โครงสร้างของหลอดเลือดและสุขสมรรถนะของบุคคลวัยกลางคน : ผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งเทียบกับนักวิ่งมาราธอน

อัครเศรษฐ เลิศสกุล[1] นภัสกร ชื่นศิริ[1] และดรุณวรรณ สุขสม[1,2]
[1]คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[2]กลุ่มขับเคลื่อนการวิจัยสรีรวิทยาการออกกำลังกายในบุคคลกลุ่มพิเศษ
Received: 5 May 2564 / Revised: 4 June 2564 / Accepted: 22 July 2564

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบโครงสร้างของหลอดเลือดและสุขสมรรถนะของบุคคลวัยกลางคนระหว่างผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งและนักวิ่งมาราธอน

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างเป็นวัยกลางคนเพศชายและหญิง อายุเฉลี่ย 38.0±0.1 ปี แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่ง ที่ไม่ได้ออกกำลังกาย จำนวน 10 คน (ชาย 4 คน หญิง 6 คน) และกลุ่มนักวิ่งมาราธอน จำนวน 12 คน (ชาย 8 คน หญิง 4 คน) โดยกลุ่มนักวิ่งมาราธอนมีโปรแกรมฝึกวิ่งมาราธอน ประกอบด้วยการฝึกวิ่ง 3 รูปแบบ : แบบสลับช่วงความเร็ว แบบควบคุมความเร็วคงที่ต่อเนื่อง และแบบวิ่งช้าระยะทางไกล รวม 3 วันต่อสัปดาห์ ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านแบบใช้น้ำหนักตัว จำนวน 2 วันต่อสัปดาห์ ทดสอบตัวแปร ทางสรีรวิทยาทั่วไป องค์ประกอบของร่างกาย สมรรถภาพของกล้ามเนื้อ สมรรถภาพทางแอโรบิก และโครงสร้างของหลอดเลือด ได้แก่ ความหนาของผนังหลอดเลือดแดงบริเวณลำคอและความแข็งของหลอดเลือดแดง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการทดสอบค่าทีแบบแบบอิสระ และทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย พบว่ากลุ่มนักวิ่งมาราธอนมีน้ำหนักตัว อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก มวลไขมัน ความหนาของผนังหลอดเลือดแดงบริเวณลำคอและคลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้าต่ำกว่า (0.7%, 1.8%, 4.29%, 1.39% และ 4.81% ตามลำดับ) กลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีแรงสูงสุดในท่าเหยียดและงอเข่า แรงสูงสุดในการออกแรงท่าสควอท ความสามารถในการลุกนั่งต่อเนื่องและความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่สูงกว่า (6.44%, 10.04%, 12.14%, 10.08% และ 7.81% ตามลำดับ) กลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่ามวลไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($r = -0.59$, $p = .01$; $r = -0.78$, $p = .00$) อีกทั้งพบว่ามวลกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($r = 0.52$, $p = .03$)

สรุปผลการวิจัย ภาวะเนือยนิ่งส่งผลต่อบุลคคลวัยกลางคนให้มีสมรรถภาพทางแอโรบิก กล้ามเนื้อและหลอดเลือดแย่กว่านักวิ่งมาราธอน แต่การฝึกด้วยแรงต้านร่วมกับการฝึกวิ่งมาราธอนส่งผลต่อบุลคลวัยกลางคนให้มีสุขสมรรถนะ ความแข็งแรงและทนทานของกล้ามเนื้อ สมรรถภาพทางแอโรบิก โครงสร้างและการทำงานของหลอดเลือด ดีกว่าบุคคลวัยกลางคนที่มีภาวะเนือยนิ่ง โดยพบว่าองค์ประกอบของร่างกายมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดในบุคคลวัยกลางคน

คำสำคัญ : นักวิ่งระยะมาราธอน / โครงสร้างและการทำงานของหลอดเลือด / สมรรถภาพกล้ามเนื้อ/ ความสามารถสูงสุดของการใช้ออกซิเจน / วัยกลางคน

Corresponding Author : ดร.นภัสกร ชื่นศิริ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ
E-mail : Napasakorn.C@chula.ac.th

Arterial structure and health related-physical fitness in middle ages: Sedentary vs Marathon runners

Akaraseth Lertsakul[1], Napasakorn Chuensiri[1] and Daroonwan Suksom[1,2]

[1]Faculty of Sport Science, Chulalongkorn university

[2]Exercise Physiology in Special Population Research Group

Received: 5 May 2021 / Revised: 4 June 2021 / Accepted: 22 July 2021

Abstract

Purpose To compare the vascular structure and health-related physical fitness between middle-aged sedentary and marathon runners.

Methods Twenty-two middle-aged male and female, aged between 3.80 ± 0.1 years, were assigned either to a sedentary group (n = 10, 4 male and 6 female) or a marathon runner group (n = 12, 8 male and 4 female). The marathon runners underwent the combined aerobic and resistance training program, 3 days per week for 2 weeks. Aerobic training program consisted of the interval, pace tempo and LSD run training, while BW resistance exercise comprised 4 sets of 15 repetitions of Squat, Leg lunge, and Calf raise. Vital sign, body composition, muscle performance, maximum aerobic capacity and vascular structure variables, including carotid intima-media thickness and arteries stiffness were measured pre-and post-intervention. Data was analyzed by using Independent t-test Pearson's product moment at the statistical significance level of .05 and correlation.

Results Marathon runners had significantly lower body weight, resting heart rate, fat mass, carotid intima-media thickness and arteries stiffness than the sedentary (0.7%, 1.8%, 4.29%, 1.39% and 4.81%, respectively). They also had significantly higher leg muscle strength and endurance, 1RM squat, sit to stand, and maximum oxygen consumption than that in sedentary (6.44%, 10.04%, 12.14%, 10.08% and 7.81%, respectively). While the muscle mass was positively correlated with VO_2max,the fat mass and percent fat were negatively correlated with VO2max. .

Conclusion Sedentary behavior resulted in impairments in aerobic performance, muscle endurance, and muscle strength. but marathon runners had greater vascular structure, function and health-related fitness than the sedentary. The body composition was well correlated with the maximum oxygen consumption in middle-aged person.

Keywords: Marathon runners / Vascular structure and function / Marathon / Muscle performance / Maximum oxygen consumption / Middle age

Corresponding Author: Napasakorn Chuensiri, Ph.D., Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand; E-mail : Napasakorn.C@chula.ac.th

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วัยกลางคนเป็นวัยที่มีการพัฒนาทางด้านร่างกายไปในทางเสื่อมลง ซึ่งส่งผลต่อโครงสร้างหลอดเลือดแดง ทำให้เกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง (Atherosclerosis) และเสียความยืดหยุ่น โดยปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ ที่ทำให้หลอดเลือดเสื่อมได้แก่ ความดันโลหิตสูง เบาหวาน ภาวะไขมันในเลือดสูง (Hyperlipidemia) และปัจจัยด้านอายุ เป็นต้น (นิจศรี ชาญณรงค์, 2552) ซึ่งปัจจัยข้างต้นนี้อาจส่งผลต่อการสร้างระดับอนุมูลอิสระกลุ่มออกซิเจน (Reactive oxygen species: ROS) ทำให้เซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือดสูญเสียการทำงาน (Endothelial dysfunction) และไม่สามารถสร้างไนตริกออกไซด์ (Nitric oxide) เพื่อรักษาสมดุลของหลอดเลือด ส่งผลต่อความหนาและความแข็งตัวของหลอดเลือดได้ (Gutterman, 2002) นอกจากนี้วัยกลางคนยังมีสมรรถภาพของกล้ามเนื้อลดลงเนื่องจากมวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงลดลงตั้งแต่อายุ 30 ปีขึ้นไปโดยเฉพาะผู้ที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำหรือมีกิจกรรมทางกายน้อย ซึ่งส่งผลต่อการเผาผลาญพลังงานที่ลดลงเนื่องจากกล้ามเนื้อเป็นเนื้อเยื่อในร่างกายที่ใช้พลังงานมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์หรือเนื้อเยื่ออื่น ๆ (ไพรัช โกศัลย์พิพัฒน์, 2552)

บุคคลวัยกลางคนที่มีภาวะเนือยนิ่งหรือมีการเคลื่อนไหวร่างกายน้อย มักพบปัญหาสุขภาพจากการขาดกิจกรรมทางกาย เช่น กลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง และโรคทางกระดูกและข้อ มากกว่ากลุ่มที่มีการออกกำลังกายหรือได้รับการฝึกซ้อมกีฬาอย่างเป็นประจำ (Prasad and Das, 2009) สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของกงเซเลซ์และอักซ์แตง (González and agustín, 2013) ที่พบว่าการมีระดับกิจกรรมทางกายที่สูงสามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตและการเกิดโรคทางหลอดเลือดและหัวใจ และการฝึกซ้อมทางการกีฬาหรือการออกกำลังกายที่หนักจะสามารถลดความเสี่ยงต่อการโรคไม่ติดต่อเรื้อรังได้ดี จากการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อ คอเลสเตอรอล ชนิด เอชดีแอล (HDL cholesterol) ความไวต่อการตอบสนองของฮอร์โมนอินซูลิน และการเผาผลาญพลังขั้นต่ำของร่างกาย (Basal metabolic rate)

วัยกลางคนยังเป็นกลุ่มที่มีจำนวนประชากรและความถี่ในการเข้าร่วมรายการวิ่งมาราธอนมากที่สุด (สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล, 2559) แต่พบว่าเป็นกลุ่มที่เริ่มมีการลดลงของสมรรถภาพในการวิ่งจากอายุที่เพิ่มขึ้นและความเสื่อมลงของร่างกาย ส่งผลให้ความสามารถในการวิ่งระยะไกลลดลง สอดคล้องกับการศึกษาผลของอายุต่อความสามารถในการวิ่ง ที่พบว่าความสามารถในการวิ่งมาราธอนจะเริ่มลดลงในช่วงอายุ 35 ปี จนกระทั่งอายุ 50 ปี (Tanaka et al., 2008) นักวิ่งมาราธอนวัยกลางคนจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบไหลเวียนโลหิตด้วยโปรแกรมฝึกวิ่งได้แก่ การฝึกวิ่งรูปแบบสลับช่วงความเร็ว (Interval) การฝึกวิ่งด้วยความเร็วคงที่ (Tempo) และการฝึกวิ่งด้วยความเร็วช้าระยะทางไกล (Long slow distance) เพื่อช่วยกระตุ้นและพัฒนาการทำงานของหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิต (ธีรศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล, 2552) ร่วมกับการพัฒนาความแข็งแรงและทนทานของกล้ามเนื้อขาและสะโพกโดยใช้การฝึกแบบใช้แรงต้านด้วยน้ำหนักตัว (Schache et al., 2011) เพื่อพัฒนาความทนทานของกล้ามเนื้อซึ่งมีความสำคัญที่จะช่วยในการรักษาความเร็วในการวิ่ง ส่งผลให้นักวิ่งสามารถรักษาความเร็วสูงสุดในการวิ่งให้มีระยะเวลานานยิ่งขึ้น (Maroto-Izquierdo et al., 2017) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีข้อมูลรายงานว่า บุคคลวัยกลางคนที่เป็นนักวิ่งมาราธอนและได้ทำการฝึกซ้อมตามโปรแกรมฝึกวิ่งมาราธอนอย่างเป็นระบบสม่ำเสมอจะมีภาวะสุขภาพของหลอดเลือด และสุขสมรรถนะหรือสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (Health

related physical fitness) แตกต่างหรือไม่อย่างไรกับผู้ที่ไม่ได้ทำการฝึกซ้อม

จากที่กล่าวมาทั้งหมดผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาโครงสร้างของหลอดเลือดและสุขสมรรถนะของบุคคลวัยกลางคนที่เริ่มมีความเสื่อมถอยลงของร่างกายในผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งเปรียบเทียบกับผู้ที่เป็นนักวิ่งมาราธอน โดยคาดหวังว่าบุคคลวัยกลางคนที่เป็นนักวิ่งมาราธอนจะมีอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักความดันโลหิตขณะหัวใจบีบและคลายตัว มวลไขมัน มวลกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ความหนาของผนังหลอดเลือดแดงบริเวณลำคอ และคลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า ดีกว่าบุคคลวัยกลางคนที่มีภาวะเนือยนิ่ง ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ที่ใช้ในการส่งเสริมให้บุคคลวัยกลางคนได้ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้มีสุขภาพที่ดีได้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบโครงสร้างของหลอดเลือดและสุขสมรรถนะของบุคคลวัยกลางคนระหว่างผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งและนักวิ่งมาราธอน

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) และได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วันที่ 22 เมษายน พ.ศ. 2563

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นกลุ่มวัยกลางคนทั้งเพศชายและหญิง อายุ 35 ถึง 45 ปี แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม ออกเป็นกลุ่มวัยกลางคนที่มีภาวะเนือยนิ่ง จำนวน 10 คน (ชาย 4 คน หญิง 6 คน) และกลุ่มวัยกลางคนที่เป็นนักวิ่งมาราธอน จำนวน 12 คน (ชาย 8 คน หญิง 4 คน) กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการประชาสัมพันธ์เพื่อรับสมัครอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัยผ่านทางโซเชียลมีเดีย ได้แก่คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*Power) และใช้ข้อมูลตัวแปรจากงานวิจัยของทากาดะ (Takada, 2012) โดยกำหนดค่าอำนาจการทดสอบ (Power of test; β) ที่ 0.55 ค่าความคาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Portable error; α) ที่ 0.05 ค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size; d) ที่ 0.45 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 20 คน (ภาคผนวก ก) เพื่อป้องกันการสูญหาย (Drop out) ของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจึงเพิ่มกลุ่มตัวอย่างจำนวนร้อยละ 20 ทำให้กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนทั้งหมดเป็น 24 คน หลังผ่านไป 12 สัปดาห์ เกิดการสูญหายของกลุ่มตัวอย่าง 2 คน เนื่องจากเกิดการเจ็บป่วย จึงขอออกจากงานวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย

<u>กลุ่มวัยกลางคนที่มีภาวะเนือยนิ่ง</u>

1. เพศชายและเพศหญิง อายุ 35-45 ปี จำนวน 10 คน (ชาย 4 คน หญิง 6 คน)

2. ไม่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ ลมชัก กล้ามเนื้ออ่อนแรง ภาวะสมองเสื่อม ความดันโลหิตสูง เบาหวาน ไขมันในโลหิตสูง เป็นต้น

3. มีกิจกรรมทางกายในเกณฑ์ระดับต่ำ คือ มีกิจกรรมทางกายในเกณฑ์ระดับหนัก น้อยกว่า 3 วัน/สัปดาห์ และเวลาน้อยกว่า 20 นาทีต่อวัน หรือมีกิจกรรมทางกายในเกณฑ์ระดับปานกลางน้อยกว่า 5 วัน/สัปดาห์ และเวลาน้อยกว่า 30 นาทีต่อวัน หรือมีปริมาณการออกกำลังกายน้อยกว่า 600 เม็ต-นาทีต่อสัปดาห์ (WHO, 2020)

<u>กลุ่มวัยกลางคนที่เป็นนักวิ่งมาราธอน</u>

1. เพศชายและเพศหญิง อายุ 35-45 ปี จำนวน

12 คน (ชาย 8 คน หญิง 4 คน)

2. เคยเข้าร่วมและจบการแข่งขันวิ่งมาราธอนมาแล้วอย่างน้อย 1 ครั้ง โดยใช้เวลาน้อยกว่า 6 ชั่วโมง

3. ฝึกด้วยโปรแกรมฝึกวิ่งมาราธอน อย่างน้อย 3 เดือน

4. ไม่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ ลมชัก กล้ามเนื้ออ่อนแรง ภาวะสมองเสื่อม ความดันโลหิตสูง เบาหวาน ไขมันในโลหิตสูง เป็นต้น

5. ไม่มีประวัติการบาดเจ็บของกระดูกและกล้ามเนื้อจากอุบัติเหตุและการออกกำลังกายอย่างรุนแรงจนต้องเข้ารับการรักษาทางการแพทย์ก่อนเข้าร่วมงานวิจัยอย่างน้อย 6 เดือน

6. มีความสมัครใจเข้าร่วมการวิจัยและยินดีลงนามในเอกสารยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากการวิจัย

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถดำเนินการวิจัยต่อไป เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ หรืออาการเจ็บป่วย เป็นต้น

2. ไม่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัยต่อ

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ทบทวนวรรณกรรมและศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกวิ่งมาราธอนและการฝึกแรงต้านแบบใช้น้ำหนักตัว

2. ดำเนินการจัดเตรียมอุปกรณ์การทดสอบ และหากลุ่มตัวอย่างโดยการประชาสัมพันธ์เพื่อรับสมัครอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัยผ่านทางฝ่ายประชาสัมพันธ์ทางโซเชียลมีเดีย

3. ดำเนินการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างและชี้แจงกลุ่มตัวอย่างให้ทราบถึงรายละเอียดวิธีการปฏิบัติตัวในการทดสอบและการเก็บข้อมูล การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่างและลงนามหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย โดยผู้วิจัยจะทำการชี้แจงข้อมูลตลอดจนตอบข้อสงสัยของผู้เข้าร่วมการวิจัยให้เกิดความเข้าใจและให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยตัดสินใจเข้าร่วมโดยอิสระก่อนลงนามในหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย อีกทั้งคัดกรองผู้เข้าร่วมการวิจัยด้วยแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลร่วมกับแบบประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกายสำหรับบุคคลทั่วไป (อายุ 15-69 ปี) แบบสอบถามกิจกรรมทางกายระดับโลก (GPAQ) และประวัติการวิ่งระยะมาราธอน จากนั้น ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่ง จำนวน 12 คน ซึ่งเป็นวัยกลางคนที่มีสุขภาพดีแต่ไม่ได้ออกกำลังกาย และกลุ่มวัยกลางคนที่เป็นนักวิ่งมาราธอน จำนวน 12 คน ซึ่งมีการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกวิ่งมาราธอนดังต่อไปนี้

1) ฝึกด้วยการวิ่งแบบสลับช่วงความหนัก (Interval running) จำนวน 1 วันต่อสัปดาห์ด้วยระดับความหนักสูงสลับกับช่วงพักจำนวน 15 รอบ จะฝึกที่ระดับความหนักที่สูง เป็นระยะเวลา 60 วินาทีสลับกับช่วงพักโดยพักด้วยรูปแบบ passive rest เป็นระยะเวลา 60 วินาที

- สัปดาห์ที่ 1-4 ทำการฝึกด้วยระดับความหนักที่ร้อยละ 95-100 ของความเร็วขณะที่ร่างกายสามารถใช้ออกซิเจนสูงสุด (vVO2max)
- สัปดาห์ที่ 5-8 ทำการฝึกด้วยระดับความหนักที่ร้อยละ 100-105 ของความเร็วขณะที่ร่างกายสามารถใช้ออกซิเจนสูงสุด (vVO2max)
- สัปดาห์ที่ 9-12 ทำการฝึกด้วยระดับความหนักที่ร้อยละ 105-115 ของความเร็วขณะที่ร่างกายสามารถใช้ออกซิเจนสูงสุด (vVO2max)

2) ฝึกด้วยโปรแกรมการวิ่งแบบควบคุมความเร็วคงที่ต่อเนื่อง (Tempo running) จำนวน 1 วันต่อสัปดาห์ด้วยการวิ่งต่อเนื่องระดับความหนักร้อยละ 90-95 ของความเร็วขณะที่ร่างกายสามารถใช้ออกซิเจนสูงสุด (vVO2max) ต่อเนื่อง

- สัปดาห์ที่ 1-4 ทำการฝึกด้วยการวิ่งต่อเนื่องเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 20 นาที

- สัปดาห์ที่ 5-8 ทำการฝึกด้วยการวิ่งต่อเนื่องเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 25 นาที

- สัปดาห์ที่ 9-12 ทำการฝึกด้วยการวิ่งต่อเนื่องเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 30 นาที

3) ฝึกด้วยโปรแกรมการวิ่งแบบช้าระยะทางไกล (Long slow distance; LSD) จำนวน 1 วันต่อสัปดาห์ ด้วยความหนักร้อยละ 80-85 ของความเร็วขณะที่ร่างกายสามารถใช้ออกซิเจนสูงสุด (vVO2max) โดยระยะทางเริ่มต้นในสัปดาห์แรก 13.8 กิโลเมตรและในแต่ละสัปดาห์ เพิ่มระยะทางในการฝึกร้อยละ 10 จากระยะทางของสัปดาห์ก่อนหน้าจนถึงระยะทางสูงสุดในการฝึกซ้อมคือ 32 กิโลเมตร

4) ฝึกด้วยแรงต้านแบบใช้น้ำหนักตัว จำนวน 2 วันต่อสัปดาห์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ฝึกด้วยท่าฝึกย่อยืน (Squat) ท่าก้าวย่อ (Leg lunge) ท่ายืนเขย่งขา (Standing calf Raises) ท่าดันพื้น (Push up) ท่าดันเบาะ (Dips) ท่ากระดาน (Plank) ท่านั่งพับตัว (Sit up) ด้วยน้ำหนักตัว จำนวน 15 ครั้งต่อชุด ทั้งหมด 4 ชุด พักระหว่างชุด 1 นาที

5. ดำเนินการทดสอบตัวแปรต่าง ๆ ณ ห้องปฏิบัติการแขนงวิชาสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดังนี้

5.1 ตัวแปรด้านสรีรวิทยา ประกอบด้วย อัตราการเต้นหัวใจในขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบและคลายตัวขณะพักและองค์ประกอบของร่างกาย ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง วัดด้วยเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกายยี่ห้อ จาวอน รุ่น ไอโอไอ 353 (IOI 353, Jawon medical, korea) ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมันและมวลกล้ามเนื้อ วัดด้วยเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย (Dual-energy X-ray absorptionmetry; DEXA) ยี่ห้อจีอี เฮลแคร์ ประเทศสหรัฐอเมริกา (GE healthcare, USA)

5.2 ตัวแปรด้านสมรรถภาพของกล้ามเนื้อประกอบด้วย

ทดสอบความแข็งแรงของกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขา ด้วยการทดสอบ Isokinetic maximum voluntary contraction จำนวน 3 ครั้ง (MVC_3) ด้วยความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที

ทดสอบความทนทานของกลุ่มกล้ามเ นื้อต้นขา ด้วยการทดสอบ Isokinetic maximum voluntary contraction จำนวน 30 ครั้ง (MVC_{30}) ด้วยความเร็วเชิงมุม 180 องศาต่อวินาที ทั้ง 2 การทดสอบใช้ท่า Leg extension-flexion ด้วยอุปกรณ์ Isokinetic dynamometer (Biodex, USA)

ทดสอบความแข็งแรงสูงสุดในการออกแรง (One Repetition Maximum; 1RM) ในท่า Squat ด้วยเครื่องฝึกกล้ามเนื้อแบบกระบอกลมยี่ห้อไกเซอร์ รุ่นแอร์ 300 เบลท สควอท ประเทศสหรัฐอเมริกา (Keiser, Air300 belt squat, USA)

ทดสอบความทนทานของกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขา ด้วยการทดสอบ ลุกนั่งกับเก้าอี้ 60 วินาที นับจำนวนครั้งที่ทำได้

ทดสอบความทนทานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ด้วยการทดสอบซอเรนเซน (Sorensen test) และการทดสอบการพับข้อสะโพกค้าง (Trunk flexor endurance test) จับเวลาที่ทำได้นานที่สุด

ทดสอบความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ ด้วยการทดสอบนั่งงอตัว (Sit and reach test) ด้วยกล่องวัดความอ่อนตัว (Sit and reach box)

5.3 ตัวแปรด้านสมรรถภาพทางแอโรบิก ประกอบด้วย ทดสอบความสามารถสูงสุดของการใช้ออกซิเจน (Breath by breath) ด้วยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ Cardiopulmonary gas exchange metabolic cart) ยี่ห้อวีแม๊กซ์ รุ่นเอนคอร์ 29 ประเทศสหรัฐอเมริกา

(Vmax, Encore 29, USA) โดยให้กลุ่มตัวอย่าง วิ่งบนลู่กลที่ความเร็ว 2 เมตรต่อวินาที แล้วจึงเพิ่มความเร็ว 0.4 เมตรต่อวินาทีทุก 5 นาทีจนกระทั่งเหนื่อยและออกกำลังกายต่อไปไม่ไหวหรืออัตราการเต้นของหัวใจใกล้เคียงอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (±10% maximal heart rate) หรือมีการเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 5 ครั้งต่อนาทีเป็นเวลา 1 นาที โดยมีความชันของลู่กลขณะทดสอบที่ 1% เพื่อจำลองการวิ่งให้ใกล้เคียงกับการวิ่งนอกสถานที่ (Alexander ferrauti et al., 2010)

5.4 ตัวแปรด้านโครงสร้างและการทำงานของหลอดเลือด ประกอบด้วย

ทดสอบความหนาของผนังหลอดเลือด ด้วยเครื่องบันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasonography) ยี่ห้อฟิลลิปส์ รุ่น ซีเอ็กซ์ 50 ประเทศสหรัฐอเมริกา (CX-50, Philips, Andover, MA, USA) Nederland) วัดความหนาของผนังหลอดเลือดแดงบริเวณลำคอทั้งด้านใกล้และไกล แล้ววิเคราะห์ด้วยโปรแกรม QLAB

ทดสอบความแข็งของหลอดเลือดแดง ด้วยเครื่องวัดความแข็งตัวของหลอดเลือด (Non-invasive vascular screening device) ยี่ห้อออมรอน รุ่นคอลลิน วีพี 1000 พลัส ประเทศญี่ปุ่น (Collin VP-1000 plus, Omron, Ukyo-ku, Kyoto, Japan) เพื่อคำนวนหาคลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชั่น 25 โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ด้วยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent t-test) กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มนักวิ่งมาราธอนมีน้ำหนักตัว และอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ต่ำกว่ากลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่ง (0.7% และ 1.8%) ดังแสดงในตารางที่ 1 กลุ่มนักวิ่งมาราธอนมีมวลไขมัน 4.29%, ค่าแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาท่าเหยียดเข่า 6.44%, ค่าแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาท่างอเข่า 10.04% ความทนทานของกล้ามเนื้อต้นขา 10.08% ความทนทานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว 15.08% ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด 7.81% สูงกว่ากลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่ง ดังแสดงในตารางที่ 2 อีกทั้งกลุ่มนักวิ่งมาราธอนมีโครงสร้างของหลอดเลือด ได้แก่ ความหนาของผนังหลอดเลือดแดงบริเวณลำคอ 1.39% และคลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า 4.81% ต่ำกว่ากลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่ง ดังแสดงในรูปที่ 1 แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของค่าดัชนีมวลกาย ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบและคลายตัว เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อ ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อในท่านั่งงอสะโพก เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไปกับสมรรถภาพทางกายของทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าเมื่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นจะพบมวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและระดับไขมันในร่างกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในรูปที่ 2

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบสรีรวิทยาทั่วไปของบุคคลวัยกลางคนระหว่างกลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งและกลุ่มนักวิ่งมาราธอน

ตัวแปร ด้านสรีรวิทยาทั่วไป	กลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่ง (n=10)	กลุ่มนักวิ่งมาราธอน (n=12)	%diff.	T-test	
	$\bar{x}$±SEM	$\bar{x}$±SEM		t	*p*-value
อายุ (ปี)	38±0.7	36±1.3			
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	166.8±2.9	172.3±2.3			
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	72.2±3.0	70.0±2.1†	-0.7	3.17	.01
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร^2)	25.4±0.6	22.9±0.5	-0.1	1.86	.08
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	75±3	60.5±3.0†	-1.8	2.63	.01
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)	118±4	116±3	-0.3	.596	.56
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)	78±2	80±3	1.6	1.287	.23

†$p < .05$ แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบโครงสร้างของหลอดเลือดและสุขสมรรถนะของบุคคลวัยกลางคนระหว่างผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งและนักวิ่งมาราธอน จำนวน 22 คน ซึ่งเกิดการสูญหายของกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งจำนวน 2 คน เนื่องจากเกิดการเจ็บป่วยโดยผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งไม่ได้รับการฝึกแต่อย่างใด แต่กลุ่มนักวิ่งระยะมาราธอนดำเนินการฝึกด้วยโปรแกรมฝึกวิ่งมาราธอน จำนวน 3 วันต่อสัปดาห์ประกอบไปด้วยการวิ่งแบบสลับช่วงความหนัก การฝึกแบบแบบควบคุมความเร็วคงที่ต่อเนื่อง และการฝึกวิ่งช้าระยะทางไกล ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านแบบใช้น้ำหนักตัว จำนวน 2 วันต่อสัปดาห์ ซึ่งใช้ระยะเวลาประมาณ 1 ชั่วโมงต่อวัน ทำการทดสอบตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรด้านสรีรวิทยา สมรรถภาพทางกาย และโครงสร้างและการทำงานของหลอดเลือด ซึ่งผลการวิจัยพบว่า

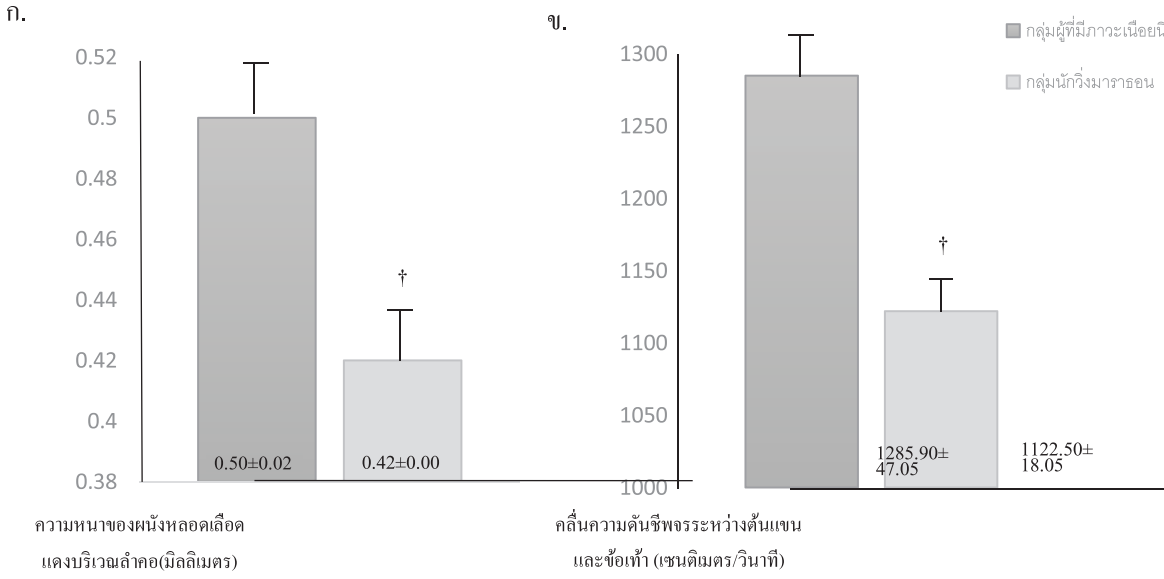
ด้านสรีรวิทยาทั่วไป

จากผลการศึกษาวิจัยพบว่า ก่อนการทดลองกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันของกิจกรรมทางกายและชีวิตประจำวัน โดยผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งมีระดับของการมีกิจรรมทางกายในเกณฑ์ระดับต่ำ คือ มีกิจกรรมทางกายในเกณฑ์ระดับหนักน้อยกว่า 3 วัน/สัปดาห์ และเวลาน้อยกว่า 20 นาทีต่อวันหรือมีปริมาณการออกกำลังกายน้อยกว่า 600 เม็ต-นาทีต่อสัปดาห์ ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มนักวิ่งมาราธอนวัยกลางคน ที่มีการฝึกซ้อมวิ่งอย่างเป็นประจำอย่างน้อย 4 วันต่อสัปดาห์ ระยะทางรวมอย่างน้อย 40 กิโลเมตรต่อสัปดาห์

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบสมรรถภาพทางกายของบุคคลวัยกลางคนระหว่างกลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งและกลุ่มนักวิ่งมาราธอน

ตัวแปรด้านสมรรถภาพทางกาย	กลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่ง (n=10) $\bar{x}$±SEM	กลุ่มนักวิ่งมาราธอน (n=12) $\bar{x}$±SEM	%diff.	t	*p*-value
องค์ประกอบของร่างกาย					
มวลไขมัน (กิโลกรัม)	23.53±1.33	15.91ฑ1.27†	-4.29	3.18	.01
เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (เปอร์เซ็นต์)	34.17±1.45	24.15±1.33	-0.73	2.11	.05
มวลกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม)	44.11±2.77	51.80±2.45	-0.33	1.33	.2
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ					
ค่าแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาท่า Knee Extension (นิวตันเมตร)	115.13±7.84	154.95±7.16†	6.44	-5.9	.00
ค่าแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาท่า Knee Flexion (นิวตันเมตร)	58.45±6.16	88.91±5.63†	10.04	-5.88	.00
1RM ของท่าสควอท (กิโลกรัม)	77.22±7.71	131.25±6.68†	12.14	-5.35	.00
ความทนทานของกล้ามเนื้อ					
การทดสอบลุกนั่งกับเก้าอี้ 60 วินาที (ครั้ง)	36.10±2.25	49.58±2.05†	10.08	-3.63	.00
การทดสอบกล้ามเนื้อลำตัวท่า Trunk Extension (วินาที)	51.1±8.80	81.08±7.37†	15.08	-3.21	.00
การทดสอบการพับข้อสะโพกค้าง (วินาที)	45.60±6.65	85.67±6.07	4.98	-.87	.4
ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ					
การทดสอบนั่งงอสะโพก (เซนติเมตร)	0.50±2.59	4.17±2.37	12.57	-1.26	.22
สมรรถภาพทางแอโรบิก					
ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	26.31±1.31	45.18±1.19†	7.81	-4.08	.00

†p < .05 แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม



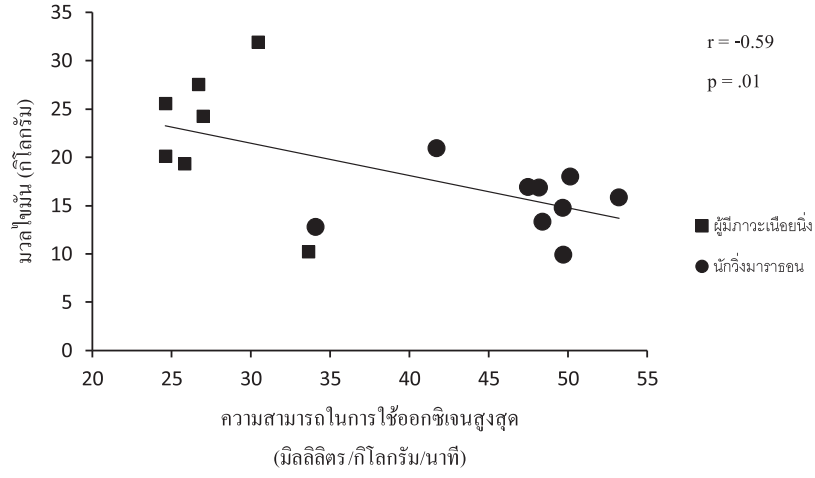
รูปที่ 1 ก. แสดงค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความหนาของผนังหลอดเลือดแดงบริเวณลำคอของกลุ่มวัยกลางคนที่มีภาวะเนือยนิ่งและกลุ่มนักวิ่งมาราธอน

ข. แสดงค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ คลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้าของกลุ่มวัยกลางคนที่มีภาวะเนือยนิ่งและกลุ่มนักวิ่งมาราธอน

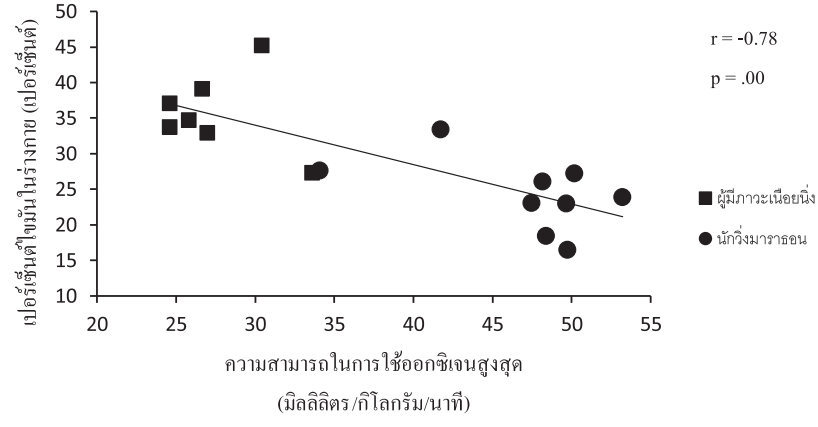
†$p < .05$ แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม

ต่อเนื่องอย่างน้อย 3 เดือน ซึ่งมีระดับของการมีกิจกรรมทางกายในระดับสูง ผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งมีน้ำหนักตัว เปอร์เซ็นไขมันในร่างกายและดัชนีมวลกายสูงกว่านักวิ่งมาราธอน ซึ่งอาจเป็นเพราะ ตลอดระยะเวลา 3 เดือนผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งไม่ได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายและมีกิจกรรมทางกายต่ำกว่ากลุ่มนักวิ่งมาราธอน อีกทั้งงานวิจัยนี้ไม่ได้มีการควบคุมเรื่องการรับประทานอาหาร แต่ในกลุ่มนักวิ่งมาราธอน มีเปอร์เซ็นไขมันและมวลไขมันแตกต่างกับกลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งอาจเป็นเพราะมีการฝึกวิ่งมาราธอน การวิ่งแบบควบคุมความเร็วคงที่ต่อเนื่อง (Tempo) ด้วยการควบคุมความเร็วและจังหวะการวิ่ง ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของการเผาผลาญไขมัน เนื่องจากระดับความหนักในการวิ่งการแบบควบคุมความเร็วคงที่ต่อเนื่องใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิกเป็นหลัก (Ulloa et al., 2015) และแบบวิ่งช้าระยะทางไกล (Long slow distance; LSD) ด้วยการวิ่งระยะทางไกลด้วยความเร็วต่ำ ส่งผลให้มวลไขมันลดลงจากการใช้พลังงานสูงอย่างต่อเนื่อง (Regulska-Ilow et al., 2014) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเดวาล (Devan et al, 2011) ที่พบว่าการฝึกวิ่งระยะไกลเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ซึ่งการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานจะช่วยลดร้อยละไขมัน จากการเพิ่มการเผาผลาญพลังงานจากไขมันที่สะสมในร่างกาย ขณะที่การฝึกแบบใช้แรงต้านช่วยลดมวลไขมันในร่างกายและเพิ่มมวลปราศจากไขมัน (Tsuzuku et al, 2018) เมื่อนำการออกกำลังกายทั้งสองรูปแบบมารวมกัน จึงยิ่งมีประสิทธิภาพในการเผาผลาญไขมันใน

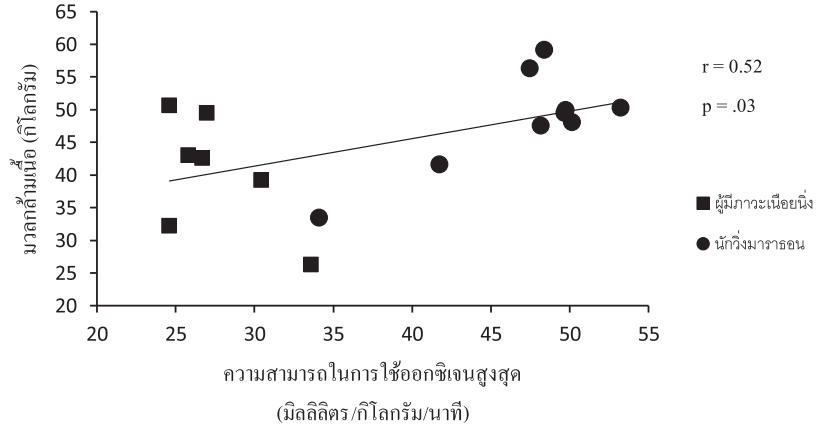
ก.



ข.



ค.



รูปที่ 2 ก. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลไขมันและความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด
ข. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ไขมันและความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด
ค. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลกล้ามเนื้อและความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ร่างกายได้ดียิ่งขึ้น จึงส่งผลให้กลุ่มนักวิ่งมาราธอนมีมวลไขมันต่ำกว่ากลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่ง นอกจากนี้ผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งมีอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักสูงกว่ากลุ่มนักวิ่งมาราธอน เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของอายุส่งผลให้การทำงานของอะเซทิลโคลีนที่เปลี่ยนไปและหัวใจมีความไวต่อแคติโคลามีนเพิ่มขึ้น จึงทำให้การทำงานของประสาทพาราซิมพาเธติกวากัส (Parasympatatic vagas) ที่มาเลี้ยงหัวใจทำงานลด และระบบประสาทซิมพาเธติก (Sympathetic nervous system; SNS) ทำงานเพิ่มขึ้น ส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักสูงขึ้นเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, 2536) แต่อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักของกลุ่มนักวิ่งมาราธอนต่ำกว่ากลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งอาจเป็นเพราะการฝึกการออกกำลังกายแบบแอโรบิก อันประกอบไปด้วย การฝึกวิ่งแบบสลับช่วงความเร็ว การฝึกวิ่งแบบความเร็วคงที่ และการฝึกวิ่งระยะไกลที่ความหนักระดับปานกลางถึงสูง ส่งผลให้ร่างกาย ลดการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic Nervous System; SNS) และเพิ่มการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic activity ; Vagal tone) ในขณะพักซึ่งไปมีผลต่อการลดลงของการกระตุ้นไฟฟ้าหัวใจ (Pacemaker activity) บริเวณจุดกำเนิดคลื่นกระแสไฟฟ้าอยู่ที่ผนังห้องขวาบน (Sinoatrial node; SA node) สอดคล้องกับงานวิจัยของกานนินิกาและพุชปา (Panda K., 2014) ที่ได้ศึกษาการออกกำลังกายต่ออัตราการเต้นของหัวใจ (Resting ECG) ขณะพักในนักวิ่งวัยกลางคน โดยติดตามการฝึกด้วยการวิ่งแบบความเร็วคงที่ด้วยระดับความหนักที่ 70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ระยะเวลา 30 นาที จำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ พบว่านักวิ่งวัยกลางคนมีอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลง

ด้านสมรรถภาพทางกาย

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่า ผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งมีมวลกล้ามเนื้อ ค่าแรงสูงสุดในการเหยียดขา ความสามารถในการออกแรงสูงสุดท่าสควอท และความทนทานของกล้ามเนื้อขาน้อยกว่ากลุ่มนักวิ่งมาราธอน อาจเป็นเพราะกลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งมีกิจกรรมทางกายต่ำซึ่งไม่เพียงพอต่อการเสริมสร้างความแข็งแรงและมวลกล้ามเนื้อเมื่อมีอายุมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโซรานและคณะ (Kozakai, 2020) ที่ได้ศึกษาผลของระดับกิจกรรมทางกายต่อสมรรถภาพทางกายในแต่ละช่วงอายุ พบว่าการลดลงของกิจกรรมทางกายส่งผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้งส่วนบนและล่างในทุกช่วงอายุ

นอกจากนี้ จากการศึกษาวิจัยนี้พบว่ากลุ่มนักวิ่งมาราธอนมีความแข็งแรงและทนทานของกล้ามเนื้อขามากกว่ากลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่ง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการฝึกด้วยแรงต้านแบบใช้น้ำหนักตัว ประกอบไปด้วยท่าฝึกย่อยืน (Squat) ท่าก้าวย่อ (Leg lunge) ท่ายืนเขย่งขา (Standing calf Raises) ซึ่งเป็นท่าฝึกที่มีการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อขา จำนวน 15 ครั้งต่อชุด ทั้งหมด 4 ชุด พักระหว่างชุด 1 นาทีในการฝึก ซึ่งส่งผลให้เกิดการสร้างความทนทานแก่กล้ามเนื้อ (Stoppani, 2006) ส่งผลให้เกิดการปรับตัวของโครงสร้างภายในเส้นใยกล้ามเนื้อ คือการเพิ่มจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว และการทำงานของเอนไซม์ไมโอไคเนสที่มีอยู่ในเส้นใยกล้ามเนื้อ (Myokinase activity) (Zaenker et al., 2018) ทำให้จำนวนของ Cross-bridge และความยาวของ Sarcomere ต่อใยกล้ามเนื้อ 1 เส้นเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของอเล็กซานเดอร์และคณะ (Ozaki et al, 2020) ที่ได้ศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต่อความสามารถในการวิ่งในกลุ่มวัยกลางคนด้วยการฝึกกล้ามเนื้อขาด้วยแรงต้านแบบใช้น้ำหนักตัว จำนวน 20 ครั้งต่อชุด ทั้งหมด 4 ชุด 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกมีความสามารถ

สูงสุดในการออกแรงท่าเหยียดขา (Leg extension) นอกจากนี้การฝึกวิ่งด้วยความเร็วสูง เช่น แบบสลับช่วงความเร็ว (Interval) อาจส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของการสั่งกระตุ้นของเซลล์ประสาทเอลฟ่า (Alpha motor neuron exitability) ซึ่งปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้กล้ามเนื้อสามารถหดตัวและใช้พลังงานจากกระบวนการพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีประสิทธิภาพดีขึ้น (Stoppani, 2006)

นอกจากนี้ กลุ่มนักวิ่งมาราธอนมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) มากกว่ากลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งอาจเป็นเพราะการฝึกทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การฝึกวิ่งแบบสลับช่วงความเร็ว (Interval) ด้วยการฝึกที่มีความหนักสูง ส่งผลให้หัวใจเต้นเร็วและแรงขึ้น ผนังของหัวใจขยายตัวมากกว่าปกติ จึงมีผลต่อการช่วยกระตุ้นและพัฒนาการทำงานของหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิต (ธีรศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล, 2552) ร่วมกับการฝึกวิ่งแบบควบคุมความเร็วคงที่ต่อเนื่อง (Tempo) และและแบบวิ่งช้าระยะทางไกล (LSD) ซึ่งทุกรูปแบบการฝึกวิ่งล้วนพัฒนาระบบแอโรบิก ซึ่งส่งผลให้ขนาดของหัวใจใหญ่ขึ้นขณะออกกำลังกาย ทำให้อัตราการไหลเวียนเลือดดีขึ้น จากการเพิ่มขึ้นของปริมาณเลือดที่สูบฉีดออกจากหัวใจในแต่ละครั้ง (SV) ที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นโดยที่อัตราการเต้นของหัวใจเท่าเดิมหรือลดลงและเลือดมีประสิทธิภาพในการขนส่งออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อต่างๆมากขึ้น เนื่องจากความแตกต่างระหว่างปริมาณออกซิเจนในเลือดแดงกับดำ ($a\text{-}vO_2$ diff) เพิ่มขึ้น จึงทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มมากขึ้น (Suksom, 2011) ซึ่งการฝึกแบบแอโรบิกตั้งแต่ 6 สัปดาห์ขึ้นไป ที่ความหนัก 70 เปอร์เซ็นของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หรือประมาณ 60-85 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดจะสามารถพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ (ACSM, 2006) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของวรีรัตน์ เกตุเต็ง (2555) ที่เปรียบเทียบผลของการฝึกวิ่งสลับช่วงบนลู่กลและวิ่งสลับช่วงบนพื้นราบที่มีต่อตัวแปรทางสรีรวิทยาด้วยการฝึกวิ่งสลับช่วงบนลู่กล จำนวน 3 รอบ โดยมีอัตราการเต้นของหัวใจที่ 75-85 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด จำนวน 3 วันต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ซึ่งหลังการทดลอง พบว่ามีค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่มากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก

ด้านการทำงานและโครงสร้างของหลอดเลือด

จากผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่า กลุ่มนักวิ่งมาราธอนมีค่าความหนาของผนังหลอดเลือดแดงบริเวณลำคอและคลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้าดีกว่ากลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่ง ซึ่งการที่กลุ่มนักวิ่งมาราธอนมีการทำงานและโครงสร้างของหลอดเลือดดีกว่ากลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่ง อาจเป็นเพราะว่าในโปรแกรมการฝึกประกอบด้วยการฝึกวิ่งแบบสลับช่วงความเร็ว (Interval) ที่มีระดับความหนักสูง ส่งผลให้ร่างกายมีอัตราการไหลของเลือด (Blood flow velocity) สูง ส่งผลให้เกิดแรงเค้นหรือแรงที่เลือดกระทำกับผนังหลอดเลือดชั้นใน (Shear stress) ที่เพิ่มสูงขึ้นจากการไหลของเลือด (Suksom et al., 2014) และการเพิ่มขึ้นของแรงเค้นในหลอดเลือดจะเป็นตัวกระตุ้นทำให้เซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือดหลั่งไนตริกออกไซด์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีผลต่อการตอบสนองของหลอดเลือดได้ดีขึ้น (Prakhinkit et al., 2014) แต่ในทางกลับกัน กลุ่มผู้ที่มีภาวะเนือยนิ่งมีความแข็งตัวของหลอดเลือดที่เพิ่มมากขึ้นซึ่งคาดว่ามาจากอายุที่เพิ่มขึ้นและกิจกรรมทางกายที่น้อยส่งผลให้หลอดเลือดเสื่อมสมรรถภาพลง โดยการเพิ่มขึ้นของความหนาตัวของผนังหลอดเลือดเกิดขึ้นจากภาวะสูงอายุที่ส่งผลต่อการลดการสร้างสารไนตริกออกไซด์ (Nitric oxide; NO) และเพิ่มการสร้างระดับอนุมูลอิสระกลุ่มออกซิเจน

(Reactive oxygen species; ROS) (Olmez & Ozyurt, 2012) นอกจากปัจจัยด้านอายุที่เพิ่มขึ้นแล้ว สาเหตุโดยส่วนใหญ่เกิดจากโมเลกุลของไขมันโดยเฉพาะคอเลสเตอรอล (Cholesterol) และแอลดีแอล (LDL) และน้ำตาลกูลโคสที่อยู่ในเลือดทำปฏิกิริยากับเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือดส่งเสริมให้เม็ดเลือดหรือเกล็ดเลือดเกาะติดกับผนังเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือดได้ง่าย (ทัศนา จารุชาต, 2558) ส่งผลให้ผนังหลอดเลือดบริเวณมีความหนาเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของผนังหลอดเลือดหรือการสูญเสียหน้าที่ของเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือด (Endothelial dysfunction) ส่งผลให้ความหนาของผนังหลอดเลือด (Arterial wall thickness) เพิ่มมากขึ้น และความยืดหยุ่นของหลอดเลือดลดลง (Short et al., 2009)

สรุปผลการวิจัย

ภาวะเนือยนิ่งส่งผลต่อบุคคลวัยกลางคนทำให้มีสมรรถภาพทางแอโรบิก กล้ามเนื้อ และหลอดเลือดลดลง แต่การฝึกด้วยแรงต้านร่วมกับการฝึกวิ่งมาราธอนส่งผลต่อบุลคลวัยกลางคนให้มีสุขสมรรถนะความแข็งแรงและทนทานของกล้ามเนื้อ สมรรถภาพทางแอโรบิก โครงสร้างและการทำงานของหลอดเลือดดีกว่าบุคคลวัยกลางคนที่มีภาวะเนือยนิ่ง โดยพบว่าองค์ประกอบของร่างกายมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดในบุคคลวัยกลางคน (เว้ด ขนาด 10

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกท่านที่สละประโยชน์ส่วนตนเพื่อประโยชน์ของส่วนรวมในด้านการศึกษาและวิจัย และขอขอบคุณผู้ช่วยวิจัยทุกคน ที่คอยให้ความช่วยเหลืออย่างทุ่มเททั้งแรงกายและแรงใจ ให้กำลังใจ และมิตรภาพที่ดีจนการวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอขอบพระคุณทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช สำหรับทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

American college of sport medicine. (2006). ACSM's Advanced Exercise Physiology. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.

Ferrauti., A., Bergermann., M., & Fernandez-fernandez., J. (2010). Effects of a concurrent strength and endurance training on running performance and running economy in recreational marathon runners. Journal of Strength and Conditioning Research, 24(10), 2770–2778.

González-Gross M, Meléndez A. Sedentarism. (2013). Active lifestyle and sport: Impact on health and obesity prevention. Nutr Hosp, 28(5), 89-98.

Gutterman, D, D. (2002). Vascular dysfunction in hyperglycemia: is protein kinase C the culprit?. Circ Res, 90(1), 5-7.

Institute for population and social research. (2017). Statistics of running exercisers in Thailand in 2017. (20 november 2020). http://www.newsletter.ipsr.mahidol.ac.th.

Kozakai R, Nishita Y, Otsuka R, Ando F, Shimokata H. (2020). Age-Related Changes in Physical Fitness Among Community-Living Middle-Aged and Older Japanese: A 12-Year Longitudinal Study. Res Q Exerc Sport, 91(4), 662-675.

Maroto-Izquierdo S, García-Lopéz D, Fernandez-Gonzalo R, Moreira OC, González-Gallego J, de Paz JA. (2017). Skeletal muscle functional and structural adaptations after eccentric overload flywheel resistance training: a systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport*. 20(10) 943-951.

Nijasri Charnnarong. (2009). Management of acute ischemic stroke. Bangkok. Chulalongkorn university printing house.

Olmez, I., & Ozyurt, H. (2012). Reactive oxygen species and ischemic cerebrovascular disease. *Neurochem Int,* 60(2), 208-212.

Ozaki H, Sawada S, Osawa T, Natsume T, Yoshihara T, Deng P, Machida S, Naito H. (2020). Muscle Size and Strength of the Lower Body in Supervised and in Combined Supervised and Unsupervised Low-Load Resistance Training. *J Sports Sci Med*. 19(4). 721-726.

Panda K, Krishna P. (2014). Physical exercise and cardiac autonomic activity in healthy adult men. Indian *J Physiol Pharmacol.* 58(4). 365-70.

Prakhinkit S, Suppapitiporn S, Tanaka H, Suksom D. (2014). Effects of Buddhism walking meditation on depression, functional fitness, and endothelium-dependent vasodilation in depressed elderly. *J Altern Complement Med,* 20(5), 411-6.

Prasad DS, Das BC. (2009). Physical inactivity: a cardiovascular risk factor. *Indian J Med Sci,* 63(1), 33-42.

Regulska-Ilow, B., Kosendiak, A., Konikowska, K., Różańska, D., Ilow, R., Kawicka, A., & Dudziak, K. (2014). Athletes' body contents analysis before and after marathon by bioelectrical impedance. *Polish Journal of Sport Medicine,* 2(4), 93–102.

Schache, A. G., Blanch, P. D., Dorn, T. W., Brown, N. A., Rosemond, D. and Pandy, M. G. (2011). Effect of running speed on lower-limb joint kinetics. *Med. Sci. Sports Exerc,* 43, 1260-1271.

Short, K. R., Blackett, P. R., Gardner, A. W., & Copeland, K. C. (2009). Vascular health in children and adolescents: effects of obesity and diabetes. *Vasc Health Risk Manag,* 5, 973-990.

Stoppani, J. (2006). Encyclopedia of muscle & strength. Champaign, IL: Human Kinetics.

Suksom, D., Phanpheng, Y., Soogarun, S., & Sapwarobol, S. (2014). Step aerobic combined with resistance training improves cutaneous microvascular reactivity in overweight women. *J Sports Med Phys Fitness.* 55(12), 1547-1554.

Suksom, D., Siripatt, A., Lapo, P., & Patumraj, S. (2011). Effects of two modes of exercise on physical fitness and endothelial function in the elderly: exercise with a flexible stick versus Tai Chi. Journal of the Medical Association of Thailand= Chotmaihet thangphaet, 94(1), 123-132.

Takada, S. (2012). Blood flow restriction

exercise in sprinters and endurance runners. Med Sci Sports Exercise, 44(3), 413-419.

Tanaka, H., & Seals, D. R. (2008). Endurance exercise performance in Masters athletes: age-associated changes and underlying physiological mechanisms. *The Journal of physiology*, 586(1), 55-63.

Teerasak Arpawatthanakul (2009). Science in sport training. Bangkok. Chulalongkorn university printing house.

Thanomwong Kritpet. (1993). Dictionaries of sports, Sports education and ccience. Bangkok. Chulalongkorn university printing house.

Tsuzuku S, Kajioka T, Sakakibara H, Shimaoka K. (2018). Slow movement resistance training using body weight improves muscle mass in the elderly: A randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports*, 28(4), 1339-1344.

Ulloa, D., Feriche, B., Barboza, P., and Padial, P. (2015). Estudio comparado de la intensidad de entrenamiento sobre la máxima tasa de oxidación de grasas. [Effect of training intensity on the fat oxidation rate.] *Nutr. Hosp,* 31(1), 421–429.

Wareerat Ketteng and Daroonwan Suksom. (2013). Comparing the effects of interval running on treadmill and on track upon physiological variables. *Journal of Sports Science and Health,* 14(3), 22-34

World Health Organization. (2020). WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour. Geneva, Switzerland: World Health Organization.

Zaenker, P., Favret, F., Lonsdorfer, E., Muff, G., de Seze, J., & Isner-Horobeti, M. E. (2018). High-intensity interval training combined with body weight resistance training improves physiological capacities, strength and quality of life in multiple sclerosis patients. *Eur J Phys Rehabil Med*, 54(1), 58-67.