บทความวิจัย

ผลของการฝึกพิลาทิสบนเสื่อต่อความดันโลหิตและการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดในผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง

ชุติมา วรมนตรี และคุณัญญา มาสดใส
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Received: 8 June 2023 / Revised: 31 August 2023 / Accepted: 31 December 2023

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการฝึกพิลาทิสบนเสื่อต่อความดันโลหิตและการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ องค์ประกอบของร่างกาย ในผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง

วิธีดำเนินการวิจัย ผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงระดับที่ 1 อายุระหว่าง 60-75 ปี ทั้งหมด 34 คน เข้าร่วมงานวิจัย แบ่งเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มควบคุม ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ ไม่ได้รับการฝึกใดๆ จำนวน17 คน (ชาย 5 คน และหญิง 12 คน) และ กลุ่มทดลองที่มีการฝึกออกกำลังกายพิลาทิสบนเสื่อ 60 นาที/ครั้ง 3 ครั้ง/สัปดาห์ 12 สัปดาห์ จำนวน 17 คน (ชาย 5 คน และหญิง 12 คน) ตัวแปรความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ สมรรถภาพการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด ได้แก่ อัตราเร็วของคลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า ความหนาของผนังหลอดเลือด ปริมาตรของเลือดที่บีบออกจากหัวใจ ความต้านทานของหลอดเลือดและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ และตัวแปรด้านสมรรถภาพทางกายถูกทดสอบก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ จากนั้นนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้การทดสอบค่าทีแบบอิสระต่อกัน (Independent t-test) และเปรียบเทียบข้อมูลแบบรายคู่ที่สัมพันธ์กันโดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญที่ 0.05

ผลการวิจัย หลังการทดลอง 12 สัปดาห์พบว่า กลุ่มฝึกพิลาทิสบนเสื่อมีค่าความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจมีค่าลดลง ในขณะที่สมรรถภาพการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด ได้แก่ อัตราเร็วของคลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า ความหนาของผนังหลอดเลือด ปริมาตรของเลือดที่บีบออกจากหัวใจ ความต้านทานของหลอดเลือด และความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ มีค่าพัฒนาดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าสมรรถภาพทางกายและองค์ประกอบของร่างกายพัฒนาขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิจัย การฝึกพิลาทิสบนเสื่อฝึกเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ สามารถลดความดันโลหิต เพิ่มสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด เพิ่มสมรรถภาพทางกาย และพัฒนาองค์ประกอบของร่างกายในผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง

คำสำคัญ: พิลาทิสบนเสื่อ / ความดันโลหิตสูง / การทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด / ผู้สูงอายุ

Corresponding Author: ดร.คุณัญญา มาสดใส คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ
E-Mail: Kunanya.M@chula.ac.th

ORIGINAL ARTICLE

EFFECTS OF MAT PILATES TRAINING ON BLOOD PRESSURE AND CARDIOVASCULAR FUNCTION IN HYPERTENSIVE ELDERLY

Chutima Woramontri and Kunanya Masodsai

Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University

Received: 8 June 2023 / Revised: 31 August 2023 / Accepted: 31 December 2023

Abstract

Purpose This study aimed to determine the effects of mat Pilates training on blood pressure and cardiovascular function, health-related physical fitness and body composition parameters in hypertensive elderly.

Methods Thirty-four Stage-I hypertensive elderly aged 60–75 years were randomized into 2 groups: control group who had normal daily living activities and did not receive any organized exercises (CON; n=17, Male=5: Female=12) and mat Pilates training group (PTG; n=17, Male=5, Female=12) who received mat Pilates training 60 minutes/session, three times/week for 12 weeks. Parameters for hemodynamic blood pressure including heart rate (HR), systolic and diastolic blood pressures (SBP/DBP), cardiovascular functions including, brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV), intima media thickness (IMT), stroke volume (SV) and systemic vascular resistance (SVR), heart rate variability (HRV), and health-related physical fitness were collected at baseline and at the end of 12 weeks. Then, all variables were analyzed and compared with independent and paired t-test statistical methodologies with a significant level at p-value of < 0.05.

Results The results indicated that after 12 weeks, PTG group had significantly decreased in HR, SBP and DBP, improved baPWV, IMT, SV, SVR, and HRV. Moreover, health-related physical fitness and body compositions were significantly improved when compared to CON group at $p<0.05$.

Conclusion The 12 weeks of mat Pilates training diminished blood pressures, improved hemodynamic parameters, cardiovascular functions, health-related physical fitness, body composition in hypertensive elderly.

Key Words: Mat Pilates / Hypertension / Hypertensive elderly / Blood pressure / Cardiovascular functions

Corresponding Author: Dr. Kunanya Masodsai, Faculty of Sports Science Chulalongkorn University, Bangkok. E-Mail: Kunanya.M@chula.ac.th

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การขยายตัวของประชากรสูงอายุเป็นภาวการณ์ที่เกือบทุกประเทศทั่วโลกกำลังเผชิญอยู่ ทั้งนี้มีต้นเหตุจากอัตราการเกิดที่ลดลง การพัฒนาของเทคโนโลยีทางการแพทย์ที่ก้าวหน้าขึ้น และการเข้าถึงระบบสาธารณะสุขที่ดีขึ้น ทั่วโลกประชากรสูงอายุที่มีอายุมากกว่า 65 ปี ในปีพ.ศ. 2573 จะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 20 ของประชากรทั้งโลก (Gronek et al., 2021) ในประเทศไทยสถานการณ์ของสังคมไทยที่เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ โดยสัดส่วนประชากรที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป จะเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 15.6 ของประชากรทั้งประเทศในปี 2558 (จัดอยู่ในอันดับ 10 ในเอเชีย) เป็นร้อยละ 30.2 ของประชากรทั้งประเทศในปี 2578 (จัดอยู่ในอันดับ 6 ในเอเชีย) หรือในเพียงอีก 13 ปีนับจากปัจจุบัน ตามการประมาณการขององค์การสหประชาชาติในปี 2560 (World Population Prospects, United Nations) การขยายตัวของประชากรสูงวัยที่เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้อุบัติการณ์โรคที่เกี่ยวข้องกับความเสื่อมตามอายุเพิ่มมากขึ้น เพิ่มภาระค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพ ทั้งในระดับครัวเรือนและระดับประเทศ โรคที่มาพร้อมกับการขยายตัวของประชากรสูงอายุนั้นมีหลายโรคไม่ว่าจะเกิดจากการเสื่อมถอยของร่างกายตามกาลเวลาและการใช้งานร่างกายอย่างหนักที่ส่งผลต่ออวัยวะภายในร่างกายที่มองไม่เห็น ความเสื่อมของระบบหัวใจและการไหลเวียนเลือดเป็นปัจจัยหลักปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผู้สูงอายุมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเรื้อรังประจำตัวอาทิ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคไขมันในเลือดสูง และการเสียชีวิตแบบเฉียบพลันจากโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด (Kobeissi et al., 2019)

โรคความดันโลหิตสูง (Hypertension) หมายถึง ภาวะที่ร่างกายมีความดันโลหิตขณะพักที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยปกติ และความดันโลหิตที่สูงนั้นเรื้อรังอยู่เป็นเวลานาน องค์การอนามัยโลก (World Health Organization – WHO) ได้ให้คำจำกัดความโรคความดันโลหิตสูงไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 ว่าเป็นภาวะที่มีระดับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (Systolic blood pressure; SBP) ตั้งแต่ 140 มิลลิเมตรปรอทขึ้นไป และ/หรือระดับความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (Diastolic blood pressure; DBP) มากกว่าหรือเท่ากับ 90 มิลลิเมตรปรอทขึ้นไปในขณะพัก (สมาคมความดันโลหิตสูงแห่งประเทศไทย, 2558) ถึงแม้ว่าโรคความดันโลหิตสูงอาจจะไม่ใช่โรคร้ายแรง แต่เป็นโรคทำให้ผู้ป่วยมีความเสี่ยงต่อโรคร้ายแรงอื่นๆได้มากขึ้นอย่างมหาศาล และเป็นโรคที่มักจะเกิดกับวัยผู้ใหญ่ที่มีอายุสูงขึ้นเนื่องจากระบบหัวใจและหลอดเลือดเสื่อมลงตามอายุที่มากขึ้น จากรายงานของ American Heart Association ที่ได้มีการสำรวจความชุกของโรคความดันโลหิตสูงในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า อัตราความเสี่ยงของโรคความดันโลหิตสูงเพิ่มสูงขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น ในช่วงอายุ 55-64 ปี เพศชายมีความเสี่ยงต่อโรคความดันโลหิตสูงมากกว่าเพศหญิง และเมื่ออายุมากกว่า 65 ปีขึ้นไป เพศหญิงกลับมีความเสี่ยงต่อโรคความดันโลหิตสูงที่มากกว่าเพศชาย องค์การอนามัยโรคจึงมีเป้าหมายที่จะลดความชุกของโรคความดันโลหิตสูงลงให้ได้ร้อยละ 25 ภายในปี 2025 และลดความชุกของอัตราการเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-communicable diseases; NCD) โดยการลดความชุกของโรคความดันโลหิตสูงให้ได้ร้อยละ 33 ภายในปีพ.ศ. 2573

(ค.ศ. 2030) เมื่อเทียบกับปีพ.ศ. 2553 (ค.ศ. 2010) สำหรับประเทศไทยกระทรวงสาธารณะสุขได้เข้าร่วมโครงการกับ World Health Organization (WHO) ในการรณรงค์เผชิญหน้ากับปัญหาโรคความดันสูงในปีพ.ศ. 2560 ในปีพ.ศ. 2561-63 มีประชาชนที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงสมัครเข้าโครงการรักษาความดันโลหิตสูงจำนวน 1.7 ล้านคน ในเดือนสิงหาคม 2563 ประชากรร้อยละ 59 ได้รับการดูแลรักษาโรคความดันโลหิตสูง (กระทรวงสาธารณสุข, 2563)

ผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูงนั้นจะมีภาวะสูญเสียการทำงานของหลอดเลือด ซึ่งเป็นผลมาจากการทำงานของเยื่อบุผนังหลอดเลือดหรือเอนโดทีเลียมเซลล์บกพร่อง (Endothelial dysfunction) ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากภาวะเครียดออกซิเดชั่น (Oxidative stress) และ/หรือการอักเสบ (Inflammation) ที่ส่งผลให้การหลั่งของไนตริกออกไซด์ (Nitric Oxide; NO) ลดลง (Masodsai et al., 2021) (Masodsai et al., 2022) โดยปกติเอนโดทีเลียมเซลล์จะอยู่ที่ผนังชั้นในสุดของหลอดเลือด (Intima) ทำหน้าที่ในการผลิตสารไนตริกออกไซด์ (NO) ที่ควบคุมการหด (Vasoconstrictor) และคลายตัวของหลอดเลือด (Vasodilator) กระตุ้นการสร้างหลอดเลือดใหม่ (Angiogenesis) รวมถึงการกระตุ้นภูมิคุ้มกันที่เกี่ยวกับเม็ดเลือดขาวเมื่อมีการอักเสบภายในหลอดเลือด ภาวะดังกล่าวส่งผลให้ผู้ป่วยมีความเสี่ยงต่อโรคเรื้อรัง ต่างๆ เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ (Coronary artery disease) โรคเกี่ยวกับหลอดเลือดส่วนปลาย (Peripheral vascular disease) โรคเส้นเลือดสมองตีบ (Stroke) โรคเบาหวาน (Diabetes) เป็นต้น (Chaising & Temdee, 2020)

การออกกำลังกายเป็นประจำส่งผลต่อการพัฒนาระบบหัวใจและหลอดเลือดในผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงหลายด้าน (คุณัญญา มาสดใส1, 2564) ช่วยลดความดันโลหิตได้โดยการปรับการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติให้กลับมาทำงานอย่างสมดุลตามปกติ ระบบซิมพาเทติกที่ถูกกระตุ้นจากภาวะความดันโลหิตสูงจะถูกยับยั้ง และส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลงควบคู่ไปกับการปรับตัวเพิ่มขึ้นของ Vagal tone และการปรับโครงสร้างของไซโนเอเทรียลโนด (Sinoatrial node; SA node) ส่งผลให้หัวใจบีบตัวลดลง และความดันโลหิตลดลง (White, 2015) ในระบบหัวใจและหลอดเลือดการออกกำลังกายช่วยลดความดันโลหิตสูงได้จากการที่ผนังหลอดเลือดชั้นในที่ประกอบไปด้วย (Endothelium cells) หลั่ง (Nitric Oxide; NO) ซึ่งช่วยในการยืดขยายของหลอดเลือดได้ดีขึ้น ส่งผลให้แรงต้านในหลอดเลือดลดลงและความดันโลหิตลดลง ตามลำดับ

การฝึกพิลาทิสในประเทศไทยในปัจจุบันยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก ในขณะที่ในต่างประเทศการออกกำลังกายแบบพิลาทิสถูกเลือกมาใช้เป็นวิธีการในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย (Oliveira et al., 2016) เนื่องจากการฝึกพิลาทิสเน้นการเคลื่อนไหวแบบมั่นคงและช้าๆ เพื่อกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อมัดเล็ก และกล้ามเนื้อแกนกลางของร่างกาย การฝึกมีการเกร็งกล้ามเนื้อสอดคล้องกับการควบคุมลมหายใจส่งผลชัดเจนในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางของร่างกาย เพิ่มมวลกล้ามเนื้อ ช่วยให้การทรงท่าของร่างกายมีความสมดุล ช่วยพัฒนาระบบไหลเวียนเลือดทำงานได้ดีขึ้นระบบหัวใจและหลอดเลือดทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ช่วยชะลอความ

เสื่อมของหลอดเลือดและลดอัตราเสี่ยงต่อการพัฒนาของโรคความดันโลหิตสูง เนื่องจากการปฏิบัติพิลาทิสช่วยปรับลดการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic nervous system) อันเป็นผลมาที่พิลาทิสเป็นการออกกำลังกายที่มีการผสมผสานกันระหว่างแบบคงที่และแบบเคลื่อนไหว นอกจากนี้การฝึกพิลาทิสยังพัฒนาการทำงานของหลอดเลือดได้ โดยการลดความแข็งตัวของเหลือเลือด (arterial stiffness) ลดความต้านทางรวมภายในหลอดเลือดตลอดจนช่วยเพิ่มระดับสารไนตริกออกไซด์ (Nitric oxide; NO) ที่ช่วยในการขยายตัวของหลอดเลือดในงานวิจัยของ Niya (2019) (Hoseini Niya et al., 2019) พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (Resting heart rate) และความดันโลหิตเมื่อหัวใจบีบตัว (Systolic blood pressure) ลดลงหลังการฝึกพิลาทิสเป็นเวลา 8 สัปดาห์ นอกจากนี้ ตัวแปรที่สะท้อนการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดก็พัฒนาขึ้นเช่นกัน อาทิ งานวิจัยของ Alexie Wong (2020) พบว่าการฝึกพิลาทิสบนเสื่อในกลุ่มผู้หญิงอ้วนที่มีอายุน้อย (Age 19-27 years, BMI 30-40 kg/m2) ช่วยลดความดันโลหิต Brachial systolic BP (-5±1 mm Hg), Aortic systolic BP (-6±1 mm Hg) ช่วยลดการแข็งตัวของหลอดเลือดแดง (Arterial stiffness) โดยมีค่า (Brachial-ankle Pulse Wave Velocity; baPWV) ลดลง (-0.7±0.2 m/s) และมีค่าไนเตรทในเลือดที่สูงขึ้น NO (6±2 μM) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม สะท้อนให้เห็นว่า การออกกำลังกายพิลาทิสสัปดาห์ละ 3 ครั้งอย่างต่อเนื่อง 12 สัปดาห์ ส่งผลให้ความยืดหยุ่นของหลอดเลือดดีขึ้น อีกงานวิจัยของ Daniele Tavares Martins-Meneses (2015) (Martins-Meneses et al., 2015) ศึกษาการฝึกพิลาทิสบนเสื่อของผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนที่เป็นโรคความโลหิตสูง สัปดาห์ละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า Systolic blood pressure (SBP) ลดลง 7.6mmHg, Diastolic blood pressure (DBP) ลดลง 3.3 mmHg และ Mean blood pressure (MBP) ลดลง 4.8mmHg ซึ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า การฝึกพิลาทิสมีประโยชน์ในหลากหลายด้านต่อสุขภาพและสามารถลดความดันโลหิตในกลุ่มตัวอย่างหลายๆ กลุ่มได้ดี อย่างไรก็ตามการศึกษาผลของการฝึกพิลาทิสในผู้สูงอายุที่เป็นความดันโลหิตสูงยังมีอยู่อย่างจำกัดและไม่ได้รับการศึกษาในเชิงลึกในด้านการทดงานของหัวใจและหลอดลือดโดยเฉพาะในประเทศไทย จึงเป็นที่มาของการศึกษาวิจัยในหัวข้อนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกพิลาทิสบนเสื่อต่อความดันโลหิต การทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด และสมรรถภาพทางกายในผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาผลของการฝึกพิลาทิสบนเสื่อต่อความดันโลหิตและการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดในผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง

วัตถุประสงค์รองเพื่อศึกษาผลของการฝึกพิลาทิสบนเสื่อต่อสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพของผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง

คำถามในการวิจัย

1. การฝึกพิลาทิสบนเสื่อสามารถลดความดันโลหิตและพัฒนาการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงได้หรือไม่

2. การฝึกพิลาทิสบนเสื่อสามารถเพิ่มสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพของผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงได้หรือไม่

สมมุติฐานของการวิจัย

1. การฝึกพิลาทิสบนเสื่อสามารถลดความดันโลหิตและพัฒนาการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงได้

2. การฝึกพิลาทิสบนเสื่อสามารถเพิ่มสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพในผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงได้

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่ม (Experimental randomized research design) และได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน (COA No. 011/66) รับรองเมื่อวันที่ 17 มกราคม 2566 โดยผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกคนเข้าร่วมการทดลองเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ เพื่อเข้าร่วมกลุ่มออกกำลังกายด้วยการฝึกพิลาทิสบนเสื่อ โดยมีการฝึกสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ครั้งละ 60 นาที หรือเข้าร่วมกลุ่มควบคุมที่ดำเนินชีวิตตามปกติ พร้อมทั้งทดสอบวัดค่าตัวแปรความดันโลหิต การทำงานของหัวใจและหลอดเลือด สมรรถภาพทางกาย ก่อนเริ่มต้นงานวิจัยและหลังงานวิจัยสิ้นสุดลง

ผู้เข้าร่วมการวิจัย คือ ผู้สูงอายุที่มีอายุระหว่าง 60-75 ปี ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงระดับที่ 1 กล่าวคือมีความดันโลหิตขณะบีบตัว (Systolic blood pressure; SBP) อยู่ที่ 140-159 mmHg และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (Diastolic blood pressure; DBP) อยู่ที่ 90-99 mmHg อาศัยอยู่ในชุมชนใกล้เคียงจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*power) จากข้อมูลของ Jung และคณะ (Jung et al., 2020) ซึ่งกำหนดค่าอำนาจในการทดสอบ (Power of test; β) ที่ 0.8 ค่าความคาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Portable error; α) ที่ 0.05 ขนาดของผลกระทบ (Effect size) ที่ 0.841 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน จำนวนดังกล่าวได้รับการเพิ่มประชากรเพื่อป้องกันการสูญหายจากการศึกษา ผู้วิจัยจึงเพิ่มกลุ่มตัวอย่างเป็น 34 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 17 คน คือ กลุ่มควบคุม จำนวน 17 คน ที่ใช้ชีวิตตามปกติ และกลุ่มทดลอง จำนวน 17 คน ที่ได้รับการฝึกพิลาทิสบนเสื่อ ทั้งหมด 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้งรวมเป็น 36 ครั้ง ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกคนได้รับคำแนะนำให้ดำเนินชีวิตตามปกติ ไม่เข้าร่วมกิจกรรมทางกาย หรือการฝึกออกกำลังกายอื่นๆ นอกเหนือจากโปรแกรมการออกกำลังกายในงานวิจัยนี้ ทั้งนี้ก่อนการทดสอบแต่ละครั้งผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องนอนหลับให้เพียงพอ 6-8 ชั่วโมง รับประทานอาหารอย่างน้อย 2 ชั่วโมงก่อนการออกกำลังกายและดื่มน้ำตามปกติ งดอาหารและเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของคาเฟอีน และแอลกอฮอล์ พร้อมทั้งเตรียมเครื่องแต่งกาย และรองเท้ากีฬามาด้วยทุกครั้ง

เกณฑ์ในการคัดกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมในการวิจัย (Inclusion criteria)

1. เป็นผู้สูงอายุที่มีอายุระหว่าง 60-75 ปี ทั้งเพศหญิงและเพศชาย

2. เป็นโรคความดันโลหิตสูงระดับที่ 1 ที่เริ่มรับประทานยารักษาความดันโลหิตสูง หรือ ยังไม่เคยได้รับการรักษาทางการแพทย์มาก่อน โดยที่มีความดันโลหิตขณะบีบตัว (Systolic blood pressure; SBP) อยู่ที่ 140-159 mmHg และความดันโลหิตขณะหัวใจ

คลายตัว (Diastolic blood pressure; DBP) อยู่ที่ 90-99 mmHg เป็นโรคความดันโลหิตสูงอย่างน้อย 1 ปี

3. สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้และช่วยเหลือตัวเองได้ดี และสามารถสื่อความหมายเข้าใจกันได้ดี

4. หากเป็นโรคไขมันในเลือดสูง และ/หรือโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ต้องอยู่ในระดับที่ควบคุมได้ และสามารถออกกำลังกายได้ และต้องไม่มีโรคประจำตัวที่มีความเสี่ยงต่อการออกกำลังกาย อาทิ โรคหัวใจ โรคสมอง และโรคกระดูกหรือกล้ามเนื้อที่มีข้อห้ามในการออกกำลังกาย

5. เป็นผู้ที่ไม่รับรับยารักษาโรคความดันโลหิตสูงในกลุ่มเบต้าบล็อกเกอร์ (Beta-blocker) เช่น Atenolol, Metoprolol, หรือ Propranolol

6. ไม่ได้รับการผ่าตัดข้อสะโพก ข้อเข่า หรือข้อเท้า ในระยะ 6 เดือนที่ผ่านมา

7. ไม่เคยออกกำลังกายแบบพิลาทิสอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลานานเกิน 6 เดือน

8. ไม่เคยออกกำลังกายเลยหรือไม่ได้ออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องนาน 6 เดือนขึ้นไป

9. หากเป็นเพศหญิง ต้องไม่อยู่ระหว่างการรับฮอร์โมนทดแทน

10. มีค่าดัชนีมวลกายอยู่ในระดับปกติ คือ BMI=18.5-22.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

เกณฑ์ในการคัดกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย (Exclusion criteria)

1. เข้าร่วมโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายได้ไม่ถึง 80% หรือ ขาดการฝึกเกิน 7 ครั้งในทั้งหมด 36 ครั้ง

2. มีความประสงค์ที่จะยุติการเข้าร่วมงานวิจัย

3. เกิดเหตุสุดวิสัยหรืออุบัติเหตุใดๆ อันเป็นเหตุให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อไปได้

ขั้นตอนการเก็บข้อมูลตัวแปร

1. ทบทวนวรรณกรรม และศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. สร้างโปรแกรมการฝึกพิลาทิสบนเสื่อ เพื่อลดความดันโลหิตและพัฒนาการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด นำรูปแบบการฝึกไปพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

3. ดำเนินการประกาศหากลุ่มตัวอย่าง และคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง คัดกรองเบื้องต้นรวมถึงทำแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย แจ้งให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบถึงรายละเอียดวิธีการทดสอบ จุดประสงค์ของการวิจัย จากนั้นทำการติดต่อกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนัดวันเวลาที่กลุ่มตัวอย่างสะดวก เพื่อคัดกรองผู้ป่วยตามเกณฑ์การคัดเข้า และลงนามในหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

4. ทำการทดสอบและเก็บข้อมูลโดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ณ ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาการออกกำลังกาย ชั้น 10 อาคารจุฬาพัฒน์ 14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายวิธีการทดสอบค่าตัวแปรต่างๆ รวมถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยให้ผู้ช่วยวิจัยอย่างชัดเจนเพื่อให้การทดสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นมาตรฐานเดียวกัน มีรายละเอียดตามลำดับ ดังนี้

4.1) การทดสอบตัวแปรด้านองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ได้แก่น้ำหนัก มีหน่วยเป็นกิโลกรัม ส่วนสูง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร ไขมันในร่างกายมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ กล้ามเนื้อปราศจากไขมันของร่างกายมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ดัชนี

มวลกาย มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อเมตรกำลังสอง โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยืนตรงบนแท่นวัดของเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย ยี่ห้อจาวอน รุ่นไอโอไอ 353 (Jawon medical, ioi 353, Korea)

4.2) การทดสอบตัวแปรด้านความดันโลหิตและสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด โดยวิธีการทางอ้อมที่วัดจากภายนอกร่างกาย Noninvasive เป็นการวิเคราะห์สัญญานความต้านทานทางไฟฟ้าของทรวงอก (Thoracic Electrical Bioimpedance) วัดตัวแปรต่างๆ ดังนี้ ปริมาตรเลือดที่ออกจากหัวใจใน 1 นาที (Cardiac output; CO) ปริมาณเลือดที่หัวใจบีบออกแต่ละครั้ง (Stroke volume; SV) อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate; HR) และ แรงต้านทานการไหลเวียนหลอดเลือด (Systemic Vascular Resistance; SVR) ด้วยเครื่องวัดสภาวะของระบบการไหลเวียนโลหิต (Impedance cardiograph device) ยี่ห้อฟิสิโอโฟล์ว รุ่น พีเอฟ 07 เอนดูโร่ ประเทศสหรัฐอเมริกา (PF07 EnduroTM Physioflow®, USA) อิเล็กโทรด ยี่ห้อสกินแท็ค รุ่น เอฟเอส 50 ประเทศออสเตรีย (Stress Test & Holter ECG electrodes, Skin tact FS–50, Innsbruck, Austria) วัดความแข็งของหลอดเลือดแดง (Arterial stiffness) การวัดความแข็งของหลอดเลือดแดง เป็นการวัดความดันชีพจรระหว่างต้นแขน และข้อเท้า เพื่อตรวจวัดความยืดหยุ่นของเส้นเลือดแดง หรือการแข็งตัวของหลอดเลือด การวิจัยครั้งนี้ วัดโดยใช้เครื่องวัดความแข็งตัวของหลอดเลือด (Non–invasive vascular screening device) ยี่ห้อ ออมรอน รุ่นคอลลิน วีพี 1000 พลัส ประเทศญี่ปุ่น (Collin VP–1000 plus, Omron, Ukyo–ku, Kyoto, Japan) เป็นการวัดเวลาที่แตกต่างกันของการสูบฉีดเลือด (Brachial–ankle time delay) ที่ หลอดเลือดบริเวณต้นแขน (Brachial artery) และหลอดเลือดบริเวณข้อเท้า (Posterior tibial artery) เครื่องจะทำการวัดความยาวจากจุดที่วัดทั้งสองจุด คำนวณค่าคลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า (Brachial–ankle pulse wave velocity: baPWV) วัดค่าความหนาของผนังหลอดเลือด (Intima–media thickness) การวัดความหนาของผนังหลอดเลือด (IMT) ทำการทดสอบบริเวณหลอดเลือดแดงของลำคอด้านข้าง (Common Carotid Artery) ทดสอบโดยใช้เครื่องอัลตราซาวด์ (Ultrasound device) ยี่ห้อฟิลิปส์ รุ่น EPIQ5 ประเทศสหรัฐอเมริกา (EPIQ5, Philips Healthcare, Andover, MA, USA) และหัวตรวจยี่ห้อฟิลิปส์รุ่นแอล 12–5 ทรานซ์สดิวซ์เซอร์ ประเทศสหรัฐอเมริกา (L12–5 Transducer, Phillips Healthcare, Andover, MA, USA) โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนอนหงาย เอียงศีรษะไปทางซ้าย 45 องศา ทำการอัลตราซาวน์หลอดเลือดแดงของลำคอด้านขวา วัดความหนาที่ผนังหลอดเลือดแดงที่คอชั้นในด้านไกล (Far wall) และ ใช้โปรแกรม QLAB เวอร์ชั่น 13 ประเทศสหรัฐอเมริกา (QLAB 13, Phillips Healthcare, Philips, Andover, MA, USA) วัดค่าตัวแปรด้าน (HRV) ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate variability; HRV) บอกการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic nervous system) มีวิธีการวิเคราะห์ Heart rate variability การวิเคราะห์การความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจใช้วิธี Frequency-domain methods

4.3) การทดสอบตัวแปรตามด้านสมรรถภาพทางกาย (Health-related physical fitness) ตามแนวทางแบบประเมินสมรรถภาพทางกาย

The Senior Fitness Test ความแข็งแรงกล้ามเนื้อรางกายส่วนลาง (Lower body strength) ด้วยการทดสอบยืน-นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที (30-Seconds Chair Stand) ความแข็งแรงกล้ามเนื้อส่วนบน (Upper body strength) ด้วยการทดสอบงอข้อศอก (Arm curl test) ความยืดหยุ่นของร่างกายส่วนบน (Upper body flexibility) ด้วยการแตะมือด้านหลัง (Back Scratch) ความยืดหยุ่นของร่างกายส่วนลาง (Lower body flexibility) ด้วยการทดสอบนั่งเก้าอี้และเอื้อมแตะ (Chair sit-and-reach test) การทรงตัวและความว่องไวร่างกาย (Balance and agility) ด้วยการทดสอบลุก-เดิน-นั่ง ไปกลับ Time up and go test (TUG) และสมรรถภาพทางแอโรบิก (Aerobic fitness) ด้วยการทดสอบเดิน 6 นาที (6-Minute walk test; 6-MWT) และการทดสอบยืนยกเข่าขึ้นลง 2 นาที (2 Minutes Step Up and Down)

ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามเกณฑ์การแบ่งกลุ่มตัวอย่างในหัวข้อการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

5.1) กลุ่มทดลอง ได้รับการฝึกพิลาทิสบนเสื่อเป็นเวลา 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง (วันที่ไม่ติดกัน) ครั้งละประมาณ 60 นาที

5.2) กลุ่มควบคุม ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับคำแนะนำการออกกำลังกายและความรู้เกี่ยวกับพิลาทิสบนเสื่อ และทำกิจวัตรประจำวันตามปกติ และจะต้องงดเว้นกิจกรรมการออกกำลังกายแบบอื่นๆ ที่อาจส่งผลรบกวนผลการวิจัย หรือการใช้ยา/อาหารเสริมต่างๆ ในช่วงระยะเวลา 12 สัปดาห์ก่อนการทดสอบอีกครั้ง

6. หลังการฝึกพิลาทิสด้วยเสื่อจนครบเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ทำการเก็บข้อมูลหลังการทดลอง (Post-test) (ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในข้อ 4)

7. เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลทั้งหมดที่ทำการวัดและทดสอบมาหาค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, SD) ของทุกตัวแปร

2. วิเคราะห์การกระจายของข้อมูลโดยเลือกการใช้การทดสอบค่าที่ 2 กลุ่มเป็นอิสระต่อกัน Independent t-test

3. การเทียบรายคู่ที่สัมพันธ์กัน โดยการใช้การทดสอบ Paired t-test

4. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for The Social Science; SPSS) โดยกำหนดค่าทดสอบทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และค่าความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 34 คน ประกอบด้วย กลุ่มทดลอง จำนวน 17 คน (ชาย 5 คน และหญิง 7 คน) และ กลุ่มควบคุม จำนวน 17 คน (ชาย 5 คน และหญิง 12 คน) ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 34 คน พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของอายุ (mean=65.29, S.D.=3.70) น้ำหนัก (mean=54.41, S.D.=8.73) ส่วนสูง (mean=156.81, S.D.=9.51) ค่าดัชนีมวลกาย (mean=22.03, S.D.=1.96) สัดส่วนรอบเอว-สะโพก (mean=0.86, S.D.=0.05) มวลไขมัน (mean=15.06, S.D.=3.53) มวลน้ำหนักตัวไม่รวมไขมัน (mean=35.28, S.D.=6.65) อัตราการเต้นของหัวใจ (mean=72.29, S.D.=12.85) ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (mean=

141.57, S.D.=15.79) ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (mean=76.33, S.D.=10.82) และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของอายุ (mean=65.35, S.D.=3.94) น้ำหนัก (mean=58.06, S.D.=7.87) ส่วนสูง (mean=159.29, S.D.=8.80) ค่าดัชนีมวลกาย (mean 22.81, S.D.=1.84) สัดส่วนรอบเอว-สะโพก (mean=0.86, S.D.=0.04) มวลไขมัน (mean=16.70, S.D.=2.10) มวลน้ำหนักตัวไม่รวมไขมัน (mean=38.03, S.D.=6.89) อัตราการเต้นของหัวใจ (mean=77.47, S.D.=9.26) ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (mean=145.12, S.D.=17.23) ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (mean=82.82, S.D.=10.87) จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation; SD) ของข้อมูลร่างกายพื้นฐาน อายุ น้ำหนัก ความสูง อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว และองค์ประกอบของร่างกายของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มไม่ต่างกันที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation; SD) ขององค์ประกอบร่างกายทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ตัวแปร	กลุ่มทดลอง (n=17)	กลุ่มควบคุม (n=17)	p-value
เพศ (ชาย:หญิง)	5 : 12	5 : 12	
อายุ (ปี)	65.29±3.70	65.35±3.94	0.054
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	72.29±12.85	77.47±9.26	0.325
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มม.ปรอท)	141.57±15.79	145.12±17.23	0.564
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มม.ปรอท)	76.33±10.82	82.82±10.87	0.768
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	54.41±8.73	58.06±7.87	0.557
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	156.81±9.51	159.29±8.80	0.829
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร^2)	22.03±1.96	22.81±1.84	0.706
สัดส่วนรอบเอว-สะโพก	0.86±0.05	0.86±0.04	0.725
เปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย	27.97±6.38	28.98±3.88	0.097
มวลไขมัน (กิโลกรัม)	15.06±3.53	16.70±2.10	0.094
มวลน้ำหนักตัวไม่รวมไขมัน (กิโลกรัม)	35.28±6.65	38.03±6.89	0.758

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation; SD) ของความดันโลหิตและสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด

ตัวแปร	กลุ่มทดลอง (n=17)		กลุ่มควบคุม (n=17)	
	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	72.29±12.85	71.82±9.97	77.47±9.26	74.65±9.22
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มม.ปรอท)	141.57±15.79	127.65±11.85*#	145.12±17.23	143.12±17.99
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มม.ปรอท)	76.33±10.82	70.82±9.86*#	82.82±10.87	79.71±7.91
ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (มม.ปรอท)	98.00±11.68	91.41±9.05*#	103.76±12.16	99.12±9.97
ผลต่างของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มม.ปรอท)	65.24±11.14	56.82±9.06*	62.29±11.79	63.41±14.80
อัตราไหลของเลือดออกจากหัวใจใน 1 นาที (ลิตรต่อนาที)	6.50±1.77	6.58±1.02*#	5.97±1.81	5.82±1.28
ปริมาณเลือดที่หัวใจบีบออกแต่ละครั้ง (มล.ต่อครั้ง)	89.24±36.63	91.14±15.89*#	81.71±24.81	74.88±21.37
ความต้านทานของหลอดเลือดทั่วร่างกาย (Dynes-sec/=cm^5)	1385.52±605.91	1172.47±198.48*#	1568.41±828.94	1500.71±372.61
อัตราเร็วของคลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า ฝั่งขวา (ซม./วินาที)	1727.38±371.12	1542.76±138.27*#	1677.29±215.14	1650.41±196.57
อัตราเร็วของคลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้าฝั่งซ้าย (ซม./วินาที)	1731.47±369.41	1542.18±154.71*#	1660±207.88	1645.00±174.36
ความหนาของผนังหลอดเลือด (มม.)	0.62±0.10	0.57±0.81*#	0.63±0.76	0.65±0.83
ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (ร้อยละ)	1.35±1.19	2.52±1.32*#	2.29±2.34	1.61±1.50

* $p<0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับก่อนการทดลองภายในกลุ่มเดียวกัน

# $p<0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation; SD) ของสมรรถภาพทางกาย

ตัวแปร	กลุ่มทดลอง (n=17)		กลุ่มควบคุม (n=17)	
	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก
ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหลังและขา				
นั่งเก้าอี้และเอื้อมแตะ				
ด้านขวา (นิ้ว)	-0.04±6.74	2.18±3.91*	-0.32±6.21	-1.09±5.86
ด้านซ้าย (นิ้ว)	-0.26±6.31	1.32±4.90*	-1.06±5.29	-1.32±5.99
แตะมือด้านหลัง				
มือขวาอยู่บน (นิ้ว)	-0.55±4.58	1.32±2.34	-1.75±4.29	-1.19±3.52
มือซ้ายอยู่บน (นิ้ว)	-2.08±3.91	0.29±3.19	-2.57±3.24	-2.21±3.09
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ				
ยืน-นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที (ครั้ง)	17.57±3.88	23.18±5.46*#	15.47±5.50	15.35±4.15
งอข้อศอก (ครั้ง)	22.00±4.52	30.82±5.83*#	19.94±3.78	21.06±3.67
แพลงค์ (วินาที)	105.88±56.60	157.24±73.68*#	84.19±54.30	68.94±38.18
การประเมินการทรงตัวและความว่องไวร่างกาย				
Timed Up and Go Test (เมตร)	6.99±1.58	6.09±0.99*	7.19±0.93	7.12±0.927
การประเมินสมรรถภาพด้านแอโรบิก				
เดิน 6 นาที (เมตร)	465.24±58.25	512.24±42.42*#	436.24±69.22	34.82±62.51
RPE เดิน 6 นาที	10.90±2.17	12.29±1.86*	11.47±1.59	12.0±2.80
ยืนยกเข่าขึ้นลง 2 นาที (ครั้ง)	83.90±15.64	87.09±30.50#	79.35±22.55	59.65±12.40
ยืนยกเข่าขึ้นลง 2 นาที RPE	14.57±1.72	13.76±2.63*	13.35±2.42	13.24±3.36

RPE = Rate of Perceived Exertion

* $p<0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับก่อนการทดลองภายในกลุ่มเดียวกัน

# $p<0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของความดันโลหิตและสมรรถภาพการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด พบว่าหลังจากที่กลุ่มทดลองได้ออกกกำลังกายพิลาทิสบนเสื่อครบ 12 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตและสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดที่ดีขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่มีอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (HR) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (SBP) ลดลงหลังการทดลอง ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (DBP) ลดลงหลังการทดลอง อัตราไหลของเลือดออกจากหัวใจใน 1 นาที (Cardiac output; CO) เพิ่มขึ้นหลังการทดลอง ความต้านทานของหลอดเลือดทั่วร่างกาย (Systemic vascular resistance ; SVR) ลดลงหลังการทดลอง อัตราเร็วของคลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า (brachial ankle Pulse Wave Velocity; baPWV) ลดลงหลังการทดลอง ความหนาของผนังหลอดเลือด (Intima media thickness ; IMT) ลดลงหลังการทดลอง ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate variability; HRV) เพิ่มขึ้นหลังการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 2

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของสมรรถภาพทางกาย พบว่าหลังจากที่กลุ่มทดลองได้ออกกำลังกายพิลาทิสบนเสื่อครบ 12 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพทางกายที่พัฒนาขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหลังและขา ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การประเมินการทรงตัวและความว่องไวร่างกาย การประเมินความอดทน หรือสมรรถภาพด้านแอโรบิก ดังแสดงในตารางที่ 3

อภิปรายผลการวิจัย

วัตถุประสงค์หลักของการวิจัยครั้งนี้คือเพื่อศึกษาผลของการฝึกพิลาทิสบนเสื่อต่อความดันโลหิตและการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดในผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบว่าการฝึกพิลาทิสบนเสื่อส่งผลดีในเรื่องการลดความดันโลหิต และเพิ่มการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular functions) ในผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง (Hypertensive elderly) ทั้งนี้อาจเกี่ยวข้องกับกลไกทางระบบสรีรวิทยาของร่างกาย (Physiological systems) อย่างน้อย 3 กลไก คือ กลไกระบบทางระบบหลอดเลือด (Vascular mechanisms) โดยช่วยให้การทำงานและโครงสร้างของหลอดเลือดดีขึ้น) การออกกำลังกายเป็นประจำช่วยให้ความหนาของผนังหลอดเลือดเนื่องจากสารคอลลาเจนในเซลล์กล้ามเนื้อเรียบที่ผนังหลอดเลือด (Vascular smooth muscle cell; VSMC) ลดลง ในขณะที่สารอิลาสติน (Elastin) เพิ่มขึ้น เพิ่มความยืดหยุ่นให้ผนังหลอดเลือด โดยวัดจากค่าอัตราเร็วของคลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า ส่งผลทำให้ความต้านทานในหลอดเลือดและความดันโลหิตลดลง (Jaruchart et al., 2016) นอกจากนี้การออกกำลังกายช่วยลดความดันโลหิตสูงได้จากการที่ผนังหลอดเลือดชั้นในที่ประกอบไปด้วย Endothelium cells หลั่ง Nitric Oxide (NO)

ซึ่งมีประสิทธิภาพช่วยในการยืดขยายของหลอดเลือดได้ดีขึ้นส่งผลให้แรงต้านในหลอดเลือดลดลงและความดันโลหิตลดลงตามลำดับ กลไกระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic nervous system) การออกกำลังกายเป็นประจำช่วยลดความดันโลหิตได้โดยการปรับการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติให้กลับมาทำงานอย่างสมดุลตามปกติ ระบบซิมพาเทติกที่ถูกกระตุ้นจากภาวะความดันโลหิตสูงจะถูกยับยั้ง และส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลงควบคู่ไปกับการปรับตัวเพิ่มขึ้นของ Vagus tone และ การปรับโครงสร้างของไซโนเอเทรียลโนด (Sinoatrial node; SA node) ส่งผลให้หัวใจบีบตัวลดลง และ ความดันโลหิตลดลง (White, 2015) เมื่อผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงออกกำลังกายเป็นประจำระบบประสาทอัติโนมัติจะปรับตัวเข้าสู่สภาวะสมดุลได้เร็วขึ้น สุดท้ายกลไกการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ (Endocrine system) ภูมิคุ้มกันของร่างกาย โดยช่วยลดความเครียดออกซิเดชั่น (Oxidative stress) การออกกำลังกายเป็นการกระตุ้นการทำงานของเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือดจากแรงเค้นเฉือน (Shear stress) ที่มากขึ้น ทำให้เกิดการหลั่งเอนไซม์ที่กระตุ้นการสังเคราะห์ไนตริกออกไซด์ (Endothelial Nitric Oxide synthase; eNOS) ส่งผลให้หลอดเลือดขยายตัว ลดความต้านทานในหลอดเลือด และสามารถลดความดันโลหิตได้ การออกกำลังกายนอกเหนือจากความดันโลหิตที่ลดลงยังรวมไปถึงการลดการอักเสบที่ผนังหลอดเลือด การกระตุ้นการทำงานของผนังหลอดเลือด การยืดอายุความแข็งตัวของหลอดเลือด รวมถึงการกระตุ้นระบบประสาทสัมผัส Baroreflex sensitivity และ Autonomic function

นอกจากนี้ วัตถุประสงค์รองของการวิจัยครั้งนี้คือ เพื่อศึกษาผลของการฝึกพิลาทิสบนเสื่อต่อสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพของผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง โดยพื้นฐานและหลักการของการฝึกพิลาทิสริเริ่มจากชาวเยอรมัน ชื่อนายโจเซฟ พิลาทิส (1880-1967) โดยแนวคิดในการฝึกมุ่งเน้นไปที่การเกร็งกล้ามเนื้อแกนกลางด้านในสุดของร่างกายก่อนที่จะมีการเคลื่อนไหว โดยมุ่งเน้นให้เบ้ากล้ามเนื้ออุ้งเชิงกราน และ เบ้าหัวไหล่อยู่ในท่า Neutral เพื่อให้รยางค์ของร่างกายเป็นอิสระจากแกนกลางลำตัว การฝึกแต่ละท่าจะทำควบคู่ไปกับการหายใจ 3 ทิศทางแบบพิลาทิส มีสมาธิในทุกท่วงท่าที่มีการขยับ (Maria, 2019) การฝึกพิลาทิสอาจจะถูกมองข้ามไปในการนำมาใช้ช่วยในการฝึกเพื่อพัฒนาร่างกายในกลุ่มผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง งานวิจัยหลายงานนำเสนอการออกกำลังกายแบบพิลาทิสเป็นทางเลือกที่มีความเหมาะสมกับกลุ่มผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูงเนื่องจากพิลาทิสเป็นการฝึกออกแบบกำลังกายแบบแรงต้านที่ใช้น้ำหนักเบา (Low intensity resistance exercise) ในงานวิจัยของ Guimaraes (2012) (Guimaraes et al., 2012) หัวข้อวิจัย ได้ใช้การออกกำลังกายพิลาทิสกับกลุ่มคนไข้โรคหัวใจล้มเหลว (Heart failure) โดยพบว่าการฝึกพิลาทิสบนเสื่อ (Mat Pilates) ช่วยให้ Functional capacity ของผู้ฝึกดีขึ้น ในกลุ่มผู้ฝึกพิลาทิสงานวิจัยพบว่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Peak oxygen consumption; VO2peak) ของผู้ฝึกดีขึ้นถึง 20% เทียบกับ 6% ของการฝึกออกกำลังกายแบบดั้งเดิม ในขณะที่ทั้งสองกลุ่มพบว่ามีระดับความทนทานในการการออกกำลังกายที่สูงขึ้น มีแต่กลุ่มพิลาทิสเท่านั้นที่เห็นการเพิ่มขึ้นของ

การระบายอากาศ และระดับออกซิเจนในร่างกายที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ สะท้อนถึงระบบการเผาผลาญพลังงานที่ระดับกล้ามเนื้อที่ดีขึ้น นอกจากนี้ความมั่นคงของท่าการเคลื่อนไหวของพิลาทิสเกิดจาก 4 ปัจจัย ได้แก่ 1) Form Closure ความมั่นคงของท่าการเคลื่อนไหวที่เกิดจากโครงสร้างทางร่างกายที่แตกต่างกัน 2.) Force Closure ความมั่นคงของท่าการเคลื่อนไหวที่เกิดจากระบบกล้ามเนื้อ 3.) Motor Control ความมั่นคงของท่าการเคลื่อนไหวที่เกิดระหว่างการเคลื่อนไหว เวลาที่ใช้ การควบคุมการเกร็งของกล้ามเนื้อและการทำงานประสานกันของร่างกาย ความมั่นคงของท่าการเคลื่อนไหวนี้เกิดจากการฝึกและการเรียนรู้ 4.) Emotional state ความรู้ตัว มีสติและสมาธิในการขยับเคลื่อนไหว ดังนั้นจึงเห็นได้จากการวิจัยครั้งนี้ว่าการฝึกพิลาทิสบนเสื่อเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ช่วยพัฒนาสมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุที่เป็นความดันโลหิตสูงได้

สรุปผลการวิจัย จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าการฝึกพิลาทิสบนเสื่อ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ครั้งละประมาณ 60 นาที เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ส่งผลดีช่วยลดความดันโลหิต และพัฒนาระบบหัวใจและหลอดเลือดในผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง และพัฒนาสมรรถภาพทางกายที่ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการติดตามผลเพื่อศึกษาถึงผลระยะยาวและการคงอยู่ของผลการฝึกพิลาทิสบนเสื่อ รวมถึงนำองค์ความรู้ของพิลาทิสบนเสื่อไปประยุกต์ใช้ในหลายๆกลุ่มตัวอย่าง ในหลายๆกิจกรรมการใช้ชีวิต ด้วยหลายๆอุปกรณ์เสริม โดยอาจปรับเปลี่ยนโปรแกรมไปตามความเหมาะสม การฝึกพิลาทิสบนเสื่อจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการออกกำลังกายในบ้านที่ประหยัด ฝึกง่ายและสะดวก เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้ฝึกในกลุ่มอื่นๆได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

Chaising, S., & Temdee, P. (2020). Determining Significant Risk Factors for Preventing Elderly People with Hypertension from Cardiovascular Disease Complication Using Maximum Objective Distance. *Wireless Personal Communications. 115*(4), 3099-3122.

Gronek, J., Boraczyński, M., Gronek, P., Wielinski, D., Tarnas, J., Marszałek, S., & Tang, Y. Y. (2021). Exercise in Aging: Be Balanced. *Aging and disease, 12*(5), 1140–1149.

Guimarães, G. V., Carvalho, V. O., Bocchi, E. A., & d'Avila, V. M. (2012). Pilates in heart failure patients: a randomized controlled pilot trial. *Cardiovascular therapeutics, 30*(6), 351–356.

Hoseini Niya, S., Vahidian-Rezazadeh, M., & Heidari Mokarrar, H. (2019). The Effects of 8 Weeks Pilates, Walking, and Combined Pilates and Walking on Heart Arrhythmia. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences, 22*(1). e92708.

Jaruchart, T., Suwanwela, N. C., Tanaka, H., & Suksom, D. (2016). Arterial stiffness is associated with age-related differences

in cerebrovascular conductance. *Experimental gerontology, 73,* 59–64.

Kobeissi, E., Hibino, M., Pan, H., & Aune, D. (2019). Blood pressure, hypertension and the risk of abdominal aortic aneurysms: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *European journal of epidemiology*, *34*(6), 547–555.

Martins-Meneses, D. T., Antunes, H. K., de Oliveira, N. R., & Medeiros, A. (2015). Mat Pilates training reduced clinical and ambulatory blood pressure in hypertensive women using antihypertensive medications. *International journal of cardiology, 179*, 262–268.

Masodsai, K., Kerdkarn, P., Chaunchaiyakul, R. (2021) Exercise as an AntiHypertensive Tool: Scientific Mechanism. *Journal of Sports Science and Health. 23*(1), 1-21.

Masodsai, K., Lin, Y. Y., Lin, S. Y., Su, C. T., Lee, S. D., & Yang, A. L. (2021). Aging Additively Influences Insulin- and Insulin-Like Growth Factor-1-Mediated Endothelial Dysfunction and Antioxidant Deficiency in Spontaneously Hypertensive Rats. *Biomedicines, 9*(6), 676.

Masodsai K, Sahaschot T, Chaunchaiyakul R. (2023). Cardiorespiratory, Metabolic, and Performance Changes from the Effects of Creatine and Caffeine Supplementations in Glucose-Electrolyte-Based Sports Drinks: A Double-Blind, Placebo-Controlled Study. *Sports, 11(1),* 4.

Oliveira, L. C., Guedes, C. A., Jassi, F. J., Martini, F. A. N., & Oliveira, R. G. (2016). Effects of the Pilates method on variables related to functionality of a patient with traumatic spondylolisthesis at L4-L5: A case study. *Journal of bodywork and movement therapies*, *20*(1), 123–131.

White, D. W., & Fernhall, B. (2015). *Effects of Exercise on Blood Pressure and Autonomic Function and Other Hemodynamic Regulatory Factors.* In L. S. Pescatello (Ed.), Effects of Exercise on Hypertension: From Cells to Physiological Systems (pp. 203-225). Springer International Publishing.