

5-1-1995

## Chest physical therapy in children: present status and future trend

J. Deerojanawong

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/clmjournal>



Part of the [Medicine and Health Sciences Commons](#)

---

### Recommended Citation

Deerojanawong, J. (1995) "Chest physical therapy in children: present status and future trend," *Chulalongkorn Medical Journal*: Vol. 39: Iss. 5, Article 7.

DOI: 10.58837/CHULA.CMJ.39.5.7

Available at: <https://digital.car.chula.ac.th/clmjournal/vol39/iss5/7>

This Review Article is brought to you for free and open access by the Chulalongkorn Journal Online (CUJO) at Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn Medical Journal by an authorized editor of Chula Digital Collections. For more information, please contact [ChulaDC@car.chula.ac.th](mailto:ChulaDC@car.chula.ac.th).

## กายภาพบำบัดทรวงอกในเด็ก : ปัจจุบันสู่ออนาคต

จิตลัดดา ดีโรจนวงศ์\*

**Deerojanawong J. Chest physical therapy in children : present status and future trend. Chula Med J 1995 May; 39(5): 381-392**

*Chest physical therapy is one of the main procedures in respiratory care for children, especially in those who have retained secretion and bronchial obstruction. The effectiveness of classical chest physical therapy has been questioned. Also, a number of new techniques have recently been developed in order to improve the efficacy, safety and practicability of chest therapy. This article reviews the classical and various new techniques of chest physical therapy in terms of their application in pediatric practice, including their advantages and disadvantages in order to help physicians in selecting the appropriate techniques for specific patients.*

**Key words :** Chest physical therapy, Respiratory care.

Reprint request : Deerojanawong J, Department of Pediatrics, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand.

Received for publication. March 2, 1995.

ในคนปกติ การไอและการพัดโบกของขนในเยื่อบุทางเดินหายใจเป็นกลไกธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพในการระบายเสมหะ และป้องกันมิให้เกิดการอุดตันของหลอดลม<sup>(1)</sup> แต่ในบางกรณีกลไกเหล่านี้อาจเสียไปหรือทำงานไม่เต็มที่ เช่น ผู้ป่วยที่มีปัญหาหากล้ามเนื้ออ่อนแรง โดยเฉพาะกล้ามเนื้อหน้าท้องซึ่งจำเป็นในการไออย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ป่วยหลังผ่าตัดช่องอกหรือช่องท้อง และผู้ป่วยที่ใช้ท่อช่วยหายใจ ผู้ป่วยเหล่านี้จำเป็นต้องอาศัยกายภาพบำบัดทรวงอกช่วยในการระบายเสมหะเพื่อป้องกันภาวะแทรกซ้อนในระบบหายใจที่อาจเกิดขึ้น เช่น ปอดแฟบ ปอดอักเสบ เป็นต้น<sup>(2,3)</sup> มีการศึกษาพบว่าภาวะแทรกซ้อนเหล่านี้พบได้ถึงร้อยละ 20-90 ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดช่องอกหรือช่องท้อง และภาวะแทรกซ้อนนี้ลดลงได้จากการทำกายภาพบำบัดทรวงอก<sup>(2)</sup> นอกจากนี้ ในผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพของปอดและหลอดลมชนิดเรื้อรัง เช่น bronchiectasis, bronchopulmonary dysplasia, cystic fibrosis ซึ่งมีเสมหะจำนวนมากและข้นเหนียว มีการทำงานของขนในเยื่อบุทางเดินหายใจที่ผิดปกติ ทำให้มีเสมหะคั่งค้าง และมีปอดแฟบจากเสมหะอุดตัน การระบายเสมหะอย่างมีประสิทธิภาพโดยกายภาพบำบัดทรวงอกจะเป็นวิธีการสำคัญในการดูแลรักษาผู้ป่วยเหล่านี้

### กายภาพบำบัดทรวงอก (Chest physical therapy)

คือ กระบวนการทางกายภาพ ซึ่งกระทำเพื่อวัตถุประสงค์ที่สำคัญ 2 ประการ<sup>(3-7)</sup> ได้แก่

1. ให้มีการเคลื่อนย้าย และระบายเสมหะออกจากหลอดลม (mobilization and drainage secretion)
2. ป้องกันมิให้ถุงลมแฟบ และช่วยให้ถุงลมที่แฟบแล้วกลับสภาพเดิม (prevent and reversal of alveolar collapse) ซึ่งผลทั้ง 2 ประการนี้ จะช่วยลดแรงต้านทานต่อลมหายใจเข้า-ออก ลด work of breathing ช่วยทำให้ความสัมพันธ์ระหว่าง ventilation และ perfusion ในปอดดีขึ้น การแลกเปลี่ยนก๊าซดีขึ้น ทั้งยังทำให้อัตราเสี่ยงต่อการติดเชื้อในทางเดินหายใจลดลง<sup>(5-8)</sup>

การทำกายภาพบำบัดทรวงอกได้มีการพัฒนาอย่างมากในระยะ 10-20 ปีนี้ มีการนำเทคนิคและอุปกรณ์ใหม่ ๆ มาใช้เพื่อให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น วิธีการ

เก่าๆหลายวิธีได้รับความนิยมลดลง เพราะไม่มีหลักฐานแน่ชัดว่าได้ประโยชน์และยังอาจก่อให้เกิดผลเสียได้<sup>(9)</sup> บทความนี้ได้รวบรวมวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำกายภาพบำบัดทรวงอกในเด็กตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน เพื่อประโยชน์ในการเลือกใช้วิธีและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เหมาะสมกับผู้ป่วย

### เทคนิคต่าง ๆ ในการทำกายภาพบำบัดทรวงอก

1. Classical Chest Physical Therapy
  - Postural drainage
  - Percussion
  - Vibration
  - Secretion removal
2. Intermittent Positive Pressure Breathing (IPPB)
3. Incentive Spirometry
4. Autogenic drainage
5. PEP Mask
6. High Frequency Chest Wall Compression (HFCC)
7. Flutter Valve

#### 1. Classical chest physical therapy

เป็นวิธีการที่เริ่มใช้ตั้งแต่ราวปี 1950<sup>(10)</sup> ประกอบด้วยเทคนิคต่างๆ ได้แก่ การจัดทำเพื่อระบายเสมหะ (postural drainage) การเคาะปอด (percussion) การสั่นสะเทือนบริเวณทรวงอก (vibration) และการกำจัดเสมหะ (secretion removal)

การจัดทำเพื่อระบายเสมหะ เป็นวิธีการที่อาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกช่วยระบายเสมหะจากส่วนต่าง ๆ ของปอด<sup>(6)</sup> โดยจัดทำของผู้ป่วยให้ส่วนของปอดที่มีเสมหะอุดตันอยู่สูงกว่าทางออกของหลอดลม เพื่อช่วยให้การระบายเสมหะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ<sup>(5,7,8)</sup>

ในการระบายเสมหะด้วยวิธีนี้ ควรเริ่มจากตำแหน่งที่มีพยาธิสภาพ แล้วจึงทำในส่วนต่าง ๆ ที่เหลือเป็นการป้องกัน โดยให้ผู้ป่วยอยู่ในท่านั้นประมาณ 15-20 นาที ถ้าใช้การจัดทำเพื่อระบายเสมหะเพียงวิธีเดียว แต่ถ้าทำร่วมกับการเคาะปอดและการสั่นสะเทือนบริเวณทรวงอก ทำเพียงท่าละ 2-5 นาที ก็เพียงพอ<sup>(7)</sup>

ประสิทธิภาพของการระบายเสมหะด้วยวิธีนี้ยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัด<sup>(9)</sup> ในผู้ป่วยที่มีภาวะ hypoxia ควรให้ออกซิเจนเพิ่มขณะทำ เพราะอาจทำให้ภาวะ hypoxia เป็นมากขึ้น<sup>(11)</sup> วิธีนี้ไม่ควรทำในผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจวาย (congestive heart failure) ผู้ป่วยหลังผ่าตัดสมองหรือมีความดันในกะโหลกศีรษะสูง (increased intracranial pressure) ผู้ป่วยที่มี pulmonary emboli และลมรั่วในช่องเยื่อหุ้มปอดที่ยังไม่ได้รับการรักษา (untreated tension pneumothorax)

**การเคาะปอด การเคาะอาจใช้อุ้งมือ หรือ mechanical percussor** เคาะลงบนทรวงอกผู้ป่วยเป็นจังหวะ ด้วยความถี่ประมาณ 5 Hertz แรงจากการเคาะจะส่งผ่านไปยังหลอดลม ทำให้เสมหะเลื่อนหลุดจากผนังหลอดลม การเคาะควรทำบนผนังทรวงอกที่เป็น rib cage ไม่ควรเคาะบน sternum scapular vertebra หรือบริเวณใต้ต่อ rib cage และควรมีผ้ารองบริเวณที่จะเคาะด้วย<sup>(7-10)</sup> ควรเคาะตำแหน่งละ 1-5 นาที<sup>(7)</sup> ผลดีของวิธีนี้ยังเป็นที่ถกเถียงกัน มีหลายการศึกษาที่เห็นว่าไม่มีประโยชน์ และอาจทำให้เกิด hypoxia และ bronchospasm<sup>(9,11)</sup> แต่ในรายที่มีเสมหะเหนียวมาก เช่น bronchiectasis มีรายงานว่าได้ผลดี<sup>(12,13)</sup> ควรระวังในผู้ป่วยที่มีความดันในสมองสูง ผู้ป่วยที่เสี่ยงต่อภาวะเลือดออกง่าย ผู้ที่มีบาดแผลบริเวณทรวงอก ผู้ป่วยที่มี pulmonary emboli มีลมรั่วในช่องเยื่อหุ้มปอดที่ยังไม่ได้รับการรักษา (untreated tension pneumothorax) ผู้ป่วยที่มีอาการทางหัวใจและหลอดเลือดผิดปกติ (cardiovascular unstable)<sup>(3,7)</sup>

**การสั่นสะเทือนบริเวณทรวงอก** ทำได้โดยวางมือกดบนผนังทรวงอก เหยียดแขนตรงเกร็งกล้ามเนื้อบริเวณแขนและหัวไหล่ ให้เกิดการสั่นบริเวณมือ ควรทำในช่วงหายใจออกหลังจากหายใจเข้าลึก ๆ หรืออาจใช้เครื่อง vibrators ต่างๆ ซึ่งอาจดัดแปลงจากแปรงสีฟันไฟฟ้า เครื่องนวดไฟฟ้าต่างๆ ความถี่ที่เหมาะสมควรประมาณ 15-20 Hertz<sup>(8)</sup> วิธีนี้จะช่วยให้เสมหะจากหลอดลมส่วนปลายเคลื่อนมาสู่หลอดลมส่วนกลาง เป็นวิธีที่นิยมในเด็กเล็กและในผู้ที่มีการอุดตันซึ่งอาจแตกหักง่ายถ้าใช้วิธีเคาะปอด<sup>(5)</sup>

**การกำจัดเสมหะ มีหลายวิธีได้แก่**

#### **Directed cough**

เป็นการฝึกให้อาสาสมัครมีประสิทธิภาพ เพื่อระบายเสมหะที่เคลื่อนออกจากหลอดลมส่วนปลายหลังทำกายภาพบำบัดทรวงอกด้วยวิธีต่าง ๆ ข้างต้น ทำโดยให้ผู้ป่วยอยู่ในท่านั่ง หายใจเข้าลึก ๆ กลั้นหายใจ และหายใจออกอย่างแรงต้านกับ glottis ที่ปิดอยู่<sup>(7,8,14)</sup> เป็นการเลียนแบบกลไกการไอตามธรรมชาติ อัตราเร็วการไหลของอากาศที่เกิดจากการไออาจสูงถึง 200-300 เมตรต่อวินาที<sup>(8)</sup> ทำให้เสมหะที่ติดอยู่หลอดลมขนาดใหญ่หลุดออกได้ การไอนี้เป็นการหายใจออกอย่างแรงที่ high lung volume วิธีนี้ทำได้เฉพาะในผู้ป่วยเด็กโตที่ให้ความร่วมมือดี

#### **Force expiratory technique (FET)**

เป็นการฝึกให้ผู้ป่วยหายใจออกอย่างแรง ที่ medium หรือ low lung volume โดย glottis เปิด<sup>(7-9,14)</sup> ทำโดยให้ผู้ป่วยหายใจเข้า และหายใจออกอย่างแรงสั้น ๆ 1-2 ครั้ง ขณะที่ glottis เปิด โดยให้ออกเสียง "huff"<sup>(10)</sup> ตามด้วยการหายใจเข้า ๆ โดยใช้กระบังลม (relaxed, controlled diaphragm breathing) อาจให้ผู้ป่วยหุบแขนทั้งสองกดข้าง ๆ ทรวงอกเพื่อช่วยในการ forced expiration<sup>(8,13)</sup> ด้วย จากการศึกษพบว่า การใช้การจัดท่าระบายเสมหะร่วมกับวิธีนี้จะได้ผลในการระบายเสมหะใกล้เคียงกับการใช้ร่วมกันทั้งการจัดท่า การเคาะปอด และการสั่นสะเทือนบริเวณทรวงอก<sup>(7)</sup> เมื่อเปรียบเทียบ FET กับการไอ พบว่า FET ทำให้เกิดหลอดลมตีบแคบลงในขณะไอ (dynamic airway collapse) น้อยกว่า เพราะ transpulmonary pressure น้อยกว่าและเกิดหลอดลมหดเกร็งน้อยกว่า ทั้งยังใช้แรงในการทำน้อยกว่า ไม่เหน็ดเหนื่อยง่าย<sup>(8)</sup> นอกจากนั้น FET ที่ low lung volume อาจช่วยในการขับเสมหะในหลอดลมส่วนปลายด้วย<sup>(13,14)</sup> ข้อจำกัดของวิธีนี้คือทำได้เฉพาะในเด็กโตที่ให้ความร่วมมือดี

#### **การดูดเสมหะ (suction)**

ในผู้ป่วยที่ไม่สามารถใช้วิธี directed cough หรือ FET เช่น ในเด็กเล็กผู้ป่วยไม่รู้สีกตัว หรือผู้ที่มี

ปัญหาการกลืนเนื้ออ่อนแรง การดูดเสมหะจะเป็นสิ่งจำเป็นหลังจากทำกายภาพบำบัดทรวงอกด้วยวิธีต่าง ๆ แล้ว การฟังเสียงปอดจะช่วยบอกถึงความจำเป็นในการดูดเสมหะ<sup>(7,15)</sup> สายที่ใช้ดูดเสมหะควรเป็นชนิดที่มีรูตรงปลายและด้านข้าง ในเด็กเล็กควรใช้แรงดูด 50-100 มม.ปรอท เด็กโตไม่เกิน 120 มม.ปรอท และในผู้ใหญ่ไม่เกิน 150 มม.ปรอท<sup>(16)</sup> ในเด็กเล็กการใส่สายดูดเสมหะเข้าในทางเดินหายใจอาจจะกระตุ้น vagal reflex ทำให้หัวใจเต้นช้าและหยุดหายใจได้ นอกจากนั้น การใส่สายทางจมูกจะกระตุ้นให้เกิด inspiratory reflex สำลักเสมหะที่มีอยู่ในปากได้ ในเด็กเล็กจึงควรดูดเสมหะในปากก่อนจึงใส่สายเข้าทางจมูก<sup>(16)</sup> และควรให้ออกซิเจนทุกครั้งที่ดูดเสมหะจากหลอดลม เพราะในการดูดเสมหะจะมีการดูดอากาศจากทางเดินหายใจไปด้วย

## 2. Intermittent positive pressure breathing (IPPB)

เป็นวิธีการที่ให้ความดันบวกเข้าสู่ปอดในระยะสั้น ๆ โดยใช้เครื่องช่วยหายใจ เพื่อทำให้ปอดส่วนที่แฟบหรือถูกอุดกั้นด้วยเสมหะขยายออก<sup>(17)</sup> อาจให้ทาง face mask หรือ mouth piece โดยอาศัยหลักการที่ว่าความดันบวกที่จะทำให้เกิด large lung volume และขยายปอดส่วนที่แฟบได้<sup>(2)</sup> ในทางปฏิบัติเป็นวิธีที่ยุงยาก เสียค่าใช้จ่ายมาก และผลที่ได้จะคงอยู่ในระยะเวลานั้น ๆ ไม่ถึง 1 ชั่วโมง<sup>(2,17)</sup> จึงเป็นวิธีที่ไม่นิยมในปัจจุบัน แต่อาจได้ผลในผู้ป่วยที่มีปอดแฟบและไม่สามารถทำกายภาพบำบัดด้วยวิธีอื่น เช่น ผู้ป่วยที่มีกล้ามเนื้ออ่อนแรง มีความผิดปกติของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ มีกระดูกสันหลังค่อม (kyphoscoliosis)<sup>(17)</sup> วิธีนี้ ควรวัดผลจาก tidal volume ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งควรเพิ่มอย่างน้อย 25% เมื่อเทียบกับการที่ผู้ป่วยหายใจเอง<sup>(17)</sup>

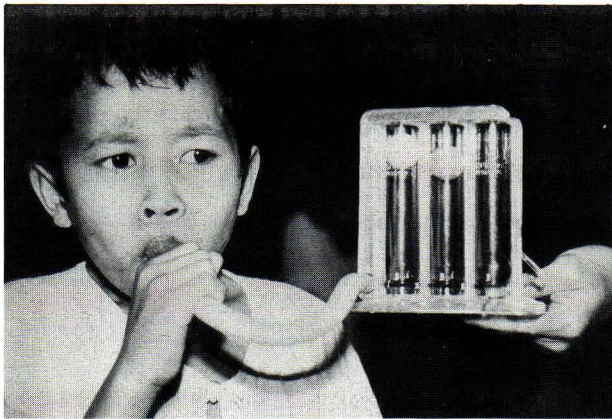
การทำกายภาพบำบัดทรวงอกด้วยวิธีนี้ ผู้ใช้ควรรู้จักและคุ้นเคยกับเครื่องและวิธีการเป็นอย่างดี และอยู่กับผู้ป่วยขณะให้การรักษา เพราะอาจเกิดผลแทรกซ้อนต่าง ๆ ได้ เช่น barotrauma, pneumothorax ท้องอืด (gastric distension) จึงควรทำก่อนเวลาอาหาร นอกจากนั้น ยังอาจมีผลขัดขวางการไหลเวียน

กลับของเลือดดำ ทำให้ถุงลมโป่งพองมากเกินไป เพิ่มความไม่สมดุลระหว่าง ventilation และ perfusion และยังเพิ่มอัตราเสี่ยงของการติดเชื้อในโรงพยาบาล (nosocomial infection)<sup>(3,7,17)</sup>

## 3. Incentive spirometry

เป็นวิธีการที่ใช้อุปกรณ์ช่วยในการฝึกหายใจ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะให้ปอดขยายเต็มที่ และคง functional residual capacity ปกติไว้โดยให้ผู้ป่วยทำให้เกิด sustained negative pressure<sup>(2)</sup> เป็นวิธีที่นิยมใช้มากในผู้ป่วยหลังผ่าตัดเพื่อป้องกันภาวะปอดแฟบและส่วนใหญ่พบว่าได้ผลดี<sup>(2,18)</sup>

Incentive spirometer มีหลายชนิด ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายได้แก่ Triflow ซึ่งประกอบด้วยลูกบอล 3 ลูก อยู่ในกระบอก flow meter (ภาพที่ 1) เมื่อผู้ป่วยออกแรงดูดอากาศออกจากกระบอกความดันอากาศในกระบอกจะเป็นลบ ลูกบอลจะลอยขึ้นตามแรงดันลบที่เกิดขึ้น และ inspiratory flow จากจำนวนลูกบอลที่ลอยขึ้น จะสามารถบอก inspiratory flow และปริมาตรก๊าซที่สูดได้คร่าว ๆ ตามที่ระบุไว้ที่กระบอก นอกจากนั้น ยังมี incentive spirometer ชนิดอื่น เช่น Spirocare เป็นเครื่องมือที่ใช้ไฟฟ้าแสดงปริมาตรอากาศที่หายใจเข้าเป็นสี<sup>(2,3)</sup> หรือ Voldyne Volumetric Exerciser ซึ่งจะมีขีดบอกปริมาตรอากาศที่สูดได้ เครื่องมือเหล่านี้ช่วยในการฝึกการหายใจของผู้ป่วยได้เป็นอย่างดีเพราะมีขีดบอกความสามารถในการฝึก ช่วยกระตุ้นให้เกิดความพยายาม และความเพลิดเพลินโดยเฉพาะในผู้ป่วยเด็ก วิธีปฏิบัติควรสูดหายใจเข้าเต็มที่ด้วยอัตราเร็วของก๊าซที่สม่ำเสมอ จนถึงจุดที่หายใจเข้าเต็มที่และสูดค้างที่ตำแหน่งสูงสุดไว้อย่างน้อย 3 วินาที เพื่อให้มีการแลกเปลี่ยนก๊าซในถุงลมปอดได้ดีขึ้น และช่วยกระตุ้นให้มีแรงขับเสมหะออกได้ดีขึ้น จากการศึกษาดังกล่าวของ incentive spirometry ในผู้ป่วยหลังผ่าตัด โดยให้หายใจด้วยวิธีนี้ 10 ครั้ง/ชั่วโมง สามารถลดอาการแทรกซ้อนทางปอดได้จากร้อยละ 27 เป็นร้อยละ 9<sup>(2)</sup>

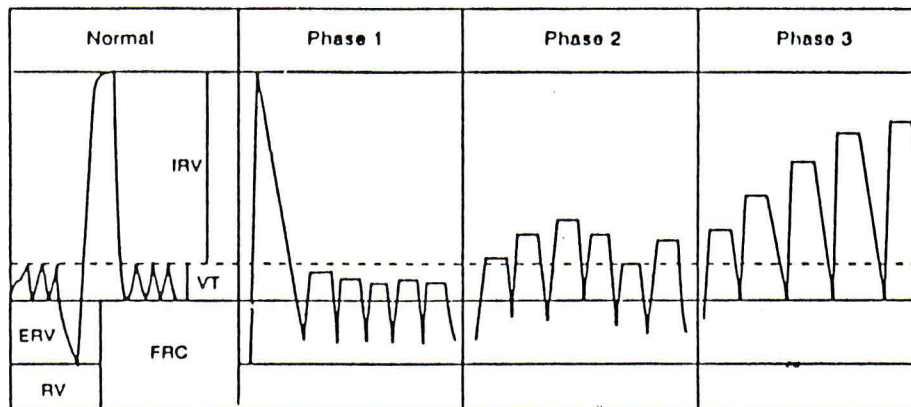


รูปที่ 1. Incentive spirometer

โดยทั่วไป ผู้ป่วยหลังผ่าตัดควรสูดหายใจให้ได้ ปริมาตรอย่างน้อยครึ่งหนึ่งของ predicted inspiratory capacity หรืออย่างน้อย 2-5 เท่าของ tidal volume ปกติ<sup>(2)</sup>

#### 4. Autogenic drainage

เป็นวิธีการที่แพร่หลายในยุโรป เริ่มนำมาใช้ใน ผู้ป่วย cystic fibrosis โดย Jean Chevalier เมื่อ ประมาณ 10 กว่าปีก่อน<sup>(10)</sup> เป็นวิธีการที่ต้องอาศัยการ ฝึกฝน และความตั้งใจของผู้ปฏิบัติโดยให้ผู้ป่วยอยู่ในท่า นิ่ง เริ่มหายใจเข้าที่ lung volume น้อย ๆ กลั้นหายใจไว้ (inspiratory hold) และหายใจออกช้า ๆ ค่อย ๆ เพิ่ม ปริมาตรการหายใจทีละน้อย เพื่อให้เสมหะเคลื่อนจาก หลอดลมส่วนปลายอยู่หลอดลมใหญ่ และสิ้นสุดด้วย forced expiratory technique (FET) เพื่อขับเสมหะที่ ค้างอยู่ให้ออกจนหมด<sup>(7-9,19,20)</sup> (ภาพที่ 2) มีรายงานการ ศึกษาการใช้เทคนิค Autogenic drainage ในผู้ป่วย cystic fibrosis เปรียบเทียบกับการทำ postural drainage และ percussion พบว่าเสมหะที่ระบายออกมี จำนวนมากกว่า โดยไม่มีผลแทรกซ้อน<sup>(20)</sup>



รูปที่ 2. แสดงการกลั้นหายใจ (Autogenic drainage) ที่ระดับ lung volume ต่าง ๆ 3 ระดับ

ข้อดีของวิธีนี้คือ ผู้ป่วยสามารถปฏิบัติได้ด้วย ตนเอง ไม่ต้องอาศัยเครื่องมือหรือผู้อื่น แต่เนื่องจากเป็น วิธีที่ต้องฝึกฝนค่อนข้างมาก จึงทำได้เฉพาะในเด็กโต หรือผู้ใหญ่ และในผู้ป่วยที่ไม่ป่วยหนัก<sup>(7,20)</sup>

#### 5. Positive expiratory pressure (PEP)

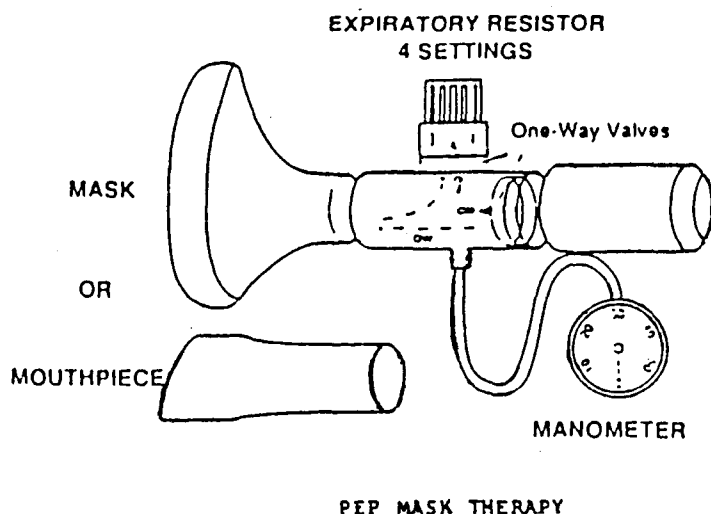
ในปี ค.ศ. 1980 Anderson และคณะ เป็น ผู้ริเริ่มนำ periodic C-PAP โดย mask มาใช้ในผู้ป่วย ที่มีภาวะปอดแฟบหลังผ่าตัด และพบว่าได้ผลดีกว่า conventional chest physical therapy<sup>(21)</sup>

ในปี ค.ศ. 1984 Falk และคณะ เป็นผู้นำ PEP mask มาใช้ในการระบายเสมหะผู้ป่วย cystic fibrosis โดยให้ผู้ป่วยหายใจผ่าน resistant valve<sup>(9)</sup>

อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย face mask หรือ mouth piece ต่อกับ T-tube ซึ่งปลายหนึ่งเป็น one way valve ปลายหนึ่งต่อกับ expiratory resistance ที่ ก่อให้เกิดแรงต้านประมาณ 10-20 ซม.น้ำ<sup>(7,9)</sup> (โดยทั่วไปใช้ flow resister ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-5-4.0 มม.) (ภาพที่ 3) ควรมี pressure manometer

เพื่อใช้วัดความดันที่เกิดขณะหายใจออกในการฝึกใช้ PEP mask ขณะทำผู้ป่วยควรอยู่ในท่านั่ง วางข้อศอกทั้งสองลงบนโต๊ะ จับ mask ครอบจมูกและปากให้แน่น แต่ไม่อัดอัด (mask ที่ใช้ควรจะนิ่ม และมีขนาดพอเหมาะ) ให้ผู้ป่วยหายใจเข้าช้า ๆ โดยใช้กระบังลมให้ได้มากกว่า tidal volume ปกติ แต่น้อยกว่า total lung capacity

จากนั้นหายใจออกช้า ๆ ผ่าน flow resistor ที่เหมาะสม ให้ระยะเวลาหายใจออกยาวเป็น 2-3 เท่า ของระยะเวลาหายใจเข้า หายใจเข้าออกทาง mask นี้ 10-20 ครั้ง จากนั้นถอด mask ออกและหายใจออกเต็มที่โดย force expiratory technique 2-3 ครั้ง



รูปที่ 3. PEP mask

กายภาพบำบัดทรวงอกวิธีนี้ ควรทำซ้ำประมาณ 4-8 ครั้ง ซึ่งจะกินเวลาประมาณ 15-20 นาที และควรทำวันละ 1-4 ครั้ง<sup>(21)</sup>

กลไกในการระบายเสมหะ อธิบายได้จาก positive end expiratory pressure ที่เกิด จะเพิ่ม airway transmural pressure ซึ่งช่วยลดลมส่วนกลาง และส่วนปลาย ทำให้มีการขยายของหลอดลมมีลมเข้าไปหลังส่วนที่อุดตัน ทั้งทางตรงและทาง collateral airway ทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซดีขึ้น และระบายเสมหะได้ดีขึ้น<sup>(19,21,22)</sup> มีการศึกษาการทำการกายภาพทรวงอกในผู้ป่วยโรคปอดและหลอดลมเรื้อรังหลายรายงานที่แสดงผลการรักษาด้วย PEP mask เทียบกับ classical chest physical therapy<sup>(21-24)</sup> และ autogenic drainage<sup>(23)</sup> พบว่า ผลในการระบายเสมหะใกล้เคียงกันเมื่อใช้เพียงวิธีเดียวและปริมาณเสมหะจะเพิ่มขึ้นถ้าใช้ PEP mask ร่วมกับวิธีอื่น ส่วนการติดตามผลสมรรถภาพปอดหลังการทำการกายภาพทรวงอกวิธีต่าง ๆ พบว่าส่วนใหญ่ไม่

แตกต่างกัน แต่มีการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยยอมรับ PEP mask ในการทำการกายภาพบำบัดทรวงอกระยะยาวมากกว่า<sup>(24)</sup>

วิธีนี้ทำได้ง่าย เครื่องมือไม่ยุ่งยาก ผู้ป่วยเด็กโตสามารถทำได้ด้วยตนเอง เมื่อเลือก flow resistor ที่เหมาะสมแล้ว จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากขึ้น แต่ต้องระวังในผู้ที่มีไซนัสอักเสบเฉียบพลันหรืออักเสบเรื้อรังหรือผู้ที่เพิ่งได้รับการผ่าตัดบริเวณใบหน้าและศีรษะ รวมทั้งผู้ที่ไอเป็นเลือด (active hemoptysis) และมีลมในช่องเยื่อหุ้มปอดที่ยังไม่ได้รับการรักษา (unresolved pneumothorax)<sup>(21)</sup>

## 6. High frequency chest wall compression (HFCC)

เริ่มนำมาใช้ในราวปี ค.ศ. 1980 จากรายงานต่าง ๆ ที่แสดงว่าผู้ป่วยใช้เครื่องช่วยหายใจชนิด high frequency oscillatory จะมีเสมหะและสิ่งคัดหลั่ง

ออกมามาก จึงมีผู้นำหลักการนี้มาใช้กับผู้ป่วยที่มีปัญหาในการระบายเสมหะที่คั่งค้าง<sup>(25)</sup> โดยใช้ pneumoband หรือ vibrating pad พันรอบทรวงอกผู้ป่วย และทำให้เกิด oscillation ของผนังทรวงอก และถ่ายทอดไปยังหลอดลม ทำให้เสมหะเคลื่อนตัวออกได้ง่ายขึ้น<sup>(25,26)</sup>

กลไกในการระบายเสมหะ เชื่อว่าเป็นผลจาก mucus airflow interaction ที่เพิ่มขึ้น และมีการพัดโบกของขนในเยื่อบุทางเดินหายใจดีขึ้นจาก reflex นอกจากนั้น high expiratory flow rate ยังช่วยให้มีการเคลื่อนออกของเสมหะดีขึ้น<sup>(25)</sup>

เครื่องมือที่ใช้กันในปัจจุบันได้แก่ ThAIRapy System มีลักษณะคล้ายเสื้อชูชีพที่ทำด้วย polyvinyl-ester (ซึ่งไม่ยืดออกเมื่อมีแรงดัน) สวมบนทรวงอกผู้ป่วยที่อยู่ในท่านั่ง บริเวณเสื้อจะมีท่อต่อกับ air pulse generator ก๊าซจะถูกอัดเข้า-ออกด้วยความเร็วสูงทำให้เกิดแรงสั่นสะเทือนบนทรวงอกผู้ป่วย ความถี่และ pulse pressure นี้สามารถปรับได้ ทั่วไปความถี่จะประมาณ 5-25 Hertz และ pulse pressure ประมาณ 0.35-0.75 psi<sup>(25)</sup> จากการศึกษาในสุนัขพบว่า ความถี่

ที่เหมาะสมคือ 13 Hertz ซึ่งจะเท่ากับความถี่ของการพัดโบกของขนในเยื่อบุทางเดินหายใจในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม<sup>(27)</sup>

มีรายงานการใช้กายภาพทรวงอกวิธีนี้ในผู้ป่วย cystic fibrosis<sup>(26,28)</sup> และผู้ป่วยที่ต้องใช้เครื่องช่วยหายใจเป็นเวลานาน<sup>(25)</sup> พบว่าได้ผลดีโดยไม่จำเป็นต้องอาศัยนักกายภาพบำบัด

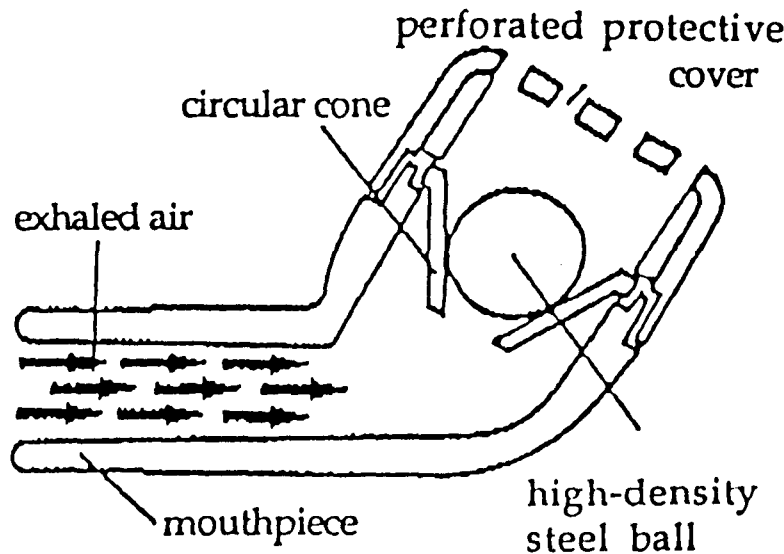
## 7. Flutter valve

เป็นอุปกรณ์ใหม่เริ่มผลิตในประเทศสวีเดน และเริ่มมีการใช้กันอย่างกว้างขวางในยุโรป<sup>(10)</sup> ประกอบด้วยท่อลักษณะคล้ายนกหวีดภายในมีลูกเหล็กซึ่งเคลื่อนที่ขึ้นลงได้บนกรวยเมื่อมีลมหายใจเข้าออก (ภาพที่ 4) ในขณะพัก ลูกเหล็กจะขวางทางเข้าออกของอากาศ เมื่อผู้ป่วยหายใจออกลมหายใจจะดันลูกเหล็กให้ลอยขึ้นและกลิ้งไปมา ทำให้เกิด positive expiratory pressure และ oscillation ซึ่งจะผ่านไปยังหลอดลมผู้ป่วย ค่า positive expiratory pressure และความถี่ของ oscillation จะขึ้นกับมุมของ mouthpiece และแรงของผู้ป่วยในการทำให้เกิดการไหลของก๊าซดังตาราง<sup>(29)</sup>

ตารางที่ 1. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมุมของ mouthpiece และความดัน ความถี่ของ oscillation การไหลของก๊าซที่เกิดขณะหายใจออก

Angle of the mouthpiece	Pressure (H <sub>2</sub> O cm)	Oscillation Frequency (Hz)	Flow (L/S)
+30°	12-75	15-32	1.6-5.5
0°	10-70	9-22	1.6-5.5
-30°	8-60	2-10	1.6-5.5





รูปที่ 4. Flutler valve

อุปกรณ์นี้อาศัยกลไกผสมผสานของ autogenic drainage ในการหายใจเข้าออกเต็มที่ เพื่อช่วยในการระบายเสมหะ และหลักของ PEP mask ซึ่งมี positive expiratory pressure ช่วยให้หลอดลมไม่ตีบแคบขณะหายใจออก ทั้งยังมี oscillation ในขณะหายใจออก จึงสามารถทำให้เสมหะที่เกาะอยู่ตามหลอดลมหลุดออก และเคลื่อนจากส่วนปลายมาสู่หลอดลมใหญ่ได้ง่ายขึ้น

ในการใช้เครื่องมือนี้ ผู้ป่วยจะต้องเริ่มโดยตั้งศีรษะตรง หายใจออกทางปากผ่านอุปกรณ์นี้โดยให้แก้มตอ (cheeks hard and flat) อยู่ตลอดการหายใจออก การเปลี่ยนมุมและความแรงของการเป่าจะมีผลต่อความถี่ของ oscillation ซึ่งผู้ป่วยสามารถรู้สึกได้จากการสั่นสะเทือนบริเวณทรวงอก ระยะเวลาในการทำขึ้นกับโรคและความรุนแรงของผู้ป่วย ในผู้ป่วยทั่วไป อาจทำครั้งละ 4-5 นาที วันละ 3-4 ครั้ง แต่ในผู้ป่วย cystic fibrosis ซึ่งมีเสมหะเหนียวจำนวนมาก อาจต้องทำนานครั้งละ 20-30 นาที<sup>(29-31)</sup> มีรายงานแสดงผลการใช้ flutter valve เป็นประจำในผู้ป่วยโรคหลอดลมอุดกั้นเรื้อรัง (chronic obstructive bronchitis) พบว่าสมรรถภาพปอดดีขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม<sup>(30,31)</sup> และเมื่อเปรียบเทียบกับกายภาพบำบัดทรวงอกด้วยวิธี autogenic drainage ในผู้ป่วยเด็กโตและผู้ใหญ่<sup>(29)</sup> พบว่า

สามารถระบายเสมหะได้ใกล้เคียงกัน แต่ฝึกสอนได้ง่ายกว่า

ข้อดีของ flutter valve ได้แก่ อุปกรณ์ขนาดเล็ก เบา พกพาสะดวก ฝึกได้ง่าย และสามารถทำกายภาพบำบัดได้ด้วยตนเอง ไม่ต้องอาศัยนักกายภาพ<sup>(30,31)</sup> แม้ราคาค่อนข้างแพง แต่เป็นอุปกรณ์ที่น่าพิจารณาใช้ในผู้ป่วยเด็กโรคปอด และหลอดลมเรื้อรัง ซึ่งไม่สามารถฝึกกายภาพบำบัดด้วยวิธี Autogenic drainage เพื่อที่ผู้ป่วยจะได้สามารถทำกายภาพบำบัดได้ด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอ และต่อเนื่องเพื่อสมรรถภาพปอดที่ดีขึ้น

### ข้อบ่งชี้ในการทำกายภาพบำบัดทรวงอกในผู้ป่วยเด็ก

1. ผู้ป่วยที่มีเสมหะเหนียวข้น หรือมีเสมหะปริมาณมาก ได้แก่ bronchiectasis, cystic fibrosis
2. ผู้ป่วยที่ใส่ท่อช่วยหายใจ และผู้ป่วยเด็กเล็กซึ่งถอดท่อช่วยหายใจใหม่ ๆ เพื่อป้องกันปอดแฟบ
3. ผู้ป่วยที่เป็นอัมพาต หรือมีปัญหากล้ามเนื้ออ่อนแรง และมีการค้างค้ำของเสมหะ

ในโรคทางเดินหายใจต่อไปนี้ การทำกายภาพบำบัดทรวงอกอาจมีประโยชน์ แต่ต้องทำด้วยความระมัดระวังในระยะเวลาและวิธีที่เหมาะสม

โรคหอบหืด ห้ามทำกายภาพบำบัดทรวงอกในขณะที่มีการจับหืด (acute asthmatic attack) แต่ในรายที่มีปอดแฟบจากเสมหะอุดตัน ขณะที่อาการหอบหืดดีขึ้นการทำกายภาพบำบัดทรวงอกโดยให้ยาขยายหลอดลมก่อนเป็นผลดีของก่อน จะช่วยให้ดีขึ้นได้

ผู้ป่วยหลังผ่าตัดทรวงอก การทำ classical chest physical therapy ไม่ช่วยป้องกันภาวะปอดแฟบ และอาจมีภาวะแทรกซ้อนเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะหลังผ่าตัดหัวใจ แต่การทำ breathing exercise โดย incentive spirometer และการฝึกการไอจะช่วยให้มีภาวะแทรกซ้อนน้อยลงได้

ปอดอักเสบ ในผู้ป่วยที่เป็นปอดอักเสบทั่วไป กายภาพบำบัดทรวงอกไม่ช่วยให้อาการดีขึ้น แต่ในผู้ป่วยที่มีภาวะแทรกซ้อน เช่น ปอดแฟบจากเสมหะอุดตัน กายภาพบำบัดทรวงอกรวมกับการให้ยาพ่นฝอยละออง จะช่วยให้ปอดแฟบดีขึ้นได้

หลอดลมอักเสบเฉียบพลัน (acute bronchitis) การทำกายภาพบำบัดทรวงอกไม่ช่วย และอาจทำให้อาการผู้ป่วยเลวลงด้วย

#### ข้อห้ามในการทำกายภาพบำบัดทรวงอก<sup>(32)</sup>

1. ผู้ที่มีเลือดออกในปอด (acute pulmonary hemorrhage)
2. ผู้ที่มี pulmonary embolism
3. ผู้ป่วยไตวายระยะสุดท้าย (end stage renal failure)
4. ผู้ป่วยที่มีลมรั่วในช่องเยื่อหุ้มปอดยังไม่ได้รักษา
5. ผู้ป่วยที่มี Aneurysm
6. ภาวะน้ำท่วมปอด (pulmonary edema)

7. ผู้ป่วยที่มีโรคทางหัวใจและหลอดเลือดซึ่งยังมีอาการ (unstable cardiovascular disease)

8. ความดันในกะโหลกศีรษะสูง

9. มีการบาดเจ็บของอวัยวะภายใน (Internal organ trauma)

#### สรุป

การทำกายภาพบำบัดทรวงอกเป็นเทคนิคสำคัญในการดูแลผู้ป่วยเด็กที่มีปัญหาทางระบบหายใจชนิดเรื้อรัง แม้ว่าจะมีพัฒนาอุปกรณ์และเทคนิคใหม่ ๆ ขึ้นมากมาย แต่ละเทคนิคก็มีข้อจำกัดข้อดี ข้อเสีย และเหมาะกับเด็กอายุต่าง ๆ กัน ดังตารางที่ 2 เทคนิคและอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้อาจนำมาใช้เพียงบางส่วน หรือใช้ร่วมกันหลายวิธีเพื่อให้ได้ผลดียิ่งขึ้น นักกายภาพบำบัดเป็นบุคลากรที่มีความสำคัญยิ่งในการรักษาฟื้นฟูสมรรถภาพปอด และป้องกันแก้ไขภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น แต่เนื่องจากบุคลากรเหล่านี้มีจำนวนจำกัด การพัฒนาเทคนิคกายภาพบำบัดทรวงอกในปัจจุบันและอนาคต จึงมุ่งเน้นการนำเทคนิคและอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งผู้ป่วยสามารถทำกายภาพบำบัดได้ด้วยตนเอง ไม่ต้องอาศัยนักกายภาพบำบัด เพื่อผู้ป่วยจะได้ปฏิบัติได้อย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างมากในผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพของปอด และหลอดลมเรื้อรัง ในการป้องกันภาวะแทรกซ้อน เสริมสร้างสมรรถภาพปอด และพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามเทคนิควิธีการเหล่านี้จะได้ผลต้องอาศัยความร่วมมือปฏิบัติของผู้ป่วย การให้คำแนะนำเพื่อการปฏิบัติที่ถูกต้อง และเน้นให้เห็นความสำคัญของการทำกายภาพบำบัดทรวงอกจึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการที่จะช่วยให้การดูแลรักษาได้ผลดี

ตารางที่ 2. อายุที่เริ่มใช้ ข้อดี ข้อเสีย ของการทํากายภาพทรวงอกชนิดต่าง ๆ

	อายุที่เริ่มใช้	ข้อดี	ข้อเสีย
1. Classical chest PT (postural drainage percussion, vibration suction)	ทุกอายุ	ใช้ได้กับผู้ป่วยทารก และผู้ป่วยไม่รู้สึกตัว	- ต้องอาศัยนักกายภาพ - อาจมีภาวะแทรกซ้อนต่างๆ เช่น hypoxia เพิ่มความดันใน กะโหลกศีรษะ หลอดลมหดเกร็ง
2. Incentive spirometry	3 ปีขึ้นไป	ใช้ง่าย ราคาถูก ให้ความผลิตเพลิน ในผู้ป่วยหลังผ่าตัด	- ต้องการความร่วมมือจากผู้ป่วย - ต้องใช้ร่วมกับวิธีอื่น ในการระบาย เสมหะ
3. IPPB	ใช้ได้เด็กเล็ก แต่ส่วนใหญ่ใช้ ตั้งแต่อายุ 2 ปี ขึ้นไป	ใช้ได้กับผู้ป่วยที่ปอดแฟบ และไม่สามารถทํากาย ภาพบำบัดวิธีอื่น	- อุปกรณ์ยุ่งยาก ราคาแพง - มีผลแทรกซ้อนได้มาก - ไม่นิยมใช้ในปัจจุบัน
4. Directed cough, force expiratory technique autogenic drainage	เด็กโต 6-7 ปี	ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ ทำได้ด้วยตนเอง	ต้องการความร่วมมือ และการฝึกฝน
5. PEP mask	4-5 ปีขึ้นไป	ใช้ง่าย ราคาถูก ระบายเสมหะได้ดี	- ต้องการความร่วมมือจากผู้ป่วย - อาจมีผลแทรกซ้อนได้ อุปกรณ์ราคาแพง
6. HFCC	เด็กโต (ยังไม่มี เครื่องมือเฉพาะ สำหรับเด็กเล็ก)	ไม่ต้องใช้นักกายภาพ ทำได้ในผู้ป่วยหนัก	
7. Flutter	5-6 ปีขึ้นไป	ให้ความผลิตเพลิน ระบายเสมหะได้ดี	- ราคาแพง - ต้องการความร่วมมือจากผู้ป่วย

อ้างอิง

- Clarke SW. Rationale of airway clearance. Eur Resp J 1989 Jul;7(Suppl): 599s-603s
- Scuderi JS, Olsen GN. Respiratory therapy in the management of postoperative complications. Respir Care 1989 Apr;34(4): 281-91
- Lough MD, Doershuk CF. Respiratory therapy. In: Lough MD. Doershuk CF, Stern RC, eds. Pediatric Respiratory Therapy. 3rd ed. Chicago: Year Book Medical Publishers, 1985;119-48
- Eld N, Bucheit J, Neuling M, Phelps H. Chest Physiotherapy in review. Respir Care 1991 Apr;36(4):270-82
- Martin LD, Rafferty JF, Walker LK, Gioia FR. Principle of respiratory support and mechanical ventilation. In: Roger MC. ed. Textbook of Pediatric Intensive Care . 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1992:161-3
- Menkes H, Britt J. Physical Therapy. Rational for Physical Therapy. Am Rev Respir Dis 1980;122 (2 Suppl):127-31

7. Scott AA, Koff PB. Airway care and chest physiotherapy. In: Koff PB, Eitzman D, Neu J, eds. Neonatal and Pediatric Respiratory Care. 2nd ed. St. Louis: Mosby, 1993:285-302
8. Faling LJ. Pulmonary rehabilitation - physical modalities. Clin Chest Med 1986 Dec; 7(4):599-618
9. Andersen JB, Falk M. Chest Physiotherapy in the Pediatric Age Group. Respir Care 1991 Jun;36(6):546-52
10. Hardy KA. Advances in our understanding and care of patients with cystic fibrosis. Respir Care 1993 Mar;38(3):282-9
11. Rochester DF, Goldberg SK. Techniques of respiratory Physical therapy. Am Rev Respir Dis 1980 Nov;122(5 pt 2):133-46
12. Gallon A. Evaluation of chest percussion in the treatment of patients with copious sputum production. Respir Med 1991; 85(1):45
13. Darrow G, Anthonisen NR. Physiotherapy in hospitalized medical patients. Am Rev Respir Dis 1980 Nov;122(5 pt 2): 155-8
14. Hilling L, Bakow E, Fink J. AARC Clinical Practice Guideline: Directed Cough. Respir Care 1993 May;38(5):495-9
15. Hilling L, Bakow E. Fink J. AARC Clinical Practice Guideline: Nasotracheal Suctioning. Respir Care 1992 Aug;37(8): 898-905
16. Burger WR, Chernick V. Chest physical therapy and suctioning techniques. In: Burger WR, Chernick V. eds. Respiratory Therapy in Newborn Infants and Children. 2nd ed. Winnipeg: Thieme, 1986: 175-85
17. Nilsestuen J, Fink JB, Stoller JK. AARC Clinical Practice Guideline: Intermittent Positive Pressure Breathing. Resp Care 1992 Jan;38(1):1189-95
18. Peters RM, Turnier E. Physical therapy: indications and effects in surgical patients. Am Rev Respir Dis 1980 Nov;122 (5pt 2):147-54
19. Hess D. Neonatal and Pediatric Respiratory Care: Some Implications for Adult Care Practitioners. Respir Care 1991 Jun;36(6): 489-511
20. Anderson B, Mahlmeister M, Tarnow J. Autogenic drainage L An Alternative to Postural Drainage and Percussion. Respir Care 1989 Nov;34(11):1045
21. Mahlemeister M, Fink JB, Hoffman GL, Fifer LF. Positive Expiratory Pressure Mask Therapy : Theoretical and Practical Considerations and Review of the Literature. Respir Care 1991 Nov;36(11):1218-29
22. Hofmeyr JL, Webber BA, Hodson ME. Evaluation of positive pressure as an adjunct to chest physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis. Thorax 1986 Dec; 41(12):951-4
23. Davidson AGF, McIlwaine PM, Wong LTK, Pirie GE, Nakielna EM. Comparison of positive expiratory pressure and autogenic drainage with conventional percussion and drainage techniques (abstract). Pediatr Pulmonol 1988; 137 Suppl 2:
24. Oberwaldner B, Theissi B, Rucker A, Zack MS. Chest Physiotherapy in hospitalized patients with cystic fibrosis : a study of lung function effects and sputum production. Eur Respir J 1991 Feb; 4(2):152-8

25. Whitman J, Beusekom van R, Olson S. Preliminary evaluation of High-Frequency Chest Compression for Secretion Clearance in Mechanically Ventilated Patients. *Respir Care* 1993 Oct;38(10):1081-7
26. Arens R, Gozal D, Omlin KJ. 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
27. King M, Phillips DM, Gross D, Gross D, Vartian V, Chang HK, Zidulka A. Enhanced tracheal mucus clearance with high frequency chest wall compression. *Am Rev Respir Dis* 1983 Sep;128(3): 511-5
28. Warwick WJ, Hansen LQ. The long-term effect of high frequency chest compression therapy on pulmonary complications of cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol* 1991; 11(3):265-7
29. Lindemann H. Evaluation of VRP1 physiotherapy. *Pneumologie* 1992 Dec;46(12): 622-30
30. Voshaar T, Hamann I, Kohler D. Effects of Physiotherapy with VRP1-Destin (Flutter) on lung function, bronchial clearance and lung ventilation. *Eur Respir J* 1992;5(Suppl 15):195S
31. Cegla UH. Physiotherapy. In: Blumer JL ed. *A Practical Guide to Pediatric Intensive Care*. 3<sup>rd</sup> eds. St. Louis: Mosby, 1990:961-7
32. Kallstrom TJ. Chest physiotherapy. In: Blumer JL, ed. *A Practical Guide to Pediatric Intensive Care*. 3<sup>rd</sup> eds. St. Louis: Mosby, 1990:961-7