คณะสหเวชศาสตร์
School of Allied Health Sciences

ผลของการเพิ่มน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกัน ต่อชีวกลศาสตร์ของการวิ่ง

Effect of Adding Load on Different Body Location on Running Biomechanics

โดย

ชลธิชา จำปาม่วง

เพชรรัตน์ดา พรมเทพ

สิริยากร ดีดพิมาย

ภาคนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญากายภาพบำบัดบัณฑิต
คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา
ปีการศึกษา 2566

ภาคนิพนธ์ เรื่อง

ผลของการถ่วงน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกัน
ต่อชีวกลศาสตร์ของการวิ่ง

Effect of Adding Load on Different Body Location
on Running Biomechanics

นำเสนอต่อ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา
เพื่อประกอบการศึกษา
ระดับปริญญากายภาพบำบัดบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 28 เดือน กันยายน พ.ศ. 2566

ชลธิชา จำปาม่วง
....
(นางสาวชลธิชา จำปาม่วง)
นิสิต

อรุณีย์ พรหมศรี
....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณีย์ พรหมศรี)
อาจารย์ที่ปรึกษา

เพชรรัตน์ดา พรมเทพ
....
(นางสาวเพชรรัตน์ดา พรมเทพ)
นิสิต

สิริยากร ดีดพิมาย
....
(นางสาวสิริยากร ดีดพิมาย)
นิสิต

คณะกรรมการสอบภาคนิพนธ์ได้อนุมัติให้

ชลธิชา จำปาม่วง

เพชรรัตน์ดา พรมเทพ

สิริยากร ดีดพิมาย

สอบผ่านในรายวิชาภาคนิพนธ์ เรื่อง

ผลของการถ่วงน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกัน
ต่อชีวกลศาสตร์ของการวิ่ง

Effect of Adding Load on Different Body Location
on Running Biomechanics

เมื่อ วันที่ 28 เดือน กันยายน พ.ศ. 2566

....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณีย์ พรหมศรี)
ประธานกรรมการ

....
(อาจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ต๊ะปัญญา)
กรรมการ

....
(อาจารย์ ดร.พนิดา หาญพิทักษ์พงศ์)
กรรมการ

....
(อาจารย์ ดร.พนิดา หาญพิทักษ์พงศ์)
ประธานหลักสูตรกายภาพบำบัดบัณฑิต

....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พุทธิพงษ์ พลคำฮัก)
คณบดีคณะสหเวชศาสตร์

ชีวประวัติ

ชื่อ – สกุล ภาษาไทย	นางสาวชลธิชา จำปาม่วง
ชื่อ – สกุล ภาษาอังกฤษ	Miss Chonthicha Champamuang
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 22 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544
สถานที่เกิด	จังหวัดเลย
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	132 หมู่ 3 ต.ท่าช้างคล้อง อ.ผาขาว จ.เลย 42240
	E-mail: 63130104@up.ac.th
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2560
	โรงเรียนสันติวิทยาสรรพ์ จังหวัดพะเยา
	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2563
	โรงเรียนสันติวิทยาสรรพ์ จังหวัดพะเยา
	ปัจจุบันเป็นนิสิต (กายภาพบำบัด)
	คณะสหเวชศาสตร์
	มหาวิทยาลัยพะเยา
	จังหวัดพะเยา

ชีวประวัติ

ชื่อ – สกุล ภาษาไทย	นางสาวเพชรรัตน์ดา พรมเทพ
ชื่อ – สกุล ภาษาอังกฤษ	Miss Petradda Promthep
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 28 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2545
สถานที่เกิด	จังหวัดอุดรธานี
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	104 หมู่ 4 ต.กุงเก่า อ.ท่าคันโท จ.กาฬสินธุ์ 46190 E-mail: 63130340@up.ac.th
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม จังหวัดขอนแก่น ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย เลย จังหวัดเลย ปัจจุบันเป็นนิสิต (กายภาพบำบัด) คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา

ชีวประวัติ

ชื่อ – สกุล ภาษาไทย	นางสาวสิริยากร ดีดพิมาย
ชื่อ – สกุล ภาษาอังกฤษ	Miss Siriyakorn Deedphimai
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 10 เดือน มกราคม พ.ศ. 2545
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	705/2 หมู่ 1 ต.หนองน้ำใส อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา 30140 E-mail: 63130474@up.ac.th
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสีคิ้ว “สวัสดิ์ผดุงวิทยา” จังหวัดนครราชสีมา ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสีคิ้ว “สวัสดิ์ผดุงวิทยา” จังหวัดนครราชสีมา ปัจจุบันเป็นนิสิต (กายภาพบำบัด) คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา

มหาวิทยาลัยพะเยา UNIVERSITY OF PHAYAO

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณีย์ พรหมศรี ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำตลอดจนดูแลเป็นอย่างดีจนทำให้ภาคนิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมถึงอาจารย์ ดร.พนิดา หาญพิทักษ์พงศ์ อาจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ต๊ะปัญญา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พุทธิพงษ์ พลคำฮัก คณะกรรมการสอบภาคนิพนธ์ ประธานหลักสูตรกายภาพบำบัดบัณฑิต คณบดีคณะสหเวชศาสตร์ คณาจารย์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ประจำสาขาวิชากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยพะเยาทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในการทำภาคนิพนธ์ ขอบพระคุณอาสาสมัครที่ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลครั้งนี้ จนการศึกษาสำเร็จไปได้ด้วยดี จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ชลธิชา จำปาม่วง
เพชรรัตน์ดา พรมเทพ
สิริยากร ดีดพิมาย
28 กันยายน 2566

คำรับรอง

ข้าพเจ้า นางสาวชลธิชา จำปาม่วง นางสาวเพชรรัตน์ดา พรมเทพ และนางสาวสิริยากร ดีดพิมาย นิสิตสาขาวิชากายภาพบำบัด ชั้นปีที่ 4 คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ขอรับรองว่า ภาคนิพนธ์เรื่อง ผลของการเพิ่มน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกันต่อชีวกลศาสตร์ของการวิ่ง (Effect of Adding Load on Different Body Location on Running Biomechanics) เป็นผลการศึกษาซึ่งเกิดจากการศึกษาจริงโดยมิได้คัดลอกหรือดัดแปลงมาจากผลการศึกษาของผู้อื่นที่เคยศึกษาก่อนหน้านี้แต่อย่างใด

ชลธิชา จำปาม่วง
เพชรรัตน์ดา พรมเทพ
สิริยากร ดีดพิมาย
28 กันยายน 2566

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	i
คำรับรอง	ii
สารบัญ	iii
สารบัญรูป	v
สารบัญตาราง	vi
สารบัญคำย่อ	vii
บทคัดย่อภาษาไทย	viii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ix
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์	2
สมมติฐาน	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	3
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการวิ่ง	3
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับกิจกรรมทางกาย	8
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกกำลังกายโดยการถ่วงน้ำหนัก	10
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	13
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา	19
ขอบเขตการวิจัย	19
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	20
ขั้นตอนการดำเนินการ	21
ขั้นตอนการเตรียมโดยคณะผู้วิจัย	23
การวิเคราะห์ข้อมูล	24

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษา	26
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการศึกษา	33
สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา	33
ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ	35
สรุปผลการศึกษา	35
เอกสารอ้างอิง	36
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	39

สารบัญรูป

รูป **หน้า**

รูปที่ 1	แสดงวงจรการวิ่ง	4
รูปที่ 2	แสดงอุปกรณ์และแอปพลิเคชัน RunScribe	13
รูปที่ 3	แสดงตัวแปรด้านประสิทธิภาพของการวิ่ง	14
รูปที่ 4	แสดงการเคลื่อนไหวของข้อเท้า	15
รูปที่ 5	แสดงแรงกระแทกต่อเท้าขณะวิ่ง	16
รูปที่ 6	แสดงตำแหน่งการเพิ่มน้ำหนักในการทดสอบ	22
รูปที่ 7	แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ Run Scribe	23
รูปที่ 8	แสดงผังขั้นตอนการดำเนินงาน	25
รูปที่ 9	แผนภาพแสดงอาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าและเข้าร่วมการศึกษา	27

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 1	แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของข้อมูลทั่วไปในกลุ่มนิสิตมหาวิทยาลัยพะเยา	28
ตารางที่ 2	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพ (Efficiency) แรงกระแทก (Shock) และการเคลื่อนไหวของข้อเท้า (Motion) ของการวิ่ง เมื่อทดสอบโดยการวิ่งถ่วงน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกัน	29
ตารางที่ 3	แสดงผล Post–hoc analysis ของค่าประสิทธิภาพ (Efficiency) แรงกระแทก (Shock) และการเคลื่อนไหวของข้อเท้า (Motion) ของการวิ่ง เมื่อทดสอบโดยการวิ่งถ่วงน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกัน	31

สารบัญคำย่อ

B	=	Body
BW	=	Body weight
LE	=	Lower extremity
NE	=	No weight
T	=	Trunk
UE	=	Upper extremity
MAS	=	Maximum aerobic speed

มหาวิทยาลัยพะเยา UNIVERSITY OF PHAYAO

บทคัดย่อ

การฝึกโดยใช้อุปกรณ์ถ่วงน้ำหนักเป็นหนึ่งในรูปแบบของการฝึกแบบมีแรงต้านที่นิยมนำมาใช้ในการฝึกซ้อมสำหรับนักวิ่ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวิ่ง การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการถ่วงน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกันต่อชีวกลศาสตร์ของการวิ่งในผู้ที่ออกกำลังกายด้วยการวิ่งเป็นประจำ โดยศึกษาในอาสาสมัครเพศชายสุขภาพดีที่ออกกำลังกายด้วยการวิ่งเป็นประจำ จำนวน 15 คน (20.27 ± 1.23 ปี) อาสาสมัครได้รับการทดสอบการวิ่งถ่วงน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกัน 4 ตำแหน่งแบบสุ่ม ได้แก่ บริเวณขา บริเวณแขน บริเวณลำตัว การถ่วงน้ำหนักทั้งหมดของร่างกายที่ร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัวและการวิ่งโดยไม่ถ่วงน้ำหนักบนลู่วิ่งเป็นระยะเวลา 5 นาทีต่อการทดสอบแต่ละตำแหน่งและพักระหว่างการทดสอบ 5 นาที บันทึกข้อมูลผ่านอุปกรณ์ Runscribe^{TM} sensor และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ One-way repeated measure ANOVA เพื่อเปรียบเทียบการทดสอบการวิ่งถ่วงน้ำหนักบนส่วนของร่างกายที่แตกต่างกัน โดยผลการศึกษาหลัก (main effects) พบว่า การถ่วงน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกันส่งผลต่อประสิทธิภาพการวิ่ง (Efficiency) และการเคลื่อนไหวของข้อเท้า (Motion) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสรุป การถ่วงน้ำหนักร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัวบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกันมีผลต่อชีวกลศาสตร์ของการวิ่ง ซึ่งข้อมูลนี้สามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับการฝึกฝนและป้องกันการบาดเจ็บจากการฝึก

คำสำคัญ: ชีวกลศาสตร์ของการวิ่ง เสื้อกั๊กถ่วงน้ำหนัก นักวิ่งสันทนาการ

Abstract

Weighted-vest training is a form of resistance training commonly used by runners to enhance their running performance. The objective of this study was to compare the effects of weight placement in different body positions on the biomechanics of running in individuals who regularly engage in running exercises. The study involved 15 healthy male volunteers (20.27 ± 1.23 years) who regularly participated in running. These volunteers randomly underwent weighted running tests in four different body positions: legs, arms, torso, and a weighted exercise with a total load equivalent to 10 percent of their body weight, as well as running without weights on a treadmill. Each test lasted for 5 minutes, with a 5-minute rest period between tests. Data were recorded using the Runscribe™ sensor and analyzed using one-way repeated-measures ANOVA to assess the effects of weighted running tests on different body parts. The main results demonstrate that weight placement in various body positions has a statistically significant impact on running efficiency (Efficiency) and ankle movement (Motion). In summary, the addition of 10 percent of body weight in different body positions significantly affects the biomechanics of running. This information can serve as a valuable guideline for training and injury prevention.

Keywords: Running biomechanics, Weight vest, Recreational runner

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่เจริญก้าวหน้าในปัจจุบันส่งผลให้มนุษย์มีกิจกรรมทางกายลดลง ทำให้เกิดปัญหาสุขภาพตามมา ทั้งภาวะน้ำหนักเกินมาตรฐาน การเจ็บป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง การวิ่งเพื่อสุขภาพซึ่งเป็นการส่งเสริมกิจกรรมทางกายจึงได้รับความนิยมมากขึ้น [1, 2] เนื่องจากเป็นการออกกำลังกายที่ง่าย ไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มเติมและเป็นการออกกำลังแบบแอโรบิก สามารถสร้างเสริมความทนทานของระบบไหลเวียนเลือด (Cardiorespiratory Endurance) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength)[3] ซึ่งเรียกนักวิ่งที่ออกกำลังกายนี้ว่า นักวิ่งสันทนาการ (Recreational runner)

ชีวกลศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เกิดจากการประยุกต์ความรู้ในทางกลศาสตร์เพื่ออธิบายพฤติกรรมทางชีววิทยาของร่างกายมนุษย์ ความรู้ทางชีวกลศาสตร์ถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาการตอบสนองของร่างกายมนุษย์ต่อแรง (load) และโมเมนต์ (moment) ที่เกิดขึ้นในระหว่างกิจกรรมต่างๆ จึงมีนักวิจัยจำนวนมากนำหลักการทางกลศาสตร์มาทำการประเมินค่าของแรงและโมเมนต์ที่กระทำบนส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย การศึกษาชีวกลศาสตร์ของการวิ่ง (Biomechanics of running) มักศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการวิ่ง เช่น ระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้น (contact time) ช่วงลอยตัวในอากาศ (flight time) การบิดหมุนของข้อเท้า (ankle pronation) แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่ง (vertical ground reaction force) เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาชีวกลศาสตร์จึงมีส่วนสำคัญในการพัฒนาศักยภาพของนักวิ่งและสามารถป้องกันการบาดเจ็บจากการกีฬา

การพัฒนาสมรรถภาพในนักกรีฑา สามารถฝึกซ้อมได้หลากหลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการฝึกสมรรถภาพแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic fitness) การฝึกความเร็ว (Speed training) การฝึกความอดทน (Endurance training) และการฝึกความแข็งแรง (Strength training) โดยการฝึกความแข็งแรงถือได้ว่าเป็นคุณสมบัติพื้นฐานสำหรับนักกีฬา[4] หลักการสำคัญของการฝึกความแข็งแรง คือการใช้น้ำหนักที่มากกว่าปกติในการฝึก ซึ่งสามารถใช้อุปกรณ์ เช่น การลากถ่วงน้ำหนัก (Weight sled) การวิ่งต้านยางยืด (Partner band) การลากร่มชูชีพ (Towing a parachute) การวิ่งโดยสวมชุดถ่วงน้ำหนัก (Weight vest) เป็นต้น ปัจจุบันสถานกีฬานิยมนำชุดถ่วงน้ำหนักมาใช้ในการฝึกซ้อมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเป็นการสวมใส่ที่กระชับกับส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ไม่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนไหว จากการทบทวนวรรณกรรมมีรายงานการศึกษาผลเฉียบพลันของการเพิ่มน้ำหนักบริเวณลำตัวที่แตกต่างกัน (0% , 10%, 20% BW)

ต่อชีวกลศาสตร์ของการวิ่งในความเร็วที่แตกต่างกัน (60%, 80%, 100% MAS) พบว่าการใช้ชุดถ่วงน้ำหนักที่ร้อยละ 10–20 ของน้ำหนักตัว สามารถเพิ่มความถี่การก้าว ความยาวในการก้าวและช่วงเวลาที่เท้าสัมผัสพื้น นอกจากนี้ยังส่งผลให้ระยะลอยตัวในอากาศลดลง[5] การศึกษาของ Macadam และคณะพบว่าผลเฉียบพลันของการเพิ่มน้ำหนักบริเวณแขนท่อนล่าง (1% BW) ในนักวิ่งระยะสั้นส่งผลให้ระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้นและความยาวก้าวเพิ่มขึ้น ส่วนช่วงลอยตัวในอากาศ ความถี่การก้าวและแรงปฏิกิริยาในแนวนอนลดลง เมื่อเทียบกับการวิ่งโดยไม่ถ่วงน้ำหนัก[6] และการศึกษาของ Feser และคณะที่พบว่าการเพิ่มน้ำหนักบริเวณขาท่อนล่าง (2% BW) ส่งผลให้ระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้นเพิ่มขึ้นในการวิ่งระยะสั้น 30 เมตรเมื่อเทียบกับการวิ่งโดยไม่ถ่วงน้ำหนัก[7] การศึกษาที่ผ่านมามีการรายงานผลการศึกษาของการเพิ่มน้ำหนักในตำแหน่งที่แตกต่างกันต่อชีวกลศาสตร์ไม่มากนัก คณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของการเพิ่มน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกันต่อชีวกลศาสตร์ของการวิ่ง

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเพิ่มน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกันต่อชีวกลศาสตร์ของการวิ่งในผู้ที่ออกกำลังกายด้วยการวิ่งเป็นประจำ ซึ่งอาจนำข้อมูลที่ได้รับไปใช้เป็นแนวทางในการฝึกซ้อมกรีฑา เพื่อการพัฒนาศักยภาพของนักกีฬาและป้องกันการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นจากกีฬา

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบผลของการถ่วงน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกันต่อชีวกล–ศาสตร์ของการวิ่งในผู้ที่ออกกำลังกายด้วยการวิ่งเป็นประจำ

สมมติฐาน

การเปรียบเทียบการถ่วงน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกันมีผลต่อชีวกล–ศาสตร์ของการวิ่งที่แตกต่างกันในผู้ที่ออกกำลังกายด้วยการวิ่งเป็นประจำ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงผลของความแตกต่างของการถ่วงน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกันต่อประสิทธิภาพ แรงกระแทก และการเคลื่อนไหวของข้อเท้าต่อชีวกลศาสตร์ของการวิ่งในผู้ที่ออกกำลังกายด้วยการวิ่งเป็นประจำ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มสมรรถภาพการวิ่งต่อไป

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

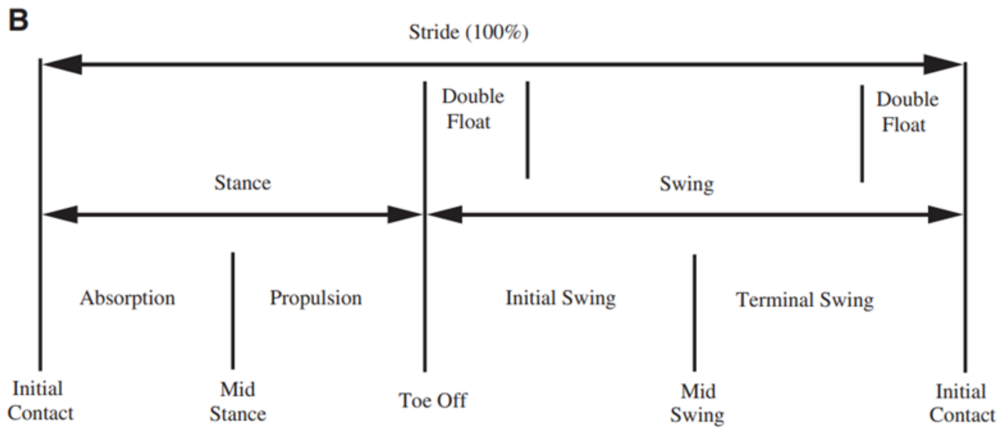
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการวิ่ง

1. ค่านิยมเกี่ยวกับการวิ่งเพื่อสุขภาพของคนไทย

สถาบันวิจัยประชากรและสังคมมหาวิทยาลัยมหิดลร่วมกับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพมีรายงานว่า ในช่วงปี 2562 ธุรกิจกีฬาหลายประเภทมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นจากปี 2561 ร้อยละ 6 ถึง 7 ตามพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีความตื่นตัวต่อการดูแลสุขภาพและการออกกำลังกายมากขึ้น จากกระแสความนิยมของการวิ่งเพื่อสุขภาพของคนไทยได้เพิ่มขึ้นอย่างเป็นปรากฏการณ์ พบว่าจำนวนคนไทยที่ออกกำลังกายด้วยการเดินและวิ่งเพื่อสุขภาพเพิ่มขึ้นประมาณเกือบ 1 ใน 4 ของจำนวนคนไทยทั่วประเทศและผลจากการสำรวจพบว่าสาเหตุส่วนใหญ่ที่คนไทยเลือกการออกกำลังกายด้วยการเดินและวิ่งเพื่อสุขภาพเกี่ยวข้องกับแรงจูงใจภายในและความตะหนักทางด้านสุขภาพ เช่น การมีสุขภาพดี ลดปัจจัยเสี่ยงและภาวะแทรกซ้อนจากโรคต่าง ๆ เป็นต้น [1]

2. วงจรการวิ่ง

การวิ่ง คือ การทำงานของข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า ที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของร่างกายไปด้านหน้า โดยจะเริ่มตั้งแต่เท้าของขาข้างใดข้างหนึ่งสัมผัสพื้นจนกระทั่งเท้าของขาข้างนั้นสัมผัสพื้นอีกครั้ง จะเรียกว่า วงจรการการวิ่ง (Running gait cycle) ซึ่งวงจรการวิ่งประกอบด้วย 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงที่เท้าสัมผัสพื้น (Stance phase) สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ช่วง คือ Initial contract, Mid stance, Terminal stance และ ช่วงที่เท้าลอยพ้นจากพื้น (Swing phase) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วง คือ Initial swing, Terminal swing ซึ่งการวิ่งแตกต่างจากการเดินด้วยความเร็วที่มากขึ้น ช่วงที่เท้าสัมผัสพื้นลดลง ช่วงที่เท้าลอยพ้นพื้นมากขึ้น [8, 9] และในช่วงต้นของ Initial swing และช่วงท้ายของ Terminal swing เท้าทั้งสองข้างจะลอยพ้นจากพื้น เรียกระยะนี้ว่า Double float [10]



รูปที่ 1 แสดงวงจรการวิ่ง

ที่มา Dugan SA, Bhat KP. Biomechanics and analysis of running gait. Phys Med Rehabil Clin N Am. 2005;16(3):603–21

2.1. Stance phase คือ ช่วงที่เท้าสัมผัสพื้น ประกอบด้วย 3 ช่วง ได้แก่

2.1.1. Initial contract คือ ช่วงที่เท้าสัมผัสพื้นครั้งแรก จะเกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อดูดซับแรงปฏิกิริยาจากพื้น (Ground reaction force) โดยเฉพาะบริเวณข้อเท้า (Subtalar joint) [8] ซึ่งในนักวิ่งจะมีรูปแบบการลงเท้า (Foot strike pattern) ในช่วงที่เท้าสัมผัสพื้นที่แตกต่างกันออกไป รูปแบบการลงเท้าแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ การวิ่งแบบลงส้นเท้า (Heel strike) พบได้มากถึงร้อยละ 80 ในนักวิ่ง การวิ่งแบบลงฝ่าเท้า (Midfoot strike) และการวิ่งแบบลงแบบปลายเท้า (Forefoot strike) ซึ่งรูปแบบการลงเท้าอาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บต่อนักวิ่ง [10, 11] เนื่องจากส่งผลต่อการดูดซับแรงปฏิกิริยาจากพื้น

2.1.2. Mid stance คือ ช่วงที่เท้าทั้งหมดสัมผัสพื้น ข้อเท้าจะเกิดการหมุนเท้าเข้าด้านใน (Pronation) และข้อเท้ากระดกขึ้น (Ankle dorsiflexion) ร่วมกับมีการเคลื่อนของปลายขาไปด้านหน้ามากขึ้น เพื่อดูดซับแรงปฏิกิริยาจากพื้น และกระจายแรงไปยังโครงสร้างส่วนต่าง ๆ [8]

2.1.3. Terminal stance คือ ช่วงที่เท้ากำลังถูกยกให้ลอยพ้นจากพื้น ข้อสะโพก ข้อเข่า และเท้าจะเหยียดออกมากที่สุด เพื่อให้เกิดแรงส่งหรือแรงถีบให้ขาเคลื่อนไปด้านหน้า [11]

2.2. Swing phase คือ ช่วงที่เท้าลอยพ้นจากพื้น ประกอบด้วย 2 ช่วง ได้แก่

2.2.1 Initial swing คือ ช่วงที่เท้าเริ่มลอยพ้นจากพื้น ในช่วงแรกเท้าทั้งสองข้างจะลอยพ้นพื้น (Double float)

2.2.2 Terminal swing คือ ช่วงสุดท้ายที่เท้าลอยพ้นจากพื้น จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของความเร็วจากในช่วง Initial swing โดยความเร็วจะลดลง (Deceleration) เพื่อเตรียมเข้าสู่ช่วง Initial contract ของก้าวต่อไป และขาอีกข้างจะเปลี่ยนจากช่วง Terminal stance เข้าสู่ช่วง Terminal swing ทำให้ขาทั้งสองข้างลอยพ้นจากพื้นอีกครั้ง [10]

3. ชีวกลศาสตร์การวิ่ง

3.1 Kinematic of Running เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ ได้แก่ ระยะทาง ความเร็ว ความเร่ง โดยไม่พิจารณาแรงที่กระทำต่อวัตถุ ในการวิเคราะห์การวิ่งมักอธิบายการเคลื่อนไหวในระนาบข้าง (Sagittal Plane) มากกว่าในแนวระนาบหน้าหลัง (Frontal Plane) หรือในระนาบตัดขวาง (Transverse Plane) เนื่องจากการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นในระหว่างการวิ่งจะเกิดขึ้นในระนาบข้างมากกว่าในระนาบอื่น

3.1.1 การเคลื่อนไหวของลำตัวและกระดูกเชิงกราน ขณะวิ่งจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายจะต่ำกว่าปกติมีการโน้มตัวไปด้านหน้าร่วมกับหมุนกระดูกเชิกรานไปด้านหน้าช่วยให้วิ่งได้เร็วขึ้น

3.1.2 การเคลื่อนไหวของข้อสะโพก ในช่วงที่ Initial contract ข้อสะโพกจะอยู่ในท่างอเพื่อดูดซับแรงปฏิกิริยาจากพื้น จากนั้นจะค่อย ๆ เหยียดสะโพกไปด้านหลังและจะเหยียดมากที่สุดในช่วง Terminal stance ในช่วง Swing phase ข้อสะโพกจะค่อย ๆ งอมากขึ้น จากนั้นข้อสะโพกจะเหยียดออกไปด้านหน้าเพื่อเตรียมสัมผัสพื้นอีกครั้ง

3.1.3 การเคลื่อนไหวของข้อเข่า ในช่วง Initial contract ข้อเข่าจะงอประมาณ 45 องศา จากนั้นจะเหยียดมากขึ้นจนถึง 20 องศา ในช่วง Terminal stance เมื่อเท้าลอยพ้นจากพื้นข้อเข่าจะงอมากขึ้นและงอมากที่สุดประมาณ 90 ถึง 130 องศา ในช่วง Mid swing จากนั้นข้อเข่าจะเหยียดออกไปด้านหน้าเพื่อเตรียมสัมผัสพื้นอีกครั้ง

3.1.4 การเคลื่อนไหวของข้อเท้า ในช่วง Initial contract ข้อเท้าสัมผัสพื้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งข้อเท้าจะอยู่ในท่ากระดกขึ้น (Dorsiflexion) ร่วมกับมีการเคลื่อนของขาท่อนล่างไปด้านหน้า เพื่อดูดซับแรงปฏิกิริยาจากพื้น จนถึงช่วง Mid stance ข้อเท้าจะกระดกขึ้นมากที่สุดประมาณ 20 องศา จากนั้นจะเกิดการถีบปลายเท้า (Plantarflexion) จากการหดตัวของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius และ Soleus เพื่อให้เกิดแรงส่งร่างกายให้เคลื่อนไหวไปด้านหน้า ข้อเท้าจะอยู่ในท่า Plantarflexion จนถึงช่วง Initial swing จากนั้นข้อเท้าจะค่อย ๆ กระดกขึ้นเพื่อเตรียมให้ส้นเท้าสัมผัสพื้นอีกครั้ง

3.2 Kinetics of Running เป็นการศึกษาแรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว ประกอบด้วย แรง ภายใน (Internal force) คือ แรงที่เกิดจากโครงสร้างของร่างกาย เช่น

กล้ามเนื้อ เอ็นกล้ามเนื้อ เอ็นยึดกระดูก เป็นต้น และแรงภายนอก เช่น แรงโน้มถ่วงของโลก แรงปฏิกิริยาจากพื้น (Ground reaction force) เป็นต้น

3.2.1 แรงภายใน (Internal force) คือ แหล่งพลังงานหลักที่ใช้ในการวิ่งได้มาจากการหดตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (Hip extensor muscle) ในช่วงแรกที่เท้าสัมผัสพื้นและช่วงสุดท้ายที่เท้าลอยพ้นจากพื้น การหดตัวของกล้ามเนื้องอสะโพก (Hip flexor muscle) และการหดตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Quadriceps muscle) กล้ามเนื้อกางสะโพก (Gluteus medias muscle) และกล้ามเนื้อกลุ่มงอข้อเท้า (Plantar flexor muscle) ตลอดช่วงที่เท้าสัมผัสพื้น

3.2.2 แรงปฏิกิริยาจากพื้น (Ground reaction force) จากกฎข้อที่สามของนิวตันกล่าวว่า แรงที่วัตถุหนึ่งกระทำต่อวัตถุที่สอง ย่อมเท่ากับแรงที่วัตถุที่สองกระทำต่อวัตถุที่หนึ่ง แต่ทิศตรงข้าม ดังนั้น เมื่อเท้าสัมผัสพื้นเกิดแรงที่กระทำต่อพื้นในแนวดิ่ง ในขณะเดียวกันพื้นจะส่งแรงกลับมาที่ข้อเท้าด้วยแรงที่เท่ากัน [10]

4. ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บขณะวิ่ง

4.1 ปัจจัยเสี่ยงภายใน

4.1.1 อายุ อายุมีผลต่อการออกกำลังกาย ในผู้ที่อายุต่ำกว่า 10 ปี ร่างกายกำลังเจริญเติบโตความทนทานน้อย ทำให้การประสานงานของกล้ามเนื้อยังไม่เหมาะสมกับการวิ่งเพื่อการแข่งขันและการกีฬาประเภทปะทะ ส่วนวัยผู้ใหญ่สูงอายุควรได้รับการตรวจร่างกายก่อนการวิ่งเพื่อทราบถึงข้อห้าม ข้อควรระวังและควรเลือกการวิ่งเพื่อสุขภาพมากกว่าการวิ่งเพื่อการแข่งขัน

4.1.2 ประวัติการบาดเจ็บในอดีต หากเกิดการบาดเจ็บแล้วไม่ได้รับการดูแลฟื้นฟูที่ถูกต้องจะทำให้มีโอกาสสูงในการเกิดการบาดเจ็บซ้ำ

4.1.3 ระดับสมรรถภาพร่างกาย ผู้ที่มีสมรรถภาพร่างกายดีจะมีโอกาสที่จะเกิดการบาดเจ็บได้น้อยกว่าผู้ที่มีสมรรถภาพร่างกายไม่ดี

4.1.4 ความผิดปกติของโครงสร้างกระดูกและกล้ามเนื้อหรือความไม่สมดุลของโครงสร้าง เช่น ขาสั้นยาวไม่เท่ากัน ขาโก่ง ข้อเท้าเอียง และเท้าแบน เป็นต้น ซึ่งเป็นสาเหตุที่นำไปสู่การบาดเจ็บหากความผิดปกติดังกล่าว ไม่สามารถแก้ไขได้ควรหาแนวทางป้องกันการบาดเจ็บหรือแนะนำให้วิ่งโดยวิธีการที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดอันตราย

4.1.5 สภาวะด้านโภชนาการ ควรได้รับสารอาหารต่าง ๆ ในสัดส่วนที่เหมาะสมและเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย โดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นแหล่งพลังงาน หากได้รับสารอาหารไม่เพียงพออาจทำให้ประสิทธิภาพการวิ่งลดลง

4.1.6 สภาวะทางจิตใจ การมีสภาวะจิตใจไม่ดีอาจทำให้เกิดการบาดเจ็บในขณะวิ่งได้ง่ายโดยเฉพาะความเครียดเพราะจะทำให้การหายใจ การเต้นของหัวใจและระดับความดันโลหิตผิดปกติ กล้ามเนื้อมีความตึงตัวเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะส่งผลเพิ่มต่อการบาดเจ็บจากการวิ่งมากขึ้น

4.2 ปัจจัยเสี่ยงภายนอก

4.2.1 ระยะเวลาและความหนัก เช่น มีการเพิ่มระยะทาง ความเร็ว และเวลา ที่รวดเร็วจนเกินขีดจำกัดของร่างกายจะเพิ่มโอกาสให้เกิดการบาดเจ็บมากขึ้น

4.2.2 ระดับของการแข่งขันที่เล่น ระดับสมัครเล่นหรือระดับอาชีพ

4.2.3 สิ่งแวดล้อม สภาพอากาศ เช่น ชื้น ร้อนอบอ้าว สภาพสนามหรือรองเท้า รวมถึงความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่ใช้ ที่สามารถลดการบาดเจ็บจากการวิ่งได้

4.2.4 ปัจจัยด้านบุคคล เช่น คู่แข่งขัน เพื่อนร่วมทีม การแข่งขัน เป็นต้น

5. แนวปฏิบัติในการป้องกันการบาดเจ็บจากการวิ่ง

5.1 การป้องกันการบาดเจ็บจากตัวผู้วิ่ง

5.1.1 การเลือกรูปแบบการวิ่งให้เหมาะสมกับรูปร่าง ความสามารถของผู้ฝึกและรูปแบบการฝึกฝนที่ผ่านมา

5.1.2 การตรวจร่างกาย เพื่อหาความผิดปกติของโครงสร้างร่างกายและทราบถึงข้อห้าม ข้อควรระวังขณะวิ่งและเพื่อประเมินโอกาสในการเกิดการบาดเจ็บร่วมกับหาแนวทางในการป้องกัน

5.1.3 การทดสอบสมรรถภาพทางกาย เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายและปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ซึ่งการทดสอบสมรรถภาพทางกาย ประกอบด้วย ความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อ ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ สัดส่วนองค์ประกอบของร่างกาย

5.1.4 การเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย ควรเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายเพื่อให้ร่างกายพร้อมสำหรับการลงแข่งขันหรือการวิ่งอยู่เสมอ

5.1.5 การอบอุ่นร่างกาย เป็นการเตรียมความพร้อมของระบบต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ระบบหายใจและไหลเวียนเลือด รวมทั้งช่วยป้องกันการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ

5.1.6 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ช่วยลดความตึงตัวของกล้ามเนื้อ มีความยืดหยุ่นดีขึ้น ป้องกันการบาดเจ็บ เพิ่มองศาการเคลื่อนไหวและเพิ่มความคล่องตัวในการ

เคลื่อนไหว กระตุ้นการไหลเวียนเลือดและกระตุ้นร่างกายให้พร้อมต่อการออกกำลังกาย โดยจะใช้การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic Stretching) ในการอบอุ่นร่างกาย (Warm up) ก่อนการวิ่ง และใช้การยืดแบบอยู่กับที่หรือหยุดนิ่งค้างไว้ (Static Stretching) ในการคลายอุ่นร่างกาย (Cool down) เพื่อให้กล้ามเนื้อผ่อนคลายภายหลังจากการเล่นกีฬาหรือออกกำลังกาย

5.1.7 การคลายอุ่นร่างกาย (Cool down) ช่วยให้กล้ามเนื้อกลับคืนสู่สภาวะปกติหลังจากเล่นกีฬาหรือวิ่ง โดยกล้ามเนื้อจะผ่อนคลายและช่วยระบายกรดแลคตริก ลดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ ช่วยเพิ่มการไหลเวียนเลือดจากกล้ามเนื้อกลับสู่หัวใจ

5.1.8 การพักฟื้นและโภชนาการ การพักฟื้นร่างกายในระยะเวลาที่เหมาะสมหลังจากการออกกำลังกายและการได้รับสารอาหารที่เพียงพอ จะส่งผลต่อการพัฒนาทางด้านร่างกายและความสามารถของนักกีฬา ภายใน 1 ชั่วโมงหลังการฝึกซ้อมหรือเล่นกีฬาควรรับประทานอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง ไขมันต่ำและดื่มน้ำให้เพียงพอ

5.2 การป้องกันการบาดเจ็บจากสิ่งแวดล้อมภายนอก

5.2.1 อุปกรณ์การกีฬา ได้แก่ อุปกรณ์ พื้นวิ่ง สนามแข่งขัน รองเท้าที่เหมาะสมต่อชนิดกีฬาและลักษณะโครงสร้างร่างกายตนเอง สภาพแวดล้อม ภาวะที่อากาศร้อนหรือความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ควรกระตุ้นให้นักกีฬาดื่มน้ำเป็นระยะทุก 15 นาที โดยไม่ต้องรอให้กระหายน้ำหรือการดื่มเครื่องดื่มกีฬา ควรดื่มในปริมาณน้อยแต่บ่อยครั้ง

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับกิจกรรมทางกาย

1. ทฤษฎีเกี่ยวกับกิจกรรมทางกาย

กิจกรรมทางกาย หมายถึง การทำกิจกรรมเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกายซึ่งเกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อลาย ทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นจากภาวะปกติขณะพัก การเคลื่อนไหวร่างกายสามารถจัดหมวดหมู่ได้เป็น 4 ประเภท ตามบริบทที่กระทำ ได้แก่

1.1 Occupational activity คือ การทำงานประกอบอาชีพ เช่น หาบขนมขาย ขนของขึ้นลงถีบสามล้อ เกี่ยวข้าว ฯลฯ

1.2 Household activity คือ การทำงานบ้าน งานสวน งานสนามในบริเวณบ้าน เช่น ทำงานบ้าน ทำครัว ล้างถ้วยชาม เช็ดถูกระจก ล้างขัดพื้น ถูบ้าน เก็บเกี่ยวดอกไม้ ผัก-ผลไม้ ขุดดิน ตัดแต่งกิ่ง ฯลฯ

1.3 Transportation activity คือ การเดินทางจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เช่น เดินไปทำงาน เดินขึ้นบันได เดินไปทำธุระ ฯลฯ

1.4 Leisure time activity คือ การทำกิจกรรมในเวลาว่างหรืองานอดิเรก ทั้งนี้สามารถแบ่งย่อยได้อีก 3 ประเภท ได้แก่

1.4.1 Recreational activity คือ การทำกิจกรรมนันทนาการ เช่น เดินเล่น เดินทางไกล ปีนเขา ฯลฯ

1.4.2 Competitive sports คือ การเล่นกีฬา

1.4.3 Exercise training คือ การเคลื่อนไหวร่างกายที่สร้างขึ้นอย่างเป็นแบบแผนและมีการกระทำซ้ำ ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมด เป็นกิจกรรมที่ค่อนข้างหนัก เช่น วิ่ง–วิ่งเหยาะ ปั่นจักรยาน เต้นแอโรบิก ว่ายน้ำ กระโดดเชือก กรรเชียงเรือ เล่นกีฬาประเภทความอดทน ฯลฯ

2. หลักการออกกำลังกายในแต่ละช่วงอายุ

2.1 อายุ 5–17 ปี สำหรับเด็กและเยาวชนที่มีอายุอยู่ในกลุ่มวัยนี้ กิจกรรมที่เหมาะสมคือการเล่นกีฬา กิจกรรมนันทนาการ หรือการออกกำลังกายที่มีแบบแผน เพื่อช่วยเสริมสร้างให้ระบบการหายใจและการไหลเวียนเลือด กระดูกและกล้ามเนื้อ การเผาผลาญพลังงานในร่างกายดีขึ้น ลดภาวะเครียด ควรออกกำลังกายแบบสะสมในระดับปานกลางอย่างน้อย 60 นาที/วัน การออกกำลังกายในแต่ละวันควรเป็นแบบแอโรบิกอย่างน้อย 3 ครั้ง/สัปดาห์

2.2 อายุ 18–64 ปี การออกกำลังกายสำหรับผู้ใหญ่ที่อยู่ในกลุ่มนี้ จะรวมถึงกิจกรรมสันทนาการ การวิ่ง การเดิน การปั่นจักรยาน การเล่นกีฬา เพื่อช่วยเสริมสร้างระบบการหายใจและการไหลเวียนเลือด กล้ามเนื้อและกระดูก ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อ ลดความเครียด ควรออกกำลังกายแบบแอโรบิก ที่ความหนักระดับปานกลาง อย่างน้อย 150 นาที/สัปดาห์ หรือ 75 นาที/สัปดาห์ สำหรับระดับความหนักมากและควรออกต่อเนื่องอย่างน้อย 10 นาที หากต้องการเพิ่มความก้าวหน้า สามารถออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักระดับปานกลาง 300 นาที/สัปดาห์ หรือ ความหนักระดับมาก 150 นาที/สัปดาห์

2.3 อายุ 65 ปีขึ้นไป การออกกำลังกายในวัยนี้จะรวมถึงกิจกรรมสันทนาการการทั่วไปหรือการทำกิจกรรมในเวลาว่าง การเดิน การวิ่ง การทำงานในชีวิตประจำวัน การเล่นกีฬา เพื่อช่วยเสริมสร้างระบบการหายใจและการไหลเวียนเลือด กล้ามเนื้อ กระดูก และลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อ ลดความเครียด ควรออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักระดับปานกลาง อย่างน้อย 150 นาที/สัปดาห์ หรือ 75 นาที/สัปดาห์ สำหรับระดับความหนักมากและควรออกต่อเนื่องอย่างน้อย 10 นาที หากต้องการเพิ่มความก้าวหน้า สามารถออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักระดับปานกลาง 300 นาที/สัปดาห์ หรือ ความหนัก

ระดับมาก 150 นาที/สัปดาห์ และสำหรับผู้ที่มีปัญหาการเคลื่อนไหว ควรเพิ่มการออกกำลังกายที่สร้างเสริมความสมดุลของร่างกายอย่างน้อย 3 วัน/สัปดาห์ เพื่อป้องกันการหกล้ม

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกกำลังกายโดยการถ่วงน้ำหนัก

1. ทฤษฎีเกี่ยวกับการฝึกด้วยน้ำหนัก

Fox และ Mathews กล่าวว่า การฝึกด้วยน้ำหนัก หมายถึง การฝึกที่ทำให้กล้ามเนื้อทำงานมากกว่าปกติเพื่อต้านกับแรงต้านที่สูงขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงและความทนทานเพิ่มขึ้น แต่ผลของการฝึกนั้นจะส่งผลต่อมัดกล้ามเนื้อที่ทำงานเพียงเท่านั้น [12]

พีระพงศ์ บุญศิริ กล่าวว่า การฝึกน้ำหนัก หมายถึง การฝึกให้ร่างกายหรือกล้ามเนื้อสามารถรับความต้านทานเพิ่มขึ้นจากปกติ เป็นการพัฒนากล้ามเนื้อให้ค่อย ๆ ปรับตัวรับรู้ภาวะน้ำหนักที่อยู่และจะค่อย ๆ เกิดความแข็งแรงและทนทานขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งรับน้ำหนักได้อย่างเต็มที่ [13]

พิชิต ภูติจันทร์ กล่าวว่า การฝึกน้ำหนัก หมายถึง การออกกำลังกายหรือการฝึกอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายให้ต่อสู้กับน้ำหนักหรือแรงต้านทาน เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายด้านความแข็งแรง โดยใช้เครื่องมือหลากหลายชนิด เช่น ยูนิเวอร์แซลยิม บาร์เบล ดัมเบล รอกถ่วงน้ำหนัก เสื้อถ่วงน้ำหนัก รองเท้าเหล็ก ตุ้มน้ำหนัก ซันดาวน์ สปริงกริฟ เป็นต้น [14]

2. หลักการฝึกด้วยน้ำหนัก

เป้าหมายของการฝึกด้วยน้ำหนักของนักวิ่ง ไม่เพียงแต่เป็นการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ แต่ยังช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความทนทานของกล้ามเนื้อมัดที่ฝึก ช่วยคงสภาพมวลกล้ามเนื้อ ป้องกันการบาดเจ็บและช่วยฟื้นฟูอาการบาดเจ็บได้อีกด้วย ประโยชน์ของการฝึกด้วยน้ำหนัก มีดังนี้

2.1 ป้องกันหรือชะลอการสูญเสียความแข็งแรงและแร่ธาตุในกระดูกเมื่อมีอายุที่เพิ่มมากขึ้น

2.2 การหดตัวที่ยืดยาวออก (Eccentric contraction) ของกล้ามเนื้อจะช่วยลดความเสี่ยงในการบาดเจ็บ

2.3 ช่วยไม่ให้เกิดการทำงานที่ไม่สมดุลกันของกล้ามเนื้อฝั่งตรงข้าม โดยการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อต้าน (Antagonists muscle) ให้เหมือนกับการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อทำการ (Agonist muscles) ซึ่งกลุ่มกล้ามเนื้อทำการเป็นกล้ามเนื้อหลักที่ใช้ในการเคลื่อนไหวและกลุ่มกล้ามเนื้อ

ต้านเป็นกล้ามเนื้อที่ใช้ชะลอหรือหยุดการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อทำการและช่วยคงความมั่นคงของข้อต่อ

2.4 ช่วยปรับปรุงชีวกลศาสตร์ของการวิ่งให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้การวิ่งมีประสิทธิภาพ ช่วยให้นักวิ่ง วิ่งได้เร็วขึ้น ปริมาณการใช้ออกซิเจนลดลง ความต้านทานการรู้สึกเหนื่อยเพิ่มขึ้นทำให้วิ่งได้ระยะทางหรือระยะเวลาที่เพิ่มมากขึ้น

2.5 เกิดการปรับตัวของระบบประสาทกล้ามเนื้อทำให้มีการส่งกระแสประสาทมากระตุ้นกล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายได้ดีขึ้น

2.6 ผลของการฝึกจะช่วยลดระยะเวลาสัมผัสพื้นของเท้า (Ground contract time) ขณะที่ความเร็วในการวิ่งเพิ่มขึ้น

การฝึกควรฝึกอย่างน้อย 2–3 ครั้ง/สัปดาห์ 10–15 ครั้ง/เซต สำหรับ 1 โปรแกรมการออกกำลังกาย โดยเน้นกลุ่มกล้ามเนื้อที่สำคัญในการวิ่ง เช่น กล้ามเนื้อสะโพก (Glutes), กล้ามเนื้องอสะโพก (Hip flexors), กล้ามเนื้อหุบสะโพก (Adductors), กล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Quadriceps), กล้ามเนื้องอเข่า (Hamstrings) กล้ามเนื้อน่อง (Calves) หลักในการฝึกออกกำลังกายด้วยการถ่วงน้ำหนักหรือให้แรงต้าน ได้แก่

1. ควรเปลี่ยนโปรแกรมการออกกำลังกายทุก ๆ เดือน ไม่ควรออกกำลังกายแบบเดิมซ้ำ ๆ เพื่อกระตุ้นให้กล้ามเนื้อทำงานได้อย่างเต็มที่ ป้องกันการปรับตัวของกล้ามเนื้อ
2. มีตัวกระตุ้นเพื่อเพิ่มความก้าวหน้าในการออกกำลังกาย
3. ให้กล้ามเนื้อทำงานให้สุดช่วงองศาการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อมัดนั้น
4. ควรมีระยะเวลาที่เพียงพอระหว่างการการฝึกเพื่อฟื้นฟูการบาดเจ็บและการปรับตัวทางสรีรวิทยา
5. ควรพิจารณาท่าทาง การหายใจ ระยะเวลาที่เหมาะสมต่อตัวผู้ฝึกในการออกกำลังกาย เพื่อป้องกันการบาดเจ็บและเพื่อให้การออกกำลังกายมีประสิทธิภาพ การจัดการฝึกโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีประสิทธิภาพ นอกจากจะต้องมีความเหมาะสมของความหนักของงานที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและระดับความสามารถของผู้ฝึกแต่ละบุคคลแล้ว ผู้จัดจะต้องพิจารณาถึงรูปแบบการฝึกที่จะนำมาใช้ด้วยรูปแบบการฝึกแต่ละรูปแบบจะมีประโยชน์ต่อการพัฒนากล้ามเนื้อมากน้อยแตกต่างกัน ดังนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เกี่ยวข้องจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจถึงวิธีการและประโยชน์ของรูปแบบการฝึกในแต่ละรูปแบบ

อย่างไรก็ตาม การออกกำลังกายหรือฝึกด้วยการถ่วงน้ำหนัก (Weight) ควรอบอุ่นร่างกายก่อนเสมอ เช่น วิ่งเหยาะ กระโดด หรือวิ่งสั้น ๆ ประมาณ 5–10 นาที และควรให้มีการพักระหว่างการออกกำลังกาย 2–3 นาที

3. การฝึกด้วยชุดถ่วงน้ำหนัก

ชุดถ่วงน้ำหนักเป็นอุปกรณ์ออกกำลังกายประเภทหนึ่งที่สวมใส่บนร่างกาย ออกแบบมาเพื่อเพิ่มน้ำหนักให้กับร่างกายในระหว่างการฝึกซ้อมและการออกกำลังกาย สามารถปรับเพิ่มหรือลดระดับความหนักได้ ในอดีตชุดถ่วงน้ำหนักถูกนำมาใช้ในการฝึกทหาร เนื่องจากทหารมักจะต้องพกอุปกรณ์ในระหว่างการฝึกหรือการทำภารกิจ เช่น เสื้อกันกระสุน การสวมชุดถ่วงน้ำหนักในระหว่างการฝึกสามารถเพิ่มความแข็งแรงของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อและความทนทานของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิตได้ ต่อมาจึงมีการประยุกต์นำชุดถ่วงน้ำหนักมาใช้ในทางกีฬามากขึ้น [15] ชุดถ่วงน้ำหนักเป็นอุปกรณ์ที่สวมใส่บริเวณลำตัว แขน ขา และออกแบบมาเพื่อเพิ่มน้ำหนักให้กับร่างกาย นักกีฬาใช้ชุดถ่วงน้ำหนัก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวิ่ง ความเร็ว ความคล่องแคล่ว ความทนทาน การปรับท่าทางขณะวิ่ง เนื่องจากน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น เป็นแรงต้านทานแก่นักกีฬาที่ทำให้กล้ามเนื้อสามารถออกแรงในการเคลื่อนไหวเมื่อมีแรงต้าน ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างกล้ามเนื้อและพัฒนาประสิทธิภาพโดยรวมของการวิ่ง การใช้ชุดถ่วงน้ำหนักในการฝึกกรีฑามีการออกแบบชุดที่แตกต่างกันและสามารถปรับให้เหมาะกับความต้องการของผู้ใช้แต่ละคน ซึ่งมักจะใช้ร่วมกับอุปกรณ์และเทคนิคการฝึกอบรมอื่น ๆ เพื่อสร้างโปรแกรมการฝึกที่ครอบคลุมที่กำหนดเป้าหมายความสามารถทางกายภาพเฉพาะด้านได้[16]

1. ประโยชน์ของชุดถ่วงน้ำหนัก

1.1 เพื่อเพิ่มความหลากหลายให้กับการออกกำลังกาย

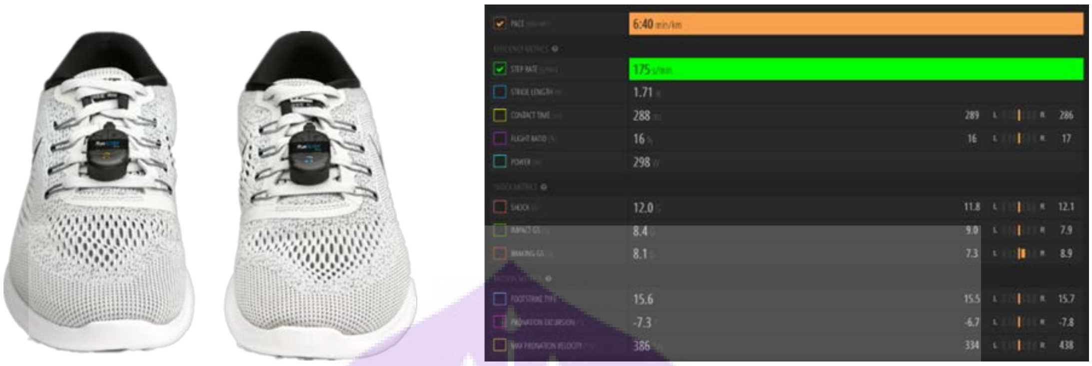
1.2 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพความคล่องตัวและการเปลี่ยนทิศทางขณะวิ่ง เมื่อมีการถ่วงน้ำหนักที่ 5–10% ของร่างกายสามารถช่วยให้ร่างกายมีแนวโน้มปรับตัวต่อการวิ่งสูงขึ้น ส่งผลให้เพิ่มประสิทธิภาพด้านความคล่องตัวและสมรรถภาพของนักกีฬา[17]

1.3 สามารถลดความเสี่ยงในการหกล้มและเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนย้ายในผู้สูงอายุ [18]

1.4 การถ่วงน้ำหนักบริเวณลำตัวลำตัว เป็นการเพิ่มน้ำหนักเข้าใกล้จุดศูนย์กลางของมวลสามารถช่วยส่งเสริมการทรงท่าในระหว่างการวิ่ง [19] การถ่วงน้ำหนักบริเวณรยางค์ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในจุดที่ไกลที่สุดจากศูนย์กลางมวลของร่างกาย ตำแหน่งของการถ่วงน้ำหนักดังกล่าวจะเพิ่มโมเมนต์ของความเฉื่อย กระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อมากขึ้น ส่งผลให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงมากขึ้น[19]

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. RunScribe บริษัทรันสไคร์บได้ผลิตอุปกรณ์เครื่องมือรันสไคร์บ (รูปที่ 2) สำหรับติดตั้งบริเวณรองเท้าในนักวิ่งเพื่อเก็บข้อมูลการเคลื่อนไหว



A B

รูปที่ 2 แสดงอุปกรณ์ (A) และ แอปพลิเคชัน RunScribe (B)

ที่มา: https://runscribe.com/

จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งไปยังแอปพลิเคชันเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล เครื่องมือรันสไคร์บสามารถเก็บข้อมูลการเคลื่อนไหวในรูปแบบ 3 มิติ ประกอบด้วยข้อมูล 3 ส่วน

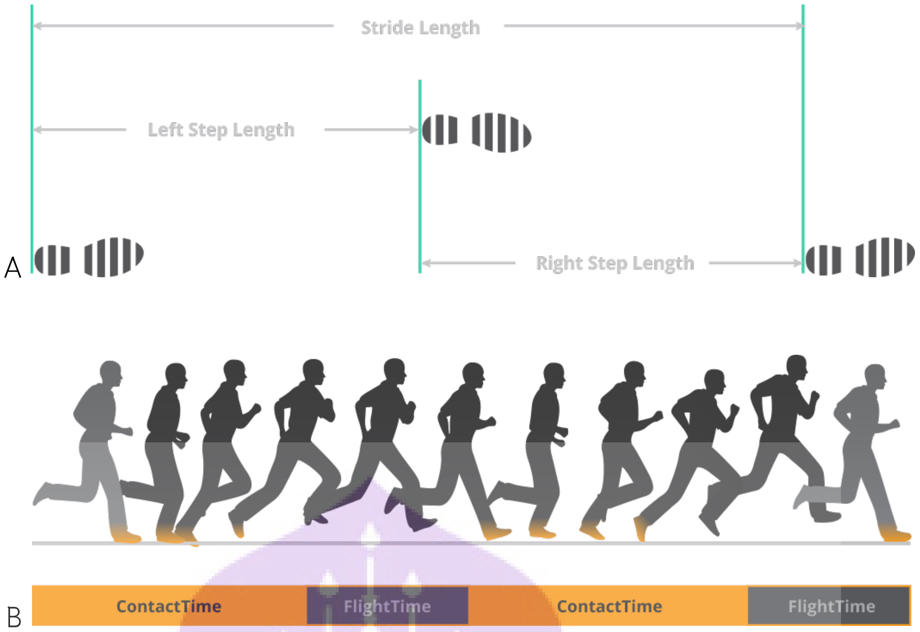
1.1 ด้านประสิทธิภาพในการวิ่ง (Efficiency) คือ ตัวแปรที่บ่งชี้ถึงสมรรถภาพในการวิ่ง

1.1.1 อัตราการก้าว (Step rate ; SR) คือ จำนวนก้าวของการวิ่งต่อนาที สามารถนำมาคำนวณเพื่อหาความเร็วในการวิ่งได้ โดยนำอัตราการก้าวคูณ ความยาวของการก้าว (Stride length)

1.2.1 ระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้น (Contract time) คือ ช่วงเวลาตั้งแต่ส้นเท้าสัมผัสพื้นจนถึงนิ้วเท้าออกจากพื้น หากนักวิ่งมีความเร็วในการวิ่งเพิ่มขึ้นจะมีระยะเวลาที่สัมผัสพื้นลดลง

1.3.1 ระยะเวลาที่เท้าลอยพ้นพื้น (Flight ratio) คือ อัตราส่วนระหว่างช่วงเวลาที่เท้าลอยพ้นพื้นต่อจำนวนก้าวทั้งหมด

โดยสรุป ประสิทธิภาพในการวิ่งจึงขึ้นอยู่กับ 3 ตัวแปร หากมีระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้นลดลง มีอัตราการก้าวและระยะเวลาที่เท้าลอยพ้นพื้นมากขึ้น บ่งบอกว่าการวิ่งมีประสิทธิภาพมากขึ้น



รูปที่ 3 แสดงตัวแปรด้านประสิทธิภาพของการวิ่ง

(A) Step and stride length และ (B) contact and flight time

ที่มา: https://runscribe.com/metrics/

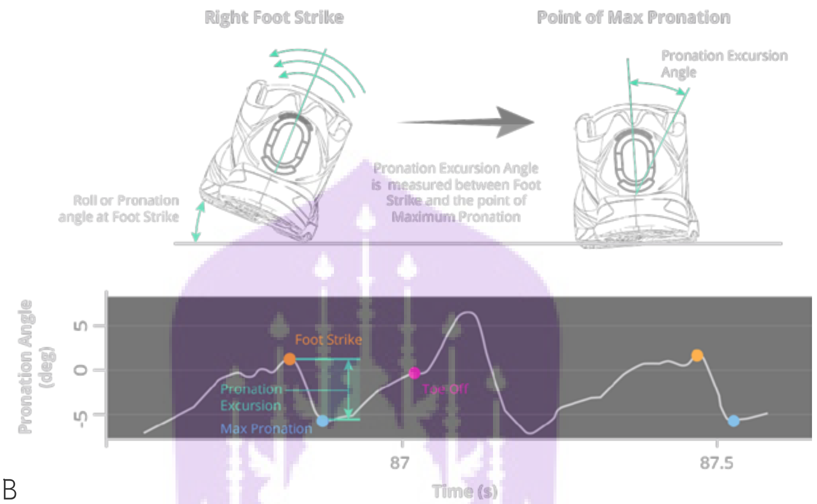
1.2 ด้านการเคลื่อนไหวของข้อเท้า (Motion) คือ ตัวแปรที่บ่งชี้ถึงลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อเท้าในขณะวิ่ง

1.2.1 ลักษณะการลงเท้า (Foot strike type) คือ รูปแบบของการลงเท้าขณะวิ่ง มี 3 ลักษณะ คือ การวิ่งแบบลงส้นเท้า (Heel strike) การวิ่งแบบลงฝ่าเท้า (Midfoot strike) การวิ่งแบบลงแบบปลายเท้า (Forefoot strike) ซึ่งรูปแบบของการลงเท้าที่แตกต่าง ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บในตำแหน่งที่แตกต่างกัน

1.2.2 การหมุนเท้าเข้าด้านใน (Pronation Excursion) คือ การเคลื่อนไหวของข้อเท้าในการบิดหมุนเข้าด้านในขณะที่เท้าสัมผัสพื้นเพื่อดูดซับแรงกระแทกและน้ำหนักของร่างกาย

1.2.3 ความเร็วในการหมุนของเท้า (Max Pronation velocity) คือ ความเร็วในการหมุนของเท้าขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความเร็วในการวิ่ง ลักษณะการลงเท้ารองเท้า เป็นต้น

A



B

รูปที่ 4 แสดงการเคลื่อนไหวของข้อเท้า

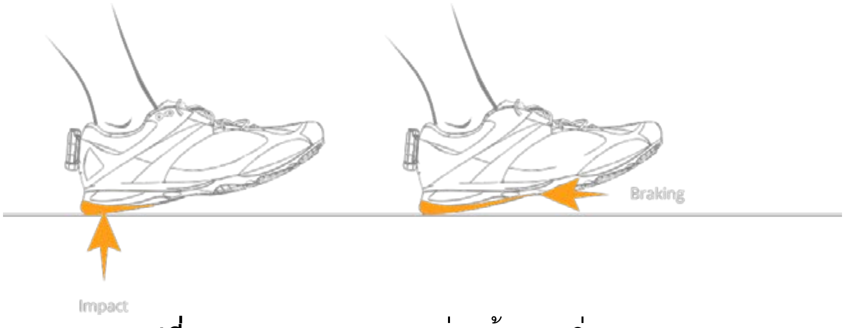
(A) Foot strike type และ (B) pronation excursion

ที่มา: https://runscribe.com/metrics/

1.3 ด้านแรงกระแทก (Shock) คือ แรงกระแทกขณะที่เท้าสัมผัสพื้น ในขณะวิ่งจะเกิดแรงกระแทกประมาณ 2.5 เท่าของน้ำหนักตัว ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก ดังนั้น การวิเคราะห์แรงกระแทกจะทำให้สามารถประเมินการบาดเจ็บหรือความเสี่ยงจากการฝึกที่มากเกินไปจากกฎข้อสามของนิวตัน ในช่วงที่เท้าสัมผัสพื้นจะมีแรงปฏิกิริยาที่เกิดจากพื้นกระทำต่อร่างกาย

1.3.1 แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งขณะที่เท้าสัมผัสพื้น (Impact Gs) คือ แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งที่เกิดขึ้นจากการเหยียดข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า หรือในช่วง Terminal stance เพื่อให้เกิดแรงถีบส่งความสามารถของการลดความเร็วในแนวราบ

1.3.2 ความสามารถในการลดแรงเบรก (Braking force attenuation) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อในการดูดซับแรงปฏิกิริยาในแนวราบที่เกิดขึ้นในระหว่างการลดความเร็ว โดยเฉพาะกล้ามเนื้อบริเวณข้อเข่าและข้อเท้าที่จะเกิดการหดตัวแบบยืดยาวออกในช่วงที่เท้าสัมผัสพื้น [20]



รูปที่ 5 แสดงแรงกระแทกต่อเท้าขณะวิ่ง

ที่มา: https://runscribe.com/metrics/

จากงานวิจัยของ Rachel และคณะในปี ค.ศ. 2018 ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบความถูกต้องของเซนเซอร์ที่สวมใส่สำหรับวัดกลศาสตร์การวิ่งในนักกีฬามหาวิทยาลัย 20 คน (ชาย 8 คน หญิง 12 คน) โดยเปรียบเทียบเครื่องมือ RunScribe กับระบบจับการเคลื่อนไหว 3 มิติ โดยทดลองบนลู่วิ่งเพื่อหาค่าเฉลี่ยความเร็ว, pronation excursion, maximum pronation, contact time, cycle time จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบโดยใช้ Intraclass correlation coefficients (ICC) และ Bland–Altman analyses ผลปรากฎว่า ICC พบว่าค่าความเร็ว, pronation excursion, maximum pronation, cycle time, contact time ที่ระดับดีเยี่ยม และค่า pronation excursion ที่อยู่ในระดับพอใช้และมีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของ 2 เครื่องมือเล็กน้อย ยกเว้นค่า contact time ที่มีความแม่นยำสูงเมื่อใช้เครื่อง RunScribe ซึ่งจากการวิจัยพบว่า เครื่องมือ RunScribe มีความแม่นยำในการวัดค่าความเร็ว, pronation excursion, maximum pronation, contact time, cycle time ได้ในระดับดีถึงดีเยี่ยม [21]

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษารายงานของ German Carretero Navarro และคณะในปี ค.ศ. 2019 ได้ศึกษาผลของการถ่วงน้ำหนักที่แตกต่างกันต่อชีวกลศาสตร์ของการวิ่งในความเร็วที่แตกต่างกันในอาสาสมัครเพศชายที่มีกิจกรรมทางกาย (Recreationally active) จำนวน 13 คน อายุเฉลี่ย 24 ปี ใช้เครื่องวิเคราะห์การเดินและวิ่ง (Optogait) ร่วมกับระบบมวล–สปริง (Spring mass model) เพื่อรวบรวมข้อมูลตัวแปรการเดิน โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ช่วง ห่างกัน 1 สัปดาห์ ช่วงสัปดาห์แรกทำการทดสอบสมรรถภาพทางกาย (Maximum aerobic speed) ของอาสาสมัคร ช่วงสัปดาห์ที่สองทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบการถ่วงน้ำหนักที่แตกต่างกันต่อ

ชีวกลศาสตร์ของการวิ่งในความเร็วที่แตกต่างกัน โดยให้อาสาสมัครอบอุ่นร่างกายด้วยการวิ่งบนลู่วิ่งไฟฟ้าด้วยความเร็ว 2.22 เมตรต่อวินาที เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นอาสาสมัครสวมเสื้อกั๊กถ่วงน้ำหนัก (Weight vest) ที่แตกต่างกัน (0%, 10% และ 20% ของน้ำหนักตัว) และความเร็วที่แตกต่างกัน (60%, 80% และ 100% ของ MAS) ทดสอบเป็นเวลา 1 นาที เมื่อทำการทดสอบจนครบเวลาที่กำหนด ให้อาสาสมัครพักระหว่างการทดสอบแต่ละครั้งเป็นเวลา 5 นาที ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้สถิติ ANOVA of repeated measures สามารถสรุปได้ว่า ตัวแปรของการวิ่ง ได้แก่ ช่วงเวลาที่เท้าสัมผัสพื้นเพิ่มขึ้น ระยะเวลาที่เท้าลอยพ้นพื้นลดลง ความถี่การก้าวและความยาวในการก้าวเพิ่มขึ้น และ Vertical leg stiffness (K leg และ K vert) เพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วในการวิ่งเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อสวมเสื้อกั๊กถ่วงน้ำหนักที่ 10–20% ของน้ำหนักตัว [5]

จากการศึกษางานวิจัยของ Couture และคณะในปี ค.ศ. 2018 ได้ศึกษาผลของการสวมชุดถ่วงน้ำหนักบริเวณส่วนบนและส่วนล่างของร่างกายต่อชีวกลศาสตร์ของการวิ่ง ในเพศชายที่วิ่งเป็นประจำ (4.67± 2.06 วัน/สัปดาห์; 57.50 ±30.00 กิโลเมตร/สัปดาห์) จำนวน 12 คน อายุเฉลี่ย 28 ปี โดยมีวิธีการทดสอบ คือ ให้อาสาสมัครอบอุ่นร่างกาย 10 นาที ประกอบด้วยการวิ่งบนลู่วิ่งไฟฟ้า 5 นาที (ความเร็ว 2.8 เมตร/วินาที 2 นาที, ความเร็ว 3.3 เมตร/วินาที 2 นาที และความเร็ว 3.9 เมตร/วินาที 1 นาที) และยืดกล้ามเนื้อ (Dynamic stretching) 5 นาที จากนั้นพัก 5 นาทีก่อนเริ่มการทดสอบ โดยการทดสอบประกอบด้วย การวิ่งโดยไม่มีการถ่วงน้ำหนัก ซึ่งอาสาสมัครจะต้องวิ่งก่อนและหลังการทดสอบด้วยการวิ่งถ่วงน้ำหนัก การวิ่งด้วยการถ่วงน้ำหนักบริเวณส่วนบนของร่างกายด้วยน้ำหนัก 5% ของน้ำหนักตัว การวิ่งด้วยการถ่วงน้ำหนักบริเวณส่วนล่างของร่างกายด้วยน้ำหนัก 1%, 3% และ 5% ของน้ำหนักตัว และการวิ่งถ่วงน้ำหนักบริเวณส่วนบนและส่วนล่างของร่างกายด้วยน้ำหนัก 5% และ 10% ของน้ำหนักตัว ด้วยความเร็ว 3.9 เมตร/วินาที เป็นเวลา 2 นาทีและพักระหว่างการทดสอบแต่ละครั้ง 5 นาที ใช้ LabVIEW program ในการเก็บข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลจากการวิ่งจำนวน 20 ก้าวมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้สถิติ ANOVA of repeated measures สามารถสรุปได้ว่า การวิ่งด้วยการถ่วงน้ำหนักบริเวณส่วนล่างของร่างกายด้วยน้ำหนัก 5% ของน้ำหนักตัว ส่งผลให้ Vertical stiffness, Vertical and horizontal force, Functional and effective propulsive มีประสิทธิภาพมากกว่าในการวิ่งด้วยการถ่วงน้ำหนักบริเวณส่วนบนของร่างกาย

ด้วยน้ำหนัก 5% ของน้ำหนักตัว ($p < 0.05$) และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของตัวแปรการวิ่ง (Spatio-temporal) เมื่อวิ่งด้วยการถ่วงน้ำหนัก ($p < 0.05$) [22]

จากการศึกษางานวิจัยของ Liew และคณะในปี ค.ศ. 2017 ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (leg stiffness) และการลดแรงกระแทกที่กระทำต่อข้อต่อด้วยกระเป๋าเป้สะพายหลังในการวิ่งด้วยความเร็วต่ำ ในอาสาสมัครที่มีกิจกรรมทางกาย (Recreational activity) จำนวน 31 คน โดยให้อาสาสมัครทดสอบด้วยการวิ่งในความเร็วที่แตกต่างกัน (3.0 m/s, 4.0 m/s, 5.0 m/s) และน้ำหนังของกระเป๋าเป้สะพายหลัง (CAMELBACK) ที่แตกต่างกัน (0%, 10%, 20% ของน้ำหนักตัว) ใช้เครื่องมือ SMARTSPEED Pro ในการเก็บข้อมูลความเร็วในการวิ่ง เก็บข้อมูลภาพการเคลื่อนไหวขณะวิ่งด้วย Vicon T-series และเก็บข้อมูลแรงปฏิกิริยาจากพื้นด้วย AMTI ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าการวิ่งด้วยการเพิ่มน้ำหนักจากภายนอกไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่การวิ่งด้วยความเร็ว 3 เมตรต่อวินาที มีผลต่อการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและลดแรงกระแทกที่กระทำต่อข้อต่อในขณะวิ่งได้ ($p < 0.05$) [23]

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

ขอบเขตการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional study) เพื่อเปรียบเทียบผลของการถ่วงน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกัน อันได้แก่ บริเวณลำตัว (Trunk) แขน (Upper extremity) ขา (Lower extremity) การถ่วงน้ำหนักทั้งร่างกาย (Body) ที่ร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัวของอาสาสมัครแต่ละคน และการวิ่งโดยไม่ถ่วงน้ำหนัก (No weight) ต่อ 1) ประสิทธิภาพการวิ่ง (Efficiency) ได้แก่ อัตราการก้าว (Step rate) ระยะความยาวของการก้าวขา (Step length) ความยาวของการก้าว (Stride length) ระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้น (Contract time) และระยะเวลาที่เท้าลอยพ้นพื้น (Flight time) 2) แรงกระแทก (Shock) ได้แก่ แรงกระแทก (Shock) แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง (Impact Gs) และความสามารถในการลดความเร็วในแนวราบ (Braking Gs) 3) การเคลื่อนไหวของข้อเท้า (Motion) ได้แก่ ลักษณะการลงเท้า (Foot strike type) การหมุนเท้าเข้าด้านใน (Pronation Excursion) และความเร็วสูงสุดในการหมุนของเท้า (Max Pronation velocity) ของการวิ่ง ที่วัดและประมวลผลจากอุปกรณ์ Run Scribe ในผู้ใหญ่ตอนต้นเพศชาย [24] ที่ออกกำลังกายด้วยการวิ่งเป็นประจำ อายุ 18-25 ปี มหาวิทยาลัยพะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา โดยในบทนี้จะกล่าวถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ขั้นตอนการดำเนินงานและการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

เครื่องมือและอุปกรณ์

		จำนวน
1.	Run Scribe	1 เครื่อง
2.	แอปพลิเคชัน Run Scribe version 3.4.0(470)	1 อัน
3.	IPAD gen 7	1 เครื่อง
4.	Treadmill	1 เครื่อง
5.	เครื่องวัดความดันโลหิต	1 เครื่อง
6.	เครื่องวัดชีพจร	1 เครื่อง

		จำนวน
7.	เครื่องวัดค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด	1 เครื่อง
8.	เครื่องวัดอุณหภูมิร่างกาย	1 เครื่อง
9.	แบบประเมินความหอบเหนื่อย	1 แผ่น
10.	แบบประเมินความล้าของขา	1 แผ่น
11.	นาฬิกาจับเวลา	2 เครื่อง
12.	เครื่องชั่งน้ำหนัก	1 เครื่อง
13.	เสื้อกั๊กถ่วงน้ำหนัก (Weight vest)	1 ตัว
14.	ปลอกแขนถ่วงน้ำหนัก (Forearm weight cuffs)	2 ตัว
15.	ปลอกขาถ่วงน้ำหนัก (Lower-leg weight cuffs)	2 ตัว
16.	สายคาดเอว	1 อัน
17.	แท่งเหล็กและตะปู	50 อัน
18.	ถุงทราย	2 อัน
19.	แบบบันทึกข้อมูลอาสาสมัคร	15 ฉบับ
20.	ใบยินยอมเข้าร่วมการศึกษา	15 ฉบับ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การคำนวณจำนวนประชากร (Sample Size) ในการศึกษานี้ คำนวณจำนวนอาสาสมัครด้วยด้วยวิธี Priori power analysis ด้วยโปรแกรม G*Power (Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Germany) โดยอ้างอิงจากงานวิจัยของ Fisher และคณะ (2022) ที่ให้ข้อมูลค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล (Partial Eta Square; ηp^2) สำหรับการคำนวณเท่ากับ 0.298 และจากการกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ α = 0.05 และค่าอำนาจการทดสอบ (desired power) เท่ากับ 0.80 จึงได้จำนวนอาสาสมัคร (n = 18) โดยการศึกษานี้กำหนดจำนวนอาสาสมัครเข้าร่วมทั้งหมดจำนวน 20 คน โดยกลุ่มตัวอย่างมีเกณฑ์คัดเลือกคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. เกณฑ์การคัดเลือกเข้ารับการทดสอบ (Inclusion criteria) ประกอบด้วย
   - 1.1 เพศชาย อายุ 18-25 ปี
   - 1.2 ออกกำลังกายด้วยการวิ่งอย่างน้อย 3 วัน/สัปดาห์
   - 1.3 ไม่มีการบาดเจ็บใด ๆ ที่เป็นอุปสรรคต่อการทดสอบ
   - 1.4 ไม่มีโรคร้ายแรงที่ส่งผลกระทบต่อร่างกายขณะทำการทดสอบ

1.5 ดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ

1.6 ยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

2. เกณฑ์การคัดออกจากการทดสอบ (Exclusion criteria) ประกอบด้วย

2.1 ผู้ทดสอบไม่ยินยอมเข้าร่วมการทดสอบแม้ได้รับการอธิบายเกี่ยวกับงานวิจัยแล้ว

2.2 มีบาดแผลที่เท้าหรือมีการบาดเจ็บบริเวณโครงสร้างของเท้าที่เป็นอุปสรรคต่อการทดสอบ

2.3 มีประวัติการรับประทานเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ อาการหรือเครื่องดื่มชูกำลังภายใน 24 ชั่วโมงก่อนการทดสอบ

3. เกณฑ์การยุติการทดสอบ (Withdrawal of participant criteria)

3.1 อาสาสมัครมีอาการผิดปกติขณะทดสอบ เช่น หน้ามืด เวียนหัว คลื่นไส้อาเจียน กระดูกข้อเท้าหัก

3.2 อาสาสมัครเกิดการบาดเจ็บขณะทดสอบ

3.3 อาสาสมัครรู้สึกไม่ปลอดภัย หรือไม่ประสงค์ในการเข้าร่วมการวิจัย สามารถขอถอนตัวออกจากการทดสอบได้ทันที

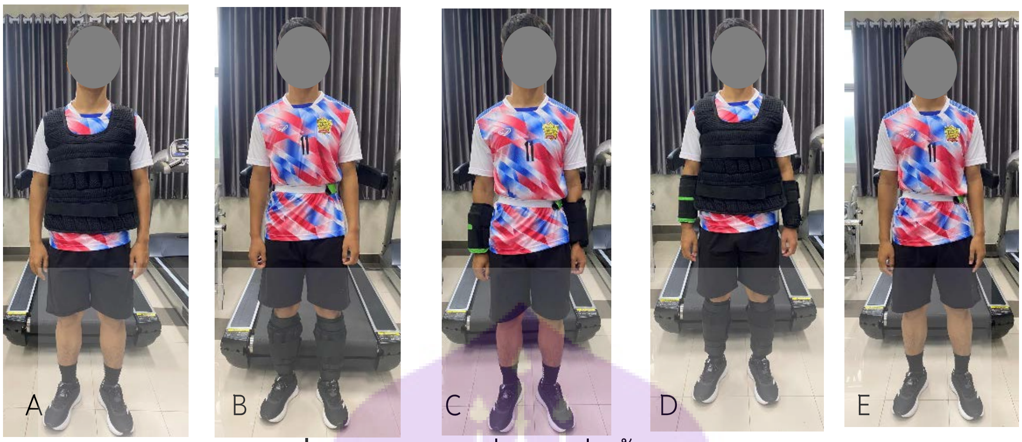
ขั้นตอนการดำเนินงาน

ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดการทดสอบแก่อาสาสมัครถึงวัตถุประสงค์และขั้นตอนการเก็บข้อมูลการศึกษาแก่อาสาสมัครและให้อาสาสมัครเซ็นเอกสารยินยอมเข้าร่วมการศึกษาและกรอกเอกสารข้อมูลคัดกรอง พร้อมกับชี้แจงให้อาสาสมัครเตรียมตัวก่อนการทดสอบ ดังนี้

1. เตรียมเครื่องแต่งกายและรองเท้าที่เหมาะสมสำหรับการวิ่ง
2. พักผ่อนให้เพียงพอ อย่างน้อย 6–8 ชั่วโมง
3. รับประทานอาหารก่อนการทดสอบ อย่างน้อย 2–3 ชั่วโมง
4. งดรับประทานเครื่องดื่มแอลกอฮอล์หรือเครื่องดื่มชูกำลัง อย่างน้อย 24 ชั่วโมง
5. หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายอย่างหนัก อย่างน้อย 24 ชั่วโมง

เมื่ออาสาสมัครมาถึงคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ผู้วิจัยบันทึกข้อมูลพื้นฐานอาสาสมัคร ได้แก่ ชื่อ–นามสกุล อายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง ความดันโลหิต อุณหภูมิร่างกาย ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด ค่าความหอบเหนื่อย ค่าความล้าของกล้ามเนื้อขา อาสาสมัครสุ่มลำดับตำแหน่งของการถ่วงน้ำหนักบนร่างกายจำนวน 4 ตำแหน่ง ได้แก่ บริเวณลำตัว (Trunk) แขน (Upper extremity) ขา (Lower

extremity) การถ่วงน้ำหนักทั้งร่างกาย (Body) และการวิ่งโดยไม่ถ่วงน้ำหนัก (No weight) ดังแสดงในรูปที่ 6 หลังจากนั้นอาสาสมัครจะถูกทดสอบ ดังนี้



รูปที่ 6 แสดงตำแหน่งการเพิ่มน้ำหนักในการทดสอบ

(A):ลำตัว (B):ขา (C):แขน (D):ทั้งหมดของร่างกาย (E):ไม่ถ่วงน้ำหนัก

1. ผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนการทดสอบแก่อาสาสมัคร โดยอาสาสมัครที่เข้าร่วมการทดสอบจะได้รับการอบอุ่นร่างกาย 10 นาที ประกอบด้วยการวิ่งบนลู่วิ่งไฟฟ้าด้วยความเร็ว 5.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง 5 นาที[5, 25] และยืดกล้ามเนื้อ 5 นาที [22] หลังจากนั้นให้อาสาสมัครพักเป็นเวลา 5 นาที [5, 22, 26] ก่อนการทดสอบครั้งแรก
2. ผู้วิจัยทำการติดตั้งอุปกรณ์ RunScribe บริเวณรองเท้า ดังแสดงในรูปที่ 7 โดยบันทึกข้อมูลผ่านการเชื่อมต่อบลูทูธระหว่าง RunScribe กับ IPAD gen 7

รูปที่ 7 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ Run Scribe

3. อาสาสมัครทำการทดสอบตามลำดับการสุ่มด้วยการวิ่งบนลู่วิ่งไฟฟ้า 5 นาที โดยความเร็วจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องถึง 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมงใน 1 นาที และให้อาสาสมัครวิ่งด้วยความเร็วดังกล่าว 3 นาที หลังจากนั้นลดความเร็วลง ให้อาสาสมัครวิ่งต่อจนครบเวลาในการทดสอบ หลังทดสอบเสร็จให้อาสาสมัครพักเป็นเวลา 5 นาที [22] ผู้วิจัยบันทึกค่าความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด อุณหภูมิร่างกาย ค่าความหอบเหนื่อยและค่าความล้าของขา หลังการทดสอบ

4. ผู้วิจัยบันทึกเริ่มบันทึกข้อมูลในนาทีที่ 1 และสิ้นสุดการบันทึกข้อมูลในนาทีที่ 4 ของการทดสอบ

5. ผู้วิจัยเปลี่ยนตำแหน่งการถ่วงน้ำหนักบนร่างกายตามลำดับการสุ่มจนครบทั้ง 5 ลำดับการทดสอบและบันทึกข้อมูลการทดสอบของอาสาสมัครแต่ละราย

ขั้นตอนการเตรียมโดยคณะผู้วิจัย

1. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงการวิจัย และวางแผนปฏิบัติขั้นตอนต่าง ๆ ในการเตรียมข้อมูลวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

2. ทำความเข้าใจและฝึกซ้อมการทดลองการวิ่งโดยมีการถ่วงน้ำหนักบริเวณต่าง ๆ เพื่อสร้างความเข้าใจระหว่างคณะผู้วิจัยถึงวิธีการทดลอง

3. กำหนดหน้าที่ผู้วิจัย ดังนี้

3.1 ผู้วิจัยคนที่ 1 ทำหน้าที่อธิบาย วัตถุประสงค์ วิธีการวิจัยให้อาสาสมัครเข้าใจ จากนั้นให้อาสาสมัครลงลายมือชื่อยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย กรอกแบบบันทึกข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร ได้แก่ ชื่อ–นามสกุล อายุ เพศ และทำการวัดน้ำหนัก ส่วนสูง ความดันโลหิต อุณหภูมิร่างกาย ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด ค่าความหอบเหนื่อย

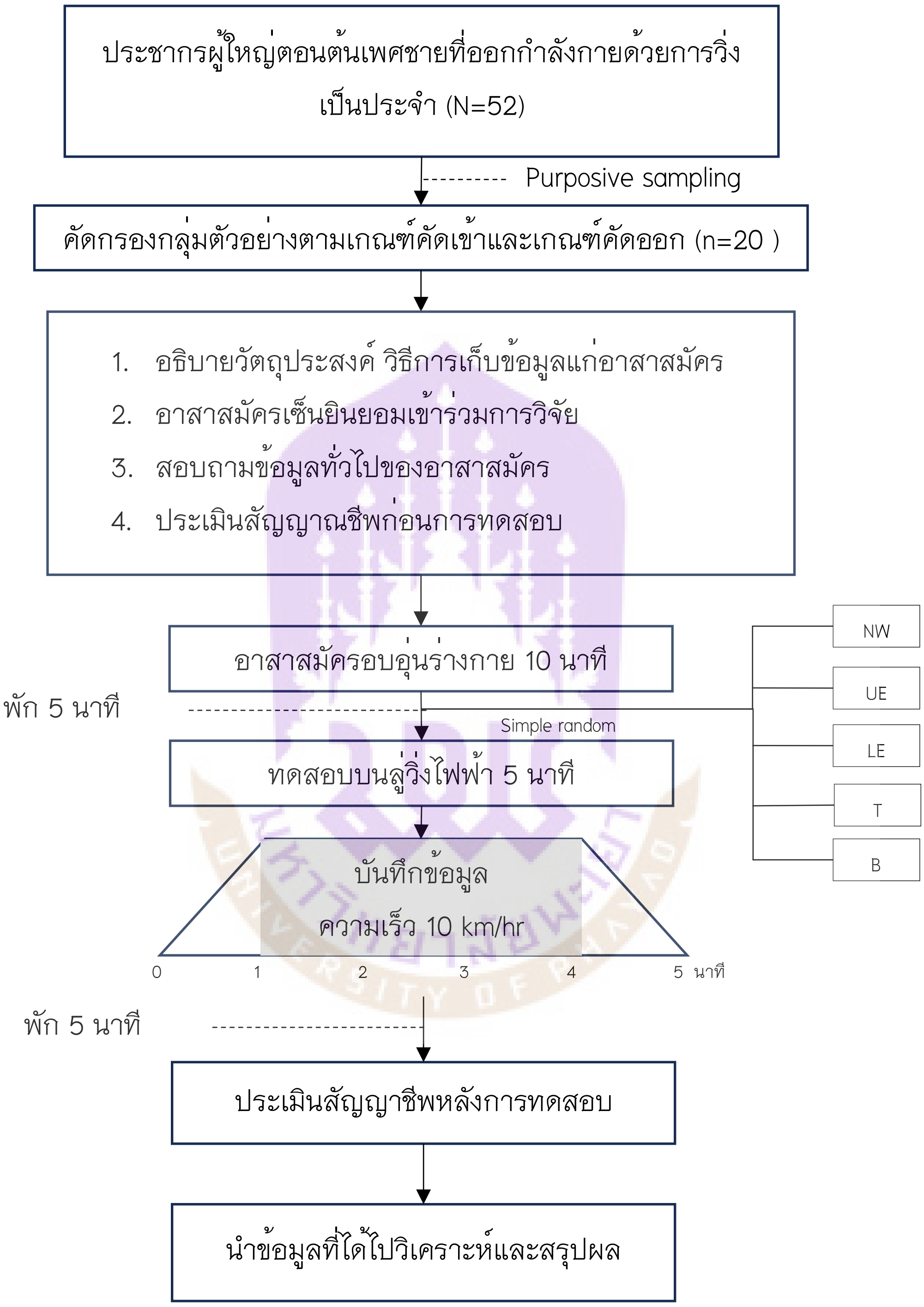
3.2 ผู้วิจัยคนที่ 2 ทำหน้าที่ติดตั้งเครื่องมือ RunScribe และบันทึกผลการทดสอบของอาสาสมัครแต่ละราย

3.3 ผู้วิจัยคนที่ 3 ทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนดำเนินงานทั้งหมด และปรับค่าอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 25 องศาเซลเซียส สำหรับทุกการทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 26.0 วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) เพื่อแสดงลักษณะทั่วไปของอาสาสมัครได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ค่าดัชนีมวลกาย และร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัว โดยจะรายงานค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หากข้อมูลมีการแจกแจงปกติ จากนั้นตรวจสอบการกระจายตัวของข้อมูลโดยพิจารณาสถิติ Shapiro–Wilk test เมื่อจำนวนอาสาสมัครน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 คน โดยการทดสอบนี้ใช้อาสาสมัคร 20 คน โดยค่านัยสำคัญทางสถิติ (Significance) มากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงปกติจึงใช้สถิติ One way repeated measure ANOVA เพื่อเปรียบเทียบการทดสอบการวิ่งถ่วงน้ำหนักบนส่วนของร่างกายที่แตกต่างกัน โดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ และทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ (pair–wise comparison) ของตัวแปรด้วยการวิเคราะห์ Post–hoc analysis โดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติ $p \leq 0.005$

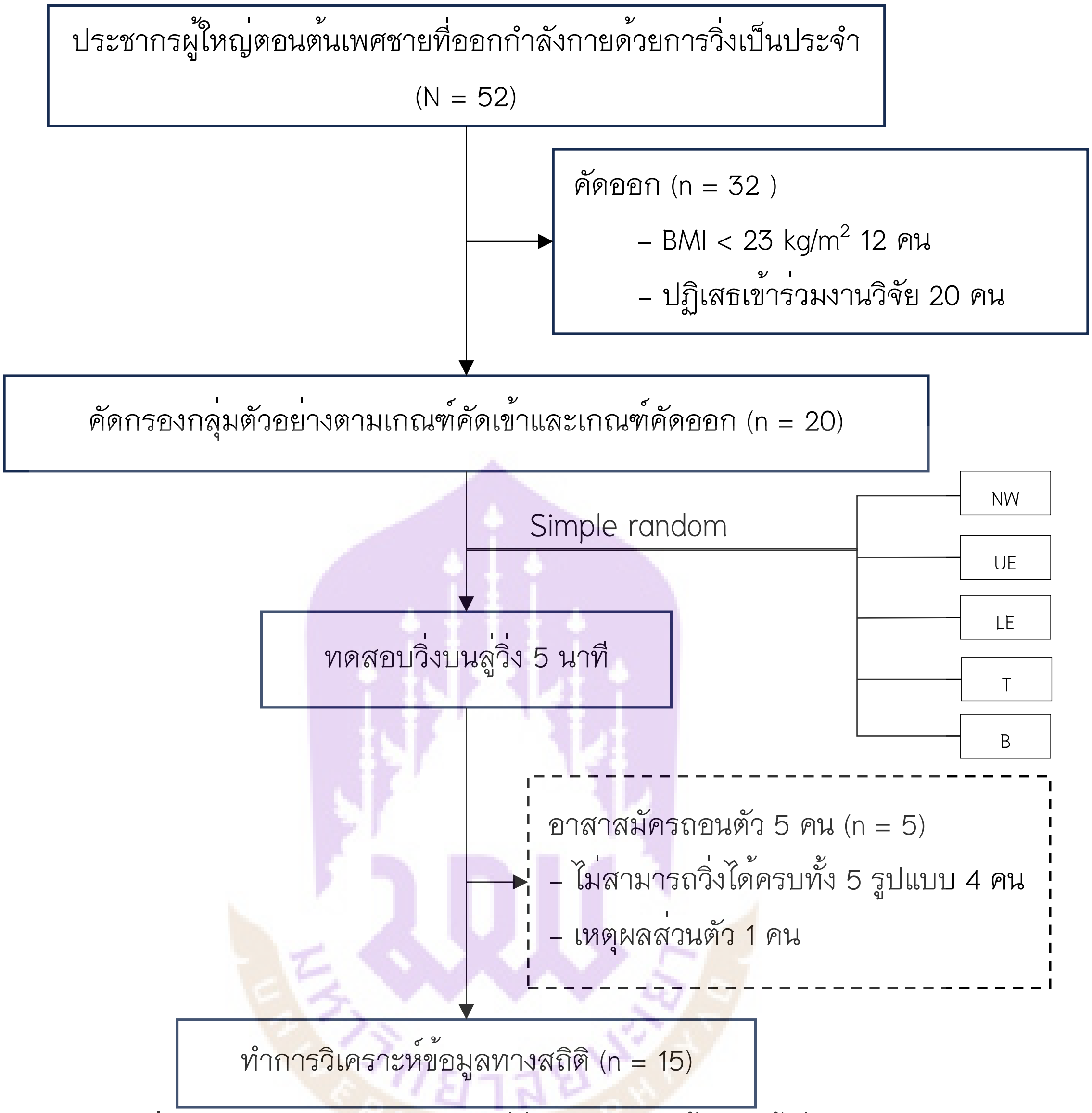
แผนการดำเนินการวิจัย



รูปที่ 8 แสดงผังขั้นตอนการดำเนินงาน

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional study) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลของการเพิ่มน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกันต่อชีวกลศาสตร์การวิ่ง โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการทดลองวิ่งถ่วงน้ำหนักบนลู่วิ่งของนิสิตมหาวิทยาลัยพะเยา จำนวน 15 คน การศึกษาครั้งนี้มีอาสาสมัครถอนตัวออกจากการศึกษาจำนวน 5 คน เนื่องจากไม่สามารถทำการทดสอบครบทั้ง 5 ลำดับได้จำนวน 4 คนและเนื่องจากเหตุผลส่วนตัวจำนวน 1 คน ทำให้การศึกษาครั้งนี้เหลืออาสาสมัครทั้งสิ้น 15 คน ดังแสดงในรูปที่ 9 ข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัครแสดงในตารางที่ 1 เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างการเพิ่มน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกันต่อตัวแปรด้านประสิทธิภาพ ด้านแรงกระแทกและการเคลื่อนไหวของข้อเท้า พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อด้านประสิทธิภาพ ได้แก่ ระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้นและช่วงลอยตัวในอากาศ ด้านการเคลื่อนไหวของเท้าในด้านลักษณะการลงเท้า ดังแสดงในตารางที่ 2 และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคู่พบว่าระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้นมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดทั้งหมด 7 คู่ ช่วงลอยตัวในอากาศพบความแตกต่างกัน 3 คู่และลักษณะการลงเท้าพบความแตกต่างกัน 3 คู่ ดังแสดงในตารางที่ 3



รูปที่ 9 แผนภาพแสดงอาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าและเข้าร่วมการศึกษา

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของข้อมูลทั่วไปในกลุ่มนิสิตมหาวิทยาลัยพะเยา

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
อายุ (ปี)	20.27	1.03
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	64.73	6.51
ส่วยสูง (เซนติเมตร)	170.27	5.64
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร^2)	22.32	2.05
ร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	6.47	0.65

อาสาสมัครเข้าร่วมวิจัยเพศชาย จำนวน 15 คน อายุเฉลี่ย 20.27 ± 1.03 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 64.73 ± 6.51 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 170.27 ± 5.64 เซนติเมตร ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 22.32 ± 2.05 กิโลกรัม/เมตร^2 และร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัวเฉลี่ย 6.47 ± 0.65 กิโลกรัม

ตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพ (Efficiency) แรงกระแทก (Shock) และการเคลื่อนไหวของข้อเท้า (Motion) ของการวิ่ง เมื่อทดสอบโดยการวิ่งถ่วงน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกัน (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (* $p < 0.05$, NW; No weight LE; lower extremity UE; upper extremity T; trunk B; body)

ตัวแปร	NW	LE	UE	T	B	*p-Value*
			Efficiency			
Step rate (s/min)	172.93 ±6.56	175.00 ±6.83	173.33 ±6.81	172.53 ±6.74	171.80±6.14	0.076
Stride length (m)	1.86 ± 0.11	2.99 ± 4.52	1.84 ± 0.15	1.85 ± 0.12	1.90±0.12	0.351
Step length (m)	0.93 ± 0.05	0.91 ± 0.09	0.92 ± 0.07	0.93 ± 0.06	0.95±0.06	0.102
Contact time (ms)	277.00 ± 16.78	274.20 ± 14.59	289.47 ± 13.89	289.07 ± 14.64	283.93± 13.29	0.000*
Flight time (ms)	70.67 ± 16.40	69.27 ± 18.76	57.20 ± 14.16	60.80 ± 15.47	66.33± 14.30	0.001*
			Shock			
Shock (G)	11.56 ± 1.74	12.55 ± 1.21	11.08 ± 1.69	11.33 ± 1.51	11.71±1.69	0.015
Impact Gs (G)	8.42 ± 1.74	8.83 ± 1.19	8.31 ± 1.59	8.51 ± 1.69	8.71±1.81	0.423
Braking Gs (G)	7.40 ± 2.16	8.32 ± 2.12	6.91 ± 1.96	7.05 ± 1.73	7.26±1.87	0.003*
			Motion			
Foot strike type	9.04 ± 2.04	11.25 ± 1.86	8.44 ± 1.96	8.43 ± 1.93	9.71±2.03	0.000*
Pronation Excursion (°)	-11.87 ±3.83	-12.96 ±6.08	-12.31 ±4.66	-12.44 ±4.04	-12.28± 4.51	0.458
Max Pronation velocity (°/s)	571.33 ± 128.31	523.73 ± 164.50	553.33 ± 138.56	549.07 ± 118.41	544.67± 138.61	0.318

ผลจากการใช้สถิติ One-way repeated measure ANOVA แสดงถึงชุดข้อมูลที่วิเคราะห์มีคู่ทดสอบอย่างน้อยจำนวนหนึ่งคู่ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1. Step rate ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $F(2.90,40.57) = 2.49$ $p = 0.076$ $\eta p^2 = 0.151$ ค่าอำนาจการทดสอบ 0.565
2. Stride length ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $F(1.00,14.01) = 0.93$ $p = 0.351$ $\eta p^2 = 0.062$ ค่าอำนาจการทดสอบ 0.147
3. Step length ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $F(1.92,26.87) = 2.51$ $p = 0.102$ $\eta p^2 = 0.152$ ค่าอำนาจการทดสอบ 0.450
4. Contact time มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ$F(2.18,56) = 16.90$ $p = 0.000$ $\eta p^2 = 0.547$ ค่าอำนาจการทดสอบ 1
5. Flight time มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $F(2.66,37.11) = 6.77$ $p = 0.001$ $\eta p^2 = 0.326$ ค่าอำนาจการทดสอบ 0.946
6. Shock ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $F(2.33,32.58) = 4.52$ $p = 0.015$ $\eta p^2 = 0.244$ ค่าอำนาจการทดสอบ 0.773
7. Impact Gs ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $F(2.67,37.33) = 0.94$ $p = 0.423$ $\eta p^2 = 0.063$ ค่าอำนาจการทดสอบ 0.225
8. Braking Gs ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $F(2.32,32.41) = 6.323$ $p = 0.003$ $\eta p^2 = 0.311$ ค่าอำนาจการทดสอบ 0.901
9. Foot strike type มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $F(2.28,31.91) = 16.54$ $p = 0.000$ $\eta p^2 = 0.542$ ค่าอำนาจการทดสอบ 1
10. Pronation Excursion ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $F(1.83,25.61) =$ $p = 0.781$ $\eta p^2 = 0.458$ ค่าอำนาจการทดสอบ 0.163
11. Max Pronation velocity ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ$F(2.29,31.99) = 1.20$ $p = 0.318$ $\eta p^2 = 0.079$ ค่าอำนาจการทดสอบ 0.285

ตารางที่ 3 แสดงผล Post-hoc analysis ของค่าประสิทธิภาพ (Efficiency) แรงกระแทก (Shock) และการเคลื่อนไหวของข้อเท้า (Motion) ของการวิ่ง เมื่อทดสอบโดยการวิ่งถ่วงน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกัน

ตัวแปร	NW-LE	NW-UE	NW-T	NW-B	LE-UE	LE-T	LE-B	UE-T	UE-B	T-B
Efficiency										
Step rate (s/min)	1	1	1	1	1	0.676	0.142	1	0.870	1
Stride length (m)	1	1	1	0.274	1	1	1	1	0.060	0.075
Step length (m)	1	1	1	0.226	1	1	0.370	1	0.007	0.058
Contact time (ms)	1	0.000**↓	0.003*↓	0.145↓	0.000**↓	0.005*↓	0.000**↓	1	0.001**↑	0.828
Flight time (ms)	1	0.002*↑	0.082	1	0.004*↑	0.571	1	1	0.001**↓	1
Shock										
Shock (G)	0.687	0.664	1	1	0.46	0.315	0.939	1	0.600	1
Impact Gs (G)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Braking Gs (G)	0.533	0.448	1	1	0.006	0.083	0.216	1	1	1
Motion										
Foot strike type	0.004*	1	0.324	0.290	0.001**	0.003*	0.013	1.000	0.33	0.065
Pronation Excursion (°)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Max Pronation velocity (°/s)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

(* $p \leq 0.005$, ** $p \leq 0.001$, NW; no weight LE; lower extremity UE; upper extremity T; trunk B; body)

(↑ ผลการเปรียบเทียบระหว่างพบว่ามีค่าการทดสอบเพิ่มขึ้น, ↓ ผลการเปรียบเทียบระหว่างคู่พบว่ามีค่าการทดสอบลดลง)

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการถ่วงน้ำหนักบนตำแหน่งร่างกายแต่ละคู่ด้วยการทดสอบ post-hoc analysis พบว่า

Contact time มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $F(2.18,56) = 16.90$ โดยผลการทดสอบ post-hoc analysis พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่าง NW และ UE ($p = 0.000$), NW และ T ($p = 0.003$), LE และ UE ($p = 0.000$), LE และ T ($p =0.005$), LE และ B ($p = 0.000$), UE และ B ($p = 0.001$)

Flight time มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $F(2.651,37.109) = 6.771$ โดยผลการทดสอบ post-hoc analysis พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่าง NW และ UE ($p = 0.002$), LE และ UE ($p = 0.004$), LE และ B ($p = 0.001$)

Foot strike type มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $F(2.279,31.907) = 16.543$ โดยผลการทดสอบ post-hoc analysis พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่าง NW และ LE ($p = 0.004$), LE และ UE ($p = 0.001$), LE และ T ($p = 0.003$)

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการถ่วงน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกัน ได้แก่ บริเวณลำตัว (Trunk) แขน (Upper extremity) ขา (Lower extremity) และการถ่วงน้ำหนักทั้งร่างกาย (Body) ที่ร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัวของอาสาสมัครแต่ละคน และการวิ่งโดยไม่ถ่วงน้ำหนัก (No weight) ที่ส่งผลต่อ 1) ประสิทธิภาพการวิ่ง (Efficiency) ได้แก่ อัตราการก้าว (Step rate) ระยะความยาวของการก้าวขา (Step length) ความยาวของการก้าว (Stride length) ระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้น (Contract time) ระยะเวลาที่เท้าลอยพ้นพื้น (Flight time) 2) แรงกระแทก (Shock) ได้แก่ แรงกระแทก (Shock) แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่ง (Impact Gs) และความสามารถในการลดความเร็วในแนวราบ (Braking Gs) และ 3) การเคลื่อนไหวของข้อเท้า (Motion) ได้แก่ ลักษณะการลงเท้า (Foot strike type) การหมุนเท้าเข้าด้านใน (Pronation Excursion) ความเร็วในการหมุนของเท้า (Max Pronation velocity) ของการวิ่งที่วัดและประมวลผลจากอุปกรณ์ Run Scribe ในผู้ใหญ่ตอนต้นเพศชายที่ออกกำลังกายด้วยการวิ่งเป็นประจำ อายุ 18-25 ปี จำนวน 15 คน โดยผลการศึกษาเป็นไปตามสมมติฐานที่พบว่าผลของการเปรียบเทียบของการวิ่งถ่วงน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกันต่อประสิทธิภาพ แรงกระแทกและการเคลื่อนไหวของข้อเท้ามีความแตกต่างกัน

ระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้น (Contract time) คือ ช่วงเวลาตั้งแต่ส้นเท้าสัมผัสพื้นจนถึงช่วง toe off ถูกบันทึกในหน่วยมิลลิวินาที โดยช่วงปกติอยู่ระหว่าง 190 ถึง 400 มิลลิวินาที ซึ่งหากนักกรีฑามีระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้นลดลงจะทำให้มีความเร็วขณะวิ่งเพิ่มขึ้น จากตารางที่ 3 ผลจากการเปรียบเทียบตำแหน่งการถ่วงน้ำหนักต่อระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้นพบว่า การเพิ่มน้ำหนักบริเวณแขน ลำตัว การถ่วงน้ำหนักทั้งร่างกายส่งผลให้ระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้นลดลงเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการวิ่งโดยไม่ถ่วงน้ำหนักและการเพิ่มน้ำหนักบริเวณขา ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Macadam และคณะที่พบว่าการเพิ่มน้ำหนักบริเวณขาท่อนล่าง (ประมาณ 1%BW) มีผลให้ช่วงที่เท้าสัมผัสพื้นมากขึ้น[6] และการศึกษาของ Gleadhill และคณะที่พบว่าการเพิ่มน้ำหนักบริเวณลำตัว (7% BW) ส่งผลให้ช่วงที่เท้าสัมผัสพื้นมากขึ้น เมื่อเทียบกับการวิ่งโดยไม่ถ่วงน้ำหนัก[27] และการเพิ่มน้ำหนักบริเวณขาส่งผลให้ช่วงที่เท้าสัมผัสพื้นเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับแขน อย่างไรก็ตามจากตารางที่ 2 ผลจากค่าเฉลี่ยพบว่าไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มน้ำหนัก

บริเวณแขน ขา ลำตัวและการเพิ่มน้ำหนักทุกส่วนของร่างกาย ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้นอยู่ในช่วงปกติของนักวิ่งเมื่อเทียบกับ Run scribe

ช่วงลอยตัวในอากาศ (Flight Time) คือ ช่วงที่เท้าทั้งสองข้างลอยพ้นพื้น ถูกบันทึกในหน่วยมิลลิวินาที โดยการวิ่งที่มีประสิทธิภาพควรมีช่วงลอยตัวในอากาศนาน ซึ่งจากตารางที่ 3 ผลจากการเปรียบเทียบตำแหน่งการเพิ่มน้ำหนักพบว่า การวิ่งโดยไม่ถ่วงน้ำหนักและการวิ่งถ่วงน้ำหนักบริเวณขาส่งผลให้มีช่วงลอยตัวในอากาศเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการวิ่งถ่วงน้ำหนักบริเวณแขน ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาก่อนหน้าที่พบว่าการเพิ่มน้ำหนักบริเวณแขน (ประมาณ 1% BW) ส่งผลให้ช่วงลอยตัวในอากาศลดลง จากการศึกษาของ Hurst และคณะพบว่าการเพิ่มน้ำหนักบริเวณขาท่อนล่าง (0.6% BW) ส่งผลเฉียบพลันต่อช่วงลอยตัวในอากาศเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการวิ่งโดยไม่ถ่วงน้ำหนัก[28] ซึ่งมีการอธิบายถึงผลการเพิ่มน้ำหนักบริเวณขาต่อการทำงานของรยางค์ในช่วงลอยตัวในอากาศว่า การเพิ่มน้ำหนักสามารถกระตุ้นการเร้าการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Muscular excitation) เป็นผลให้กล้ามเนื้อที่ทำงานตรงข้ามกันในช่วงลอยตัวในอากาศทำงานประสานสัมพันธ์กันมากขึ้น [29] แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Brown และคณะที่พบว่าการเพิ่มน้ำหนักบริเวณขา (ประมาณ 1.5%BW) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อ neuromuscular activity เมื่อทดสอบด้วยการตรวจคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography) [30] ดังนั้นจากเหตุผลดังกล่าว จึงยังไม่สามารถอธิบายถึงผลการเพิ่มน้ำหนักบริเวณขาต่อช่วงลอยตัวในอากาศได้อย่างชัดเจน

ลักษณะการลงเท้า (Foot Strike Type) ผลจากการนำค่าเฉลี่ยของลักษณะการลงเท้าเทียบกับค่าเฉลี่ยของ Run Scribe พบว่า ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 9 บ่งบอกได้ว่าอาสาสมัครมีลักษณะการลงเท้าแบบกลางเท้า (Midfoot strike) เมื่อทดสอบด้วยการวิ่งโดยไม่ถ่วงน้ำหนักและการเพิ่มน้ำหนักตำแหน่งอื่น ยกเว้นการเพิ่มน้ำหนักบริเวณขาส่งผลให้อาสาสมัครมีลักษณะการลงเท้าแบบหน้าเท้า (Forefoot strike) แต่อย่างไรก็ตามลักษณะการลงเท้าขึ้นอยู่กับความเร็วในการวิ่ง ในกรณีที่ความเร็วในการวิ่งเกือบสูงสุดหรือสูงสุด ตำแหน่งบริเวณปลายเท้าจะสัมผัสพื้นก่อนส่วนอื่น แต่หากนักวิ่ง วิ่งด้วยความเร็วปานกลาง บริเวณกลางเท้าจะเป็นส่วนที่สัมผัสพื้นก่อนส่วนอื่น ซึ่งการศึกษาของ Deniel และคณะที่พบว่าการวิ่งแบบลงปลายเท้า (Forefoot strike) และการวิ่งแบบลงกลางเท้า (Mid foot) มีแรงกระทำจากพื้นต่อข้อเท้าในแนวดิ่ง (Vertical ground reaction force) น้อยกว่าการวิ่งแบบลงส้นเท้า (Heel strike) ถึง 1.5-3 เท่าของน้ำหนักตัว ส่งผลทำให้สามารถลดอัตราการบาดเจ็บ เช่น Tibial stress fracture และ Plantar fasciitis ได้มากกว่าการวิ่งแบบลงส้นเท้า (Heel strike) เนื่องจากการวิ่งแบบลงปลายเท้า (Forefoot strike) และการวิ่งแบบลงกลางเท้า (Mid foot) มีผลต่อการวางขาในแนวดิ่งและมี

การลดลงของจุดศูนย์กลางมวลของร่างกาย (Center of Mass) ที่สัมพันธ์กับแรงในแนวดิ่งในช่วงที่มีการกระแทก [31]

สรุปผลการศึกษา

จากการทดสอบเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพ (Efficiency) ค่าแรงกระแทก (Shock) และค่าการเคลื่อนไหว (Motion) ที่ได้จากการถ่วงน้ำหนักบนตำแหน่งที่แตกต่างกันของร่างกายขณะทำการทดสอบด้วยการวิ่งบนลู่วิ่งในนิสิตมหาวิทยาลัยพะเยา พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากเป็นการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กที่ศึกษาผลการทดสอบในระยะสั้นซึ่งสามารถใช้เป็นการศึกษานำร่อง (pilot study) ดังนั้น เพื่อทราบถึงผลการทดสอบระยะยาว ในการศึกษาต่อไป การเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างและเพิ่มระยะเวลาในการติดตามผลสามารถให้ข้อมูลผลการทดสอบระยะยาวเพื่อนำไปใช้ในเรื่องของการฝึกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวิ่งได้

มหาวิทยาลัยพะเยา UNIVERSITY OF PHAYAO

เอกสารอ้างอิง

1. สถานบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. สุขภาพคนไทย 2563 : **สองทศวรรษ ปฏิรูปการศึกษา ความล้มเหลมและความสำเร็จ**. กรุงเทพ ฯ: บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด; 2563.

2. สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล. สุขภาพคนไทย 2566 : **คำสัญญาของไทยใน "คอป" (COP: Conference of Parties) กับการรับมือ "โลกรวน"**. กรุงเทพ ฯ: บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด; 2566.

3. นักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ ส. **คู่มือ วิ่ง 10 สัปดาห์ สู่ชีวิตใหม่** [ออนไลน์] 2561 [อ้างเมื่อ 1 ตุลาคม 2566]. จาก : https://www.thaihealth.or.th/%E0%B8%84%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%B7%E0%B8%AD-%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B9%88%E0%B8%87-10-%E0%B8%AA%E0%B8%B1%E0%B8%9B%E0%B8%94%E0%B8%B2%E0%B8%AB%E0%B9%8C-%E0%B8%AA%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8%8A/.

4. เจริญ กระบวนรัตน์. หลักการและเทคนิคการฝึกกรีฑา. พิมพ์ครั้งที่ 2 ed. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2548.

5. Navarro CG, Márquez G, Cherubini D, Taube W. Effect of different loading conditions on running mechanics at different velocities. **Eur J Sport Sci**. 2019;19(5):595-602.

6. Macadam P, Simperingham KD, Cronin JB. Forearm wearable resistance effects on sprint kinematics and kinetics. **J Sci Med Sport**. 2019;22(3):348-52.

7. Feser EH, Neville J, Bezodis N, Macadam P, Uthoff AM, Nagahara R, et al. Waveform analysis of shank loaded wearable resistance during sprint running acceleration. **J Sports Sci**. 2021;39(17):2015-22.

8. Dugan SA, Bhat KP. Biomechanics and analysis of running gait. **Phys Med Rehabil Clin N Am**. 2005;16(3):603-21.

9. Nicola TL, Jewison DJ. The anatomy and biomechanics of running. **Clin Sports Med**. 2012;31(2):187-201.

10. Houglum AP, Bertoti BD. **Brunnstrom's Clinical Kinesiology**. Philadelphia: F.A. Davis Company; 2011.

11. Napier C. **Science of Running : Analyze your Technique, Prevent Injury, Revolutionize your Training**. New York: DK; 2020.

12. Fox EL, Mathews DK. **The Physiological Basic of Physical Education and Athletics**. Philadelphia: CBS College Publishing; 1985.

13. พีระพงศ์ บุญศิริ. **สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย (วิทยาศาสตร์การกีฬา)**. ส.การพิมพ์ เชียงใหม่2546.

14. พิชิต ภูติจันทร์. **การฝึกยกน้ำหนักเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์; 2547.

15. Christopher Gaffney. **Weighted vests: should you use them during exercise.** [serial online] 2023 [cited 2023 Sep 24]. Available from: https://theconversation.com/weighted-vests-should-you-use-them-during-exercise-206968.

16. DeSimone GT. SHAREABLE RESOURCE: The Weighted Vest: an InVESTment in Your Workout. **ACSM's Health & Fitness Journal**. 2020;24(2):4.

17. Rantalainen T, Ruotsalainen I, Virmavirta M. Effect of Weighted Vest Suit Worn During Daily Activities on Running Speed, Jumping Power, and Agility in Young Men. **The Journal of Strength & Conditioning Research**. 2012;26(11):3030-5.

18. Greendale GA, Salem GJ, Young JT, Damesyn M, Marion M, Wang MY, et al. A randomized trial of weighted vest use in ambulatory older adults: strength, performance, and quality of life outcomes. **J Am Geriatr Soc**. 2000;48(3):305-11.

19. Macadam P, Cronin JB, Simperingham KD. The Effects of Wearable Resistance Training on Metabolic, Kinematic and Kinetic Variables During Walking, Running, Sprint Running and Jumping: A Systematic Review. **Sports Med**. 2017;47(5):887-906.

20. Harper DJ, McBurnie AJ, Santos TD, Eriksrud O, Evans M, Cohen DD, et al. Biomechanical and Neuromuscular Performance Requirements of Horizontal Deceleration: A Review with Implications for Random Intermittent Multi-Directional Sports. **Sports Med**. 2022;52(10):2321-54.

21. Koldenhoven RM, Hertel J. Validation of a Wearable Sensor for Measurement Running Biomechanics. **National Athletic Trainers' s Association annual convention**. 2018;2:74-8.

22. Couture GA, Simperingham KD, Cronin JB, Lorimer AV, Kilding AE, Macadam P. Effects of upper and lower body wearable resistance on spatio-temporal and kinetic parameters during running. **Sports Biomech**. 2020;19(5):633-51.

23. Liew B, Netto K, Morris S. Increase in Leg Stiffness Reduces Joint Work During Backpack Carriage Running at Slow Velocities. **J Appl Biomech**. 2017;33(5):347-53.

24. Hurlock BE. **Developmental psychology**. 4th, editor. New York: McGraw-Hill; 1975.

25. Lenton GK, Bishop PJ, Saxby DJ, Doyle TLA, Pizzolato C, Billing D, et al. Tibiofemoral joint contact forces increase with load magnitude and walking speed but remain almost unchanged with different types of carried load. **PLoS One**. 2018;13(11):e0206859.

26. Rey E, Padrón-Cabo A, Fernández-Penedo D. Effects of Sprint Training With and Without Weighted Vest on Speed and Repeated Sprint Ability in Male Soccer Players. **J Strength Cond Res**. 2017;31(10):2659-66.

27. Gleadhill S, Yuki N, Wada T, Nagahara R. Kinetic and kinematic characteristics of sprint running with a weighted vest. **J Biomech**. 2021;126:110655.

28. Hurst O, Kilduff LP, Johnston M, Cronin JB, Bezodis NE. Acute effects of wearable thigh and shank loading on spatiotemporal and kinematic variables during maximum velocity sprinting. **Sports Biomech**. 2022;21(10):1234-48.

29. Martin PE, Cavanagh PR. Segment interactions within the swing leg during unloaded and loaded running. **J Biomech**. 1990;23(6):529-36.

30. Brown M, Giroux C, Lacome M, Leduc C, Hader K, Buchheit M. Effects of wearable resistance load placement on neuromuscular activity and stride kinematics: A preliminary study. **S Afr J Sports Med**. 2022;34(1):v34i1a13102.

31. Lieberman DE, Venkadesan M, Werbel WA, Daoud AI, D'Andrea S, Davis IS, et al. Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. **Nature**. 2010;463(7280):531-5.

ภาคผนวก ก

แบบบันทึกข้อมูลอาสาสมัคร

แบบบันทึกข้อมูลอาสาสมัครงานวิจัย

เรื่อง ผลของการเพิ่มน้ำหนักบนตำแหน่งของร่างกายที่แตกต่างกันต่อชีวกลศาสตร์ของการวิ่ง

<u>คำชี้แจง</u> กรุณากรอกข้อมูลและทำเครื่องหมาย √ ลงใน ☐ แล้วตรวจสอบข้อมูลให้ถูกต้องครบถ้วนและสมบูรณ์

<u>ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวอาสาสมัคร</u>

RN...

อายุ .... ปี เพศชาย ☐ เพศหญิง ☐

น้ำหนัก .... กิโลกรัม ส่วนสูง ....เซนติเมตร

ดัชนีมวลกาย.....................................กิโลกรัม/ตารางเมตร แปลผล...

<u>ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านสุขภาพ</u>

1.ท่านมีโรคประจำตัวโรคประจำตัวหรือไม่

☐ ไม่มี ☐ มี โปรดระบุ...

2.ท่านสูบบุหรี่หรือไม่

☐ ไม่เคยสูบบุหรี่ ☐ เคยสูบบุหรี่ โปรดระบุจำนวน..............................มวน/วัน

3.ท่านดื่มแอลกอฮอล์ในระยะเวลา 24 ชั่วโมงที่ผ่านมาหรือไม่

☐ ไม่ใช่ ☐ ใช่ โปรดระบุ...

4.ท่านดื่มเครื่องดื่มชูกำลัง เช่น ชา กาแฟและเครื่องดื่มชูกำลังอื่น ๆ ในระยะเวลา 24 ชั่วโมงที่ผ่านมา หรือไม่

☐ ไม่ใช่ ☐ ใช่ โปรดระบุ...

5.ท่านเคยประสบอุบัติเหตุในระยะเวลา 6 เดือนที่ผ่านมาใช่หรือไม่

☐ ไม่ใช่ ☐ ใช่ โปรดระบุ...

6.ท่านเคยได้รับการผ่าตัดใช่หรือไม่

☐ ไม่ใช่ ☐ ใช่ โปรดระบุ...

7.ท่านออกกำลังกายด้วยการวิ่งเป็นประจำในระยะเวลา 3 เดือนที่ผ่านมาใช่หรือไม่

☐ ไม่ใช่ ☐ ใช่

8.การออกกำลังกาย ระยะเวลา.......................................นาที/วัน..................................วัน/สัปดาห์

<u>ส่วนที่ 3 แบบบันทึกสัญญาณชีพก่อนและหลังการทดสอบ</u>

ตัวแปร	ขณะพัก	หลัง Warm up	NE	UE	LE	T	B
1. Heart rate (bpm)							
2. Blood pressure (mmHg)							
3. Respiratory rate (bpm)							
4. SpO2 (%)							
5. Temperature (°c)							
6. Dyspnea (score)							
7. Fatigue (score)							

มหาวิทยาลัยพะเยา UNIVERSITY OF PHAYAO