:000355603000008

- Sanchez, J. S., Familiar, C. H., Munoz, V. M., Garcia, A. G., Fernandez, A. R., & Gonzalez, M. C. (2016). Effect of intermittent training with and without direction changes on the physical performance of young players. *Retos-Nuevas Tendencias En Educacion Fisica Deporte Y Recreacion*(30), 70-75. Retrieved from <Go to WoS>://WOS:000432228800013
- Sassi, R. H., Yahmed, M. H., Dardouri, W., Kachouri, M., Jerbi, C., & Gharbi, Z. (2009). Relationship between straight and change of direction repeated sprint performances. *Science & Sports*, 24(6), 308-314. doi:10.1016/j.scispo.2009.03.003
- SISMES VII NATIONAL CONGRESS. (2015). *Sport Sciences for Health*, 11(1), 1-102. doi:10.1007/s11332-015-0234-0
- Soyal, M., Eryilmaz, S. K., Polat, M., & Aydogan, S. (2017). Comparison of maximal oxygen uptake and anaerobic threshold in soccer and handball players. *Physical Education of Students*, 21(4), 171-175. doi:10.15561/20755279.2017.0404
- Spencer, M., Fitzsimons, M., Dawson, B., Bishop, D., & Goodman, C. (2006). Reliability of a repeated-sprint test for field-hockey. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(1-2), 181-184. doi:10.1016/j.jsams.2005.05.001
- Stojanovic, E., Stojiljkovic, N., Scanlan, A. T., Dalbo, V. J., Berkelmans, D. M., & Milanovic, Z. (2018). The Activity Demands and Physiological Responses Encountered During Basketball Match-Play: A Systematic Review. *Sports medicine*, 48(1), 111-135. doi:10.1007/s40279-017-0794-z
- Tanner, R. K., Fuller, K. L., & Ross, M. L. R. (2010). Evaluation of three portable blood lactate analysers: Lactate Pro, Lactate Scout and Lactate Plus. *European Journal of Applied Physiology*, 109(3), 551-559. doi:10.1007/s00421-010-1379-9
- Taylor, J., Macpherson, T., Spears, I., & Weston, M. (2015). The effects of repeated-sprint training on field-based fitness measures: A meta-analysis of controlled and non-controlled trials. *Sports Medicine*, 45(6), 881-891. doi:10.1007/s40279-015-0324-9
- เกริกวิทย์ พงศ์ศรี, อมรพันธ์ อัจจิมาพร และ สุภาภรณ์ ศิลาเลิศเดชกุล. (2558). การฝึกความแข็งแรงควบคู่กับความอดทนสำหรับนักกีฬาประเภทที่มีการแข่งขันแบบหนักสลับช่วง. *วารสารคณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 18 (2), 1-15.

เกริกวิทย์, พ. (2560). ผลของการฝึกความแข็งแรงชนิดเฉพาะควบคู่กับการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ ที่มีต่ออินซูลินไลค์โกรทแฟคเตอร์ชนิดที่ 1 และสมรรถภาพทางกายในนักกีฬาฟุตบอล. ปรินญานินพนธ์ (ปร.ด. (วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2560.,



ภาคผนวก

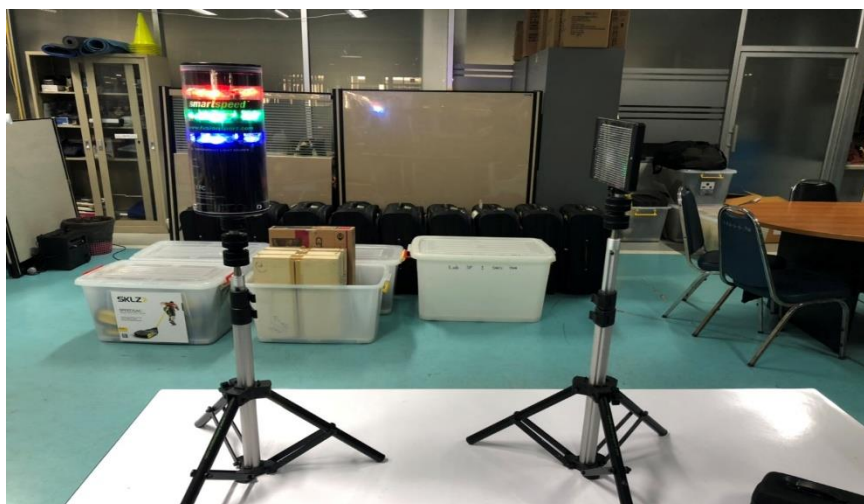


ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



เครื่องวัดสมรรถนะด้านความเร็ว

ยี่ห้อ SMART SPEED ยี่ห้อ Fusion Sport (Fusion Sport Pty Ltd, Coopers Plains, Queensland, Australia)



ภาพประกอบ 8 แสดงเครื่องวัดสมรรถนะด้านความเร็ว

(Fusion Sport Fusion Sport Pty Ltd, Coopers Plains, Queensland, Australia)

ใช้ทดสอบความเร็วในการทดสอบความเร็วในการวิ่ง 30 เมตรและ การทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ทุกรูปแบบ โดยปรับเสาแสดงสัญญาณไฟและเซนเซอร์ที่ความสูงประมาณ 1 เมตร และมีระยะห่างประมาณ 2 เมตร

เครื่องวัดปริมาณแลคเตทในเลือด

ยี่ห้อ Lactate Plus Meter และ Lactate Plus Meter Test Strips (Nova Biomedical, MA, USA)



ภาพประกอบ 9 แสดงเครื่องมือวัดปริมาณแลคเตท

(Lactate Plus Meter, Lactate Plus Meter Test Strips Nova Biomedical, MA, USA)

การวัดปริมาณแลคเตทในเลือดโดยการเจาะที่บริเวณปลายนิ้วมือ ในปริมาณ 0.7 ไมโครลิตร โดยวัดในช่วงก่อนการอบอุ่นร่างกาย และหลังทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ

เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนแก๊สแบบพกพา

ยี่ห้อ COSMED K5 (Cosmed The Metabolic Company, Roma, Italy)



ภาพประกอบ 10 แสดงเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนแก๊สแบบพกพา
(COSMED K5, Cosmed The Metabolic Company, Roma, Italy)

ใช้ทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\text{Max}$) ของกลุ่มตัวอย่าง และใช้วัดอัตราการใช้ออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในระหว่างการทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นผิวที่แตกต่างกันทุกรูปแบบ

เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

ยี่ห้อ Garmin รุ่น Soft Strap Premium Heart Rate Monitor ความถี่ 2.4 GHz (Garmin (Asia) Corporation, New Taipei City 221 , Taiwan)



ภาพประกอบ 11 แสดงเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ
(Garmin รุ่น Soft Strap Premium Heart Rate Monitor ความถี่ 2.4 GHz (Garmin (Asia) Corporation, New Taipei City 221 , Taiwan)

ใช้วัดอัตราการเต้นของชีพจรขณะพัก และใช้ในการบันทึกอัตราการเต้นของชีพจรในระหว่างการทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน ทุกรูปแบบ

ความรู้สึกเหนื่อยสัมพัทธ์

CR 10 Borg's scale, RPE

0	Nothing at all
0.5	Extremely Weak
1	Very Weak
2	Weak
3	Moderate
4	Some Strong
5	Strong
6	Very Strong
7	
8	Extremely Strong
9	
10	
-	Absolute maximum

ภาพประกอบ 12 แสดงการวัดความรู้สึกเหนื่อยสัมพัทธ์

(CR 10 Borg's scale, RPE) ดัดแปลงมาจาก BORG, G. A. V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. Medicine & Science in Sports & Exercise, 14(5), 377-381.

ใช้วัดความรู้สึกเหนื่อยสัมพัทธ์ หลังการทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน ทุกรูปแบบ

เครื่องมือวัดอุณหภูมิ

ยี่ห้อ (HEAT INDEX WBGT METER Model : WBGT-2010SD) (Min Chuan West Road, 103
Taipei, Taiwan)



ภาพประกอบ 13 แสดงเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่ใช้ในการควบคุมการวิจัย
(HEAT INDEX WBGT METER Model : WBGT-2010SD) (Min Chuan West Road, 103
Taipei, Taiwan)

ใช้วัดระดับอุณหภูมิระหว่างการทดสอบความเร็วในการวิ่ง 30 เมตร และการทดสอบ
ความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน
ทุกรูปแบบ

กรวย

กรวยขนาดใหญ่ ความสูง 50 เซนติเมตร



ภาพประกอบ 14 แสดงรูปกรวยความสูง 50 เซนติเมตร

ใช้เป็นสัญลักษณ์ในการกำหนดการเปลี่ยนทิศทางในระหว่างการทดสอบความเร็วในการวิ่ง 30 เมตร และการทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน ทุกรูปแบบ



ภาคผนวก ข

พินิจนามในการทดสอบ

พื้นทราย



ภาพประกอบ 15 พื้นทรายที่ใช้ในการทดสอบ
มีลักษณะเป็นพื้นทรายแห้ง มีความลึก 30 เซนติเมตร (Gaudino, Alberti, & Minetti,
2013) ปราศจากการอัดแน่น

พื้นไม้ปาร์เกต์



ภาพประกอบ 16 พื้นไม้ปาร์เกต์ที่ใช้ในการทดสอบ
พื้นไม้ปาร์เกต์ เป็นพื้นไม้ที่มีผิวเรียบชนิดที่มียางรอง (RUBBER SUPPORT PAD) อยู่
ภายในสนามกีฬาในร่ม





ภาพประกอบ 17 การสวมใส่เครื่องวิเคราะห์แก๊ส



ภาพประกอบ 18 การทดลองบนพื้นไม้ปาร์เกต์



ภาพประกอบ 19 การทดลองบนพื้นทราย





หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย
เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยและยินยอม

หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC- 015/2562E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจาก คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและ ข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: การตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะของความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด แบบซ้ำๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน

ชื่อผู้วิจัยหลัก: นายวิญญู คำรส

สังกัด: คณะพลศึกษา

เอกสารที่รับรอง:

1. แบบเสนอโครงการวิจัย
2. โครงการวิจัย
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เอกสารที่พิจารณาทบทวน

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1. แบบเสนอโครงการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 2 เม.ย. 2562 |
| 2. โครงร่างการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 2 เม.ย. 2562 |
| 3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 2 เม.ย. 2562 |
| 4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 2 เม.ย. 2562 |

(ลงชื่อ).....

(นายปิยชาติ บุญเพ็ญ)

กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ).....

(แพทย์หญิงสุวิพร ภักธสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/E-015/2562

วันที่ให้การรับรอง : 02/04/2562

วันหมดอายุใบรับรอง : 02/04/2563



เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย

(Participant Information Sheet)

ในเอกสารนี้อาจมีข้อความที่ท่านอ่านแล้วยังไม่เข้าใจ โปรดสอบถามหัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้แทนให้ช่วยอธิบายจนกว่าจะเข้าใจดี ท่านอาจจะขอเอกสารนี้กลับไปอ่านที่บ้านเพื่อปรึกษาหารือกับญาติพี่น้อง เพื่อนสนิท แพทย์ประจำตัวของท่าน หรือแพทย์ท่านอื่น เพื่อช่วยในการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะของความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย นาย วทีญญ คำรส

สถานที่วิจัย ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การกีฬา สนามกีฬาในร่มอาศรมกีฬา 2 และสนามวอลเลย์บอลชายหาด ศูนย์กีฬา สิรินคร คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์

สถานที่ทำงานและหมายเลขโทรศัพท์ของหัวหน้าโครงการวิจัยที่ติดต่อได้ทั้งในและนอกเวลาราชการ 094-8088105

ผู้สนับสนุนทุนวิจัย

ระยะเวลาในการวิจัย ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลตั้งแต่ เดือน พฤษภาคม 2562 ถึง มิถุนายน 2562 รวมระยะเวลา 1 เดือน โครงการวิจัยนี้ทำขึ้นเพื่อ

ศึกษาเกี่ยวกับการตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทาง 0 องศา (ทางตรง) 90 องศา และ 180 องศาบนพื้นไม้ปาร์เกต์และพื้นทราย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

ทำให้ทราบถึงผลทางด้านการตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้ฝึกสอนสามารถนำผลวิจัยที่ได้ไปปรับใช้เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนานักกีฬาต่อไป

ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมการวิจัยนี้เพราะ

เป็นนักกีฬาประเภททีม (ฟุตบอล บาสเกตบอล แอธเลติก) อายุ 19 ปีขึ้นไป ซึ่งมีการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่อง มีสภาพร่างกายที่เหมาะสมและสอดคล้องกับงานวิจัยซึ่งศึกษาเกี่ยวกับนักกีฬาประเภททีม จะมีผู้เข้าร่วมการวิจัยนี้ทั้งสิ้นประมาณ จำนวน 12 คน จะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งการแบ่งผู้เข้าร่วมวิจัยจะเป็นการนำข้อมูลของความเร็วในการวิ่ง ระยะ 30 เมตร 0 องศา (ทางตรง) จากการทดสอบมาเรียงลำดับโดยเรียงลำดับจาก 1 ถึง 12 แล้วแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม A ลำดับที่ 1 3 5 7 9 และ 11 กลุ่ม B ลำดับที่ 2 4 6 8 10 และ 12

หากท่านตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัยแล้ว จะมีขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้คือ

ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะทำการทดสอบข้อมูลขั้นพื้นฐาน ได้แก่ การชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดอัตราการเต้นของชีพจร และทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด เมื่อทำการทดสอบข้อมูลขั้นพื้นฐานแล้วจะมีการพักอย่างน้อย 48 ชั่วโมงเพื่อทำการทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตร บนพื้นไม้ปาร์เกต์ โดยเป็นการทดสอบการวิ่ง 0 องศา (ทางตรง) 90 องศา และ 180 องศา ทุกรูปแบบจะมีระยะทางในการวิ่ง 30 เมตร เมื่อทำการทดสอบเสร็จสิ้นแล้วจะมีการพักอย่างน้อย 48 ชั่วโมงและทำการทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตร รูปแบบเดิมอีกครั้งแต่จะเปลี่ยนจากการทดสอบบนพื้นไม้ปาร์เกต์เป็นการทดสอบบนพื้นทราย และนำความเร็วที่ได้จากการทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตร 0 องศา (ทางตรง) มาแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งการทดสอบข้อมูลขั้นพื้นฐานและความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตรบนพื้นไม้ปาร์เกต์และบนพื้นทรายจะทดสอบครั้งละ 6 คน แต่ละคนจะทดสอบรูปแบบละไม่เกิน 1 ชั่วโมง การทดสอบทั้งหมด 3 รูปแบบนี้ จะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 1 สัปดาห์



ภาพประกอบ ขั้นตอนการทดสอบข้อมูลขั้นพื้นฐาน ความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตร และการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อทำการทดสอบข้อมูลขั้นพื้นฐานและความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตรเสร็จสิ้นแล้วจากนั้นจะมีการพักอย่างน้อย 48 ชั่วโมง เพื่อทำการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ โดยแบ่งเป็น 2 โดยแบ่งกลุ่มตามรายละเอียดที่ได้ชี้แจงก่อนหน้านี้ ได้แก่ กลุ่ม A จะทำการทดสอบบนพื้นไม้ปาร์เกต์ ที่มุม 0 องศา (ทางตรง) 90 องศา และ 180 องศา กลุ่ม B จะทำการทดสอบบนพื้นทราย ที่มุม 0 องศา (ทางตรง) 90 องศา และ 180 องศา ซึ่งการทดสอบแต่ละครั้ง จะมีการพักอย่างน้อย 48 ชั่วโมง เมื่อทำการทดสอบทั้งหมดเสร็จแล้วจะทำการทดสอบแบบไขว้สลับกัน โดยกลุ่ม A จะทดสอบบนพื้นทราย และกลุ่ม B จะทำการทดสอบบนพื้นไม้ปาร์เกต์ในรูปแบบการวิ่ง 0 องศา (ทางตรง) 90 องศา และ 180 องศา เช่นเดิม โดยมีรายละเอียดการทดสอบดังนี้

-การทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ

การทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆแบบมีการเปลี่ยนทิศทางโดยเครื่องวัดความเร็ว (SMART SPEED) (Fusion Sport Pty Ltd, Coopers Plains, Queensland, Australia) โดยเริ่มทำการเจาะเลือดเพื่อวัดปริมาณแลคเตทในเลือด ปริมาณ 0.7 ไมโครลิตร (Lactate Plus Meter, Lactate Plus Meter Test Strips) (Nova Biomedical, MA, USA) ก่อนการอบอุ่นร่างกาย 1 นาที จากนั้นจะทำการอบอุ่นร่างกายประมาณ 10 นาที เมื่อทำการอบอุ่นร่างกายเสร็จสิ้นแล้วจะพักประมาณ 3 นาที จากนั้นจะทำการสวมเครื่องวิเคราะห์แก๊ส (COSMED K5) (Cosmed The Metabolic Company,

MF-10-1-version-2.0

วันที่ 18 ธ.ค. 61

Roma, Italy) แล้วเริ่มทดสอบ โดยทำการวิ่ง จำนวน 6 เที้ยว แต่ละเที้ยวพัก 25 วินาที ในลักษณะที่มีการวิ่งเหยาะๆ ที่ความเร็วประมาณ 2 เมตร/ วินาที เมื่อทำการทดสอบเสร็จแล้วผู้เข้าร่วมวิจัยจะทำการนั่งพักประมาณ 3 นาที แล้วทำการเจาะเลือดเพื่อวัดปริมาณแลคเตทในเลือดปริมาณ 0.7 ไมโครลิตร (Lactate Plus Meter, Lactate Plus Meter Test Strips) (Nova Biomedical, MA, USA) ระหว่างการนั่งพัก 3 นาที ก่อนการเจาะเลือดเพื่อวัดปริมาณแลคเตท จะทำการวัดระดับการรับรู้ความรู้สึก (CR 10 Borg's scale, RPE) การทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ผู้เข้าร่วมวิจัยจะทำการทดสอบทั้งหมด จำนวน 6 ครั้ง ๆ ละไม่เกิน 1 ชั่วโมง และจะทำการพักอย่างน้อย 48 ชั่วโมงระหว่างการทดสอบแต่

การทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตร บนพื้นไม้ปาร์เกต์และบนพื้นทราย



การทดสอบความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่มีการเปลี่ยนทิศทางบนพื้นที่แตกต่างกัน



ละแบบ ในการทดสอบแต่ละครั้งจะทำการทดสอบครั้งละ 6 คน โดยกลุ่ม A และกลุ่ม B จะทำการทดสอบคนละวัน

ภาพประกอบ ภาพประกอบ ขั้นตอนการทดสอบความเร็วการวิ่งในระยะ 30 เมตร และ การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ

รายละเอียดการเก็บข้อมูลอื่นๆในระหว่างการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ

การเจาะเลือดเพื่อวัดปริมาณแลคเตทในเลือด

ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการเจาะเลือดเพื่อวัดปริมาณแลคเตทในเลือด (Lactate Plus Meter, Lactate Plus Meter Test Strips) (Nova Biomedical, MA, USA) ทำการวัดทั้งหมด 2 ครั้งได้แก่ ทำการเจาะเลือดเพื่อวัดปริมาณแลคเตทก่อนการอบอุ่นร่างกาย 1 นาทีก่อนในการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ และทำการเจาะเลือดเพื่อวัดปริมาณแลคเตทอีกครั้งหลังจากการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ 3 นาที โดยจะเป็นการเจาะเลือดที่บริเวณปลายนิ้ว โดยเริ่มจากการทำความสะอาดนิ้วมือที่จะทำการเจาะด้วยสำลีสะอาดชุบแอลกอฮอล์ และตามด้วยการเช็ดสำลีสะอาดอีก 1 ครั้ง จากนั้นจะเจาะเพื่อเก็บตัวอย่างเลือดที่ปริมาณ 0.7 ไมโครลิตร โดยเก็บใส่แท่งเก็บแลคเตท (Lactate Plus Meter Test Strips) จากนั้นจะนำเข้าเครื่องวิเคราะห์ (Lactate Plus Meter) ทันที เมื่อทำการเจาะเลือดเพื่อวัดปริมาณแลคเตทเสร็จสิ้นแล้ว ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับสำลีสะอาดเพื่อปิดบริเวณปลายนิ้วที่เจาะเลือด ซึ่งบริเวณปลายนิ้วที่ทำการเจาะนั้นจะ

มีขนาดเล็ก โดยมีนักวิทยาศาสตร์การกีฬาที่มีความเชี่ยวชาญเป็นผู้ทำการเจาะเลือดและมีผู้ช่วยวิจัยคอยช่วยเหลือในระหว่างการเจาะเลือด

การสวมเครื่องวิเคราะห์แก๊สเพื่อวัดการใช้ออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์

จะทำการสวมเครื่องวิเคราะห์แก๊ส (COSMED K5) (Cosmed The Metabolic Company, Roma, Italy) หลังจากการอบอุ่นร่างกายก่อนการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ก่อนการทดสอบทุกครั้งจะต้องทำการทดสอบเครื่องมือทุก ซึ่งจะมีการติดตั้งเครื่องวิเคราะห์แก๊สไว้ด้านหลังของผู้ทดสอบ และจะติดเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Garmin Soft Strap Premium Heart Rate Monitor 2.4 GHz) (Garmin (Asia) Corporation, New Taipei City 221, Taiwan) ไว้ที่บริเวณหน้าอกควบคู่กันเช่นเดียวกัน ซึ่งเครื่องมือทั้ง 2 อย่างนี้เป็นเครื่องมือที่ถูกออกมาเพื่อการทดสอบในภาคสนาม โดยจะมีน้ำหนักเบาและมีขนาดกระทัดรัดและไม่เป็นอุปสรรคในระหว่างการทดสอบ โดยมีผู้ช่วยวิจัยและนักวิทยาศาสตร์การกีฬาที่มีความเชี่ยวชาญเป็นผู้ช่วยควบคุมการใช้เครื่องมือในระหว่างการทดสอบ

การวัดระดับการรับรู้ล้า (CR 10 Borg's scale, RPE)

การวัดระดับการรับรู้ล้าจะทำการวัดโดยการสอบถามผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเลือกตอบหรือชี้แผนการบอกระดับการรับรู้ล้าซึ่งเป็นกระดาษที่มีขนาดใหญ่ โดยจะเขียนเป็นเลขลำดับ 0-10 โดยเรียงจากสภาวะปกติที่เลข 0 ไปจนถึงสภาวะที่เหนื่อยล้าที่สุดที่เลข 10 ในการทดสอบการวัดระดับการรับรู้ล้านั้นจะกระทำการวัดหลังจากการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ เสร็จทันที

-ระยะเวลาในการทดสอบทั้งหมดประมาณ 1 เดือน โดยจะทำการทดสอบทั้งหมด 9 ครั้ง (ทดสอบข้อมูลขั้นพื้นฐาน 1 ครั้ง ทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะ 30 เมตร 2 ครั้ง ทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ 6 ครั้ง) จะทดสอบในช่วงเช้าเวลา 06.00 น. - 07.00 น. ทุกครั้ง

ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นเมื่อเข้าร่วมการวิจัย การวิจัยครั้งนี้จะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 1 เดือน และการทดสอบจะทำการทดสอบบนพื้นไม้ปาร์เกต์และบนพื้นทราย ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อในระหว่างการทดสอบ อย่างไรก็ตามก่อนการทดสอบผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องมีการอบอุ่นร่างกายและเตรียมความพร้อมก่อนการทดสอบทุกครั้ง และผู้เข้าร่วมวิจัยที่เข้าร่วมการทดสอบเป็นนักกีฬาตัวแทนมหาวิทยาลัยที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยในประเทศไทยทำให้มีการฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอ หากเกิดเหตุที่ไม่พึงประสงค์ในระหว่างการเก็บข้อมูลการวิจัย จะทำการหยุดการทดสอบของผู้เข้าร่วมวิจัยคนนั้นทันที และจะทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้นด้วยชุดปฐมพยาบาล หากผู้เข้าร่วมวิจัยมีอาการบาดเจ็บที่รุนแรง จะทำการส่งตัวไปโรงพยาบาลที่ใกล้ที่สุดคือ โรงพยาบาลศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ ซึ่งมีระยะทางห่างจาก อาคารกีฬา 2 ศูนย์กีฬาสินธร ซึ่งเป็นสถานที่ในการทดสอบประมาณ 600 เมตร

หากท่านไม่เข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบต่อน้ำที่การปฏิบัติงานใดๆ ของท่าน หรือส่งผลกระทบต่อการเรียนการสอน การประเมินผลการเรียนของนิสิตแต่อย่างใด

หากมีข้อข้องใจที่จะสอบถามเกี่ยวข้องกับภาควิชา หรือหากเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัย ท่านสามารถติดต่อ นาย วรณัฐ คำรส โทร 094-8088105

ท่านจะได้รับการช่วยเหลือหรือดูแลรักษาการบาดเจ็บ/เจ็บป่วยอันเนื่องมาจากการวิจัยตามมาตรฐานทางการแพทย์ โดยผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาคือ นาย วทีญญ คำรส โทร 094-8088105 และอาจารย์ที่ปรึกษาผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สนธยา สิลขมาต โทร 0867792977

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับการทดสอบเกี่ยวกับการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ซึ่งเป็นรูปแบบทดสอบนี้จะมีการเปลี่ยนนำไปสู่รูปแบบการฝึกที่มีความเหมาะสมและเป็นที่ยอมรับสำหรับการฝึกในกีฬาประเภททีม ซึ่งผู้เข้าร่วมจะได้ทราบว่าวิธีการแบบใดที่จะช่วยให้มีการตอบสนองทางสรีรวิทยาและสมรรถนะมากที่สุด ซึ่งจะเป็นแนวทางที่ใช้ในการฝึกซ้อมต่อไป

ค่าตอบแทนที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับ เงินค่าตอบแทนจำนวน 1,000 บาท

ค่าใช้จ่ายที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องรับผิดชอบเอง ไม่มี

หากมีข้อมูลเพิ่มเติมทั้งด้านประโยชน์และโทษที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะแจ้งให้ทราบโดยรวดเร็วและไม่ปิดบัง

ข้อมูลส่วนตัวของผู้เข้าร่วมการวิจัย จะถูกเก็บรักษาไว้โดยไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล แต่จะรายงานผลการวิจัยเป็นข้อมูลส่วนรวมโดยไม่สามารถระบุข้อมูลรายบุคคลได้ ข้อมูลของผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นรายบุคคล อาจมีคณะบุคคลบางกลุ่มเข้ามาตรวจสอบได้ เช่น ผู้ให้ทุนวิจัย สถาบัน หรือองค์กรของรัฐที่มีหน้าที่ตรวจสอบ รวมถึงคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนมีหน้าที่ตรวจสอบได้

ข้าพเจ้ามีสิทธิ์ถอนตัวออกจากโครงการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า และการไม่เข้าร่วมการวิจัยหรือถอนตัวออกจากโครงการวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบต่อหน้าที่การปฏิบัติงานใดๆ ของท่าน หรือส่งผลกระทบต่อ การเรียนการสอน การประเมินผลการเรียนของนิสิต ท่านมีสิทธิ์ที่จะไม่เข้าร่วมการวิจัยก็ได้โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล

หากท่านได้รับการปฏิบัติที่ไม่ตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงนี้ ท่านสามารถแจ้งให้ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนทราบได้ที่ สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญา และวิจัย อาคารศาสตราจารย์ ดร.สาโรช บัวศรี ชั้น 20 โทร (02) 649-5000 ต่อ 11019 โทรสาร: (02) 259-1822

ลงชื่อ..... ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

(.....)

วันที่.....

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	วาทัญญ คำรส
วัน เดือน ปี เกิด	25 มิถุนายน 2537
สถานที่เกิด	นราธิวาส
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2546 จบการศึกษาระดับประถมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านสบขาม จังหวัดพะเยา พ.ศ. 2549 จบการศึกษาระดับประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวรธนະ สาร จังหวัดสตูล พ.ศ. 2555 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนกีฬาจังหวัดตรัง พ.ศ. 2559 จบการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา และการออกกำลังกาย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พ.ศ. 2562 จบการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การ กีฬาและการออกกำลังกาย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	76/1 หมู่ 6 ตำบล ป่าแกบ่อหิน อำเภอ พงษ์หว้า จังหวัดสตูล 91120