

นิพนธ์ต้นฉบับ

ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจต่อสมรรถภาพปอด และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ป่วยภายหลังการผ่าตัดหัวใจแบบเปิด

ศศิภา บุรณพันธ์ฤกษ์, ปรียาภรณ์ สองศรี

บทคัดย่อ

- บทนำ:** ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบบ่อยในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจแบบเปิด แต่ผลการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการรักษาทางกายภาพบำบัดในผู้ป่วยพบว่าจะมีความขัดแย้งกัน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าต่อสมรรถภาพปอด และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ป่วยภายหลังการผ่าตัดหัวใจแบบเปิด
- วิธีการศึกษา:** ผู้เข้าร่วมงานวิจัยที่เข้ารับการผ่าตัดหัวใจแบบเปิด จำนวน ๑๕ คน แบ่งเป็น ๒ กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง ๘ คน และกลุ่มควบคุม ๖ คน ทั้งสองกลุ่มได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดภายหลังการผ่าตัด โดยกลุ่มทดลองได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า ด้วย Inspiratory threshold-loading device ร่วมด้วย ทดสอบสมรรถภาพปอด (forced vital capacity; FVC, forced expiratory volume in one second; FEV₁ และ FEV₁/FVC) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า (maximal inspiratory pressure; MIP) และออก (maximal expiratory pressure; MEP) ก่อนการผ่าตัดและวันที่ ๘ ภายหลังการผ่าตัด
- ผลการศึกษา:** กลุ่มทดลอง มีค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า (MIP) ภายหลังการฝึก ไม่แตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนผ่าตัด (ก่อน: 76.50 ± 10.24 cmH₂O, หลัง: 66.75 ± 17.87 cmH₂O; $p > 0.05$) ขณะที่กลุ่มควบคุม ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบกับก่อนผ่าตัด (ก่อน: 67.50 ± 2.52 cmH₂O, หลัง: 53.00 ± 5.23 cmH₂O; $p \leq 0.05$) และค่าสมรรถภาพปอดของทั้งสองกลุ่มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับก่อนผ่าตัด ($p \leq 0.05$)
- วิจารณ์ และสรุปผลการศึกษา:** การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า ร่วมกับการรักษาทางกายภาพบำบัดสามารถคงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า เมื่อเทียบกับก่อนการผ่าตัดได้ ดังนั้นการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าจึงอาจเป็นวิธีการรักษาเพิ่มเติมร่วมกับการรักษาทางกายภาพบำบัด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อหายใจได้
- คำสำคัญ:** การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า, ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ, การผ่าตัดหัวใจแบบเปิด, ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด

วันที่รับบทความ: ๑๕ ธันวาคม ๒๕๕๗

วันที่อนุญาตให้ตีพิมพ์: ๗ พฤษภาคม ๒๕๕๘

บทนำ

การผ่าตัดทำทางเบี่ยงหลอดเลือดหัวใจ (Coronary artery bypass graft; CABG) ถือเป็นวิธีการผ่าตัดพื้นฐานที่ถูกนำมาใช้ในการรักษาโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด^๑ ซึ่งภายหลังการผ่าตัดมักเกิดภาวะแทรกซ้อนในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ ภาวะปอดแฟบ (atelectasis) ปอดอักเสบ (pneumonia) และภาวะแทรกซ้อนอื่นๆ ส่งผลให้สมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจลดลง^๒ ทำให้ผู้ป่วยอาการแย่ลง มีระยะเวลาในการนอนโรงพยาบาลนานขึ้น ค่าใช้จ่ายในการรักษาเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดอัตราการเสียชีวิตที่เพิ่มสูงขึ้นตามมา โดยสาเหตุหนึ่งที่น่าจะส่งผลให้เกิดภาวะแทรกซ้อนดังกล่าวคือ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจที่ลดลงภายหลังการผ่าตัด^{๓-๖}

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการรักษาทางกายภาพบำบัดในระบบหายใจสามารถป้องกันหรือลดการเกิดภาวะแทรกซ้อนภายหลังการผ่าตัดในผู้ป่วยประเภทต่างๆ ได้ ซึ่งได้แก่ การฝึกหายใจ (breathing exercise) การฝึกไอ (coughing) การเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของทรวงอกเพื่อเพิ่มการขยายตัวของทรวงอก (chest trunk mobilize) การออกกำลังกายแบบยกขา การเคลื่อนย้ายตัว การใช้อุปกรณ์เพื่อเพิ่มการขยายตัวของปอด (incentive spirometer) และการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (inspiratory muscle training) โดยใช้อุปกรณ์ (Pressure threshold loading device)^{๗-๑๐} โดยเฉพาะการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า มีหลายการศึกษาพบว่า การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าก่อนและหลังการผ่าตัด ส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าเพิ่มขึ้นและลดภาวะแทรกซ้อนภายหลังการผ่าตัดได้^{๑๑, ๑๒}

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจข้อมูลยังคงขัดแย้งกัน อาจเนื่องจากหลายปัจจัย ได้แก่ เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย จำนวนครั้งของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจต่อวันหรือต่อสัปดาห์ รวมทั้งแรงดันที่ใช้ในการฝึก นอกจากนี้ ยังไม่มีการศึกษาถึงผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจในผู้ป่วยภายหลังการผ่าตัดหัวใจแบบเปิดในประเทศไทย ทีมผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาถึงผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจและสมรรถภาพปอด ในผู้ป่วยภายหลังการผ่าตัดหัวใจแบบเปิด เพื่อเป็นการพัฒนาแนวทางการรักษาทางกายภาพบำบัดต่อไป

วิธีการศึกษา

ผู้เข้าร่วมงานวิจัย

ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยเป็นผู้ป่วยภายหลังการผ่าตัดหัวใจแบบเปิด ณ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ อายุ ๓๕ - ๘๐ ปี และต้องเข้ารับการผ่าตัดหัวใจแบบเปิดโดยวิธี median sternotomy จำนวน ๓๐ คน (คำนวณขนาดตัวอย่างโดยโปรแกรม G*Power ๓.๐.๑๐ ค่า $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.8$, effect size = ๑.๕๙) ช่วงระยะเวลาในการเก็บข้อมูลระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๖ - มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๗ โดยแบ่งเป็น ๒ กลุ่มด้วยวิธีการสุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (control group) และกลุ่มทดลอง (training group) กลุ่มละ ๑๕ คน ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทุกคนเซ็นยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยด้วยความสมัครใจ โดยต้องไม่มีภาวะ unstable angina, congestive heart failure (CHF), หัวใจเต้นผิดจังหวะที่ไม่สามารถควบคุมได้ และผู้ที่ไม่สามารถเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกตามที่กำหนดได้ เป็นต้น ภายหลังการผ่าตัด (การศึกษานี้มีผู้เข้าร่วมวิจัยและวิธีการเดียวกับการงานวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าต่อความสามารถในการทำกิจกรรมในผู้ป่วยภายหลังการผ่าตัดหัวใจแบบเปิด ของปริยาภรณ์ สองศรี^{๑๓}) งานวิจัยนี้ได้รับการอนุมัติจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ชุดที่ ๒

วิธีการฝึก

ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทั้ง ๒ กลุ่ม จะได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดก่อนการผ่าตัดเป็นระยะเวลา ๑ วัน และหลังการผ่าตัด โดยเริ่มฝึกตั้งแต่วันแรกภายหลังการผ่าตัดจนถึงวันที่ ๗ หลังการผ่าตัด นอกจากนั้นกลุ่มทดลองจะได้รับการอธิบายวิธีการใช้ inspiratory threshold-loading (PowerBreath™ K1 Series, United Kingdom) (รูปที่ ๑) ก่อนการผ่าตัดเพื่อเตรียมความพร้อมภายหลังการผ่าตัด ซึ่งจะได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจภายหลังการผ่าตัดร่วมด้วย โดยทำการฝึก ๑๐ ครั้ง/เซต (พักระหว่างเซตเป็นเวลาอย่างน้อย ๒ นาที) ๓ เซตต่อวัน วันละ ๑ ครั้ง ทำทุกวัน ตั้งแต่วันที่ ๓ ถึงวันที่ ๗ หลังผ่าตัดโดยใช้แรงต้านคือ ร้อยละ ๕๐ ของ MIP (วัดในวันที่ ๓ หลังผ่าตัด) ตามวิธีการของ Barros GF. และคณะ ในปี ค.ศ. ๒๐๑๐^{๑๔} ซึ่งโปรแกรมการรักษาทางกายภาพบำบัดและวิธีการฝึกของทั้งสองกลุ่ม มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ ๑



รูปที่ ๑ PowerBreathe™ K1 Series

ตารางที่ ๑ โปรแกรมการรักษาทางกายภาพบำบัดในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

วันที่	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
ก่อนผ่าตัด	- อธิบายขั้นตอนการผ่าตัดและการรักษาทางกายภาพบำบัดที่จะได้รับหลังการผ่าตัด - วัดสมรรถภาพปอดและความสามารถในการทำกิจกรรม	
วันที่ ๑ หลังผ่าตัด	การฝึกหายใจ (Diaphragmatic breathing exercise, segmental breathing exercise, chest-trunk mobilization) การฝึกไอ การออกกำลังกายแขนและขา ท่าละ ๑๐ ครั้ง/เซต, ๒ เซต/วัน ได้แก่ Shoulder: flexion/extension และ abduction/adduction Elbow: flexion/extension Wrist: flexion/extension Hip and knee: flexion/extension Ankle: flexion/extension	อธิบายวิธีการใช้ Inspiratory threshold-loading
วันที่ ๒ หลังผ่าตัด	เช่นเดียวกับวันที่ ๑ หลังผ่าตัด นั่งข้างเตียง	
วันที่ ๓ หลังผ่าตัด	เช่นเดียวกับวันที่ ๒ หลังผ่าตัด ยืนข้างเตียง	
	ย้ำท่าอยู่กึ่งที่ ๑๐ ครั้ง/เซต, ๒ เซต/วัน	เช่นเดียวกับกลุ่มควบคุมแต่เพิ่มการฝึกกล้ามเนื้อหายใจโดยใช้อุปกรณ์ Inspiratory threshold-loading ๑๐ ครั้งต่อเซต ๓ เซตต่อวัน วันละ ๑ ครั้ง ทำทุกวัน แรงต้านที่ใช้คือ ร้อยละ ๕๐ ของ MIP (วัดในวันที่ ๓ หลังผ่าตัด) พักระหว่างเซตเป็นเวลาอย่างน้อย ๒ นาที ตามวิธีการของ Barros GF. และคณะ (ปี ค.ศ. ๒๐๑๐)
วันที่ ๔ หลังผ่าตัด	เช่นเดียวกับวันที่ ๓ หลังผ่าตัด	เช่นเดียวกับวันที่ ๓ หลังผ่าตัด
	เดินระยะทาง ๕๐ - ๑๐๐ เมตร	เดินระยะทาง ๕๐ - ๑๐๐ เมตร
วันที่ ๕ หลังผ่าตัด	เช่นเดียวกับวันที่ ๔ หลังผ่าตัด	เช่นเดียวกับวันที่ ๔ หลังผ่าตัด
	เดินระยะทาง ๑๐๐ - ๒๐๐ เมตร	เดินระยะทาง ๑๐๐ - ๒๐๐ เมตร
วันที่ ๖ หลังผ่าตัด	เช่นเดียวกับวันที่ ๕ หลังผ่าตัด	เช่นเดียวกับวันที่ ๕ หลังผ่าตัด
	เดินระยะทาง ๒๐๐ - ๓๐๐ เมตร	เดินระยะทาง ๒๐๐ - ๓๐๐ เมตร
	ลงบันได ๑ ชั้น ขึ้นด้วยลิฟต์	ลงบันได ๑ ชั้น ขึ้นด้วยลิฟต์
วันที่ ๗ หลังผ่าตัด	เช่นเดียวกับวันที่ ๖ หลังผ่าตัด	เช่นเดียวกับวันที่ ๖ หลังผ่าตัด
	เดินระยะทาง ๒๐๐ - ๓๐๐ เมตร	เดินระยะทาง ๒๐๐ - ๓๐๐ เมตร
	ขึ้น - ลงบันได ๑ ชั้นขึ้น - ลงบันได ๑ ชั้น	

หมายเหตุ: การฝึกให้ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เข้าร่วมวิจัย โดยประเมินจากผู้วิจัย

การวัดผล

- ทดสอบสมรรถภาพปอด

ทดสอบสมรรถภาพปอด เป็นการวัดปริมาตรอากาศที่หายใจเข้าและออกจากปอด ด้วยเครื่อง Flow sensing spirometers รุ่น Spiro USB PC Spirometer (Micro Medical Ltd. (ML2525), United Kingdom) โดยวัดค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (forced vital capacity; FVC) ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (forced expiratory volume in one second; FEV₁) และค่าสัดส่วน FEV₁/FVC

วิธีการทดสอบสมรรถภาพปอด โดยผู้ถูกทดสอบนั่งพักตามสบาย หันหน้าจากนั้นหายใจเข้าจนเต็มที อมกระบอกเครื่องเป่า และปิดปากให้แน่นรอบๆ กระบอกเป่า พยายามไม่ให้มีลมรั่วออกภายนอกได้เมื่อหายใจออกมาหายใจออกให้เร็ว และแรงอย่างเต็มที่จนกว่าจะไม่มีอากาศออกจากปอดอีก ซึ่งจะประเมินโดยผู้ช่วยวิจัยคนเดิมตลอดการวิจัย และทำการ calibration ก่อนการทดสอบทุกครั้ง

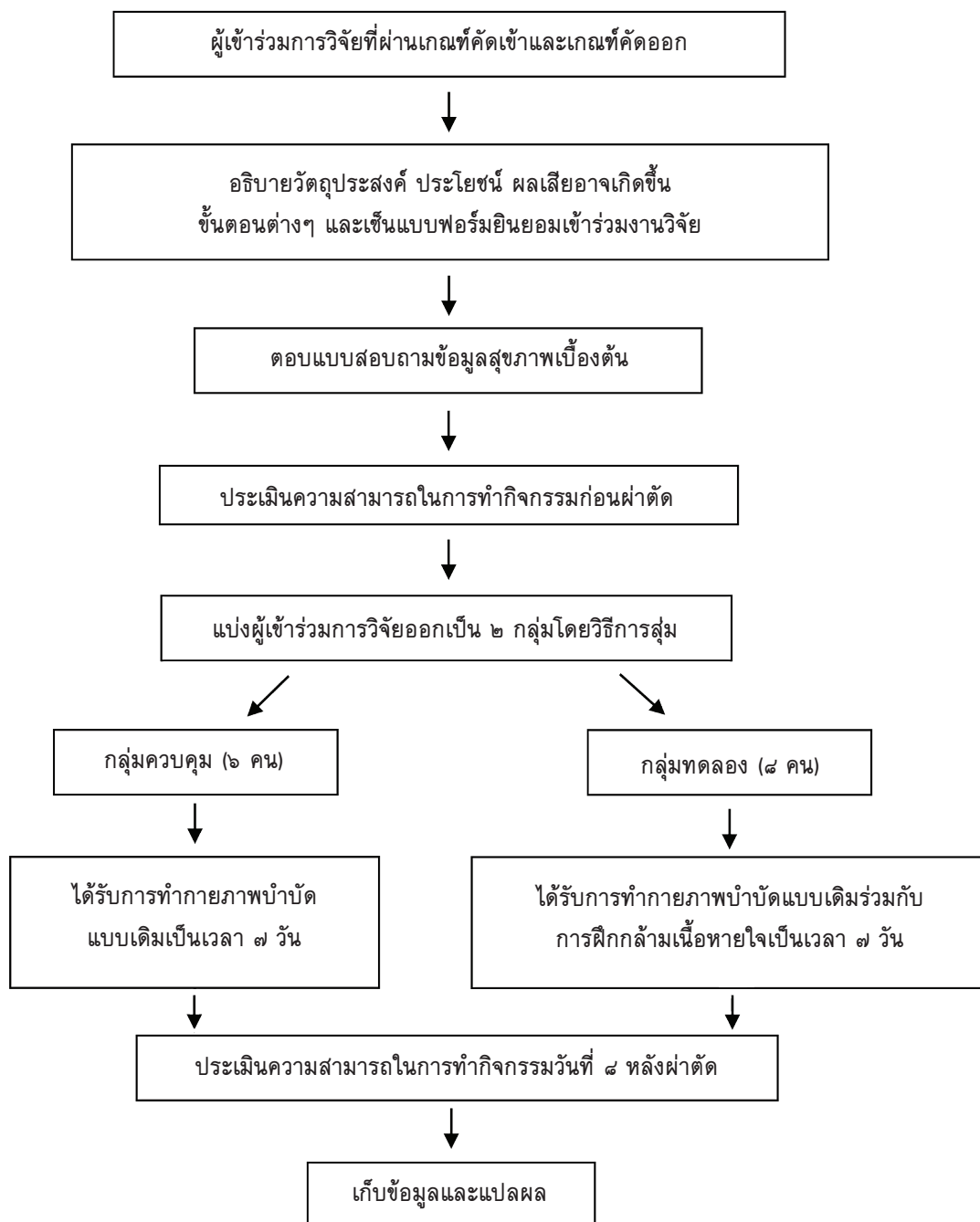
การเลือกค่าจากกราฟที่ผ่านเกณฑ์อย่างน้อย ๓ กราฟ มาพิจารณา reproducibility คือ มีค่าของ FVC ที่มากที่สุด ต่างจากค่า FVC ที่มีค่ารองลงมา ไม่เกิน ๑๕๐ มิลลิลิตร และค่า FEV₁ ที่มากที่สุดต่างจากค่า FEV₁ ที่รองลงมาไม่เกิน ๑๕๐ มิลลิลิตรเช่นเดียวกัน จากนั้นจะทำการคัดเลือกค่าเพื่อการแปลผล โดยเลือกค่า FVC และ FEV₁ มากที่สุด จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าสัดส่วน FEV₁/FVC^{๑๔}

- การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (respiratory muscles strength)

การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (respiratory muscles strength) โดยใช้เครื่อง Respiratory Pressure Meter รุ่น RPM01 (Micro Medical Ltd., United Kingdom) วัดค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า (maximal inspiratory pressure; MIP) และค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจออก (maximal expiratory pressure; MEP)

ค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า (MIP) แสดงถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า เริ่มจากหายใจออกสุดจนถึง residual volume (RV) แล้วหายใจเข้าผ่านเครื่องให้แรงและเร็วที่สุด แล้วค้างไว้ ๑.๕ วินาที ขณะที่ค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจออก (MEP) แสดงถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก เริ่มจากหายใจเข้าให้สุดจนถึง total lung capacity (TLC) แล้วหายใจออกผ่านเครื่องให้แรงและเร็วที่สุด แล้วค้างไว้ ๑.๕ วินาที โดยทำการวัดซ้ำ ๓ - ๕ ครั้ง และนำค่าสูงสุดที่วัดได้ ๓ ค่า ซึ่งต่างกันไม่เกินร้อยละ ๕^{๑๕} ซึ่งจะประเมินโดยผู้ช่วยวิจัยคนเดิมตลอดการวิจัย และใช้ค่าสิ่งที่เหมือนกันสำหรับการวัดค่า MIP คือ “หายใจออกให้หมดปอด จากนั้นสูดหายใจเข้าลึก แรง เร็วเต็มที่ ค้างไว้” สำหรับการวัดค่า MEP คือ “สูดหายใจเข้าเต็มที่ จากนั้นหายใจออก แรง เร็วเต็มที่ หมดปอด” ตามหลักการทดสอบของ ATS/ERS (American Thoracic Society (ATS), European Respiratory Society (ERS))^{๑๔}

วิธีการศึกษา



แผนภูมิที่ ๑ แสดงวิธีการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

โปรแกรมทางสถิติ SPSS ในการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยมีระดับนัยสำคัญที่ ๐.๐๕ ($p \leq ๐.๐๕$) ใช้ Kolmogorov Smirnov Goodness of Fit test เพื่อทดสอบการกระจายของ

ข้อมูล โดยพบว่าข้อมูลมีการกระจายไม่ปกติ และใช้ Mann Whitney U test เพื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ใช้ Wilcoxon Signed-Rank test เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังฝึก ในแต่ละกลุ่ม

ผลการศึกษา

ลักษณะของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

การศึกษานี้มีผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นผู้ป่วยภายหลังการผ่าตัดหัวใจแบบเปิด ทั้งหมด ๓๐ คน โดยมีผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยที่ร่วมวิจัยจนครบโปรแกรมการฝึก จำนวน ๑๔ คน เนื่องจาก ๑๖ คน มีสาเหตุจากมีความผิดปกติ ซึ่งไม่สามารถทำการทดสอบตามขั้นตอนของการวิจัยได้ โดยแบ่งเป็นความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ ๖ คน มีความผิดปกติของระบบประสาท ๑ คน มีความผิดปกติของระบบหัวใจและหายใจ ๔ คน มีภาวะแทรกซ้อนหลังการ

ผ่าตัด ๒ คน นอกจากนี้มีผู้ไม่ประสงค์เข้าร่วมงานวิจัย ๑ คน ไม่สามารถเก็บข้อมูลก่อนผ่าตัดได้ ๑ คน และไม่สามารถเก็บข้อมูลภายหลังการฝึกได้ ๑ คน จึงเหลือจำนวนผู้เข้าร่วมงานวิจัยจนเสร็จสิ้นโครงการและสามารถวิเคราะห์ผลการวิจัยได้ จำนวน ๑๔ คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม ๖ คน กลุ่มทดลอง ๘ คน (แผนภูมิที่ ๒) โดยลักษณะข้อมูลเบื้องต้นของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยแสดงดังตารางที่ ๒ โดยจากข้อมูลพบว่ากลุ่มควบคุมมีน้ำหนักและดัชนีมวลกายมากกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๒ ลักษณะข้อมูลเบื้องต้นของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยแสดงเป็นค่า mean $\pm$ SEM

ลักษณะทั่วไป	กลุ่มควบคุม (n = ๖)	กลุ่มทดลอง (n = ๘)
เพศชาย (คน)	๔	๕
เพศหญิง (คน)	๒	๓
อายุ (ปี)	๕๖ $\pm$ ๙.๕๑	๕๖.๒๕ $\pm$ ๘.๐๐
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	๗๓.๘๓ $\pm$ ๑๐.๐๑	๖๐.๙๔ $\pm$ ๑๑.๐๙*
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	๑๖๓.๐๐ $\pm$ ๖.๐๐	๑๖๓.๕๐ $\pm$ ๘.๗๓
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ^๒)	๒๗.๘๒ $\pm$ ๔.๘๙	๒๒.๖๐ $\pm$ ๑.๙๘*
การวินิจฉัยโรค		
Coronary artery disease (คน)	๓	๕
Valvular heart disease (คน)	๓	๓
Spirometry		
FEV ₁ (%predicted)	๗๓.๐๐ $\pm$ ๙.๙๕	๘๖.๒๕ $\pm$ ๕.๘๐
FVC (%predicted)	๘๔.๘๓ $\pm$ ๘.๗๗	๙๕.๑๓ $\pm$ ๗.๗๗
FEV ₁ /FVC (%)	๗๕.๘๗ $\pm$ ๓.๔๘	๗๗.๙๑ $\pm$ ๑.๔๘
Respiratory muscle strength		
MIP (cmH ₂ O)	๖๗.๕๐ $\pm$ ๒.๙๒	๗๖.๕๐ $\pm$ ๑๐.๒๔
MEP (cmH ₂ O)	๗๙.๘๓ $\pm$ ๘.๔๒	๗๑.๘๘ $\pm$ ๘.๑๗

* p-value < 0.05

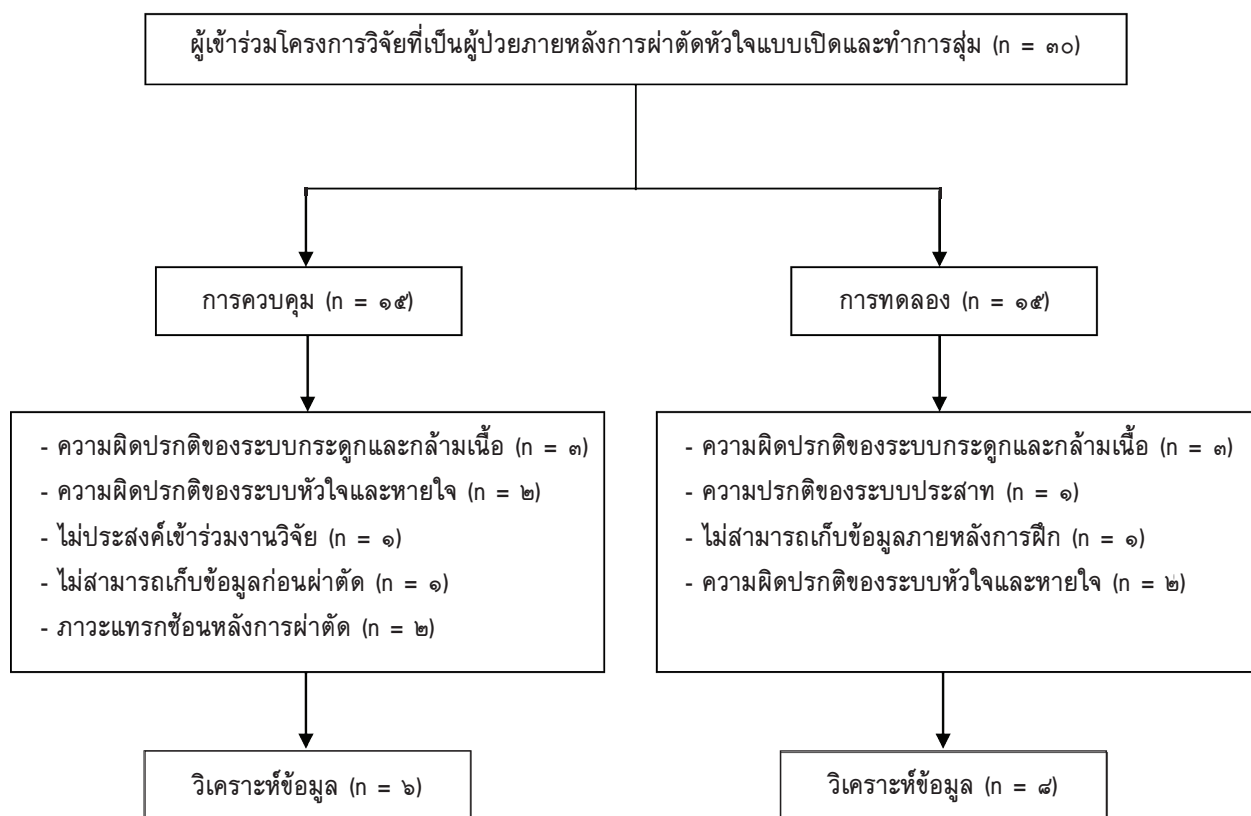
Forced vital capacity; FVC

Forced expiratory volume in one second; FEV₁

Forced expiratory volume in one second/forced vital capacity; FEV₁/FVC

Maximal inspiratory pressure; MIP

Maximal expiratory pressure; MEP



แผนภูมิที่ ๒ แสดงจำนวนผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยตลอดการวิจัย

การเปรียบเทียบค่าสมรรถภาพปอด

ภายหลังการผ่าตัดเมื่อเปรียบเทียบ ค่า FEV_1 , FVC และ FEV_1/FVC กับก่อนผ่าตัด พบว่า ค่า FEV_1 และ FVC ของทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ภายหลังการผ่าตัด และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทั้งก่อนและหลังการผ่าตัด พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของทั้งสองกลุ่ม (ตารางที่ ๓)

ตารางที่ ๓ ผลของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจต่อค่า spirometry เมื่อเปรียบเทียบก่อน-หลังการผ่าตัด และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม โดยแสดงเป็นค่า mean $\pm$ SEM

Spirometry	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
	ก่อนผ่าตัด	หลังผ่าตัด	ก่อนผ่าตัด	หลังผ่าตัด
FEV_1 (%predicted)	๗๓.๐๐ $\pm$ ๙.๙๕	๕๕.๑๗ $\pm$ ๗.๗๖*	๘๑.๕๐ $\pm$ ๖.๔๕	๖๒.๗๕ $\pm$ ๗.๑๑*
FVC (%predicted)	๘๔.๘๓ $\pm$ ๘.๗๗	๖๑.๘๓ $\pm$ ๕.๗๘*	๙๕.๑๓ $\pm$ ๗.๗๗	๗๒.๐๐ $\pm$ ๗.๙๕*
FEV_1/FVC (%)	๗๕.๘๗ $\pm$ ๓.๔๘	๗๙.๔๕ $\pm$ ๔.๐๒	๗๗.๙๑ $\pm$ ๑.๔๘	๗๘.๘๓ $\pm$ ๑.๑๓

* p-value < 0.05 เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังผ่าตัด

Forced vital capacity; FVC

Forced expiratory volume in one second; FEV_1

Forced expiratory volume in one second/forced vital capacity; FEV_1/FVC

การเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

จากการศึกษาพบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบกับก่อนผ่าตัด ค่า MIP ภายหลังการผ่าตัดในกลุ่มทดลอง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่า MIP ลดลงภายหลังการผ่าตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p \leq 0.05$) ขณะที่เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่าทั้งก่อนและหลังการผ่าตัดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนั้นพบว่าค่า MEP ของทั้ง ๒ กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังผ่าตัด (ตารางที่ ๔)

ตารางที่ ๔ ผลของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเมื่อเปรียบเทียบกับก่อน-หลังการผ่าตัด และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม โดยแสดงเป็นค่า mean $\pm$ SEM

Respiratory muscle strength (cmH ₂ O)	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
	ก่อนผ่าตัด	หลังผ่าตัด	ก่อนผ่าตัด	หลังผ่าตัด
MIP (Maximal inspiratory pressure)	๖๗.๕๐ $\pm$ ๒.๕๒	๕๓.๐๐ $\pm$ ๕.๒๓*	๗๖.๕๐ $\pm$ ๑๐.๒๔	๖๑.๗๕ $\pm$ ๗.๘๗
MEP (Maximal expiratory pressure)	๗๕.๘๓ $\pm$ ๘.๕๒	๘๓.๓๓ $\pm$ ๑๑.๑๗	๗๑.๘๘ $\pm$ ๘.๑๗	๖๖.๐๐ $\pm$ ๕.๕๒

* p-value < 0.05 เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังผ่าตัด

วิจารณ์ และสรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษา เมื่อทำการเปรียบเทียบลักษณะของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทั้ง ๒ กลุ่มพบว่า กลุ่มควบคุมมีน้ำหนักและดัชนีมวลกายมากกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งภาวะอ้วนอาจส่งผลทำให้สมรรถภาพปอดลดลงและมีความเกี่ยวข้องกับการเกิดและการดำเนินของโรคทางระบบหายใจและหัวใจที่เพิ่มขึ้น^{๑๖-๑๗} อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ค่า Spirometry, MIP และ MEP ก่อนการผ่าตัดของทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นน้ำหนักและดัชนีมวลกายจึงอาจไม่มีผลในการศึกษานี้

รูปแบบการฝึกในการศึกษานี้อ้างอิงและประยุกต์จากการศึกษาของ Barros GF. และคณะ^{๑๔}, Stein R และคณะ^{๑๕} และ Hulzebos EH และคณะ^{๑๖} โดยสอดคล้องกับโปรแกรมการฟื้นฟูของผู้เข้าร่วมวิจัยที่เข้ารับการผ่าตัดหัวใจแบบเปิดที่โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ พบว่าโปรแกรมการฝึกนี้สามารถคงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าให้ใกล้เคียงกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าก่อนผ่าตัดได้ในกลุ่มทดลองเมื่อทำการวัดในวันที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยออกจากโรงพยาบาล^{๑๔, ๑๕} โดยใช้แรงต้านคือ ร้อยละ ๔๐ ของ MIP ที่วัดในวันที่ ๓ หลังผ่าตัด ตามวิธีการของ Barros GF. และคณะ ในปี ค.ศ. ๒๐๑๐^{๑๔} ในการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยเครื่อง Inspiratory threshold-loading device จำนวน ๑๐ ครั้งต่อเซต ๓ เซตต่อวัน เพื่อป้องกันการล้าของกล้ามเนื้อหายใจ เนื่องจาก

เป็นแรงต้านที่มากที่สุดที่มีประสิทธิภาพก่อนเกิดการล้าของกล้ามเนื้อหายใจ และกระตุ้นให้เกิดการปรับตัวของ muscle fibers (Ila) ทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น^{๑๘}

จากการทดสอบ Spirometry ประกอบด้วยค่า FEV₁, FVC และ FEV₁/FVC ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงสมรรถภาพของปอดและหลอดลม^{๑๔} พบว่าค่า FEV₁, FVC ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังการผ่าตัด และเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่าทั้งก่อนและหลังการผ่าตัดค่า FEV₁, FVC ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Savci และคณะ^{๑๙} ที่ได้ทำการศึกษถึงผลของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า ในผู้ป่วย CABG โดยภายหลังการผ่าตัดทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีค่า FEV₁, FVC ลดลงภายหลังการฝึก รวมทั้งจากการศึกษาของ Stein และคณะ^{๑๕} ที่มีโปรแกรมการฝึกผู้ป่วย CABG คล้ายคลึงกับการศึกษานี้ พบว่า จากการวัดค่า FEV₁, FVC ภายหลังการผ่าตัด ๗ วัน จะมีค่าลดลงทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษานี้ โดยการลดลงของค่าสมรรถภาพปอดนี้อาจเกิดจากภาวะปอดแฟบบางส่วน เช่น ที่บริเวณ basal lung segment การเพิ่มขึ้นของ ventilation/perfusion mismatch ซึ่งเป็นผลจากการผ่าตัด การใส่สาย chest drain^{๑๔} ที่อาจส่งผลให้มี respiratory movement ลดลง รวมทั้งอาการเจ็บแผล ภายหลังจากการผ่าตัด จึงอาจส่งผลให้สมรรถภาพปอดลดลงได้ภายหลังการผ่าตัด^{๑๗, ๑๘, ๑๙}

จากการศึกษาค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจภายหลังการผ่าตัด พบว่า ค่า MIP ในกลุ่มทดลองและควบคุมไม่มีความแตกต่างระหว่างก่อนผ่าตัดและหลังผ่าตัด ขณะที่ในกลุ่มควบคุมมีค่า MIP ลดลงภายหลังการผ่าตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ก่อนและหลังการผ่าตัด พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่า MEP พบว่าทั้ง ๒ กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังผ่าตัด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Barros GF. และคณะ^๙ ศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจในผู้ป่วยภายหลังการผ่าตัด CABG โดยแบ่งผู้ป่วยออกเป็นกลุ่มควบคุม (๒๓ คน) และกลุ่มที่ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (๒๓ คน) ซึ่งกลุ่มควบคุมจะได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดแบบเดิม ส่วนกลุ่มทดลองจะได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดแบบเดิมร่วมกับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจโดยอุปกรณ์ Threshold Inspiratory Muscle Trainer ๑๐ ครั้งต่อเซต ๓ เซต วันละ ๑ ครั้ง ทุกวัน แรงต้านที่ใช้คือ ร้อยละ ๕๐ ของ P_{Imax} ผลการศึกษาพบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า (MIP) ในกลุ่มควบคุม มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่วันแรกหลังผ่าตัด จนถึงวันที่ผู้ป่วยออกจากโรงพยาบาล เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนผ่าตัด (preoperative) ($p = 0.001$) ขณะที่ในกลุ่มทดลอง (RMT) มีค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า (MIP) ลดลงในวันแรกหลังผ่าตัด ($p = 0.001$) เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการผ่าตัด และกลับเพิ่มขึ้นในวันที่ผู้ป่วยออกจากโรงพยาบาล เท่ากับก่อนผ่าตัด และมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มฝึกและกลุ่มควบคุมในวันที่ผู้ป่วยออกจากโรงพยาบาล ($p = 0.001$) แสดงให้เห็นว่าการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าภายหลังการผ่าตัด สามารถคงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าได้ใกล้เคียงกับก่อนผ่าตัด^๙ นอกจากนี้จากการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า ภายหลังการผ่าตัดหัวใจแบบเปิดจะส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจลดลง^{๑๐, ๑๑, ๑๒} ซึ่งอาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ ได้แก่ การเกิดภาวะ phrenic nerve dysfunction จากการผ่าตัดแบบ median sternotomy ซึ่งส่งผลต่อกล้ามเนื้อกะบังลม ทำให้ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลมลดลง^{๑๐} รวมทั้งบริเวณแผลผ่าตัดก็ส่งผลต่อกล้ามเนื้อหายใจโดยตรง นอกจากนี้ผลของยาสลบยยังมีผลต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อหายใจ^{๑๑} รวมทั้งการผ่าตัดทำทางเบี่ยงหลอดเลือดหัวใจ

โดยใช้หลอดเลือด left internal mammary artery ยังส่งผลให้ปริมาณเลือดไปยัง left phrenic nerve ลดลง เกิดภาวะ unilateral diaphragmatic dysfunction ตามมา^{๑๒} อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่า MIP ของกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนและหลังผ่าตัดนั้น แสดงถึงการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าครั้งนี้สามารถคงสภาพความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าได้ แต่ไม่สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าได้ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า ซึ่งการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าจะฝึกโดยการให้แรงต้านในการหายใจเข้า ส่งผลให้เมื่อหายใจเข้าต้องออกแรงในการหายใจมากกว่าปกติ โดยแรงต้านที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดการปรับตัวของ muscle fibers (Ila) ทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น^{๑๓} ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา^{๑๔, ๑๕} อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ สามารถคงสภาพความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าได้ แต่ไม่สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าได้ภายหลังการฝึก ดังเช่นการศึกษาที่ผ่านมา^{๑๖, ๑๗, ๑๘} ซึ่งอาจเกิดจากหลายปัจจัย เช่น ระยะเวลาในการฝึก จำนวนครั้งที่ฝึกและน้ำหนักที่ใช้ในการฝึกหรือจำนวนผู้เข้าร่วมวิจัยมีน้อยเกินไป และเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มภายหลังการผ่าตัดพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งอาจเกิดจากจำนวนผู้เข้าร่วมงานวิจัยที่น้อยเกินไปทำให้ไม่เห็นความแตกต่างระหว่างกลุ่มภายหลังการผ่าตัด

การศึกษานี้มีข้อจำกัด คือ จำนวนผู้เข้าร่วมวิจัยที่เข้าร่วมจนจบโครงการวิจัยมีจำนวนน้อยเนื่องจากผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจแบบเปิดบางส่วนมีโรคประจำตัวที่ส่งผลต่อการวิจัย รวมทั้งในบางรายมีภาวะแทรกซ้อนภายหลังการผ่าตัด ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกได้ครบระยะเวลาที่กำหนดไว้ในโครงการวิจัย

นอกจากนี้การศึกษานี้นอนาคต ควรศึกษาผลการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าในผู้ป่วยภายหลังการผ่าตัดหัวใจแบบเปิด โดยเพิ่มจำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัยเพิ่มมากขึ้น หรือมีการติดตามผลการฝึกหรือทำการฝึกในผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจแบบเปิดที่ออกจากโรงพยาบาลแล้ว เพื่อศึกษาความสามารถในการทำกิจกรรมหลังจากออกจากโรงพยาบาล รวมทั้งอาจทำการศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าก่อนผ่าตัด

การผ่าตัดหัวใจแบบเปิดส่งผลให้สมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจมีค่าลดลง แม้ว่าจะได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัด แต่การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าร่วมกับการรักษาทางกายภาพบำบัดสามารถทำให้คงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าได้ภายหลังการผ่าตัดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการกายภาพบำบัดแบบปกติเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าจึงอาจเป็นวิธีการรักษาเพิ่มเติมจากการให้การรักษาทางกายภาพบำบัดแบบปกติได้เพื่อคงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าในผู้ป่วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัย ประเภททุนวิจัยทั่วไป มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์บุลวัชร หอมวิเศษ สำหรับที่ปรึกษาโครงการวิจัย นางสาวณัฏชา อนันตโชติ นางสาวศศิวิมล โสภานันท์ นางสาวอรณัฐ สุขโข นางสาวธนาภรณ์ เสริมพีช นางสาวธัญชนก พงศ์านนท์ และนางสาวศรีพัชรินทร์ เอี่ยมหว่า สำหรับผู้ช่วยเก็บข้อมูลวิจัย โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ สำหรับสถานที่ในการทำวิจัย รวมทั้งผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

๑. Head SJ, Kieser TM, Falk V, Huysmans HA, Kappetein AP. Coronary artery bypass grafting: Part 1—the evolution over the first 50 years. *Eur Heart J* 2013;34:2862-72.
๒. Wynne R, Botti M. Postoperative pulmonary dysfunction in adults after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: clinical significance and implications for practice. *Am J Crit Care* 2004;13:384-93.
๓. Barros GF, Santos CS, Granado FB, Costa PT, Limaco RP, Gardenghi G. Respiratory muscle training in patients submitted to coronary arterial bypass graft. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2010;25:483-90.
๔. Ferreira PE, Rodrigues AJ, Evora PR. Effects of an inspiratory muscle rehabilitation program in the postoperative period of cardiac surgery. *Arg Bras Cardiol* 2009;92:275-82.
๕. Matheus GB, Dragosavac D, Trevisan P, Dacosta CE, Lopes MM, Ribeiro GC. Inspiratory muscle training improves tidal volume and vital capacity after CABG surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2012;27:362-9.
๖. Riedi C, Mora CT, Driessen T, Coutinho MC, Mayer DM, Moro FL, et al. Relation between respiratory muscle strength with respiratory complication on the heart surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2010;25:500-5.
๗. Savci S, Degirmenci B, Saglam M, Arian H, Inal-Ince D, Turan HN, et al. Short-term effects of inspiratory muscle training in coronary artery bypass graft surgery: a randomized controlled trial. *Scand Cardiovasc J* 2011;45:286-93.
๘. Patrick P, Bernhard W. Prophylactic respiratory physiotherapy after cardiac surgery: systematic review. *BMJ* 2003;327:1379-84.
๙. Stein R, Maia CP, Silveira AD, Chiappa GR, Myers J, Ribeiro JP. Inspiratory muscle strength as a determinant of functional capacity early after coronary artery bypass graft surgery. *Arch Phys Med Rehabil* 2009;90:1685-91.
๑๐. Haeffener MP, Ferreira GM, Barreto SS, Arena R, Dall'Ago P. Incentive spirometry with expiratory positive airway pressure reduces pulmonary complications, improves pulmonary function and 6-minute walk distance in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery. *Am Heart J* 2008;156:900.e1-e8.
๑๑. Weiner P, Zeidan F, Zamir D, Pelled B, Waizman J, Beckerman M, et al. Prophylactic inspiratory muscle training in patients undergoing coronary artery bypass graft. *World J Surg* 1998;22:427-31.

๑๒. Hulzebos EH, Helders PJ, Favie NJ, De Bie RA, Brutel de la Riviere A, Van Meeteren NL. Preoperative intensive inspiratory muscle training to prevent postoperative pulmonary complications in high-risk patients undergoing CABG surgery: a randomized clinical trial. *JAMA* 2006;296:1851-7.
๑๓. ปรียาภรณ์ สองศรี, ศศิภา บุรณพันธุ์ฤกษ์. ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าต่อความสามารถในการทำกิจกรรมในผู้ป่วยภายหลังการผ่าตัดหัวใจแบบเปิด. *วารสารกายภาพบำบัด* ๒๕๕๗;๓๖:๘๙-๙๖.
๑๔. สมาคมออร์เวชแห่งประเทศไทย. แนวทางการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยเครื่องสไปโรเมตริย์. กรุงเทพมหานคร: หจก. ภาพพิมพ์; ๒๕๕๕.
๑๕. Green M, Road J, Sieck GC, Similowski T. Tests of respiratory muscle strength: ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:518-624.
๑๖. Arena R, Cahalin LP. Evaluation of cardiorespiratory fitness and respiratory muscle function in the obese population. *Prog Cardiovasc Dis* 2014;56:457-64.
๑๗. McClean KM, Kee F, Young IS, Elborn JS. Obesity and the lung: 1. Epidemiology. *Thorax* 2008;63:649-54.
๑๘. Morsch KT, Leguisamo CP, Camargo MD, Coronel CC, Mattos W, Ortiz LDN, et al. Ventilatory profile of patients undergoing CABG surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2009;24:180-7.
๑๙. Moreno A, Castro R, Sorares P, Anna M, Cravo S, Nobrega A. Longitudinal evaluation the pulmonary function of the pre and postoperative periods in the coronary artery bypass graft surgery of patients treated with a physiotherapy protocol. *J Cardiothorac Surg* 2011;6:62.
๒๐. Efthimiou J, Butler J, Woodham C, Benson MK, Westaby S. Diaphragm paralysis following cardiac surgery: Role of phrenic nerve cold injury. *Ann Thorac Surg* 1991;52:1005-8.
๒๑. Siafakas NM, Mitrouska I, Bouros D, Georgopoulos D. Surgery and the respiratory muscles. *Thorax* 1999; 54:458-65.
๒๒. O'Brien JW, Johnson SH, VanSteyn SJ, Craig DM, Sharpe RE, Mauney MC, et al. Effects of internal mammary artery dissection on phrenic nerve perfusion and function. *Ann Thorac Surg* 1991;52:182-8.

Abstract

Effect of respiratory muscle training on lung function and respiratory muscle strength in patients undergoing open heart surgery

Sasipa Buranapuntalug, Preeyaphorn Songsorn

Physical Therapy Department, Faculty of Allied Health Sciences, Thammasat University

Introduction: Physical therapy is one treatment for decreased complications after open heart surgery. The effect of respiratory muscle training combined with physical therapy treatment in patient undergoing open heart surgery has conflict in many training factors. Therefore, this study aimed to investigate the effect of inspiratory muscle training (IMT) on spirometry and respiratory muscle strength in patient undergoing open heart surgery.

Method: Fourteen subjects who undergoing open heart surgery were assigned randomly into two groups: 8 patients in the training group and 6 patients in the control group. All subjects received a physical therapy program. In addition, subjects in the training group received inspiratory muscle training (IMT) by Inspiratory threshold-loading device, spirometry (FVC, FEV_1 and FEV_1/FVC), inspiratory and expiratory muscle strength (maximal inspiratory pressure; MIP & maximal expiratory pressure; MEP) were assessed preoperatively, and the eighth day after surgery in both groups.

Result: For the training group, MIP was not significantly different after operation (Pre: 76.50 ± 10.24 cmH₂O, Post: 61.75 ± 7.87 cmH₂O, $p > 0.05$) when compared with pre-operation. However, in the control group, MIP was significantly reduced after operation (Pre: 67.50 ± 2.92 cmH₂O, Post: 53.00 ± 5.23 cmH₂O, $p \leq 0.05$) compared with pre-operation. Furthermore, spirometry was significantly decreased after operations in both groups ($p \leq 0.05$).

Discussion and Conclusion: Inspiratory muscle training combined with physical therapy program in patient undergoing open heart surgery can maintain inspiratory muscle strength when compared with pre-operation. Therefore, IMT may be an additional treatment in patients undergoing open heart surgery, to increase respiratory muscle strength.

Key words: Inspiratory muscle training, Respiratory muscle strength, Open heart surgery, Physical therapy