บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกกำลังกายนั้น มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของระบบต่าง ๆ เช่น ระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ ระบบประสาท ระบบไหลเวียนโลหิต ระบบหายใจ ระบบย่อยอาหาร ระบบขับถ่าย ระบบต่อมไร้ท่อ และระบบสืบพันธุ์ เป็นต้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของระบบต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความหนักของการออกกำลังกาย ระยะเวลา ความถี่ของการออกกำลังกาย และวิธีการออกกำลังกายแบบต่าง ๆ ดังนี้

ผลของการออกกำลังกายต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ

ระบบไหลเวียนโลหิต จะกล่าวถึงหัวใจ หลอดเลือด และเลือด ซึ่งทั้งหมดมีหน้าที่คือการนำออกซิเจนไปให้กล้ามเนื้อส่วนที่ทำงาน รวมถึงการนำออกซิเจนไปให้กล้ามเนื้อส่วนที่ทำงานของหัวใจ และหลอดเลือด ซึ่งทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจ และความดันโลหิตดังนี้

การตอบสนองของอัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate; HR) ขณะออกกำลังกาย

เมื่อออกกำลังกายอัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การเพิ่มขึ้นอัตราการเต้นหัวใจในระยะต้นเกิดจากกลไกทางระบบประสาทที่จะส่งมาควบคุมโดยตรง ในระยะต่อมาเกิดจากกลไกรีเฟล็กซ์ เนื่องจากผลผลิตของการออกกำลังกายมากระตุ้น เช่น กรดแลกติก การขาดออกซิเจน การตอบสนองของอัตราการเต้นของหัวใจ เป็นต้น

ขณะออกกำลังกายระดับเบา (mild intensity exercise) อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นทันทีแต่เพิ่มไม่มาก ประมาณ 80-100 ครั้ง/นาที จากนั้นลดลงเล็กน้อย แล้วคงที่ตลอดระยะเวลาของการออกกำลังกาย หัวใจเตรียมพร้อมที่จะทำงานมากกว่างานที่จะต้องทำจริง แต่เมื่อออกกำลังกายไประยะหนึ่งร่างกายจึงปรับให้พอเหมาะกับงานที่จะทำให้ได้ เมื่อหยุดออกกำลังกายอัตราการเต้นของหัวใจจะค่อย ๆ เข้าสู่ระดับปกติภายในเวลา 1-2 นาที

การออกกำลังกายระดับปานกลาง (moderate intensity exercise) อัตราการเต้นของหัวใจ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกเช่นกัน ประมาณ 100-140 ครั้ง/นาที อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายของแต่ละคนจะเพิ่มสูงขึ้นอยู่กับความหนักเบาของการออกกำลังกาย อัตราที่เพิ่มขึ้นนี้คงจะอยู่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ด้วยอัตราค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาที่ออกกำลังกาย และเมื่อหยุดออกกำลังกายจะค่อย ๆ กลับสู่สภาวะปกติแต่ใช้เวลานานกว่าการออกกำลังกายระดับเบาอาจใช้เวลานานกว่า 10 นาที

การออกกำลังกายระดับหนัก (hard intensity exercise) อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นสู่ระดับสูงโดยทันที ประมาณ 140-180 ครั้ง/นาที แล้วหลังจากนั้นจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตลอดระยะของการออกกำลังกาย เมื่อหยุดออกกำลังกาย อัตราการเต้นของหัวใจจะค่อย ๆ ลดลงเช่นกัน แต่จะใช้เวลาในการพักฟื้นยาวนานกว่า 2 ระดับแรก ในการออกกำลังกายชนิดนี้ร่างกายสามารถทำได้เพียงระยะสั้นเพราะ เมื่อทำต่อไปจะทนไม่ไหวเกิดภาวะหัวใจล้มเหลวได้ อัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นอย่างมากในขณะออกกำลังกายอย่างหนักอาจจะเพิ่มขึ้นถึงระดับของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximum heart rate; MHR) ของแต่ละคนได้ (Mcardleet al, 2000)

ในขณะที่ออกกำลังกาย ร่างกายต้องการออกซิเจนเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณที่เพิ่มขึ้นเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการส่วนใหญ่ โดยการเพิ่มปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจในการบีบตัวแต่ละครั้ง (stroke volume; SV) และการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate; HR) ในการเพิ่มปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจต่อนาที (cardiac output; CO) ค่า CO จะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนที่สัมพันธ์กับอัตราการใช้ออกซิเจนและปริมาณงานที่ทำ เพราะเมื่อกล้ามเนื้อมีการทำงานหนักขึ้นทำให้ต้องใช้ออกซิเจนมากขึ้นซึ่งจะมีผลต่อการขยายตัวของหลอดเลือดในกล้ามเนื้อ ดังนั้นปริมาณเลือดที่ไหลกลับเข้าสู่หัวใจ (venous return; VR) จะเพิ่มขึ้นซึ่งผลที่ได้คือ การเพิ่มปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจในการบีบตัวแต่ละครั้ง (Franklin et al, 2000; Mcardleet al, 2000; Astrandet al, 2003)

ปัจจัยที่ผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ

1. ภาวะทางอารมณ์ และจิตใจ เช่น ตื่นเต้น กลัว จะทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น
2. การออกกำลังกาย มีผลทำให้ค่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้น
3. อายุ โดยในเด็กอัตราการเต้นของหัวใจจะสูงกว่าผู้ใหญ่
4. เพศ โดยในเพศหญิงจะมีอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าเพศชายปกติเพศชายมีค่าประมาณ 72 ครั้ง/นาที และในเพศหญิงจะเร็วกว่าประมาณ 10%
5. หลังจากรับประทานอาหารใหม่ ๆ อัตราการเต้นของหัวใจจะมากกว่าขณะนอนหลับหรือพัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การตอบสนองของความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย

ความดันโลหิตในคนปกติจะมีค่าเท่ากับ 120/80 มิลลิเมตรปรอท โดยค่าแรกแสดงค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (systolic blood pressure; SBP) ปกติจะอยู่ประมาณช่วง 100-120 มิลลิเมตรปรอท ค่าที่แสดงค่าความดันโลหิตขณะคลายตัว (diastolic blood pressure; DBP) ปกติจะอยู่ประมาณช่วง 60-90 มิลลิเมตรปรอทขณะออกกำลังกาย หลอดเลือดของกล้ามเนื้อที่ออกกำลังจะมีการขยายตัว แต่ความดันโลหิตไม่ลดลง กลับจะเพิ่มขึ้นอีกเพราะปริมาตรเลือดที่ส่งออกจากหัวใจต่อนาทีเพิ่มขึ้น โดยจะเพิ่มขึ้นในระยะ 1-2 นาที เมื่อหยุดออกกำลังกาย จะค่อย ๆ ลดลงจนกลับสู่ระดับปกติ ภายใน 10 นาที (ชูศักดิ์ เวชแพศย์, 2528)

การตอบสนองของความดันโลหิต ขึ้นกับความสมดุลระหว่าง CO และความต้านทานของหลอดเลือดส่วนปลาย (total peripheral resistance; TPR) รวมทั้งชนิดและระดับความหนักของการออกกำลังกายในการออกกำลังกายแบบเกร็งกล้ามเนื้อ โดยที่ความยาวของกล้ามเนื้อคงที่ (isometric or static exercise) ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (systolic blood pressure; SBP) และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (dystolic blood pressure; DBP) จะสูงขึ้นเป็นเวลาหลายวินาทีเนื่องจากความดันในทรวงอก (intrathoracic pressure) สูงขึ้นมีผลให้การไหลเวียนของเลือดกลับเข้าสู่หัวใจลดลง ขณะที่ออกกำลังกายแบบที่มีการเคลื่อนไหว (dynamic exercise) ค่า SBP จะเพิ่มแต่ DBP จะเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ในภาวะปกติขณะออกกำลังกายค่า SBP จะเพิ่มขึ้นตามระดับความหนักของการออกกำลังกาย หากมีการลดลงของ SBPขณะที่มีการเพิ่มระดับความหนักของการออกกำลังกายถือว่าเป็นการตอบสนองที่ผิดปกติ แต่อาจพบได้ในผู้ป่วยที่มีโรคหัวใจ (cardiovascular disease), โรคลิ้นหัวใจ (valvular heart disease), โรคกล้ามเนื้อหัวใจ (cariomyopathies) หรือมีจังหวะการเต้นหัวใจผิดปกติ (arrhythmias) แต่ในบางครั้งก็อาจพบได้ในผู้ป่วยที่รับประทานยาลดความดัน แต่หลังจากออกกำลังกายเมื่ออยู่ในระยะฟื้นตัวจะมีการลดลงของความดันโลหิตทั้ง SBP และ DBP แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าขณะออกกำลังกาย หรือหลังออกกำลังกายมีการเพิ่มขึ้นของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวมากกว่า 10 มิลลิเมตรปรอทแสดงว่ามีภาวะของโรคหลอดเลือดหัวใจ (coronary artery disease) (Franklin et al, 2000)

ปัจจัยที่มีผลต่อความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว คือ

1. ความสามารถในการบีบตัวของหัวใจ โดยที่เมื่อหัวใจบีบตัวได้แรง จะทำให้ค่าความดันโลหิตขณะบีบตัวสูงขึ้น

2. ปริมาตรเลือดที่หัวใจบีบตัวแต่ละครั้ง ถ้ามีปริมาตรเลือดที่หัวใจบีบตัวแต่ละครั้งมาก จะมีผล เพิ่มระดับความดันโลหิตให้สูงขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ความยืดหยุ่นของหลอดเลือดแดง ถ้าหลอดเลือดแดงมีความยืดหยุ่นน้อย จะทำให้ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวสูงขึ้น

4. ความต้านทานรอบนอกรวม (total peripheral resistant) ของหลอดเลือด ถ้ามีค่าความต้านทานมาก ค่าความดันโลหิตจะมากตาม

ปัจจัยที่มีผลต่อความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (ชูศักดิ์ เวชแพศย์, 2528)

1. ความยืดหยุ่นของหลอดเลือดแดง ถ้าหลอดเลือดแดงมีความยืดหยุ่นน้อยจะทำให้ความต้านทานในการไหลของเลือดสูงขึ้น เป็นผลทำให้ค่าความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวสูงตาม

2. ความต้านทานรอบนอกรวมของหลอดเลือด ขณะออกกำลังกายความต้านทานรอบนอกรวมของหลอดเลือดจะมีค่าลดลง เนื่องจากหลอดเลือดมีการขยายตัว ทำให้ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

3. ปริมาตรเลือดทั้งหมดในร่างกาย ถ้าปริมาตรเลือดในร่างกายมีค่าสูง จะทำให้ความต้านทานภายในหลอดภายในสูงขึ้น มีผลทำให้ความดันโลหิตมีค่าเพิ่มขึ้น

ถ้ามีการออกกำลังกาย จะมีการเพิ่มขึ้นของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว จากการที่อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาตรเลือดที่ส่งออกจากหัวใจต่อนาทีเพิ่มขึ้น ขณะที่ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ทั้งที่อัตราการเต้นของหัวใจและปริมาตรเลือดที่หัวใจบีบตัวแต่ละครั้งเพิ่มขึ้น เพราะความต้านทานส่วยปลายจะลดลงอย่างมาก ดังนั้น ความดันเฉลี่ยจะไม่เพิ่มมากนัก เมื่อเทียบกับปริมาตรเลือดที่ส่งออกจากหัวใจต่อนาทีที่เพิ่มขึ้น เมื่อออกกำลังกายไม่หนักมาก แต่ถ้าออกกำลังกายหนัก จะทำให้ความดันเลือดสูงในทุกค่า เพราะปริมาตรเลือดจะเพิ่มมากกว่า การลดลงของความต้านทานส่วนปลาย

การตอบสนองของระบบหายใจขณะออกกำลังกาย

ในขณะออกกำลังกายมีการเพิ่มการระบายของอากาศ (ventilation) เนื่องมาจากการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ ข้อต่อ อุณหภูมิ และสารเคมีในหลอดเลือดมีผลต่อการกระตุ้นศูนย์การหายใจ (respiratory center) โดยการออกกำลังกายที่เพิ่มขึ้น จะเพิ่มขบวนการ metabolism ในกล้ามเนื้อ ทำให้เพิ่มความแตกต่างของปริมาณออกซิเจนในกระแสเลือด ($a\text{-}vO_2diff$) มีคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่กระแสเลือดเพิ่มขึ้น ทำให้ระดับคาร์บอนไดออกไซด์ และ hydrogen ion (H^+) ในเลือดเพิ่มขึ้น ซึ่ง chemoreceptors เป็นตัวรับการเปลี่ยนแปลงแล้วไปกระตุ้นศูนย์การหายใจเข้า (inspiratory center) จึงเพิ่มอัตราการหายใจ และความลึกของการหายใจได้ นอกจากนี้การที่มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

receptor ที่หัวใจห้องล่างขวาที่ส่งข้อมูลไป inspiratory center ดังนั้น เมื่อหัวใจบีบตัว จึงสามารถกระตุ้นการหายใจได้ในช่วงเริ่มต้นของการออกกำลังกาย การเพิ่ม ventilation จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก จากนั้นจะค่อนข้างคงที่เมื่อปริมาณการใช้ออกซิเจนพอเพียงกับความต้องการ การเพิ่ม ventilation ขึ้นกับระดับความหนักของการออกกำลังกาย เช่น การออกกำลังกายที่หนัก จะมีการเพิ่มอัตราการหายใจมากขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการออกกำลังกายการระบายอากาศจะกลับสู่ภาวะปกติอย่างช้า ๆ (Astrandet al, 2003)

เมื่อออกกำลังกายที่ความหนัก 55-70% ของ VO_2maxกล้ามเนื้อจะมีการขาดออกซิเจนซึ่งทดแทนได้จาก glycolysis ทำให้มีการสร้างและสะสม lactic acid เพิ่มขึ้น จากการที่มีการสะสมของ lactic acid อาจทำให้กล้ามเนื้อหายใจเกิดการล้าได้ (Wilmore et al, 1999) ในขบวนการต่าง ๆ ของการหายใจนี้ต้องอาศัยกลไกการทำงานที่สัมพันธ์กันระหว่างขบวนการต่าง ๆ รวมทั้งการทำงานของกล้ามเนื้อหายใจ เพื่อทำให้เกิดการถ่ายเทอากาศด้วยดังนั้นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจจึงมีความสำคัญในการคงสภาพการถ่ายเทอากาศ ซึ่งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเป็นตัวบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อทั้งเข้าและออก

การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (Measurement of respiratory muscle strength)

ระบบหายใจเป็นระบบหนึ่งที่มีความสำคัญ ต่อการดำรงชีพของร่างกาย โดยมีกระบวนการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนเข้าไปในปอด และนำคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาจากปอด ระบบหายใจจะช่วยรักษาสมดุลของกรด-ด่าง ในร่างกาย ช่วยป้องกันร่างกายโดยการกำจัดสิ่งแปลกปลอม เช่น แบคทีเรีย ฝุ่นละออง ก๊าซมีพิษต่าง ๆ ในอากาศที่หายใจเข้าไป โครงสร้างทางกายวิภาคศาสตร์ที่ประกอบขึ้นเป็นระบบหายใจ (Scanlanet al,1995) ได้แก่

1. ทรวงอก ทำหน้าที่เป็นเกราะป้องกันอันตราย จากภายนอกต่ออวัยวะภายใน เช่น หัวใจ หลอดเลือด และปอด การขยายตัวและหดตัวของทรวงอก และกระบังลมคล้ายเครื่องสูบอากาศจากภายนอกเข้าสู่ปอด และบีบไล่อากาศจากปอดสู่ภายนอกสลับกันไป

ผนังทรวงอก (chest wall) มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ กระดูกอก (sternum) กระดูกสันหลังส่วนอก (thoracic vertebrae) กระดูกซี่โครง (rib) และกระดูกอ่อนของซี่โครง (costal cartilages) รวมทั้งกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครง (intercostals muscle)

2. กล้ามเนื้อหายใจ (respiratory muscle) ประกอบด้วย

2.1 กล้ามเนื้อหายใจเข้า (inspiratory muscle) เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่หดตัวเพื่อช่วยในการเพิ่มปริมาตรช่องอก ได้แก่ กล้ามเนื้อกระบังลม (diaphragm) ที่เกาะอยู่รอบช่องเปิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ด้านล่างของช่องอก เป็นกล้ามเนื้อหลักในการหายใจเข้า 2 ใน 3 ของปริมาตรการหายใจ เมื่อหดตัวจะทำให้ปริมาตรช่องอกเพิ่มในแนวดิ่งเนื่องจากมีการหดตัวกล้ามเนื้อจะเคลื่อนต่ำเข้าสู่ช่องท้อง ทำให้ความดันในช่องท้องเพิ่มขึ้น แต่ความดันในช่องอกลดลง ทำให้มีการไหลของอากาศจากภายนอกเข้าสู่ทางเดินหายใจและปอด ส่วนซี่โครงจะถูกยก และกางออกโดยการทำงาน ของกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงชั้นนอก (external intercostals muscle) ในกรณีที่หายใจเข้าเต็มที่โดยตั้งใจต้องอาศัยกล้ามเนื้อในบริเวณคอ และทรวงอกช่วย ได้แก่ sternoclidomastoid, scalene, serratus anterior, pectoral muscle, trapezius และ erector spinae

2.2 กล้ามเนื้อหายใจออก (expiratory muscle) การหายใจออกปกติเกิดจากกล้ามเนื้อหายใจเข้าคลายตัว รวมทั้งปอด และทรวงอกมีคุณสมบัติยืดหยุ่นมีการหดตัวกลับไปที่เดิม (recoil) ไม่อาศัยพลังงานจึงเรียกว่า ไม่ได้ทำด้วยตัวเอง (passive process) เมื่อทรวงอกคลายตัวกลับแรงดันในช่องอกสูงกว่าความดันบรรยากาศ อากาศในถุงลมจะไหลออกมาภายนอกเป็นการหายใจออก ในกรณีที่ต้องการให้มีการหายใจออกแรง หรือมีการไอ กล้ามเนื้อเหล่านี้หดตัวช่วย (accessory muscle) คือ 1) กล้ามเนื้อหน้าท้อง (abdominal muscle) ประกอบด้วย rectus abdominis, internal and external oblique, transverse abdominal muscle เมื่อกล้ามเนื้อนี้หดตัวจะทำให้กระดูกซี่โครงบีบชิดกัน และมีลำตัวโค้ง ทำให้มีความดันในช่องท้องเพิ่มขึ้น และดันกระบังลมขึ้นด้านบนเพิ่มความดันในช่องอก และทำให้มีการไหลออกของอากาศอย่างแรง และรวดเร็ว กล้ามเนื้อเหล่านี้จะเริ่มทำงานขึ้นเมื่อมีการออกกำลังกาย มีภาวะอุดกั้นทางเดินหายใจ หรือมีการระคายเคืองทางเดินหายใจเป็นปฏิกิริยาตอบสนองของระบบหายใจ 2) กล้ามเนื้อระหว่างซี่โครง (internal intercostals muscle) เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ลึกกว่า และตั้งฉากกับกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงชั้นนอก ใยกล้ามเนื้อทอดเฉียงลงล่างไปทางด้านหลังจากขอบกระดูกซี่โครงหนึ่งไปยังขอบกระดูกซี่โครงอันล่างถัดไป กล้ามเนื้อนี้จะช่วยในการตั้งใจหายใจออก

การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ เป็นการตรวจประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อหายใจทั้งเข้าและออก โดยกล้ามเนื้อหายใจเข้าบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการหายใจเพื่อการถ่ายเทอากาศ ใช้วิธีวัดโดยแรงดันภายในที่เปลี่ยนแปลงไปเต็มที่ จากระดับแรงดันปอดที่หยุดนิ่งเมื่อหายใจเข้าเต็มที่ (maximal static inspiratory pressure, PImax) สำหรับการตรวจประเมินกล้ามเนื้อหายใจออก จะวัดแรงดันที่เปลี่ยนไปเมื่อพยายามหายใจออกเต็มที่แล้วหยุดนิ่ง (maximal static expiratory pressure, PEmax) และกล้ามเนื้อหายใจออก บอกถึงประสิทธิภาพของการไอ และขับเสมหะจากทางเดินหายใจ (Gibson, 1995) ถ้าอ่อนแรงจะทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนทางระบบหายใจได้ง่ายขึ้น (Rochester, 1988)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ มักจะวัดจากแรงหายใจเข้าสูงสุด (maximum inspiratory pressure; PImax), แรงหายใจออกสูงสุด (maximum expilatory pressure; PEmax) หรือค่า maximum voluntary volume (MVV) เป็นต้น ซึ่งการศึกษาค่า PImax, PEmaxจะใช้เครื่องมือที่ไม่ซับซ้อนมากนัก สามารถวัดประเมินได้ง่าย จึงนิยมวัดค่า PImax, PEmax เพื่อประเมินแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

อุปกรณ์การวัดค่า PImax&PEmax (ปฐมรัตน์ ศักดิ์ศรีและคณะ, 2544)

เครื่องมือที่สามารถวัดความดัน (pressure transducer) สูงสุดในการหายใจเข้าหรือออก โดยทั่วไปประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์วัดความดัน (aneroid pressure gauge or pressure manometer) หน่วยวัดเป็นเซนติเมตรน้ำ (cmH_2O) โดยค่าตัวเลขสูงสุดบนหน้าปัดของเครื่องจะแตกต่างกันตามผู้ผลิต หรือผู้ศึกษา โดยแยกเครื่องมือในการวัดเป็นเครื่องวัดความดันขณะหายใจเข้า (PImax) หน่วยเป็นแรงดันลบ (negative pressure) หรือหายใจออก (PEmax) หน่วยแรงดันบวก (positive pressure) แต่ในบางรุ่นมีการนำทั้งสองเครื่องวัดความดันมารวมในเครื่องเดียวกัน เพื่อวัดได้หลายใจเข้าและออก โดยแยกทิศทางตีของเข็มออกจากกัน 2 ทิศทาง คือย้อนเข้มหรือทวนเข็มนาฬิกา

2. ท่อต่อยาว (connecting tube) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ยาว 30 เซนติเมตร ปลายเปิด 2 ด้าน เพื่อต่อกับอุปกรณ์วัดความดัน และปลายอีกด้านต่อกับท่อเล็กที่ให้ผู้ถูกทดสอบเป่า หรือดูด

3. ท่อสำหรับปากเป่า (mouth piece or connector) ต่อออกมาจากท่อต่อยาวอุปกรณ์การวัดความดันเพื่อให้ผู้ป่วยเป่า กรณีหายใจออก หรือดูด กรณีหายใจเข้า

เครื่องมือวัด PImax&PEmax มักมีขนาดเล็กและสามารถพกพาไปได้ง่าย (portable) และใช้ได้กับทุกสถานที่ และไม่ใช้ไฟฟ้า หรือแบตเตอรี่เครื่องมือวัด PImax&PEmax ในปัจจุบัน มีบริษัทที่ผลิตเครื่องมือชนิดนี้ได้ผลิตสู่ท้องตลาดมากมาย หลายรุ่น

นอกจากนี้ผู้วิจัยหลายท่าน ได้ผลิตเครื่องมือสำหรับวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจไว้ใช้เอง และได้มีการพัฒนาจนสามารถต่อเข้ากับเครื่องบันทึก หรือคอมพิวเตอร์ได้ เพื่อใช้ในห้อง ปฏิบัติการหรือการวิจัยที่ต้องการความแม่นยำ และความสะดวก

ประโยชน์ของค่า PImax และ PEmax

Gibson (1995) ได้สรุปผลการรวบรวมผลการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าการวัดค่า PImax&PEmaxสามารถใช้ในทางคลินิกดังนี้

1. วินิจฉัยความผิดปกติของระบบหายใจ เช่น ผู้ป่วยที่หอบ หรือมีการจำกัดการไหลเวียนของอากาศโดยไม่ทราบสาเหตุ เนื่องจากกล้ามเนื้อหายใจอ่อนแรงในระดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เล็กน้อย และปานกลางการวัดแรงดันสูงสุดในการหายใจ (PImax&PEmax) จะมีความไวมากกว่าความจุชีพ (vital capacity, VC) รวมทั้งสามารถวินิจฉัยในผู้ป่วย ที่ไม่สามารถที่จะหย่าจากเครื่องช่วยหายใจ เนื่องจากมีกล้ามเนื้อหายใจอ่อนแรงมาก

2. สามารถแปลผลการตรวจได้ง่าย และสามารถแยกระดับความรุนแรงของกล้ามเนื้อหายใจอ่อนแรงได้

3. ผู้ป่วยไม่ต้องเจ็บตัว เพราะเป็นวิธีการตรวจที่ไม่ต้องมีการนำเครื่องตรวจผ่านเนื้อเยื่อของร่างกาย (noninvasive technique)

4. สามารถติดตามความก้าวหน้าของโรค และการตอบสนองต่อการรักษาของผู้ป่วยได้ เช่นในผู้ป่วยโรคทางระบบประสาทกล้ามเนื้อ เป็นต้น

นอกจากนี้ Gibson (1995) ได้สรุปค่าอ้างอิงที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการวินิจฉัยว่ามีภาวะกล้ามเนื้อหายใจอ่อนแรง คือ PImax น้อยกว่า 80 cmH_2O และ PEmax น้อยกว่า 100 cmH_2O แต่ไม่ได้ระบุอายุของผู้ป่วยชัดเจนว่าใช้กับกลุ่มอายุใด

จากการศึกษาพบว่าค่า PImax, PEmax จะไม่มีความแตกต่างในช่วงเวลาระหว่างวัน (Aguilar et al, 1996) จากการศึกษาของ Chen และคณะ (1989) พบว่า เพศ อายุ การสูบบุหรี่ และการทำกิจกรรม มีอิทธิพลต่อค่า PImax และ PEmax นอกจากนี้ท่าทางในการวัดยังแตกต่างกันด้วย โดยในท่านอนหงาย น้อยกว่าท่า upright (Lomax et al2003) และในการศึกษาของ Mcconnell (1999) พบว่าความดันของการหายใจที่มากที่สุดขณะอยู่นิ่ง (maximum static respilatory pressure) มีความสัมพันธ์ แปรผกผันกับอายุ แต่มีความสัมพันธ์อย่างมากกับกิจกรรมทางร่างกาย (Gibson, 1995) ดังนั้นจึงใช้ค่า PImax และ PEmax วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจได้

ถ้าหากออกกำลังกายในระดับที่หนักเป็นเวลานาน อาจทำให้เกิดการล้าของกล้ามเนื้อหายใจ ซึ่งนำไปสู่การเกิด ภาวะหายใจล้มเหลว (respiratory failure) ได้ จากการศึกษา Loke (1982) พบว่าหลังการวิ่งมาราธอนค่า PImax, PEmax มีการลดลง เนื่องจากการเกิดการล้าของกล้ามเนื้อหายใจได้ และในคนทั่วไปสามารถเกิดการล้าของกล้ามเนื้อหายใจได้เมื่อกล้ามเนื้อหายใจมีการทำงานมากเกินไปซึ่งค่า PImax, PEmax จะลดลง และอาจต้องใช้เวลาในการพักนาน 60 นาที ในการกลับสู่ภาวะปกติ (Suzuki et al, 1991) แต่ Chokroun และคณะ (1993) ศึกษาการออกกำลังกายระยะสั้นในระดับความหนักที่มาก 80%VO_2max พบว่าผู้ที่ได้รับการฝึกฝนเป็นนักกีฬาค่า PImax และ PEmax ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ปัจจัยที่มีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (Scanlanet al, 1995)

1. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ทางบวกต่อความแข็งแรงกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่

1.1 เพศ เพศชายมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจมากกว่าเพศหญิงร้อยละ 30

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2 ความจุปอด (FVC)

1.3 น้ำหนักตัว

2. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ทางลบต่อความแข็งแรงกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่

2.1 อายุที่มากขึ้นมีผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า และออกลดลง

2.2 การสูบบุหรี่ ผู้ที่สูบบุหรี่มีค่า PImax ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่สูบบุหรี่ร้อยละ 10

2.3 สุขภาพโดยทั่วไปไม่ดี รวมทั้งโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคระบบประสาทกล้ามเนื้อ โรคกระดูกสันหลังผิดรูป

2.4 ขนาดของเส้นรอบเอว บ่งบอกถึงความหนาของไขมันรอบเอว และหน้าท้อง อนุมานถึงพฤติกรรมการออกกำลังกาย และภาวะโภชนาการที่ไม่เหมาะสม

การตอบสนองของการไหลเวียนโลหิตขณะออกกำลังกาย (ชูศักดิ์ เวชแพศย์, 2528)

เลือดไหลผ่านบริเวณกล้ามเนื้อลาย

ในขณะออกกำลังกาย นอกจากจะมีการเพิ่มของปริมาตรเลือดที่สูบฉีดออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายในหนึ่งนาที (CO) แล้ว ยังต้องมีการแบ่งการกระจายเลือดไปยังอวัยวะต่าง ๆ โดยอาศัยหลักที่ว่า ต้องมีเลือดไปเลี้ยงมากในบริเวณที่ใช้งาน แต่เลือดไปเลี้ยงน้อยลงในบริเวณที่ไม่ได้ใช้งานเลือดที่ไหลผ่านกล้ามเนื้อในขณะพักเพียง 4-7 ลบ.ซม./นาที/100 ลบ.ซม. แต่ในขณะออกกำลังกายอย่างหนักจะเพิ่มได้ 15-20 เท่า และจำนวนเลือดที่ไหลผ่านกล้ามเนื้อจะเปลี่ยนแปลงตามจังหวะการหดตัวของกล้ามเนื้อ คือมีค่าน้อยระยะกล้ามเนื้อบีบตัว และมีค่ามากในระยะกล้ามเนื้อคลายตัว ในระยะต้นของการออกกำลังกาย จำนวนเลือดที่ไหลผ่านกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นทันทีแล้วเข้าสู่ภาวะคงที่ ซึ่งจะใช้เวลาเพียง 1-2 นาทีในการปรับให้เข้าสู่สภาวะคงที่ เมื่อออกกำลังกายอย่างเบาหรือปานกลางแต่จะนานกว่านี้เมื่อออกกำลังกายอย่างหนัก เมื่อการออกกำลังกายมีระยะเวลานานจำนวนเลือดจะลดลงไปบ้าง และภายหลังการหยุดออกกำลังกายจำนวนเลือดจะค่อย ๆ ลดลงซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้หนี้ออกซิเจน และการเสริมสร้างกล้ามเนื้อ แม้ว่าเลือดที่ไหลผ่านกล้ามเนื้อในขณะออกกำลังกาย เพิ่มมากขึ้นมากขึ้น 15-20 เท่า แต่ปริมาตรของเลือดที่อยู่ในกล้ามเนื้อจริง ๆ เพิ่มขึ้นเพียง 50% เมตะบอลิสมที่ใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้ออาจเพิ่มได้ถึง 100 เท่า แต่อัตราการไหลของเลือดเพิ่มเพียง 15-20 เท่า แสดงว่ากล้ามเนื้อต้องดึงออกซิเจนมาจากเลือดมากขึ้น เนื้อเยื่ออื่น ๆ ใช้ออกซิเจนได้เพียง 20-25% ส่วนกล้ามเนื้อสามารถดึงออกซิเจนจากเลือดได้ถึง 80%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในขณะออกกำลังกายนั้น มีการเพิ่มพลังประสาทที่เร่งการหดตัวของหลอดเลือดในกล้ามเนื้อซึ่งไม่ได้มีส่วนในการออกกำลังกาย เช่น เมื่อให้กล้ามเนื้อขาออกกำลัง จะทำให้เลือดที่ไหลไปยังกล้ามเนื้อแขนลดลงด้วย

อัตราการไหลเวียนโลหิตที่ไหลผ่านผิวหนัง

ในขณะพักมีเลือดไหลผ่านเลือดผิวหนังประมาณ 600 ลบ.ซม.นาที แต่เมื่อหลอดเลือดผิวหนังขยายตัวเต็มที่ จะทำให้เลือดไหลผ่านผิวหนังเพิ่มได้มากถึง 3 ลิตร/นาที ในขณะออกกำลังกายระยะแรกเลือดไหลผ่านผิวหนังลดลง เมื่อออกกำลังกายต่อไปหลอดเลือดผิวหนังจะขยายตัว และเมื่อออกกำลังกายอย่างหนักเป็นเวลานาน ร่างกายจำเป็นจะต้องขับเหงื่อออกจากร่างกาย หลอดเลือดผิวหนังจึงต้องขยายตัวเต็มที่ ทั้งนี้การหลั่งเหงื่อย่อมต้องการเลือดไปเลี้ยงผิวหนังมากด้วย ดังนั้นเมื่อออกกำลังกายอย่างหนักผิวหนังจะได้รับเลือด 3 ลิตร หรือ 15-20% จากปริมาตรเลือดที่สูบฉีดออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายในหนึ่งนาที (CO)

การวัดอัตราการไหลเวียนโลหิต

การวัดอัตราการไหลเวียนโลหิต (blood flow) นั้น สามารถแบ่งได้ 2 วิธีการหลัก ๆ คือ

1. การวัดอัตราการไหลเวียนโลหิตโดยมีการสอดใส่อุปกรณ์เข้าไปในร่างกาย (invasive)

การวัดอัตราการไหลเวียนโลหิตโดยมีการสอดใส่อุปกรณ์เข้าไปในร่างกายนั้นถือว่าเป็นวิธีการค่อนข้างรุนแรง ซึ่งมีด้วยกันหลากหลายวิธี โดยมากนิยมใช้กับการวัดอัตราการไหลเวียนโลหิตในสัตว์ ยกตัวอย่างดังนี้

- Thermodilution เป็นวิธีการวัดอัตราการไหลเวียนโลหิตโดยใช้ probe วัดอุณหภูมิขนาดเล็กสอดใส่เข้าไปในร่างกายโดยจะวัดค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อนำมาคำนวณค่าอัตราการไหลเวียนโลหิต และค่า cardiac output

- Treansit-Time Ultrasound Flow Meter เป็นการอัตราการไหลเวียนโลหิตโดยใช้ perivascular flow probe 2 ชิ้น วัดอัตราการไหลเวียนโลหิตที่ไหลผ่านระหว่าง probe ทั้งสองชิ้นที่สอดเข้าไปในหลอดเลือดโดยสามารถวัดอัตราการไหลเวียนโลหิตได้ในหน่วยมิลลิลิตรต่อนาที

2. การวัดอัตราการไหลเวียนโลหิตโดยไม่มีการสอดใส่อุปกรณ์เข้าไปในร่างกาย (non invasive)

การวัดอัตราการไหลเวียนโลหิตโดยไม่มีการใส่อุปกรณ์เข้าไปในร่างกายเป็นวิธีการวัดอัตราการไหลเวียนโลหิตที่นิยมนำมาใช้ในการวิจัยที่ทำการทดลองในมนุษย์ ได้แก่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- Doppler ultrasound เป็นเทคนิคที่ใช้การสะท้อนของคลื่นอัลตราซาวด์เพื่อตรวจจับความเร็วในการไหลของเลือดภายในหลอดเลือดแดง หรือหลอดเลือดดำ ด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่สามารถแสดงความเร็วในการไหลของเลือดในรูปแบบแถบสีตามระดับของความเร็ว และสามารถระบุทิศทางของการไหลเวียนได้

- Laser Doppler Flowmetry เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดอัตราการไหลเวียนโลหิตโดยใช้ fiber optic probe ปล่อยลำแสงที่มีช่วงคลื่นจำเพาะลงไปในเนื้อเยื่อที่มีพื้นที่ขนาดเล็ก และใช้การสะท้อนกลับของลำแสงที่มีต่อเม็ดเลือดแดงเป็นตัวทำนายอัตราการไหลเวียน ซึ่งเป็นวิธีการใหม่และได้ถูกนำมาใช้ในการวัดอัตราการไหลเวียนโลหิตอย่างแพร่หลายในทางวิจัย และคลินิก เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวก และสามารถวัดซ้ำได้ จึงเลือกวิธีการนี้มาใช้ในการศึกษาครั้งนี้

Laser Doppler Flowmetry

เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดอัตราการไหลเวียนโลหิตได้อย่างต่อเนื่องโดยที่ไม่ต้องใส่อุปกรณ์เข้าไปในร่างกาย สามารถใช้วัดอัตราการไหลเวียนโลหิตเฉพาะส่วนเนื้อเยื่อได้หลายชนิด เช่น เส้นประสาท กล้ามเนื้อ ผิวหนัง กระดูก และลำไส้ หลักการของเครื่อง Laser Doppler Flowmetry คือการวัด Doppler shift (การเปลี่ยนแปลงความถี่ของแสงภายใต้เนื้อเยื่อเมื่อมีการสะท้อนกับวัตถุที่มีขนาดอนุภาคจำเพาะ เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดง ที่เคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งนั้น) เครื่อง Laser Doppler Flowmetry ใช้แสงจากเครื่องฉายแสงที่มีความถี่เดียวจากแสงเลเซอร์พลังงานต่ำ เมื่อเครื่องฉายแสงได้ฉายแสงออกไป และมีการสะท้อนกลับของแสงมายัง optical fiber จะมีการวิเคราะห์และบันทึกข้อมูลไว้ การวัดการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดแดงในเนื้อเยื่ออ่อนชั้นบน (1-2 มิลลิเมตร จากผิวหนัง) จะถูกบันทึกค่าอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะไม่ส่งผลกระทบใด ๆ ต่อสรีรวิทยาการไหลเวียนโลหิต ค่าที่ได้จะเป็นค่าอัตราการไหลของเซลล์เม็ดเลือดแดง (จำนวนของเซลล์เม็ดเลือดแดงต่อเวลา) เทคนิคนี้จะไม่มีข้อมูลเกี่ยวข้องโดยตรงของออกซิเจน สารอาหาร หรือการแลกเปลี่ยนของเสียกับเนื้อเยื่อโดยรอบ ผลของอัตราการไหลเวียนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราการไหลของเซลล์เม็ดเลือดแดง ซึ่งลำแสงเลเซอร์สามารถทะลุผ่านเนื้อเยื่อโดยไม่ทำให้เกิดการบาดเจ็บได้ลึก 1-2 มิลลิเมตร

การออกกำลังกายแบบพิลาทีส (Pilates)

พิลาทีสเป็นการออกกำลังกายเพื่อเสริมความมั่นคงของระบบแกนกลางของร่างกาย โดยใช้หลักการของการจัดท่าทาง (body positioning), กลศาสตร์ของร่างกาย (body mechanic), การฝึกความแข็งแรงและทนทาน (strengthening & endurance), การทรงตัว (balance), ความยืดหยุ่น (flexibility), การประสานสัมพันธ์ (co-ordination), การรับรู้การเคลื่อนไหวในมิติสัมพันธ์ (spatial

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

awreness), การเคลื่อนไหวโดยสัมพันธ์กับแบบแผนของการหายใจ, การทำสมาธิ และการควบคุมการหายใจเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพโดยเน้นคุณภาพการควบคุมการเคลื่อนไหว (motor control) มากกว่าปริมาณหรือจำนวนครั้งที่ทำ และเลี่ยงความรุนแรงที่จะเกิดการบาดเจ็บขึ้น เอาใจใส่ในความละเอียดถูกต้องของความราบลื่นในการเคลื่อนไหวให้เต็มช่วง

การฝึกการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อตามวิธีการของพิลาทีสมีประโยชน์ค่อนข้างมากต่อการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อทั้งระบบร่วมกันทั้งกล้ามเนื้อระดับตื้น และกล้ามเนื้อระดับลึก เพื่อประสิทธิผลในการควบคุมการทรงท่า, ความมั่นคงของระบบแกนกลางของร่างกาย, การตระหนักและรับรู้ถึงสภาวะการทำงานของร่างกาย โดยสัมพันธ์กับการแบบแผนการหายใจ อันเป็นองค์ประกอบสำคัญของการฝึกแบบพิลาทีสให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด วิธีการควบคุมการเคลื่อนไหว ตามวิธีการพิลาทีสนี้มีประโยชน์ต่อการส่งเสริม และฟื้นฟูสภาพในสภาวะการขาดความมั่นคงของกล้ามเนื้อส่วนต้นและแกนกลาง เช่น กล้ามเนื้อบริเวณสะบักและหัวไหล่ (scapular), กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง (lower back) และกล้ามเนื้อบริเวณอุ้งเชิงกราน (pelvic stabilizing muscle) โดยที่โปรแกรมการออกกำลังกายสำหรับลำตัว นั้นจะส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาประสานสัมพันธ์กันของกล้ามเนื้อท้อง และกล้ามเนื้อหลังระดับลึกส่วนล่าง เช่น กล้ามเนื้อ transverses abdominis ซึ่งจะส่งเสริมให้เกิดการควบคุมการเคลื่อนไหวของรยางค์ได้ดีขึ้น อันเนื่องมาจากความมั่นคงที่เพิ่มขึ้นของกระดูกสันหลัง และระบบแกนกลางร่างกายหลักการนี้เป็นแบบแผนพื้นฐานที่สำคัญต่อการฟื้นฟูสภาพ และการฝึกการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย นอกจากนี้โปรแกรมการฟื้นฟูสภาพตามหลักการออก กำลังกายแบบพิลาทีสยังช่วยควบคุมการทำงานของระบบประสาท และกล้ามเนื้อกลุ่ม agonists และ antagonists ขณะทำการเคลื่อนไหว

การบริหารกายแบบพิลาทีสได้รับการพัฒนาขึ้นมีทั้งรูปแบบที่ฝึกบนแผ่นฟูก (mat) ,ม้าขวางรูปถังเบียร์ (barrel) ,โครงอุปกรณ์ห้อยโหน (trapeze table) ,ฐานอุปกรณ์ล้อเลื่อน (universal reformer) ,ลูกบอลทรงกลม (swiss ball) ,และอุปกรณ์อื่น ๆ โดยที่วิธีการ และอุปกรณ์การฝึกมีส่วนช่วยทำให้การควบคุมการทรงท่า (postural control) ,การควบคุมการทรงตัว (body balance) และการควบคุมการเคลื่อนไหว (control mobility of musculoskeletal system) ถูกพัฒนาขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ และรวดเร็ว สำหรับการเพิ่มความก้าวหน้า (progression) หรือระดับความยากของโปรแกรมการฝึกพิลาทีสนั้น สามารถทำได้โดยควบคุมการเคลื่อนไหวของกระดูสันหลังทีละระดับหรือทีละปล้องต่อเนื่องกัน (inter-segmental articulation) เช่น การงอตัว (coccyx curl) หรือบิดตัว (spine twist) ตลอดจนการปรับเปลี่ยนท่าทาง และแนวระนาบ (position/planes) เช่น ท่านอนหงายนอนคว่ำ นอนตะแคง คุกเข่า และยืน หรือการเคลื่อนไหวจากแนวหน้าหลัง (sagital plane) มาเป็นแบบบิดหมุน หรือแนวเฉียง (diagonal/spiral movement) โดยการฝึกการออกกำลังกาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตามโปรแกรมพิลาทีสนี้จะเริ่มจากการเคลื่อนไหวในช่วงสั้น ๆ ก่อน ซึ่งจะมีการทำงานของกล้ามเนื้อบางส่วน จากนั้นจึงเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวให้กว้างขึ้น เพื่อชักนำการทำงานของกล้ามเนื้อเป็นกลุ่มใหญ่มากขึ้น นอกจากนี้การฝึกโดยเพิ่มแรงต้าน หรือการควบคุมแบบแผนของการหายใจก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งในการเพิ่มความก้าวหน้า หรือระดับความยากของการฝึก (อาทิตย์ พวงมะลิ, 2545)

หลักของการฝึกบริหารกายแบบพิลาทีส

สำหรับหลักของการฝึกบริหารกายแบบพิลาทีสนี้ จะให้ความสำคัญค่อนข้างมากกับการกระตุ้นให้เกิดความมั่นคงของระบบแกนกลางของร่างกาย โดยผ่านทางการควบคุมบ้านแห่งพลัง “power house” และแบบแผนของการหายใจ โดย Joseph H. Pilates ได้สรุปหลักการพื้นฐาน 6 ข้อสำหรับการฝึก Pilates ไว้ดังนี้ (Muscdinoet al, 2004)

1. การควบคุมบ้านแห่งพลัง (power house หรือ centering)

เป็นการเริ่มต้นการเคลื่อนไหวโดยเริ่มจากการควบคุมให้เกิดความมั่นคงของระบบแกนกลาง (core stabilization) อันเป็นหัวใจสำคัญของการฝึกพิลาทีสบ้านแห่งพลังนี้เป็นพื้นที่ต่อเนื่องทางด้านหน้า และตลอดทางด้านหลังของส่วนใต้ชายโครง (thoracic diaphragm) และผ่านบนต่อแนวกระดูกสะโพกรวมพื้นที่เหนืออุ้งเชิงกราน (pelvic floor) ซึ่งสามารถทำได้โดยการควบคุมการแขม่วกล้ามเนื้อหน้าท้อง transverses abdominis ร่วมกับการทำงานของกล้ามเนื้อในบริเวณบ้านแห่งพลัง อันได้แก่ กล้ามเนื้อหลัง (back & lower back) ,กล้ามเนื้ออุ้งเชิงกราน (pelvic floor) ,กล้ามเนื้อรอบบริเวณขา (anterior/posterior, inner/outer thigh) และกล้ามเนื้อก้น (buttock) ซึ่งในการฝึกในท่านอนหงายนั้นควรพยายามให้เก็บคางชิดอก หลังแนบชิดกับพื้นตลอดแนวยาวของลำตัวเพื่อกระตุ้นการควบคุมบ้านแห่งพลังให้ได้เต็มที่

2. การควบคุมการหายใจ (breathing control)

แบบแผนและจังหวะการหายใจในพิลาทีสนั้น จะสัมพันธ์กับท่วงท่าของการเคลื่อนไหว โดยเป็นการหายใจที่ได้ปริมาตรอากาศค่อนข้างมาก กล่าวคือเป็นการหายใจโดยใช้ซี่โครงส่วนล่างเป็นหลักร่วมกับกระบังลมโดยการหายใจเข้า และหายใจออกให้สุดเต็มที่ (โดยที่ทำการหายใจเข้าเมื่อเป็นการเคลื่อนไหวที่ต้องการความพยายามมาก และหายใจออกเมื่อผ่อนกลับคืน หรือในขณะเสมือนทำการห่อบีบร่างกายให้เล็กกระชับลงนั้นให้ใช้ท่าการเคลื่อนที่ไล่ออกจากปอดและหายใจเข้าเมื่อเป็นท่าที่ยืดคลาย) สำหรับการฝึกในช่วงเริ่มต้นนั้นอนุโลมให้ไม่เน้นจังหวะการหายใจ แต่เมื่อเริ่มคุ้นเคยกับการควบคุมการเคลื่อนไหว แล้วควรฝึกแบบแผนความสัมพันธ์ของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การหายใจควบคู่ไปด้วย เพื่อให้มีประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ และการควบคุมความมั่นคงของการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นสูงสุด

3. ความถูกต้องแม่นยำ (precision)

การบริหารกายแบบพิลาทีสนี้จะมุ่งเน้นความถูกต้อง หรือคุณภาพของการฝึกมากกว่าปริมาณของการฝึก จำนวนครั้งของการฝึกต่อท่าประมาณ 3 หรือ 5-10 ครั้ง โดยขึ้นอยู่กับความสามารถในการควบคุมคุณภาพของการเคลื่อนไหวของแต่ละบุคคลเป็นหลัก และแนะนำความถี่ในการฝึกประมาณ 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์ หรือวันเว้นวัน

4. การเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องนิ่มนวล (flowing movement)

เมื่อความมั่นคงระบบแกนกลาง (core stability) ถูกควบคุมได้แล้ว การเคลื่อนไหวของร่างกายสามารถกระตุ้นให้เกิดขึ้นได้อย่างต่อเนื่องและสวยงาม และไม่ใช่เพียงแต่เคลื่อนส่วนของร่างกายไปเป็นท่อนใหญ่ ๆ แต่เป็นการควบคุมการเคลื่อนไหวตำแหน่งของส่วนร่างกาย เช่น ศีรษะ, องศาของมุม, การแนบของหลัง, การบิดหมุนของขา, แขนหรือนิ้วต่าง ๆ ทีละส่วนต่อเนื่องกัน

5. การควบคุม (control)

ตระหนักในการควบคุมความมั่นคงของบ้านแห่งพลังอย่างจดจ่อเพื่อให้คุณภาพการเคลื่อนไหวอย่างสมบูรณ์เกิดขึ้นตลอดช่วงการบริหาร อันจะชักนำให้เกิดการเคลื่อนไหวร่วมกันโดยอัตโนมัติ โดยผสานความสัมพันธ์กันระหว่างกาย (body) ,จิต (mind) , และวิญญาณ (spirit) หรือเรียกโดยรวมว่า “contrology” ทั้งในขณะทำการฝึก และขณะทำกิจวัตรประจำวัน

6. ความตั้งใจจดจ่อ (concentration)

ตลอดเวลาในการฝึกแต่ละท่วงท่านั้นควรจะต้องตั้งใจฝึก โดยให้เกิดการทำงานผสานกันระหว่างร่างกาย และจิตใจ โดยคำนึงถึงคุณภาพการเคลื่อนไหวที่สม่ำเสมอนิ่มนวลเป็นหลัก

ประโยชน์ของการฝึกบริหารกายแบบพิลาทีส (Muscdinoet al,2004)

1. การควบคุมการทำงานของร่างกาย (motor control) ช่วยกระตุ้นให้เกิดความมั่นคงของข้อต่อในระดับนั้น ๆ (segmental stability) รวมทั้งเสริมความมั่นคงของข้อต่อในระดับอื่น ๆ ด้วย (multisegmental stability) ตามรูปแบบของ Panjabi (Panjabi, 1992) นั้นแสดงให้เห็นว่าพิลาทีสเป็นการเสริมความมั่นคงแก่ข้อต่อโดยสนับสนุนองค์ประกอบด้านกล้ามเนื้อ ซึ่งถือว่าเป็นระบบที่สามารถทำการฝึกได้โดยไม่จำกัดช่วงอายุ และยังช่วยกระตุ้นประสิทธิภาพทางองค์ประกอบด้านระบบประสาท อันจะส่งผลร่วมกันทำให้องค์ประกอบด้านโครงสร้างมีความมั่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คงขึ้น นอกจากนี้แล้วการฝึกพิลาทีสยังเป็นการปรับตำแหน่งและสมดุลในการเคลื่อนไหวของกระดูกอุ้งเชิงกรานให้ดีขึ้น

2. เสริมความแข็งแรง ความทนทาน และการทำงานร่วมกันของกลุ่มกล้ามเนื้อแกนกลาง ซึ่งโดยหลักการแล้วสามารถเป็นโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อลดอุบัติการณ์การเกิดการบาดเจ็บ และสามารถประยุกต์เพื่อการฟื้นฟูสภาพหลังเกิดการบาดเจ็บ นอกจากนี้ยังพบว่าการฝึกพิลาทีสช่วยให้เกิดการกระชับของหน้าท้อง

3. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ช่วงการเคลื่อนไหว และส่งเสริมความยืดหยุ่นของส่วนรยางค์ ดังจะเห็นได้ว่าจุดมุ่งหมายหลักของการฝึกพิลาทีสไม่ได้อยู่ที่การมุ่งเน้นการเพิ่มขนาดของมัดกล้ามเนื้อ แต่เป็นการเสริมความแข็งแรง และการยืดส่วนร่างกาย กล่าวว่าผลของการยืดส่วนของร่างกายโดยเฉพาะการลดความโค้ง ที่มากเกินไปของกระดูกสันหลังระดับเอว ช่วยทำให้ความสูงเพิ่มขึ้นในขณะยืน

4. ส่งเสริมสมรรถภาพของระบบหัวใจ และหลอดเลือด

5. ส่งเสริมการรับรู้สภาวะการเคลื่อนไหวของส่วนร่างกาย ทั้งขณะทรงท่า และขณะทำการเคลื่อนไหว

6. ส่งเสริมสุขภาวะทางจิตใจ และสังคม

ความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกราน Lumbo-pelvic Stability (LPS)

ความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกราน (Lumbo-pelvic Stability : LPS) หมายถึงความสามารถของร่างกายในการควบคุมความมั่นคงของร่างกาย ในการควบคุมความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกรานให้อยู่ในตำแหน่งที่สมดุลขณะ อยู่นิ่งหรือเคลื่อนไหวทั้งนี้อาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างระบบย่อย 3 ระบบคือ Passive Subsystem, Active Subsystem, Control Subsystem ซึ่งแต่ละระบบสามารถทำงานทดแทนกันได้ถ้าหากระบบใดระบบหนึ่งทำงานบกพร่อง แต่ถ้าการทำงานนั้นไม่สามารถชดเชยการบกพร่องที่เกิดขึ้นก็จะส่งผลให้ขาดความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกรานได้จะเห็นได้ว่ากลไกที่ทำให้เกิดความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกรานนั้นจะมีความเกี่ยวข้องจากการทำงานของระบบประสาทระบบกล้ามเนื้อและระบบโครงร่าง

แนวคิดเกี่ยวกับ Spinal Stability Model

กล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดความมั่นคงของหลังนั้นประกอบด้วย 2 กลุ่มคือกลุ่มกล้ามเนื้อที่อยู่ตื้น (Global Muscle System) เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่อยู่ตื้นเช่น Rectus Abdominis, External and Internal Oblique เป็นต้นจะมีความสามารถในการควบคุมและทำให้เกิดการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เคลื่อนไหวของลำตัวทั้งการก้มการเงยบิดหรือหมุนลำตัวและอีกกลุ่มจะอยู่ลึกใกล้กับแกนกลางของลำตัวมีความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังแต่ละข้อโดยเฉพาะกล้ามเนื้อ TransversusAbdominis (TrA) เป็นกล้ามเนื้อมัดสั้นเกาะระหว่างกระดูกสันหลังข้อที่อยู่ถัดกันออกไปไม่มีบทบาทในการเคลื่อนไหวลำตัวแต่จะช่วยในการแขม่วท้องหรือการเบ่งทำให้ความดันในช่องท้องมากขึ้นดังนั้นกล้ามเนื้อ TrA สามารถช่วยลดแรงกดต่อหมอนรองกระดูกขณะยกของหนักและช่วยกระชับข้อต่อสำหรับแนวทางในการฝึกความมั่นคงของหลักนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 3 ช่วงอันประกอบด้วย local segmental control, closed chain segmental control และช่วงท้ายสุดคือ open chain segmental control กล่าวคือการออกกำลังกายในช่วงสัปดาห์ที่ 1 และ 2 จะเป็นช่วงของการฝึก local segmental control ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้และความเคยชินของการทำ ADIM ที่ให้กล้ามเนื้อแกนกลางระดับลึกเช่น Transverses abodominis และ Multifidus ทำงานร่วมกันได้อย่างถูกแบบแผนอีกทั้งเป็นพื้นฐานสำหรับการฝึกในช่วงถัดไปส่วนช่วงสัปดาห์ที่ 3-4 จะเป็นช่วงของ closed chain segmental control ซึ่งจะเป็นการออกกำลังกายที่มือหรือเท้าจะสัมผัสอยู่กับพื้นการออกกำลังกายประเภทนี้จะมีการใช้น้ำหนักเข้ามาเกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นการใช้น้ำหนักตัวหรือน้ำหนักจากภายนอกเป็นการเพิ่มความก้าวหน้าหรือความหนักของการออกกำลังกายให้มากขึ้นสุดท้ายคือการออกกำลังกายในช่วงประมาณสัปดาห์ที่ 5-6 ซึ่งเป็นช่วงของการฝึกแบบ open chain segmental control โดยเป็นการออกกำลังกายที่เป็นการเคลื่อนไหวโดยอิสระของมือและเท้าโดยอาจมีน้ำหนักเข้ามาเกี่ยวข้องกับส่วนปลายของรยางค์ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของโปรแกรมการออกกำลังกายการออกกำลังกายแบบหลังนี้ต้องอาศัยการควบคุมสมดุลและความมั่นคงแกนกลางในระดับสูงซึ่งควรจัดไว้เป็นช่วงสุดท้ายของโปรแกรมการฝึกฝน (Escamilla et al, 1998)

การทดสอบความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกราน (Lumbo-pelvic stability test : LPST)

สำหรับการประเมินความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกราน (LPST) นั้นผู้ทดสอบต้องควบคุมให้กระดูกเชิงกราน (Pelvic) และลำตัวส่วนล่างอยู่นิ่งกับที่ในขณะที่มีการเพิ่มความยากของการทดสอบในการเคลื่อนไหวของขาโดยที่กระดูกเชิงกรานและลำตัวอยู่กับที่ซึ่งวิธีที่ใช้ทดสอบนั้นมีอยู่หลายวิธีดังนี้

วิธีที่ 1 The lumbo-pelvic stability endurance test (Mulhearnet al, 1999)

การทดสอบความทนทานของความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกรานซึ่งวิธีจะมีทั้งหมด 4 ระดับในแต่ละระดับจะเริ่มจากระดับที่ง่ายไปจนถึงระดับที่ยากในการทดสอบนั้นผู้ถูกทดสอบจะได้รับการให้ความรู้และฝึกการเกร็งหน้าท้องโดยแขม่วหน้าท้องดึงสะดือเข้าหา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กระดูกสันหลัง (Abdominal drawing-in maneuver : ADIM) เมื่อทำได้แล้วผู้ถูกทดสอบจะนอนหงายชันเข่าวัดมุมให้ได้ 70 องศาและทำการงอสะโพกขึ้นมาวัดมุมให้งอสะโพก 90 องศาวาง PBU ให้ขอบล่างอยู่ที่ระดับ L5-S1 สูบลมเข้าให้มีแรงดัน 40 mmHg

ระดับที่ 1 ให้ผู้ทดสอบนอนหงายชันเข่างอสะโพก 70 องศาจากนั้นทำ ADIM ค้างไว้เป็นเวลา 30 วินาที

ระดับที่ 2 ให้ผู้ทดสอบนอนหงายชันเข่างอสะโพก 70 องศาจากนั้นทำ ADIM แล้วค่อย ๆ งอสะโพกข้างขวาขึ้นมาแตะแผงกั้นสะโพกงอ 90 องศาค้างไว้ 30 วินาที

ระดับที่ 3 ให้ผู้ทดสอบนอนหงายชันเข่างอสะโพก 70 องศาจากนั้นทำ ADIM ค่อย ๆ เลื่อนเท้าขวาไปกับพื้นจนเหยียดตรงใช้เวลาประมาณ 10 วินาทีเลื่อนเท้าขวากลับใช้เวลาประมาณ 10 วินาทีและค้างอยู่ในท่าเริ่มต้นอีก 10 วินาที

ระดับที่ 4 ให้ผู้ทดสอบนอนหงายชันเข่างอสะโพก 70 องศาจากนั้นทำ ADIM งอสะโพกเหยียดเท้าขวาออกไปให้เท้าอยู่ห่างจากพื้นประมาณ 12 เซนติเมตรเหยียดตรงใช้เวลาประมาณ 10 วินาทีเลื่อนเท้าขวากลับใช้เวลาประมาณ 10 วินาทีและค้างอยู่ในท่าเริ่มต้นอีก 10 วินาที ทำการบันทึกเวลาที่ทำได้นานที่สุดจากเวลา 30 วินาทีโดยที่แรงดันจะเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 10 mmHg ถ้าเปลี่ยนแปลงเกิน 10 mmHg ให้หยุดทำการทดสอบ

วิธีที่ 2 The Lumbo-pelvic stability test (Wohlfahrtet al, 1993)

ระดับที่ 1 ผู้ถูกทดสอบนอนหงายสะโพกงอ 70 องศาจากนั้นให้ทำ ADIM งอสะโพกขวาขึ้นมาแตะแผงกั้นที่ท่างอสะโพก 100 องศาจากนั้นยกขาซ้ายขึ้นมาแตะแผงกั้นในท่าเดียวกัน (ถือเป็นท่าเริ่มต้นของการทดสอบในระดับต่อไป)

ระดับที่ 2 ผู้ถูกทดสอบอยู่ในท่าเริ่มต้นเหมือนระดับที่ 1 จากนั้นลดขาขวาลงที่พื้น และเหยียดออกไปให้ตรงและเลื่อนกลับมาอยู่ในท่าเริ่มต้น

ระดับที่ 3 ผู้ถูกทดสอบอยู่ในท่าเริ่มต้นเหมือนระดับที่ 1 ลดขาขวาโดยให้เท้าอยู่ห่างจากพื้น 12เซนติเมตรเหยียดออกไปให้ขาตรงและเลื่อนเท้ากลับมาอยู่ในท่าเริ่มต้น

ระดับที่ 4 ผู้ถูกทดสอบอยู่ในท่าเริ่มต้นเหมือนระดับที่ 1 ลดขาทั้งสองข้างลงที่พื้นเลื่อนเท้าไปกับพื้นจนเข่าเหยียดตรงและเลื่อนเท้ากลับมาอยู่ในท่าเริ่มต้น

ระดับที่ 5 ผู้ถูกทดสอบอยู่ในท่าเริ่มต้นเหมือนระดับที่ 1 ลดขาทั้งสองข้างลงให้ส้นเท้าอยู่ห่างจากพื้น 12 เซนติเมตรเหยียดขาทั้งสองข้างออกไปให้เข่าเหยียดตรงและเลื่อนเท้ากลับมาอยู่ในท่าเริ่มต้นบันทึกคะแนนสูงสุดที่สามารถทำได้โดยที่แรงดันจะเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 10 mmHg ถ้าเปลี่ยนแปลงเกิน 10 mmHg ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์ให้หยุดทำการทดสอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีที่ 3 Modified isometric stability test (Haginset al, 1999)

ระดับที่ 1 ผู้ทดสอบนอนหงายชันเข่าเท้าราบไปกับพื้นวางมือไว้ที่หน้าท้องส่วนล่างบริเวณสะดือจากนั้นทำการแขม่วเกร็งหน้าท้องส่วนล่างค้างไว้ประมาณ 3 การหายใจเข้าออก

ระดับที่ 2 ผู้ทดสอบนอนหงายชันเข่าเท้าราบไปกับพื้นจากนั้นทำการแขม่วเกร็งหน้าท้องส่วนล่างหายใจเข้าออกปกติขณะที่เกร็งหน้าท้องอยู่ให้กางขาขวาออกมาขนานกับพื้นประมาณ 45 องศาแล้วคืนกลับมายังตำแหน่งเริ่มต้น

ระดับที่ 3 ผู้ทดสอบนอนหงายชันเข่าเท้าราบไปกับพื้นจากนั้นทำการแขม่วเกร็งหน้าท้องส่วนล่างหายใจเข้าออกปกติขณะที่เกร็งหน้าท้องอยู่ให้ทำการยกขาขวางอเข้าหาหน้าอกโดยให้มุมงอสะโพกอยู่ที่ 90 องศาขณะที่ยกขาขวาขึ้นต้องไม่ลงน้ำหนักเท้าซ้ายจากนั้นคืนสู่ท่าเริ่มต้น

ระดับที่ 4 ผู้ทดสอบนอนหงายชันเข่าเท้าราบไปกับพื้นจากนั้นทำการแขม่วเกร็งหน้าท้องส่วนล่างหายใจเข้าออกปกติขณะที่เกร็งหน้าท้องอยู่ให้ทำการยกขาขวางอเข้าหาหน้าอกโดยให้มุมงอสะโพกอยู่ที่ 90 องศาจากนั้นให้ยกขาซ้ายให้อยู่ในลักษณะเดียวกันและลดเท้าลงสู่ท่าเริ่มต้น

ระดับที่ 5 ผู้ทดสอบนอนหงายชันเข่าเท้าราบไปกับพื้นจากนั้นทำการแขม่วเกร็งหน้าท้องส่วนล่างหายใจเข้าออกปกติขณะที่เกร็งหน้าท้องอยู่ให้ทำการยกขาขวางอเข้าหาหน้าอกโดยให้มุมงอสะโพกอยู่ที่ 90 องศาค้างขาขวาไว้แล้วทำการยกขาซ้ายขึ้นมาให้อยู่ในลักษณะเดียวกันจากตรงนี้ให้ลดขาขวาลงที่พื้นแล้วเหยียดเท้าขวาให้เท้าชิดพื้นออกไปจนกระทั่งขาเหยียดตรงจากนั้นลากเท้ากลับมาอยู่ในท่างอสะโพกเหมือนเดิม

ระดับที่ 6 ผู้ทดสอบนอนหงายชันเข่าเท้าราบไปกับพื้นจากนั้นทำการแขม่วเกร็งหน้าท้องส่วนล่างหายใจเข้าออกปกติขณะที่เกร็งหน้าท้องอยู่ให้ทำการยกขาขวางอเข้าหาหน้าอกโดยให้มุมงอสะโพกอยู่ที่ 90 องศาค้างขาขวาไว้แล้วทำการยกขาซ้ายขึ้นมาให้อยู่ในลักษณะเดียวกันจากนั้นให้ลดเท้าทั้งสองลงที่พื้นแล้วเหยียดออกให้ส้นเท้าชิดพื้นแล้วเหยียดออกจนกระทั่งขาตรงจากนั้นให้ลากเท้ากลับมาอยู่ในท่าเริ่มต้น

ระดับที่ 7 ผู้ทดสอบนอนหงายชันเข่าเท้าราบไปกับพื้นจากนั้นทำการแขม่วเกร็งหน้าท้องส่วนล่างหายใจเข้าออกปกติขณะที่เกร็งหน้าท้องอยู่ให้ทำการยกขาขวางอเข้าหาหน้าอกโดยให้มุมงอสะโพกอยู่ที่ 90 องศาค้างขาขวาไว้แล้วทำการยกขาซ้ายขึ้นมาให้อยู่ในลักษณะเดียวกันจากนั้นให้ลดเท้าทั้งสองลงแต่เท้าไม่ถึงพื้นโดยที่ส้นเท้าห่างจากพื้นประมาณ 3 นิ้วหายใจ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เข้าออกปกติจากนั้นเหยียดขาออกไปให้สุดจนกระทั่งเข่าเหยียดตรงขณะที่เท้ายังอยู่เหนือพื้น 3 นิ้ว จากนั้นดึงกลับมาช้า ๆ มายังจุดที่งอสะโพก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อาทิตย์ พวงมะลิ และคณะ (2550) ได้ศึกษาประสิทธิผลของการเสริมสร้างความมั่นคงของระบบแกนกลางของร่างกาย (core stability) ต่อการเปลี่ยนแปลงภาวะปวดหลังในนักกีฬายกน้ำหนักระดับทีมชาติซึ่งพบว่าทันทีที่เสร็จสิ้นการฝึกความมั่นคงของระบบแกนกลาง (immediate effect) ระดับการรับรู้ความรู้สึกเจ็บปวด (Visual Analog Scale; VAS) ได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) ประมาณ 12.08%-15.45% นอกจากนี้ระดับการรับรู้ถึงความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกด (Pressure Pain) ภายหลังจากการออกกำลังกายเสร็จสิ้นทันที มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน ($p<0.001$) โดยวันที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงของอาการดีขึ้นทันทีประมาณ 10.38%, วันที่ 2 มีอาการดีขึ้นทันทีประมาณ 7.71%, และในวันที่ 3 มีอาการดีขึ้นทันทีประมาณ 7.85% หลังฝึกออกกำลังกายเสร็จสิ้น

นอกจากนี้ยังพบว่าการฝึกความมั่นคงของระบบแกนกลางสามารถเพิ่มอัตราการไหลเวียนโลหิตของเนื้อเยื่อเมื่อเสร็จสิ้นการออกกำลังกายทันทีได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) โดยมีอัตราการไหลเวียนโลหิตเพิ่มขึ้นในวันที่ 1 ประมาณ 57.56%, ในวันที่ 2 ประมาณ 55.90%, และในวันที่ 3 ประมาณ 52.24%

Herrignton และคณะ (2005) เปรียบเทียบผลการฝึกออกกำลังกายสองแบบต่อความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อ transverse abdominis ในเพศหญิงจำนวน 36 คน อายุเฉลี่ย 32.6 ปี (SD8.2 range 20-54) โดยกลุ่มตัวอย่าง 12 คน ได้รับการฝึกแบบพิลาทีสครั้งละ 45 นาที 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน กลุ่มตัวอย่างอีก 12 คนได้รับการฝึก abdominal curl ครั้งละ 15 นาที 1-2 สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน ผู้ร่วมการศึกษาจากทั้งสองกลุ่มนี้ต้องเข้ารับการฝึกรวมอย่างน้อย 25 ครั้ง และกลุ่มตัวอย่างอีก 12 คน เป็นกลุ่มควบคุม การทำงานของ transverse abdominis ประเมินจากการเปลี่ยนแปลงของแรงกดที่ pressure biofeedback unit ขณะทำ Transveresabdominis isolation test (abdominal hollowing ในท่านอนคว่ำ) และ lumbo-pelvic stability test (abdominal hollowing ในท่านอนหงายร่วมกับการยกปลายเท้าขึ้น) ผลการศึกษากลุ่ม abdominal curl 4 คน (53%) จากกลุ่มควบคุม 3 คน (25%) สำหรับ lumbo-pelvic stability test มีผู้ผ่านการทดสอบเพียง 5 คน จากกลุ่มพิลาทีสในขณะที่กลุ่ม abdominal curl และกลุ่มควบคุมไม่มีผู้ผ่านการทดสอบ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าผู้ที่ได้รับการฝึกแบบ pilates มีแนวโน้มที่จะ control

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

TrA และ maintain lumbo-pelvic control ได้ดีกว่าผู้ไม่ได้ออกกำลังกาย หรือผู้ที่ออกกำลังแบบ abdominal curl

Phrompaet และคณะ (2011) ได้ประเมิน และเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบพิลาทีสต่อความยืดหยุ่น การควบคุมการเคลื่อนไหวบริเวณบั้นเอวและอุ้งเชิงกรานผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นอาสาสมัคร สุขภาพดีจำนวน 40 คน (อายุเฉลี่ย 31.65 ± 6.21 ปีและช่วงอายุ 20-45 ปี) จากนั้นถูกสุ่มแบ่งออกเป็นกลุ่มออกกำลังกายแบบพิลาทีส 20 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน โดยกลุ่มออกกำลังกายแบบพิลาทีสต้องเข้าร่วมการออกกำลังกายเป็นกลุ่มโดยมีผู้นำออกกำลังกายเป็นเวลา 45 นาที ด้วยความถี่ 2 ครั้งต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์ส่วนกลุ่มควบคุมนั้นให้ทำกิจวัตรประจำวันได้ตามปกติรวมทั้งการออกกำลังกาย และเล่นกีฬาแต่ระยะเวลาไม่เกิน 20 นาทีต่อครั้ง และด้วยความถี่ ไม่เกิน 2 ครั้งต่อสัปดาห์วัดความยืดหยุ่นโดยใช้อุปกรณ์วัดความยืดหยุ่น (sit-and-reach box test) และการควบคุมบั้นเอวและอุ้งเชิงกรานโดยใช้ถุงลมให้แรงดันโดยใช้ถุงลมให้แรงดันเรียกว่า Pressure Biofeedback Unit โดยทำการวัดตัวแปรที่ 0, 4 และ 8 สัปดาห์หลังการฝึกฝน ผลการทดลองพบว่าความยืดหยุ่นของลำตัวและขาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการฝึกฝน 4 สัปดาห์และความยืดหยุ่นยังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องหลัง 8 สัปดาห์ของการฝึกฝนในกลุ่มออกกำลังกายแบบพิลาทีสในขณะที่ความยืดหยุ่นในกลุ่มควบคุมไม่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาของการศึกษา 0, 4 และ 8 สัปดาห์สำหรับตัวแปรการควบคุมการเคลื่อนไหวของบั้นเอวและอุ้งเชิงกรานนั้นพบว่าก่อนการฝึกฝนไม่มีผู้เข้าร่วมวิจัยจากทั้งสองกลุ่มผ่านการทดสอบนี้หลังการฝึกฝน 4 สัปดาห์มีผู้เข้าร่วมวิจัยที่อยู่กลุ่มพิลาทีสผ่านการทดสอบนี้คิดเป็น 65% และเพิ่มขึ้นเป็น 85%หลังการฝึกฝน 8 สัปดาห์ ในขณะที่กลุ่มควบคุมนั้นไม่มีผู้ผ่านการทดสอบนี้ตลอดระยะเวลาของการศึกษาจึงสรุปได้ว่าการฝึกแบบพิลาทีสเพิ่มความยืดหยุ่นของลำตัวและขาส่งเสริมการควบคุมและความแข็งแรงของบั้นเอวและอุ้งเชิงกราน

นพดล ปัญสุวรรณ (2549) ได้ศึกษาการฝึกแบบพิลาทีสในผู้ที่ปวดหลังเรื้อรังการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการประเมินของผลการฝึกพิลาทีสต่อการควบคุมการเคลื่อนไหวของหลังและอุ้งเชิงกรานความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหลังและขาระดับความเจ็บปวดและระดับความเครียดในผู้ที่ปวดหลังเรื้อรังโดยเป็นการวิจัยแบบ single blind randomized control trial ผู้ร่วมวิจัยทั้งหมดเป็นผู้ที่มีอาการปวดหลังเรื้อรังจำนวน 40 คน (อายุเฉลี่ย 33.76±7.13 ปีอาการปวดหลังเฉลี่ย 3.50±3.82 ปี) ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มด้วยวิธีการสุ่มกลุ่มพิลาทีสได้รับการฝึกฝนครั้งละ 45 นาที จำนวน 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุมที่สามารถดำเนินชีวิตได้ตามปกติโดยไม่ได้รับการรักษาผู้ร่วมวิจัยทั้งหมดจะถูกทดสอบการควบคุมการเคลื่อนไหวของหลังและอุ้งเชิงกรานความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหลังและขาระดับความเจ็บปวดและระดับความเครียด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในสัปดาห์ที่ 0, 4 และ 8 ทำการเปรียบเทียบผลระหว่างกลุ่มพิลาทีสและกลุ่มควบคุมผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบพิลาทีสมีความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของหลังและอุ้งเชิงกรานความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหลังและขาเพิ่มขึ้นระดับความเจ็บปวดลดลงแต่ระดับความเครียดไม่มีความแตกต่างกันระหว่างสองกลุ่มอย่างไรก็ตามกลุ่มพิลาทีสมีแนวโน้มของระดับความเครียดไปในทางที่ดีขึ้นการศึกษาครั้งนี้สนับสนุนผลการฝึกแบบพิลาทีสต่อการเพิ่มความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของหลังและอุ้งเชิงกรานการเพิ่มความยืดหยุ่นให้กับหลังและกล้ามเนื้อหลังขาและการลดระดับความเจ็บปวดอย่างไรก็ตามผลทางด้านจิตวิทยาความเครียดยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจน

Lange และคณะ (2000) ได้กล่าวถึง ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบพิลาทีสต่อร่างกายไว้ 3 ด้านคือ ผลทางสรีรวิทยา (physiological function) ผลทางด้านจิตวิทยา (psychological function) และผลด้านการเรียนรู้ (motor learning) สำหรับผลทางสรีรวิทยา ได้แก่ ผลต่อความยืดหยุ่นและช่วงการเคลื่อนไหว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความทนทาน กำลัง และสมรรถภาพของหัวใจและหลอดเลือด จากการค้นคว้าเพิ่มเติมพบว่า งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลทางสรีรวิทยาส่วนใหญ่เป็นด้านความยืดหยุ่น และความแข็งแรง ผลการศึกษามีทั้งข้อมูลที่สนับสนุน และขัดแย้ง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรายละเอียดของการฝึก และลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน แต่ผลการศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพของหัวใจ และปอดยังมีจำกัด ในขณะนี้ยังไม่มีรายงานการศึกษาว่าโปรแกรมการออกกำลังกายแบบพิลาทีสโดยทั่วไปมีการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับใดและยังไม่มีงานวิจัยใด ได้กล่าวถึงผลเฉียบพลันของการฝึกแบบพิลาทีสต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของระบบหัวใจ และปอด ผู้ศึกษาจึงสนใจที่จะศึกษาผลเฉียบพลันของการฝึกแบบ พิลาทีสต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของระบบหัวใจ และปอดก่อนได้รับการฝึก ขณะที่ได้รับการฝึกและหลังจากการฝึกออกกำลังกายแบบพิลาทีสรวมถึงการวัดระดับความมั่นคงของแกนกลางหลังจากได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบพิลาทีสในคนปกติอายุระหว่าง 18-25 ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved