

「息をする」の総まとめ

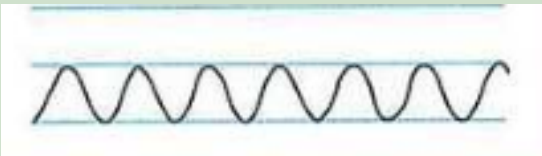
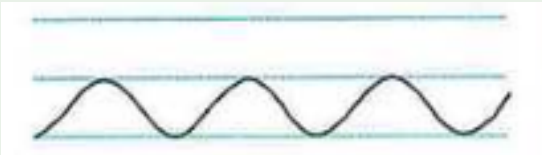
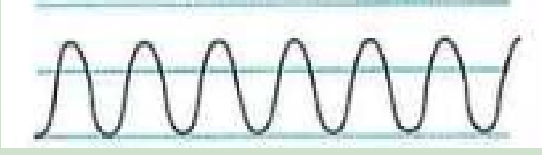
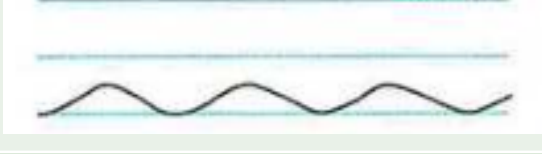
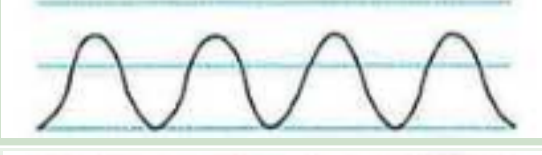
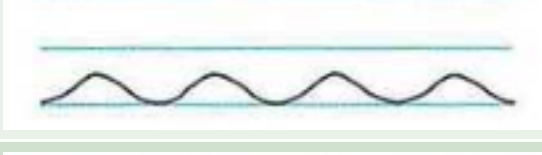

国立病院機構 茨城東病院 胸部疾患・療育医療センター
診療看護師 (Japanese Nurse Practitioner)
川崎 竹哉



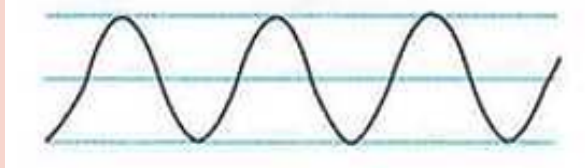

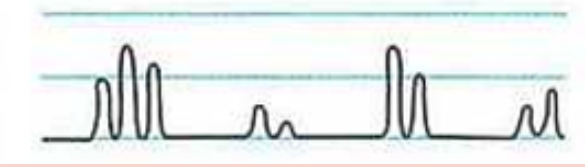
成人の正常は12～20回/分



呼吸数・深さの異常

<p>頻呼吸</p>	<p>呼吸数：25回/分以上 呼吸の深さ：変化なし</p>		<p>肺炎 発熱</p>
<p>徐呼吸</p>	<p>呼吸数：12回/分以下 呼吸の深さ：変化なし</p>		<p>頭蓋内圧亢進状態 麻醉時</p>
<p>多呼吸</p>	<p>呼吸数：増加 呼吸の深さ：増加</p>		<p>呼吸窮迫症候群 肺血栓塞栓症</p>
<p>少呼吸</p>	<p>呼吸数：減少 呼吸の深さ：減少</p>		<p>死亡直前</p>
<p>過呼吸</p>	<p>呼吸数：変化なし 呼吸の深さ：増加</p>		<p>過換気症候群 もやもや病</p>
<p>減呼吸</p>	<p>呼吸数：変化なし 呼吸の深さ：減少</p>		<p>—</p>
<p>無呼吸</p>	<p>安静呼吸位で、呼吸が一時的に停止した状態</p>		<p>睡眠時無呼吸症候群</p>

リズム異常

クスマウル呼吸	ゆっくりとした深い規則的な呼吸		糖尿病性ケトアシドーシス
チェイン-ストークス呼吸	数秒～数十秒の無呼吸→過呼吸→減呼吸→無呼吸		心不全 尿毒症 脳出血 脳腫瘍
ビオー呼吸	不規則に早く深い呼吸→突然の中断→無呼吸→早く深い呼吸		脳腫瘍 脳外傷 脳膜炎

聴診器のつけ方



- イヤーピースが前をむくように聴診器を持つ。

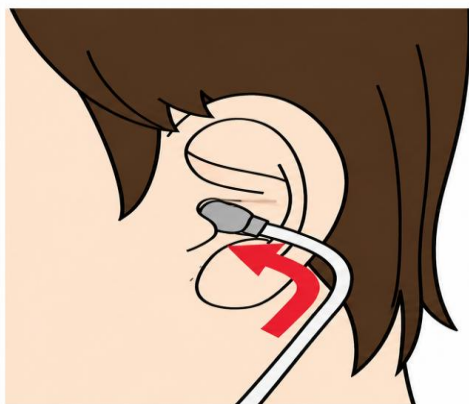


- イヤーピースを耳に入れぶらさげる。

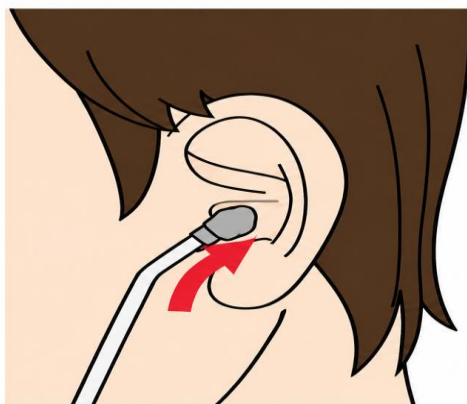


- チェストピースとチューブを持ち、自分にとって一番聴こえやすい角度になるように調節する。

正しい例



悪い例



！ 注意

イヤープースを間違った方向に入れると外耳孔にしっかり密着させることができず、音もよく聴取できなくなる。また外部雑音の遮蔽も不十分となる。

聴診する前の心掛け




聴診器を患者に当てる前に


聴診器が冷たくないか確認

し、**冷たい時には手で保温！**

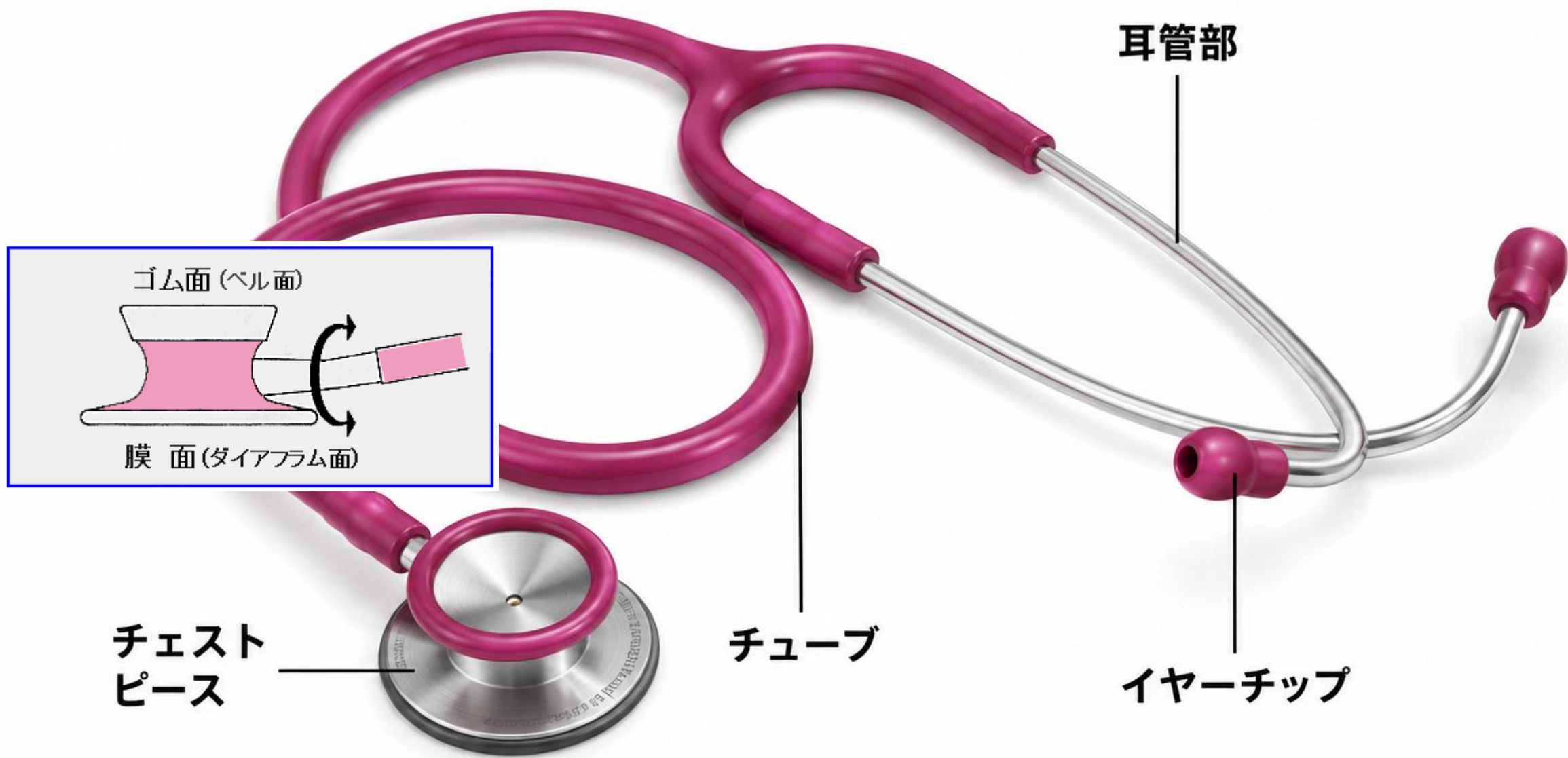
『聴診器』を知る 膜型

特徴	<p>高音聴取に優れる杵の痕が皮膚に数秒残る程度の力で圧迫する</p> 
血圧	○
肺	○
心臓	○ (I音・II音)
頸部血管	○
腹部	○

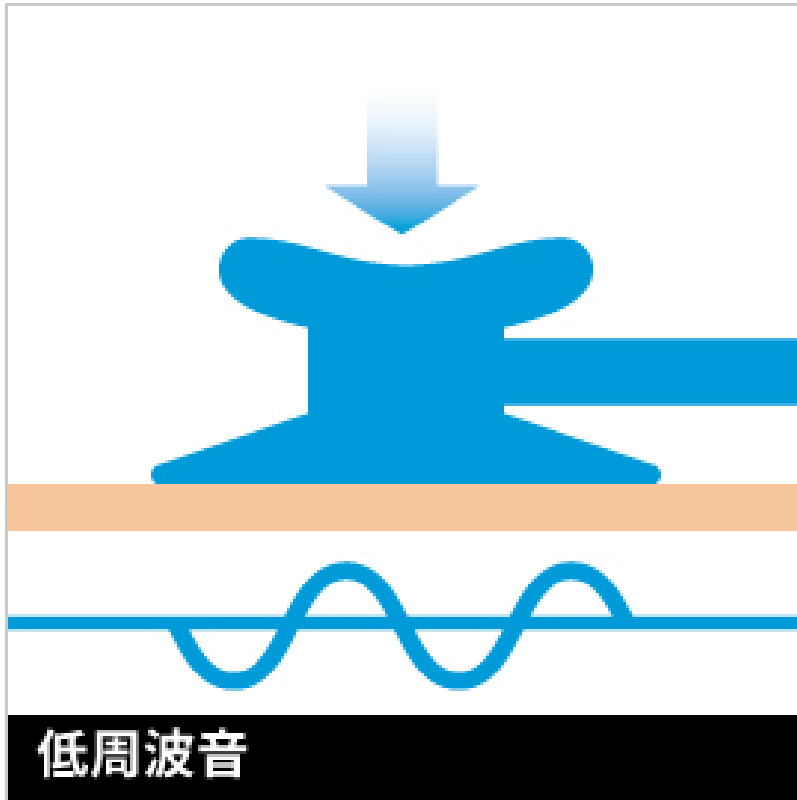
『聴診器』を知る ベル型

特徴	低音 聴取に優れる 膜型よりも 皮膚に柔らかく密着 させる	
血圧	◎ (Korotkoff音が低音のため)	
肺	×	
心臓	○ (Ⅲ音・Ⅳ音)	
頸部血管	×	
腹部	×	

聴診



シングルタイプの聴診器



チェストピースを

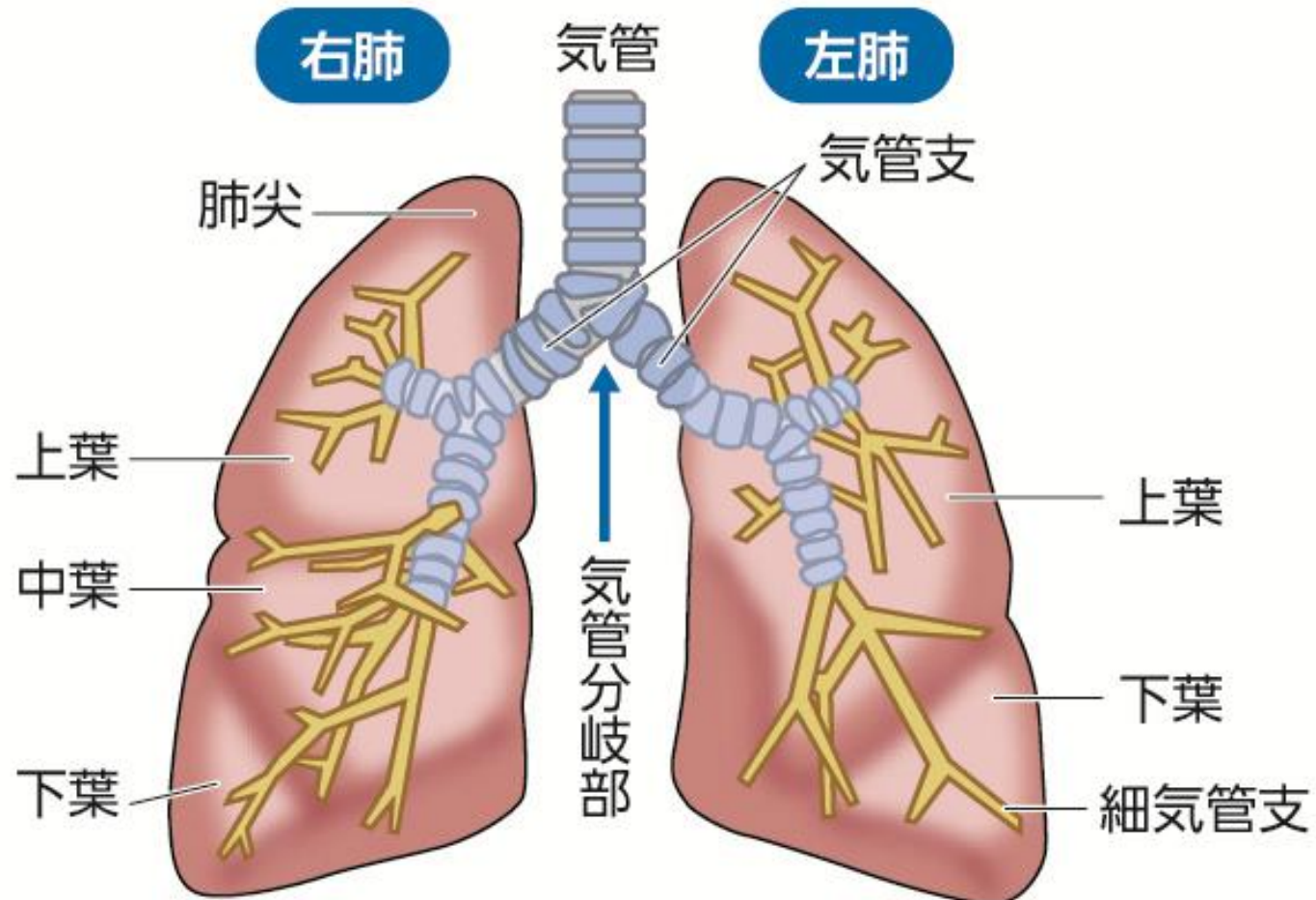
軽く当てるとベル型

強く当てると膜型

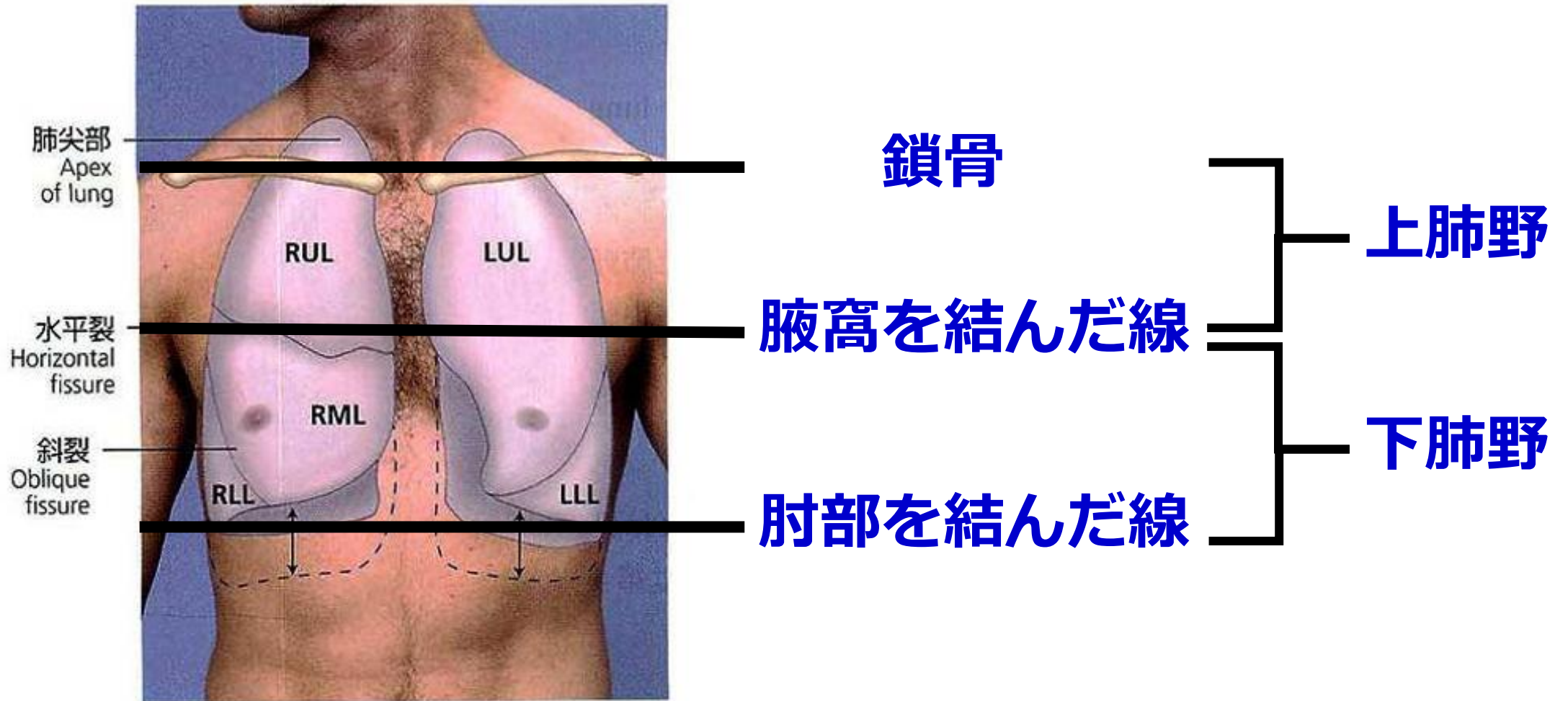
の機能を果たす！

みぎみつつ

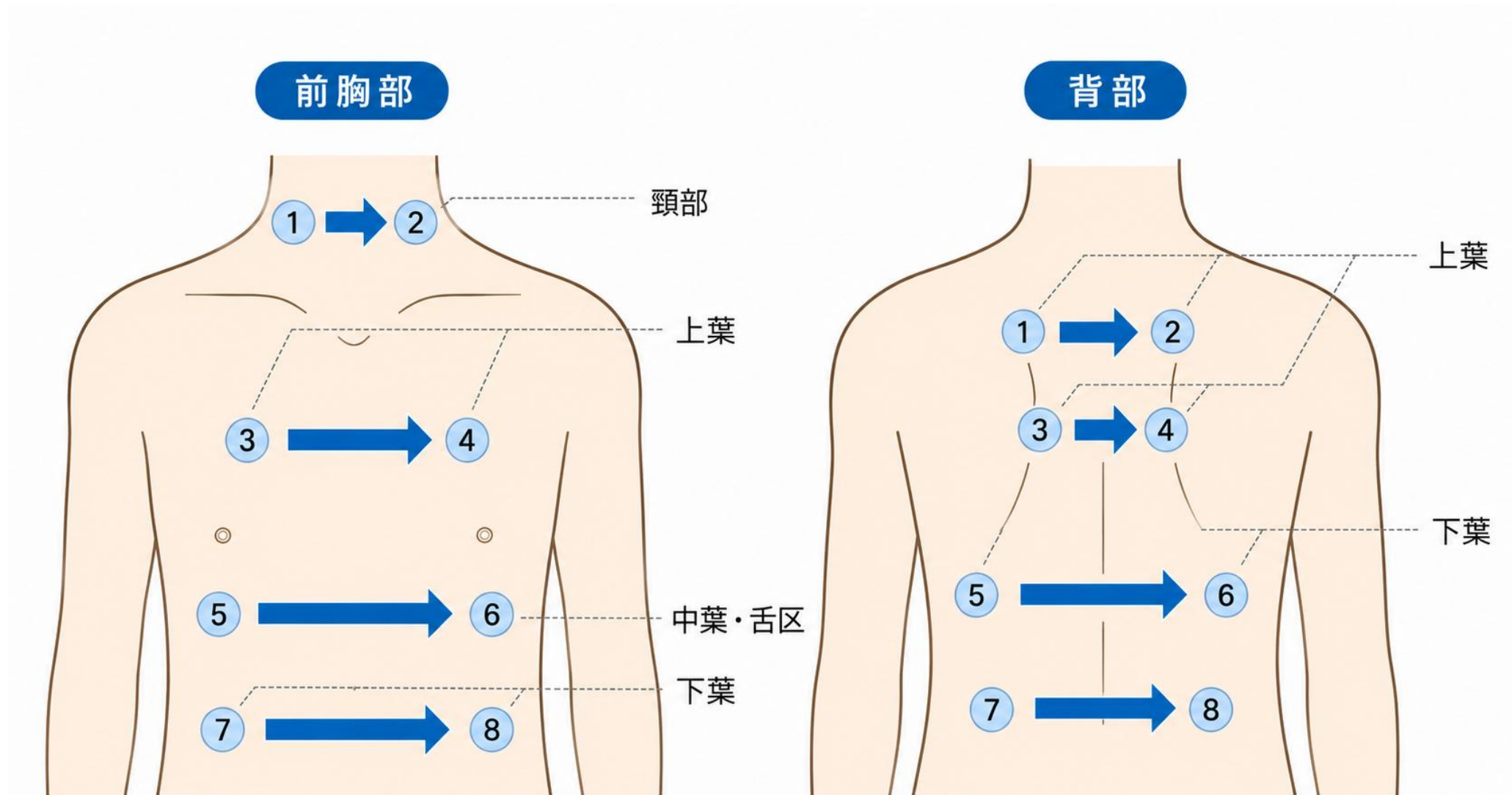
肺の部屋（肺葉）は右3葉、左2葉



肺の部屋分けを外から見極める



チェストピースを当てる部位



ホースの太さで、水の勢いが変わる！

細いホース = 水の勢いが**強い**

水の通る道がせまいので、
水が集中して強く飛び出す！



遠くまでよく飛ぶ・勢いが強い

太いホース = 水の勢いが**弱い**

水の通る道が広いので、
水が分かれて勢いが弱くなる！



近くにしか飛ばない・勢いが弱い



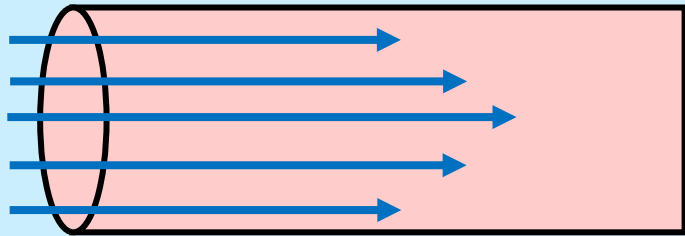
同じ水の量でも、通る道が**せまい**と勢いが**強くなり**、
通る道が**広い**と勢いが**弱くなります**。



**口元を狭めると、空気の乱流が起きて、振動し、
音として聞き取れる**

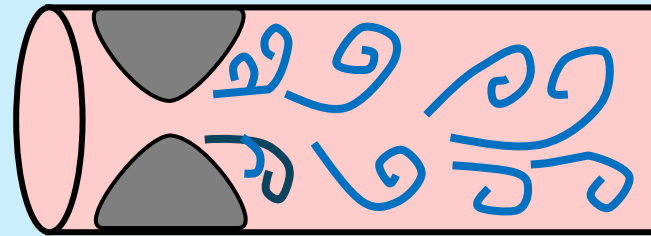
何かで狭窄した時も同じ

正常の気管・気管支
層流



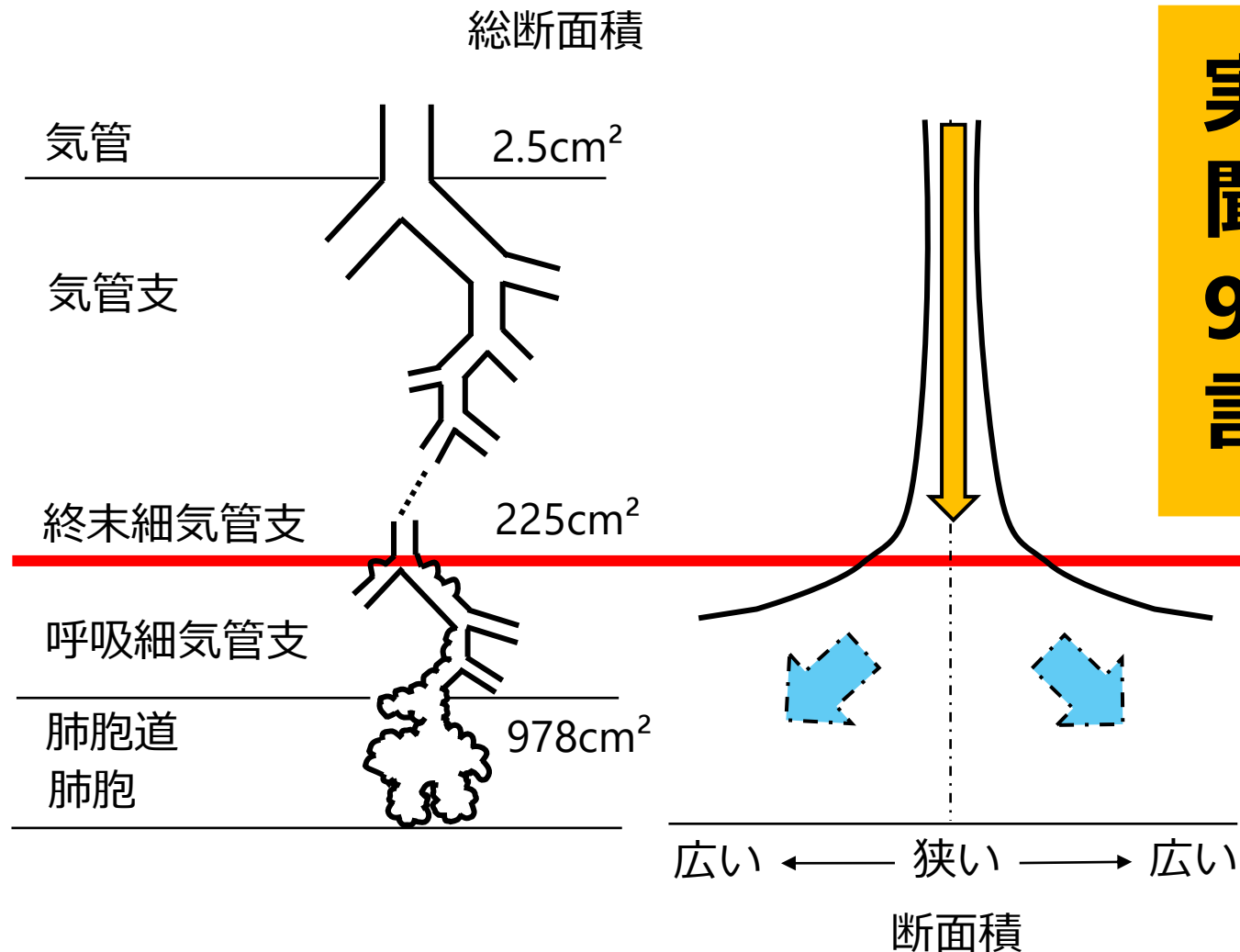
空気は気管支壁に
ぶつからない

狭窄した気管・気管支
乱流

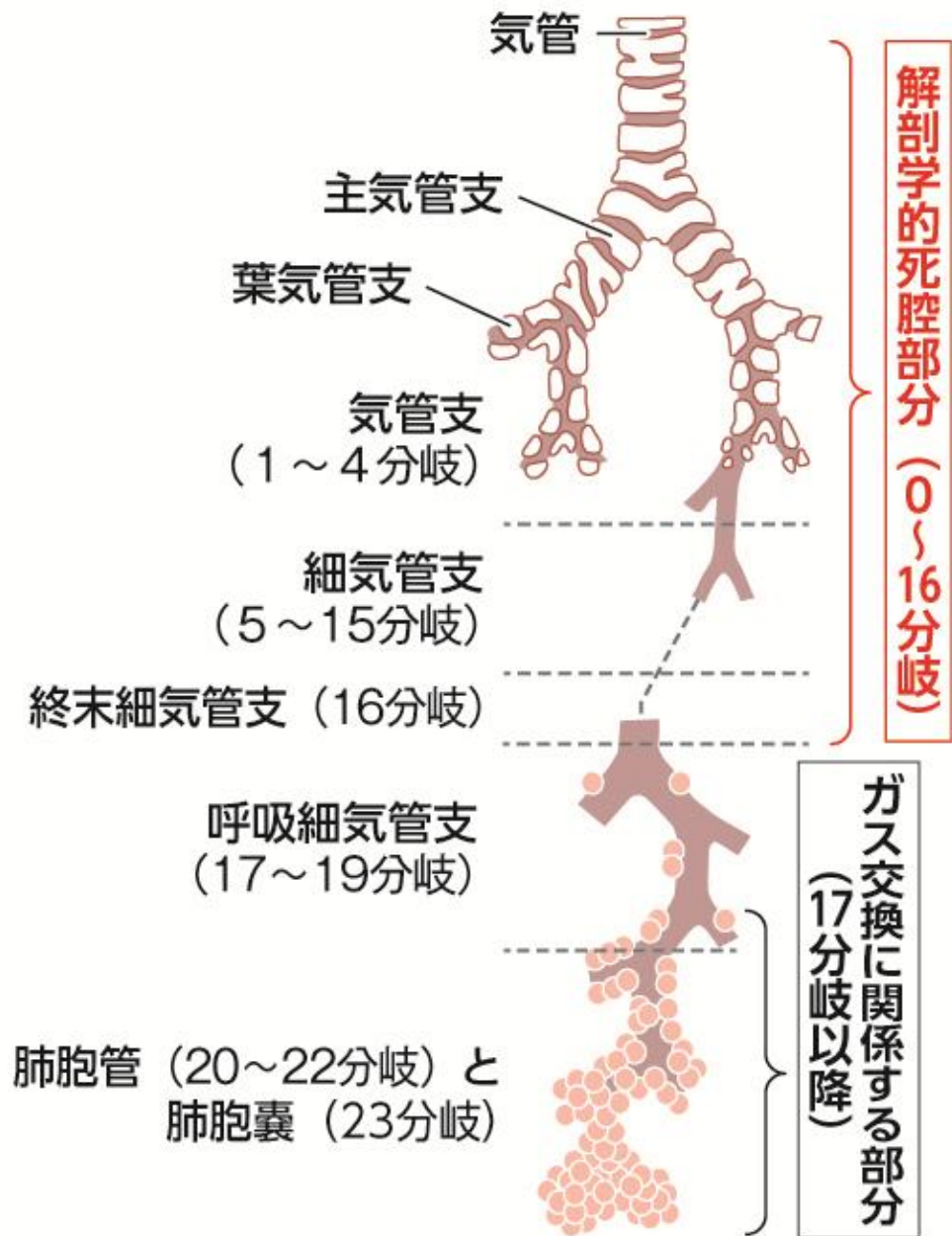


空気が気管支壁に
ぶつかる→**音**

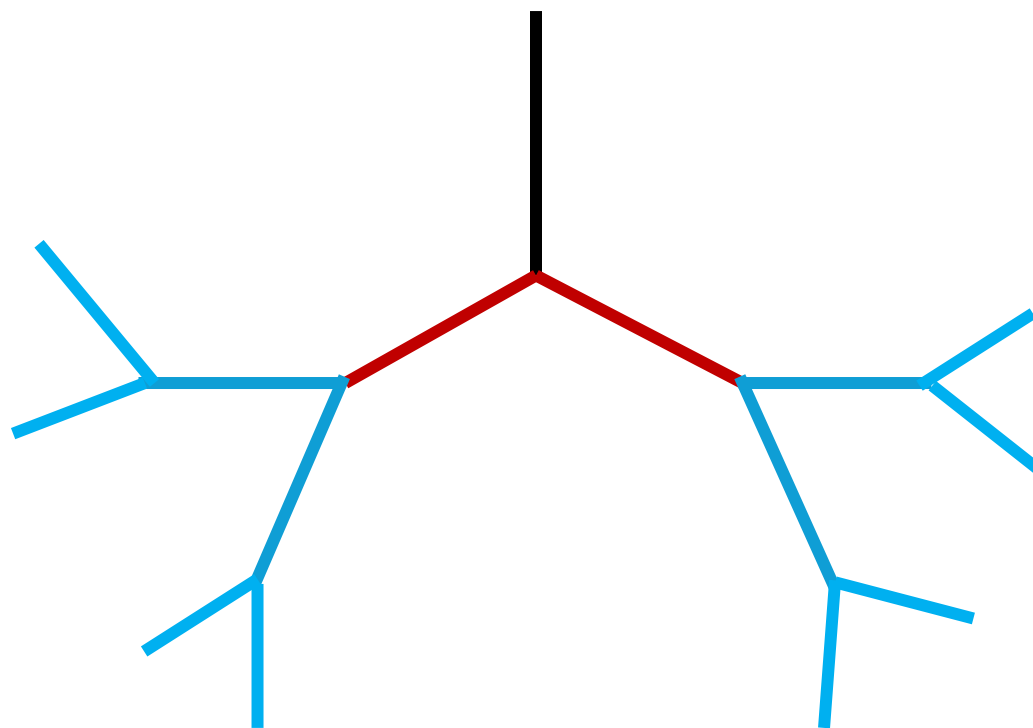
狭窄音は終末細気管支までの音



実際に聴診で聞こえるのは9分岐目までと言われている

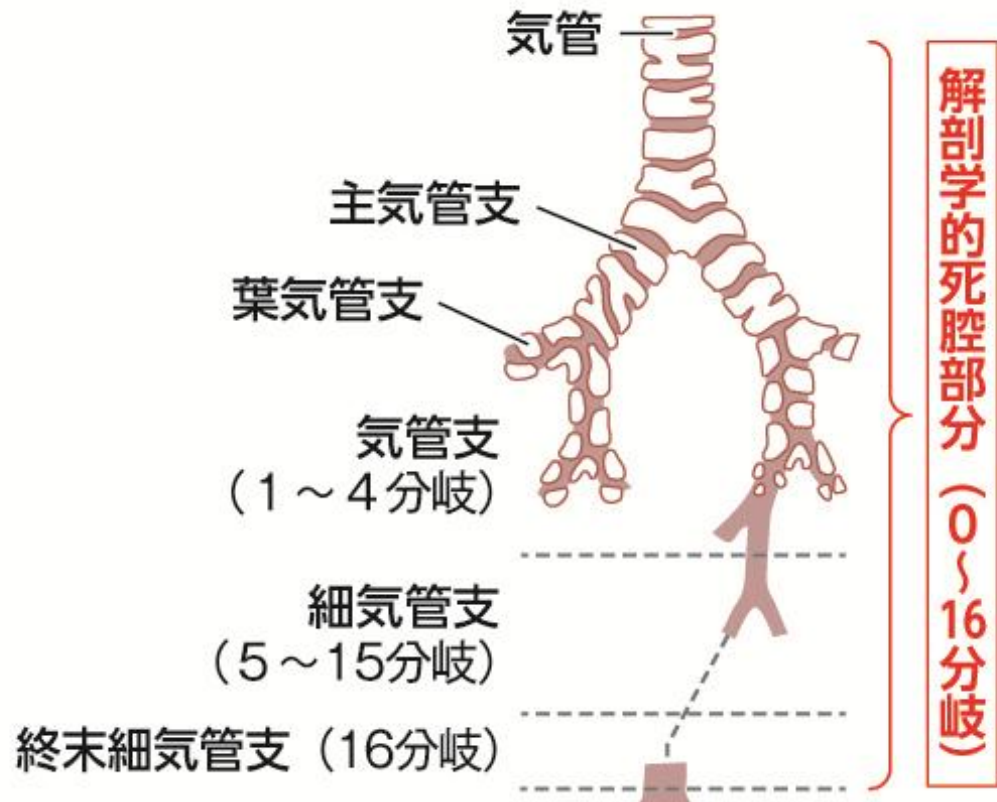


吸った空気は、
17回以上分岐しないと
肺（肺胞）までたどり
着けない

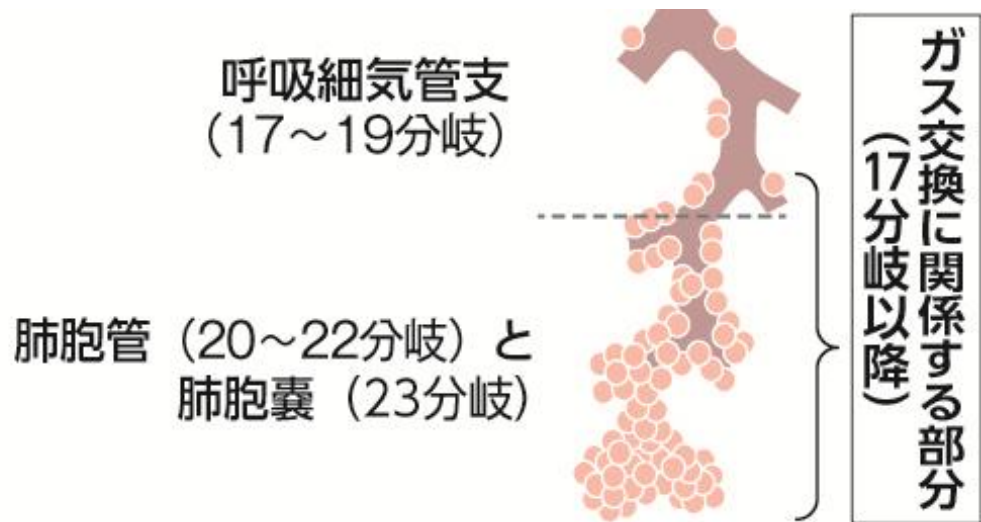


分岐ごとに気道の中の面積を足してみると...

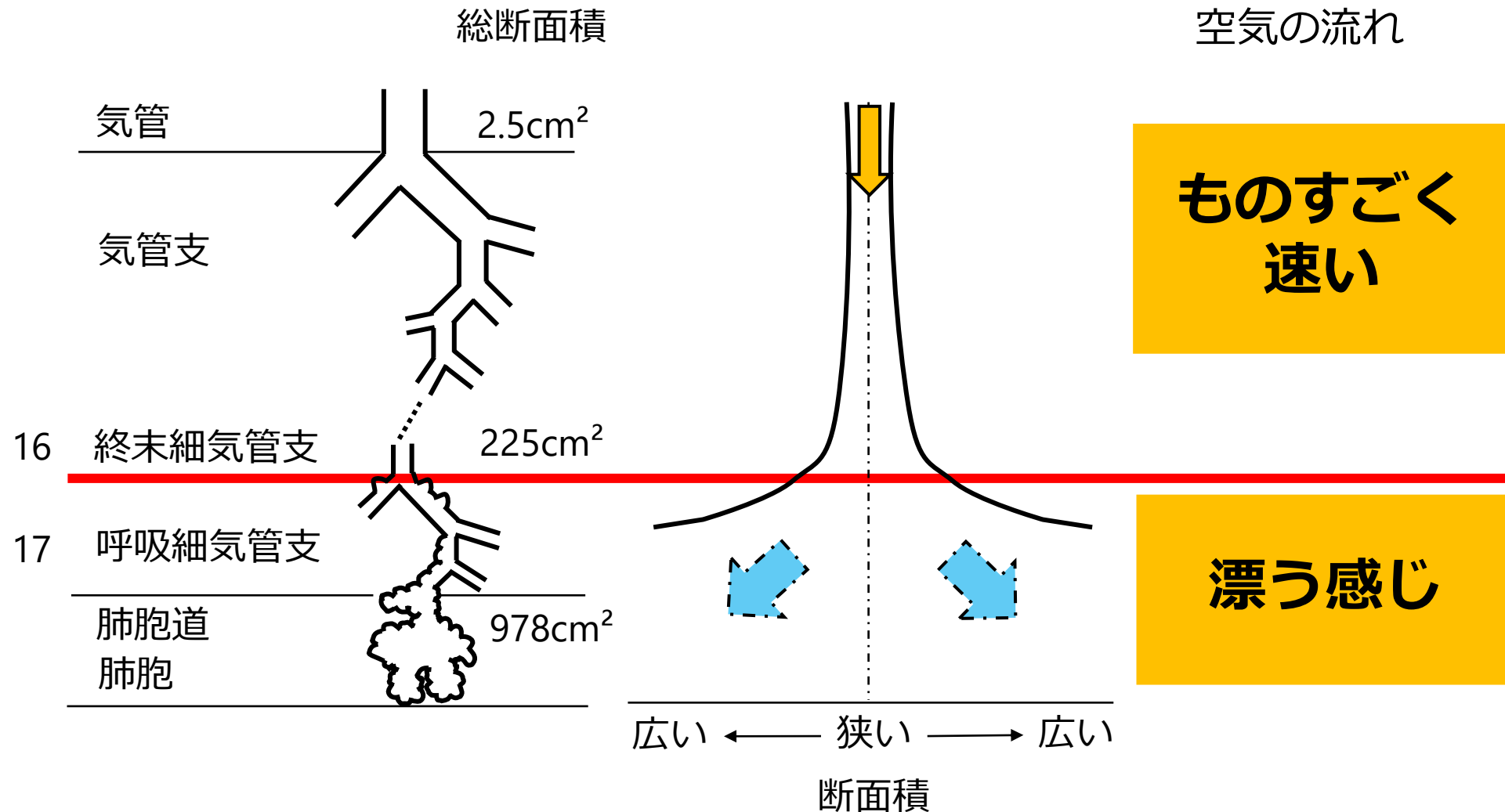
気管～16分岐まで



17～23分岐まで



気管から肺胞までの特徴



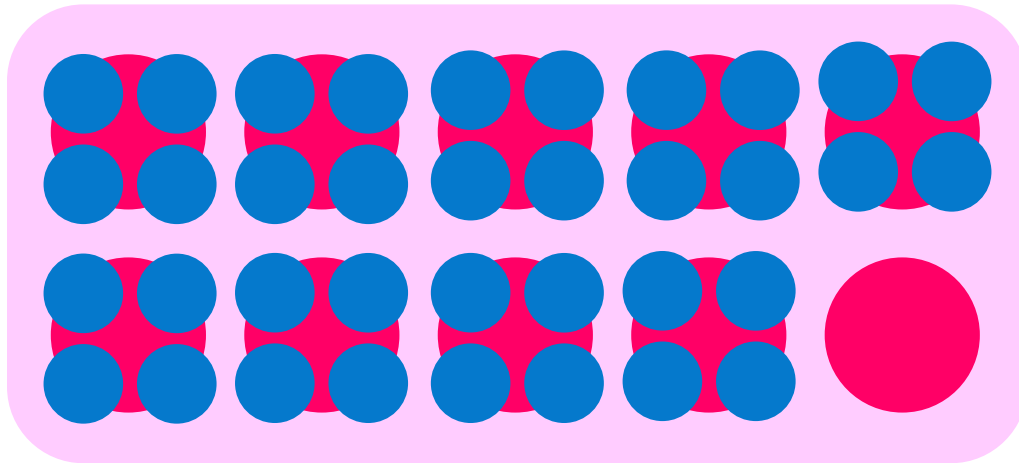
サチュレーションモニター



- SpO₂（酸素飽和度）を測定する器械
- PR（脈拍）も同時に測定できる

酸素飽和度 (%)

図 : SpO₂=90%



● : ヘモグロビン ● : 酸素

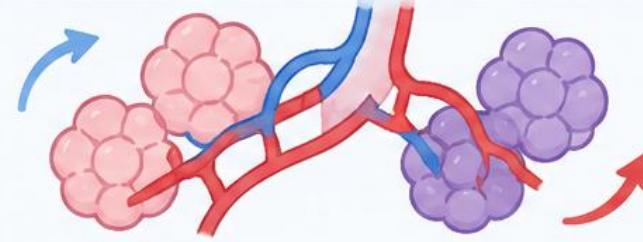
酸素がどれだけ
ヘモグロビンに結合
しているかを
%で表したもの

低酸素血症の主な原因

1

換気血流比不均等

肺の一部で換気と血流のバランスが崩れ、酸素化が不十分になる。



2

肺内シャント

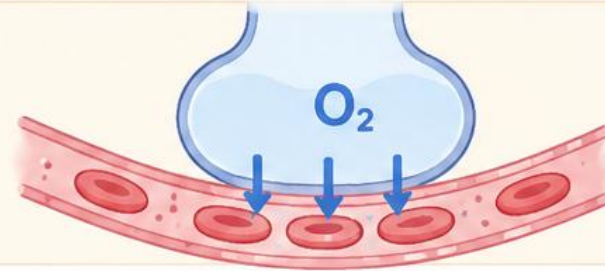
酸素が取り込まれないままの血液が、そのまま体循環に流れてしまう。



3

拡散障害

肺胞から毛細血管への酸素の移動が障害され、十分に酸素が取り込めない。



4

O₂デリバリー

酸素運搬能の低下により、組織へ十分な酸素が届けられない。

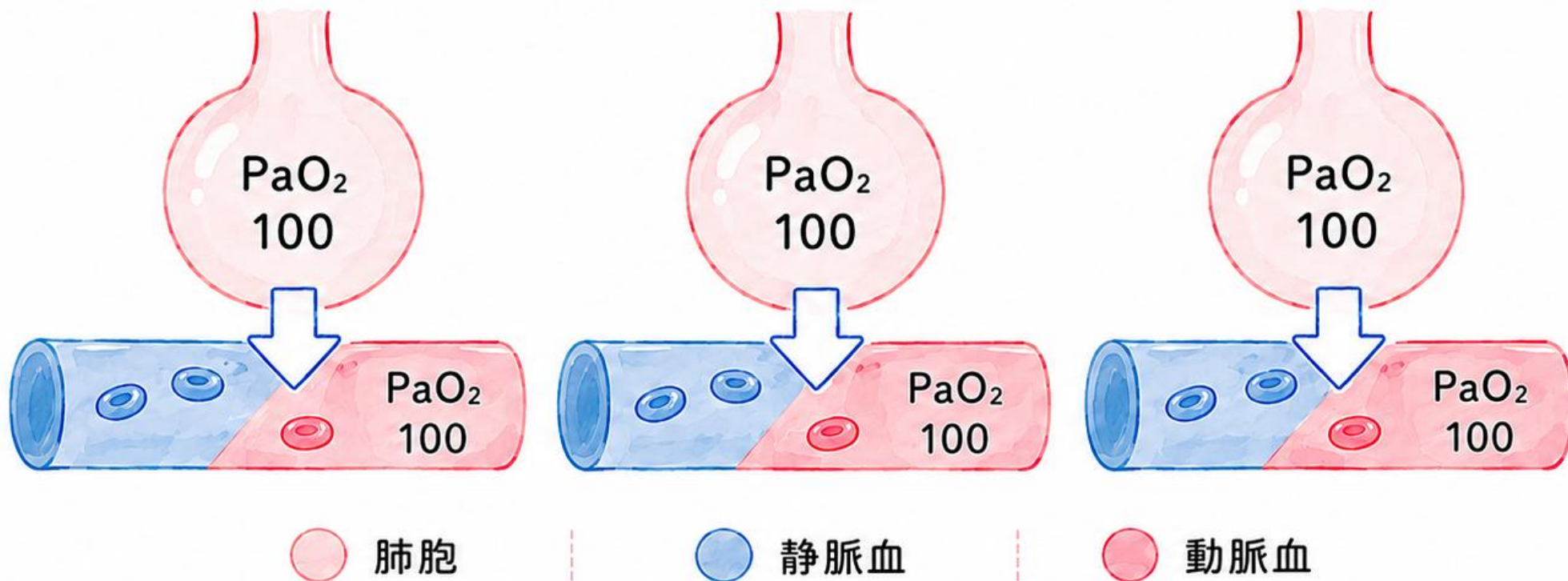


低酸素血症の原因①

換気血流比不均等

換気血流比不均等の考え方

正常の肺



分圧

(PaO₂) の平均 $(100 + 100 + 100) \div 3 = 100$ mmHg

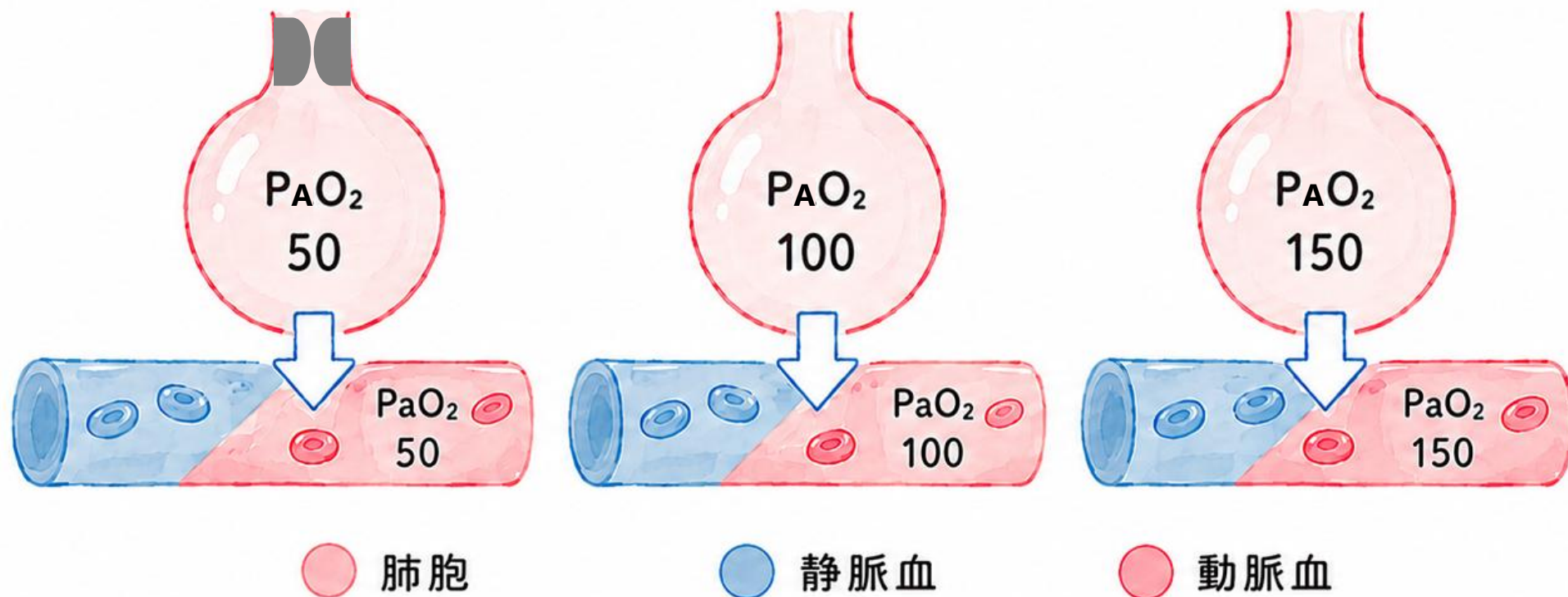
飽和度

(SaO₂) の平均 $(98 + 98 + 98) \div 3 = 98\%$

PaO₂/SaO₂ 予測表

PaO ₂ (mmHg)	SaO ₂ (%)	ポイント
10	13	
20	35	奇数を並べる
30	57	
40	75	5と7をひっくり返す
50	83	+8
60	89	+6
70	93	+4
80	95	+2
90	97	+2
100	98	+1

換気血流比不均等の考え方 低酸素状態の肺



分圧

(PaO₂) の平均 $(50 + 100 + 150) \div 3 = 100$ mmHg

飽和度

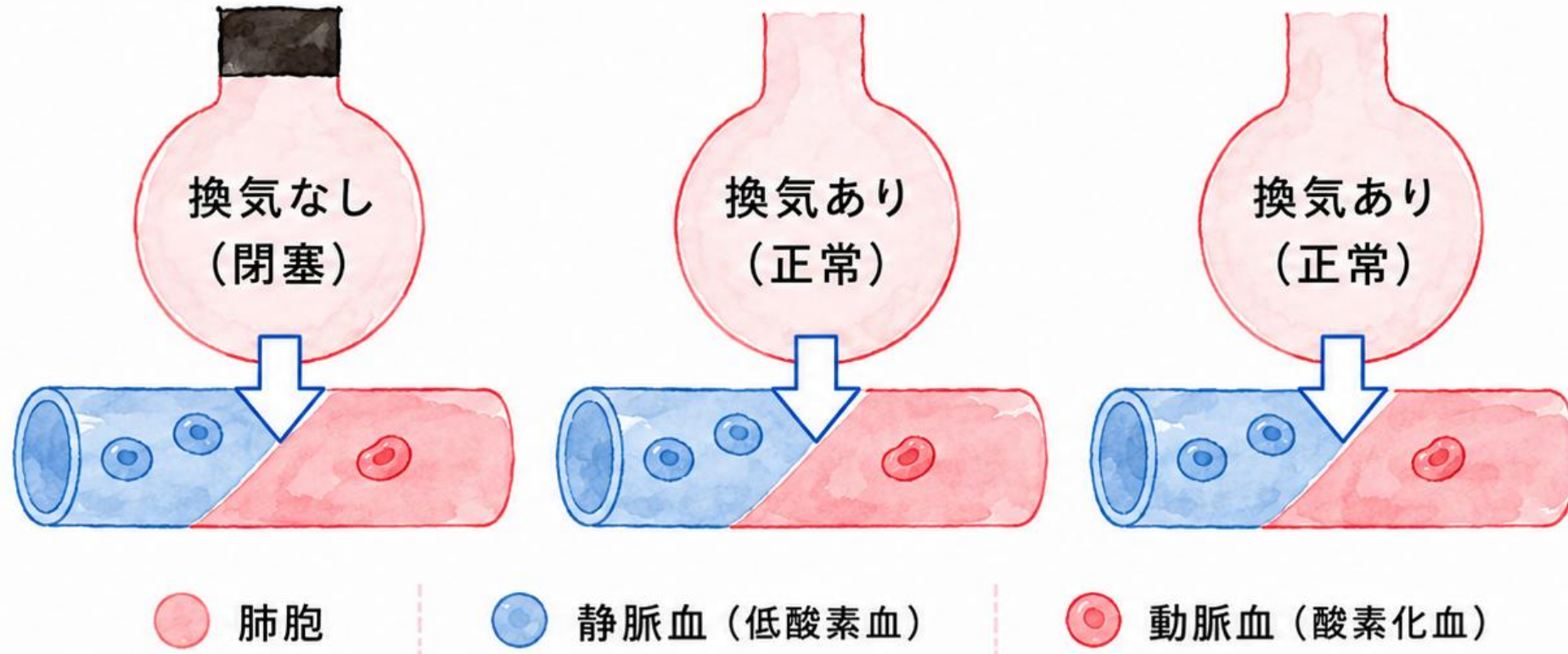
(SaO₂) の平均 $(\quad + \quad + \quad) \div 3 = \quad \%$

低酸素血症の原因②

肺内シャント

換気血流比不均等の極限

肺内シャント



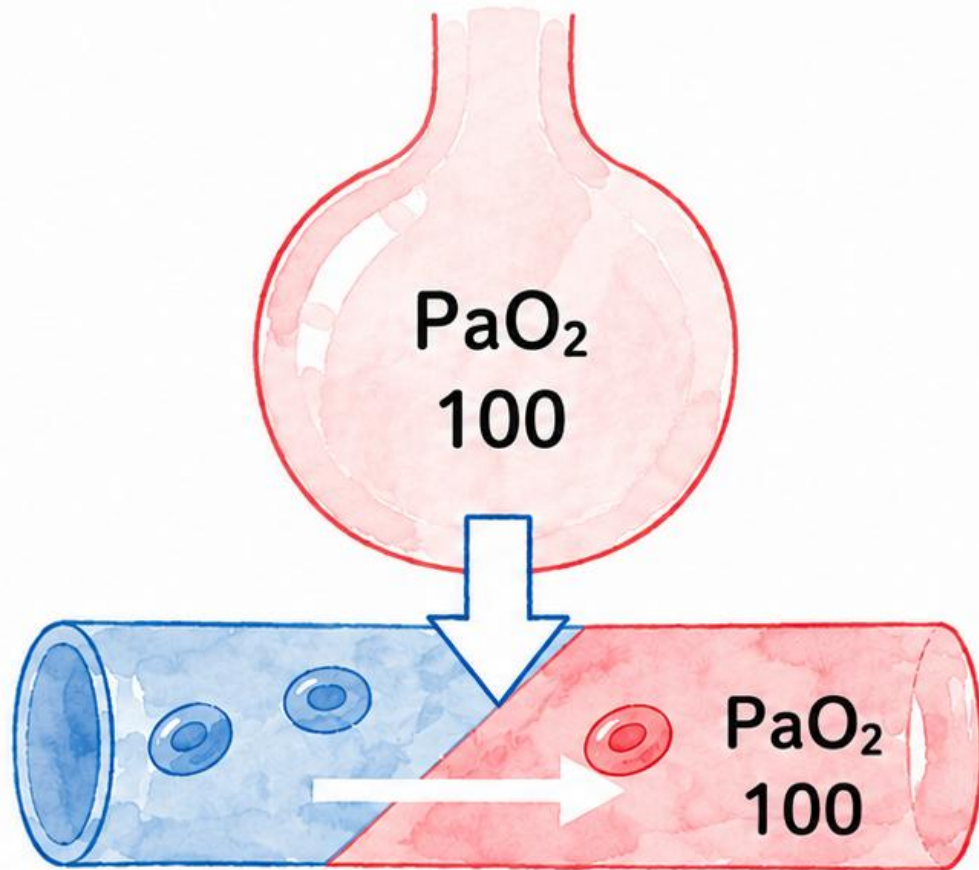
完全に閉塞しているため
酸素投与の恩恵を受けにくい

低酸素血症の原因③

拡散障害

安静時

肺胞と血管（正常）



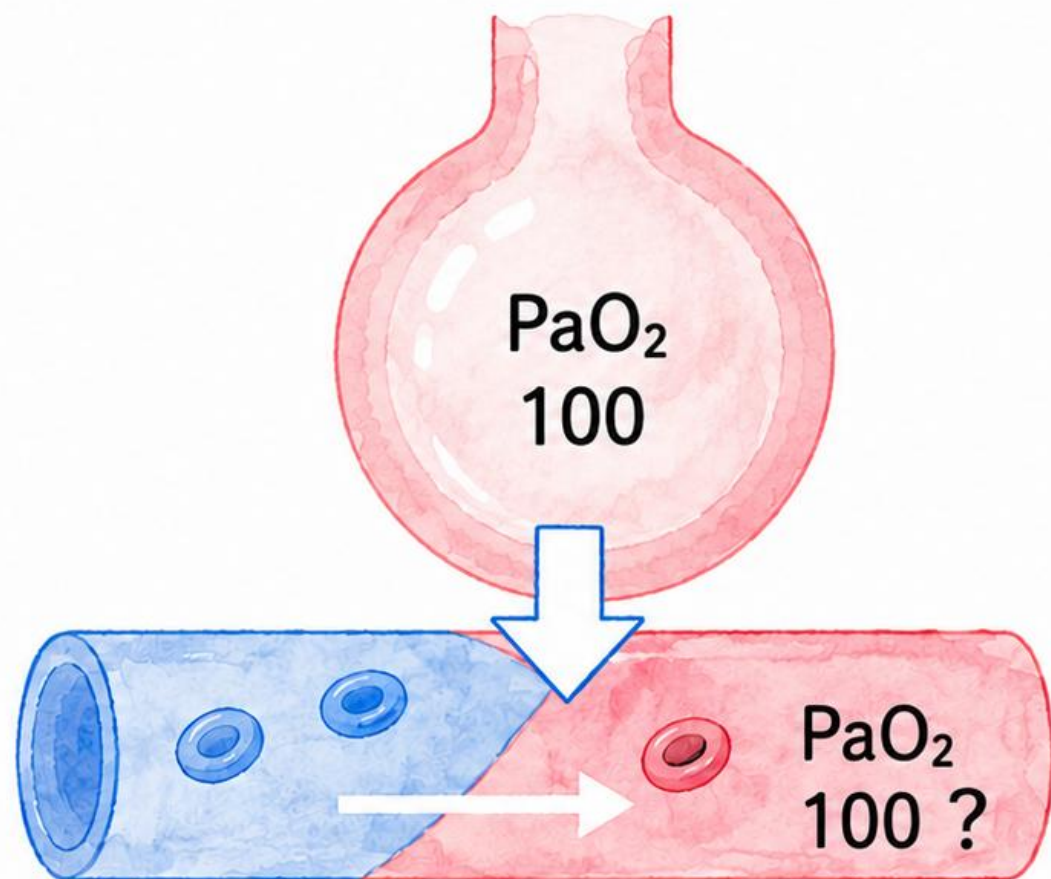
健常者

PaO_2 が100mmHgに
達する時間は0.25秒

※肺毛細血管内の血液が
肺胞と接する時間は0.75秒
多くの間質性肺疾患患者も安静時は
0.75秒以内に O_2 の受け渡しが完了

運動時

肺胞と血管（間質性肺疾患）



拡散（肺胞から
血管への酸素の受け
渡し）に0.75秒以上
の時間を要する



低酸素血症

低酸素血症の原因④

O₂デリバリー

O₂デリバリー

CaO₂

動脈血酸素含量

×

Q̇

血流量



酸素

ヘモグロビン



各臓器



模擬患者

72歳 男性

主訴：呼吸困難感

現病歴：呼吸困難感は1カ月ほど前から自覚しており、心配になり受診した。本人は、苦しさでお酒を飲む気がしないと訴える。もともとヘビースモーカーで晩酌は欠かさない生活を送っている。身長165cm、体重45kg、一人で生活している。

呼吸の調節と神経

行動性調節

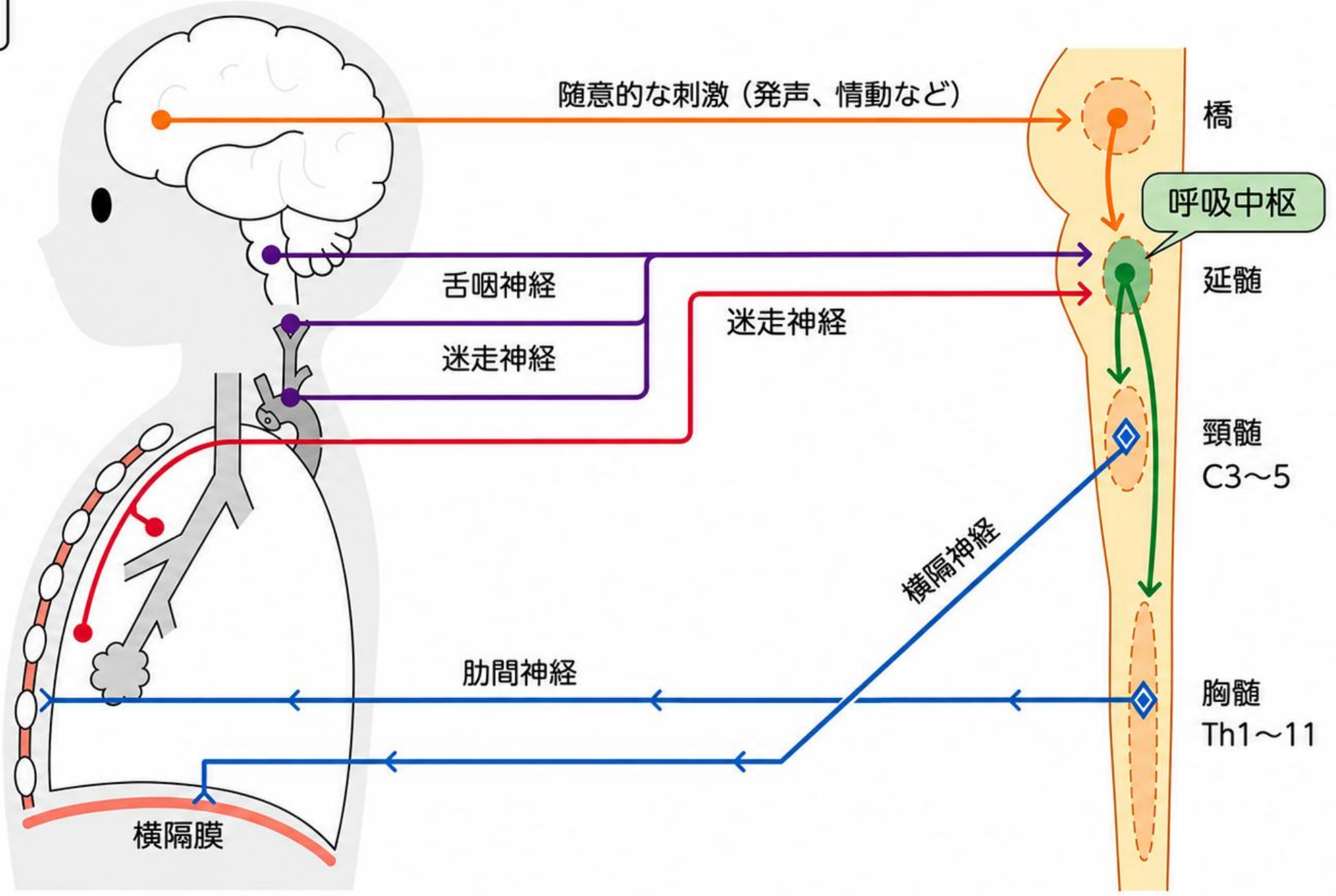
大脳皮質

化学的調節

化学受容体

神経性調節

伸展受容体



随意的な調節と不随意的な調節

- 呼吸の調節には随意的な調節と不随意的(自律的)な調節があり、普段の呼吸は不随意的な調節によってコントロールされている。

呼吸調節の種類		刺激となるもの	関与する受容体・神経				
随意	① 行動性調節	<ul style="list-style-type: none"> ● 発声, 会話 ● 情動, 興奮 など 	大脳皮質, 視床下部	→ 橋			
不随意 (自律的)	② 化学的調節	<ul style="list-style-type: none"> ● 体内の CO₂ の増加, O₂ の減少, pH の低下 など 	化学受容体		延髄の呼吸中枢	運動ニューロン	呼吸筋 (横隔膜, 内・外肋間筋)
	③ 神経性調節 (反射)	<ul style="list-style-type: none"> ● 肺の膨張 など 	伸展受容体				

① 行動性調節：意識的な行動や感情などによって呼吸を調節するしくみ(例：話す, 笑う, 歌うなど)

② 化学的調節：血液中の CO₂, O₂, pH などの化学的变化を感知して呼吸を調節するしくみ

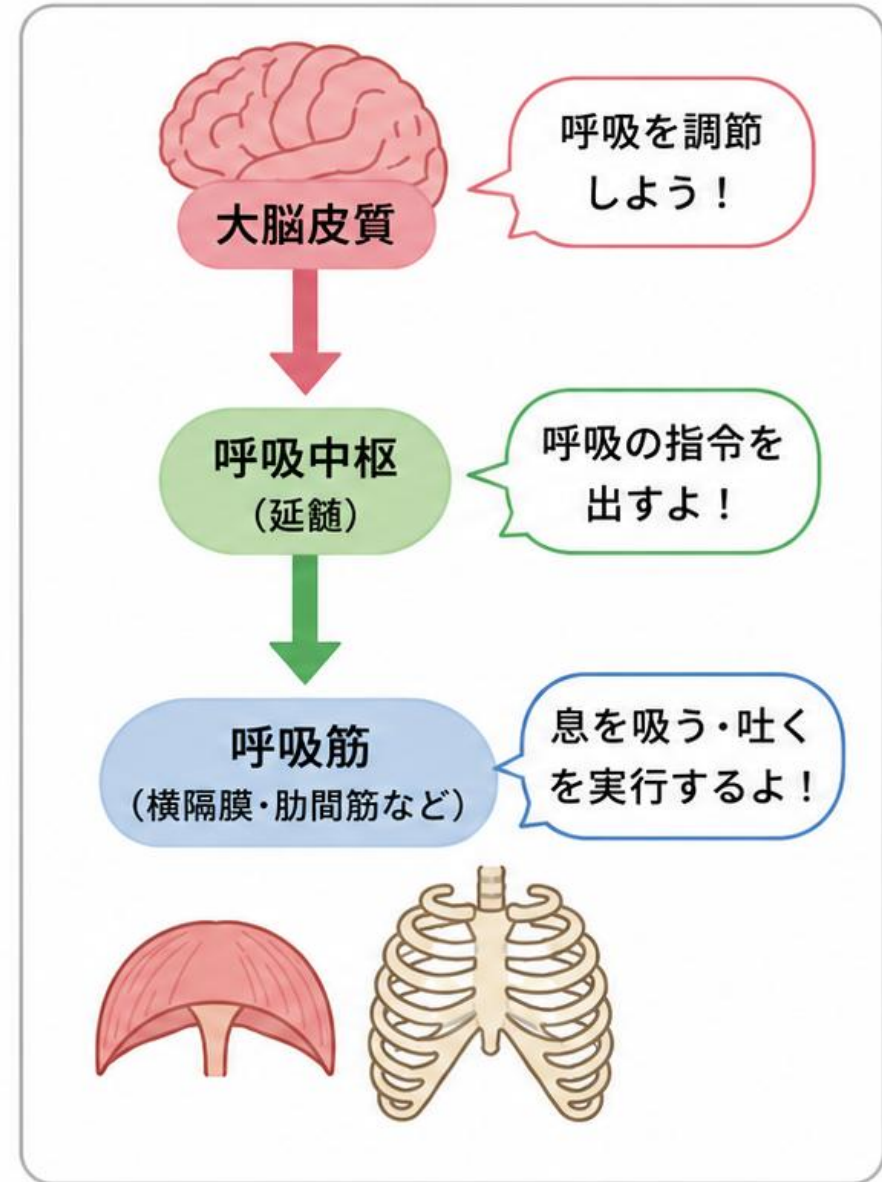
③ 神経性調節(反射)：肺の伸展などの物理的的刺激を感知して反射的に呼吸を調節するしくみ



普段の安静時の呼吸は、②と③の不随意的な調節によって自動的に調整されています。

大脳皮質による呼吸調節は随意的に調節できる

- 呼吸は無意識(不随意)に行われているが、意識的に呼吸の速度や深さを変えることもできる。意識的(随意的)呼吸を司っているのは**大脳皮質**である。

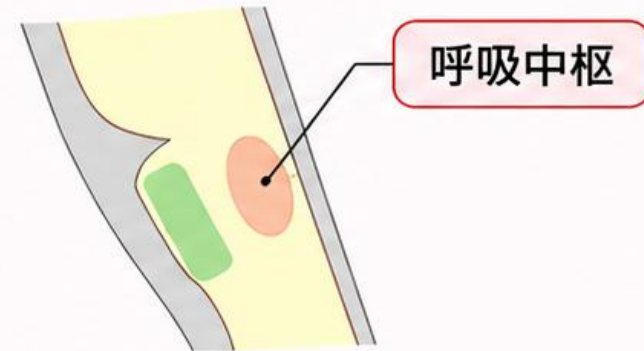


普段は無意識に呼吸しているけれど、意識すれば自分の呼吸をコントロールすることができる!

化学的調節

中枢化学
受容体

延髄に存在し
PaCO₂の上昇 (pHの低下)を感知



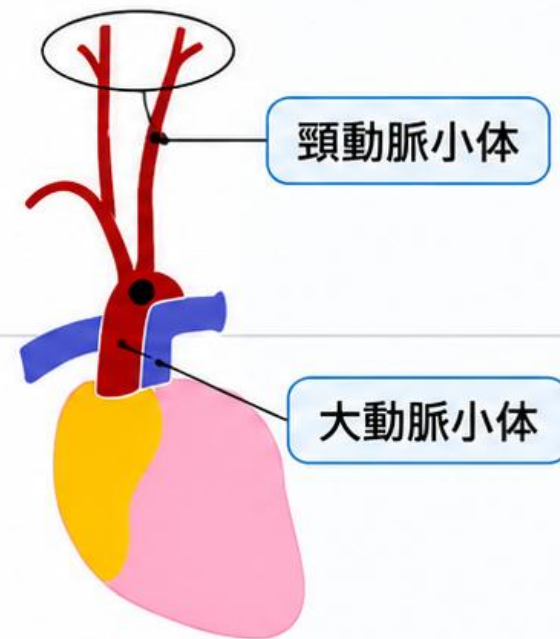
末梢化学受容体

小体
頸動脈

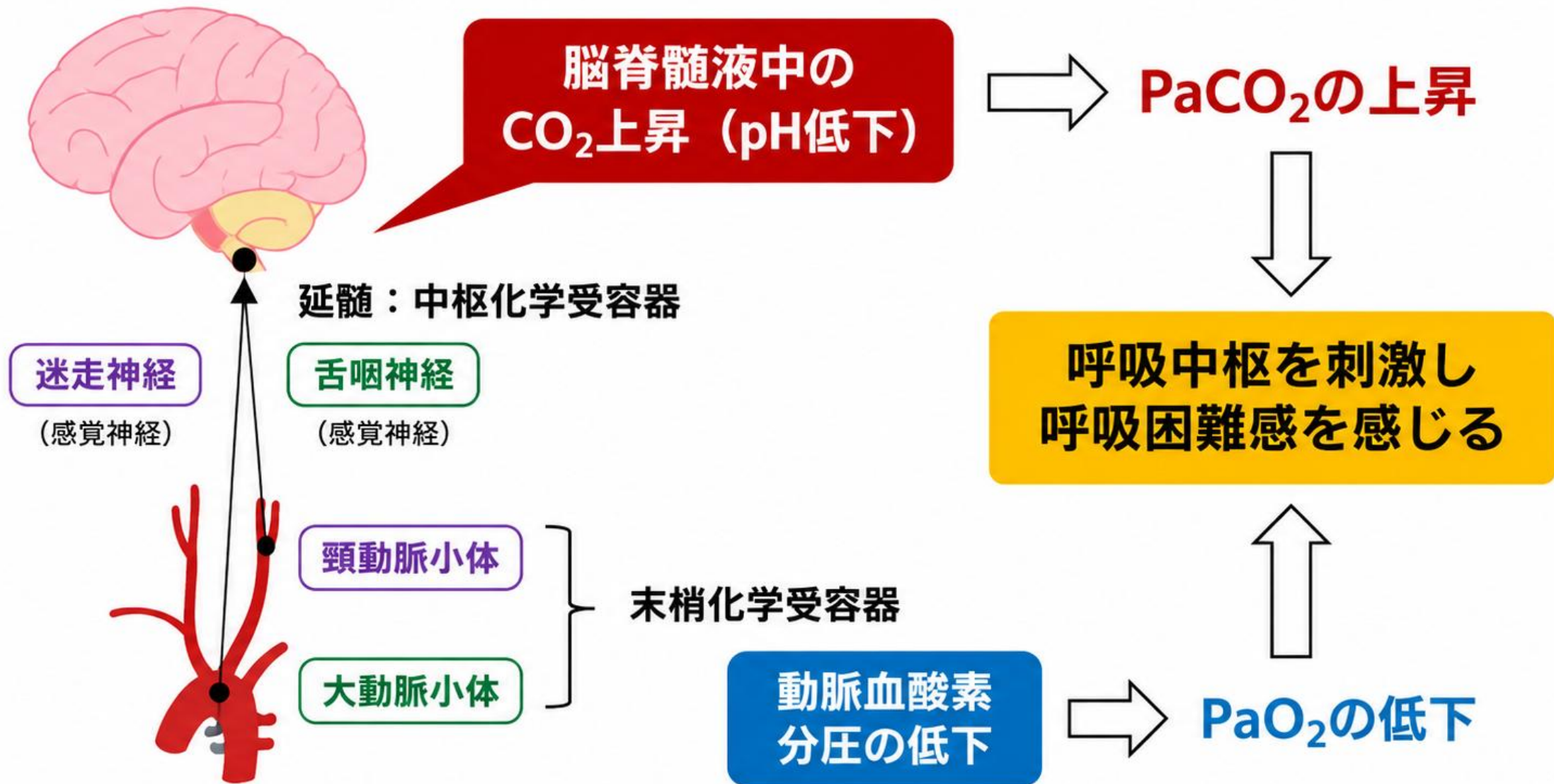
内・外頸動脈に分岐する部分に存在し、**PaO₂の低下**を感知

小体
大動脈

大動脈弓に存在し、**PaO₂の低下**を感知



呼吸困難感を感じる道筋 モーターコマンドセオリー



O₂・CO₂と呼吸困難

O₂

苦しいのは5～30分
急性期の患者に多い

CO₂

ずっと苦しい
慢性的な苦しさは高炭酸ガス
血症が多い

神経性調節

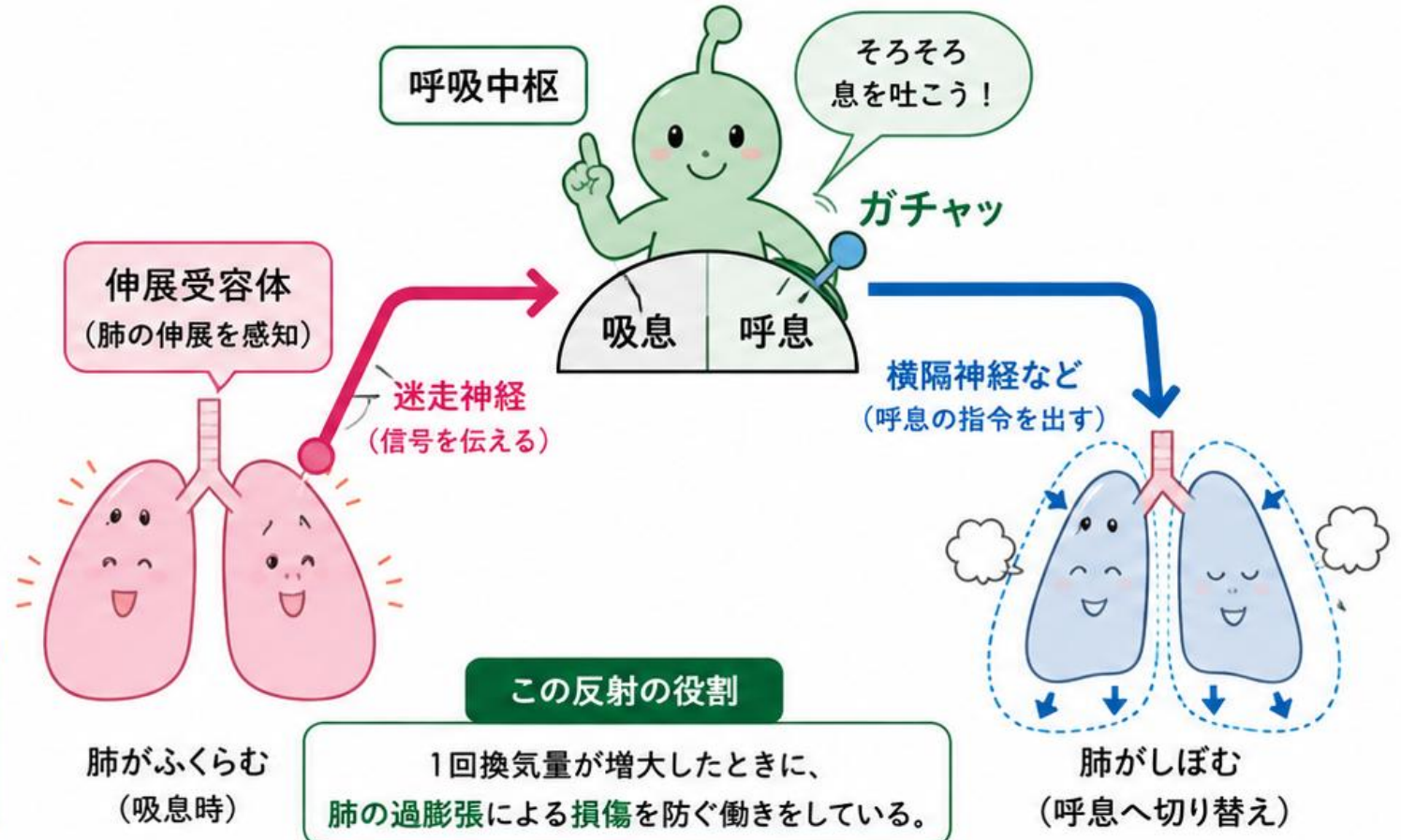
- 下気道や肺には、肺の伸展を感知する**伸展受容体**が存在する。伸展受容体は、肺の膨張を感知すると**迷走神経**を介して吸息を抑制している。
- このように、気道壁の伸展変化によって吸息活動を抑制し、呼息への切り替えを行う反射を**ヘーリング-ブロイエル反射**とよぶ。
- この反射は、1回換気量が増大したときに肺の過膨張による損傷を防ぐ働きをしている。



伸展受容体が**肺の膨張**を感知すると、**迷走神経**を介して**呼吸中枢**に信号が伝わり、吸息が抑えられて呼息に切り替わります。

ヘーリング-ブロイエル反射のイメージ

- ヘーリング-ブロイエル反射は呼吸のスイッチを**吸息から呼息へ**切り替えているといえる。



「吸う」と「吐く」を決める3つの力

① **肺弾性収縮力**

② **胸郭**

③ **呼吸筋（特に**吸気筋**）**

①肺弾性収縮力

肺が縮む力の源は

1) 表面張力

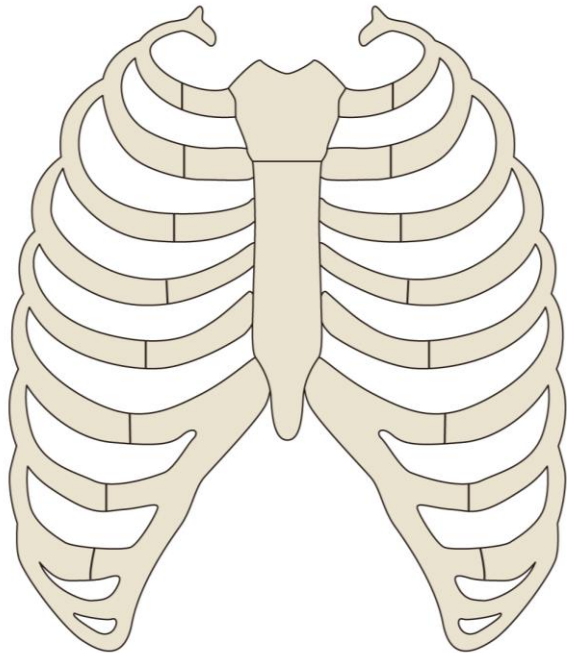


2) 幾何学的網目模様

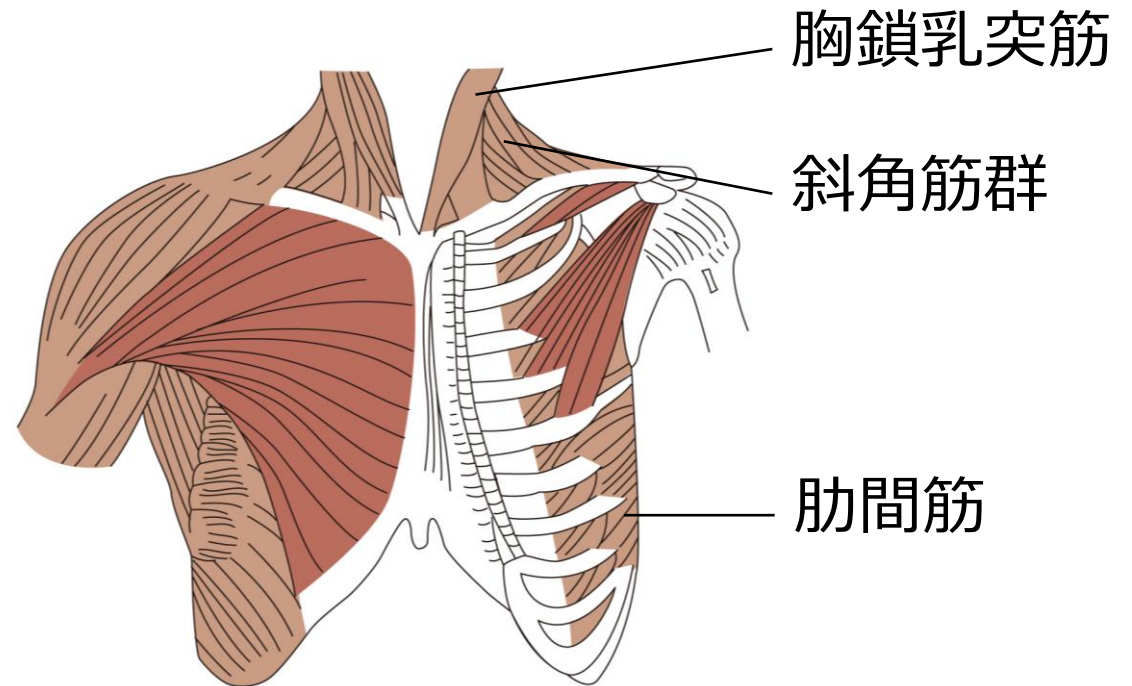


②胸郭

1) 肋骨

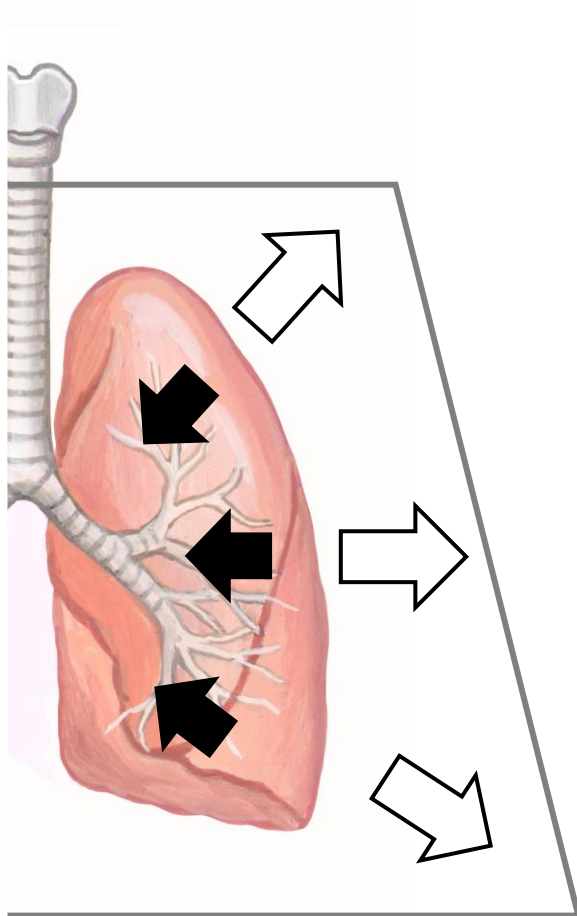


2) 肋間筋・斜角筋群



肺がどれだけ縮もうともそれに釣られて胸郭が縮まることはない

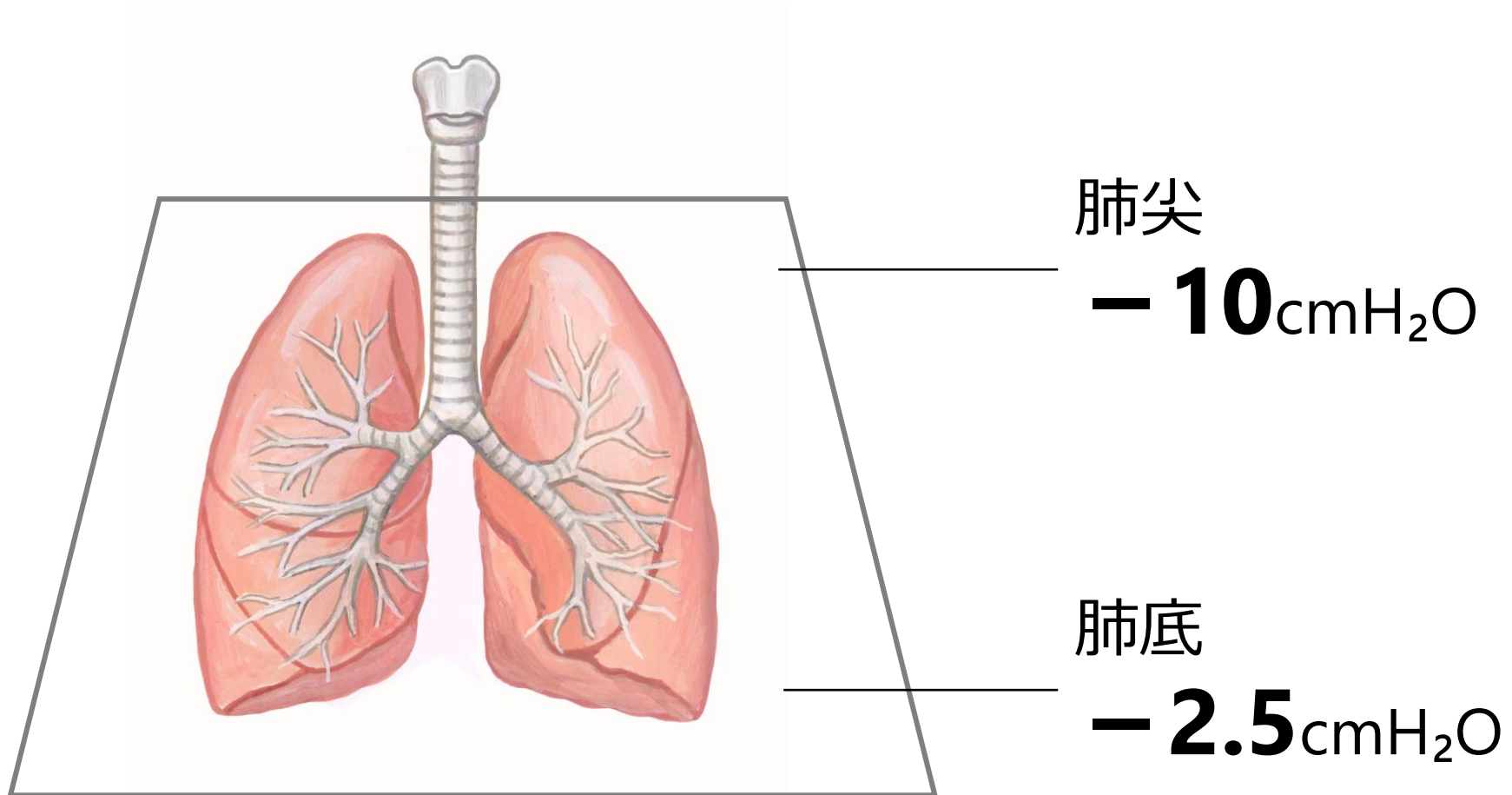
①と②の引き合い = 陰圧の完成



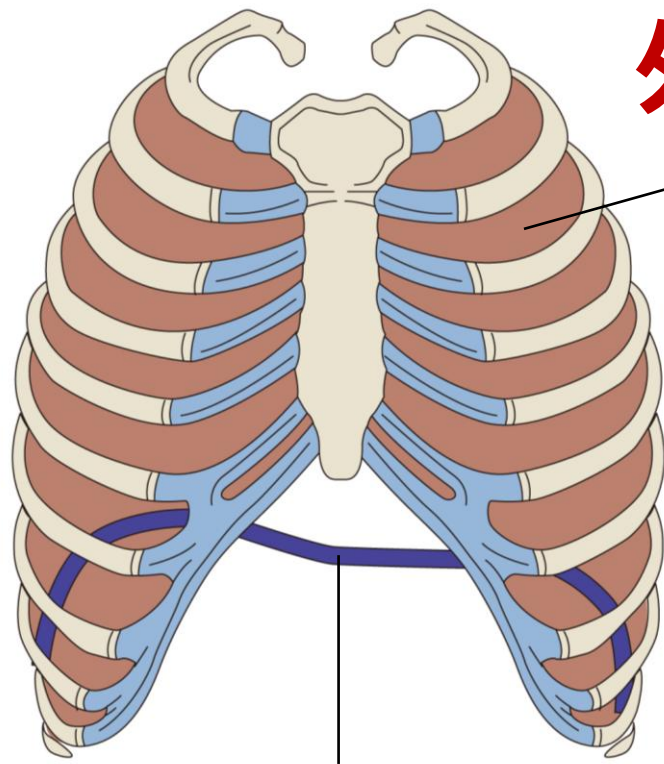
肺弾性収縮力 < 胸郭
(+の力) (-の力)

胸腔内は**胸郭 (-の力) が強い**ので
肺は広がった状態を維持し、**胸腔**
内圧は - (陰圧) になる

胸腔内圧の平均は $-5\text{cmH}_2\text{O}$



③呼吸筋（特に吸気筋）



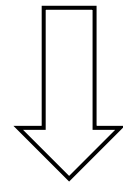
外肋間筋

横隔膜

- **吸気は筋肉の収縮により**肺を
広げて行う。
- **呼気は筋肉の位置を元に戻す**
だけ。

換気量を決める3つの力

- ①肺弾性収縮力上昇/低下
- ②胸郭可動域制限
- ③吸気筋力低下/神経・筋異常



換気量の低下（死腔の増加）

CO₂が吐き出せない→臓器機能障害リスク高

模擬患者症例

72歳 男性

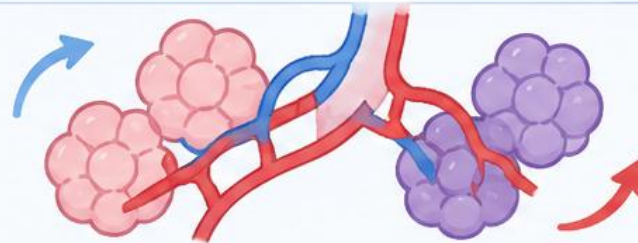
現病歴：入院後、治療を受け、呼吸困難感の訴えは認めなくなつた。本人と話すと、「苦しいのはないけど、今日は熱が高い。痰が増えた気がする。」と訴える。体温を測ると38.9℃だった。

低酸素血症の主な原因

1

換気血流比不均等

肺の一部で換気と血流のバランスが崩れ、酸素化が不十分になる。



2

肺内シャント

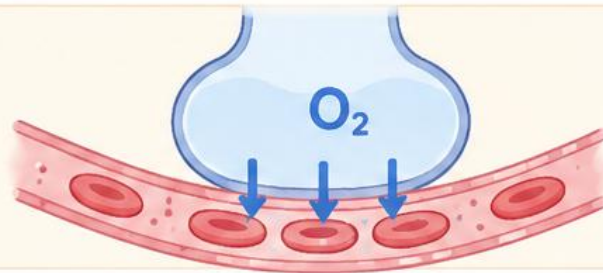
酸素が取り込まれないままの血液が、そのまま体循環に流れてしまう。



3

拡散障害

肺胞から毛細血管への酸素の移動が障害され、十分に酸素が取り込めない。



4

O₂デリバリー

酸素運搬能の低下により、組織へ十分な酸素が届けられない。

