

# THÔNG KHÍ NHÂN TẠO DƯỚI ĐIỀU KHIỂN THỂ TÍCH VÀ ÁP LỰC

BS Nguyễn Văn Nghĩa

## I. Thông khí nhân tạo dưới điều khiển thể tích.

(VCV: Volume Controlled Ventilation).

Mô hình đơn giản nhất của máy thở điều khiển thể tích là một cái bơm Pit tông. Chúng ta chỉ cần cài đặt trước thể tích thông khí với sự hằng định dòng chảy của máy mà không cần quan tâm đến áp lực đường thở. Nghĩa là áp lực thông khí của máy tỷ lệ thuận với sức cản đường thở (Resistance) và tỷ lệ nghịch với độ giãn nở của phổi (Compliance). Trong mối quan hệ như vậy đã tạo ra các thông số tự do.

*Thông số tự do là các thông số mà chúng ta có thể quan sát trên máy thở, kết quả của các thông số này phụ thuộc vào các thông số cố định mà ta đã cài đặt.*

Sự biến đổi các thông số tự do phản ánh sự thay đổi các thông số cài đặt và tình trạng hô hấp của bệnh nhân. Trong thông khí nhân tạo dưới điều khiển thể tích thì áp lực thông khí là thông số tự do, và ngược lại trong thông khí nhân tạo dưới điều khiển áp lực thì thể tích thông khí là thông số tự do.

Tuy nhiên chúng ta phải đặt giới hạn cho những thông số tự do này để hạn chế sự vượt quá giới hạn cho phép, mà từ đó có thể gây nên những tổn thương phổi không đáng có cho bệnh nhân.

### Những thông số cần cài đặt và giá trị cơ bản của các thông số.

- + Thể tích khí lưu thông (VT): 7 – 10ml/kg
- + Tần số thở (f): 10 – 15 lần/phút (phụ thuộc PaCO<sub>2</sub>)
- + Áp lực dương cuối thì thở ra (PEEP): 5 – 8 mmHg
- + Tỷ lệ thời gian thở vào-thở ra (I:E): 1:2
- + Tỷ lệ phần trăm O<sub>2</sub> trong khí thở vào (FiO<sub>2</sub>): 40% (phụ thuộc PaO<sub>2</sub>)
- + Tốc độ dòng chảy thở vào (Flow): 30 – 40l/phút
- + Giới hạn trên áp lực thở vào: 30mmHg

### Thông khí nhân tạo với tốc độ dòng chảy thấp:

Tốc độ dòng chảy là một thông số về tốc độ để chuyển toàn bộ lượng khí đã cài đặt vào phổi (thể tích khí/đơn vị thời gian). Nếu thông khí với tốc độ dòng chảy cao, thì thể tích khí thở vào đạt được trước khi thì thở ra bắt đầu. Như vậy thời gian thở vào có thể chia làm hai giai đoạn có và không có dòng chảy (Flow-

and No-Flow Phase). Trên biểu đồ áp lực-thời gian xuất hiện một hằng định áp lực (Khoảng nghỉ cuối thì thở vào).

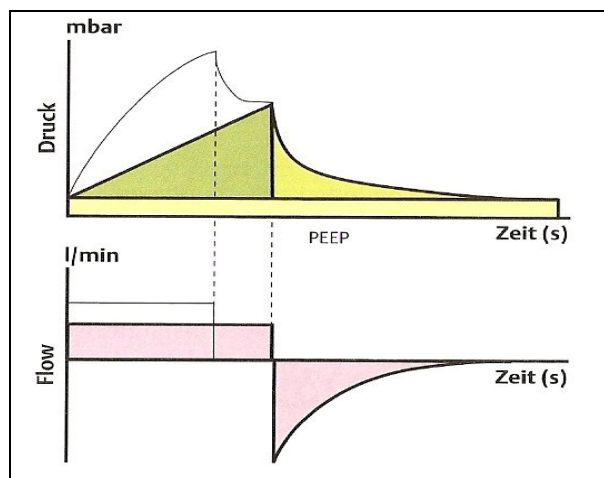
Hậu quả của thông khí nhân tạo với tốc độ dòng chảy cao:

- + Tăng áp lực đỉnh thở vào.
- + Giảm quá mức tổ chức phổi lành làm rối loạn cơ học hô hấp, trong khi phần tổ chức phổi tổn thương với một thời gian dài hằng định vẫn không được cung cấp đủ khí.

Hậu quả về mặt lâm sàng:

- + Làm tăng khoảng chết hô hấp.
- + Mất cân bằng tỷ lệ thông khí-tưới máu dẫn đến tăng lên các Shunt (right-left-Shunts) trong phổi (khối lượng máu không được trao đổi khí tăng lên).
- + Trong khoảng nghỉ cuối thì thở vào sẽ xuất hiện sự khác nhau về áp lực giữa các phần khác nhau của phổi (phổi lành và phổi tổn thương), dẫn đến sự xuất hiện khí đảo ngược “Pendluft”. Có nghĩa là, có sự phân phối lại khí trong phổi, khí thở vào ở trong tổ chức phổi lành (có áp lực cao hơn) sẽ chuyển sang phần tổ chức phổi tổn thương (áp lực thấp hơn).

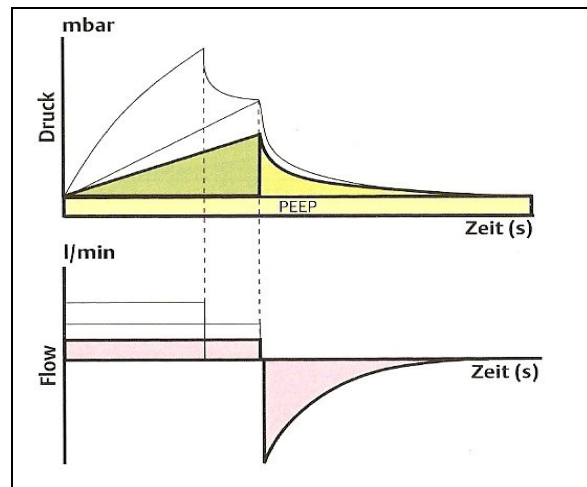
Như vậy, thông khí nhân tạo dưới điều khiển thể tích nên đặt dòng chảy ở mức thấp nhất có thể. Khi đó người ta gọi là “Thông khí nhân tạo dưới điều khiển thể tích dòng chảy thấp”.



**Hình 01:** Đồ thị áp lực-thời gian và dòng chảy-thời gian trong thông khí nhân tạo dưới điều khiển thể tích dòng chảy thấp (V-constance).

Khi chọn dòng chảy thở vào thấp, có thể với thời gian thở vào đã được cài đặt sẽ không đảm bảo đủ thể tích khí đã định. Lúc đó trên máy thở sẽ xuất hiện báo động với thông báo “Thời gian giới hạn”, có nghĩa là trong trường hợp này hô hấp trở nên không hằng định về thể tích.

Chỉ định tuyệt đối phương thức thông khí nhân tạo dưới điều khiển thể tích chỉ duy nhất trong lúc hồi sinh tổng hợp.



**Hình 02:** Đồ thị áp lực-thời gian và dòng chảy-thời gian <thời gian giới hạn> trong thông khí nhân tạo dưới điều khiển thể tích dòng chảy thấp (V-inconstance)

Trong gây mê, cấp cứu khẩn cấp, cũng như trong hồi sức thì phương thức thở này vẫn được lựa chọn, khi mà sự hằng định về thể tích và do đó hằng định về thông khí ( $\text{PaCO}_2$ -constance) là mục tiêu cơ bản của hô hấp.

Phương thức thông khí nhân tạo dưới điều khiển thể tích là phương thức thở đơn giản và an toàn, nên được chỉ định thêm không những trong cấp cứu mà còn trong phẫu thuật đối với phổi lành.

Cũng như trong giai đoạn cấp của chấn thương sọ não đơn thuần thì hô hấp với sự hằng định dòng chảy là một chỉ định an toàn với một thể tích thông khí được cài đặt trước và do đó có thể cài đặt chính xác và duy trì sự hằng định  $\text{PaCO}_2$ .

Ưu điểm của phương thức thông khí nhân tạo dưới điều khiển thể tích:

- + Là phương thức thông khí đơn giản và an toàn.
- + Có thể là phương thức hô hấp với thông khí hằng định (hằng định thể tích khí lưu thông  $\rightarrow$  hằng định  $\text{PaCO}_2$ ).

## II. Thông khí nhân tạo dưới điều khiển áp lực.

(PCV: Pressure Controlled Ventilation)

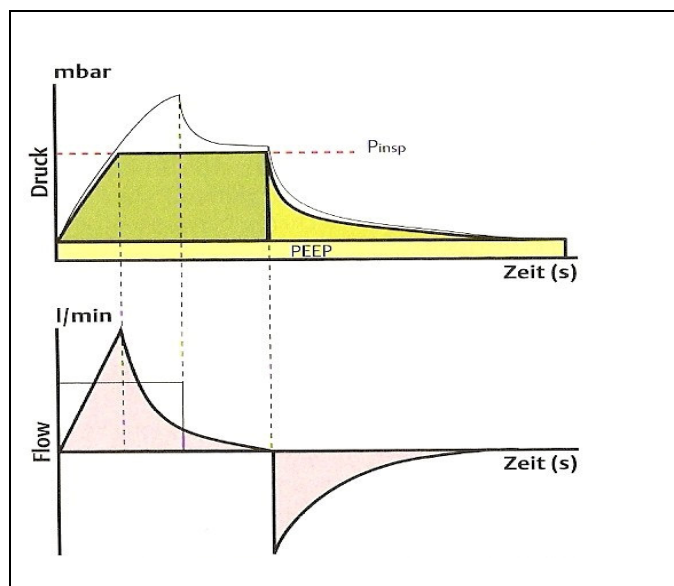
Trong phương thức thông khí nhân tạo dưới điều khiển áp lực, không khí được đưa vào phổi với một áp lực hằng định trong một khoảng thời gian cài đặt trước, có nghĩa là trong toàn bộ thời gian thở vào phổi được điều khiển với một áp lực như nhau.

Vì áp lực từ máy thở là cố định, nên dòng chảy phải giảm xuống, có nghĩa là bắt đầu thì thở vào thì tốc độ dòng chảy cao, khi mà thể tích khí trong phổi là thấp nhất, và với sự đầy lên của phổi thì tốc độ dòng chảy giảm dần.

Thể tích khí lưu thông (VT) phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- + Độ lớn của áp lực thở vào thực (không kể PEEP):  $P_{insp}$
- + Thời gian thở vào:  $T_{insp}$
- + Đặc điểm của cơ học của phổi (Compliance và Resistance).

Bất cứ sự thay đổi nào các đại lượng cơ học hô hấp Compliance hay Resistance sẽ dẫn đến thay đổi thể tích khí lưu thông VT và các thông số tự do khác. Như vậy đối với phương thức thông khí này chúng ta phải đặt giới hạn chuông báo động một cách chặt chẽ.



**Hình 03:** Đồ thị áp lực-thời gian và dòng chảy-thời gian trong thông khí nhân tạo dưới điều khiển áp lực.

Kết quả sự thay đổi như sau:

- + Compliance giảm → Thể tích khí lưu thông VT giảm.
- + Resistance tăng → Thể tích khí lưu thông VT giảm.

Áp lực thở vào trung bình cần thiết phụ thuộc vào đặc điểm cơ học hô hấp của phổi. Tuy nhiên áp lực đỉnh thở vào nên nhỏ hơn 30mmHg, để hạn chế các tổn thương phổi thứ phát do áp lực thở cao quá gây nên (Bavo-, Volu-trauma).

Tùy thuộc vào loại máy thở và phần mềm cài đặt cho máy mà ta có áp lực thở vào ( $P_{insp}$ ) liên quan và không liên quan đến PEEP.

*Ví dụ:*

Áp lực thở vào (liên quan đến PEEP (bao gồm PEEP))  $P_{insp} = 20\text{mmHg}$ ,  $PEEP = 8\text{mmHg}$ . Như vậy áp lực thở vào thực được máy thở tính thông qua áp lực thở vào tuyệt đối  $20\text{mmHg}$  là  $P_{insp} - PEEP = 20 - 8 = 12\text{mmHg}$ .

Áp lực thở vào (không liên quan đến PEEP (trên PEEP))  $P_{insp} = 20\text{mmHg}$ ,  $PEEP = 8\text{mmHg}$ . Như vậy áp lực thở vào thực được máy thở tính thông qua áp lực thở vào tuyệt đối  $28\text{mmHg}$  là  $20\text{mmHg}$ .

Tốc độ tăng lên của áp lực thở vào (độ dốc của sự tăng lên áp lực đến khi đạt được áp lực thở vào đã cài đặt) trong phương thức hô hấp nhân tạo PCV được cài đặt rất cao  $80-120\text{l/min}$ , do đó máy thở nhanh chóng đạt được áp lực thở vào đã cài đặt.

**Lưu ý:** Trong phương thức hô hấp nhân tạo dưới điều khiển áp lực thì độ lớn của dòng chảy thở vào tối đa phụ thuộc vào đặc điểm cơ học hô hấp của phổi và do đó phụ thuộc vào các thông số tự do.

### **Những thông số cần cài đặt và giá trị cơ bản của các thông số:**

- + Áp lực thở vào ( $P_{insp}$ ):  $12-15\text{mmHg}$  (trên PEEP).
- + Áp lực dương cuối thì thở ra (PEEP):  $5 - 8 \text{ mmHg}$ .
- + Tần số thở (f):  $10-15\text{l/min}$ . (phụ thuộc  $\text{PaCO}_2$ ).
- + Tốc độ tăng lên của áp lực thở vào (“Rampe”):  $0,2\text{sec}$ .
- + Tỷ lệ thời gian thở vào-thở ra (I:E):  $1:2$  (hoặc thời gian thở vào).
- + Tỷ lệ phần trăm  $\text{O}_2$  trong khí thở vào ( $\text{FiO}_2$ ):  $40\%$  (phụ thuộc  $\text{PaO}_2$ ).

**Lưu ý:** Phương thức hô hấp nhân tạo dưới điều khiển áp lực là sự lựa chọn tối ưu đối với phổi tổn thương (phổi không đồng nhất với các tổn thương ở nhiều vị trí: *Multicompartmentlung*).

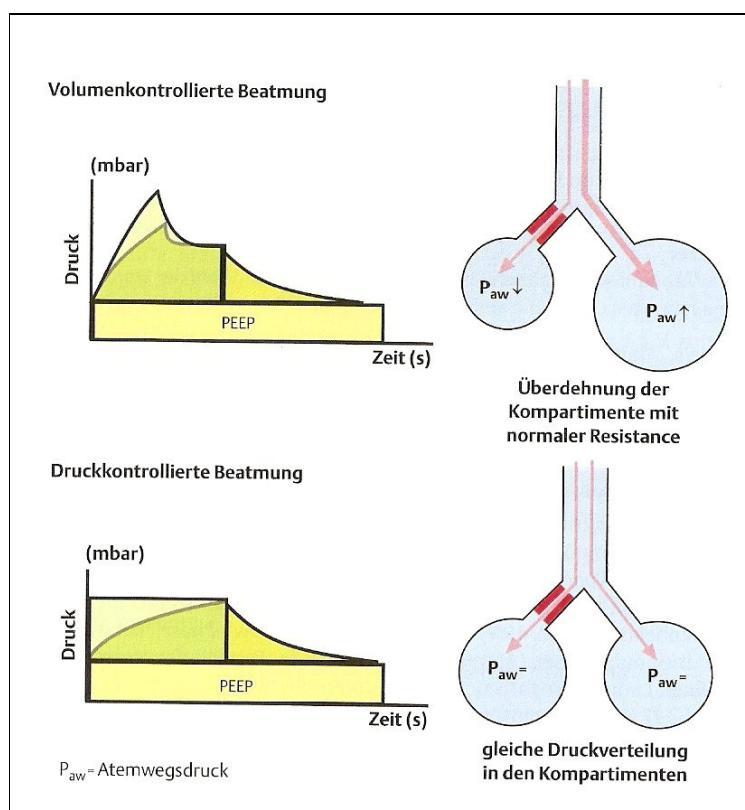
Ví dụ: Suy hô hấp cấp tiến triển (ALI/ARDS), viêm phổi, phù phổi cấp (OAP), bệnh phổi tắc nghẽn mạn tính (COPD), hen phế quản.

### **So sánh phương thức hô hấp nhân tạo dưới điều khiển áp lực và thể tích trong rối loạn hô hấp tắc nghẽn và hạn chế.**

Trong trường hợp thông khí tắc nghẽn, nếu áp dụng phương thức hô hấp nhân tạo dưới điều khiển thể tích sẽ làm giãn quá mức tổ chức phổi lành (nguy cơ gây nên các tổn thương phổi thứ phát: Baro-/Volutrauma), do khí sẽ được đẩy vào tổ chức phổi lành có sức cản đường thở thấp nhiều và nhanh hơn. Phần phổi này sẽ có áp lực cao hơn và thể tích khí nhiều hơn. Trong giai đoạn không dòng chảy “No-Flow” Phase, sẽ xuất hiện tình trạng phân chia lại khí trong phổi tạo nên

hiện tượng khí đảo ngược “Pendelluft” giữa các vùng có áp lực khác nhau trong phổi với các thời gian hằng định khác nhau.

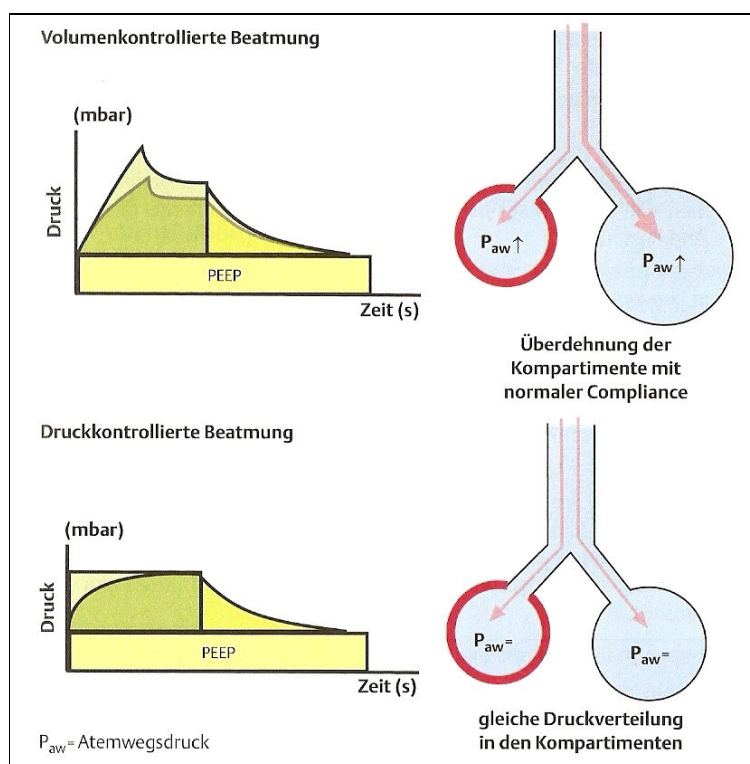
Nếu áp dụng phương thức hô hấp nhân tạo dưới điều khiển áp lực sẽ không có tình trạng tăng áp lực và thể tích đối với tổ chức phổi lành, vì tất cả tổ chức phổi lành cũng như tổn thương được hô hấp điều khiển với một áp lực như nhau (hô hấp điều khiển bảo vệ phổi). Với những thời gian hằng định khác nhau thì áp lực hô hấp ở tổ chức phổi lành sẽ đạt được sớm hơn. Tuy nhiên tình trạng giãn quá mức các phế nang ở tổ chức phổi lành có thể xảy ra nếu chúng ta đặt áp lực thở vào cao hơn áp lực đạt được điểm uốn trên trong đồ thị áp lực-thể tích (có bài dịch riêng về phần này).



**Hình 04:** So sánh phương thức hô hấp nhân tạo dưới điều khiển áp lực và thể tích trong rối loạn hô hấp tắc nghẽn.

Trong trường hợp thông khí hạn chế, nếu áp dụng phương thức hô hấp nhân tạo dưới điều khiển thể tích thì tổ chức phổi có Compliance nhỏ sẽ nhận được ít khí hơn so với tổ chức phổi có Compliance lớn. Kết quả là tổ chức phổi với Compliance lớn sẽ giãn quá mức vì có áp lực cao hơn và thể tích khí nhiều hơn (nguy cơ gây nên các tổn thương phổi thứ phát: Baro-/Volutrauma), đồng thời xuất hiện tình trạng phân chia lại khí trong phổi.

Nếu áp dụng phương thức hô hấp nhân tạo dưới điều khiển áp lực sẽ không xuất hiện tình trạng tăng áp lực và thể tích đối với tổ chức phổi có Compliance lớn, vì tất cả tổ chức phổi có Compliance nhỏ cũng lớn được hô hấp điều khiển với một áp lực như nhau (hô hấp điều khiển bảo vệ phổi). Với những thời gian hằng định khác nhau thì áp lực hô hấp ở tổ chức phổi có Compliance nhỏ sẽ đạt được sớm hơn. Phần tổ chức phổi với Compliance nhỏ sẽ nhanh hơn, nhưng sẽ nhận được ít khí hơn so với tổ chức phổi có Compliance lớn. Sự giãn phế nang quá mức cũng có thể gặp phải, khi chúng ta đặt áp lực thở vào cao hơn áp lực đạt được điểm uốn trên đồ thị áp lực-thể tích (có bài dịch riêng về phần này).



**Hình 04:** So sánh phương thức hô hấp nhân tạo dưới điều khiển áp lực và thể tích trong rối loạn hô hấp hạn chế.

**Ưu điểm của phương thức thông khí nhân tạo dưới điều khiển áp lực:**

- + Hạn chế tăng áp lực hô hấp trong phổi (P-constance).
  - Phổi được hô hấp điều khiển với một áp lực thở vào cài đặt trên máy thở.
- Áp lực hô hấp trong toàn bộ quá trình thở vào là hằng định.
- + Là phương thức hô hấp nhân tạo tối ưu đối với phổi tổn thương.
  - Sự giới hạn áp lực thở vào đã hạn chế tình trạng giãn quá mức phế nang ở tổ chức phổi lành, đồng thời ngăn chặn tình trạng phân chia lại khí và hiện tượng khí đảo ngược trong phổi.

- + Làm cho quá trình trao đổi khí tốt hơn.
- Phần tổ chức phổi với Compliance nhỏ thì áp lực làm giãn nở phế nang đạt được rất nhanh ngay lúc bắt đầu quá trình thở vào. Tuy nhiên, đối với phương thức hô hấp nhân tạo dưới điều khiển thể tích thì áp lực làm giãn nở phế nang đạt được rất chậm, phải đến cuối quá trình thở vào, thậm chí không thể đạt được.
- + Thông khí phổi tốt hơn → làm cho quá trình đào thải CO<sub>2</sub> tốt hơn.
- + Là sự lựa chọn tối ưu trong trường hợp bị dò hoặc hở khí (dò phổi-màng phổi, nội khí quản không cuff ở trẻ em).
- Khí mất đi được bù trừ bằng cách tự động tăng dòng chảy để đảm bảo áp lực thở P<sub>insp</sub> vào mà chúng ta đã cài trên máy thở.

### **Chỉ định phương thức hô hấp nhân tạo dưới điều khiển thể tích:**

- + Hồi sinh tổng hợp (→ chống chỉ định phương thức hô hấp nhân tạo dưới điều khiển áp lực).
- + Cấp cứu khẩn cấp (→ là phương thức hô hấp nhân tạo đơn giản và an toàn).
- + Trong phẫu thuật đối với phổi lành.
- + Tổn thương sọ não đơn thuần (→ CO<sub>2</sub>-constance).

### **Chỉ định phương thức hô hấp nhân tạo dưới điều khiển áp lực:**

- + Trong phẫu thuật đối với phổi lành.
- + Các trường hợp hậu phẫu phải duy trì thở máy.
- + Trong phẫu thuật đối với phổi tổn thương (→ rối loạn thông khí phổi tắc nghẽn và hạn chế).
- + Tổn thương sọ não kết hợp với tổn thương ngực (→ ARDS).
- + Tổn thương sọ não đơn thuần (→ hằng định áp lực tĩnh mạch).