

# 人工呼吸器装着中の 患者の管理

2020年8月28日(金)

水戸医療センター

# 行動目標

- 気管挿管、気管切開の解剖生理を述べる
- 人工呼吸器装着中の患者の管理に必要な観察項目を述べる
- 人工呼吸器装着中の患者の口腔ケアの重要性を述べる
- 気管挿管中の口腔ケアの方法について手順を関連づける
- 人工呼吸器装着中の患者の管理に必要な呼吸ケアの方法を述べる



# 気管挿管

救急の現場では、次のようなケースで  
気管挿管されることが多い。

- 徒手的气道確保やエアウェイでは  
気道確保が困難
- 酸素化の低下
- 換気不良、CO<sub>2</sub>ナルコーシス
- 吐血や喀血、嘔吐
- ショック状態

これらのケースでは、気道を確実に確保して呼吸管理を行ったり、全身管理を行う必要があるため、気管挿管の適応となる。



○ **気管挿管は、  
「経口気管挿管」と「経鼻気管挿管」の  
2種類がある。**

- **緊急時の第一選択は、経口挿管である。**
- **口腔領域の外傷や頭頸部がんなどにより、開口操作や口腔を経由することができない場合は、経鼻挿管が行われる。**



# 気管切開



- **気管切開は、長期的に気道確保を必要とする場合に用いられ、気管挿管と比べて侵襲が少なく、長期的に留置した場合に合併症が起きにくい。**
- **痰の吸引やチューブの交換が容易になる**
- **苦痛が緩和され、口腔内の観察が容易になる。**
- **コミュニケーションが図りやすくなる。**
- **呼吸仕事量の減少(空気が咽頭や喉頭を通過しないため気道抵抗が小さくない呼吸仕事量が減少)**



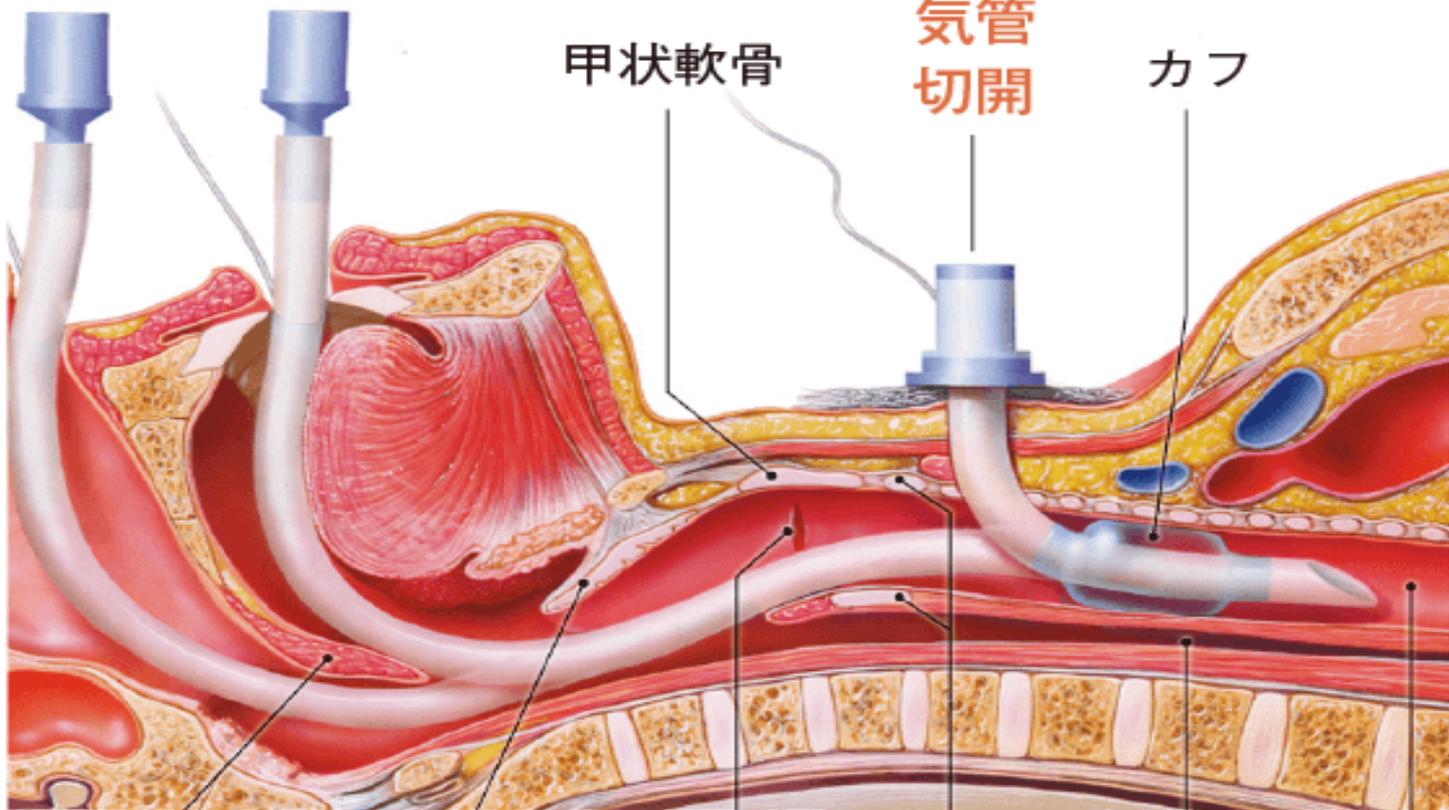
經鼻  
插管

經口  
插管

甲状軟骨

気管  
切開

カフ



口蓋垂

喉頭蓋

声門

輪状軟骨

食道

気管

# 人工呼吸療法には、侵襲的換気と 非侵襲的換気の2つの方法がある。

- **IPPV** (Invasive Positive Pressure Ventilation)

侵襲的陽圧換気

→ 挿管(気管切開含む)での人工呼吸

- **NPPV** (Non-Invasive Positive Pressure Ventilation)

非侵襲的陽圧換気

→ 挿管不要、

マスクでの人工呼吸



# 人工呼吸器開始基準

低換気	<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>\text{PaCO}_2 \geq 60\text{Torr}</math> (COPDなど慢性呼吸不全では20Torr以上の上昇)</li></ul>
酸素化能の障害	<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>\text{PaO}_2 \leq 60\text{Torr}</math> (100%酸素10L/分以上の酸素吸入下)</li><li>• <math>\text{SpO}_2 \leq 90\%</math> (100%酸素10L/分以上の酸素吸入下)</li></ul>
理学的所見などの異常	<ul style="list-style-type: none"><li>• 呼吸回数 <math>\geq 35</math>回/分</li><li>• 呼吸様式の異常(陥没呼吸、鼻翼呼吸、下顎呼吸)</li><li>• 高度の呼吸困難</li><li>• 意識レベルの低下</li></ul>



# 人工呼吸器の主な換気モード

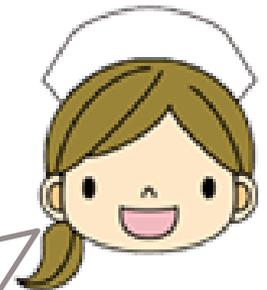
<p>補助/調節換気</p>	<p>A/C</p>	<p>患者に自発呼吸がなければ調節換気 (Control)として機能し、自発呼吸があれば補助換気 (Assist)として機能する。</p>
<p>同期式間欠的強制換気</p>	<p>SIMV</p>	<p>患者の自発呼吸が設定した呼吸回数を下回った場合、設定した回数の換気が行われるが、設定回数を上回った場合は自発呼吸のタイミングで設定した回数だけ強制換気を行う。</p>
<p>持続気道陽圧 自発換気</p> 	<p>CPAP SPONT</p>	<p>自発呼吸において常に設定された陽圧を気道に付加する換気モード 患者に<b>自発呼吸があるときのみ</b>設定される 離脱の前段階として用いることが多い</p>

<b>圧支持</b>	<b>PS</b>	<p>自発呼吸が弱い人に対し、PSを加えることにより、患者の吸気をセンサーが感じた時に毎回一定の圧(指定した圧)で吸気時に送気し補助する患者の自発吸気があるときのみサポートするので、自発呼吸がまったくない状態では使用できない</p> <p>通常SIMVと一緒に使用しSIMV + PSとして使用することが多い</p>
<b>呼気終末陽圧</b>	<b>PEEP</b>	<p>呼気終末時に気道内を設定した陽圧にすることにより、呼気時に肺胞が虚脱するのを防ぐ。また、FRC(機能的残気量)の増加や気道の閉塞を解除する効果もある。</p> <p>※すべての換気モードとの併用が可能</p>

# 量規定

- VC (Volume Control) ボリュームコントロール
- 量規定換気とは、設定した1回換気量(分時換気量)により吸気と呼気を切り替える様式。
- 500mlの1回換気量を設定したら、人工呼吸器は吸気時にその500mlという換気量を体内へと供給。500ml全てが供給されると呼気へと切り替わる。

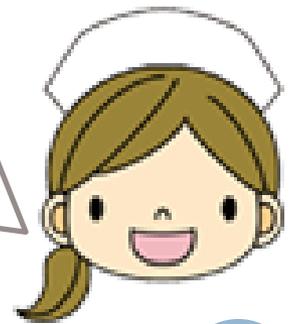
観察のポイントは、**気道内圧の変化に注意**  
機械はその患者にとって多くても、少なくとも指示された量を一定に供給してしまう。  
多かった場合は気道内圧が上昇しすぎて気道の損傷につながり、少ない場合は換気が十分に行えていないことになる。



# 圧規定

- PC (Pressure Control) プレッシャーコントロール
- 圧規定換気とは、設定した最高気道内圧により吸気と呼気を切り替える方式。
- 10cmH<sub>2</sub>Oという圧を設定したら、人工呼吸器は吸気時に気道内圧が10cmH<sub>2</sub>Oに達するまでガスを送り続ける。そして、その圧に達すると呼気へと切り替わる。

観察のポイントは、**1回換気量の変化**に注意。  
機械は指示された最高気道内圧になるようにガスを送り続ける。その送るガスの量が多くても、少なくても設定した圧に達するまで送り続ける。  
多い場合は1回換気量が多くなるため肺胞の損傷につながり、少ない場合には換気が十分に行えていないことになる。



# 人工呼吸器装着中の観察項目

- **バイタルサイン(意識・血圧・脈拍・体温)**
- **患者の表情や呼吸困難などの訴えの有無**
- **呼吸状態の把握**  
呼吸数、呼吸パターン、呼吸音、肺雑音、呼吸困難の有無、  
痰の量と性状、胸郭の動きなど
- **患者の全身状態の把握**  
バイタルサインの変動、鎮静の程度、精神状態、疲労度、チアノーゼ  
や四肢冷感の有無
- **検査結果**  
動脈血ガス分析値、パルスオキシメーター表示酸素飽和度、  
胸部レントゲン、血液データ、肺機能検査結果など

**検査データなども大切だが、一番はフィジカルアセスメント！**

- **挿管チューブの固定位置・挿入長さ、挿管チューブや気管切開カニューレのカフ圧確認**
- **人工呼吸器の点検**
  - **換気モードや設定、測定値**
  - **アラーム設定**
  - **加湿器の蒸留水、呼吸器回路の緩みやねじれ・破損**
  - **呼吸器の電源コンセントが緑色か**
  - **圧縮空気・酸素配管がパイピングに適切に挿入されているか、ストッパーがかかっているか**
- **人工呼吸器の作動状況の確認**
  - **気道内圧、自発呼吸の有無、実際の一換気量、ファイティングの有無など**



# 人工呼吸器のアラームの原因

## 1. 「換気維持ができない」場合

換気維持ができない原因として、以下の2つが挙げられる。

- ①回路外れや呼吸回路などからのガス漏れ(リーク)、回路や気管チューブの折れ曲がり、人工鼻や気管チューブの閉塞など呼吸回路系の異常
- ②無呼吸、あるいはファイティングやバックギングなどによるガス送気の停止など

いずれの場合も、低換気に陥り換気が維持できず、アラームが発生する。

## 2. 「患者に何らかの現象が生じた」場合

- 無呼吸や頻呼吸、あるいは低換気量、換気量増加などが挙げられる。

## 3. 「人工呼吸器やその周辺機器の異常」の場合

- 人工呼吸器やその周辺機器の異常として、医療ガス供給不足や停電など、なんらかの異常による人工呼吸器の停止、加温加湿器のトラブル、呼気二酸化炭素モニタなど付属しているモニタの異常などが挙げられる。

# 人工呼吸器のアラーム対処の ポイント

- **アラーム発生時は迅速に対処する。まず、アラーム表示を確認し呼吸状態やモニターを確認**
- **自分1人ではアラーム対応が難しいと判断した場合は、すみやかに応援を要請する。**
- **装置異常状態の場合は、すみやかに使用中の人工呼吸器を患者から外し、BVMに切替え、予備の機械へ変更する。**
- **原因究明に時間を要する場合にも、BVMに変更して換気の維持に努める。人工呼吸器の交換が必要な場合もある。**
- **アラーム音は、患者を不安にさせる。特に、アラームが発生している機器を装着している患者のみならず、周囲の患者も不安にさせてしまうためそのことを念頭に置き対処する。**

# 動脈血液ガス分析

○ 動脈血液ガスでは、ガス交換の評価が可能。

○  $\text{PaO}_2$  (動脈血酸素分圧: 基準値 80~100mmHg  
60Torr以下: 呼吸不全)

血中に溶け込んだ酸素を圧力で表わしたもので、肺が酸素を血液  
中に取り込めるかの指標になる。

○  $\text{PaCO}_2$  (動脈血二酸化炭素分圧: 基準値 35~45mmHg)

血液中の二酸化炭素の分圧のこと。換気の指標となし、組織での  
 $\text{CO}_2$  産生と肺での  $\text{CO}_2$  排出のバランスを表す。換気量が多いと低下  
し、換気量が少ないと上昇。

- ガス交換評価のための指標として、**P/F 比**がある。
- 肺の酸素化能を評価するためFiO<sub>2</sub>で割ることにより求められる

$$P/F\text{比} = \frac{PaO_2}{FiO_2}$$

FiO<sub>2</sub> 0.21で PaO<sub>2</sub> 100  
だとP/F比は 476

FiO<sub>2</sub> 1.0 でPaO<sub>2</sub> 100  
だとP/F比は 100

- **正常値** 400以上
- 軽症ARDS** 300以下 (ALI:急性肺障害)
- 酸素化障害** 250以下
- 中等症ARDS** 200以下 (ARDS:急性呼吸促進症候群)
- 重症ARDS** 100以下



- **ガス交換障害が生じているときは、原因を考えそれを改善させるケアを行うことが重要になる。**
- **たとえば、P/F 比が低いときは、酸素消費量を増加させないようなケアを行うことが大切。**
- **ルーチンでの吸引や体位変換、一度に多くの処置を行うなど、不必要な侵襲を与えないようにする。また、PaCO<sub>2</sub>が上昇している場合、CO<sub>2</sub>を排出しやすいように安楽な体位に調整し、呼吸がしにくい状況を解除することで改善されることもある。**



# SpO<sub>2</sub> (経皮的酸素飽和度)

- 血液中にどの程度の酸素が含まれているかを示している。
- SpO<sub>2</sub> の **S は Saturation (飽和)、P は Percutaneous (経皮的)O<sub>2</sub> は 酸素の意味**
- 正常値は95～100%
- 末梢循環が悪かったり冷感があると、正しい値ではないこともある
- もともと肺疾患がある方や高齢者はSpO<sub>2</sub>が90%程度でも呼吸苦を感じることなく、普通に生活できている方もいる。
- 基準値で判断するだけでなくその患者さんのいつもの状態と比較することが大事！



# SpO<sub>2</sub>モニタリングの注意点

- SpO<sub>2</sub>が100%を表していても、PaO<sub>2</sub>は100mmhgかもしれないし、300mmhgかもしれない
- 酸素濃度は高ければよいと言うわけではない。
- PaO<sub>2</sub>が高値であると高濃度酸素状態を示し、高濃度酸素吸入をしていると肺障害を起こす。
- 慢性的に低酸素状態にある慢性閉塞性肺疾患 (COPD) 患者に高濃度酸素を投与することで、体内に酸素が過剰と判断され呼吸抑制もしくは停止するCO<sub>2</sub>ナルコーシスにも注意が必要である
- 

ポイント!



# 人工呼吸器装着による 主な合併症やトラブル

**起こりうる合併症を予測した観察が大切である**

- **気道・回路(挿管・気切チューブに関するもの)**

- 事故(自己)抜管、リーク、回路外れ、回路閉塞、  
カフの異常、片肺挿管、気道損傷、咽頭喉頭浮腫など

- **人工呼吸器設定に関するもの**

- 圧外傷(気胸・皮下気腫)、人工呼吸器関連肺障害(VALI)  
血圧低下など

- **口腔ケア、回路内汚染、気管吸引などのケアに関するもの**

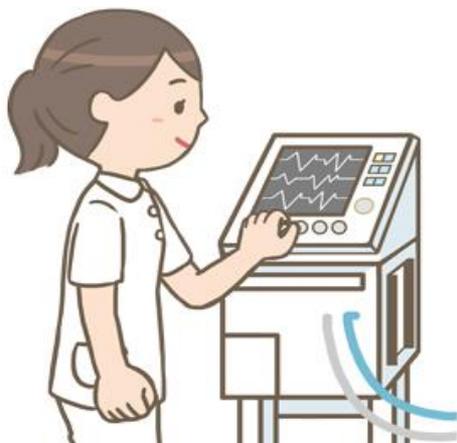
- 人工呼吸器関連肺炎(VAP)

# ○体動制限や臥床に関連するもの

→過鎮静、褥瘡、廃用性症候群

# ○精神的ストレスに関連するもの

→苦痛、胃潰瘍、不眠、睡眠リズム、せん妄、不穏



# もし 気管チューブが抜けてしまったら・・・

- すみやかに人を集める
- 医師への報告
- 救急カート、再挿管の準備を依頼
- 自発呼吸の有無、肺音や左右差の有無、胸郭の動き、嚔声の有無、意識の変化、循環動態の確認
- 必要時吸引を行う



## 自発呼吸がないまたは不十分な場合

- 再挿管が必要である。
- 患者を仰臥位とし、気道確保を行いIBVMで換気を行う。再挿管のため挿管チューブを2サイズは準備。必要に応じて鎮静薬を使用することもある。

## 自発呼吸がある場合

- 酸素マスクで酸素投与。抜去前と同じ程度の酸素濃度から投与始める。COPDの患者はCO<sub>2</sub>ナルコーシスに注意して酸素投与。



# 気管切開のチューブが抜けてしまったら・・・

- 基本的には気管チューブが抜けてしまった時と同じ対応。ただし、自発呼吸があっても基本的には気管切開チューブを再挿入する。予備のチューブが必要！
- \* 看護師がチューブを再挿入してはならない
- すみやかに人を集める
- 医師への報告
- 救急カート、再挿管の準備を依頼
- 自発呼吸の有無、肺音や左右差の有無、胸郭の動き、意識の変化、循環動態の確認
- 必要時吸引を行う



## 自発呼吸がないまたは不十分場合

- 患者を仰臥位にして気管切開孔を清潔なガーゼでふさぎ、口鼻をBVMで覆って換気を行う。ただし、永久気管孔の患者の場合は、気管孔に直接BVMを当てて換気。

## 自発呼吸がある場合

- 気管切開孔に酸素マスクを装着し酸素投与。
- 気管切開孔が閉じてしまう場合やSP0<sub>2</sub>が低下してしまう時には、気管孔をふさぎ口鼻に酸素マスクを当てる。
- 医師により、再挿入後は皮下気腫の有無や出血の有無を確認する。



# VAP

- **人工呼吸療法開始後48時間以降に起きる肺炎**
- **発症率7~40%、死亡率30%。**
- **気道は外部から侵入してくる埃や細菌、ウイルスなどの異物を下気道へ侵入させないためのフィルタ機能やクリアランス機能、吸い込む空気に湿度を与える加温加湿機能を持っている。**
- **そこに人工気道が留置されるため、上気道の細菌がカフと気道壁の間から(内因性)あるいは人工気道から直接下気道へ菌が侵入(外因性)し、生体の防御機能が低下した状況下でVAPを発症する**

# VAPの原因

## Aspiration(誤嚥)

副鼻腔炎  
経鼻挿管/胃管

デンタルプラーク  
(歯垢)

唾液の分泌低下  
細菌増殖

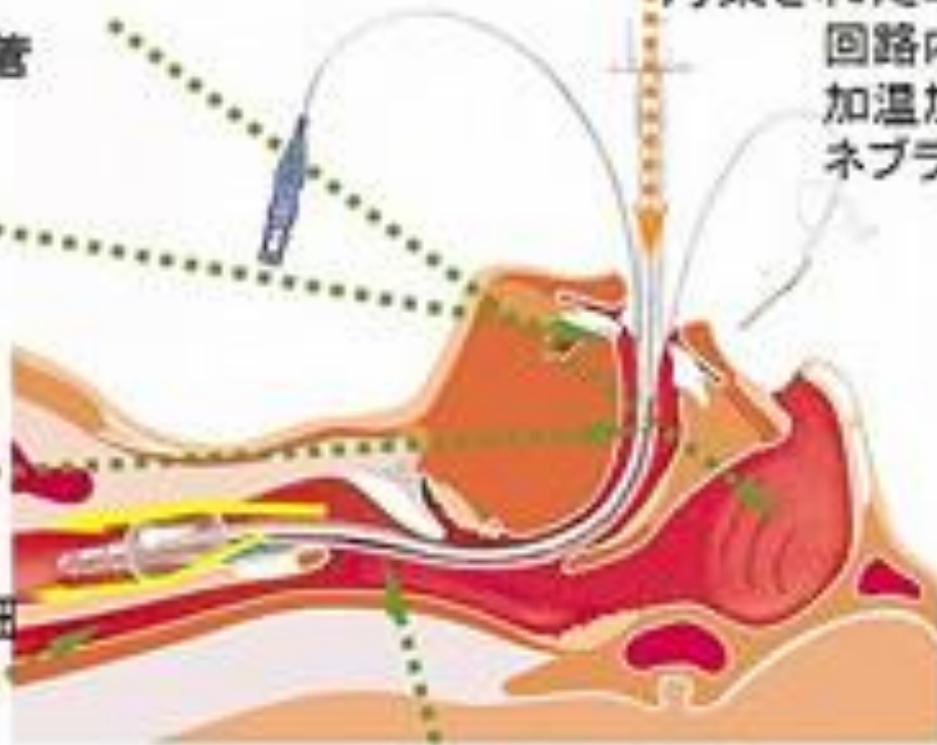
胃液のアルカリ化(細菌増殖)  
→逆流

下咽頭の分泌物貯留

## Inhalation(吸入)

汚染されたエアロゾルの吸入  
回路内の結露  
加温加湿器の水  
ネブライザの薬液

気管チューブと  
回路の着脱  
気管内吸引  
回路交換等



# VAP予防



## カフ圧管理

25~30cmH<sub>2</sub>O

- カフ圧は  
されている。

**以下**で管理することが推奨

その理由は、カフ圧が高いと気管粘膜の血流を阻害するといわれる。一方、低圧では口腔内の分泌物が垂れ込みやすくないVAPのリスクが高くなるという報告がある。

- カフ圧は時間とともに低下していくため、定期的にカフ圧を確認しなければいけない



# 口腔ケア

- 気管挿管患者の口腔ケアは、人工呼吸器関連肺炎（VAP）や誤嚥性肺炎を予防する重要な手段。
- 超急性期には低酸素血症により意識レベルが低下するほか、治療上意図的に鎮静を用いることで、嚥下運動や咳嗽が減少するため、気道の清浄化機能が低下し、無気肺や感染が生じやすくなる。
- そのため口腔ケアを行い、上気道の清浄化を進める必要がある



# 実施前

- 体位は30度程度頭部拳上させ行う。頭部拳上が困難な場合は側臥位、麻痺がある場合は健側を下にする
- カフ圧の確認(30cmH<sub>2</sub>O)
- 口腔ケアを行う前にはカフ上部や口腔・咽頭の吸引を行う。
- 口腔内の観察
- 口唇や口腔が乾燥していたら先に潤滑剤を塗布





- 口腔ケアには**フラッシングケア**と**維持ケア**の2つの方法があり、それぞれを適宜組み合わせて行う。
- **フラッシングケア**は**フラーク**(歯垢)の除去を目的に**フラッシング**を行い、**フラッシング**後は**汚染物の回収**を行うもの。
- **維持ケア**は口腔内の**清浄**、**湿潤環境**の維持を目的に、**貯留した汚染物の除去**と**加湿・保湿**を行う。



# アセスメント

口腔内の状況(乾燥・びらん・出血・汚れ)、  
口唇・口角の異常(乾燥・潰瘍・裂創)、  
歯肉の状態(色・出血)、**歯のぐらつき**、  
舌の状態(舌苔・乾燥・汚れ)、唾液の分泌状態、  
口臭の有無、痰や分泌物の状態を観察する

**評価管理の口腔ケアを使用しましょう！**

ケアはモニターを見ながら看護師2人で行い、  
毎日チューブの深さや皮膚トラブルがないかを  
確認し、テープの巻き替えを行う。



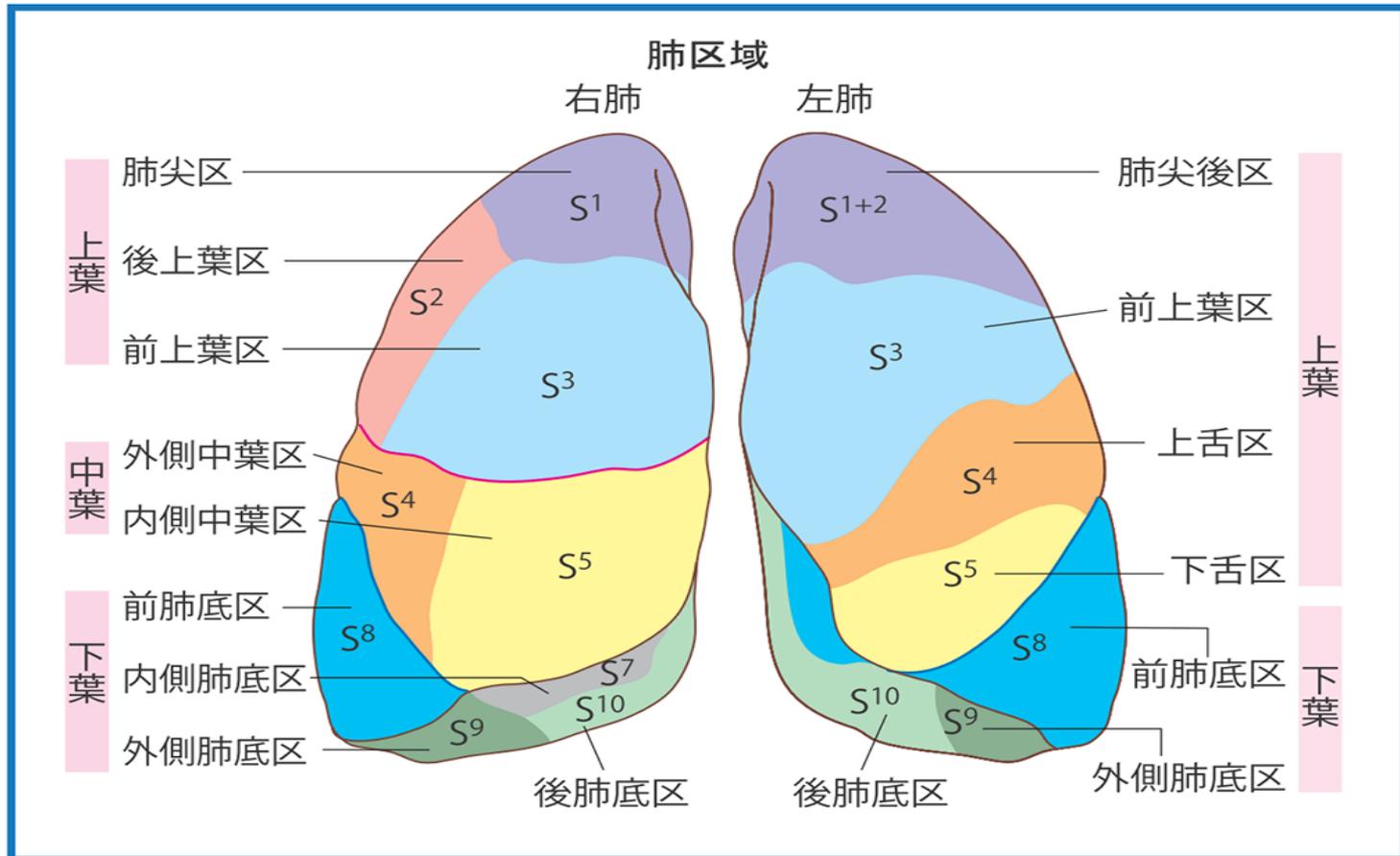
# 実施後

- **口腔ケア時には、口腔内の汚染物が飛散するといわれている。口腔ケア終了後は、患者の顔や挿管チューブを清拭することなども有効であると言われている。**
- **口腔内乾燥予防のため保湿剤の塗布やマスクの装着を行う**



# 体位ドレナージ

咳嗽により気道まで痰を喀出することが困難な場合、十分な加温加湿を行ったうえで、体位ドレナージなどの呼吸理学療法で痰を誘導する

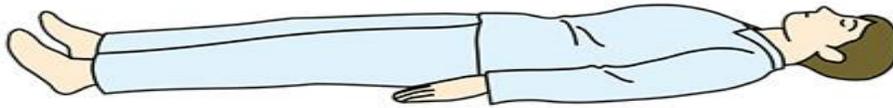


# 痰の貯留部位と体位ドレナージ

## 《修正排痰体位》

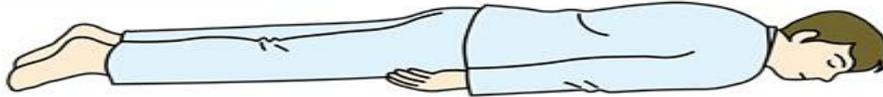
a: 仰臥位

S<sup>1</sup>、S<sup>3</sup>、S<sup>8</sup>



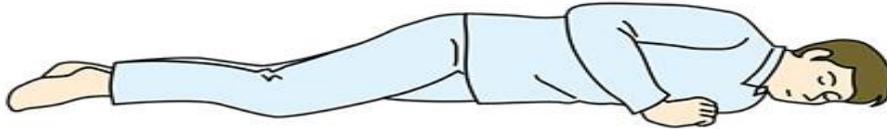
b: 腹臥位

S<sup>6</sup>、S<sup>10</sup>



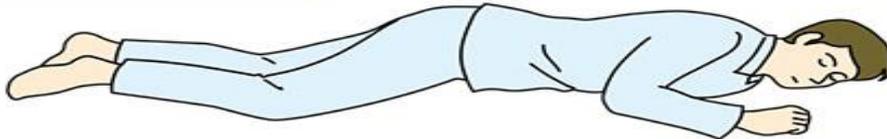
c: 側臥位

S<sup>9</sup>、患側の肺野



d: 前傾側臥位(45°)

S<sup>2</sup>、S<sup>6</sup>、S<sup>10</sup>



e: 後傾側臥位(45°)

S<sup>4</sup>、S<sup>5</sup>



患者によっては禁忌となる体位もあるため注意する

いきなり極端な体位をとると循環動態に影響がでることがあるので、モニタリングを行いながら段階的に行う！

# 早期離床

- 肺胞換気の促進
- 体液分布の正常化
- 廃用性症候群の予防
- 昼夜のリズムをつける
- 褥瘡予防

患者さんの状態に合わせて  
少しずつリハビリを進  
めていきましょう



人工呼吸器装着中  
でも歩行は可能です





**ご清聴ありがとうございました**

