

人工呼吸器装着患者の 呼吸リハビリテーション

一般社団法人

Critical Care Research Institute (CCRI)

クリティカルケア認定看護師

清水 孝宏 (Shimizu Takahiro)

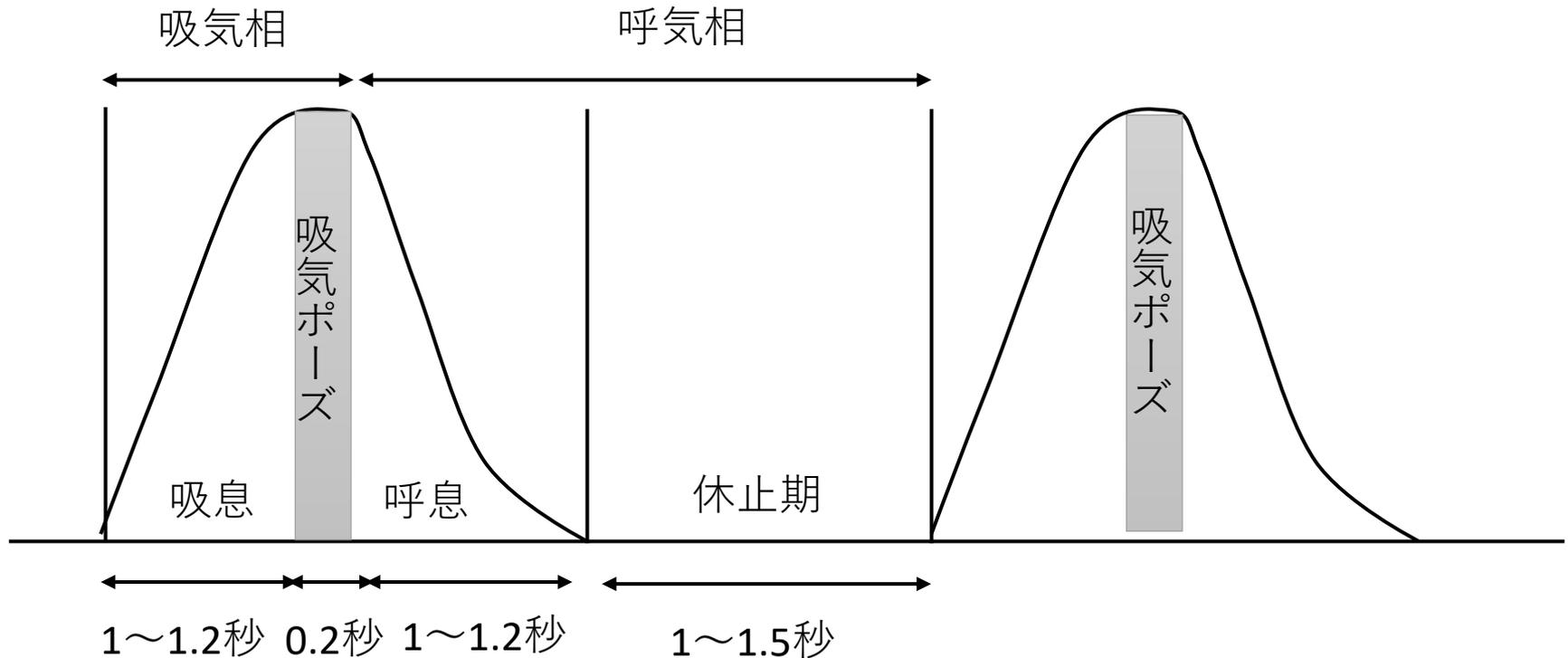


人工呼吸器装着患者の呼吸リハビリテーション

1. 呼吸フィジカルアセスメント
2. 仰臥位はできるだけ避けよう！
3. 離床するためには適切な鎮痛と鎮静管理
4. ヘッドアップ・端坐位・立位の進め方
5. 特殊な機器による呼吸管理



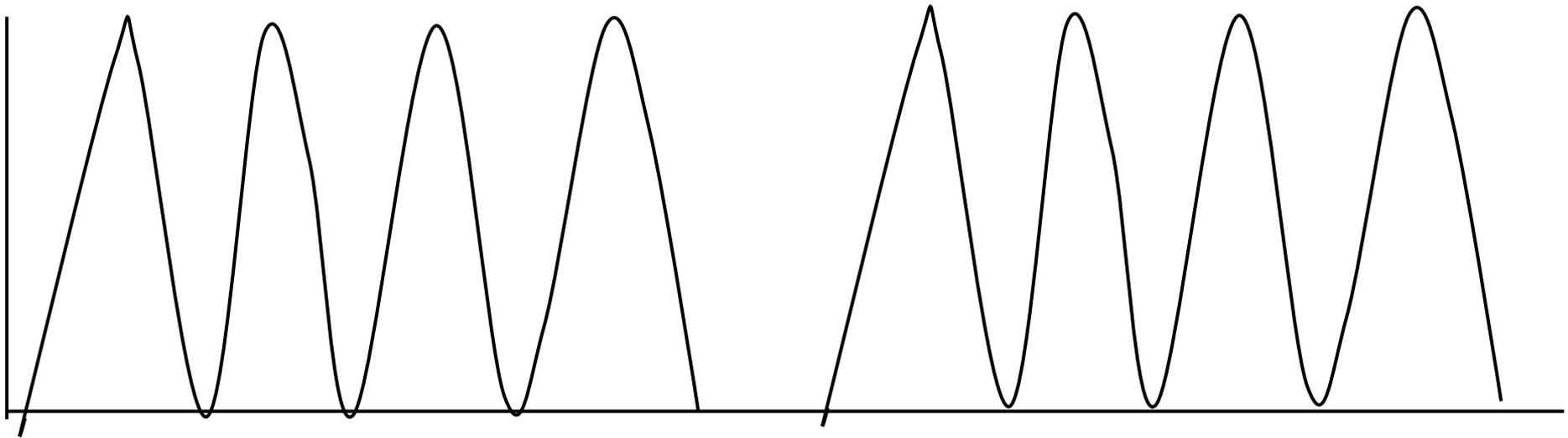
正常な呼吸



1回換気量 (1回に吸う空気の量) 男性 約500ml 約女性400ml
分時換気量 1回換気量 × 1分間の呼吸回数
呼吸回数12回/分ならば分時換気量は6L/分 (Minute Volume)

頻呼吸

吸気相と呼気相が短くなり吸気ポーズも無くなる



1回換気量 (1回に吸う空気の量) 男性500ml 女性400ml

分時換気量 1回換気量 × 1分間の呼吸回数

呼吸回数12回/分ならば分時換気量は6L/分

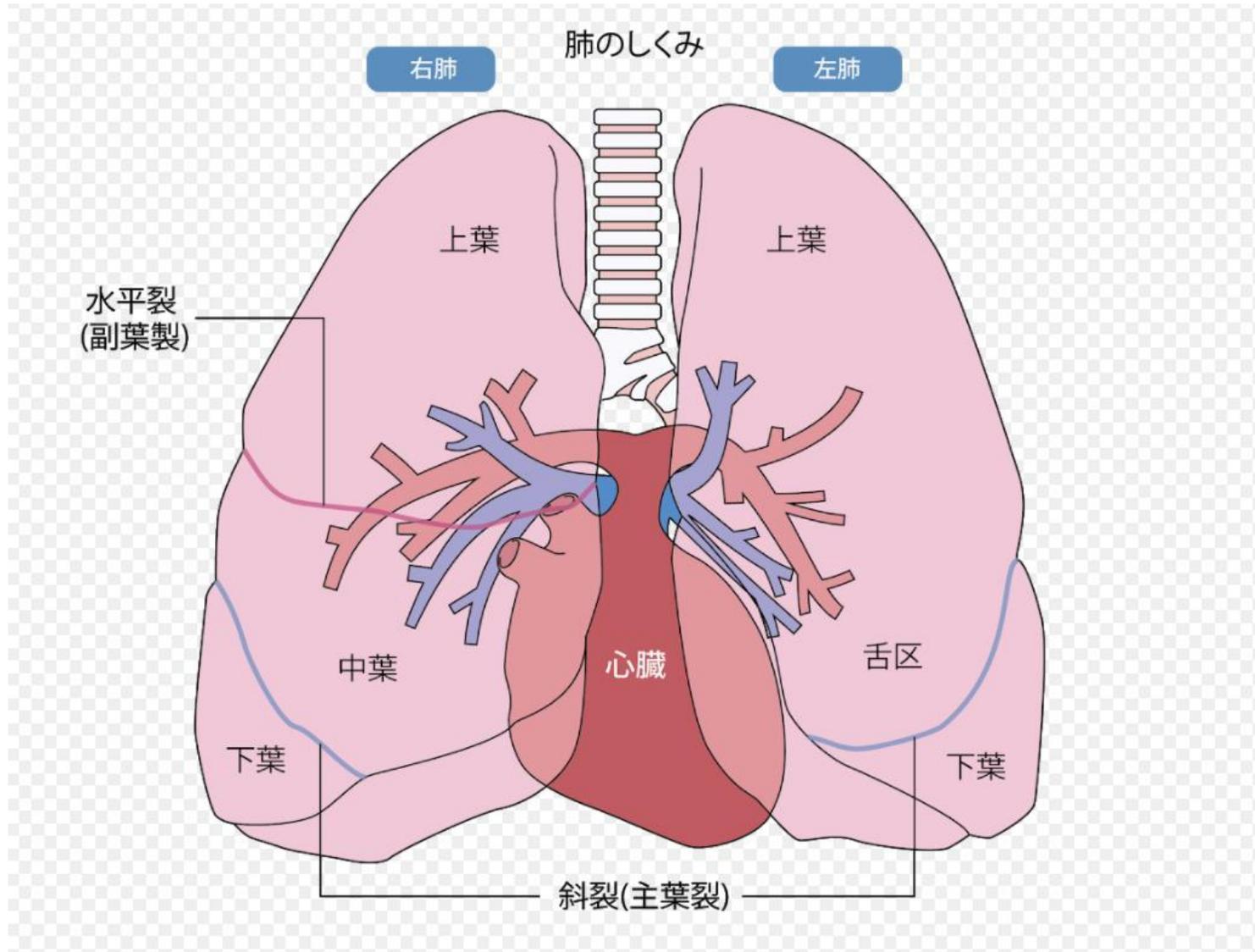
呼吸回数30回/分ならば分時換気量は15L/分

呼吸の正常・異常

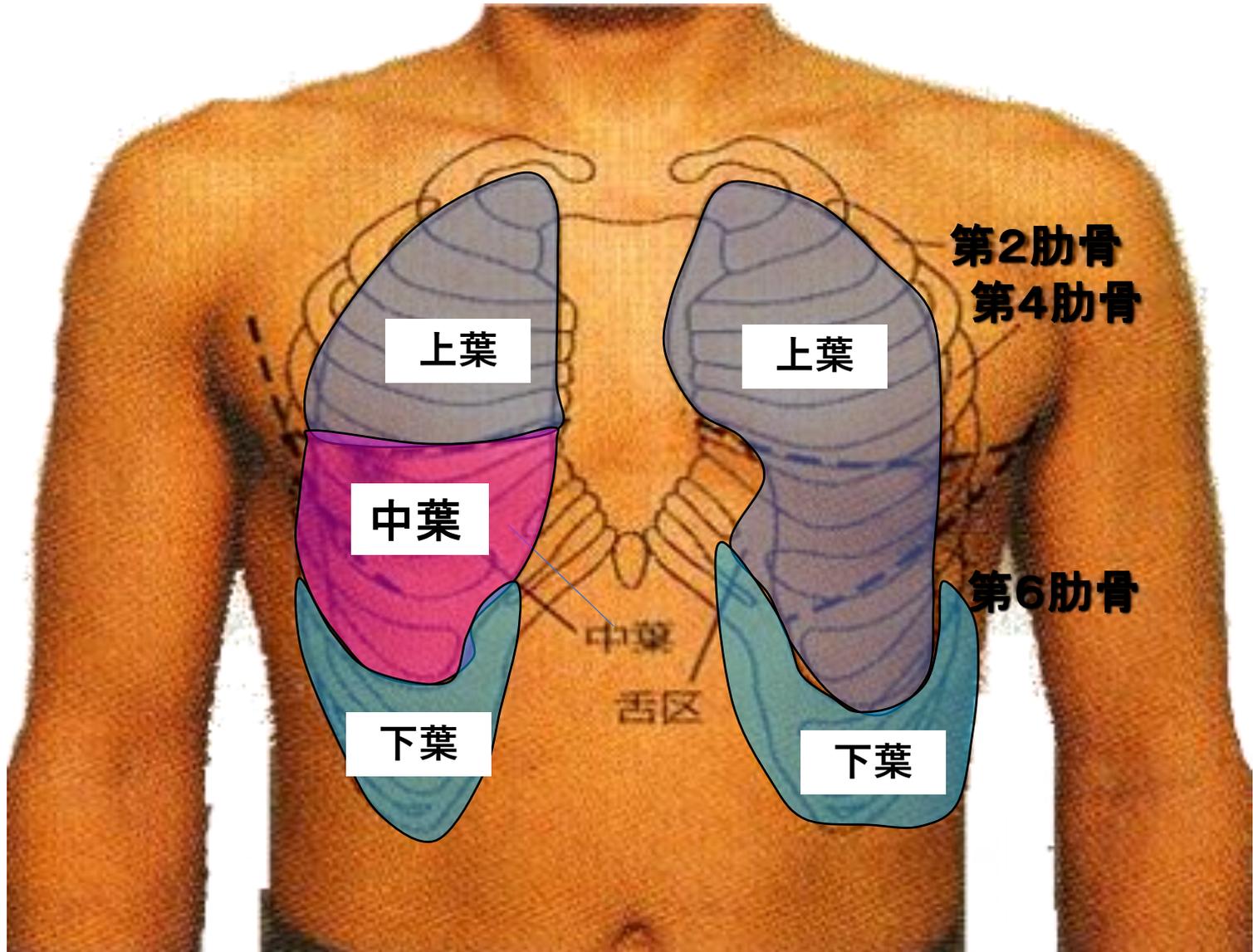
	正常な呼吸状態	異常な呼吸状態
呼吸回数	15～20回/分	頻呼吸 25回/分以上 徐呼吸 12回/分以下
体位	仰臥位でも呼吸困難の訴え無し	起坐位や半坐位 仰臥位になれない
呼吸筋の使用	吸気時に横隔膜と外肋間筋を使用し、呼気時は収縮した吸気筋の弛緩で元に戻る。よく観察しなければ吸気と呼気がわからない	吸気時に胸鎖乳突筋、前・中・後斜角筋など首の周囲の筋肉を使用、呼気時に内肋間筋、腹直筋、内外腹斜筋、腹横筋など腹部周囲の筋肉を使用
その他	<ul style="list-style-type: none">・ 脈拍が正常範囲内または普段の安静時の脈拍数・ 呼吸困難の自覚無し・ 穏やかな表情・ スムーズに会話可能	<ul style="list-style-type: none">・ 頻脈または普段の脈拍から20回/分以上上昇・ 呼吸困難を自覚・ 眉間にしわを寄せた陰しい表情・ 会話が困難

肺の解剖学的位置 (体位ドレナージのために)

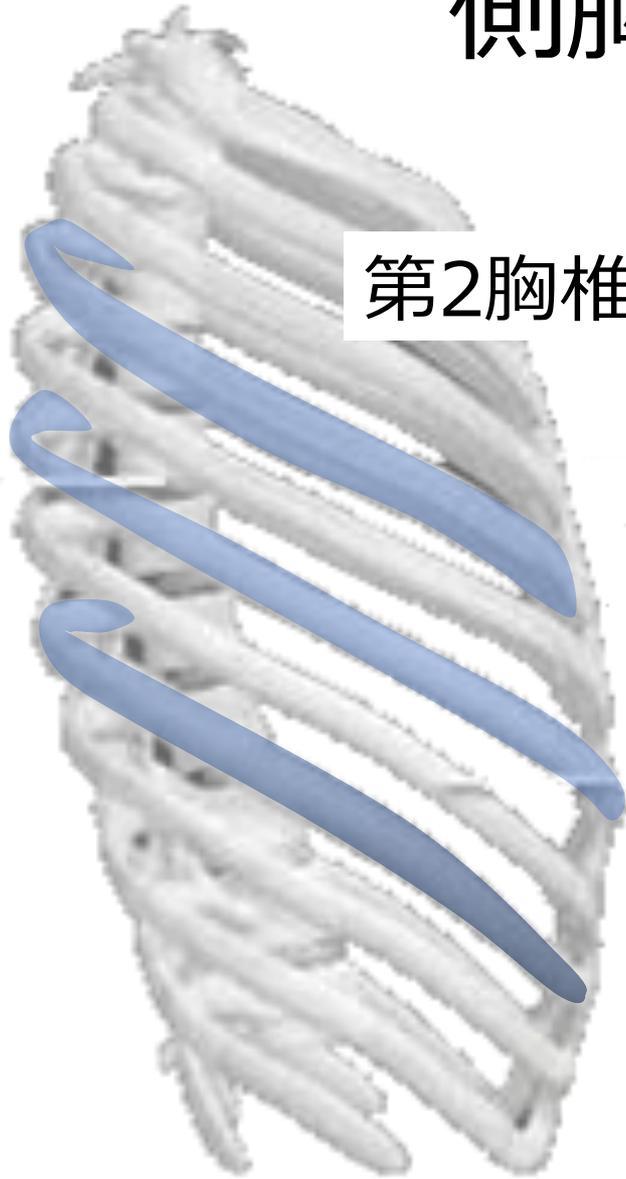
左右の肺葉



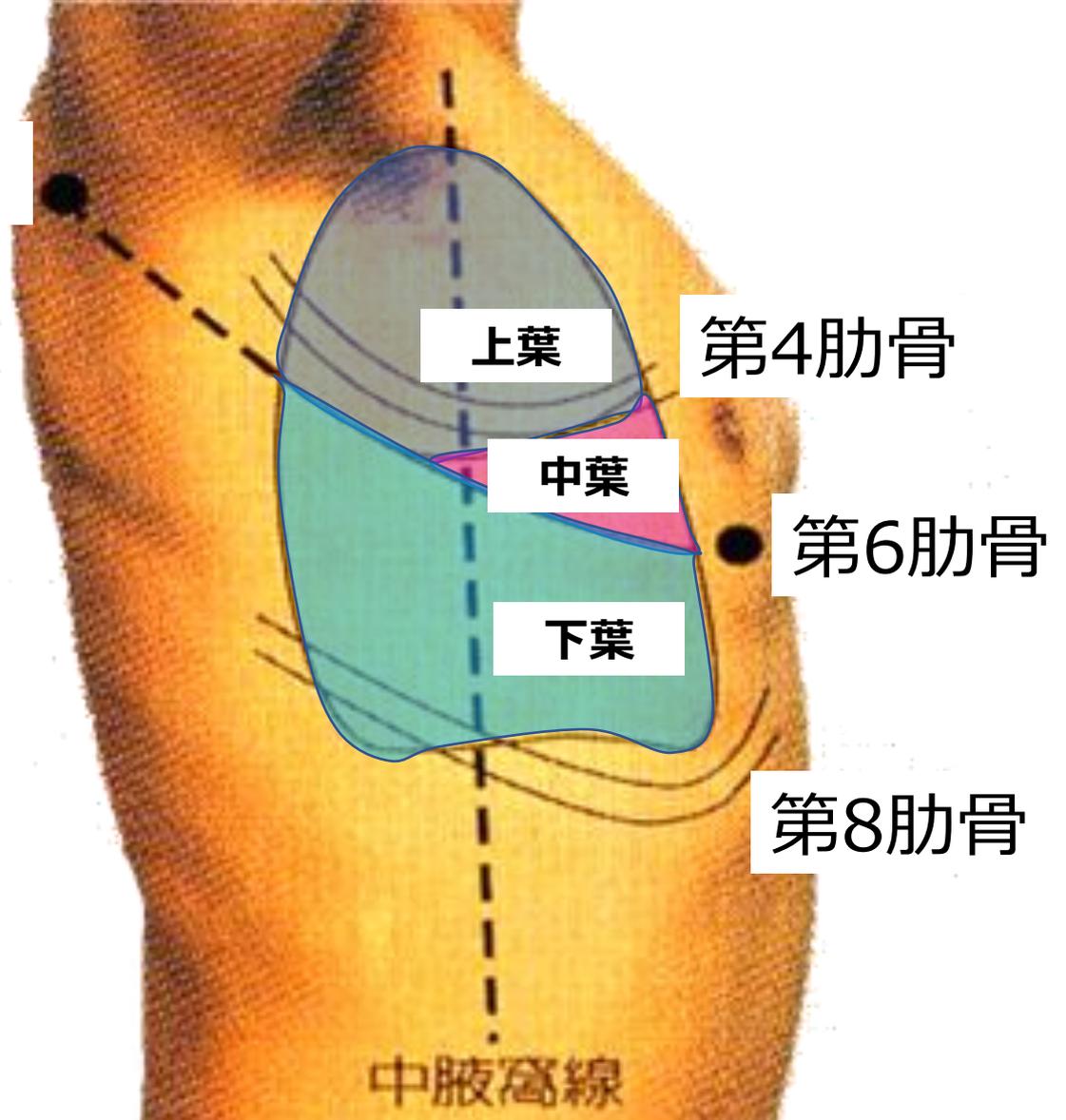
前胸部の肺の位置



側胸部の肺の位置



第2胸椎



上葉

第4肋骨

中葉

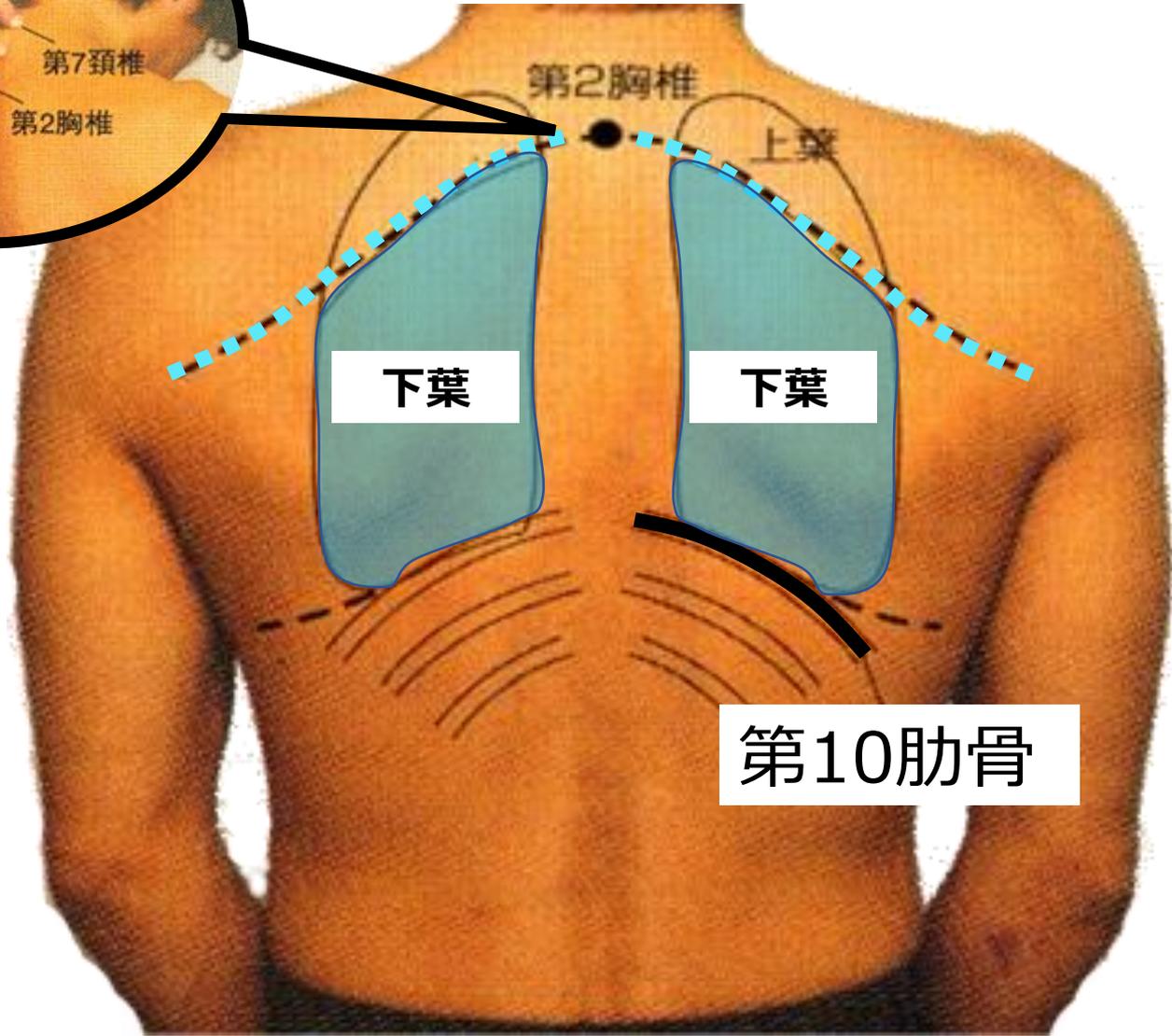
第6肋骨

下葉

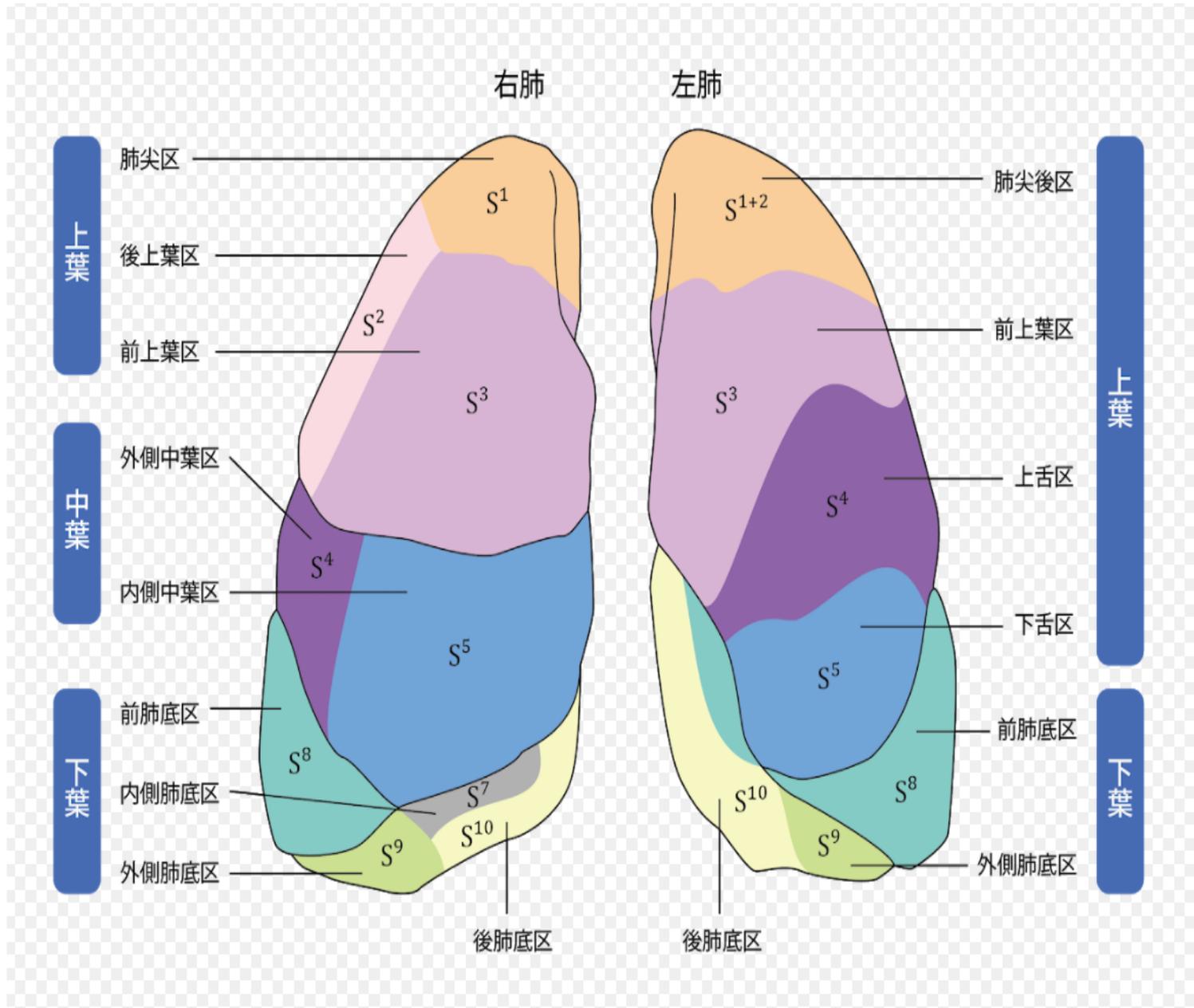
第8肋骨

中腋窩線

背部の肺の位置



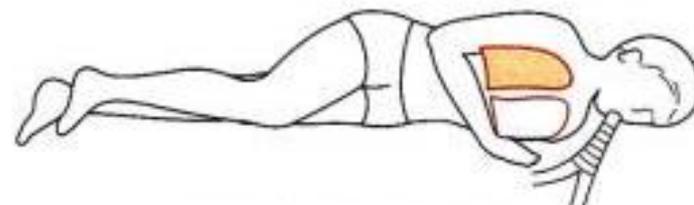
肺区域



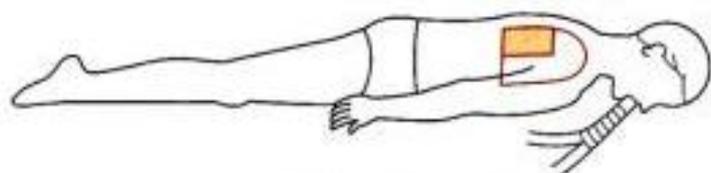
体位ドレナージ修正体位



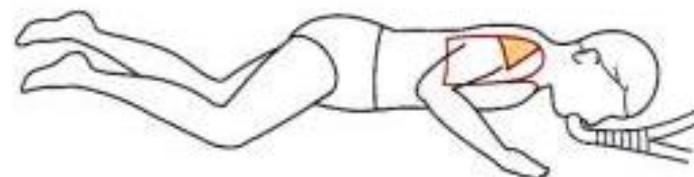
a 背臥位 S¹, S³, S⁸



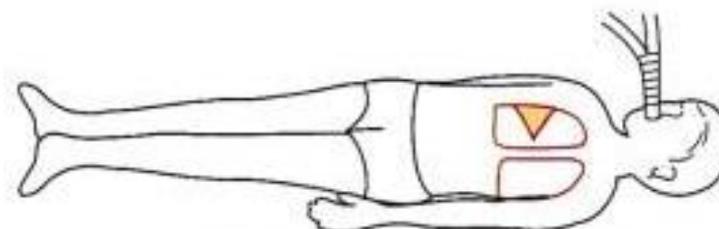
c 側臥位 S⁹, 患側上の肺野



b 腹臥位 S⁶, S¹⁰



d 前方へ45°傾けた側臥位 S² (S⁶, S¹⁰)

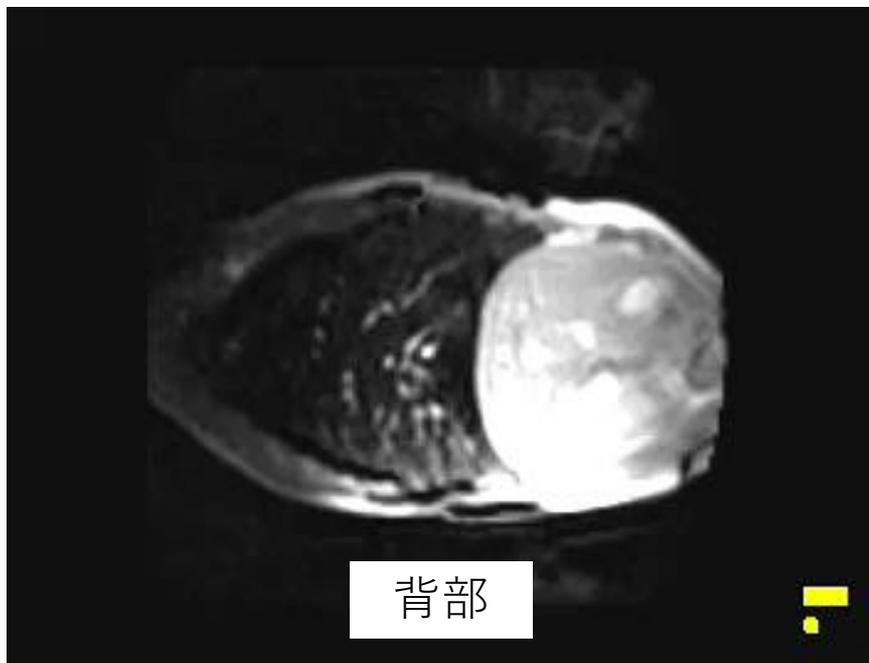


e 後方45°傾けた側臥位 S⁴, S⁵

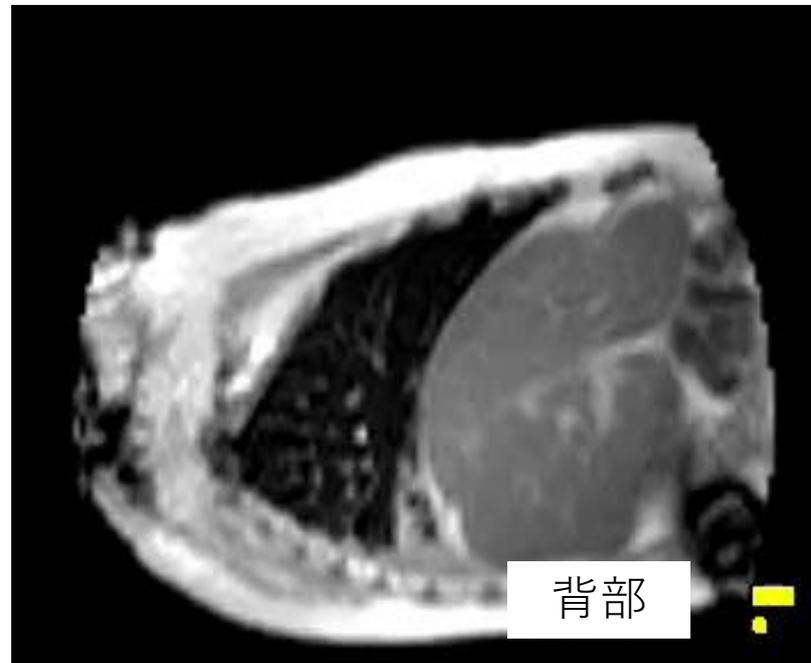
- a 背臥位…肺尖区 (S¹), 前上葉区 (S³), 前肺底区 (S⁸)
- b 腹臥位…上-下葉区 (S⁶), 後肺底区 (S¹⁰)
- c 側臥位…外側肺底区 (S⁹), 患側上の肺野
- d 前方へ45°傾けた側臥位…後上葉区 (S²)
(上-下葉区, 後肺底区)
- e 後方へ45°傾けた側臥位…中葉・舌区 (S⁴, S⁵)

※上記の排痰体位で排痰が困難な場合には、区域気管支の解剖学的走行からみるとS¹およびS⁸では3/4腹臥位を追加、S⁴, S⁵では背臥位を追加、S⁶, S⁹, S¹⁰では3/4腹臥位を追加すると排痰可能だが、上記のaからeの体位を定期的に変換させるターニングで、全肺野からの排痰は可能である。

自発呼吸

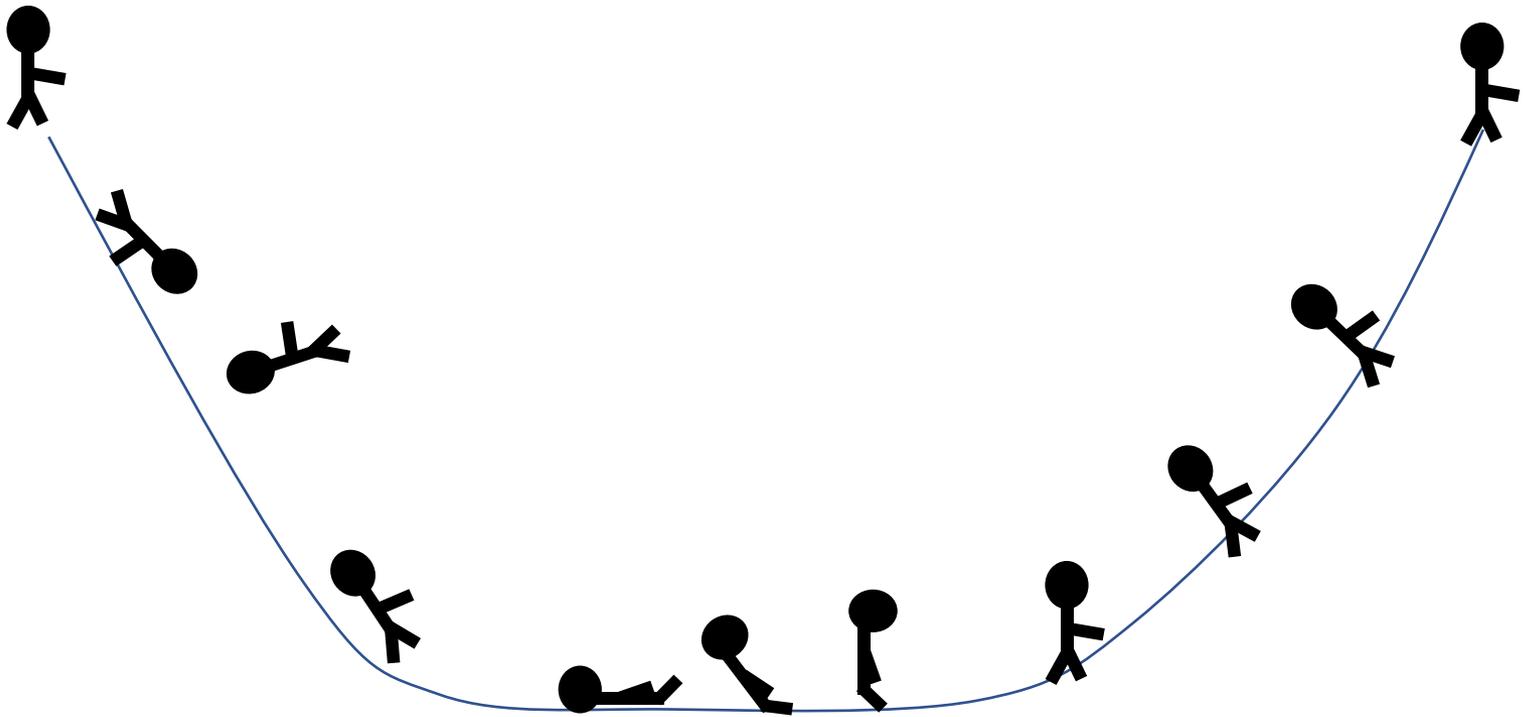


陽圧換気



早期リハビリテーション
呼吸リハビリテーション

目標を見据えたりハビリテーション



早期リハビリテーション

- 早期リハ（PT/OT）はせん妄発症率低下と退院時の身体的自立を有意に改善

Lancet 373（9678）2009

- 人工呼吸器離脱期間・ICU滞在期間を短縮

Crit Care Med 41（6）2013

- 院内死亡率に有意差はなし

J Intensive Care 7:57 2019

- ICU-AWを予防する可能性がある

Physiotherapy 107 2020

集中治療における早期リハビリテーション ～根拠に基づくエキスパートコンセンサス～

日本集中治療医学会早期リハビリテーション検討委員会[†]

要約：近年、集中治療領域での早期リハビリテーションが注目されているが、わが国の集中治療領域で行われている早期リハビリテーションは経験的に行われていることが多く、その内容や体制は施設により大きな違いがある。早期リハビリテーションへの期待が高まり、今後より高度急性期の病床機能の明確化が進む中で、集中治療領域での早期リハビリテーションの確立や標準化は喫緊の課題である。この度、日本集中治療医学会の早期リハビリテーション検討委員会では、「集中治療における早期リハビリテーション～根拠に基づくエキスパートコンセンサス～」を作成した。このエキスパートコンセンサスでは、早期リハビリテーションの定義や早期リハビリテーションの効果、さらには早期リハビリテーションの禁忌や開始基準・中止基準、早期リハビリテーションの体制について解説する。

Key words: ①expert consensus, ②early rehabilitation, ③ICU

CQ 1

早期離床や早期からの積極的な運動は、退室時の日常生活動作（ADL）再獲得に効果があるか？

A

- 早期離床や早期からの積極的な運動により退院時のBarthel Indexおよび機能的自立度が有意に改善する。
- 退室時のADL再獲得についての報告は少ないが、身体機能や基本動作を改善することが確認されつつあり、 今後も検証が必要である。

CQ 2

挿管下人工呼吸患者の歩行練習を含めた運動療法はADL再獲得に効果があるか？

A

挿管下人工呼吸患者に対して、早期から歩行を含めた運動療法を開始することは、歩行能力を改善する可能性があり、総じて基本的なADL再獲得に効果がある可能性がある。

早期リハビリテーション

**死亡率には有意差がないものの、
早期リハビリテーションは重要な
治療戦略のひとつであり、PT/OTと
連携しながら安全・安楽に実施す
べき看護ケアのひとつ**

Table 1 ICUで早期離床や早期からの積極的な運動を原則行うべきでないと思われる場合

-
- 1) 担当医の許可がない場合
 - 2) 過度に興奮して必要な安静や従命行為が得られない場合 (RASS ≥ 2)
 - 3) 運動に協力の得られない重篤な覚醒障害 (RASS ≤ -3)
 - 4) 不安定な循環動態で、IABPなどの補助循環を必要とする場合
 - 5) 強心昇圧薬を大量に投与しても、血圧が低すぎる場合
 - 6) 体位を変えただけで血圧が大きく変動する場合
 - 7) 切迫破裂の危険性がある未治療の動脈瘤がある場合
 - 8) コントロール不良の疼痛がある場合
 - 9) コントロール不良の頭蓋内圧亢進 (≥ 20 mmHg) がある場合
 - 10) 頭部損傷や頸部損傷の不安定期
 - 11) 固定の悪い骨折がある場合
 - 12) 活動性出血がある場合
 - 13) カテーテルや点滴ラインの固定が不十分な場合や十分な長さが確保できない場合で、早期離床や早期からの積極的な運動により事故抜去が生じる可能性が高い場合
 - 14) 離床に際し、安全性を確保するためのスタッフが揃わないとき
 - 15) 本人または家族の同意が得られない場合
-

Table 2 早期離床や早期からの積極的な運動の開始基準

	指標	基準値
意識	Richmond Agitation Sedation Scale (RASS)	- 2 ≤ RASS ≤ 1 30分以内に鎮静が必要であった不穏はない
疼痛	自己申告可能な場合 numeric rating scale (NRS) もしくは visual analogue scale (VAS) 自己申告不能な場合 behavioral pain scale (BPS) もしくは Critical-Care Pain Observation Tool (CPOT)	NRS ≤ 3 もしくは VAS ≤ 3 BPS ≤ 5 もしくは CPOT ≤ 2
呼吸	呼吸回数 酸素飽和度 (SaO ₂) 吸入酸素濃度 (F _I O ₂)	< 35 /min が ^s 一定時間持続 ≥ 90% が ^s 一定時間持続 < 0.6
人工呼吸器	呼気終末陽圧 (PEEP)	< 10 cmH ₂ O
循環	心拍数 (HR) 不整脈 虚血 平均血圧 (MAP) ドパミンやノルアドレナリン投与量	HR : ≥ 50 /min もしくは ≤ 120 /min が ^s 一定時間持続 新たな重症不整脈の出現がない 新たな心筋虚血を示唆する心電図変化がない ≥ 65 mmHg が ^s 一定時間持続 24時間以内に増量がない
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ ショックに対する治療が施され、病態が安定している ・ SAT ならびに SBT が行われている ・ 出血傾向がない ・ 動く時に危険となるラインがない ・ 頭蓋内圧 (intracranial pressure, ICP) < 20 cmH₂O ・ 患者または患者家族の同意がある 	

元の血圧を加味すること。各数字については経験論的などころもあるのでさらに議論が必要である。

Table 4 ICUでの早期離床と早期からの積極的な運動の中止基準

カテゴリー	項目・指標	判定基準値あるいは状態	備考
全体像神経系	反応 表情 意識 不穏 四肢の随意性	明らかな反応不良状態の出現 苦悶表情, 顔面蒼白・チアノーゼの出現 軽度以上の意識障害の出現 危険行動の出現 四肢脱力の出現	呼びかけに対して傾眠, 混迷の状態
	姿勢調節	急速な介助量の増大 姿勢保持不能状態の出現 転倒	
自覚症状	呼吸困難	突然の呼吸困難の訴え 努力呼吸の出現	気胸, PTE 修正 Borg Scale 5~8
	疲労感	耐えがたい疲労感 患者が中止を希望 苦痛の訴え	
呼吸器系	呼吸数	< 5 /min または > 40 /min	一過性の場合を除く
	SpO ₂	< 88%	
	呼吸パターン	突然の吸気あるいは呼気努力の出現	聴診など気道閉塞の所見もあわせて評価
	人工呼吸器	不同調 バックキング	
循環器系	HR	運動開始後の心拍数減少や徐脈の出現 < 40 /min または > 130 /min	一過性の場合を除く
	心電図所見	新たに生じた調律異常 心筋虚血の疑い	
	血圧	収縮期血圧 > 180 mmHg 収縮期または拡張期血圧の20%低下 平均動脈圧 < 65 mmHg または > 110 mmHg	
デバイス	人工気道の状態 経鼻胃チューブ 中心静脈カテーテル 胸腔ドレーン 創部ドレーン 膀胱カテーテル	抜去の危険性(あるいは抜去)	
その他	患者の拒否 中止の訴え 活動性出血の示唆 術創の状態	ドレーン排液の性状 創部離開のリスク	

介入の完全中止あるいは、いったん中止して経過を観察、再開するかは患者状態から検討、判断する。

Table 5 早期リハビリテーション実施中の中止基準 (Adler 2012¹⁾)

1) 呼吸状態 (指標)

呼吸数 < 5 /min, > 40 /min

SpO₂ < 88 ~ 90%, 4%の低下

人工呼吸器の場合, F_IO₂ ≥ 60%, PEEP ≥ 10 cmH₂O, 人工換気の不同調, assist controlに設定が変更, 気道管理が不十分

2) 循環動態 (指標)

HR > 予測最大HRの70%, < 40 /min, > 130 /min, 安静時の心拍数の20%低下

新しい不整脈の出現

抗不整脈の新規投与

新規の心筋虚血

収縮期血圧 > 180 mmHg

起立性低血圧 (収縮期拡張期血の20%低下)

MAP < 65 mmHg, > 110 mmHg

3) 意識自覚症状 (指標)

鎮静レベルがRASS ≤ -3

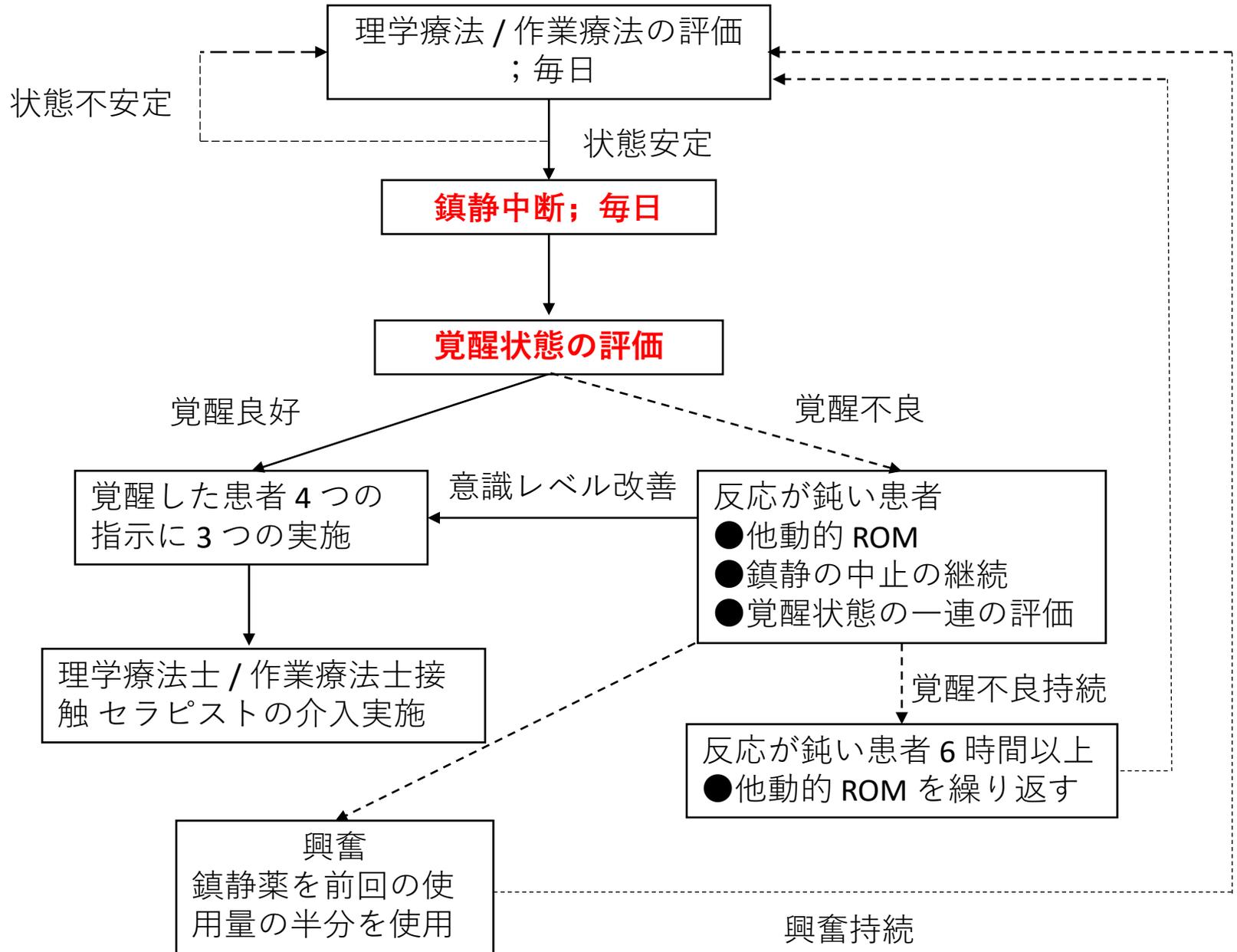
鎮静薬の増量, 新規投与でRASS > 2

労作時の呼吸困難感

患者の拒否

文献1より引用。

集中治療における早期リハビリテーション



44歳 男性

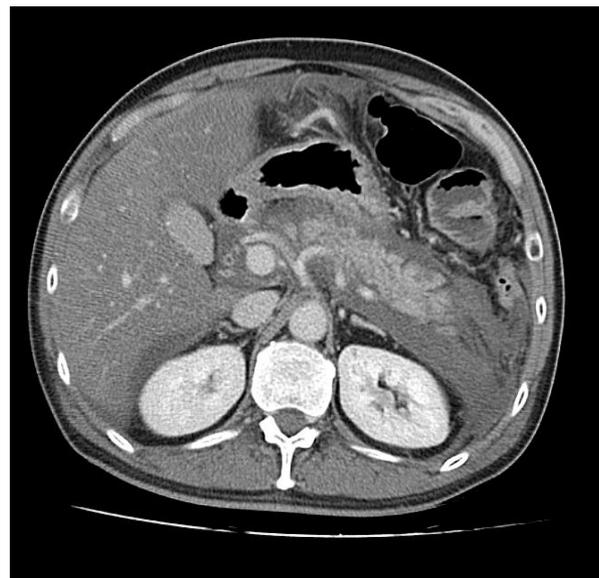
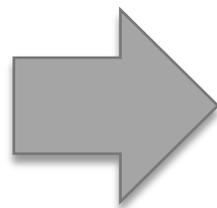
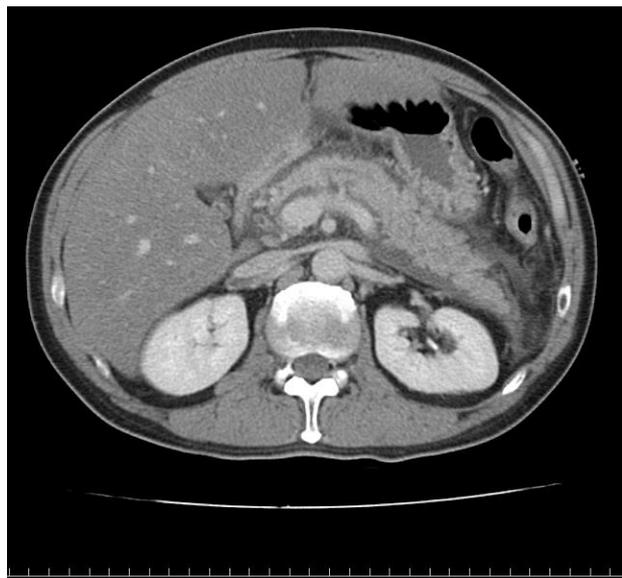
重症膵炎で人工呼吸管理→気管切開

1カ月 ICUに滞在

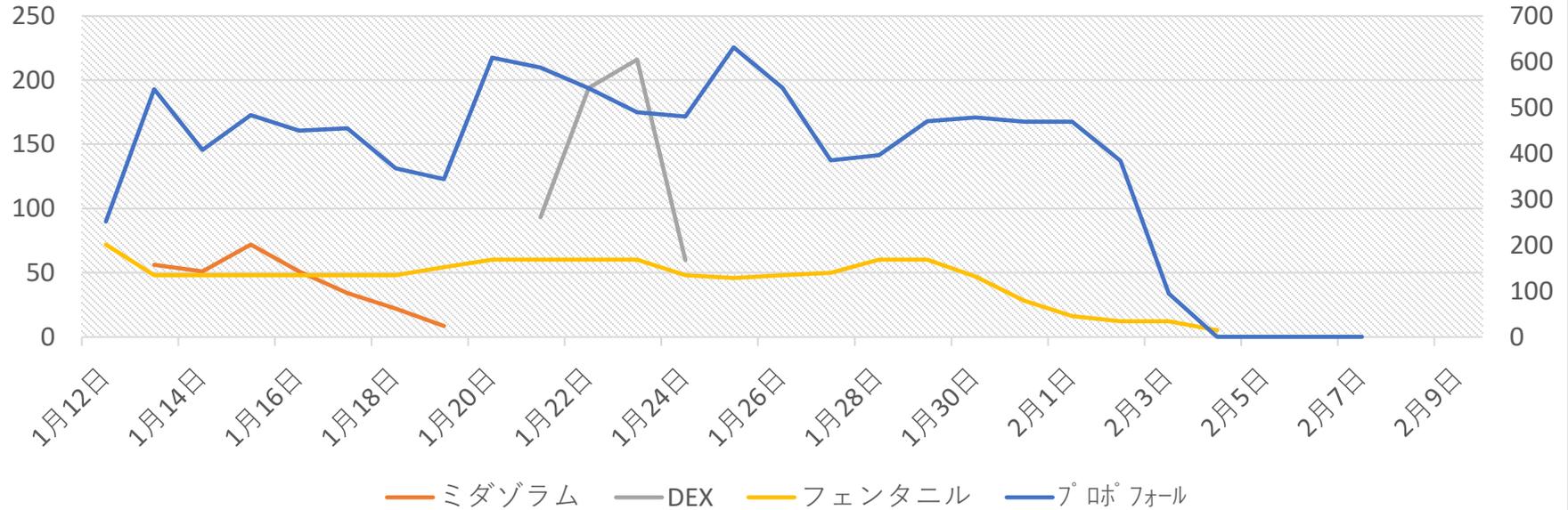
一般病棟転棟後にリハビリを行い

人工呼吸器離脱、気管切開孔閉鎖

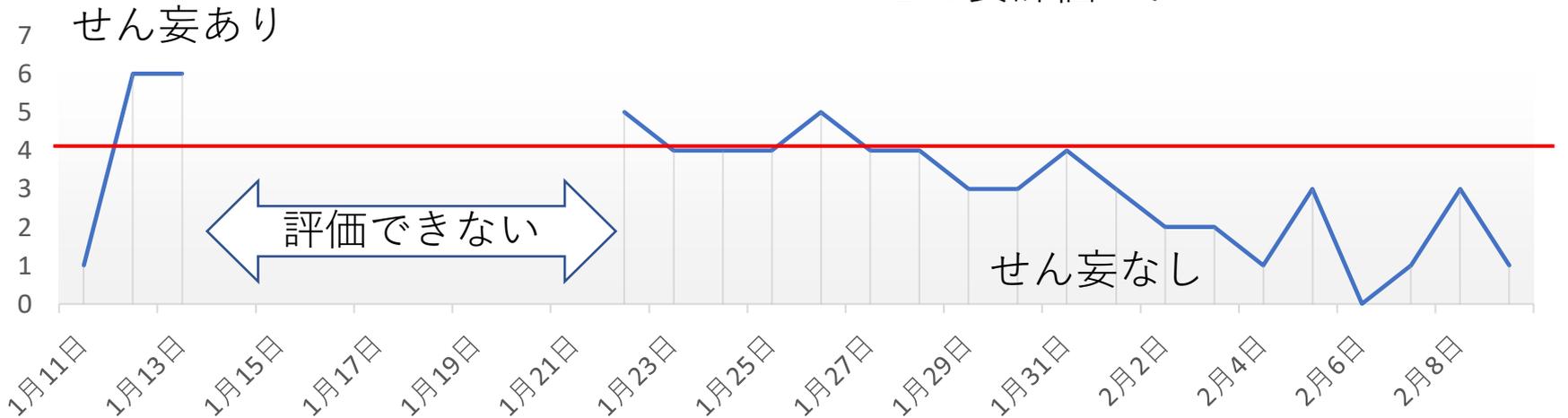
入院 第81病日目に自宅退院



鎮静・鎮痛



ICDSC せん妄評価スケール



実際の看護ケアとしての
リハビリテーション

体動困難・鎮静状態



GE Healthcare

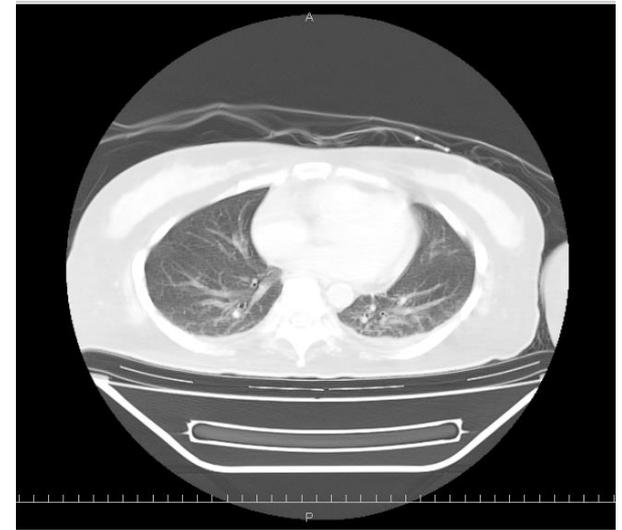
30°



ATTENTION: Before using this bed, please read the instructions and warnings. ATTENTION: Before using this bed, please read the instructions and warnings.

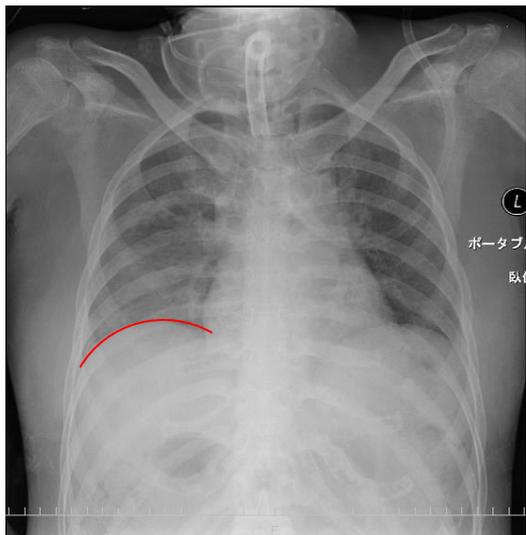
40代 女性 筋ジストロフィー

18歳で筋ジストロフィー診断され在宅人工呼吸管理
自宅では日中人工呼吸器をOFF、経口摂取をしていたが誤嚥
性肺炎で入院となった。（気管切開・胃瘻あり）

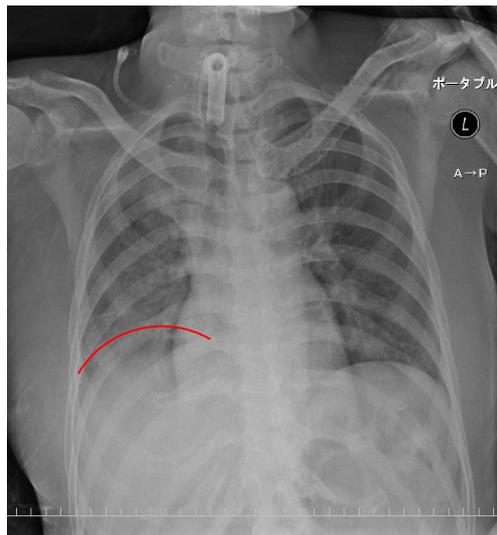


入院時の胸腹部レントゲンと胸部CT

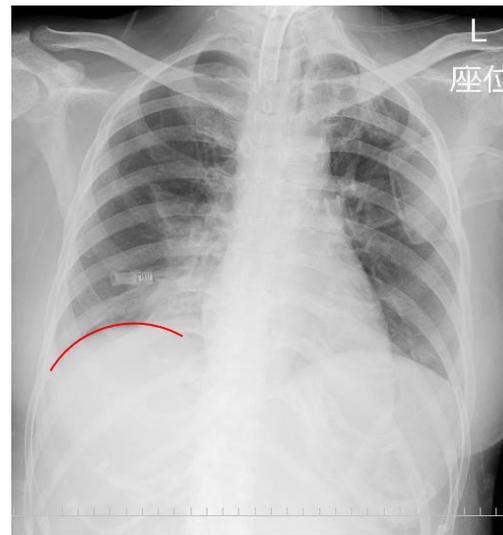
第10病日目



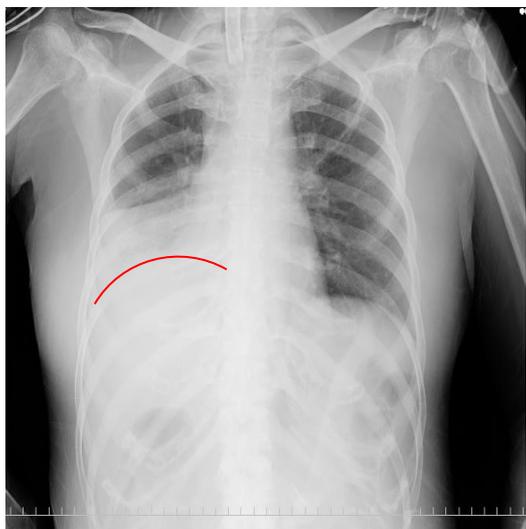
第11病日目



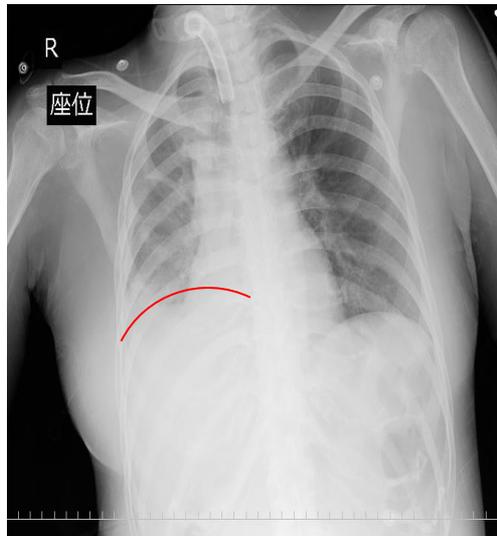
第17病日目



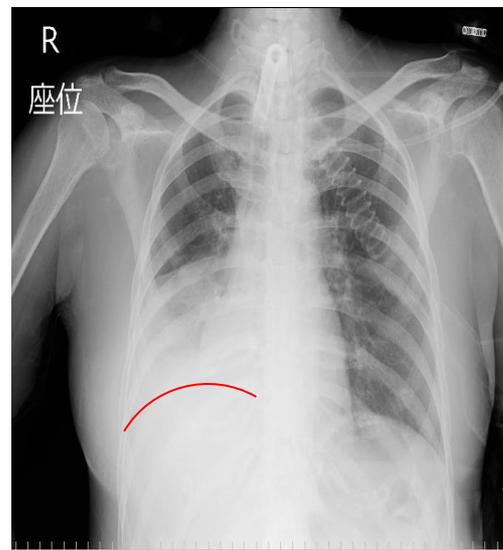
第20病日目



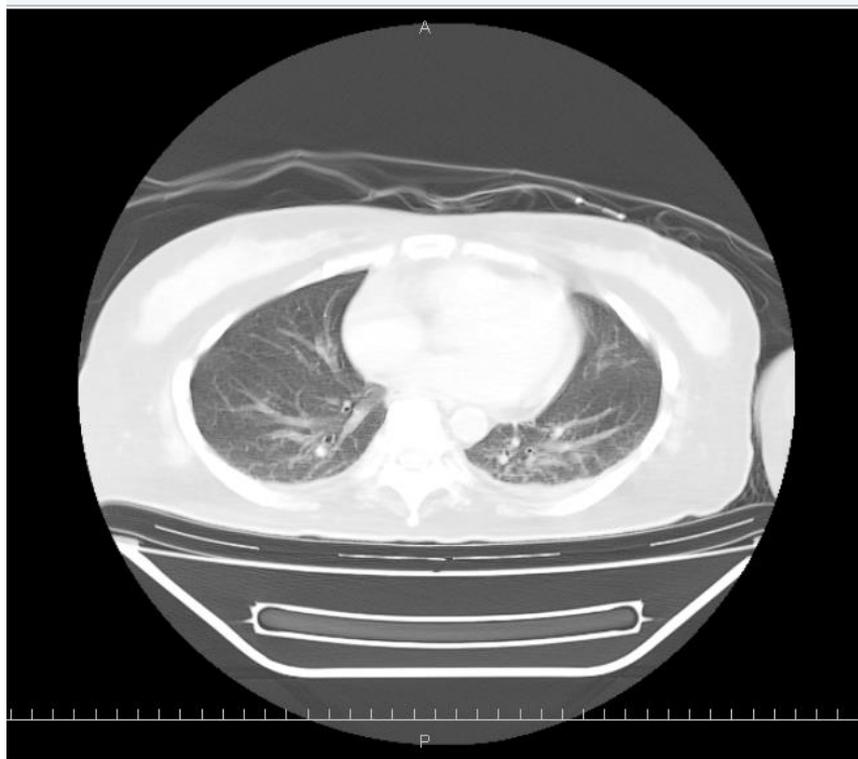
第25病日目



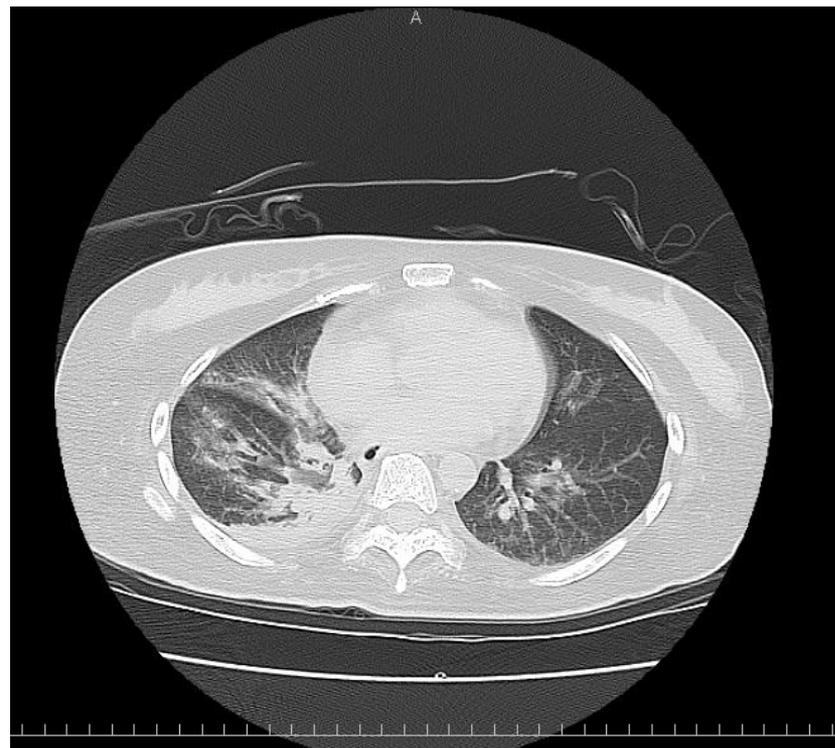
第27病日目

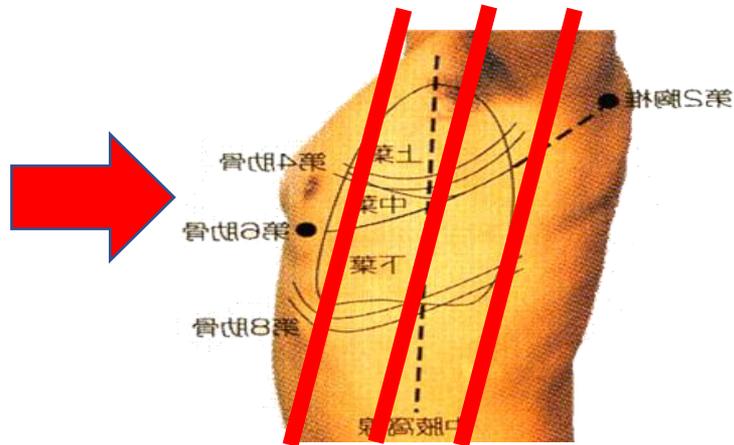
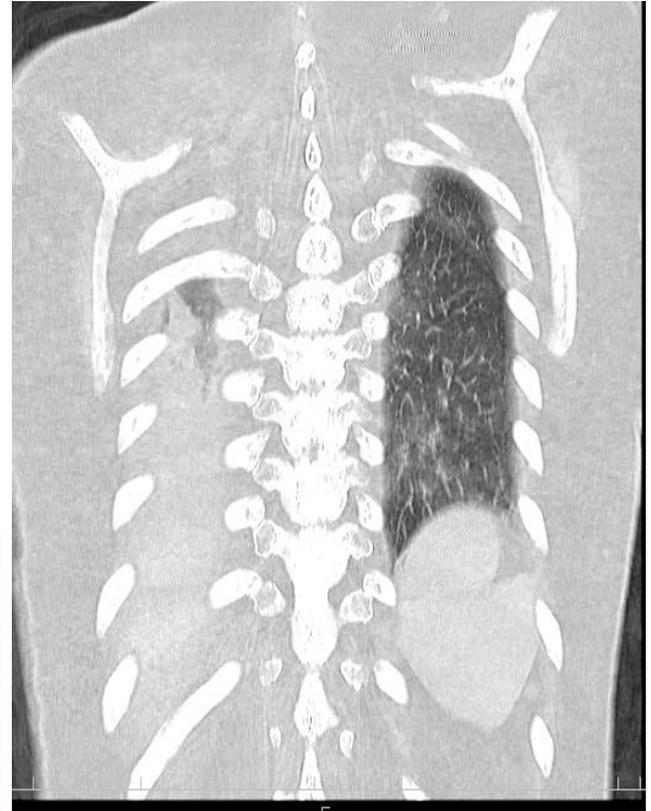
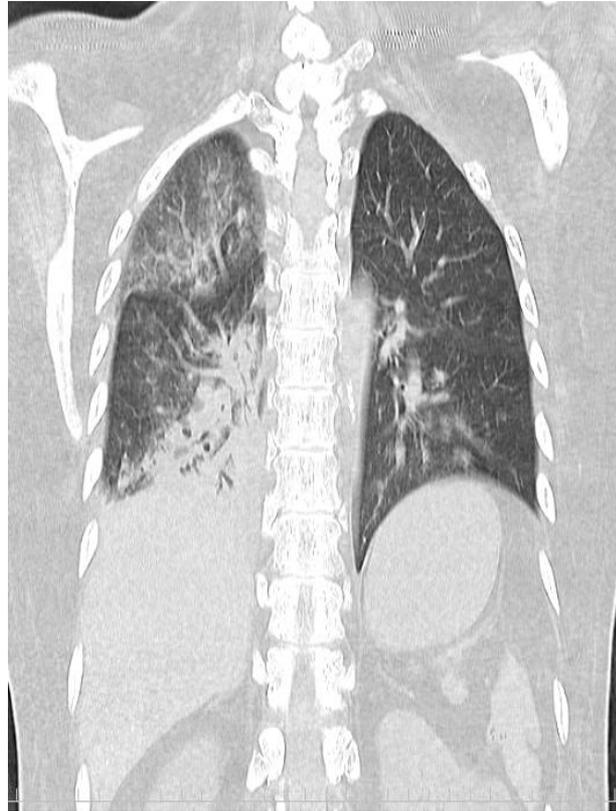


入院時

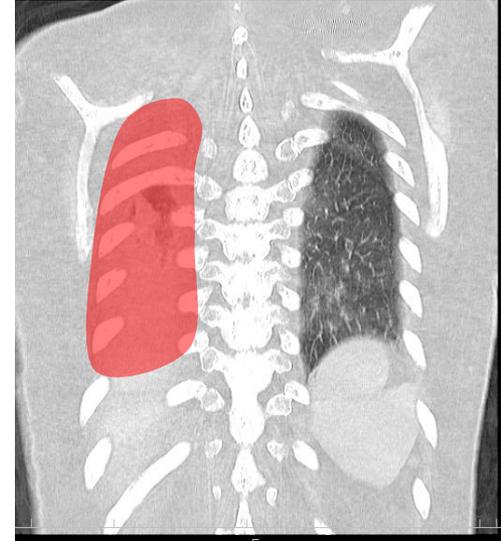
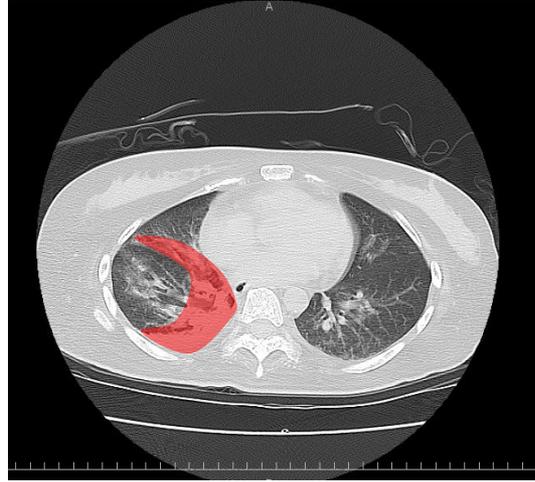
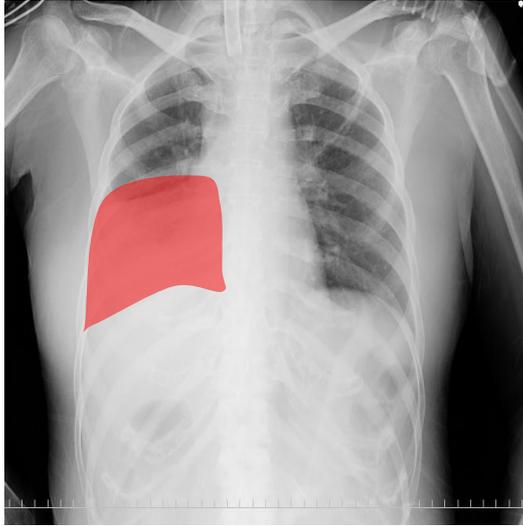


入院第21病日目



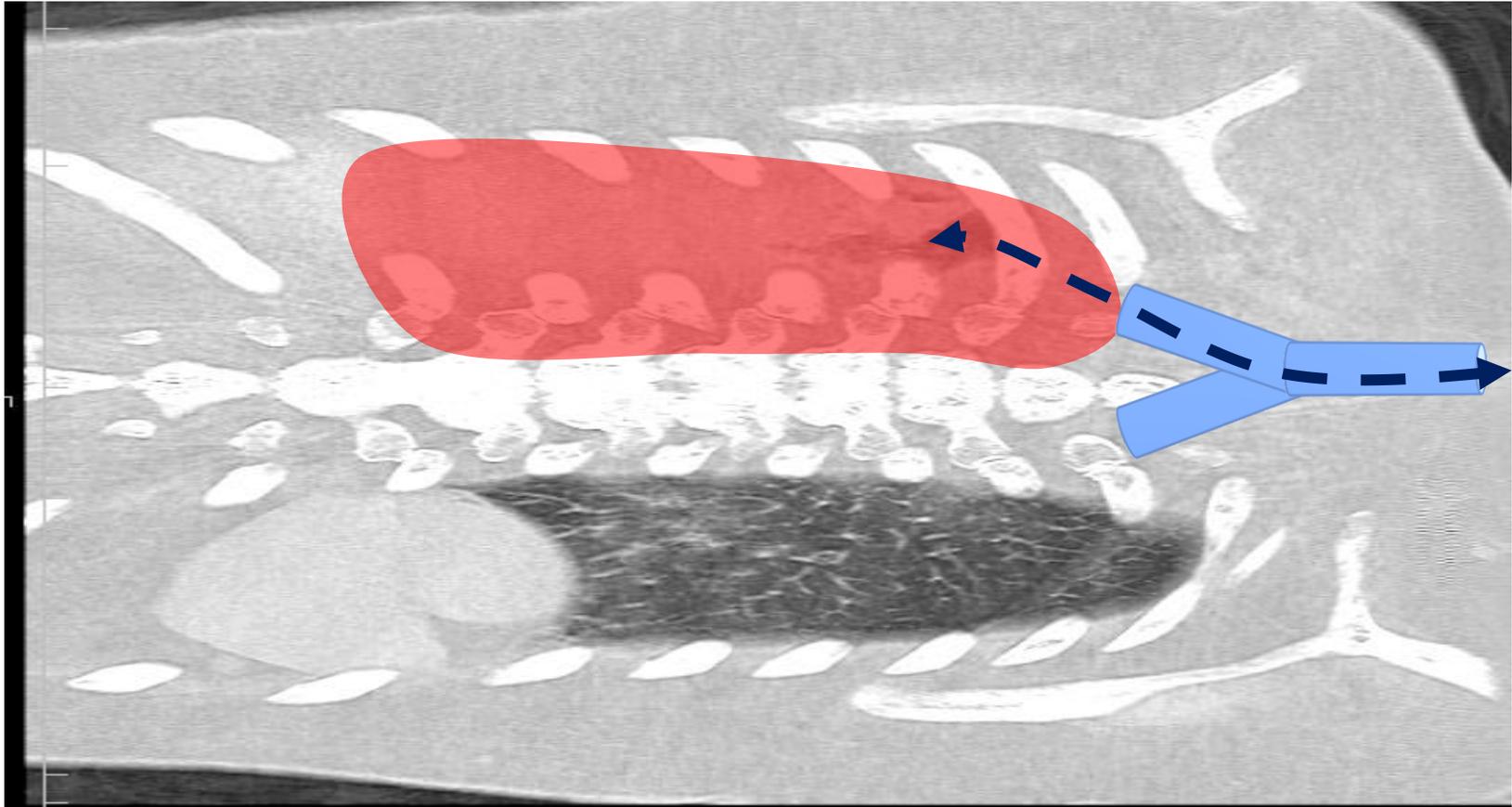


この肺はどんな状態？



- ✓ 分泌物が背側に貯留
- ✓ 背側の肺は潰れており酸素も血流も届かない領域
- ✓ 貯留した分泌物の中には細菌が多数存在
- ✓ その状態が感染巣となり、肺炎を悪化させている

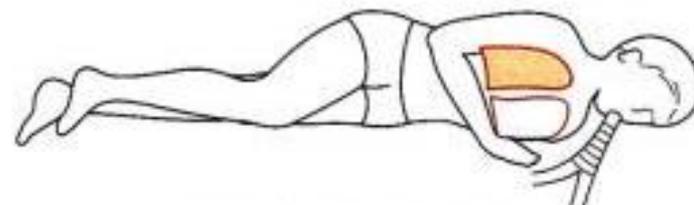
体位ドレナージのイメージ



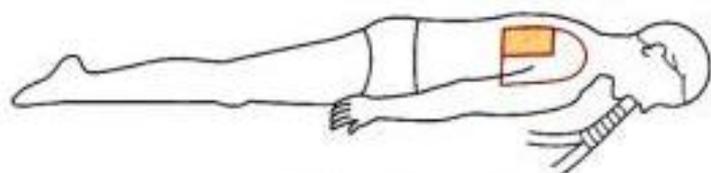
体位ドレナージ修正体位



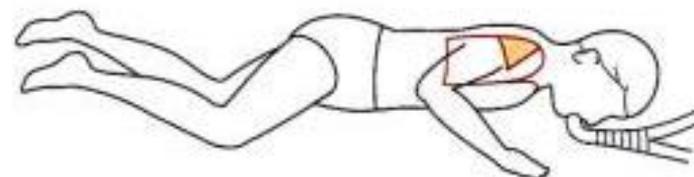
a 背臥位 S^1, S^3, S^8



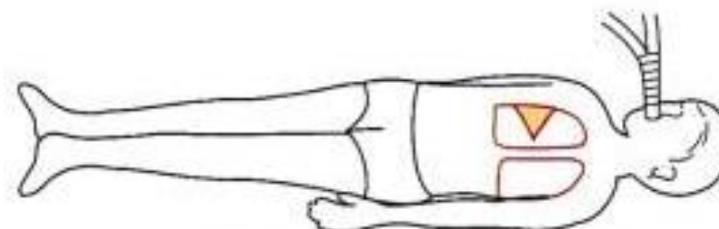
c 側臥位 S^9 , 患側上の肺野



b 腹臥位 S^6, S^{10}



d 前方へ45°傾けた側臥位 $S^2 (S^6, S^{10})$



e 後方45°傾けた側臥位 S^4, S^5

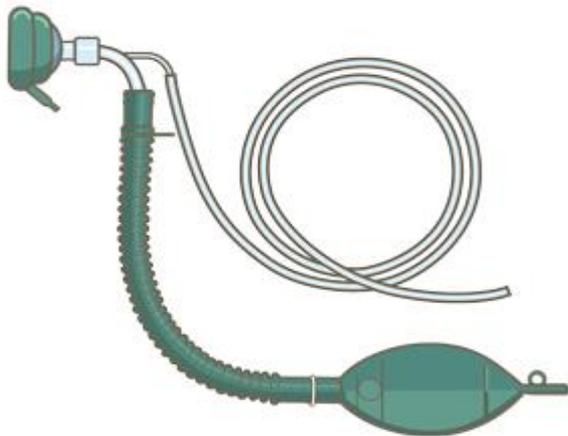
- a 背臥位…肺尖区 (S^1), 前上葉区 (S^3), 前肺底区 (S^8)
- b 腹臥位…上-下葉区 (S^6), 後肺底区 (S^{10})
- c 側臥位…外側肺底区 (S^9), 患側上の肺野
- d 前方へ45°傾けた側臥位…後上葉区 (S^2)
(上-下葉区, 後肺底区)
- e 後方へ45°傾けた側臥位…中葉・舌区 (S^4, S^5)

※上記の排痰体位で排痰が困難な場合には、区域気管支の解剖学的走行からみると S^1 および S^8 では3/4 腹臥位を追加、 S^4, S^5 では背臥位を追加、 S^6, S^9, S^{10} では3/4 腹臥位を追加すると排痰可能だが、上記のaからeの体位を定期的に変換させるターニングで、全肺野からの排痰は可能である。

マニュアル ハイパー インフレーション

manual hyperinflation

- ジャクソンリリースまたはバックバルブマスクで肺容量を増す
- 一回換気量増加 吸気ポーズ 高PEEP 速くリリース
- 肺容量を増やし、肺を虚脱させ咳嗽と同じ効果を期待
- ジャクソンリリースは習熟した技術が必要（気道内圧計必要）
- バックバルブマスクはPEEP弁があると過度な肺胞虚脱を防げる



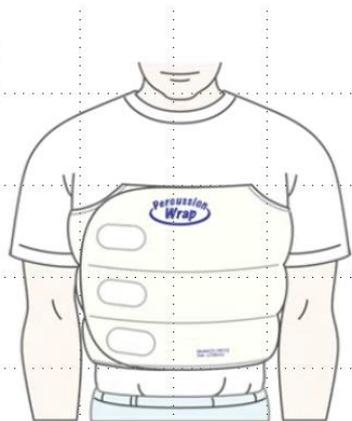
<https://www.medicalexpo.com/ja/prod/hsiner/product-68771-425917.html>

排痰補助装置コンフォートカフⅡ[®]

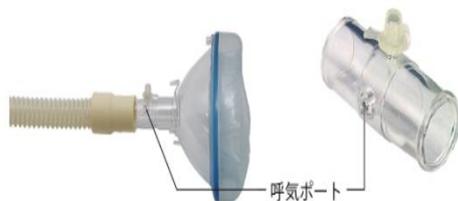
カフベンテック株式会社



- 胸郭に振動を与え、分泌物を移動（パーカッサーモード）
- MI-E: Mechanical Insufflator-Exsufflator
マスクや気管チューブを介し陽圧を与えた後、陰圧にシフトさせ咳と同様の作用で排痰を促す



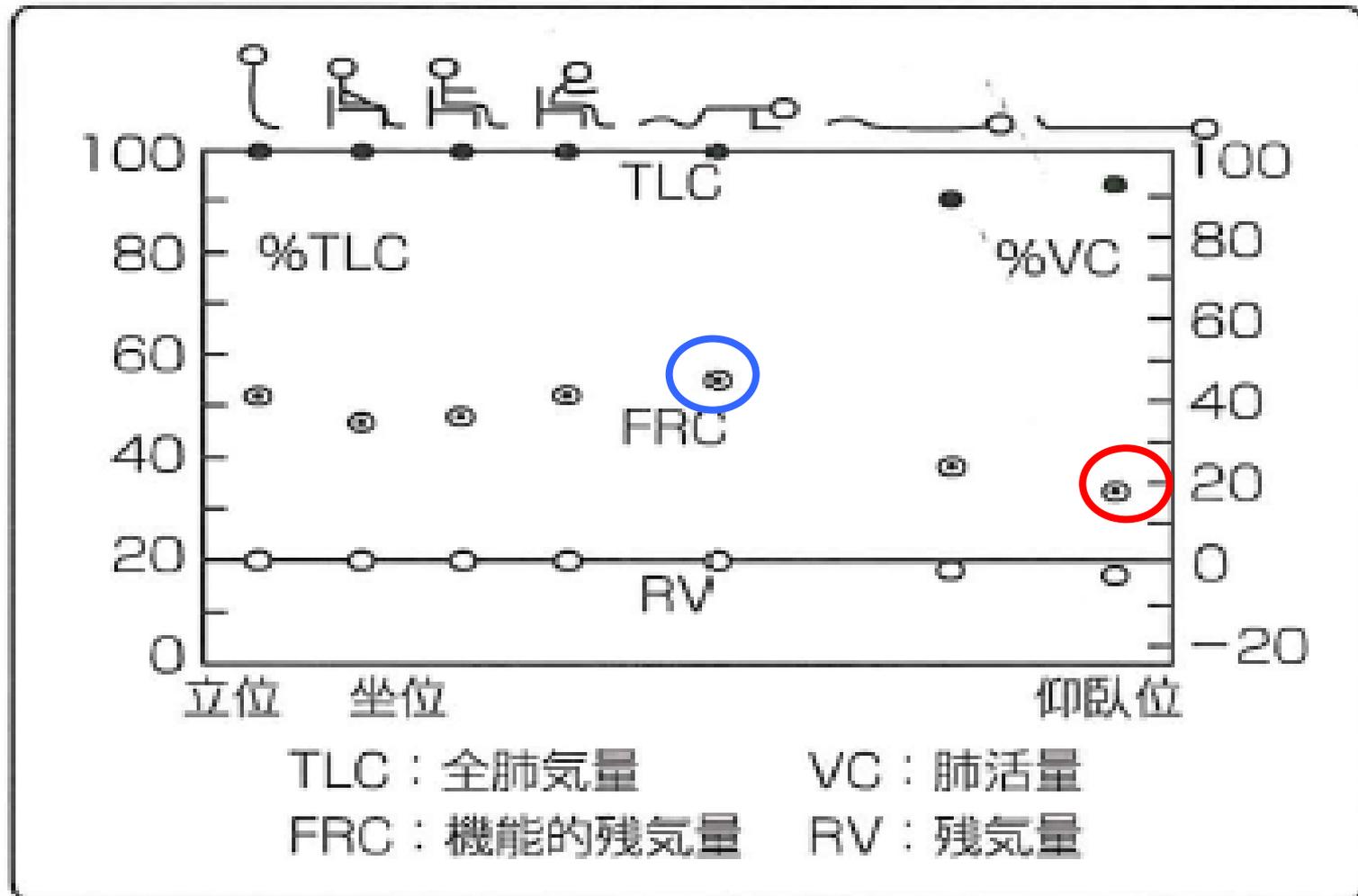
Percussion Wrap

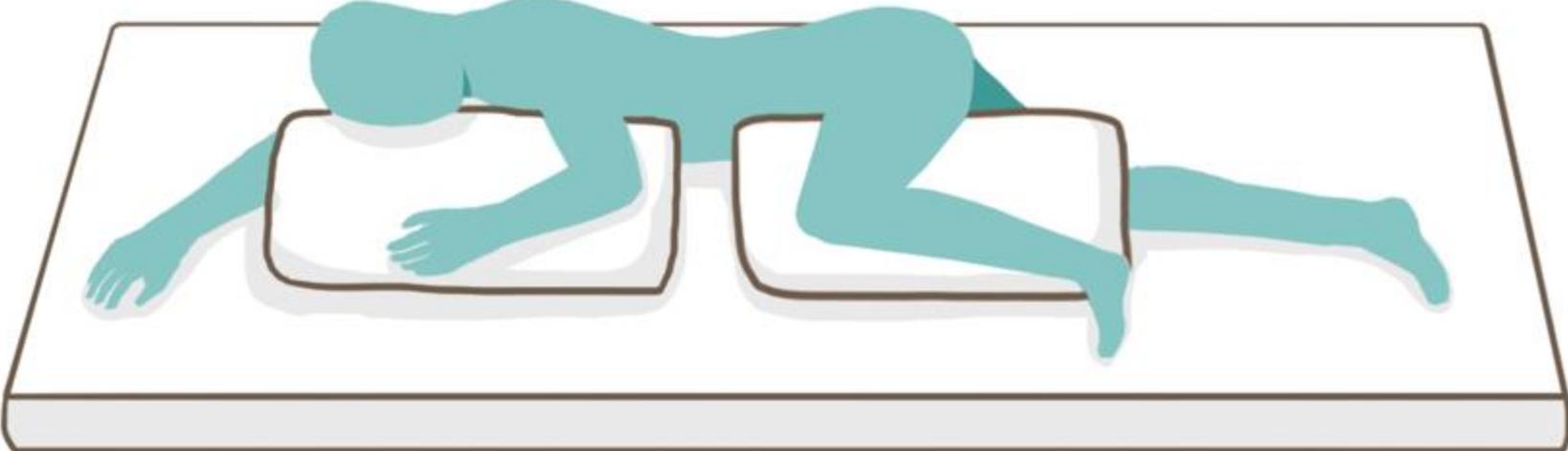


呼吸ポート

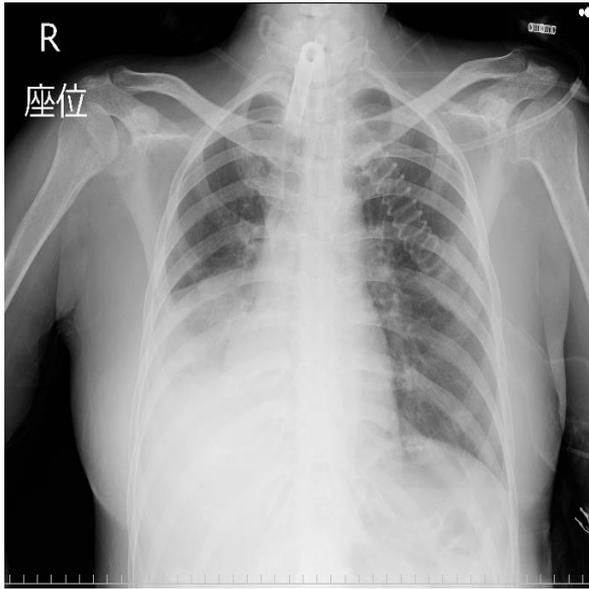
- 咳嗽力の低下した患者
- 無気肺の予防や改善に2～3回/日

仰臥位は換気効率が悪い





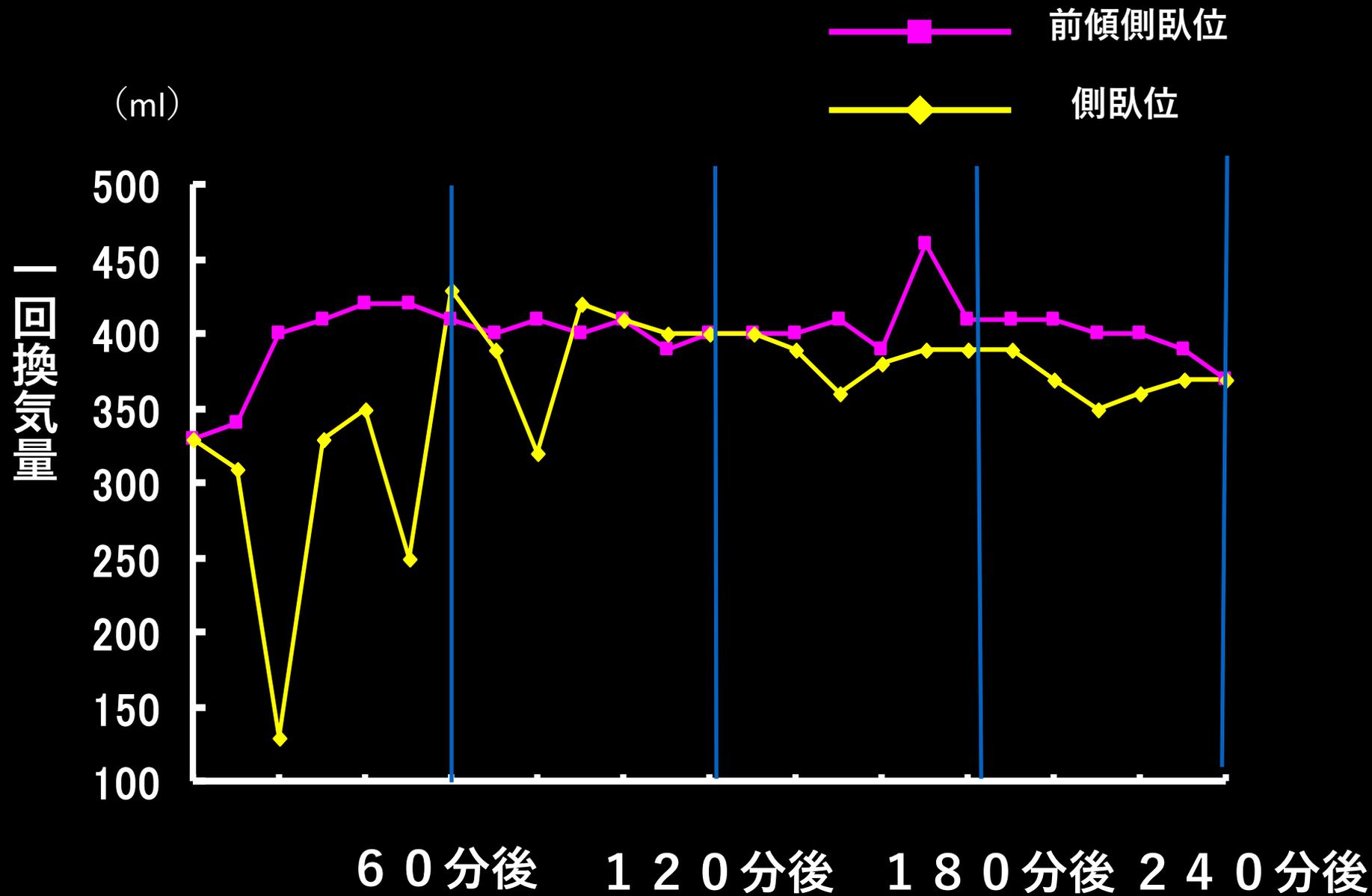








一回換氣量



心拍数

(回/分)

心拍数

前傾側臥位
側臥位

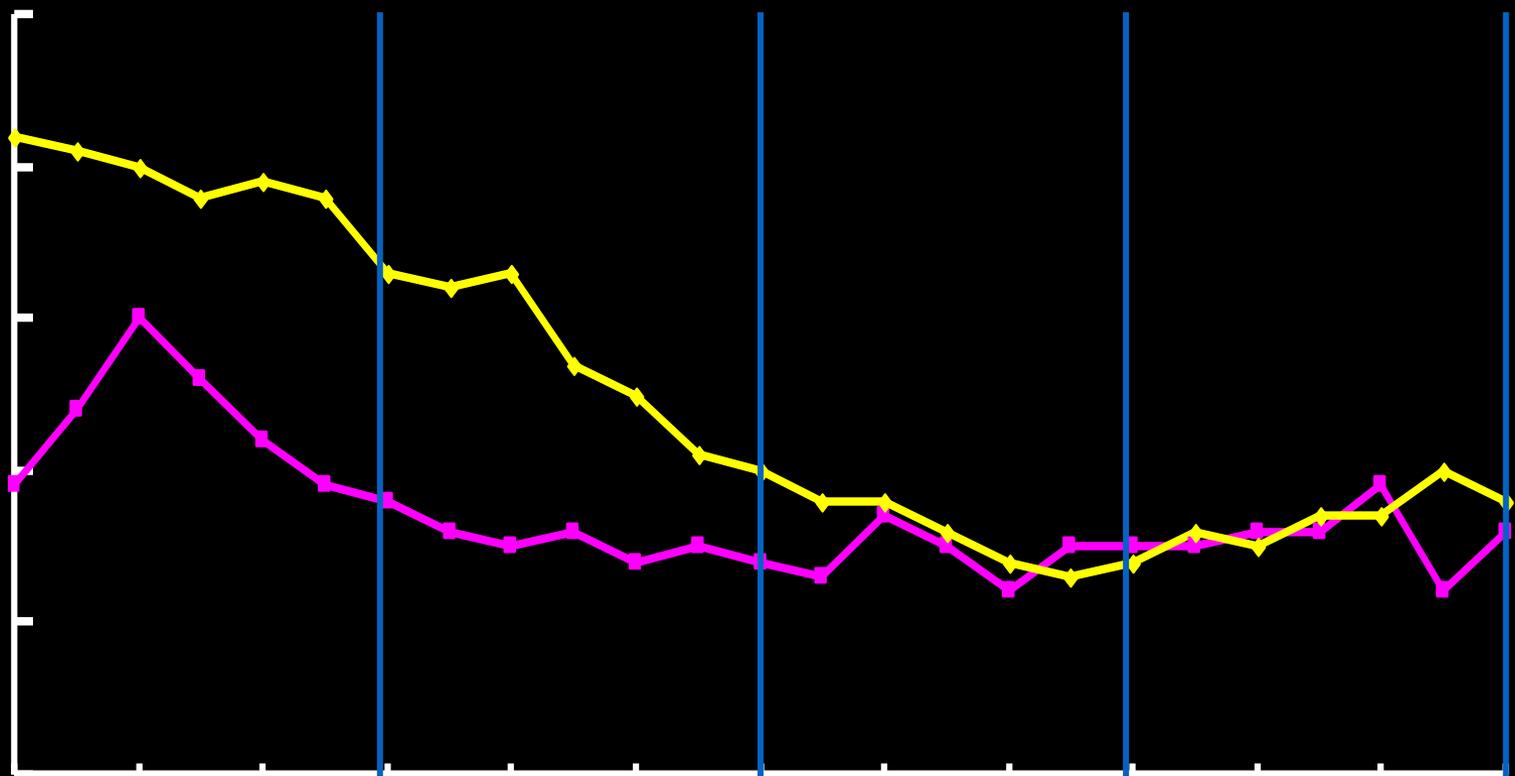
120
110
100
90
80
70

60分後

120分後

180分後

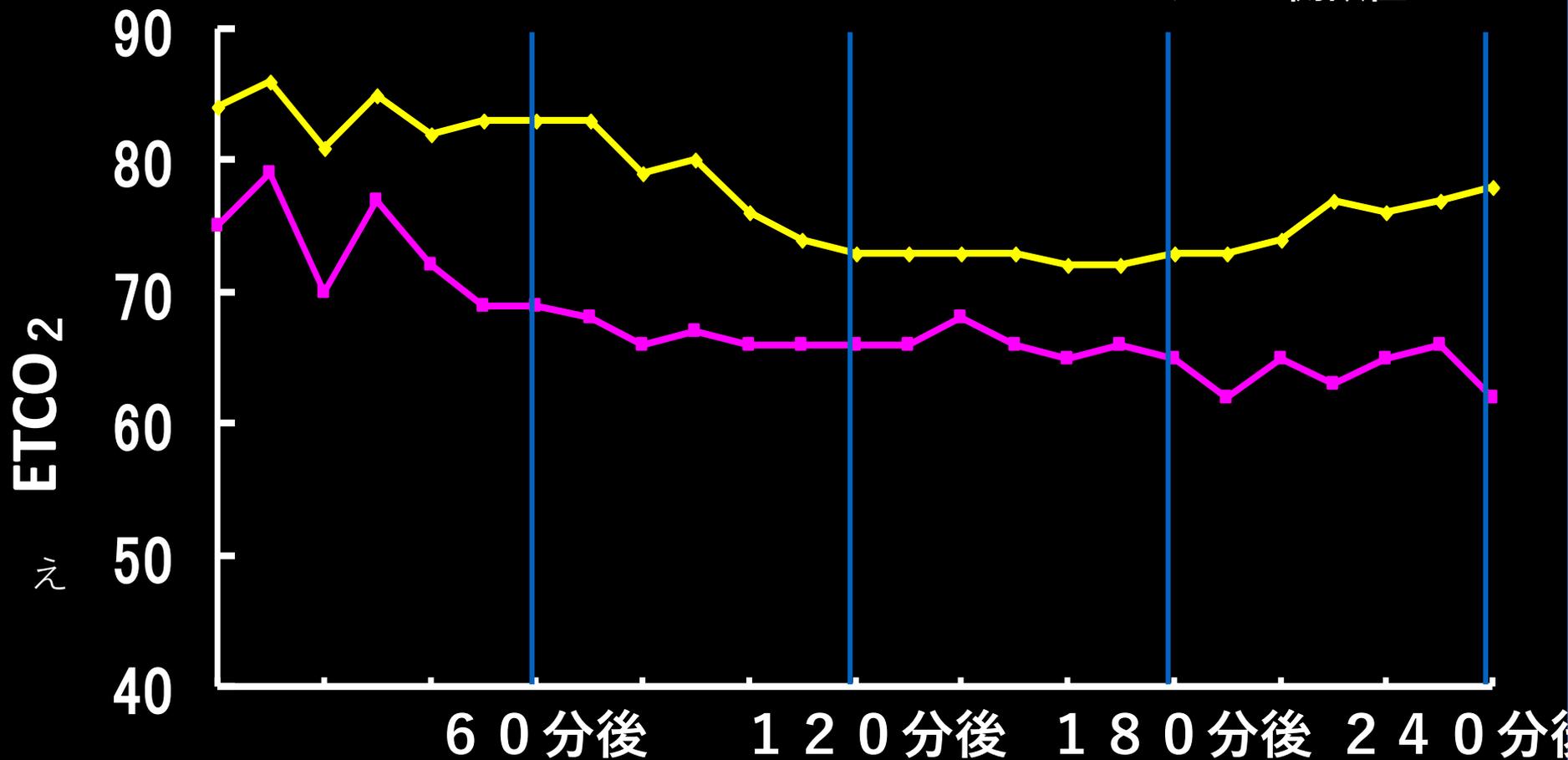
240分後



呼吸終末時炭酸ガス分圧 (ETCO₂)

(mmHg)

■ 前傾側臥位
◆ 側臥位



正常時



第1病日目



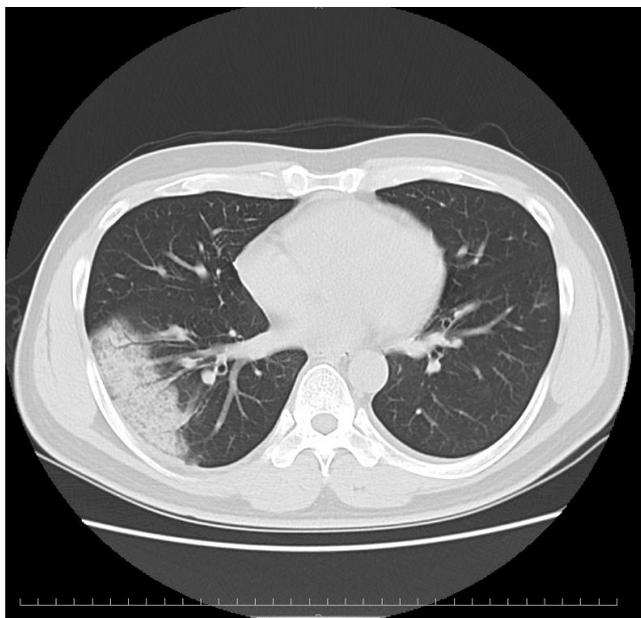
第4病日目



第6病日目

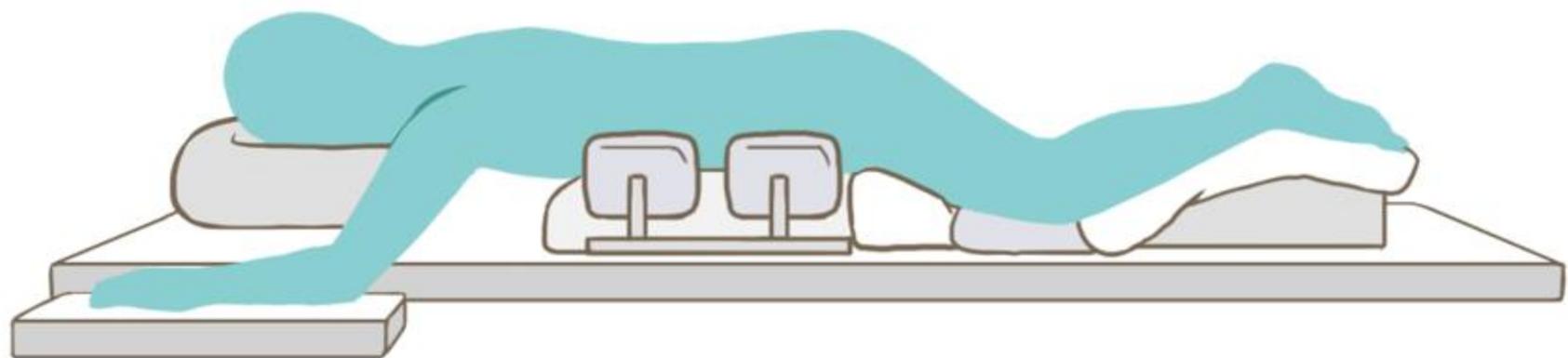


第1病日目



第6病日目









重要！！

可能な限り覚醒を促すことが



離床の進め方



- 2～3名のスタッフを確保
(最低2名)
- 各ルートの確認
- 患者前後にスタッフ配置
- 覚醒を促す
- バイタルサイン測定
- ヘッドアップ
- 下肢をベッド下に降ろし
床(台)に足底を付ける
- 足底に徐々に荷重をかける
(立位可能か評価)
- 介助しながら立位へ
- 立位ができれば足踏み
- 歩行へ
- 終始モニタリング
- バイタルサイン測定



特殊な機器による呼吸管理

Oxylog[®] 3000 Plus

ドレーゲルジャパン株式会社



- 重量5.8kg
- バッテリー約7.5時間稼働
- 高機能人工呼吸器
- 大気圧補正機能（航空機可能）
- 小児使用可能

- 転院搬送には必須
- 高濃度酸素投与時にはボンベ数本準備

VOCSN Ventilator[®]

カフベンテック株式会社



5つの機能を搭載した
人工呼吸器
(オールインワン)

1. 人工呼吸器
2. 酸素濃縮器
3. 排痰補助装置
4. 吸引器
5. ネブライザ

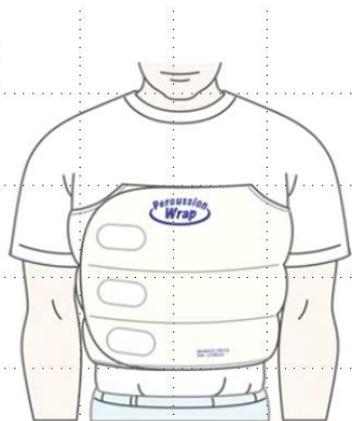
- 転院搬送や在宅人工呼吸器として
- 排痰補助装置機能が新しい人工呼吸器

排痰補助装置コンフォートカフⅡ[®]

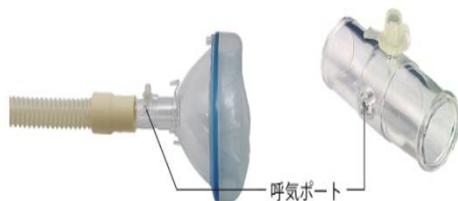
カフベンテック株式会社



- 胸郭に振動を与え、分泌物を移動（パーカッサーモード）
- MI-E: Mechanical Insufflator-Exsufflator
マスクや気管チューブを介し陽圧を与えた後、陰圧にシフトさせ咳と同様の作用で排痰を促す



Percussion Wrap

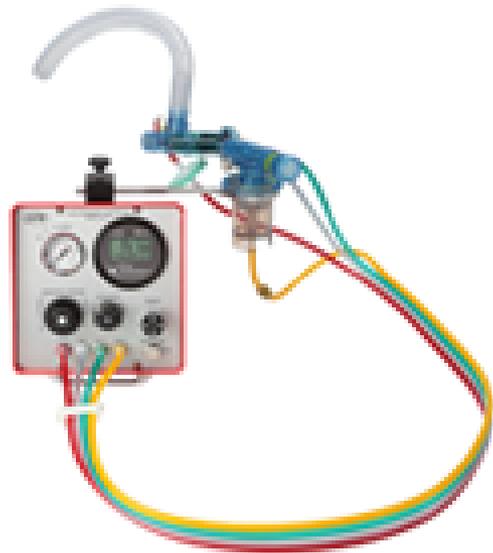


呼吸ポート

- 咳嗽力の低下した患者
- 無気肺の予防や改善に2～3回/日

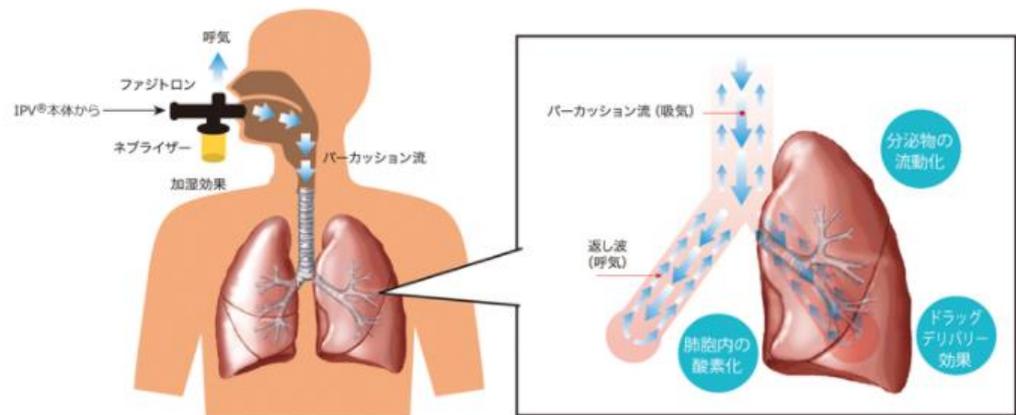
IPV®

パーカシヨネア・ジャパン



- エアロゾルによる加湿
- 分泌物の流動化
- 排出作用の活性化

- 最終的な無気肺改善の方法として活用していた



目標を見据えたりハビリテーション

