

TSCCM Waveform Tutors

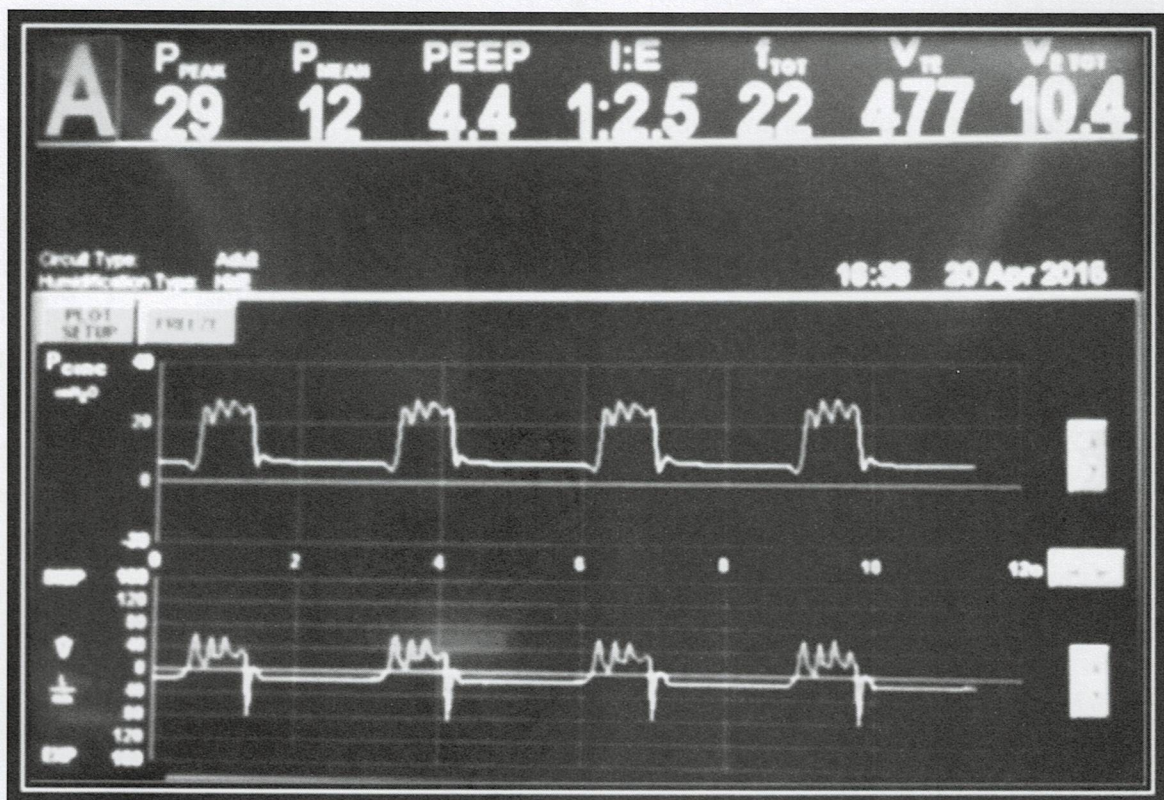
อ. พญ. ณ์บัลลิกา กองพลพรหม
ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้ป่วยรายนี้ได้รับการช่วยหายใจโดยใช้ pressure control ventilation (PCV) ต่อมามีปัญหาหายใจหอบเหนื่อย ตรวจ ventilator waveforms พบลักษณะดังรูปที่ 1

คำถาม

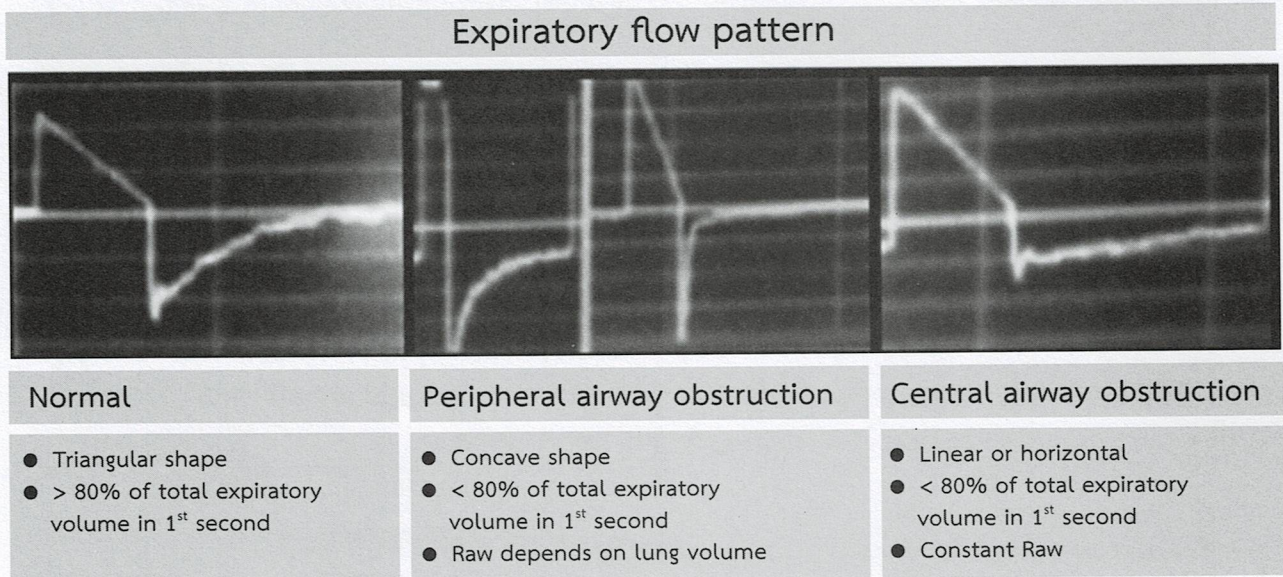
การตรวจหาสาเหตุ และการรักษาใด ไม่ช่วย แก้ปัญหาอาการหอบเหนื่อยในผู้ป่วยรายนี้

- ก. ดูดเสมหะ
- ข. พ่นยาขยายหลอดลม
- ค. ใส่ oropharyngeal airway ป้องกันการกีดท้อ
- ง. ตรวจสอบ endotracheal tube ว่ามีหักงอหรือไม่
- จ. Bronchoscope เพื่อหาสาเหตุและให้การรักษาตาม findings



รูปที่ 1. Ventilator waveforms ของผู้ป่วยรายนี้ขณะมีอาการหายใจหอบเหนื่อย

การประเมินความผิดปกติของผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจ จากการตรวจลักษณะของ ventilator waveform ในผู้ป่วยรายนี้ flow-time waveform มี pathognomonic pattern ของ central airway obstruction ดังแสดงในรูปที่ 2

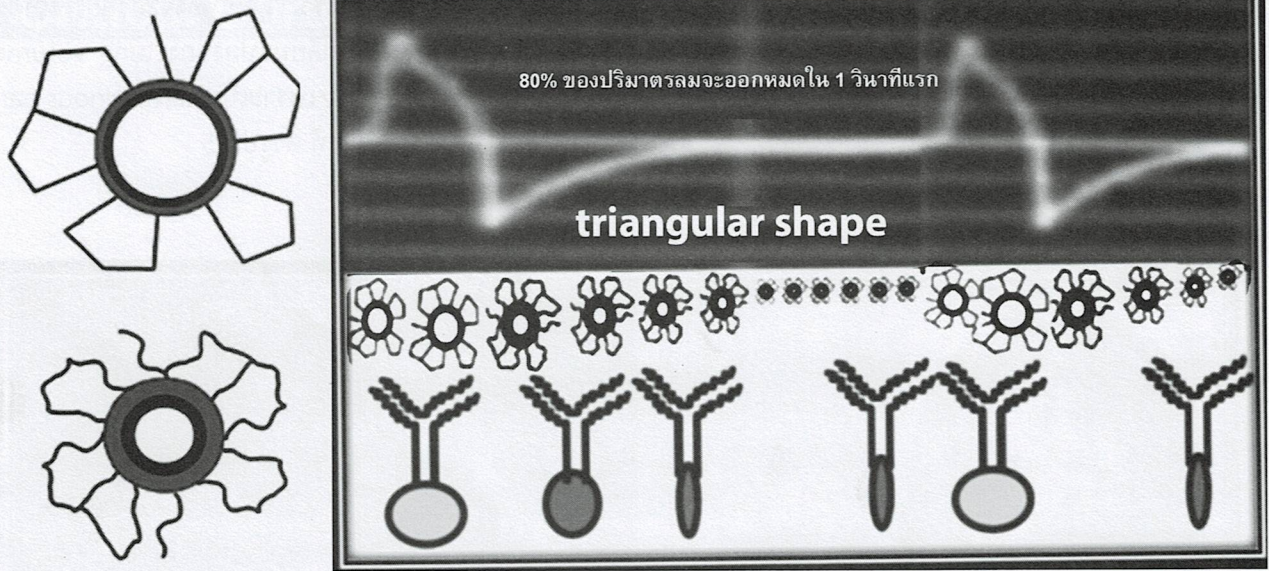


รูปที่ 2. แสดงการเปรียบเทียบ expiratory flow pattern (ซ้าย) ปกติ (กลาง) peripheral airway obstruction และ (ขวา) central airway obstruction

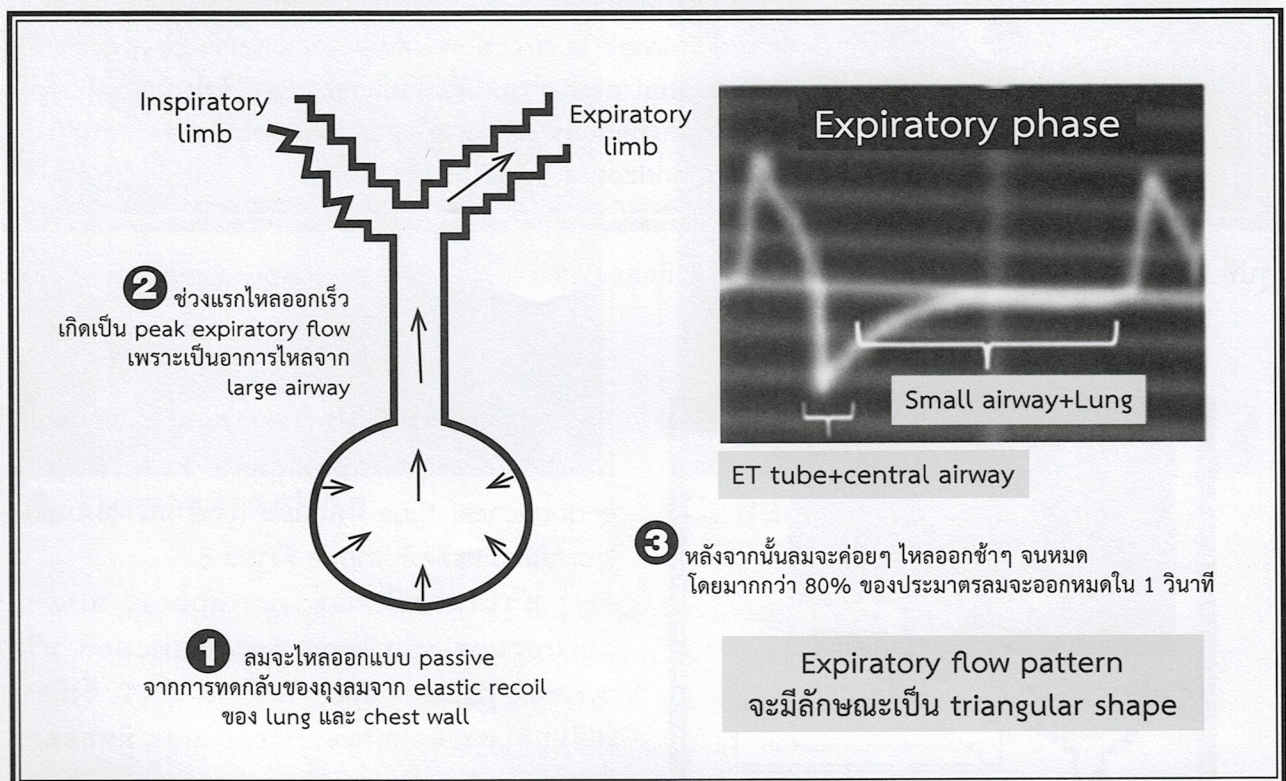
การเปลี่ยนรูปร่างของ expiratory flow pattern นอกจากจะแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงทาง respiratory physiology ได้แล้ว ยังสามารถบอกถึงตำแหน่งของรอยโรคได้อีกด้วย โดยลักษณะ expiratory flow pattern ขึ้นกับ 1) elastic recoil ของปอดและผนังทรวงอก 2) airway resistance (Raw) และ 3) การเปลี่ยนแปลงของ lung volume

โดยอัตราการไหลของลมออกจากปอดในช่วงต้น ขึ้นกับความแตกต่างของ pressure ในปอดและ central airway (P1-P2) ในภาวะปกติการหายใจออกเป็น passive respiration ผนังทรวงอกและถุงลมปอดจะหดกลับตามคุณสมบัติของ elastic recoil คล้ายการหดตัวกลับของ

สปริงทำให้ความดันในถุงลมปอด (P1) สูงกว่าความดันบริเวณ proximal airway (P2) ลมจึงไหลออกจากปอดได้ (P1>P2) โดยทั่วไป central airway ในผู้ป่วยที่ใช้ท่อช่วยหายใจ มี resistance ประมาณ 5-7 cmH₂O-sec /L การไหลของ flow จะออกได้เร็ว (P1>>>P2) ทำให้เห็นเป็น peak expiratory flow และหลังจากนั้น การไหลของลมจะค่อย ๆ ลดลง เนื่องจากเมื่อลมไหลออก ทำให้ alveolar volume ลดลง หลอดลมส่วนปลายจึงมีขนาดเล็กลงตาม เพิ่ม peripheral airway resistance (ตามกลไก radial traction ดังรูปที่ 3) ถ้าไม่มีพยาธิสภาพในปอดและหลอดลมในปอดจะไหลออกได้มากกว่า ร้อยละ 80 ภายในเวลา 1 วินาที ดังรูปที่ 4



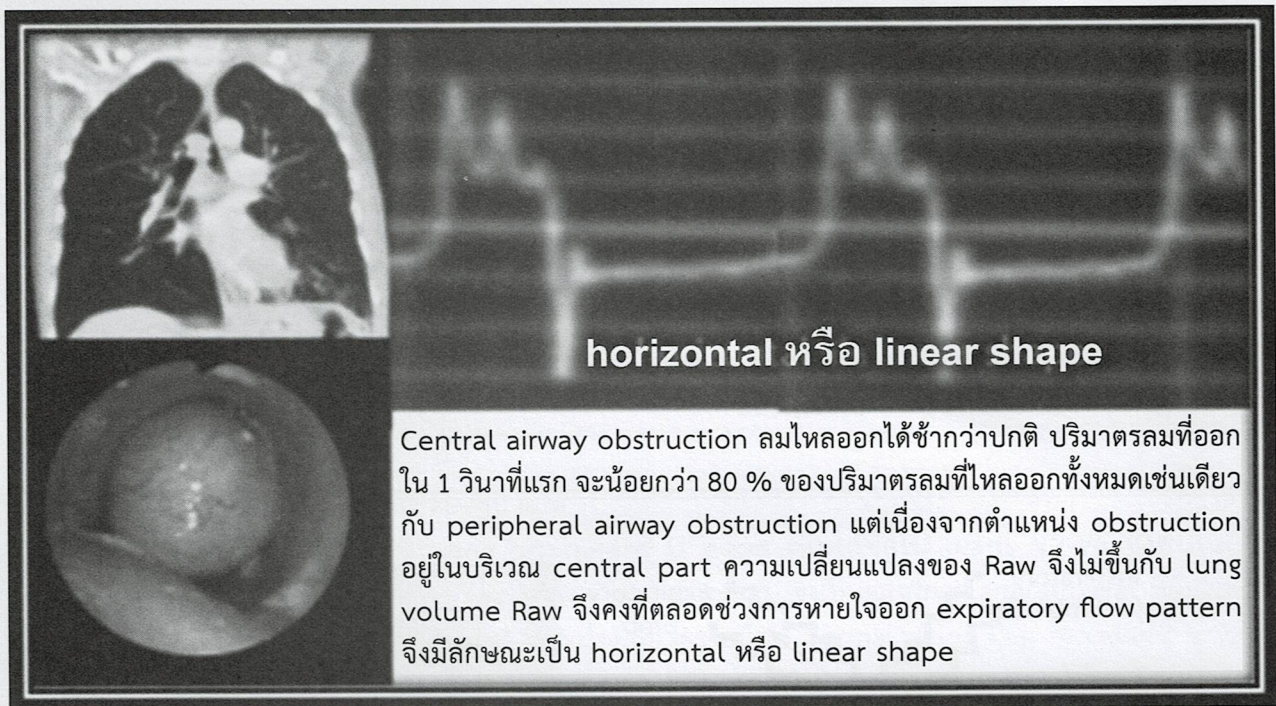
รูปที่ 3. Radial traction การเปลี่ยนแปลงของ alveolar volume มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของ peripheral airways หรือ bronchioles ในบริเวณนั้น



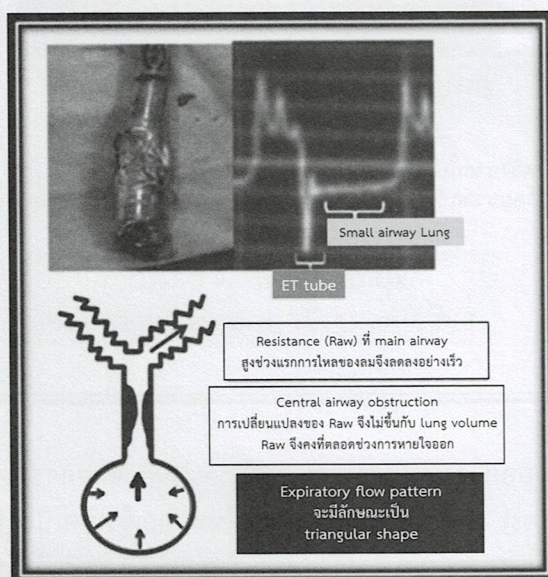
รูปที่ 4. ผู้ป่วยที่มี lung mechanics ปกติ ในช่วงหายใจออก ลมจะไหลออกแบบ passive จากการหดกลับของถุงลม จาก elastic recoil ของ lung และ chest wall ทำให้ลมช่วงแรกไหลออกเร็วเกิดเป็น peak expiratory flow หลังจากนั้นลมจะค่อย ๆ ไหลออกช้า ๆ จนหมด โดยมากกว่า ร้อยละ 80 ของปริมาตรลมจะออกหมดใน 1 วินาทีแรก expiratory flow pattern จะมีลักษณะเป็น triangular shape

ในกรณีที่มี central airway obstruction เนื่องจาก proximal Raw สูง ความดันในหลอดลมที่มีภาวะอุดตันสูงขึ้น (increased P2) ทำให้ความแตกต่างระหว่างความดันในปอดและ central airway ลดลง ($P1 - \text{increased } P2 = \text{decreased } \Delta P$) การไหล

ของ flow จึงลดลงอย่างรวดเร็ว และเนื่องจากรอยโรคเกิดที่ central airway การเปลี่ยนแปลงของ lung volume จึงไม่มีผลต่อขนาด airway เพราะเป็น cartilaginous part การลดลงของ flow จึงคงที่ ดังรูปที่ 5



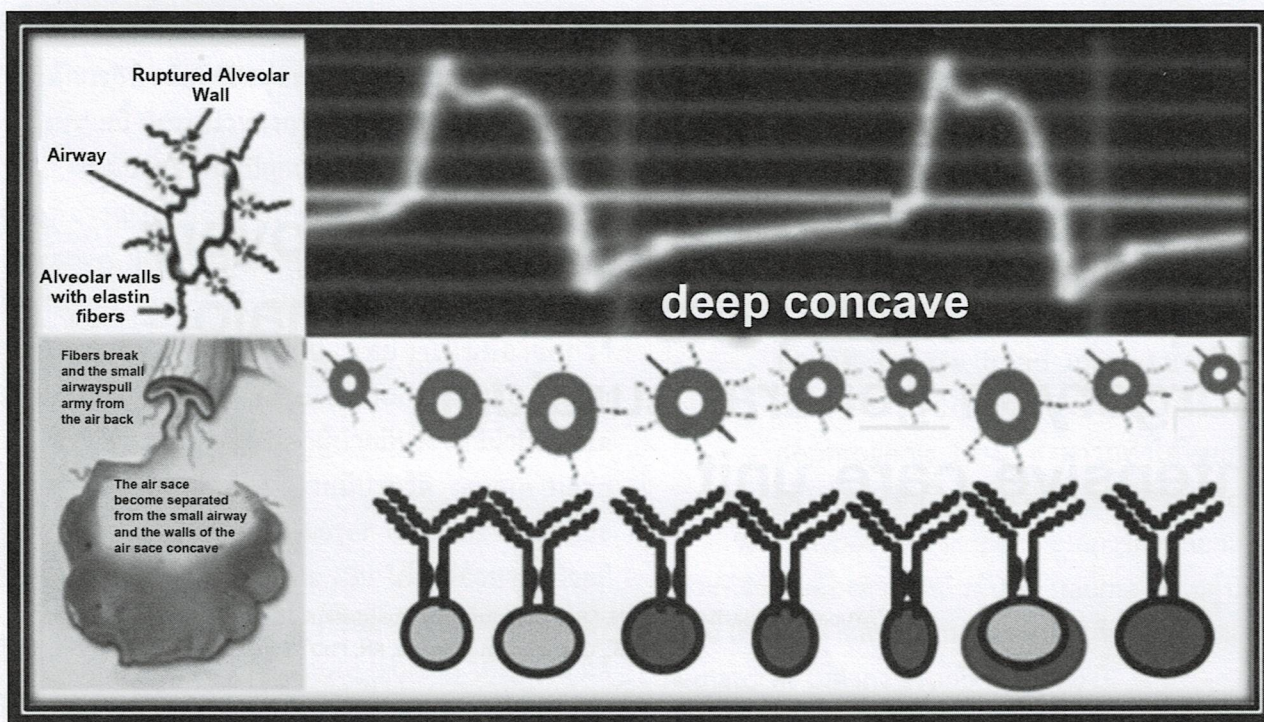
รูปที่ 5. central airway obstruction - Raw สูงคงที่ตลอดช่วงการหายใจออก expiratory flow pattern จึงมีลักษณะเป็น horizontal หรือ linear shape



รูปที่ 6. Endotracheal tube obstruction

ในผู้ป่วยรายนี้ ทำการดูดเสมหะแล้วพบว่าไม่สามารถ ใส่สายดูดเสมหะได้สุดสาย ดัดบริเวณปลาย endotracheal tube จึงเปลี่ยน tube พบว่ามี blood clot ปนเสมหะติดที่ปลายท่อ ดังรูปที่ 6

ส่วนในกรณีภาวะ peripheral airway obstruction เช่น bronchoconstriction หรือ dynamic hyperinflation ในผู้ป่วย COPD ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของ airway structures มีหลอดลมตีบแคบและ floppy การเปลี่ยนแปลงของ lung volume ในช่วงหายใจออกจึงมีผลทำให้ peripheral airway collapse มากขึ้น ลมจึงไหลออกได้ช้าลงเรื่อย ๆ expiratory flow pattern จึงเป็นลักษณะ concave ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7. peripheral airway obstruction ลมไหลออกได้ช้ากว่าปกติ ปริมาตรลมที่ออกใน 1 วินาทีแรก จะน้อยกว่า 80% ของปริมาตรลมที่ไหลออกทั้งหมด เพราะมีแรงต้านในหลอดลม (airway resistance : Raw) สูง โดย Raw จะสูงขึ้นเมื่อ lung volume ลดลง ลมที่ไหลออกช่วงท้ายการหายใจออก จึงไหลออกได้ช้ามากกว่าช่วงต้น เพราะมี Raw ที่สูงกว่า (ผลจาก radial traction และ dynamic hyperinflation) expiratory flow pattern จึงมีลักษณะเป็น deep concave

คำตอบ

จาก expiratory flow pattern ที่แสดงถึง central airway obstruction การพ่นยาขยายหลอดลมจึงไม่ช่วย แก้ปัญหาอาการหอบเหนื่อยในผู้ป่วยรายนี้