บทความทั่วไป

เทคนิคการรักษาทางกายภาพบำบัดทรวงอก
(Chest Physical Therapy Techniques)

นัฏฐกาล ลีลารุ่งระยับ*

บทบาทของนักกายภาพบำบัดต่อผู้ป่วยที่มีปัญหาทางระบบหายใจยังคงมีความสำคัญตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน ทั้งผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลและกลับไปสู่ชุมชนหรือครอบครัวแล้ว

เทคนิคการรักษาและการตรวจประเมินผู้ป่วยทางระบบหายใจต่างๆ เป็นส่วนสำคัญต่อแผนการรักษาในผู้ป่วยประเภทต่างๆ ได้แก่ผู้ป่วยโรคปอด โรคหลอดเลือดและหัวใจ หรือผู้ป่วยประเภทอื่นๆ เช่น โรคทางระบบการเดินอาหารหรือระบบประสาทเป็นต้น[1]

เทคนิคทางกายภาพบำบัดที่นำมาประยุกต์ใช้ในการรักษาในผู้ป่วยทางระบบหายใจ มีความจำเพาะและแตกต่างไปจากเทคนิคการรักษาในผู้ป่วยทางระบบอื่นๆ เช่น ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อหรือระบบประสาท โดยเทคนิคพื้นฐานที่นำมาใช้ยังคงเป็นเทคนิคที่ใช้ในอดีต ปัจจุบันรวมเรียกว่า Manual lung hyperinflation (MH)[2] เป็นเทคนิคที่ใช้เพื่อช่วยขับเสมหะและทำให้ปอดขยายตัว แต่มีความแตกต่างกันไปตามเทคนิค บางครั้งเทคนิคนี้เรียกว่า Application of active cycle of breathing techniques[3] ซึ่งประกอบด้วย การเคาะปอด การสั่นปอด การจัดท่า เป็นต้น หรือใช้อุปกรณ์ช่วยต่างๆ มาใช้ร่วมด้วย เพื่อให้ได้ประสิทธิผลการรักษาและการฟื้นฟูระบบหายใจให้ได้มากที่สุด โดยที่เทคนิคพื้นฐานประกอบด้วย[4]

1. การจัดท่าระบายเสมหะ (Postural drainage)
2. การจัดท่าทาง (Positioning)
3. การเคาะปอด (Percussion) และการสั่นปอด (Vibration)
4. การฝึกการหายใจ (Breathing training)
5. การฝึกการไอ (Coughing training)
6. การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle training)
7. การออกกำลังกาย (Exercise) เป็นต้น

สำหรับอุปกรณ์ที่ได้นำมาใช้ร่วมกับเทคนิคพื้นฐานได้แก่ Incentive spirometer เช่น Vodyne หรือ Triflo เป็นต้น , Flutter , Respiratory muscle trainer, Thera band, Cycling, Treadmill, Arm หรือ Leg ergometer เป็นต้น

* ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์

การตรวจร่างกาย (Assessment)

การตรวจร่างกายโดยทั่วไปยังคงประกอบด้วย การดู การคลำ การเคาะ การฟังและประเมินสมรรถภาพอื่นๆ

ส่วนใหญ่แล้วการสรุปปัญหาจากการตรวจร่างกายตามเอกสารหรือตำรายังคงมีความถูกต้องและสำคัญอย่างมาก และยังใช้ในการรักษาในปัจจุบันเช่นเดิม แต่ได้พบรายงานการตรวจที่แตกต่างไปบ้าง เช่นการรายงานผลการตรวจผู้ป่วยเด็กที่มีปัญหาเสมหะในปอดในรูปแบบ 3 แบบคือ Infiltration, Consolidation และ Atelectasis[5] ในเด็กจำนวน 11 ราย โดยการสังเกตการขยายตัวของทรวงอก การเคาะเพื่อหาความหนาแน่น และการฟังเสียงลมในปอด พบว่าจากภาพถ่ายรังสีทรวงอกที่แสดงลักษณะ Infiltration 3 รายและ Atelectasis 3 ราย เมื่อทำการเคาะจะได้เสียง Hyperresonance ถึง 2 ราย นอกจากนี้แล้วยังตรวจพบว่าในส่วนปอดที่มีปัญหาจำนวน 8 ราย สังเกตว่ามีการขยายตัวของทรวงอกมากกว่าข้างปกติ ถึง 5 ราย โดยปกติแล้วการแปลผลการมี Hyperresonance จะพบได้ในภาวะที่มีลมในช่องเยื่อหุ้มปอด (Pneumothorax) มากกว่า และการขยายตัวในส่วนปอดที่เป็นปัญหาน่าจะน้อยกว่าข้างผิดปกติ ในรายงานดังกล่าวยังไม่สามารถอธิบายกลไกการเกิดได้

การตรวจประเมิน Capillary refilling time (CRT)[6] ในเด็กปกติที่มีอายุ 1 ถึง 7 วันหลังคลอด จำนวน 469 คน โดยประเมินที่บริเวณกลางอก, กลางหน้าผาก และที่ฝ่ามือและหลังส้นเท้า จากการกดค้างไว้เป็นเวลา 5 วินาทีแล้วปล่อย พบว่าระยะการคืนตัวของสีผิวหลังการกดมีความแตกต่างกันไปคือ ในเด็กที่ได้รับแสง (Phototherapy) จะมีค่า Refilling time โดยเฉลี่ยมีค่า 1.82 ± 0.34 ถึง 2.01 ± 0.423 วินาที และที่ศีรษะ โดยเฉลี่ย 1.59 ± 0.36 ถึง 1.83 ± 0.31 วินาที ตามลำดับ

ในการประเมินผลการรักษาทางกายภาพบำบัดได้ โดยการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของลักษณะของเสมหะ[7] จากการใช้ตัวติดตาม (Radioactive tracer) ทำให้ทราบถึงอัตราการเคลื่อนตัวของเสมหะ (Transport rate of mucus) ได้ดี

การประเมินการเคลื่อนไหวของทรวงอกหรือการขยายตัวของทรวงอก เป็นการประเมินเพื่อบ่งบอกปริมาตรอากาศเข้าออกปอดได้อย่างหนึ่ง จากการศึกษา[8] ทราบระดับของการติดแข็งของการขยายตัวของทรวงอกในระดับทรวงอกต่างกันคือที่ระดับกระดูกคอที่ 4 (T4), กระดูกอกที่ 7 (T7) และกระดูกอกที่ 10 (T10) พบว่าการติดแข็งในแนวหน้าหลัง (PA stiffness) ที่ระดับ T4, T7 และ T10 มีค่าเท่ากับ 9.1, 10.7 และ 11.4 นิวตันต่อมิลลิเมตร ตามลำดับ แสดงว่าในภาวะปกติการขยายตัวของทรวงอกจะมีความแตกต่างกัน ทรวงอกบริเวณทรวงอกส่วนบน,กลางและล่างจะมีการขยายตัวได้น้อยไปสู่มากตามลำดับ

ความแม่นยำในการตรวจประเมินด้วยการฟังเสียงลมในปอด (Auscultation)[9] เป็นการตรวจที่บ่งบอกความผิดปกติในปอดได้ค่อนข้างแม่นยำและเที่ยงตรง แต่การประเมินขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความเข้าใจในพยาธิสภาพของโรคนั้น เพราะเพียงเสียงเดียวกัน แต่ในโรคที่ต่างกันการวางแผนการรักษาก็ต่างกัน เช่น ผู้ป่วยที่เป็นโรคนิวโมเนีย (Pneumonia) และ Cystic fibrosis เสียงที่ฟังได้อาจเป็น Fine crepitation ได้ แต่การรักษาต่างกันแน่นอน หากเป็นนิวโมเนีย อาจต้องทำการจัดท่าระบายในปอดส่วนนั้นและทำการเคาะเพื่อระบายเสมหะ หากเป็น Cystic fibrosis เสียงที่ได้เป็นเสียงจากเนื้อเยื่อที่ถุงลมเสียดสีกัน การให้การรักษาดังกล่าว อาจไม่ใช่เป็นเป้าหมายหลัก ซึ่งต้องเปลี่ยนเทคนิคอื่นๆที่เหมาะสมกว่า

จากที่กล่าวไป ระยะเวลาการทำงานของ

นักกายภาพบำบัดจึงเป็นสิ่งสำคัญต่อประสบการณ์ทางด้านความแม่นยำในการฟังเสียง ได้มีการศึกษาโดยแบ่งกลุ่มนักกายภาพบำบัด ออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นนักกายภาพบำบัดที่มีประสบการณ์ 5 ปี กลุ่มที่ 2 มีประสบการณ์ประมาณ 2 ปี กลุ่มที่ 3 มีประสบการณ์บ้าง แต่ทำงานในระบบอื่นๆ และกลุ่มที่ 4 เป็นนักกายภาพบำบัดเพิ่งจบการศึกษาใหม่ เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการฟังเสียงลมในปอดเทียบกับเสียงลมในปอดจากเทปหรือตำราที่ใช้ในการสอนที่เป็นมาตรฐานแล้ว พบว่ามีความแตกต่างกัน โดยที่ในกลุ่มที่ 1 ที่มีประสบการณ์มากที่สุด จะมีค่าคะแนนไม่แตกต่างกัน ทั้งก่อนและภายหลังการทดสอบจากการให้ฟังจากเทป ซึ่งต่างไปจากกลุ่มที่เพิ่งจบการศึกษาใหม่และทำงานมาน้อยกว่า ที่มีคะแนนเพิ่มขึ้นภายหลังการให้ฟังเทปเฉลย อันเนื่องมาจากการฟังเสียงในการรักษาผู้ป่วยจริงและเสียงในเทปมีความแตกต่างกัน ทำให้การตัดสินใจในเสียงที่ฟังได้ต่างไปและขึ้นอยู่กับการปรับเปลี่ยนแนวความคิดและประสบการณ์การตรวจร่างกาย

เทคนิคการรักษา (Basic techniques)

จากเทคนิคการรักษาข้างต้น ได้มีการศึกษาวิจัยผลการใช้เทคนิคพื้นฐานในกลุ่มผู้ป่วยต่างๆ ที่น่าสนใจได้แก่

1. การจัดท่าระบายเสมหะ (Postural drainage)

การจัดท่าเพื่อระบายเสมหะในส่วนต่างๆ ยังคงใช้หลักการพื้นฐานของแรงดึงดูดของโลกและแนวของท่อทางเดินหายใจ เพื่อให้เสมหะเคลื่อนมายังท่อทางเดินหายใจส่วนต้นแล้วนำออกมาด้วยวิธีการดูดเสมหะหรือให้ผู้ป่วยไอออกมาเอง โดยที่ข้อควรระวังในการใช้เทคนิคยังคงเช่นเดิม[1] ได้แก่ เด็กแรกเกิดใหม่ๆ ภายหลังผ่าตัดศีรษะหรือช่องท้องมีความดันภายในกะโหลกศีรษะเพิ่มขึ้น หรือมีของเหลวในกระเพาะอาหารมากเกินไป เป็นต้น แต่ได้มีการศึกษาถึงผลกระทบจากการจัดท่าระบายเสมหะต่างๆ ได้แก่

ได้มีการศึกษาการเกิดการสำลักของเหลว (Gastro-oesophageal reflux) จากการจัดท่าระบายเสมหะในท่าศีรษะต่ำในเด็กที่เป็นโรค Cystic fibrosis[10] จำนวน 11 คน ที่มีอายุในช่วง 1 ถึง 27 เดือน โดยใช้เครื่องมือ Oesopharygeal pH monitoring พบว่าในระหว่างการจัดท่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ที่วัดได้ ซึ่งแสดงว่าการจัดท่าระบายเสมหะไม่ได้มีส่วนทำให้เกิดการสำลักของของเหลวในกระเพาะมายังในหลอดอาหารส่วนบน

ผลการศึกษาผู้ป่วยเด็กที่เกิดภาวะ Acute lobar atelectasis[11] โดยให้การรักษาเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ให้การจัดท่า เคาะปอด และกลุ่มที่ 2 ไม่ต้องจัดท่าและเคาะปอด ซึ่งทั้งสองกลุ่มต้องทำการดูดเสมหะและใช้ Hyperinflation เพื่อนำเสมหะออกมา พบว่าการจัดท่าและการเคาะปอดร่วมกับการดูดเสมหะช่วยทำให้ปอดขยายได้มากกว่าคือร้อยละ 60.1 เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 2 ร้อยละ 7.6 เมื่อประเมินจากภาพถ่ายรังสีทรวงอก

จากการศึกษาผลการจัดท่าระบายเสมหะในผู้ป่วยชายที่จะได้ทำ Cholecystectomy[12] ผู้ป่วยรายหนึ่งอายุ 81 ปี ซึ่งมีภาวะความดันต่ำ, ขาดออกซิเจน, มี ST level depression นอกจากนี้ยังมีภาวะ Pulmonary edema ตรวจพบ Edema-fluid protein ปริมาณ 303 กรัมต่อเดซิลิตร ผลการจัดท่าระบายเสมหะช่วยทำให้ปอดมี Oxygenation ดีขึ้น และสามารถนำท่อช่วยหายใจออกในวันที่ 6 และออกจากโรงพยาบาลได้ในวันต่อมา

จากการศึกษาผลของการจัดท่าระบาย

เสมหะทำให้ทราบถึงผลที่อาจเกิดขึ้นทั้งประโยชน์และข้อด้อย เพื่อนำมาปรับปรุงเทคนิคนี้ได้

2. การจัดท่าทาง (Positioning)

การจัดท่าทาง เป็นเทคนิคที่สามารถช่วยเพิ่มการระบายอากาศ และการแลกเปลี่ยนก๊าซได้ดี และยังเป็นการจัดท่าเพื่อช่วยในการระบายเสมหะ ได้มีงานวิจัยและศึกษาเกี่ยวกับผลของการจัดท่าทางที่น่าสนใจได้แก่

การนำเทคนิคการจัดท่าในผู้ป่วยต่างๆ เช่น ผู้ป่วยผ่าตัดช่องท้อง ที่อ้วน[13] จำนวน 9 ราย โดยช่วง 3 วันแรกหลังการผ่าตัด ได้ให้ผู้ป่วยอยู่ในท่าต่างๆคือ ท่านั่งกึ่งหงาย, นอนตะแคงศีรษะราบปกติและท่านอนตะแคงศีรษะต่ำประมาณ 15 องศา พบว่าในช่วงหลังผ่าตัดในวันแรกจะมีค่า Oxygen saturation ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างท่านั่งกึ่งหงายกับท่านอนตะแคงศีรษะราบปกติ ส่วนในท่านอนตะแคงศีรษะต่ำประมาณ 15 องศาและท่านอนตะแคงศีรษะราบไม่แตกต่างกันมากนัก

นอกจากนี้ได้มีการนำเทคนิคการจัดท่า ร่วมกับการฝึกหายใจ และการไอ เพื่อช่วยระบายของเหลวและลมในช่องเยื่อหุ้มปอดในผู้ป่วยหลังผ่าตัดลอกเอาเยื่อหุ้มปอดออก (Decortication)[14] การใช้ภาพถ่ายรังสีทรวงอก มาประเมินตำแหน่งของปลายสายระบายทรวงอกและปริมาณของเหลวหรือลมได้ จากนั้นจัดท่า ตามด้วยการหายใจเข้าออกแรงๆ การเคลื่อนไหวทรวงอก และการไอเพื่อเพิ่มแรงดันช่วยทำให้ของเหลวหรือลมในช่องเยื่อหุ้มปอดไหลออกมาให้มากที่สุด พบว่าช่วยทำให้ปอดขยายตัวได้ใน 2-3 วัน และช่วยให้แพทย์สามารถนำท่อระบายทรวงอก ออกได้ภายใน 5 วัน นอกจากนี้แล้วยังช่วยทำให้ค่า Functional vital capacity, Forced expiratory volume ที่วินาทีที่ 1 และสัดส่วนของ FEV1 ต่อ FVC มีค่าเพิ่มขึ้น และสามารถออกจากโรงพยาบาลได้เร็วขึ้น โดยเทคนิคดังกล่าวจะทำอย่างเป็นขั้นตอนและระมัดระวัง ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับเทคนิคเดิมที่เรียกว่า Swedish pleurisy exercise แต่เทคนิคนี้จะมีความแม่นยำกว่า เนื่องจากทราบตำแหน่งของปลายสาย ไม่ต้องจัดท่าซ้ำ

จากเทคนิคการจัดท่าดังกล่าว ทำให้ทราบถึงการประยุกต์ท่าในการระบายของเหลวหรือลมในช่องเยื่อหุ้มปอดได้ และยังทราบถึงผลประโยชน์ของการแลกเปลี่ยนก๊าซได้

3. การเคาะปอด (Percussion)

การเคาะปอดหรือการสั่นปอดเป็นเทคนิคที่ช่วยในการขับเสมหะจากหลอดลมส่วนปลายมายังส่วนต้น ซึ่งสามารถทำได้ในกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถไอเองได้หรือไอไม่แรงพอ โดยอาศัยความถี่ในการเคาะ ได้มีการศึกษาในสัตว์ทดลองพบว่าความถี่ที่ให้ผลในการทำให้เสมหะเคลื่อนได้ดีที่สุด คือ 13 ครั้งต่อวินาที ทั้งในส่วนหลอดคอ (Trachea)[15] และหลอดลม (Bronchus)[16] หรืออาจอยู่ในช่วง 13 ถึง 15 ครั้งต่อวินาที การใช้เทคนิคนี้[1] มีข้อควรระวัง ได้แก่ ภาวะเกร็ดเลือดต่ำ มีเลือดออกภายในปอด หลอดลมตีบขั้นรุนแรง หรือ ภาวะกระดูกพรุนเป็นต้น

ได้มีการศึกษาการเคาะปอดในผู้ป่วย อายุ 18 ถึง 77 ปี ภายหลังการผ่าตัดช่องท้องส่วนบน[17] ในวันที่ 1, 3 และ 5 หลังการผ่าตัด จำนวน 61 ราย พบว่าค่า Peak expiratory flow rate (PEFR), Slow vital capacity (SVC) เพิ่มขึ้นในวันที่ 3 และ 5 หลังการผ่าตัดอย่างมีนัยสำคัญ

มีการศึกษาใช้เครื่องมือการเคาะปอดที่มีความถี่สูง (High frequency chest compression, HFCC) หรือ ThAIRapy Bronchial Drainage System[18] สามารถช่วยระบายเสมหะได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้การศึกษาโดยใช้ HFCC ในเด็กที่เป็นโรค Cystic fibrosis[19] จำนวน 50 ราย พบว่าทำให้ปริมาตรอากาศในปอดที่ได้จากการ

ตรวจด้วย Pulmonary function test มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ผลการรักษาเมื่อเทียบกับการรักษาแบบเดิม (Conventional physical therapy) ไม่ต่างกันเลย นอกจากนี้การศึกษาผลการใช้ HFCC หรือ ThAIRpay System[21] เพื่อระบายเสมหะ โดยทำให้ผู้ป่วยจำนวน 9 รายและวัดการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเสมหะ สัญญาณชีพ พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดท่าระบายเสมหะและเคาะปอดแล้ว มีส่วนช่วยในการระบายเสมหะได้ ไม่แตกต่างไปจากการจัดท่าระบายเสมหะและการเคาะปอด

มีการศึกษาผลการเคาะปอด (Manual chest percussion)[20] ในผู้ป่วยจำนวน 9 ราย เพื่อระบายเสมหะ พบว่าการจัดท่าระบายเสมหะและการไอแรงจะทำให้ขับเสมหะออกมาได้ด้วยอัตรา 0.931 กรัมต่อนาที เมื่อทำการเคาะปอดร่วมด้วย จะช่วยทำให้มีเสมหะขับออกมาได้มากขึ้นถึง 1.040 กรัมต่อนาที

ความถี่ในการเคาะปอด ยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัด ซึ่งในทางปฏิบัติแล้ว ความถี่ และระยะเวลาในการเคาะ ต้องปรับเปลี่ยนตามสภาพของผู้ป่วย และสังเกตว่าได้มีการพัฒนาเครื่องมือช่วยในการเคาะต่างๆ ซึ่งสามารถช่วยระบายเสมหะได้เช่นกัน แต่ผลการศึกษายังไม่พบความแตกต่างไปจากการใช้มือเคาะ

4. การฝึกการหายใจ (Breathing exercise)

การฝึกการหายใจ จะช่วยทำให้ปริมาณอากาศในปอดเพิ่มขึ้น ทำให้รู้สึกผ่อนคลาย และยังช่วยป้องกันภาวะปอดแฟบ ที่สำคัญช่วยทำให้กล้ามเนื้อทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลักษณะการหายใจมีหลายรูปแบบด้วยกันเช่น หายใจด้วยทรวงอก (Thoracic expansion exercise) หรือด้วยกล้ามเนื้อกะบังลม (Diaphragmatic breathing exercise) อาจใช้ร่วมกับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น Incentive spirometer เป็นต้น ได้มีการศึกษาผลการใช้เทคนิคนี้ที่น่าสนใจต่างๆ สรุปได้ดังนี้

การศึกษาเปรียบเทียบการหายใจ 3 แบบคือ หายใจเข้าลึกปกติ (Deep breathing) ในผู้ป่วยอายุเฉลี่ย 35.8 ปี จำนวน 10 ราย การหายใจด้วยกล้ามเนื้อกะบังลม ในผู้ป่วยอายุเฉลี่ย 38.6 ปี จำนวน 10 ราย และใช้อุปกรณ์ Triflo incentive spirometer ในผู้ป่วยอายุเฉลี่ย 34 ปี จำนวน 7 ราย [22] ไม่พบความแตกต่างของอัตราการหายใจ อัตราการเต้นของหัวใจและ PEFR ในระหว่างกลุ่มดังกล่าว

การศึกษาผลการฝึกการหายใจด้วยกล้ามเนื้อกะบังลม[23] ในผู้ป่วยหลังผ่าตัด Cholecystectomy โดยการใช้ Plethysmography เพื่อเปรียบเทียบปริมาตรอากาศในช่องท้องและทรวงอกในผู้หญิงจำนวน 8 ราย พบว่าหลังผ่าตัดจะทำให้กล้ามเนื้อกะบังลมทำงานลดลง ซึ่งจะมีผลทำให้ปอดส่วนล่างแฟบและเกิดการติดเชื้อได้

การศึกษาผลการหายใจ ร่วมกับการไอ ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจ[24] โดยให้การรักษาจำนวน 2 ครั้งต่อวัน ในช่วงหลังผ่าตัด 2 วันแรก และจำนวน 1 ครั้งต่อวันในวันที่ 3 และ 4 หลังผ่าตัด ไม่พบความผิดปกติใด เช่น ไข้ ขาดออกซิเจน หรือความผิดปกติจากภาพถ่ายรังสีทรวงอก

การประยุกต์รูปแบบการหายใจแบบต่างๆ กัน[25] ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดช่องท้องที่มีลักษณะอ้วน จำนวน 22 ราย เปรียบเทียบกับคนที่ไม่อ้วน จำนวน 21 คน ซึ่งเทคนิคการหายใจสามารถประยุกต์ได้ต่างๆคือ (1) การหายใจโดยไม่มีแรงต้านใด (2) Positive expiratory pressure (PEP) ที่มีแรงต้านประมาณ 15 เซนติเมตรน้ำ ในช่วงหายใจออก (3) การหายใจ เข้าโดยมีแรงต้านประมาณ -10 เซนติเมตรน้ำ ผลการศึกษาพบว่า การหายใจเพียงอย่างเดียวจะทำให้ค่า Functional residual capacity (FRC) มีค่าน้อยกว่าจากการฝึกด้วย

PEP และการหายใจเข้าเพียงอย่างเดียวร่วมกับมีแรงต้าน

การศึกษาเปรียบเทียบผลการหายใจแบบหายใจเข้าลึกปกติ กับการหายใจ ด้วยกล้ามเนื้อกะบังลม ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจ[26] ที่มีอายุ 15-70 ปี ไม่พบความแตกต่างกันของอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ ความดันโลหิตและ PEFR แต่ค่าดังกล่าวจะกลับสู่ปกติภายใน 5 วันหลังผ่าตัด

จากการศึกษาดังกล่าว ทำให้ทราบว่าเทคนิคการหายใจด้วยวิธีต่างๆ ยังคงให้ผลที่ไม่แตกต่างกันมากนัก และทำให้ปริมาตรอากาศในปอดเพิ่มขึ้น มีข้อสังเกตว่า ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดทรวงอกใหม่ การหายใจด้วยกล้ามเนื้อกะบังลม จะช่วยป้องกันการเกิดภาวะปอดแฟบได้ดี ซึ่งอาจจะช่วยลดภาวะความเจ็บปวดได้นั่นเอง

5. การไอ (Coughing)

การไอ เพื่อขับเสมหะออกมาเป็นเทคนิคที่ใช้กันมานานแล้ว[27] แต่จะทำได้ในผู้ใหญ่หรือวัยรุ่นมากกว่า โดยทำร่วมกับการหายใจ แบบ Glossopharyngeal breathing ในผู้ป่วยอัมพาตแขนและขา จะช่วยในการขับเสมหะออกมาได้ ซึ่งบางครั้งหากผู้ป่วยไม่สามารถไอได้แรงก็ใช้วิธีการขับเสมหะที่ เรียกว่า Huffing ได้เช่นกัน

ได้มีการนำเทคนิคเฉพาะที่เรียกว่า Positive expiratory pressure techniques[28] มาใช้ในกลุ่มผู้ป่วยที่เป็น Primary ciliary dyskinesia เพื่อช่วยการระบายเสมหะออกมาได้ดีขึ้น

การศึกษาผลการไอแรงๆ (Forced expiratory manoeuvers)[29] ซึ่งช่วยขับเสมหะในผู้ป่วยที่เป็นโรคปอดเรื้อรังและผู้ป่วย Cystic fibrosis ปัจจัยสำคัญในการช่วยทำให้เทคนิคนี้มีประสิทธิภาพมากหรือน้อย คือ ระดับการอุดตันของทางเดินหายใจ ปริมาตรอากาศในปอด และแรงดันที่ปาก

การไอแรงๆ หรือการทำ Forced expiratory techniques (FET)[30] ร่วมกับการจัดท่าระบายเสมหะในผู้ป่วยโรคปอดเรื้อรังจำนวน 14 ราย โดยให้ฝอยละอองที่มี 99mTc-labelled albumin colloid และดูผลการเปลี่ยนแปลงโดยการใช้กล้องที่ใช้แสงแกมม่าในการตรวจสอบ พบว่าการใช้ FET ร่วมกับการจัดท่าระบายเสมหะจะช่วยเสมหะที่คั่งค้างในปอดลดลงมากกว่าการให้ FET เพียงอย่างเดียว

จะสังเกตว่าการไอ เป็นเทคนิคที่ต้องใช้ร่วมกับการจัดท่าระบาย การเคาะปอดและการสั่นปอด เพื่อช่วยให้เสมหะในส่วนปลายสามารถเคลื่อนมายังส่วนกลางก่อน หากการไอเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถนำเสมหะในส่วนปลายออกมาได้

6. การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle training)

การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ เป็นสิ่งสำคัญในโปรแกรมการออกกำลังกาย ซึ่งจะทำให้ผู้ป่วยมีการแลกเปลี่ยนก๊าซเพิ่มขึ้น และสามารถออกกำลังกายได้นานขึ้น การฝึกกล้ามเนื้อหายใจมีวิธีการฝึกแตกต่างกันไป[31] โดยการฝึกความแข็งแรงควรให้กล้ามเนื้อมีความยาวที่พอเหมาะในการหดตัวได้อย่างเต็มที่ซึ่งควรทำการยืดกล้ามเนื้อ (Stretching exercise) โดยเทคนิค Chest mobilization ก่อนแล้วจึงฝึกความแข็งแรง ในการฝึกความแข็งแรงสามารถทำได้หลายวิธี ตั้งแต่การใช้มือเป็นแรงต้านจนกระทั่งใช้แรงต้านในการสูดลมหายใจ (Resistive inspiration) ทำให้กล้ามเนื้อทำงานเพิ่มขึ้น มีอุปกรณ์ต่างๆได้แก่ Mouth-piece inspiratory maximum trainer (IMT), Incentive spirometer, Mask IMT[32] เช่นเดียวกับการศึกษาผลการฝึกในผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บที่กระดูกสันหลังส่วนคอที่ระดับที่ 3 และ 4[33] โดยให้การฝึกแบบ PEP ร่วมกับ Inspiratory muscle trainer เป็นเวลา 1 ปี พบว่าค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการหายใจเข้า มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 10 ซม.น้ำเป็น 40 ซม.น้ำ

การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ มีผลต่อการทำงานของระบบหายใจและหัวใจ ได้มีการเสนอแนะให้ฝึกเป็นเวลา 30 นาทีต่อครั้ง และฝึก 3 ถึง 7 วันต่อสัปดาห์[34] ในระดับความหนักปานกลาง

ได้มีการรายงานค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้งในการหายใจเข้าและหายใจออกจากค่า Maximum inspiratory pressure (Pimax) และ Maximum expiratory pressure (PEmax) ตามลำดับ จากการศึกษาค่า Pimax และค่า PEmax[35] ในวัยรุ่นชายไทย อายุ 18-25 ปี จำนวน 246 คน ได้ค่าเป็น 125±31 ซม.น้ำและ 12.04 ซม.น้ำ ตามลำดับ ส่วนในวัยรุ่นหญิง ได้ค่าเป็น 69±83 ซม.น้ำและ 71.7±9.76 ซม.น้ำ ตามลำดับ

จากผลการฝึกกล้ามเนื้อหายใจที่ได้ศึกษาไปดังกล่าว ยังไม่สามารถระบุ ลักษณะเฉพาะของโปรแกรม ได้แก่ความหนัก ระยะเวลา และความถี่ได้อย่างแน่ชัด อันเนื่องจากปัจจัยต่างๆ คือ ความแตกต่างของความรุนแรงของโรคและผู้ป่วยแต่ละประเภท ควรต้องปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมและอยู่ภายใต้การดูแลของแพทย์ พยาบาลหรือนักกายภาพบำบัดเฉพาะทางอย่างใกล้ชิด

7. การออกกำลังกาย (Exercise)

การออกกำลังกายมีหลายรูปแบบได้แก่ การฝึกความยืดหยุ่น (Flexibility), ความแข็งแรง (Strength) และความทนทาน (Endurance) ซึ่งสามารถฝึกทั้งในระยางค์ส่วนบน หรือระยางค์ส่วนล่าง หรือทั้งสองส่วนได้มีการศึกษาต่างๆ เช่น

การศึกษาผลการออกกำลังกายทั่วไปในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ในหอผู้ป่วยหนัก ในช่วงกำลังหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจ[36] พบว่าในการฝึกเดิน (Walking training) ร่วมกับการให้ออกซิเจนในปริมาณต่ำๆ สามารถช่วยให้ผู้ป่วยสามารถเดินได้ไกลขึ้นและเพิ่มช่วงระยะเวลาในการหยุดเครื่องช่วยหายใจได้นานขึ้น เช่นเดียวกับความจุปอด (Vital capacity) ที่เพิ่มขึ้น ถึงแม้จะหยุดให้การรักษาตัวแปรต่างๆ ยังคงเพิ่มขึ้นหรือคงที่ แต่ภายหลังต่อมาประมาณ 2 สัปดาห์ ผู้ป่วยไม่ได้รับการฝึกต่อจึงต้องกลับมาใช้เครื่องช่วยหายใจอีก

การศึกษาผลการออกกำลังกาย ในการช่วยการระบายเสมหะและช่วยทำให้ปอดทำงานได้ดีขึ้น โดยศึกษาในผู้ป่วยที่เป็นโรค Cystic fibrosis จำนวน 8 คน[37] โดยให้ออกกำลังกายก่อนเป็นเวลา 60 นาที ก่อนให้การรักษาอื่นๆ เช่นการจัดท่าระบายเสมหะ การเคาะปอด การฝึกหายใจ การไอเป็นต้น ทำการเปรียบเทียบปริมาตรเสมหะที่ได้จากการออกกำลังกาย ระหว่างการรักษาด้วยกายภาพบำบัดและหลังการรักษาด้วยกายภาพบำบัด พบว่าปริมาณเสมหะในช่วงออกกำลังกายได้จำนวน 21.5 กรัม และหลังการรักษาทางกายภาพบำบัดมีจำนวน 10 กรัม

การศึกษาผลของการให้โปรแกรมการออกกำลังกายในผู้ป่วยที่เป็น Idiopathic scoliosis[38] จำนวน 256 ราย โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ (1) อายุ 10-13 ปี จำนวน 278 คน ความจุชีพ (vital capacity) (2) อายุ 14-17 ปี จำนวน 264 คน (3) อายุ 18-24 ปี จำนวน 123 คน และ (4) อายุมากกว่า 24 ปี จำนวน 148 คน พบค่าเฉลี่ยความจุชีพเพิ่มขึ้นร้อยละ 18.94, 16.33, 5.11 และ 13.77 ตามลำดับ นอกจากนี้แล้วการขยายตัวของทรวงอกเพิ่มขึ้นมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 4 กลุ่ม

จากผลการศึกษาดังกล่าว ทำให้เห็นประโยชน์อย่างมากจากการออกกำลังกาย ทำให้ความแข็งแรง ความทนทานเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โปรแกรมการออกกำลังกายต้องใช้เวลาและทำอย่างต่อเนื่อง จำเป็นต้องได้รับแรงกระตุ้นจากแพทย์ พยาบาลหรือนักกายภาพบำบัด เพื่อให้ผู้ป่วยได้มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมไปในทางบวก

8. การใช้อุปกรณ์อื่นๆ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการรักษาได้แก่ Incentive spirometer, Positive expiratory, Triflo หรือ Vodyne ชนิดต่างๆ ได้นำมาใช้ในคนไข้ประเภทต่างๆ ได้ ได้แก่ ผ่าตัดช่องท้อง โรคปอดเรื้อรัง หรือ ผ่าตัดทรวงอก[39] ได้มีการเสนอแนะให้ใช้ Incentive spirometer[40]ในผู้ป่วยหลังผ่าตัด CABG จำนวน 185 ราย ประกอบการหายใจ การเคลื่อนย้ายและการไอ โดยทำจำนวน 4-5 ครั้งต่อเซต ทุกชั่วโมง

จากการศึกษาผลการให้ฝอยละอองทางการหายใจ ด้วย Ultrasonic nebulizer ในเด็กที่เป็นโรคปอดเรื่อรัง[41] พบว่าเมื่อเทียบกับเด็กควบคุมที่ไม่ได้ให้การรักษาใดๆเลย พบว่าภายหลังการให้ฝอยละออง กลุ่มผู้ป่วยเด็กดังกล่าวจะมีการอุณหภูมิ, การไอ, Stridor, Rales และภาพถ่ายรังสีทรวงอกเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีกว่าเด็กในกลุ่มควบคุมที่ได้รับยาเพียงอย่างเดียว แต่ผลการให้ฝอยละอองยังไม่ดีเท่าการจัดท่าระบายเสมหะร่วมกับการให้ฝอยละออง

การใช้อุปกรณ์ Flutter (Scandipharm, Birmingham, AL)[42] ในการขับเสมหะในผู้ป่วยที่เป็นโรค Cystic fibrosis จำนวน 5 ถึง 21 ปี โดยประเมินจาก Pulmonary function testing (PFTs) และ 6-min walk test ในวันที่ 7 และวันที่ 14 ช่วงอยู่ในโรงพยาบาล พบว่าการใช้ Flutter ช่วยทำให้ ค่า Forced vital capacity (FVC) และ Forced expiratory volume ที่ 1 วินาที (FEV1) มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุม แต่ในสัปดาห์ที่ 2 พบว่า FVC or FEV1 ไม่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่ Forced expiratory flow rate อยู่ระหว่าง 25-75% ของ Vital capacity (FEF25-75), 6-min walk distance, และ Resting arterial oxyhemoglobin saturation (Sat O_2) เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่จะเห็นได้ชัดเจนในสัปดาห์ที่ 2 ดังนั้นอุปกรณ์นี้จะมีผลชัดเจนในช่วงสัปดาห์แรก

การใช้อุปกรณ์ Flutter เพื่อช่วยระบายเสมหะ[43] ในผู้ป่วยโรคปอดเรื้อรังโดยให้ใช้อุปกรณ์เป็นเวลา 15 นาที แล้ววัดปริมาณเสมหะที่ได้ โดยประเมินจากลักษณะการไอและภาวะหายใจลำบาก และการวัด Peak expiratory flow rate ผลการศึกษาพบว่า ไม่มีความแตกต่างของลักษณะการไอ การหายใจลำบาก และ Peak expiratory flow ส่วนเสมหะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นในวันที่ 2 และ 3 หลังการใช้ Flutter

การใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Incentive spirometer ในการป้องกันภาวะปอดแฟบ[44] ภายหลังการผ่าตัดศีรษะและคอ พบว่าช่วยเพิ่มการทำงานของปอดได้ดี และเมื่อใช้กับผู้ป่วย Sickle cell disease[45] ที่มีอาการ Acute chest หรือ Back pain จำนวน 38 คน อายุตั้งแต่ 8 จนถึง 21 ปี โดยให้ทำ 10 ครั้งต่อการทำ ทุก 2 ชั่วโมง พบว่า Incentive spirometer สามารถป้องกันการเกิด Atelectasis และ Infiltrates ได้เช่นกัน

ได้มีการศึกษาการให้ความชื้น (Humidification) ร่วมกับการให้ออกซิเจน เพื่อระบายเสหมะ[46] ใน ผู้ป่วย Bronchiectasis จำนวน 7 ราย และวัดน้ำหนักของเสมหะและ FEV1 เมื่อให้ความชื้นเป็นเวลา 30 นาที และการจัดท่าระบายเสมหะเป็นเวลา 20 นาที แล้วให้ไอออกมาแรงๆ พบว่าการทำให้ได้ปริมาณเสมหะมากขึ้น เมื่อเทียบกับการให้การรักษาทางกายภาพบำบัดเพียงอย่างเดียว

จากการนำอุปกรณ์ต่างๆ มาใช้ ส่วนใหญ่แล้ว Incentive spirometer ได้แก่ Vodyne และ Triflo จะพบได้ในโรงพยาบาลทั่วไป แต่ยังไม่พบเกณฑ์หรือวิธีการที่เป็นมาตรฐานในการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว ในทางปฏิบัติแล้วนักกายภาพบำบัดหรือพยาบาลจะให้ผู้ป่วยฝึกตามความสามารถ ดังนั้นการใช้อุปกรณ์ดังกล่าวจึงยังคงเป็นลักษณะเฉพาะบุคคล

และยังไม่มีการนำอุปกรณ์ดังกล่าวมาใช้อย่างแพร่หลาย ต้องมีการศึกษาประโยชน์และความสะดวกของอุปกรณ์อีกมาก

ผลกระทบของการรักษาทางกายภาพบำบัด

ผลจากการรักษาทางกายภาพบำบัดในผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจ[47] จำนวน 9 ราย พบว่าภายหลังการให้การรักษาทางกายภาพบำบัด ค่าเฉลี่ยของความดันที่เข้าสู่ปอด (Peak inflation pressure) กับ Lung injury score เพิ่มขึ้นไปด้วยกัน และช่วยทำให้ PaO_2 มีค่าเพิ่มขึ้นและ $PaCO_2$ มีค่าลดลงได้

ผลกระทบของการรักษาทางกายภาพบำบัดในกลุ่มผู้ป่วยที่มีการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติ (Arrhythmias)[48] จำนวน 72 ราย ในห้อง ICU แบ่งออกได้เป็น 8 ราย ที่เกิด Major arrhythmias, 18 ราย เกิด Minor arrhythmias, และ 46 รายไม่พบอาการผิดปกติ ในการศึกษาพบเพียงว่าการจัดท่าระบายเสมหะและการเคาะในกลุ่มที่มี Major arrhythmias จะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญคือ ความดันเลือดลดลง, อัตราการหายใจลดลง และอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นได้ แต่ไม่พบในกลุ่มผู้ป่วยที่อื่นเลย ดังนั้นการรักษาผู้ป่วยที่เกิด Major arrhythmias ต้องระวังเป็นอย่างมาก ควรอยู่ภายใต้การดูแลของแพทย์

ประโยชน์ของการรักษาทางกายภาพบำบัด[49]

ผลการรักษาด้วยเทคนิคทางกายภาพบำบัดยังคงมีผลช่วยในด้านต่างๆ พอสรุปได้คือ

1. เพิ่มการระบายอากาศและการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจน
2. ลดการใช้ออกซิเจนในการทำงาน
3. ฝึกการควบคุมรูปแบบการหายใจ
4. ลดการใช้พลังงานในการหายใจ
5. เพิ่มความสามารถในการระบายเสมหะ
6. ป้องกันการคั่งค้างของเสมหะ
7. ส่งเสริมรูปแบบการไอที่มีประสิทธิภาพ
8. ส่งเสริมและเพิ่มความทนทานและความแข็งแรงของร่างกาย
9. ลดความเจ็บป่วยทั่วไป

บทสรุป

ข้อความทั้งหมด เป็นข้อมูลเพียงบางส่วนที่ได้มีการศึกษาและพัฒนาแนวทางในการตรวจประเมินและการใช้เทคนิคการรักษาในการรักษาผู้ป่วยทางระบบหายใจ และยังคงมีการศึกษา ที่จะช่วยในการพัฒนาแนวทางการรักษาผู้ป่วยทางระบบหายใจให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่ช่วยในการรักษาและฟื้นฟูสมรรถภาพระบบหายใจให้มากขึ้น เพื่อใช้เป็นมาตรฐานต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Prasad SA, Hussey J. Chest Physiotherapy Techniques and Adjusts to Chest Physiotherapy. Madras: Chapman&Hall, 1995: 67-80.
2. Denehy L. The use of manual hyperinflation in airway clearance. Eur Respir J 1999;14: 958-65.
3. Webber BA, Pryor JA. Physiotherapy Techniques. In: Physiotherapy for Respiratory and Cardiac Problems. 2nd ed. Toronto: Churchill Livingstone, 1998: 137-98.
4. van der Schans PC, van der Mark WT, Rubin KB. Chest Physical Therapy: Mucus Mobilizing Techniques in Pulmo-

nary Rehabilitation, Bach RJ (ed). Philadelphia: Hanley&Bellus, 1996: 232-41.

5. Leelarungrayub N, Pothongsunun P, Mahakkanukrauh P. Abnormal pulmonary assessment in paediatric patients. Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 1999; 32: 25-30.
6. Strozik KS, Pieper CH, Roller J. Capillary refilling time in newborn babies: normal values. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 1997; 76: F193-6.
7. van der Schans CP, Postma DS, Koeter GH, Rubin BK. Physiotherapy and bronchial mucus transport. Eur Respir J 1999; 13: 1477-86.
8. Edmondston SJ, Allison GT, Althorpe BM, McConnell DR, Samuel KK. Comparison of ribcage and posteroanterior thoracic spine stiffness: an investigation of the normal response. Manual Therapy 1999; 4: (in press).
9. Brooks D, Thomas J. Interrater reliability of auscultation of breath sounds among physical therapists. Phys Ther 1995; 75: 1082-8.
10. Phillips GE, Pike SE, Rosenthal M, Bush A. Holding the baby: head downwards positioning for physiotherapy does not cause gastroesophageal reflux. Eur Respir J 1998; 12: 954-7.
11. Stiller K, Geake T, Taylor J, Grant R, Hall B. Acute lobar atelectasis: a comparison of two chest physiotherapy regimens. Chest 1990; 98: 1336-40.
12. Toyama H, Hoshi K, Kobayashi T, Hashimoto K, Suzuki H, Matsukawa S, Hashimoto Y. The efficacy of postural drainage in a case of pulmonary edema following cholecystectomy. Masui 1997; 46: 503-7.
13. Bien MY, Zadai CC, Kigin CM, Hoaglin DC. The effect of selective drainage positions on oxygen saturation in obese patients after upper abdominal surgery. Chung Hua I Hsueh Tsa Chih (Taipei) 1993; 51: 183-92.
14. Leelarungrayub N, Mahakkanukrauh P. A new approach of respiratory physical therapy in a patient with empyema thoracis after decortication. Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 1998; 31: 200-6.
15. King M, Phillips DM, Gross D *et al.* Enhanced tracheal mucus clearance with high frequency chest wall compression. Am Rev Respir Dis 1983; 128: 511-5.
16. Chang HK, Webber ME, King M. Mucus transport by high frequency nonsymmetrical airflow. J Appl Physiol 1988; 65: 1203-9.
17. Kongwattananon J, Vinchitvejpaisal P, Jarungjitaree S, Maneenoy S. Effects of chest percussion with physiotherapy in smoker and non-smoker after upper abdominal surgery. Thai J Phys Ther 1997; 19: 162-87.
18. Butler S, O'Neill B. High frequency chest compression therapy: a case study. Pediatr Pulmonol 1995; 19: 56-9.
19. Arens R, Gozal D, Omlin KJ, Vega J, Boyd

KP, Keens TG, Woo MS. Comparison of high frequency chest compression and conventional chest physiotherapy in hospitalized patients with cystic fibrosis. Am J Respir Crit Care Med 1994; 150: 1154-7.

20. Gallon A. Evaluation of chest percussion in the treatment of patients with copious sputum production. Respir Med 1991; 85: 45-51.
21. Whitman J, van Beusekom R, Olson S, Worm M, Indihar F. Preliminary evaluation of high-frequency chest compression for secretion clearance in mechanically ventilated patients. Respir Care 1993; 38: 1081-7.
22. Jarunggitaree S. Different breathing techniques in cardiac surgery patients. Thai J Phys Ther 1996; 18: 5-11.
23. Chuter TA, Weissman C, Mathews DM, Starker PM. Diaphragmatic breathing maneuvers and movement of the diaphragm after cholecystectomy. Chest 1990; 97: 1110-4.
24. Stiller K, Montarello J, Wallace M, *et al.* Efficacy of breathing and coughing exercises in the prevention of pulmonary complications after coronary artery surgery. Curr Opin Otol&Hea Neck surg 1995; 3: 195-200.
25. Olsen MF, Lonroth H, Bake B. Effects of breathing exercises on breathing patterns in obese and non-obese subjects. Clin Physiol 1999; 19: 251-7
26. Charungjitaree S, Spisawaitakarn S, Sakulkaipeera S, Watianakomol S. Comparaison between diaphragmatic breathing and deel breathing in cardiac patients. Undersone Sternotomy 1995; 17: 17-28.
27. Pryor JA. Physiotherapy for airway clearance in adults. Eur Respir J 1999; 14: 1418-24.
28. Gremmo ML, Guenza MC. Positive expiratory pressure in the physiotherapeutic management of primary ciliary dyskinesia in paediatric age. Monaldi Arch Chest Dis 1999; 54: 255-7.
29. van der Schans CP. Forced expiratory manoeuvers to increase transport of bronchial mucus: a mechanistic approach. Monaldi Arch Chest Dis 1997 ; 52: 367-70.
30. Olseni L, Midgren B, Hornblad Y, Wollmer P. Chest physiotherapy in chronic obstructive pulmonary disease: forced expiratory technique combined with either postural drainage or positive expiratory pressure breathing. Respir Med 1994; 88: 435-40.
31. Leelerungrayub N. Respiratory muscle exercise in chest physical therapy. Bulle Chiang Mai Assoc Med Sci 1997; 30: 44- 56.
32. Stiller K, Hutt N. Respiratory muscle training for tetraplegic patients, A literature review. Austrailan J Physiother; 45: 291-9.
33. Ehrlich M, Manns PJ, Poulin C. Respira-

tory training for a person with C3-C4 tetraplegia. Australian J Physiother 1999; 45: 301-7.

34. Garritan SL. Physical therapy intervention for persons with chronic obstructive pulmonary disease. In: Bach JR (ed). Pulmonary Rehabilitation, Philadelphia: Hanley&Belfw, 1996: 85-98.
35. Jarungjitaree S, Chaipiyaporn N. Respiratory muscle strength in young Thai adult aged 18-25 years. Thai J Phys Ther 1996; 16: 102-111.
36. Leelarungrayub N, Ariyachaikul S, Taechasupamorn T, Mahakkanu-krauh P. A case study: therapeutic effects of physical therapy in a COPD patient on weaning from ventilator. Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 1999; 32: 31-42.
37. Baldwin DR, Hill AL, Peckham DG, Knox AJ. Effect of addition of exercise to chest physiotherapy on sputum expectoration and lung function in adults with cystic fibrosis. Respir Med 1994; 88: 49-53.
38. Weiss HR. The effect of an exercise program on vital capacity and rib mobility in patients with idiopathic scoliosis. Spine 1991;16: 88-93.
39. Scanlan CL, Realey A, Earl L. Lung expansion therapy. In: Egan's Fundamentals of Respiratory Care. 6th ed. Wiesbaden: Mosby, 1995: 742-7.
40. Crowe JM, Bradley CA. The effectiveness of incentive spirometer with physical therapy for high-risk patients after coronary artery bypass surgery. Phys Ther 1997; 77: 260-4.
41. Zhang LP, Li JY, Zhang ZX. Study of postural drainage of children with obstructive lung disease. Chung Hua Hu Li Tsa Chih 1997; 32: 559-61.
42. Gondor M, Nixon PA, Mutich R, Rebovich P, Orenstein DM. Comparison of Flutter device and chest physical therapy in the treatment of cystic fibrosis pulmonary exacerbation. Pediatr Pulmonol 1999; 28: 255-60.
43. Nakamura S, Kawakami M. Acute effect of use of the Flutter on expectoration of sputum in patients with chronic respiratory diseases. Nippon Kyobu Shikkan Gakkai Zasshi 1996; 34: 180-5.
44. Tan AK. Incentive spirometry for tracheostomy and laryngectomy patients. J Otolaryngol 1995; 24: 292-4.
45. Bellet PS, Kalinyak KA, Shukla R, Gelfand MJ, Rucknagel DL. Incentive spirometry to prevent acute pulmonary complications in sickle cell diseases. N Eng J Med 1995; 333: 699-703.
46. Conway JH, Fleming JS, Perring S, Holgate ST. Humidification as an adjunct to chest physiotherapy in aiding tracheo-bronchial clearance in patients with bronchiectasis. Respir Med 1992; 86: 109-14.
47. Clarke RC, Kelly BE, Convery PN, Fee JP. Ventilatory characteristics in mechanically ventilated patients during manual hyperventilation for chest physiotherapy. Anaesthesia 1999; 54: 936-40.
48. Hammon WE, Connors AF Jr, McCaffree DR. Cardiac arrhythmias during postural drainage and chest percussion of critically ill patients. Chest 1992; 102: 1836-41.
49. Humberstone N, Tecklin JS. Respiratory treatment In: Irwin S, Tecklin JS (eds). Cariopulmonary physical therapy, 3rd ed. Wiesbaden: Mosby, 1995: 356-73.