

# 麻酔・集中治療における呼吸管理

名古屋市立大学大学院医学研究科 麻酔科学・集中治療医学分野

田村 哲也

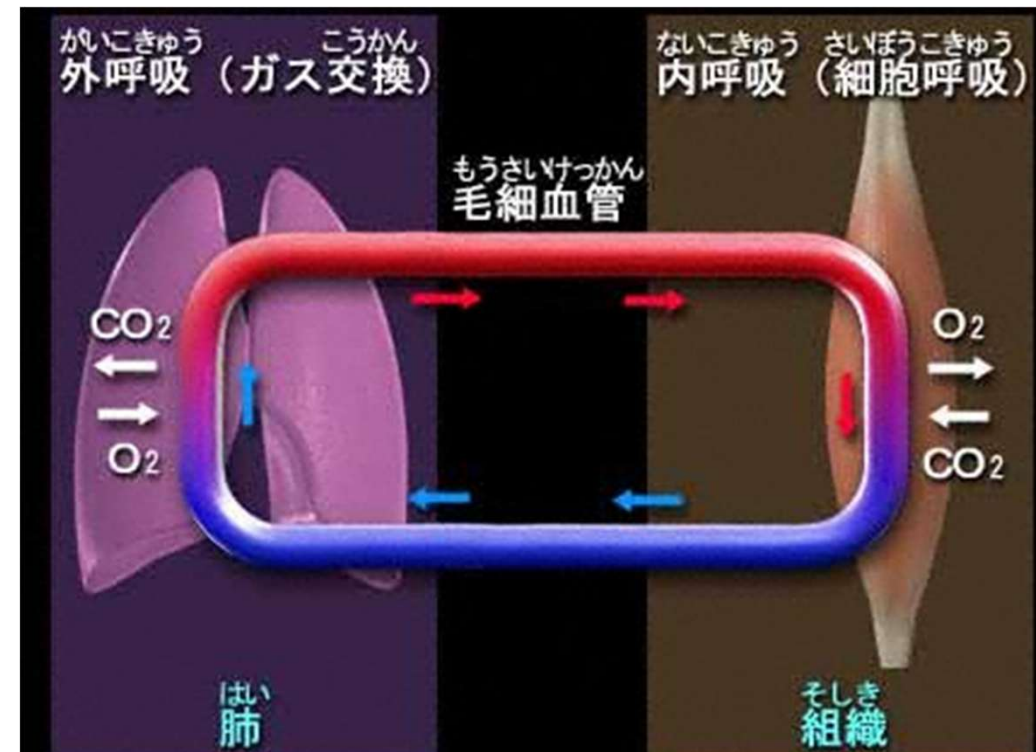
# 本日の内容

## 前半

- 呼吸とは
- 循環と呼吸の関係
- 呼吸筋と神経支配
- 息をとめるとなぜ苦しい？
- CO<sub>2</sub> ナルコーシスとは？
- 上気道、下気道の異常
- 死腔とは？
- 動脈血液ガス分析の正常値
- 動脈血酸素分圧はなぜ100mmHg になる？
- 山の上はSpO<sub>2</sub>が低い？
- P/F比とは

# 呼吸とは?

- 生体が生命の維持に必要な酸素( $O_2$ )を外界から取り入れ、代謝の結果生じた炭酸ガス( $CO_2$ )を外界に排出すること。
- 「外呼吸」(肺呼吸): 肺胞内の空気とそこを流れる血液との間で行われているガス交換
- 「内呼吸」(組織呼吸): 血液と末梢組織との間で行われるガス交換



# 呼吸と循環の密接な関係

- CPA(心肺停止)患者さんに対して

- ①心臓マッサージ(胸骨圧迫)

- ②人工呼吸

人工呼吸で肺に送り込んだ酸素が循環(血流)に乗って、いろんな臓器や末梢組織に運ばれる。

一方『内呼吸』で発生した二酸化炭素も血流に乗って心臓まで運ばれ、人工呼吸により外部へ排出される。



## 心臓と呼吸は必ず両方とまるのか？

- ・心臓が止まると・・・

脳の血流、つまり呼吸中枢がある脳幹部にも血流が行かない。

**⇒呼吸停止**

- ・呼吸が止まると・・・

心臓への冠動脈に酸素の少ない血液が流れ、心臓の細胞が酸欠に。

**⇒心停止**

基本的には、片方がとまればもう一方も止まる！！

# 主な呼吸筋

- 横隔膜

「腹式呼吸」

- 外肋間筋、内肋間筋

「胸式呼吸」

- (腹筋群)

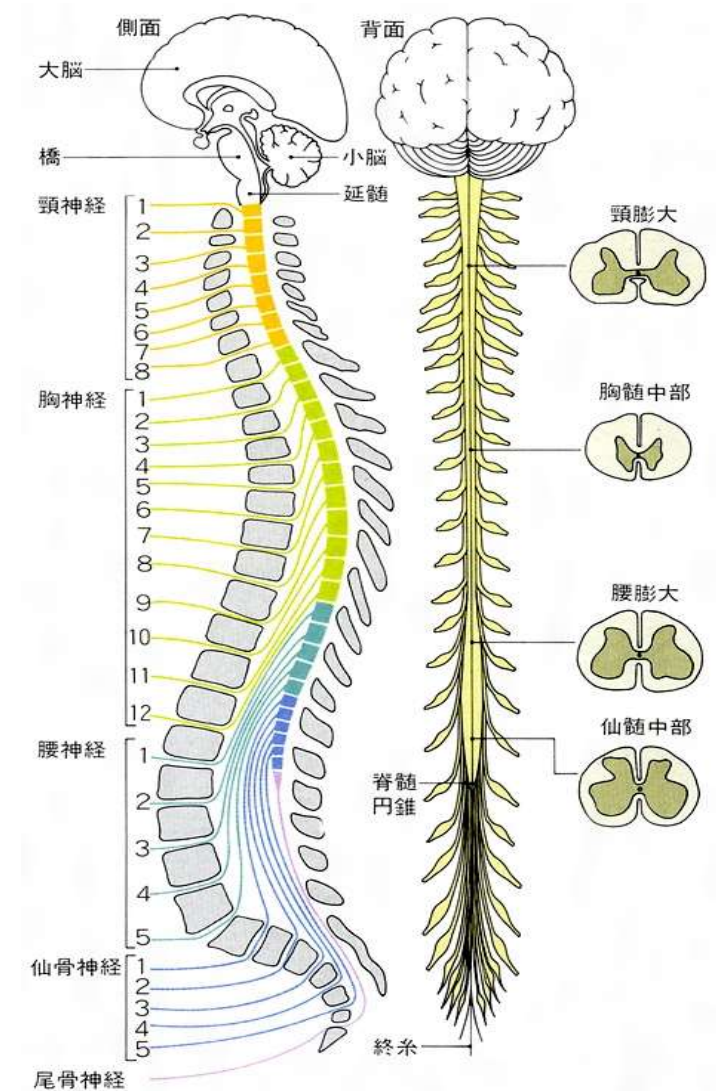
肺の組織自身には肺胞を広げたり縮めたりする筋肉はない。

# 呼吸筋と神経支配

横隔膜の支配神経：横隔神経（主にC4）

内外肋間筋の支配神経：T1-T11肋間神経

硬膜外麻酔では部分的にブロックされる



# 頸髄損傷で呼吸はどうなる？

## ○ C4より上位で損傷

横隔膜が麻痺                      ➡呼吸停止  
肋間筋も麻痺

## ○ C4より下位で損傷

横隔膜は大丈夫  
肋間筋は障害レベルまでは麻痺                      ➡腹式呼吸になりやすい



# 息を止めるとなぜ苦しいの？

SpO<sub>2</sub>が下がる(低酸素)からでしょ？

SpO<sub>2</sub>モニターつけながら息を止めてみたら90%で限界だった

呼吸を止めて90%と呼吸を止めないで90%、で苦しさ違うかも。

二酸化炭素がたまるからだったりして??

山で測ったら85%だったけど苦しくなかったなあ

# 呼吸中枢の調節に関わる信号と受容体

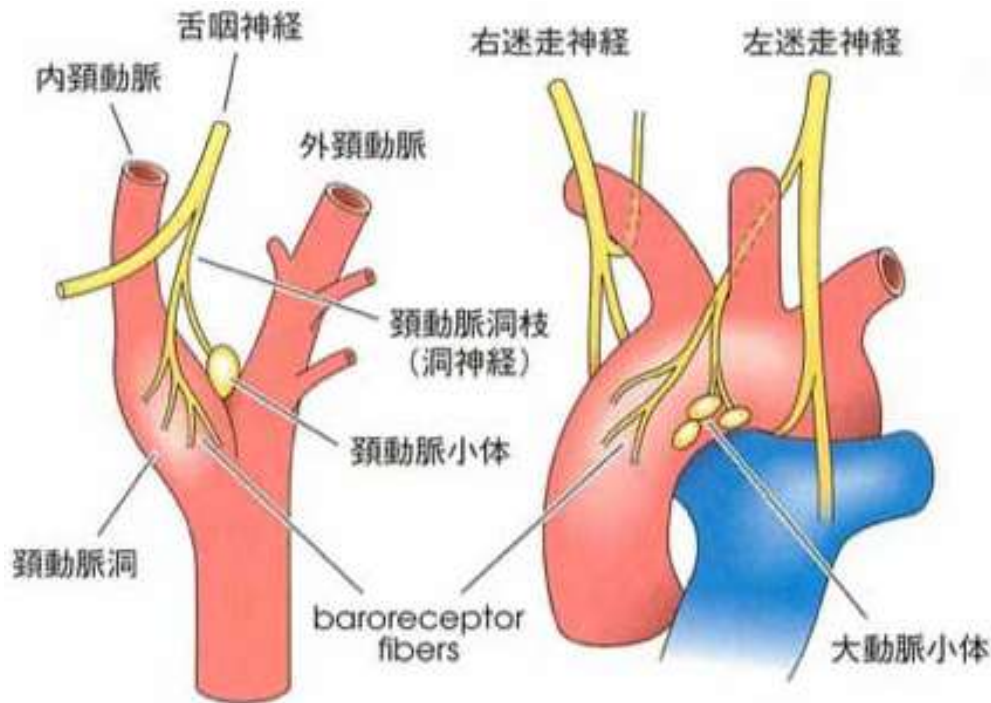
①中枢化学受容体(延髄):  $P_{aCO_2}$ 上昇に敏感に反応

やっぱり二酸化炭素が  
たまると苦しいんだ！

②末梢化学受容体(頸動脈小体、大動脈小体)

:  $P_{aO_2}$ 低下に反応するが感度は低い。(  $P_{aO_2}$  60mmHg以下)

$SpO_2$ が90%未満になれば  
こちらも少しは反応するみ  
たい



血液ガス正常値

(1)動脈血酸素分圧 ( $P_{aO_2}$ 基準値80~100mmHg)

(2)動脈血二酸化炭素分圧 ( $P_{aCO_2}$ 基準値35~45mmHg)

# CO<sub>2</sub> ナルコーシスとは？

Paco<sub>2</sub>が異常に高い状態が長期間継続(COPD患者など)



Paco<sub>2</sub>に対する中枢化学受容体の反応性が低下



低酸素に対する末梢化学受容体からの信号が呼吸中枢を刺激する唯一の入力になる



この状態で、**高濃度の酸素を吸入して、PaO<sub>2</sub>があがると**



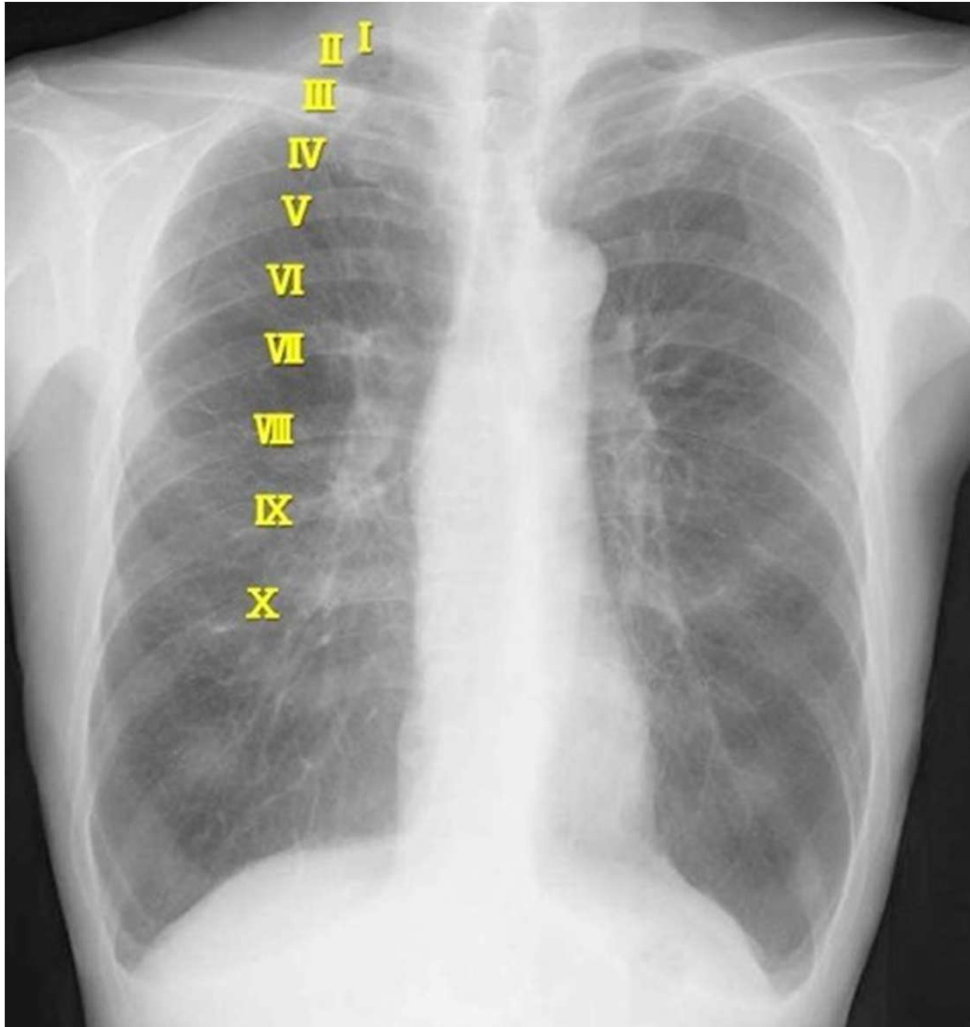
末梢化学受容体からの信号が途絶え、呼吸をしなくなる。



二酸化炭素がたまって、意識障害に

※ 睡眠薬の使用が契機になることも

## (参考) 肺気腫の画像(レントゲン写真)



第9肋間～第10肋間に横隔膜が入っていれば正常範囲



第10肋間以上見える。  
つまり肺は過膨張！



肺の含気が多いと肺野は明るく(写真では黒く)抜けて見え、横隔膜の位置も下がる。



心臓は肺に圧迫されて  
長細い「滴状心」

# 気道

- ・上気道

口腔、鼻腔、咽頭、喉頭

- ・下気道

気管、気管支、肺

いわゆる『気道確保』とは  
上気道確保のこと。

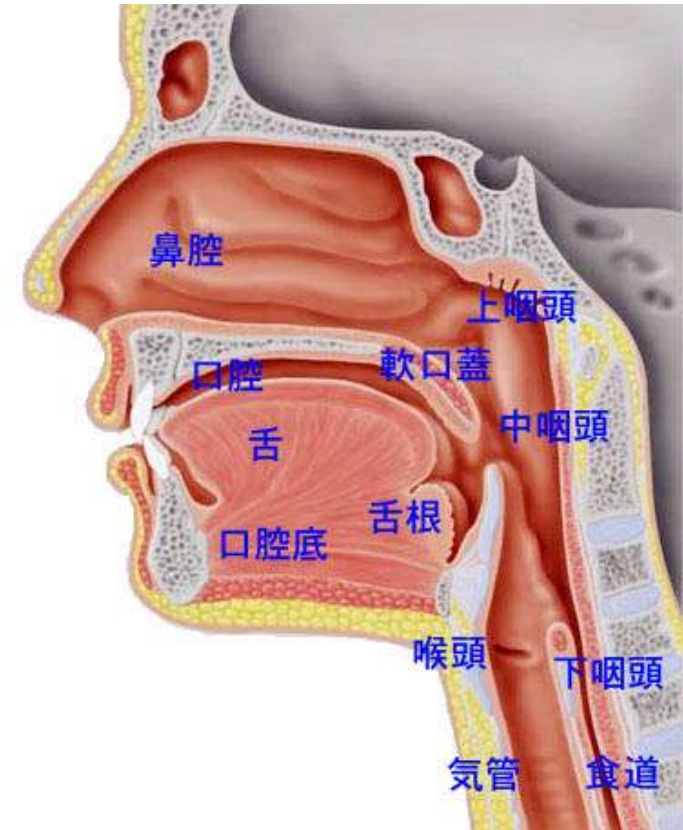


# 上気道の疾患（口腔、鼻腔、咽頭、喉頭）

## 上気道の異常

- 舌根沈下
- 分泌物、出血
- 浮腫（アレルギー、感染）
- 気道異物

※ 小児の全身麻酔で1番怖いのが、喉頭痙攣

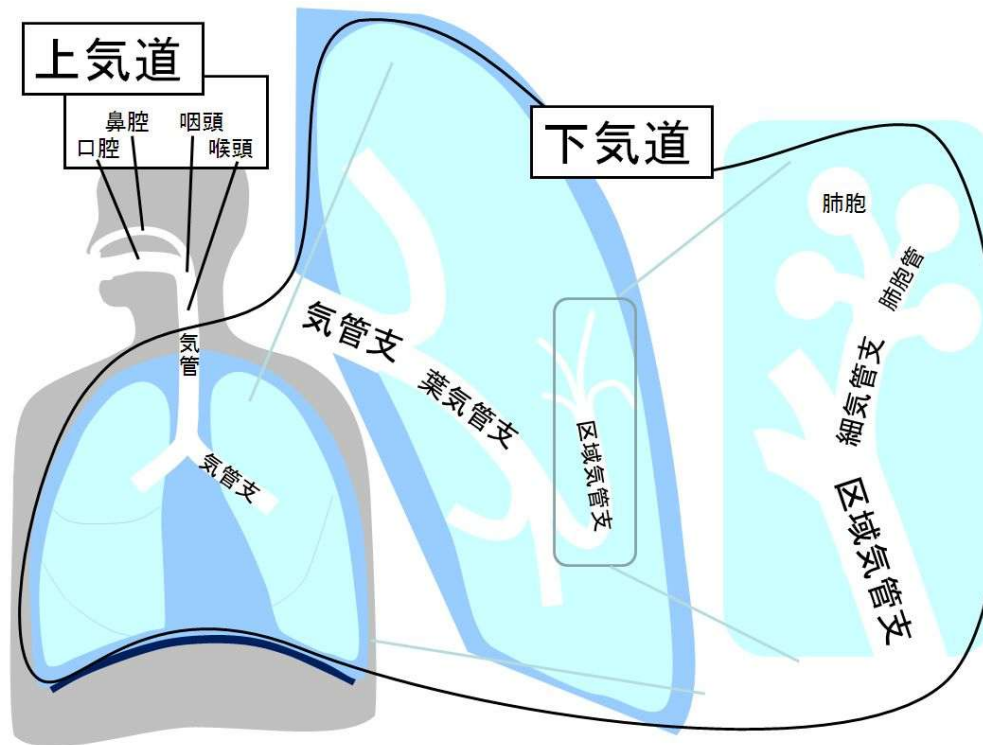


➡ それぞれの原因に応じて気道を開通させる

# 下気道の疾患（気管、気管支、肺）

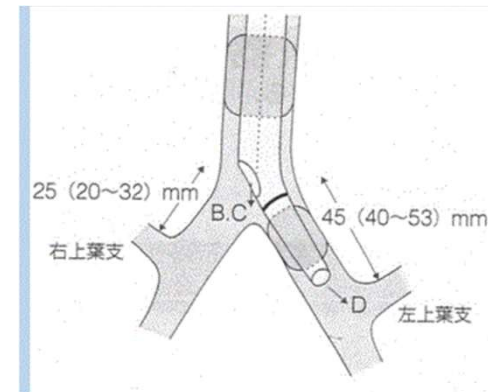
## 下気道の異常

- ・COPD、喘息急性増悪
- ・分泌物（痰）
- ・気胸
- ・肺炎
- ・ARDS
- ・肺挫傷
- ・肺胞出血



➡ 酸素投与、HFNC、NPPV、気管挿管など

※ 片肺換気用挿管チューブ





# 死腔

気道のうち血液とガス交換を行わない部分

生理学的死腔 = 解剖学的死腔 + 肺胞死腔

## ・解剖学的死腔

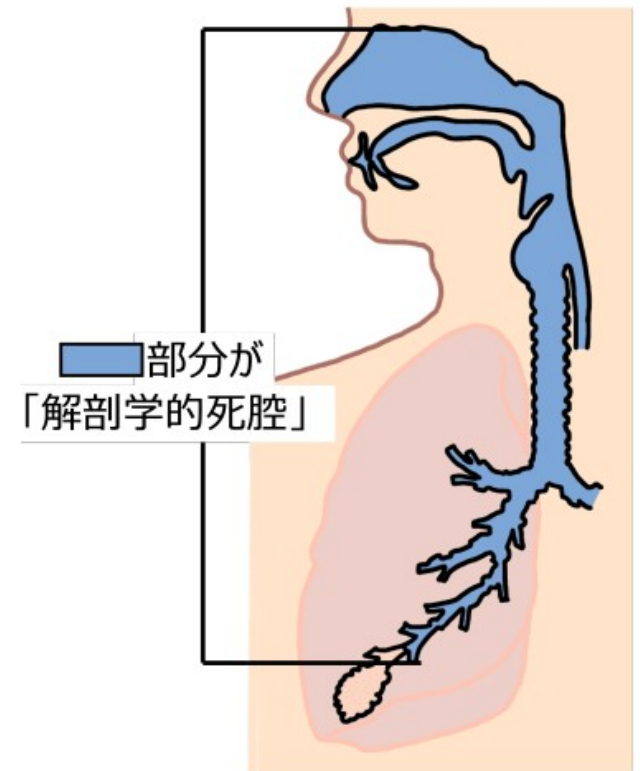
呼吸器系の全容積のうち肺胞以外の部分  
(鼻腔～終末細気管支)

## ・肺胞死腔

正常時には見られない

肺塞栓

COVID-19肺炎 (肺外毛細血管が微小血栓でつまる)





# 解剖学的死腔と肺胞換気量

1回換気量のうち約1/3は肺胞に到達しないで死腔となる。

解剖学的死腔 約2.2mL/kg およそ 130～150mL

肺胞換気量＝1回換気量－解剖学的死腔

500ml X 12回/分 と 300ml X 20回/分 を比較

肺胞換気量は350ml。  
 $350 \times 12 = 4200\text{ml}$

肺胞換気量は150ml。  
 $150 \times 20 = 3000\text{ml}$

⇒ 500ml X 12回/分の方が優れる

# 動脈血液ガス分析の正常値

	pH	7.40±0.05
動脈血酸素分圧	PaO <sub>2</sub>	80～100 mmHg(Torr)
動脈血二酸化炭素分圧	PaCO <sub>2</sub>	40±5 mmHg (Torr)
重炭酸イオン	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	22～26 mEq/L
	BE	0±2 mEq/L

動脈血酸素分圧はなぜ100mmHg (FIO<sub>2</sub> 0.21)になる？

吸入気 (全体で 760mmHg)		
乾燥大気 (713mmHg)		水蒸気
窒素 79%	酸素 21%	47
563mmHg	150mmHg	mmHg

$$\begin{aligned}
 \text{吸入気酸素分圧 (P}_{\text{IO}_2}\text{)} &= (\text{大気圧} - \text{(水蒸気圧)}) \times \text{吸入気酸素濃度 (FIO}_2\text{)} \\
 &= (760 - 47) \times 0.21 = 150
 \end{aligned}$$

$  \begin{aligned}  \text{動脈血液ガスの酸素分圧} &= \text{肺泡気酸素分圧 (P}_{\text{A}}\text{O}_2\text{)} \\  &= \text{吸入気酸素分圧} - \text{PaCO}_2 / 0.8  \end{aligned}  $	$= 150 - 40 / 0.8 = 100$
--	--------------------------

山の上はSpO<sub>2</sub>が低い？

空気がうすい？

酸素濃度が低い？

気圧が低い？

# 山の上での酸素濃度と吸入気酸素分圧

## 通常 環境下



大気圧 ( $P_B$ ) **760** mmHg

O<sub>2</sub>濃度 **21%**

$$760 \times 0.21 = 160 \text{ mmHg}$$

肺内 ( $P_{IO_2}$ )

$$760 - 47 = 713$$

$$713 \times 0.21 = 150 \text{ mmHg}$$

## エベレスト



大気圧が低い！

大気圧 ( $P_B$ ) **253** mmHg

O<sub>2</sub>濃度 **21%** 酸素濃度は一緒！

$$253 \times 0.21 = 53 \text{ mmHg}$$

肺内 ( $P_{IO_2}$ )

$$253 - 47 = 206$$

$$206 \times 0.21 = 43 \text{ mmHg}$$

# 山の上での動脈血液ガス酸素分圧を求めてみる

$$\begin{aligned} \text{動脈血液ガスの酸素分圧} &= \text{肺胞気酸素分圧 (P}_{\text{A}}\text{O}_2) \\ &= \text{吸入気酸素分圧} - \text{PaCO}_2 / 0.8 \end{aligned}$$

通常  
環境下



$$760 - 47 = 713$$

$$713 \times 0.21 = 150 \text{ mmHg}$$

$$150 - 40 / 0.8 = \text{100 mmHg}$$

SpO<sub>2</sub> 100%

エベレスト



$$253 - 47 = 206$$

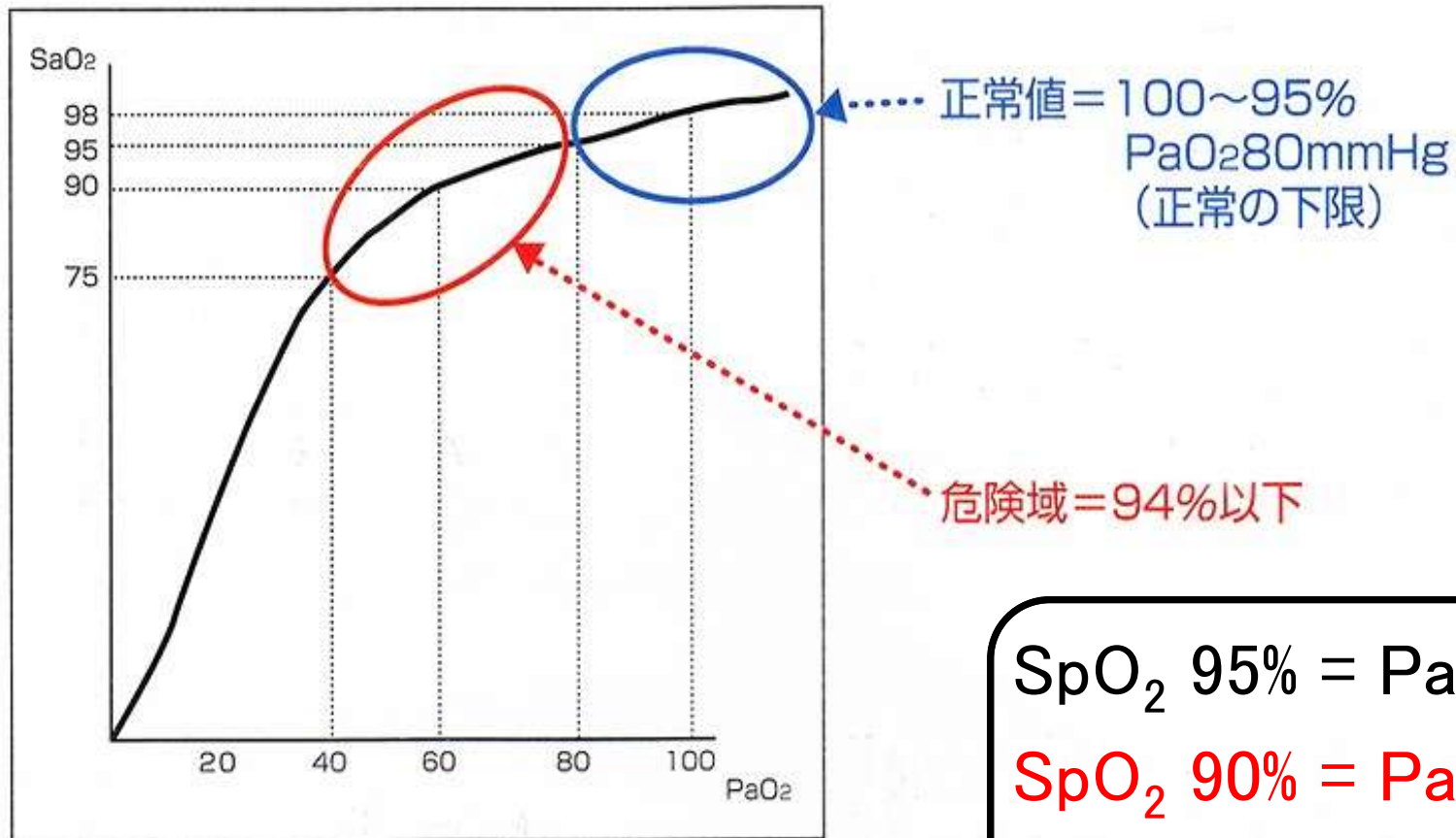
$$206 \times 0.21 = 43 \text{ mmHg}$$

$$43 - 40 / 0.8 = -7 \text{ mmHg}$$

$$43 - 7.5 / 0.8 = \text{34 mmHg}$$

SpO<sub>2</sub> 70%程

# 酸素解離曲線



酸素解離曲線

SpO<sub>2</sub> 95% = PaO<sub>2</sub> 80mmHg

SpO<sub>2</sub> 90% = PaO<sub>2</sub> 60mmHg

SpO<sub>2</sub> 75% = PaO<sub>2</sub> 40mmHg

## P/F比とは

$$P/F = PaO_2/FIO_2 = \frac{\text{動脈血液ガスの酸素分圧}}{\text{酸素濃度}}$$

(例)

皆さんのP/F比は  $100/0.2 = 500$

ERに来たSpO<sub>2</sub> 90%の患者のP/F比は  $60/0.2 = 300$

FIO<sub>2</sub> 0.5で人工呼吸中でPaO<sub>2</sub> 200の患者のP/F比は  $200/0.5 = 400$



# 本日の内容

## 後半

- 呼吸が異常となる原因は？その対処は？
- 酸素投与や人工呼吸の意義、利点、欠点
- PEEPとは？
- 酸素投与方法
- 酸素って毒？
- 人工呼吸（NPPV, HFNC, 挿管）とは？
- （挿管）人工呼吸、いろんなモード
- 従量式と従圧式
- PSVとは？
- 人工呼吸器による合併症（特にVAP, VALI）
- SBTとは？
- ARDSの診断、治療について

# 呼吸が正常でない時.....

脳、脊髄、上気道、下気道、呼吸筋などどこかに異常があり、

- SpO<sub>2</sub>が低くなる
- 呼吸のパターンがおかしい
- 呼吸数の異常（頻呼吸や徐呼吸）      などの変化が出てきたら...

まずは原因がすぐに除去できるものなら原因除去（特に上気道）  
同時に『酸素投与』

酸素投与のみでは改善が期待できない場合  
『人工呼吸』

# 呼吸が正常でない(異常である)具体的な理由は？

## 上気道の異常

- ・舌根沈下
- ・分泌物、出血
- ・浮腫(アレルギー、感染)
- ・気道異物

## 下気道の異常

- ・COPD、喘息急性増悪
- ・分泌物(痰)
- ・気胸
- ・肺炎
- ・ARDS
- ・肺挫傷
- ・肺胞出血

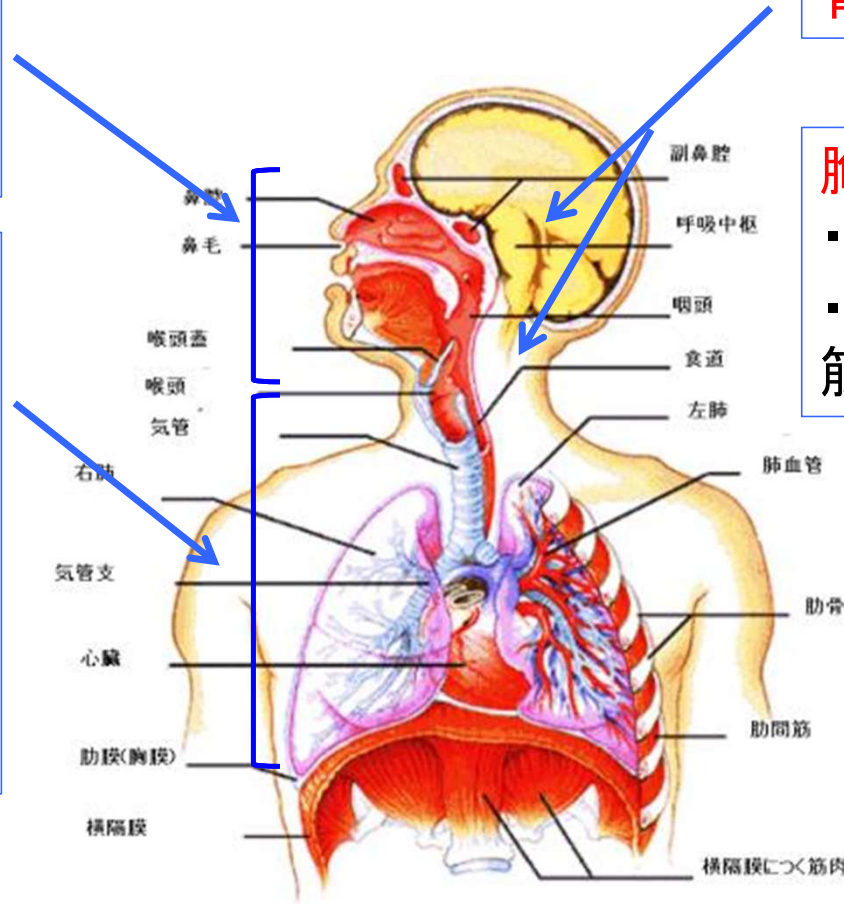
## 脳の異常

(意識障害、呼吸中枢の障害)

脊髄の異常(脊損など)

## 胸郭(骨、呼吸筋)の異常

- ・胸部打撲、肋骨骨折
- ・筋・神経疾患(ギラン・バレー、筋ジストロフィーなど)



# 「酸素投与」と「人工呼吸」の違い

	酸素投与	(挿管)人工呼吸
利点	低侵襲 簡便 吸入気の酸素濃度上昇 → 酸素化↑	上気道確保可能 痰が吸引しやすい 酸素濃度100%まで可能 → 酸素化↑ 自発呼吸がなくてもOK PEEP, 陽圧で肺泡を膨らませる → 酸素化↑ 呼吸仕事量の軽減 原疾患改善までの時間稼ぎ？
欠点	上気道確保不可 安定した自発呼吸が必要 吸入気の酸素濃度に限界あり	高侵襲 機械トラブル 人工呼吸器関連肺障害 (VALI) 人工呼吸器関連肺炎 (VAP)

# PEEP (Positive end expiratory pressure)とは? = 呼気終末陽圧

- 圧がないと肺胞は虚脱。
- 風船を膨らます時, ある程度膨らむとあとはスーと膨らむ。  
PEEPである程度の膨らみを維持すると吸気時にスムーズに肺胞が膨らむように。
- ある程度の膨らみを維持することで酸素化が改善。

## <呼気終末時の肺の写真>



※循環抑制(血圧低下)、頭蓋内圧亢進に注意

# 酸素投与



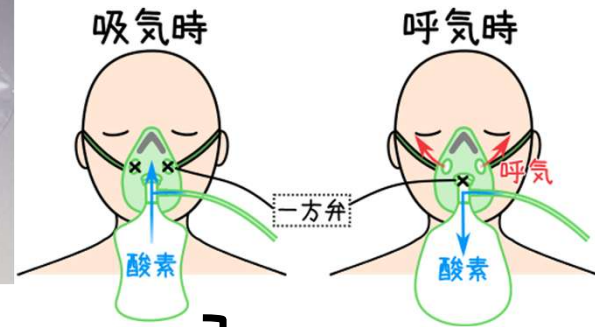
【鼻カニューレ】  
1～5L/min



【酸素マスク】  
5～8L/min



【リザーバー付きマスク】  
6～15L/min



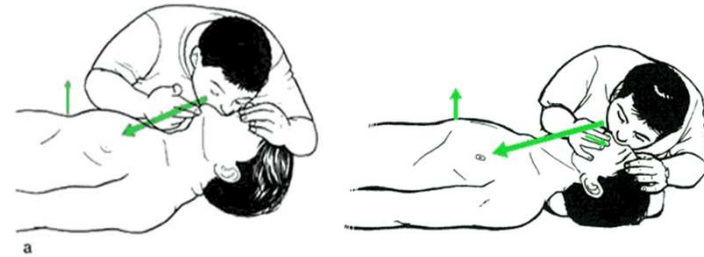
酸素投与量 (l/min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
吸入気酸素濃度 (%)										
鼻カニューレ	24	28	32	36	40					
酸素マスク					40	50	60			
リザーバー付きマスク						60	70	80	90	99

# 酸素って毒なの？

- ✓ ラットに100%酸素を吸入させると72時間以上になるとほとんどが死亡する。
- ✓ 高濃度酸素による肺障害のおもな原因は、肺で発生したフリーラジカル(活性酸素)が肺血管内皮細胞を障害すること。
- ✓ 高濃度の酸素投与で肺胞は虚脱し無気肺を生じる。肺線維化も進行しやすい。

# 人工呼吸って何？

- 口対口、口対鼻
- Bag valve mask ( BVM)



アンビューバッグ (Ambu bag)

自己膨張構造あり。  
酸素供給無しで換気可能。



ジャクソンリース (Jackson Rees)

自発呼吸の有無わかる。  
肺の抵抗がわかる。  
酸素濃度100%まで可能。

- 機械(挿管人工呼吸、NPPV、HFNC)



# 機械・デバイスを使用した人工呼吸

## IPPV

(挿管人工呼吸)

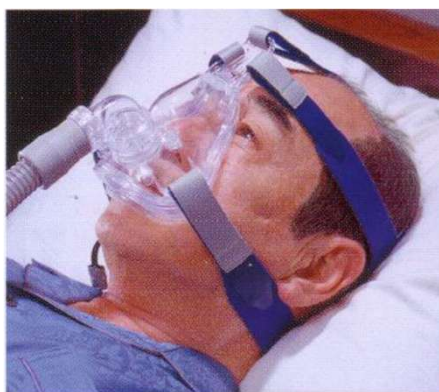
invasive positive pressure ventilation



## NPPV

(非侵襲的陽圧換気)

noninvasive positive pressure ventilation



非挿管下で圧補助(人工呼吸、PSV、CPAP)が可能

## HFNC

(高流量鼻カニューラ酸素療法)

High-flow nasal cannulae



経鼻カニューラから加温・加湿された高流量の酸素(+air)を投与する

「FIO<sub>2</sub>」と「酸素流量」を設定(例: 50% 40L)

# NPPV

## NPPV管理が効果的な病態

- 血行動態が不安定ではない心原性肺水腫
- COPDの急性増悪
- 喘息の急性増悪



肺に圧がかけられる

## 除外基準

- 呼吸停止(自発なし)
- 循環動態不安定(低血圧、不整脈、心筋梗塞)
- 昏睡、不穏、治療に非協力的
- 多量の分泌物(誤嚥のリスク)

自発呼吸が必要

欠点      圧迫・褥瘡、誤嚥のリスク

# HFNC

## 利点

- 加温加湿 排痰に有利
- 吸入酸素濃度が正確
- 軽度のCPAP(口を閉じる)
- 死腔の洗い出し(換気効率改善)
- 上気道抵抗の軽減
- 食事や会話がスムーズに可能

## 欠点

- 圧補助は少ない

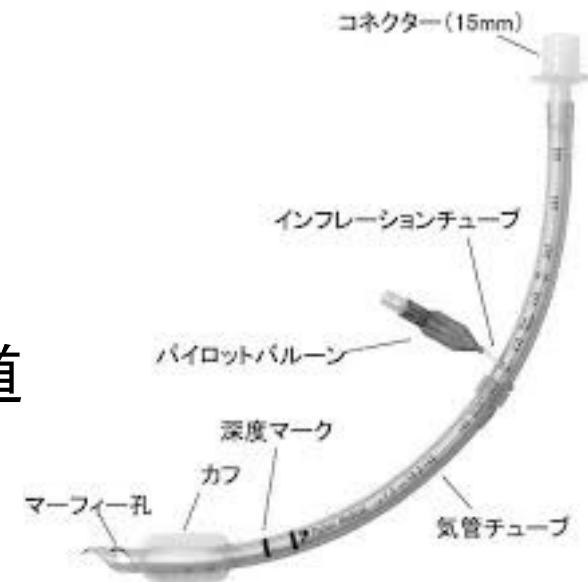


# 気管挿管

- 上気道閉塞
- 十分な酸素を投与してもSpO<sub>2</sub>が90%を保てない場合  
(慢性呼吸不全は除く)
- GCS (Glasgow coma scale) 合計点8以下の昏睡で気道  
が確保できない(舌根沈下など)場合
- 高度ショックの場合

などで絶対的に適応。  
(もちろんNPPV適応外であれば気管挿管)

それ以外にも臨床医が必要と  
判断した時に適応となる



# 機械・デバイスを使用した人工呼吸（まとめ）

	挿管	NPPV	HFNC
侵襲	強い	中等度	弱い
サポート力	◎	○	△
鎮静鎮痛薬	必要	少量～不要	不要
循環変動	大きい		
誤嚥リスク	低い	有り	低い
VAPリスク	高い		
VALIリスク	高い		

※ VAP: ventilator-associated pneumonia（人工呼吸器関連肺炎）

※ VALI : ventilator-associated lung injury（人工呼吸器関連肺障害）

# 人工呼吸(気管挿管)の経路は？

## ①経口挿管：

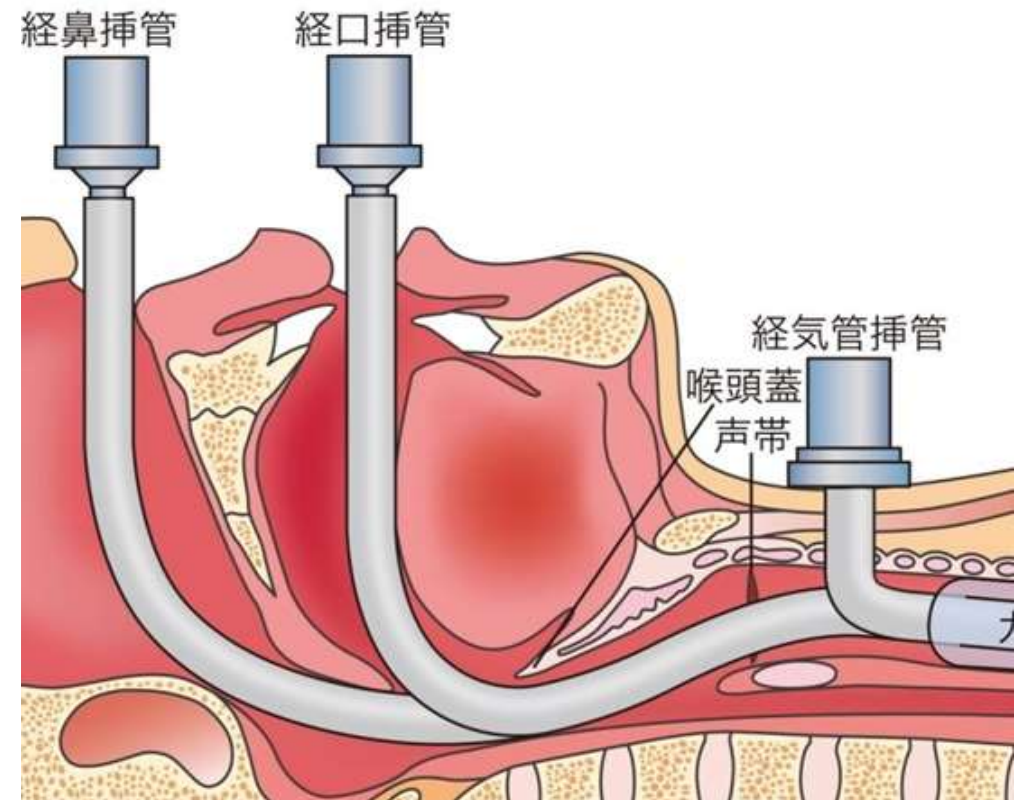
- 第1選択、不快なので鎮静必要
- 口腔内の清潔が保ちにくい

## ②経鼻挿管：

- 経口挿管が不可能なとき
- 経口より快適、鎮静減らせる

## ③気管切開：

- 長期的(2週間以上)に気管挿管、人工呼吸が必要な場合
- 鎮静不要
- 飲食可能



## 強制換気

CMV

Continuous mandatory ventilation

VCV

Volume control ventilation

PCV

Pressure control ventilation

A/C

Assist control ventilation

(S)IMV

Synchronized intermittent mandatory ventilation

## 自発呼吸

PSV

Pressure support ventilation

CPAP

Continuous positive airway pressure

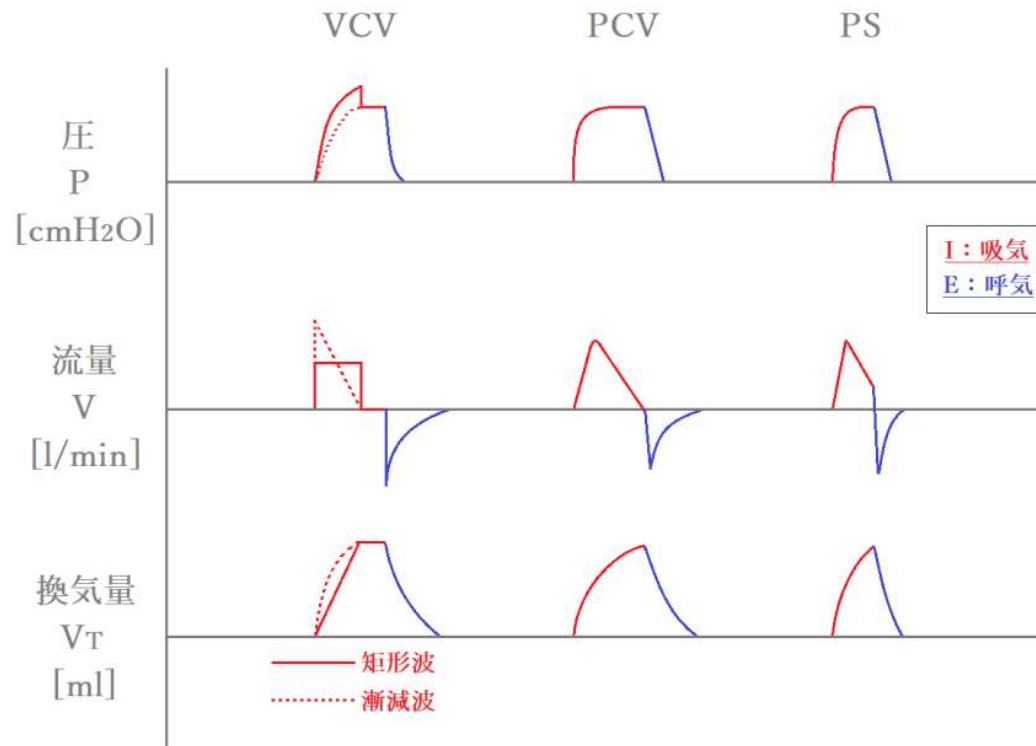
# 代表的な人工呼吸モード

# グラフィックモニターの種類

○ 圧波形

○ フロー波形

○ 換気量波形



回路内圧の経時的変化

吸気と呼気の流れる方向  
とスピードの経時的変化

入る換気量と呼出される  
換気量の経時的変化



# 従量式 (VCV) と従圧式 (PCV)

	従量式	従圧式
1回換気量	規定	変化 吸気時間延長で換気量↑
最高気道内圧	変化	規定
吸気フロー	一定	自発に近い
自発呼吸との 同調性	悪い	良い

# PSVとは

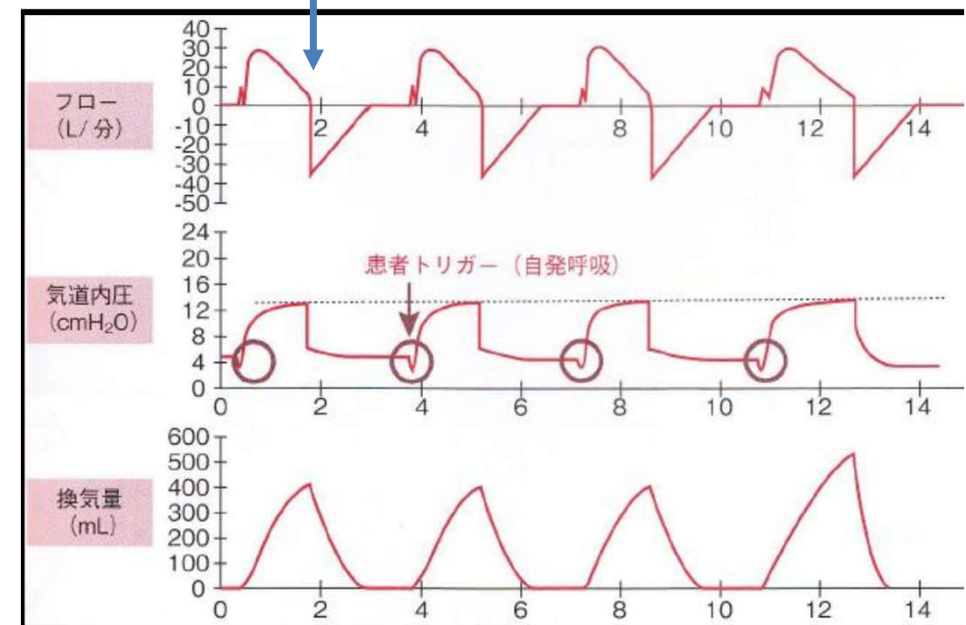
自発呼吸に合わせて設定した圧まで吸気の補助をする

- ・患者の吸気をトリガー
- ・設定圧まで速やかに吸気流量増加

フロー: 変化  
気道内圧: 一定  
換気量: 変動

- ・患者自身が呼吸パターンを決定
- ・同調性が非常に良い

吸気流量が低下(25%)  
するとサポート終了



➡ PSを上昇させると一回換気量増加。換気回数は低下

# 人工呼吸器関連の合併症

- ・人工呼吸器関連肺炎(VAP)
- ・人工呼吸器関連肺障害(VALI)
- ・高濃度酸素の影響（酸素は毒）
- ・循環、臓器への影響
- ・精神的ストレス
- ・鎮静に伴う影響（せん妄、便秘、ICU-AW）

※ ICU-AW : ICU acquired weakness

左右対称性の四肢筋力低下を呈する症候群

➡死亡率の増加やICU入室期間の延長

# 人工呼吸器関連肺炎(VAP)とは？

(Ventilator – Associated Pneumonia)

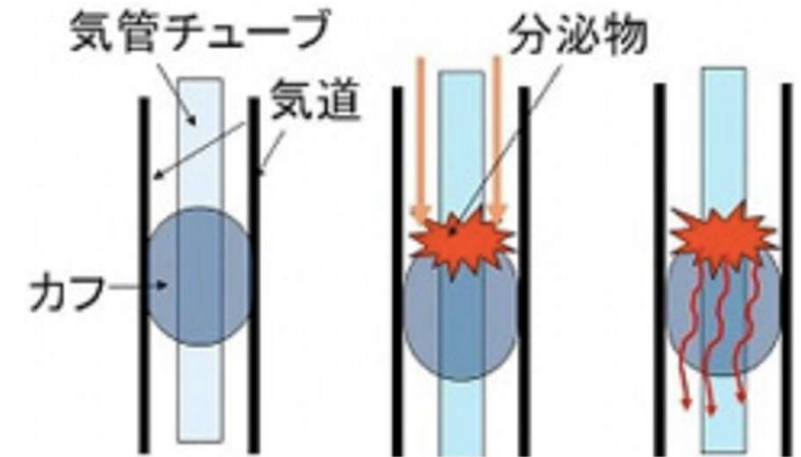
気管挿管による人工呼吸開始48時間  
以降に発症する肺炎

人工呼吸管理が1日増える毎に、VAPの発生率が1%上昇するという報告もあり、長期人工呼吸管理においてはVAP合併の危険性が高まる。

# VAPの原因は？

## 主原因は

繁殖した細菌が分泌物とともに**気管チューブのカフ周囲から下気道へ侵入**すること



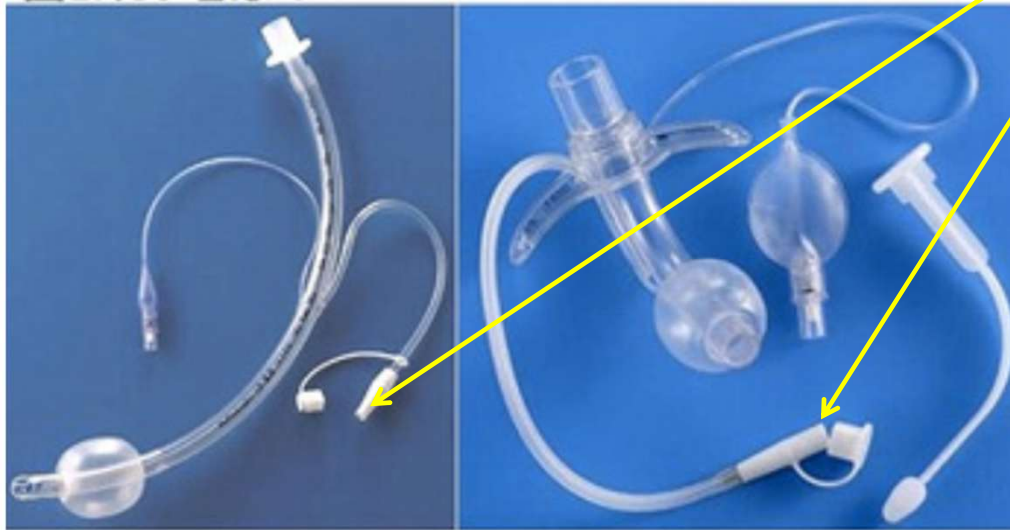
## 背景には

- ・自浄作用のある唾液の分泌が抑制
- ・胃酸抑制薬が胃液をアルカリ化

# VAPを予防するには？

- ・口腔ケア
- ・むやみに胃酸抑制薬を投与しない
- ・30～45° のヘッドアップ(誤嚥予防)
- ・フィルター付き人工鼻の使用
- ・カフ圧を保つ、カフ上吸引をする

図1. カフとは？



カフ上吸引

図2. カフ圧計



20cmH<sub>2</sub>O以上30cmH<sub>2</sub>O以下

# 人工呼吸器関連肺障害

ventilator-associated lung injury : VALI

- VALIの発生機序

- ①肺胞過伸展 (overdistention)

高い一回換気量、過度なPEEPなど

- ②肺胞虚脱再開通 (collapse and reopening)

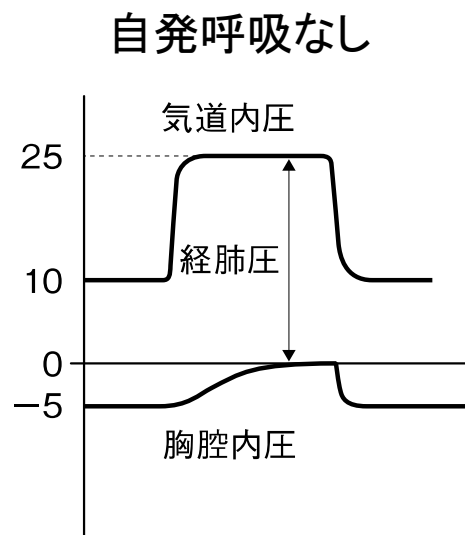
不十分なPEEPなど

- ③高濃度酸素曝露  $\text{FIO}_2 \leq 0.6$  を目指す

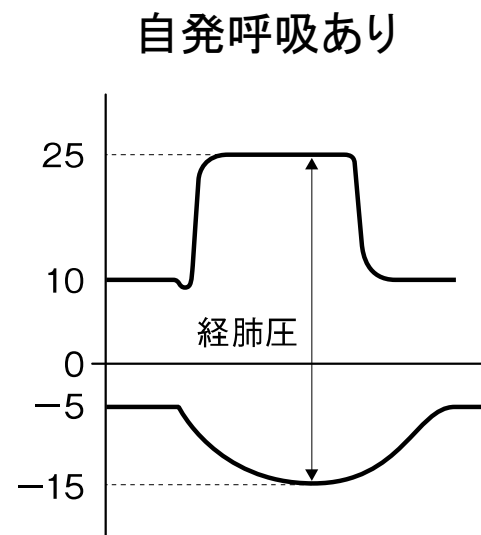
# 自発呼吸誘発性肺障害

patient self-inflicted lung injury : P-SILI

- 強い自発呼吸は肺胞上皮透過性亢進・炎症増強を来とし、肺障害・肺水腫を引き起こす。
- 吸気経肺圧＝吸気時に肺にかかっている圧力



経肺圧25cm H<sub>2</sub>O



経肺圧40cm H<sub>2</sub>O

胸腔内圧≡食道内圧

**強い自発呼吸は  
肺を傷害する！**

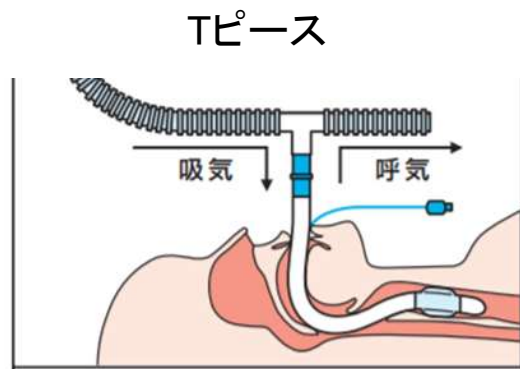
➡ 適切な鎮静必要！  
時には筋弛緩薬

※ Clinical engineering vol 30.2019より波形引用



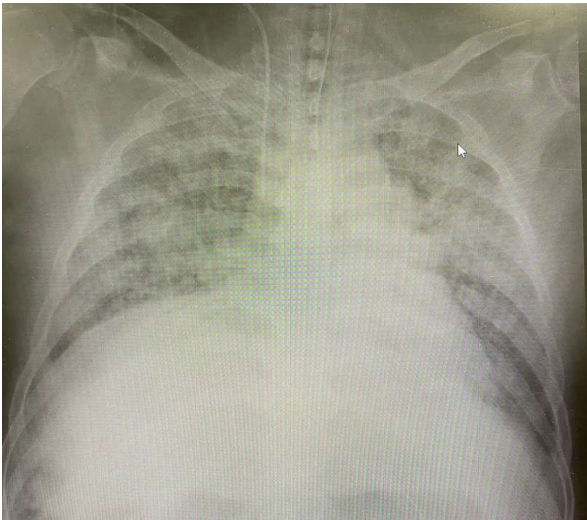
# SBTとは

- spontaneous breathing trial: 自発呼吸試験
- 人工呼吸による補助がない状態に耐えられるかどうか確認するための試験 ➡ 抜管可能かどうか
- $FIO_2$  0.5以下,  $PEEP \leq 5\text{cmH}_2\text{O}$  ( $PS \leq 5\text{cmH}_2\text{O}$ )  
またはTピース (filter酸素投与)
- 30分間継続、基準を満たせば成功とし、抜管へ



# ARDSとは

- Acute Respiratory Distress Syndrome
- 急性呼吸窮迫症候群
- 原因となる疾患(敗血症や外傷など)が発生してから24～48時間以内に発生
- 死亡率は全体の30～58%



透過性亢進型肺水腫



# ARDSの診断基準と重症度分類

表 1-1 ● ARDS の診断基準と重症度分類

重症度分類	Mild 軽症	Moderate 中等症	Severe 重症
$\text{PaO}_2/\text{F}_\text{I}\text{O}_2$ (酸素化能, mmHg)	$200 < \text{PaO}_2/\text{F}_\text{I}\text{O}_2 \leq 300$ (PEEP, CPAP $\geq 5\text{cmH}_2\text{O}$ )	$100 < \text{PaO}_2/\text{F}_\text{I}\text{O}_2 \leq 200$ (PEEP $\geq 5\text{cmH}_2\text{O}$ )	$\text{PaO}_2/\text{F}_\text{I}\text{O}_2 < 100$ (PEEP $\geq 5\text{cmH}_2\text{O}$ )
発症時期	侵襲や 呼吸器症状（急性 / 増悪）から 1 週間以内		
胸部画像	胸水, 肺虚脱（肺葉 / 肺全体）, 結節では全てを説明できない両側性陰影		
肺水腫の原因 (心不全, 溢水の除外)	心不全, 輸液過剰では全て説明できない呼吸不全： 危険因子がない場合, 静水圧性肺水腫除外のため心エコーなどによる客観的評価が必要		

$\text{PaO}_2$ : 動脈血液ガス検査における酸素分圧

$\text{FIO}_2$ : 酸素濃度100% =  $\text{FIO}_2$  1.0

※ P/F 比 =  $\text{PaO}_2 / \text{FIO}_2$







# ARDS診療ガイドライン2021 推奨される管理の要約

成人患者向け

## 強く推奨

	ARDSを診断		一回換気量の制限 (4~8mL/kg)
	人工呼吸器関連肺炎 予防バンドル		低用量 副腎皮質ステロイド (メチルプレドニゾン換算1~2mg/kg/day)

## 弱く推奨（条件付きで推奨）

	中等症・重症のARDS患者の早期を対象に 筋弛緩薬の使用		中等症・重症のARDS患者を対象に 長時間の腹臥位管理 (12時間以上)
	水分制限した 体液管理		プラトー圧の制限 高いPEEP設定
	初期の呼吸管理として 非侵襲的呼吸補助 (非侵襲的陽圧換気/高流量鼻カニューラ酸素療法)		重症のARDS患者を対象に ECMO
	※ 浅い鎮静/無鎮静 人工呼吸器離脱 プロトコルの使用		早期 リハビリテーション (72時間以内から)
	早期の気管切開		ω3脂肪酸含有率の 高い経腸栄養

\*推奨の詳細については必ず  
診療ガイドライン本体を参照ください

ARDS診療ガイドライン作成委員会

## ※ 人工呼吸器関連肺炎予防バンドル

1. 手指衛生
2. 人工呼吸器回路を頻回に交換しない
3. 適切な鎮静・鎮痛, 過鎮静を避ける
4. 毎日人工呼吸器離脱の評価
5. 仰臥位で管理しない

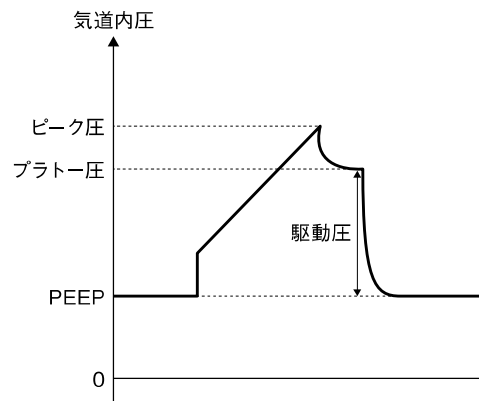
ARDS診療ガイドライン2021

発症早期 48時間  
以内限定

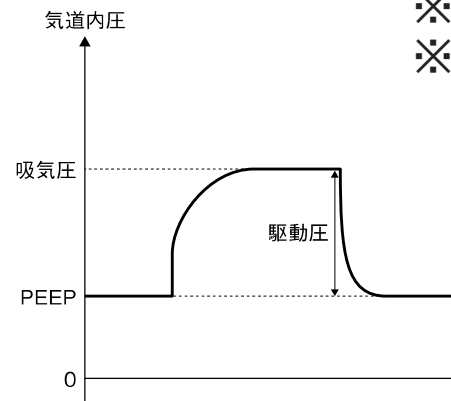
# 肺保護的人工呼吸管理

- 一回換気量を4-8 mL/kg（予測体重）
- プラトー圧は30 cmH<sub>2</sub>O以下
- PEEP値はプラトー圧が30 cmH<sub>2</sub>O 以下 or 循環動態に影響を与えない範囲内
- 中等度以上のARDSには、高めのPEEP
- 水分制限した管理

a) 従量式換気



b) 従圧式換気



※プラトーとは、吸気と呼気を一時的に停止する時間  
※ピーク圧は気道内圧、プラトー圧は肺胞内圧を表す

# ARDSに長時間の腹臥位が有効な理由

- ①背側障害肺に多く分布していた血流を健常肺に再分布することで換気血流比が改善する
- ②横隔膜運動の変化
- ③心臓に圧迫されている左下葉換気の改善
- ④体位ドレナージによる気道浄化





# ARDS合併時(当院ICU)

肺保護戦略

FIO<sub>2</sub> 0.7以上



腹臥位療法16時間

← 十二指腸チューブ挿入

← メチルプレドニゾン1mg/kg/日



P-SILIの懸念あれば筋弛緩薬考慮



ECMO考慮

※ P-SILI : patient self-inflicted lung injury

イージープローン™ (腹臥位デバイス)



<https://media.paramount.co.jp/service/critical/easyprone/>



ARDSに対して腹臥位療法  
EITモニタリング