บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาในกลุ่มคนปกติ อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 30 คน โดยสุ่มผู้เข้าร่วมการทดสอบเพื่อแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน คือ กลุ่มออกกำลังกาย และกลุ่มควบคุม กลุ่มออกกำลังกายได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายแบบพิลาทีส เป็นเวลา 40 นาที และกลุ่มควบคุมจะไม่ได้รับการออกกำลังกาย โดยทั้ง 2 กลุ่มจะวัดค่าของอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต การไหลเวียนโลหิตภายใต้เนื้อเยื่อที่ บริเวณกล้ามเนื้อหลัง ค่าแรงดันสูงสุดของการหายใจเข้าและหายใจออกและ ระดับความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกราน ทั้งก่อนและหลังเพื่อ เปรียบเทียบความแตกต่างทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นไว้ที่ $p<0.05$

สรุปผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมการทดสอบได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ชีพจรขณะพักของกลุ่มออกกำลังกาย และกลุ่มควบคุม พบว่าผู้เข้าร่วมการทดสอบทั้งสองกลุ่มมีข้อมูลทั่วไปไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

2. การตอบสนองอัตราการเต้นของหัวใจพบว่า กลุ่มควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจค่อนข้างคงที่ ในขณะที่กลุ่มออกกำลังกายมีการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และมีค่าเพิ่มมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3. กลุ่มออกกำลังกายในช่วงออกกำลังกายมีค่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 52.54 ± 3.56 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ซึ่งเทียบได้กับความหนักระดับเบา (mild intensity)

4. กลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกาย ค่าของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (SBP) หลังออกกำลังกายมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -7.224$, $p = 0.000$) และ มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 3.145$, $p = 0.004$) ส่วนค่าของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (DBP) พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม ($p>0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. กลุ่มออกกำลังกาย มีค่าอัตราการไหลเวียนโลหิตของเนื้อเยื่อที่บริเวณกล้ามเนื้อหลัง (BF) ภายหลังการออกกำลังกายมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

6. ค่าของแรงดันสูงสุดของการหายใจเข้าและหายใจออก (PImax, PEmax) พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม (p>0.05)

7. ระดับความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกราน พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม (p>0.05)

อภิปรายผลการวิจัย

การตอบสนองของระบบหัวใจ และปอด

อัตราการแต้นของหัวใจ (HR)

จากการวิจัยครั้งนี้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบพิลาทีสในช่วงอบอุ่นร่างกาย (นาทีที่ 0-8) แต่ละท่าจะเป็นการออกกำลังกายในท่ายืน ส่วนในช่วงออกกำลังกาย (นาทีที่ 9-33) และช่วงผ่อนคลาย (นาทีที่ 34-40) จะเป็นการออกกำลังกายที่ทำร่วมกับ Pilates reformer แต่ละท่าที่ทำจะเป็นการออกกำลังกายในท่านอน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายแบบพิลาทีสมีแนวโน้มของอัตราการเต้นของหัวใจค่อยๆ เพิ่มขึ้น เริ่มตั้งแต่ช่วงอบอุ่นร่างกาย (นาทีที่ 0-8) จนถึงช่วงออกกำลังกายโดยที่ช่วงเริ่มแรกของการเข้าสู่ระยะออกกำลังกาย (นาทีที่ 8-10) พบว่ามีการลดลงของอัตราการเต้นของหัวใจเล็กน้อย เนื่องจากเป็นช่วงที่มีการปรับเปลี่ยนท่าออกกำลังกายจากท่ายืน มาเป็นท่านอน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Macwilliam (1933) ที่พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจจะช้าลงในท่านอน เมื่อเทียบกับท่านั่ง และท่ายืน นอกจากนี้ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า อัตราการเต้นของหัวใจจะเริ่มเข้าสู่ภาวะคงที่ประมาณนาทีที่ 22 โดยอัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นตามระดับความหนักของการออกกำลังกาย (Wilmore et al, 1999) โดยที่การศึกษาครั้งนี้อัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นขณะออกกำลังกายคิดเป็นร้อยละ 52.54 ± 3.56 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (%MHR) ซึ่งความหนักของการออกกำลังกายถือว่าอยู่ในระดับเบา (mild intensity) คือ อยู่ในช่วง 50-63 %MHR (ACSM's, 2010) สอดคล้องกับการศึกษาของ Spilde และคณะ (2005) ได้ศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายแบบพิลาทีส และโยคะ พบว่าขณะออกกำลังกายแบบพิลาทีส และโยคะมีความหนักเฉลี่ยร้อยละ 54 ± 3.6 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ซึ่งจัดอยู่ในระดับเบา

Schroeder และคณะ (2002) ได้ศึกษาการตอบสนองของอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายแบบพิลาทีสโดยใช้ Pilates reformer พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วง 86.0±14.34

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถึง 105.8±15.53 ครั้งต่อนาที คิดเป็นร้อยละ 54.06 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ซึ่งไม่หนักพอที่หัวใจเต้นถึงอัตราเป้าหมาย (Target HR) จึงไม่สามารถเพิ่มความทนทานทางระบบหัวใจ และหายใจได้ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบพิลาทีสอาจจะต้องเพิ่มความหนัก หรือแรงต้านให้หนักขึ้น เพื่อให้มีความหนักพอที่หัวใจเต้นถึงอัตราเป้าหมาย (Target HR) ซึ่ง ACSM's (2010) ได้แนะนำการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความทนทานต่อระบบหัวใจและหายใจ คือ ความหนักระดับปานกลาง (moderate intensity) 64-76% MHR อย่างไรก็ตามผู้ที่เริ่มออกกำลังกายเพื่อความปลอดภัยควรจะออกกำลังกายให้อัตราการเต้นของหัวใจควรอยู่ในช่วงความหนักระดับเบาก่อนที่จะเพิ่มระดับความหนักให้มากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นทางเลือกสำหรับผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิต โรคหัวใจ กลุ่มคนที่มีอาการปวดหลัง มีการศึกษาที่พบว่าการออกกำลังกายระดับเบา จะช่วยเพิ่มความสามารถในการออกกำลังกายของผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจได้อีกด้วย (Belardinelli et al, 1995)

ความดันโลหิต (BP)

ในกลุ่มออกกำลังกายพบว่า ค่าของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (SBP) มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 108.53 ± 10.99 mmHg เป็น 126.00 ± 9.10 mmHg (เพิ่มขึ้น 16.1% จากขณะพัก) และยังพบว่าค่าของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (SBP) หลังออกกำลังกาย มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มควบคุมไม่มีการเปลี่ยนแปลง จากค่าของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (SBP) ที่เพิ่มขึ้นเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในทางคลินิกนั้นจะเห็นว่าค่าของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (SBP) ที่เพิ่มขึ้นยังอยู่ในช่วง 100-120 มิลลิเมตรปรอท ซึ่งถือว่าปกติ โดยขณะออกกำลังกายแบบที่มีการเคลื่อนไหว (dynamic exercise) การตอบสนองของค่าความดันโลหิตที่ถือว่าอยู่ในระดับสูงนั้น จะอยู่ที่ค่า ≥ 200/105 มม.ปรอท (Majahalme et al, 1997) ดังนั้นการออกกำลังกายแบบพิลาทีสจึงไม่มีผลต่อการเพิ่มของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวมากนัก สามารถใช้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบพิลาทีสไปใช้ออกกำลังกายในคนทั่วไปได้โดยไม่เกิดอันตราย

หลังออกกำลังกาย ค่าของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (SBP) จะมีค่าสูงขึ้น จากการที่อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาตรเลือดที่ส่งออกจากหัวใจต่อนาทีเพิ่มขึ้น ขณะที่ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ทั้งที่อัตราการเต้นของหัวใจ และปริมาตรเลือดที่หัวใจบีบตัวแต่ละครั้งเพิ่มขึ้น เพราะความต้านทานของหลอดเลือดส่วนปลาย (total peripheral resistance; TPR) จะลดลง ดังนั้นความดันเฉลี่ยจะไม่เพิ่มมากนัก (Wilmore et al, 1999)

การศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ขณะที่ออกกำลังกายแบบที่มีการเคลื่อนไหว (dynamic exercise) ค่า SBP จะเพิ่มแต่ DBP จะเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ในภาวะปกติขณะออกกำลังกายค่า SBP จะเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตามระดับความหนักของการออกกำลังกาย หากมีการลดลงของ SBP ขณะที่มีการเพิ่มระดับความหนักของการออกกำลังกายถือว่าเป็นการตอบสนองที่ผิดปกติ (Lamb, 1978)

อัตราการไหลเวียนโลหิต (BF)

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่ากลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายแบบพิลาทีส หลังจากการออกกำลังกาย มีค่าอัตราการไหลเวียนโลหิตของเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง (BF) ที่บริเวณกล้ามเนื้อหลังเพิ่มขึ้นจาก 10.13 ± 3.49 flux/min เป็น 16.44 ± 4.84 flux/min ซึ่งการออกกำลังกายแบบพิลาทีสนั้นเป็นการกระตุ้นการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อแกนกลาง โดยเฉพาะกล้ามเนื้อบริเวณส่วนหลัง โดยจากการศึกษาของ Petrofsky และคณะ (2005) ประเมินการทำงานของกล้ามเนื้อส่วนหลัง โดยใช้ surface electromyography พบว่ามีการทำงานแบบระดมพลของกล้ามเนื้อหลังขณะออกกำลังกายแบบพิลาทีส ซึ่งในขณะที่ออกกำลังกายมีการแบ่งการกระจายเลือดไปยังอวัยวะต่างๆโดยอาศัยหลักที่ว่า ต้องมีเลือดไปเลี้ยงมากในบริเวณที่ใช้งาน (Wilmore et al,1999) การออกกำลังกายจะไปเพิ่มการขยายตัวของผนังหลอดเลือด โดยไปกระตุ้นการทำงานของ acetycholine (ACh) (Klonizakis et al, 2011) อย่างไรก็ตามค่าอัตราการไหลเวียนโลหิตของเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง (BF) โดยใช้ Laser Doppler Flowmetry เป็นตัวบ่งชี้ทางอ้อม เป็นการวัดอัตราการไหลเวียนโลหิตโดยไม่มีการสอดใส่อุปกรณ์เข้าไปในร่างกาย (non invasive) ซึ่งการศึกษาต่อไปอนาคตอาจจะศึกษาถึงตัวบ่งชี้ทางตรงที่สามารถวัดได้แม่นยำมากขึ้นโดยวิธีการวัดอัตราการไหลเวียนโลหิตที่มีการสอดใส่อุปกรณ์เข้าไปในร่างกาย (invasive) เช่น การใช้ Thermodilution หรือ Treansit-Time Ultrasound Flow Meter เป็นต้น

แรงดันสูงสุดของการหายใจเข้า (PImax) และแรงดันสูงสุดของการหายใจออก (PEmax)

การออกกำลังกายแบบพิลาทีสจะใช้กล้ามเนื้อหน้าท้อง ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ช่วยหายใจ แต่ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าค่าของ PImax และ PEmax ซึ่งเป็นตัวชี้วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มออกกำลังกายกับกลุ่มควบคุม และในกลุ่มออกกำลังกาย ก็ไม่พบความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการออกกำลังกาย อาจเป็นเพราะในการศึกษานี้เป็นการวัดผลของการออกกำลังกายแบบเฉียบพลัน ซึ่งจากการศึกษาก่อนหน้านี้ของ Papazachou และคณะ (2007) ได้ศึกษาสมรรถภาพการทำงานของปอดในผู้ป่วยโรคหัวใจเรื้อรังเปรียบเทียบขณะพัก และหลังออกกำลังกายพบว่า ค่า PImax และ PEmax มีค่าลดลงเนื่องจากมีอาการล้าของกล้ามเนื้อหายใจ Fulambarker และคณะ (2012) ดูผลการฝึกโยคะต่อสมรรถภาพการทำงานของปอดในคนไข้ปอดอุดกั้นเรื้อรัง เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของค่า PImax และ PEmax อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Sonetti และคณะ (2001) ที่พบว่าค่า PImax ของกลุ่มนักปั่นจักรยานภายหลังจากการฝึกความแข็งแรง และความทนทานของกล้ามเนื้อหายใจมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการศึกษาครั้งนี้ค่า PImax และค่า PEmax ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มออกกำลังกายไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่า PImax และค่า PEmax เท่ากับ 93.27 cmH_2O และ 123.94 cmH_2O ตามลำดับ มีค่าน้อยกว่า เมื่อเทียบกับการศึกษาของ Jardim (2007) ทำการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในคนปกติที่ไม่มีโรคประจำตัวเกี่ยวกับระบบหายใจ พบว่าค่า PImax และค่า PEmax เท่ากับ 180.4 cmH_2O และ 147.7 cmH_2O ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวมีค่ามากกว่าการศึกษาในครั้งนี้ อาจเป็นผลเนื่องจากความแตกต่างของอายุ เชื้อชาติ และรูปร่างของผู้ที่เข้าร่วมการศึกษา ซึ่งการศึกษาของ Gibson (1995) ได้กำหนดค่าของ PImax ในคนปกติต้อง ≥ 80 cmH_2O และค่าของ PEmax ≥ 100 cmH_2O

ระดับความมั่นคงของกระดูกสันหลัง และเชิงกราน (LPST)

การประเมินระดับความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกราน (Lumbo-pelvic instability) พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างก่อน และหลังการออกกำลังกายแบบพิลาทีส ทั้งกลุ่มออกกำลังกาย และกลุ่มควบคุม ซึ่งการวิเคราะห์ค่าความน่าเชื่อถือของการประเมินระดับความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกรานมีค่า $ICC_{3,1}$=0.8831 แต่ถ้าพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า กลุ่มควบคุมมีระดับความมั่นคงของกระดูกสันหลัง และเชิงกรานเพิ่มขึ้นจาก 2.13±0.35 เป็น 2.33±0.49 ซึ่งอาจเกิดจากการเรียนรู้ โดยมีจำนวน 3 คนที่มีค่าระดับความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกรานเพิ่มขึ้นจากระดับ 2 เป็น ระดับ 3 ส่วนกลุ่มออกกำลังกายมีระดับความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกรานลดลงจาก 2.33±0.62 เป็น 2.20±0.56 โดยมีจำนวน 3 คนที่มีค่าระดับความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกรานลดลง จากระดับ 3 เป็นระดับ 2 ซึ่งอาจเกิดจากอาการล้าหลังการออกกำลังกาย ถ้าเว้นระยะพักให้นานมากขึ้น ค่าระดับความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกราน อาจเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมายังไม่พบว่าหลังออกกำลังกายแบบพิลาทีสนั้นจะช่วยเพิ่มระดับความสามารถของการทดสอบระดับความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกรานได้อย่างชัดเจนในทันที แต่มีการศึกษาหลายการศึกษาที่พบว่าถ้าฝึกฝนการออกกำลังกายแบบพิลาทีสเป็นประจำ จะช่วยเพิ่มระดับความสามารถของการทดสอบระดับความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกรานได้ (Phrompaet et al, 2011)

ข้อจำกัดของการวิจัย

กลุ่มผู้เข้าร่วมการทดสอบมีจำนวนน้อย ทำให้ผลการศึกษาไม่ชัดเจน และท่าออกกำลังกายบางท่ามีความยากเกินไปที่จะควบคุมการเคลื่อนไหวให้ถูกต้องได้ เนื่องจากกลุ่มผู้เข้าร่วมการทดสอบส่วนใหญ่มีระดับความมั่นคงของกระดูกสันหลัง และเชิงกรานอยู่ในระดับ 2 บางท่าจึงมีความยากเกินไป ไม่เหมาะสมในบางคน ซึ่งการศึกษาครั้งต่อไปอาจจะต้องออกแบบโปรแกรมที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เหมาะสมในแต่ละบุคคล โดยความยากง่ายของท่าออกกำลังกาย อาจดูจากระดับความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกรานที่สามารถทำได้

ข้อเสนอแนะ

กลุ่มตัวอย่างบางคนที่ได้รับการออกกำลังกายแบบพิลาทีส ไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวให้ถูกต้องในบางท่า บางท่าอาจจะยาก ไม่เหมาะสมในบางคน ซึ่งการศึกษาครั้งต่อไปอาจจะต้องออกแบบโปรแกรมที่เหมาะสมในแต่ละบุคคล โดยความยากง่ายของท่าออกกำลังกาย อาจดูจากระดับความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกรานที่สามารถทำได้ การศึกษาครั้งต่อไปอาจวัดค่าอุณหภูมิร่างกายในกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ออกกำลังกาย เพื่อดูความสัมพันธ์ของค่าอุณหภูมิกับการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจ อย่างไรก็ตามค่าอัตราการไหลเวียนโลหิตของเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง (BF) โดยใช้ Laser Doppler Flowmetry เป็นตัวบ่งชี้ทางอ้อม เป็นการวัดอัตราการไหลเวียนโลหิตโดยไม่มีการสอดใส่อุปกรณ์เข้าไปในร่างกาย (non invasive) ซึ่งการศึกษาต่อไปอนาคตอาจจะศึกษาถึงตัวบ่งชี้ทางตรงที่สามารถวัดได้แม่นยำมากขึ้นโดยวิธีการวัดอัตราการไหลเวียนโลหิตที่มีการสอดใส่อุปกรณ์เข้าไปในร่างกาย (invasive) เช่น การใช้ Thermodilution หรือ Treansit-Time Ultrasound Flow Meter เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved