

กลไกการกำจัดเสมหะเริ่มจากหลอดลมส่วนปลาย โดยการทำงานของระบบ phagocytosis และ lymphatic drainage ร่วมกับการทำงานของ cilia ซึ่งบอยตลอดหลอดลมตั้งแต่ terminal bronchiole จนถึง larynx การทำงานของ cilia จะมีประสิทธิภาพลดลง ในภาวะ hypoxemia, การขาดสารน้ำ การหายใจอากาศที่แห้ง ไม่มีความชื้นเพียงพอ การสูบบุหรี่ โรคปอดเรื้อรังหลายๆ ชนิด

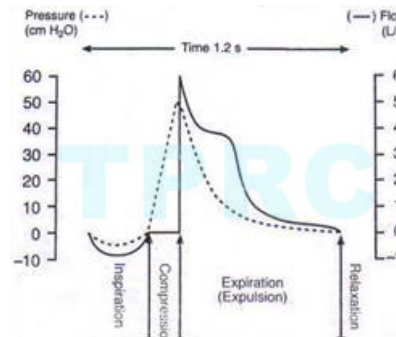
การติดเชื้อและภาวะที่เสมหะมีปริมาณมากและเหนียว

การใส่ท่อหลอดลมคอก็เป็นสิ่งเปลี่ยนแปลงอย่างหนึ่งจึงกระตุ้นการสร้างเสมหะขณะเดียวกันกลับทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของ cilia ลดลงกรณีนี้ cilia ทำงานไม่ปกติหรือเสมหะมีปริมาณมาก ร่างกายต้องใช้กลไกการไอมาช่วยขับเสมหะ

(1) การไอสามารถกระตุ้นได้โดยการระคายเคืองโดยตรงหรือจากสารเคมีที่มาสัมผัสต่อ receptor ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 แสดงการทำงานของ cough reflex(1)

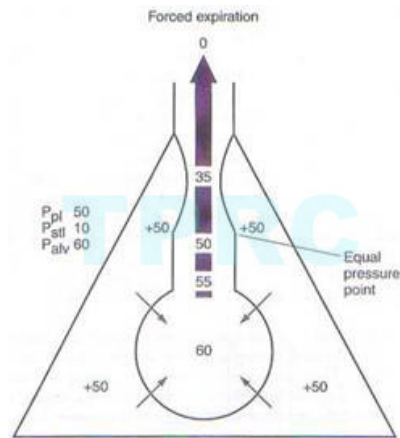
ขั้นตอนของการไอที่มีประสิทธิภาพจะต้องประกอบด้วยหายใจเข้าเต็มที่ โดยการทำงานของกะบังลมเป็นหลักร่วมกับกล้ามเนื้อ external intercostal ซึ่งช่วยยกกระดูกซี่โครงขึ้นและไปด้านหน้า นอกจากนี้มีการทำงานเสริมโดยกล้ามเนื้อ scalene ที่ยกกระดูกซี่โครงที่ 1 และ 2 และ sternomastoid ที่ยกกระดูกหน้าอก(2) จากนั้นมีการปิดของ glottis เพื่อเพิ่มปริมาตรอากาศและแรงดันในช่องอกและท้อง แล้วจึงมีการหดตัวของกล้ามเนื้อในการหายใจออก ซึ่งได้แก่ กล้ามเนื้อหน้าท้องเป็นหลัก และมีกล้ามเนื้อ internal intercostal มาช่วยเสริม(2) ก่อนที่จะมีการเปิดของ glottis และเสมหะถูกขับออกมาโดยการไอ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่าง pressure flow และขั้นตอนของการไอ

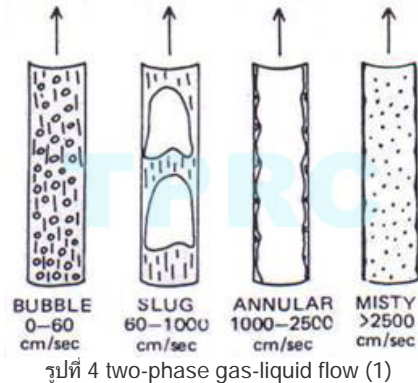
เส้นประแสดง subglottic pressure เส้นทึบแสดง flow ซึ่งเป็นลบในช่วงหายใจเข้า เป็น 0 ขณะที่ glottis ปิด และเป็นบวกในขณะไอ (3)

ในขณะที่ไอแรงดันในช่องอก (pleural pressure) ที่เพิ่มขึ้นจนมากกว่าแรงดันในหลอดลม ทำให้หลอดลมส่วนต่างๆ ตีบแคบลง (dynamic airway compression) ดังรูปที่ 3 ทำให้ความเร็วลม (flow) เพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้เสมหะถูกแรงนี้ขับเคลื่อนออกไปได้(3)



รูปที่ 3 แสดง dynamic airway compression และ equal pressure point: ในขณะไอ pleural pressure (PP1) เพิ่มขึ้น pressure ใน alveoli (Palv) จะค่อยๆ ลดลงสู่หลอดลมส่วนต้น จนมีจุดหนึ่งที่แรงดันภายในและภายนอกหลอดลมมีขนาดเท่ากัน (equal pressure point) แต่หลอดลมส่วนที่อยู่ต้นไปกว่านี้จะถูกกดให้มีขนาดเล็กลง เนื่องจากแรงดันภายในต่ำกว่า pleural pressure (dynamic airway compression) (4)

และจากทฤษฎี two phase gas liquid flow พบว่าที่ความเร็วลมต่ำ ก๊าซจะแทรกตัวเป็นฟองอากาศเล็กๆ ในเสมหะ (bubble) เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น ขนาด bubble จะรวมกันจนใหญ่ขึ้น เริ่มมีผลให้เสมหะเคลื่อนที่ (slug flow) เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นอีก อากาศจะแทรกตัวตรงกลางและดันเสมหะไปชิดหลอดลมและถูกขับเคลื่อนสู่หลอดลมส่วนต้น ในลักษณะคลื่น (annular) เมื่อความเร็วสูงที่สุดเช่นในท่อหลอดลมใหญ่ เสมหะจะฟุ้งกระจายหลุดออกจากผิวหลอดลมและแขวนลอยในก๊าซพร้อมที่จะถูกขับออกในลักษณะ aerosolized droplet (misty) ดังแสดงในรูปที่ 4



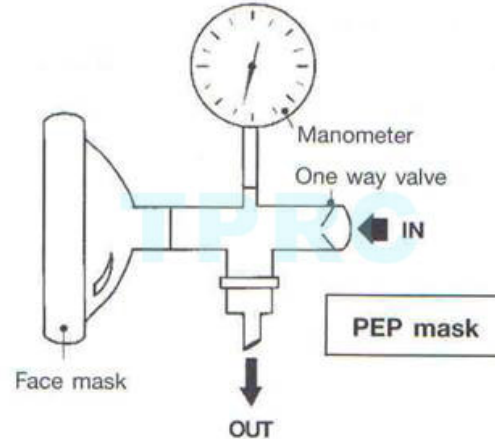
รูปที่ 4 two-phase gas-liquid flow (1)

เนื่องจากกลไกการไอจะช่วยขับเสมหะเฉพาะส่วนที่สามารถเคลื่อนตัวมาสู่ท่อหลอดลมใหญ่ ดังนั้นการท่ายกภาพบำบัดซึ่งช่วยให้เสมหะเคลื่อนตัวจากหลอดลมส่วนปลาย โดยการจัดทำ การเคาะและการสั่นสะเทือน จึงช่วยให้เสมหะถูกกำจัดได้ง่ายขึ้น แต่ถ้ามียาธิสภาพที่ทำให้การไอไม่มีประสิทธิภาพ การท่ายกภาพบำบัดก็จะไม่สามารถทำให้เสมหะถูกขับออกมาได้ การไอที่ไม่มีประสิทธิภาพพบได้ในภาวะที่กล้ามเนื้อในการหายใจเข้าและออกอ่อนแรง เช่น ผู้ป่วยที่มีโรคของกล้ามเนื้อหรือระบบประสาทส่วนต่างๆ ที่ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ ภาวะที่ไม่สามารถปิด glottis ได้สนิท เช่น ผู้ป่วยใส่ท่อหลอดลมคอ(endotracheal tube) หรือท่อเจาะคอ (tracheostomy tube) ซึ่งการใส่ท่อนี้ยังป้องกันไม่ให้หลอดลมส่วนต้นเล็กลงเมื่อมีแรงดันในช่องอกเพิ่มขึ้นจากการไอ (dynamic airway compression) จึงทำให้ความเร็วลมไม่เพิ่มขึ้นมากพอที่จะช่วยขับเสมหะได้อีกด้วย (1) นอกจากนี้ยังพบว่าท่าของผู้ป่วยจะมีผลให้การไอได้แรงจากน้อยไปมากดังนี้ คือ ท่านอนตะแคง นอนหงาย ท่านั่งและนั่งงอสะโพก การกระตุ้นการไอ(1)

1. Huffing เป็นการไอโดยที่ไม่มีการปิดของ glottis แต่อาศัยการเคลื่อนตัวของเสมหะแบบ oscillation โดยผู้ป่วยหายใจเข้าเต็มที่ถึง total lung capacity แล้วไอแรงๆ โดยหยุดเป็นช่วงๆ อีก 2-3 ครั้ง ซึ่งมีข้อดีในผู้ป่วยที่เป็นโรคหลอดลมตีบ เช่น หอบหืดเนื่องจากเมื่อไม่มีการปิดของ glottis แรงดันในช่องอกก็ไม่สูงมาก จึงไม่กดหลอดลมให้ตีบแฟบลงไปอีก
2. การสั่นสะเทือน (vibration) เชื่อว่ากลไกในการช่วยขับเคลื่อนของเสมหะคล้ายกับ huffing โดยช่วยให้เสมหะเคลื่อนตัวไปสู่หลอดลมขนาดใหญ่ และขณะที่ทำการสั่นสะเทือน ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมอย่างรวดเร็ว ทำให้กระตุ้นการไอได้
3. การกระตุ้นบริเวณหลอดลม โดยใช้นิ้วกระตุ้นโดยตรงบริเวณ manubrial notch
4. การดูดเสมหะโดยทางท่อหลอดลมคอหรือทาง oropharynx ซึ่งวิธีหลังจะกระตุ้น gag reflex ทำให้อาเจียนและมีโอกาสสำลักได้
5. การใช้ยา ยาที่มีรายงานสนับสนุนว่าได้ผลได้แก่ hypertonic saline, terbutaline ร่วมกับกายภาพบำบัดและ amiloride ส่วน carbocysteine, bromhexine และ guaifenesin ยังไม่มีรายงานชัดเจน

นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือบางชนิดที่นำมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพการไอ ได้แก่(5, 6)

1. positive expiratory pressure therapy  
ช่วยให้ความดันในหลอดลมเป็นบวกตลอดเวลาของการหายใจออก เนื่องจากต้องหายใจออกผ่านทางท่อที่มีขนาดเล็ก (resistance) เป็นการเพิ่มแรงต้านทาน ป้องกัน dynamic airway compression ที่มากเกินไปจนทำให้หลอดลมตีบแฟบ และยังช่วยเพิ่ม collateral ventilatory flow ทำให้มีแรงดันสะสมด้านหลังต่อเสมหะ ช่วยผลักไล่เสมหะออกมาได้ (6) ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 positive expiratory pressure therapy

2. incentive spirometry ใช้หลักการของ sustained maximal inspiration ช่วยให้กล้ามเนื้อในการหายใจเข้าทำงานได้ดีขึ้น ได้ปริมาตรอากาศหายใจเข้าเพิ่มขึ้น จึงไอได้แรงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ป่วยหลังผ่าตัดในช่องอก ช่องท้อง ปอดแฟบ และ restrictive lung จากปัญหากล้ามเนื้ออ่อนแรง ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 incentive spirometry

ข้อจำกัดในการใช้ incentive spirometry คือ

1. ทำเร็วเกินไป ทำให้เกิด hyperventilation มีอาการชาปลายมือ เท้า มึนศีรษะ
2. ผู้ป่วยไม่คุ้นเคย ทำได้ไม่ถูกต้อง จึงต้องแน่ใจว่าเวลาอธิบายจนผู้ป่วยสามารถทำได้ถูกต้อง ซึ่งจำเป็นที่จะต้องบอกถึงเหตุผลที่ต้องใช้ วิธีการและจุดมุ่งหมายคือการไออย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนคือ
  - หายใจออกปกติทางปาก
  - อมที่ปากเป่าให้แน่น
  - หายใจเข้าเต็มทีช้าๆ ทางปาก (อาจต้องใช้ที่หนีบจมูกช่วย)
  - กลั้นหายใจ 3 - 5 วินาที (ให้ลูกบอลลอยค้าง)
  - หายใจออกปกติ
  - ทำซ้ำ 5-10 ครั้ง
  - ถ้าต้องการไอให้ไอระหว่างการทำได้ และไออีกเมื่อทำเสร็จแล้ว ความถี่ในการทำแล้วแต่ความสามารถของผู้ป่วยและโรคที่เป็นโดยอาจทำได้ทุก 1 ชั่วโมงในผู้ป่วยบางราย
3. IPPB (Intermittent positive pressure breathing) มักใช้เครื่องช่วยหายใจชนิด Bird series แต่ต้องการความร่วมมืออย่างมาก โดยผู้ป่วยต้องไม่หายใจ ตานกับแรงดันบวกจากเครื่อง หายใจเข้าผ่านท่อทางปากช้าๆ ไปพร้อมกับเครื่องซึ่งมีการตั้งค่าความดันบวกโดยเริ่มที่ 10 cmH<sub>2</sub>O ค่อยๆ เพิ่มจนได้ tidal volume ประมาณ 15 มล./กิโลกรัม แล้วหายใจออกปกติ แต่ปัจจุบันนิยมใช้ลดลง ถ้าผู้ป่วยมีกล้ามเนื้ออ่อนแรงแรงมากอาจพิจารณาใช้เครื่องช่วยหายใจชนิด non invasive ช่วยแทน

ผลแทรกซ้อนของการทำกายภาพบำบัด (5)

1. Hypoxemia อาจมีการหายใจเร็ว หัวใจเต้นเร็ว หรือซ้ำจาก ventilation-perfusion mismatch ตั้งแต่ในขณะที่มีการจัดทำ เป็นต้น
2. หลอดลมหดเกร็ง เนื่องจากไอเสมหะออกได้ไม่หมด หรือทำการเกาะปอดในผู้ป่วยที่ไอแห้งๆ ไม่ค่อยมีเสมหะ
3. Gastroesophageal reflux
4. การหลุดของสิ่งแปลกปลอมในหลอดลมผ่านปลายชิ้นมาที่ส่วนต้น
5. กรณีผู้ป่วยใส่ท่อหลอดลมคออาจมีแผลที่หลอดลม จากการเสียดของท่อขณะจัดทำ หรือมีน้ำในท่อลูกฟูก (corrugate tube) ไหลลงสู่ผู้ป่วย

ดังนั้นจึงต้องระวังในผู้ป่วยหอบหืดต้องควบคุมภาวะหลอดลมหดเกร็งให้ได้ก่อน รวมทั้งภาวะ hypoxia และขาดน้ำควรได้รับการแก้ไขก่อน ในกรณีผู้ป่วย bronchiolitis

การทำกายภาพบำบัดไม่ได้ประโยชน์โดยเฉพาะช่วงแรกที่หลอดลมบวมมาก

เนื่องจากพยาธิสภาพอยู่ที่หลอดลมส่วนปลายมาก การทำแต่ละครั้งไม่ควรนานเกิน 15-20

นาที และมีการประเมินความจำเป็นและการตอบสนองของผู้ป่วยทุก ๆ 48 ชั่วโมง ก่อนที่จะสั่งการรักษาด้วยการทำกายภาพบำบัดต่อไป

ในบทนี้จะกล่าวเน้นการระบายเสมหะในผู้ป่วยกลุ่มที่ไม่สามารถไออย่างมีประสิทธิภาพ

คือผู้ป่วยกล้ามเนื้ออ่อนแอและผู้ป่วยที่ใส่ท่อหลอดลมคอหรือท่อเจาะคอว่าจะมีข้อจำกัดและวิธีการช่วยเหลืออย่างไร

ผู้ป่วยที่ใส่ท่อหลอดลมคอ

ดังที่กล่าวแล้วว่าผู้ป่วยในกลุ่มนี้มีปัญหาของการไอได้ไม่เต็มที่จากการที่ glottis ไม่เปิด การใส่ท่อป้องกันการเกิด dynamic airway compression ทำให้ความเร็วลมในการขับเสมหะมีไม่มากพอ นอกจากนั้นกรณีนี้ที่ผู้ป่วยได้รับยากลุ่ม muscle relaxant ก็จะมีปัญหาทำให้ไม่สามารถใช้กล้ามเนื้อเนื้อช่วยไอได้ ทำให้มีปัญหาปอดแฟบ และความยืดหยุ่นของปอด (compliance) เสียไป (7)

ดังนั้นจึงต้องอาศัยการกระตุ้นการไอโดยการกระตุ้นบริเวณท่อหลอดลมหรือทำการดูดเสมหะ

โดยถ้าเสมหะอยู่ที่หลอดลมส่วนปลายจำเป็นต้องทำกายภาพบำบัดโดยการจัดทำ เคาะและสั่นสะเทือนก่อน(1)

ขั้นตอนการช่วยระบายเสมหะ

1) การจัดทำเพื่อช่วยระบายเสมหะ

ในท่านอนหงายซึ่งเป็นท่าที่สะดวกที่สุดในการดูแลและทำกายภาพบำบัดแก่ผู้ป่วยที่มีท่อหลอดลมคอและอุปกรณ์ต่างๆ

ติดอยู่รอบตัวแต่เป็นท่าที่ปริมาตรปอดเหลือน้อยที่สุด เนื่องจากอวัยวะในช่องท้องจะถูกดันสูงขึ้นในช่องหายใจออก

ของการช่วยหายใจโดยใช้ intermittent positive pressure ventilation ทำให้กะบังลมลอยสูงขึ้น ไปกดดันบริเวณของเนื้อปอด(8)

การนอนตะแคงจะช่วยลดปัญหาของการที่กะบังลมถูกดันจากอวัยวะในช่องท้องและแนะนำให้นอนตะแคงโดยเอาปอดส่วนที่มีพยาธิสภาพอยู่ด้านบนเนื่องจากตามสภาวะของแรงโน้มถ่วงโลกทำให้ปอดส่วนล่างมีเลือดไหลลงมาจำนวนมาก

ซึ่งจะเป็นสัดส่วนที่เหมาะสมกับเนื้อปอดที่ตีส่วนล่างซึ่งจะมี

ventilationมากกว่าส่วนบนเช่นกัน.

จึงทำให้การแลกเปลี่ยนออกซิเจนเป็นไปได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นและยังทำให้เสมหะจากส่วนที่มีพยาธิสภาพเคลื่อนลงมาสู่หลอดลม

ใหญ่ได้ง่ายขึ้นรวมทั้งยังช่วยต่อการทำกายภาพบำบัดปอดส่วนที่มีพยาธิสภาพด้วยอย่างไรก็ตามควรต้องติดตามการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณชีพด้วยเสมอเพื่อให้เวลาในการจัดทำและกายภาพบำบัดเป็นไปอย่างเหมาะสมเท่าที่ผู้ป่วยไม่มีภาวะแทรกซ้อนตามมา(6)

ท่านอนคว่ำโดยเฉพาะในทารกจะช่วยให้อวัยวะซี่โครงบริเวณหน้าอกไม่ยุบเข้าในขณะหายใจ

ทำให้การทำงานของทรวงอก กะบังลมและท้องสัมพันธ์กันดีขึ้น

และไม่มีแรงกดจากอวัยวะในช่องท้องที่จะดันกะบังลมให้ลอยสูงขึ้น ปริมาตรปอดจึงเพิ่มขึ้น แต่ไม่แนะนำในกรณีที่มีผู้ป่วยท้องอืด

(6) ท่านั่งจะทำให้ปริมาตรปอดและ functional residual capacity เพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ยังทำให้ผู้ป่วยมีโอกาสมองเห็นสิ่งแวดล้อมต่างๆ รอบๆ ตัว ได้เช่นปกติอีกด้วย

(6) อย่างไรก็ตามการจะจัดทำใดต่อจุดที่พยาธิสภาพของโรคที่เป็น

ข้อจำกัดของผู้ป่วย

ความชำนาญของพยาบาลและสถานที่และต้องมีการติดตามสัญญาณชีพเสมอ

นอกจากนี้การจัดทำอย่างเดียวมักไม่เพียงพอในการระบายเสมหะ จะต้องทำควบคู่ไปกับการเคาะปอด

และการสั่นสะเทือน ที่สำคัญที่สุดคือการกระตุ้นการไอซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญที่สุดที่จะขับเสมหะออกในตอนสุดท้าย

2) การเคาะปอด (percussion)

โดยทำมือเป็นกระเปาะ (cupped hand) แล้วเคาะบริเวณปอดที่มีพยาธิสภาพ

ตลอดทั้งการหายใจเข้าและออก คลื่นพลังงานจากการเคาะนี้จะช่วยให้เสมหะเคลื่อนตัว(6) ขณะทำอาจใช้มือเดียวในเด็กเล็ก

และมีฝ่าบางๆ ปูที่ผิวหนัง 3) การสั่นสะเทือน (vibration)

คือการออกแรงกดอัดที่ปอดเฉพาะช่วงหายใจออกในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนตัวของกระดูกซี่โครงในขณะที่หายใจออก

ซึ่งพบว่าทำให้เสมหะเคลื่อนตัวไปสู่หลอดลมใหญ่ได้(6)

4) การบีบ bag ด้วย tidal volume ที่มากกว่าปกติ (manual hyperinflation)