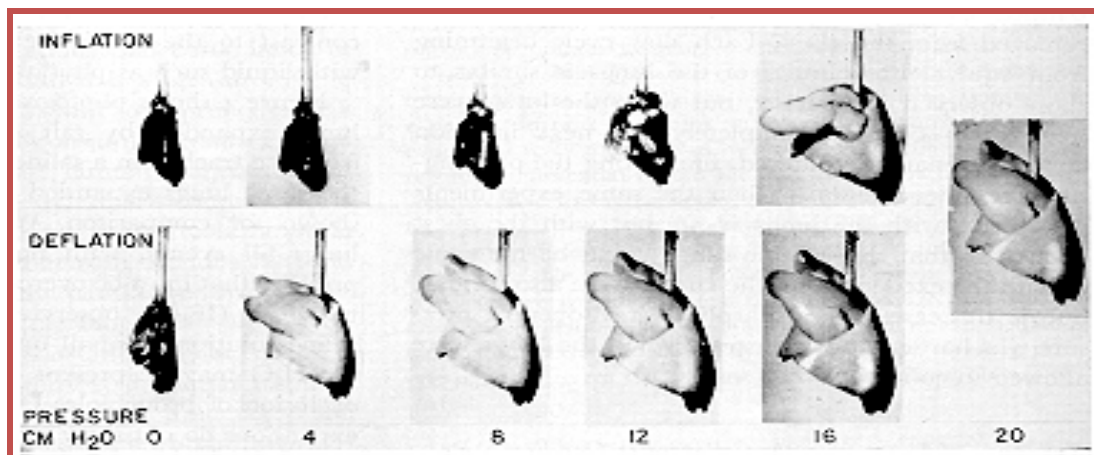


HFOV: Lung Recruitment Technique

โดย

รศ.นพ.รุจิภัตต์ สำนานสำรวจกิจ และคณะ



High Frequency Oscillatory Ventilation (HFOV)

OPEN LUNG TECHNIQUE

Case Study I

A 10 year-old Thai girl previously healthy comes in with history of fever and difficulty of breathing for 5 days. Her chest x-ray reveals bilateral alveolar infiltration. Her initial SpO₂ is measured at 88% on non-rebreathing mask with bag. She is later intubated and mechanically ventilated with pressure-control (PC) mode, FiO₂ 1, PIP 40, PEEP 15 cm H₂O, RR 30/min, inspiratory time 1 sec. MAP = 25 cm H₂O measured, Expired tidal volume(TV) = 160 ml. Her recent CXR demonstrates small air-leak around middle mediastinum bilaterally.

PE: BW 40 Kg

GA: A Thai girl, agitated, tachypnea,

VS: BT 39°C, BP 100/55 mm Hg, PR 150/min,

RR 45/min, SpO₂ 95% (mask with bag 10 L/min)

HEENT: mild pale conjunctiva, no icteric sclerae

Heart: normal S₁&S₂, no murmur

Lungs: fine crepitation and rhonchi both lungs

Abdomen : soft, no organomegaly

Extremities : no edema, no petichiae

Initial ABG : (FiO₂ 1.0)

pH 7.48, PO₂ 68 mm Hg, PCO₂ 23 mm Hg, HCO₃⁻ 16.5 mEq/L, BE -6.9, SaO₂ 99%

Calculated oxygen parameters:

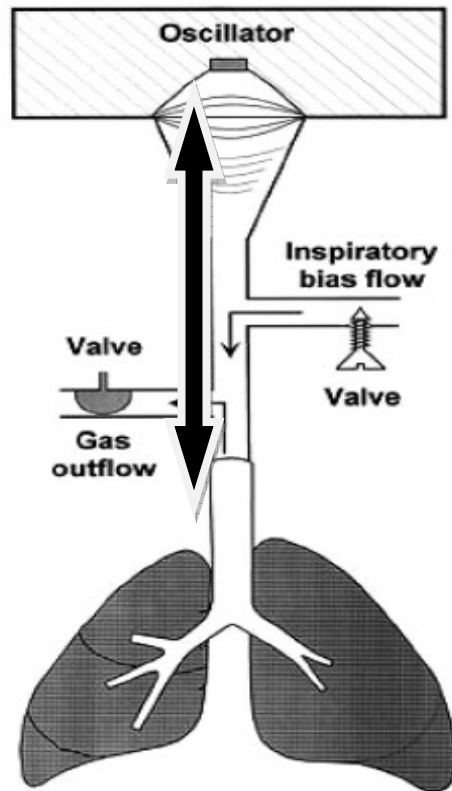
Oxygenation index = $25 \times 1/68 \times 100 = 36$

A-a gradient = $(713-35)-68 = 610$

PaO₂/FiO₂ = 68

Open Lung Technique

(How to do recruitment maneuver by HFOV)



เลือกใช้ HFOV 3100B (Sensormedics, Viasys, Ca) ในกรณีที่เด็กมีน้ำหนักมากกว่า 35 kg (3100 A if body wt <35 kg)

1. Stabilized ผู้ป่วยให้มีความดันและการเต้นหัวใจที่คงที่ ปรับระดับสารน้ำและ ยา sedation รวมทั้ง muscle paralysis ให้เหมาะสม แนะนำให้ใส่สายวัดความดันเลือดในหลอดเลือดใหญ่ (CVP line) และ arterial line เพื่อ ตรวจวัดระดับความดันเลือดในขณะทำหรือการตรวจวัดระดับ ABG เป็นระยะๆ หลังจากนั้น

2. ปรับระดับ FiO_2 ไปที่ 1.0 พร้อมกับปรับ cuff leak ให้เหลือน้อยที่สุด ในกรณีถ้าเป็น endotracheal tube ชนิดมี cuff

3. ปรับตั้ง Mean airway pressure ไว้ที่ระดับ 35 cm H_2O (30 cm H_2O if BW < 35 kg) โดยปิด piston เพื่อไม่ให้เกิดการสั่น โดยที่จะเริ่มกดปุ่ม reset เพื่อให้เครื่องปล่อยก๊าซออกมาเรื่อยๆ จนถึงระดับที่ต้องการ ภายในเวลา 10 วินาที ซึ่งจะเหมือนกับการทำงานในระบบ CPAP และหลังจากนั้นจะรอเป็นเวลาประมาณ 30-40 วินาที (20-30 วินาที สำหรับเด็กที่มีน้ำหนัก < 35 kg) แล้วจึงเริ่มกดปุ่ม start เครื่องเพื่อให้เครื่อง (Piston) เริ่มทำงาน หลังจากนั้นก็คอยเฝ้าติดตามการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดอย่างใกล้ชิดว่าเปลี่ยนแปลงอย่างไร (VS, BP, HR, oxygen sat) หลังจากนั้นจะค่อยๆ ปรับลดระดับของ MAP ลงมาทีละ 0.5 -1 cm H_2O ตามลำดับ จนมาอยู่ที่ระดับ 5-8 cm H_2O เหนือระดับของ MAP เดิม โดยที่รักษา ระดับของ oxygen saturation มากกว่า 92% และปรับระดับ amplitude, frequency ตามที่คำนวณไว้ตั้งแต่แรก ถ้าผู้ป่วยมีระดับความดันลดลง ก็ควรพิจารณาให้ fluid bolus หรือ Inotrope โดยการปรับเป็นระยะๆ

4. ถ้าพบว่ายังไม่สามารถปรับลดระดับ oxygenation ได้ตามจุดมุ่งหมาย ($FiO_2 < 60-70\%$), พิจารณาเพิ่มความดัน (mP_{aw}) ไปที่ 40 cm H₂O (35 cmH₂O, BW < 35 kg) แล้วเริ่มทำ RM ใหม่

5. ถ้า oxygenation ดีขึ้นมากกว่า goal range พิจารณาระดับของ FiO_2 ลงครั้งละ 5-10% ทุกๆ 10-15 นาที

6. เริ่มเจาะ ABG ภายใน 30 นาที หลังจาก RM และเริ่มทำ serial CXR ทุกๆ 1-2 ชั่วโมงจนกว่าจะได้ระดับ optimum lung volume (8th-9th post rib space)

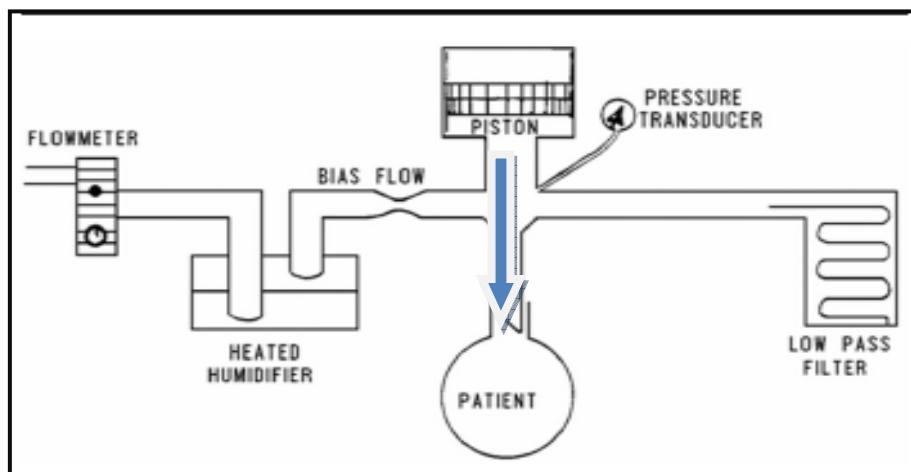
ถ้าเป็นกลุ่มเด็กที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 35 kg การทำ RM จะใช้เครื่องช่วยหายใจ แบบ 3100 A โดยจะใช้ $mPaw$ ที่ 30 cm H₂O โดยจะรอเป็นเวลา 20-30 วินาที ก่อนที่จะเริ่ม start oscillate เครื่อง ส่วนขั้นตอนอื่นๆ จะทำเหมือนกับในกลุ่มเด็กโต (ขั้นตอนการทำ RM โดยละเอียดจะอธิบาย ในระหว่างแบ่งกลุ่มย่อยอีกที)

การทำ RM จะทำเฉพาะในช่วง 5 วันแรก ถ้าต้องใช้ MAP >25 cm H₂O หรือในช่วงที่มีโอกาสเกิด alveoli derecruitment เช่น ผู้ป่วยต้องการ FiO_2 เพิ่มมากขึ้น หรือหลังการดูดเสมหะ, accidental disconnection, การปรับเปลี่ยนท่า

การเปลี่ยนแปลงทาง hemodynamic และ respiratory mechanic ในการทำ lung recruitment ในผู้ป่วย ARDS

ข้อควรระวังในการใช้ Recruitment maneuver (RM)

1. ไม่พิจารณาทำ RM ในผู้ป่วยที่มี hypotension หรือ มี pneumothorax หรือมี active air leak
2. ควรหยุดการทำ RM ทันทีถ้าพบว่าผู้ป่วยมี Hypotension หรือความดันลดลงมากกว่า 20% ของ baseline หรือพบว่ามี desaturation ลงมากกว่า 85%
3. ไม่ควรทำ recruitment maneuver อีกอย่างน้อยเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ถ้าพบว่าการทำ RM ครั้งสุดท้ายต้องหยุดการทำลงด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น



ตารางแสดงค่าประมาณของการตั้งค่า Mean airway pressure และความสัมพันธ์ของ ค่า FiO_2 ที่ควรจะเป็น (ค่าที่ตั้งอาจจะเท่ากับ ± 1 cm H₂O ของ mean Paw) ในผู้ใหญ่ ARDS (BW > 35 kg) ภายหลังจากการทำ

Recruitment maneuver

Step	FiO ₂	mPaw (cm H ₂ O)
1	0.4	22
2	0.4	24
3	0.5	24
4	0.5	26
5	0.5	28
6	0.5	30
7	0.6	30
8	0.6	32
9	0.7	32
10	0.7	34
11	0.8	34
12	0.8	36
13	0.8	38
14	0.9	38
15	1	38
16	1	40
17	1	42
18	1	45