

神経筋疾患患者の侵襲的人工呼吸からの離脱

ジュゼッペ・A・マラロ, MD

gmarraro@picu.it

www.picu.it

小児集中治療部麻酔科・ICU部長

ファテベネフラッテリ・眼科病院

ミラノ イタリア

人工呼吸器からの離脱

➤ ウィーニング

- 人工呼吸サポートを徐々に減らす
- 特殊な方法を適応する



人工呼吸器からの離脱

- 不成功な結果に対する病理生理学的機序の
解明不足
- 離脱過程の適切なガイドラインの欠如
- 種々の異なる人工呼吸器離脱のテクニックに
対する的確な理解の不足



人工呼吸器からの離脱

➤ 離脱時期決定を確立する困難さ

- 人工呼吸による改善、高いFiO₂, 血行動態安定がどのくらい実質的に役立っているのかは、人工呼吸をしながらでは、わかりにくいことがある。



人工呼吸器からの離脱

- 離脱を不必要に遅延することは、人工呼吸器の合併症を増加:
 - 肺炎と敗血症
 - 喉頭気管損傷
 - 肺の圧損傷 – 肺気腫, 気胸, 肺気管支形成不全
 - 費用



人工呼吸器からの離脱

- 早すぎる離脱は以下のことに陥りやすい
 - 肺病理の破壊
 - 人工的な気道確保の再開は困難
 - ガス交換の困難
 - 死亡リスクの増加



人工呼吸器からの離脱

5つの問題

1. 人工呼吸依存の病理生理学
2. 人工呼吸離脱のクライテリア
3. 離脱を最も促す人工呼吸管理のストラテジー
4. 長期的な管理システムの役割
5. 気管切開の潜在的役割



人工呼吸器からの離脱

- 人工呼吸器離脱プロセスを始める前に
 - 人工呼吸器依存の原因調査
 - 人工呼吸器使用と非使用のあらゆる可能な事項の検討
 - ウィーニングの戦略は、ゆっくりのペースで、自発呼吸をだんだん長くするべき



人工換気を要する原因

- 神経制御 中枢神経調節
 - 末梢神経
- 呼吸器系
 - メカニカルな負荷: 呼吸器系のメカニクス; 負荷を課する
 - 呼吸筋の特性: 本来の強さ／耐容能; 代謝状態／栄養 酸素の出入り
 - ガス交換の特性: 血管の特性 と換気血流比
- 循環器系
 - 呼吸筋が働くための循環系の耐容能; 末梢の酸素依存度
- 心理的問題



人工呼吸離脱の一般的クライテリア

1. 呼吸不全のもとになった原因が元に戻ったこと

2. 適切な酸素化

- $\text{PaO}_2 / \text{FIO}_2 > 150\text{--}200$
- $\text{PEEP} \leq 5\text{--}8 \text{ cm H}_2\text{O}$
- $\text{FiO}_2 \leq 0.4\text{--}0.5$
- pH (例えば、 > 7.25)

3. 循環動態の安定

- 心筋虚血が進行している状態ではないこと
- 重篤な低血圧ではないこと (例えば、血管性昇圧剤の使用はしていないか、していてもドーパミンやドブタミン $< 5 \mu\text{g/kg/min}$ であること)

4. 吸気努力を開始する能力がある



人工呼吸離脱の一般的クライテリア

- 患者さんの離脱は以下のようにすべき
 - 患者がまだ実質的に人工呼吸補助を受けている場合は離脱すべきではない
 - 気道の状態、気道の保護の可能性に基づき離脱する



人工呼吸離脱の一般的クライテリア

- 気管内挿管抜管困難な患者において、以下のことをすべき
 - 安定し、疲れが無く、快適な人工呼吸状態
 - 抜管の失敗原因を把握すること
 - 抜管失敗が修復できること



以下の状態からのウィーニング

➤ 気管内挿管による人工呼吸

➤ 非侵襲的人工呼吸



人工呼吸離脱の一般的クライテリア

- これまでの非侵襲的換気療法 (non invasive ventilation = NIV) を用いた種々のプロトコルの使用の可能性を検討
- 自発呼吸を獲得・維持することが困難な患者の治療 (部分的または完全に)
- ホーム アシスタンス



ウィーニング

入院までの臨床経過

➤ 人工呼吸器未使用

➤ 人工呼吸使用



入院前の臨床状態

人工呼吸未使用

- ② 自発呼吸に戻る可能性があるか？
- ② 夜間の換気補助が必要か？
- ② 昼間に短時間換気補助が必要か？



入院前の臨床状態

人工呼吸器使用

¿ 入院前の状態に戻るか？

- 夜間のサポートの必要性の再評価
- 短時間の昼間の人工呼吸サポートの必要性の評価



患者の特性

- 上気道の確保
- 酸素化
- 呼吸の効率
- 呼吸仕事量

- 咳の有効性
- 嚥下の障害



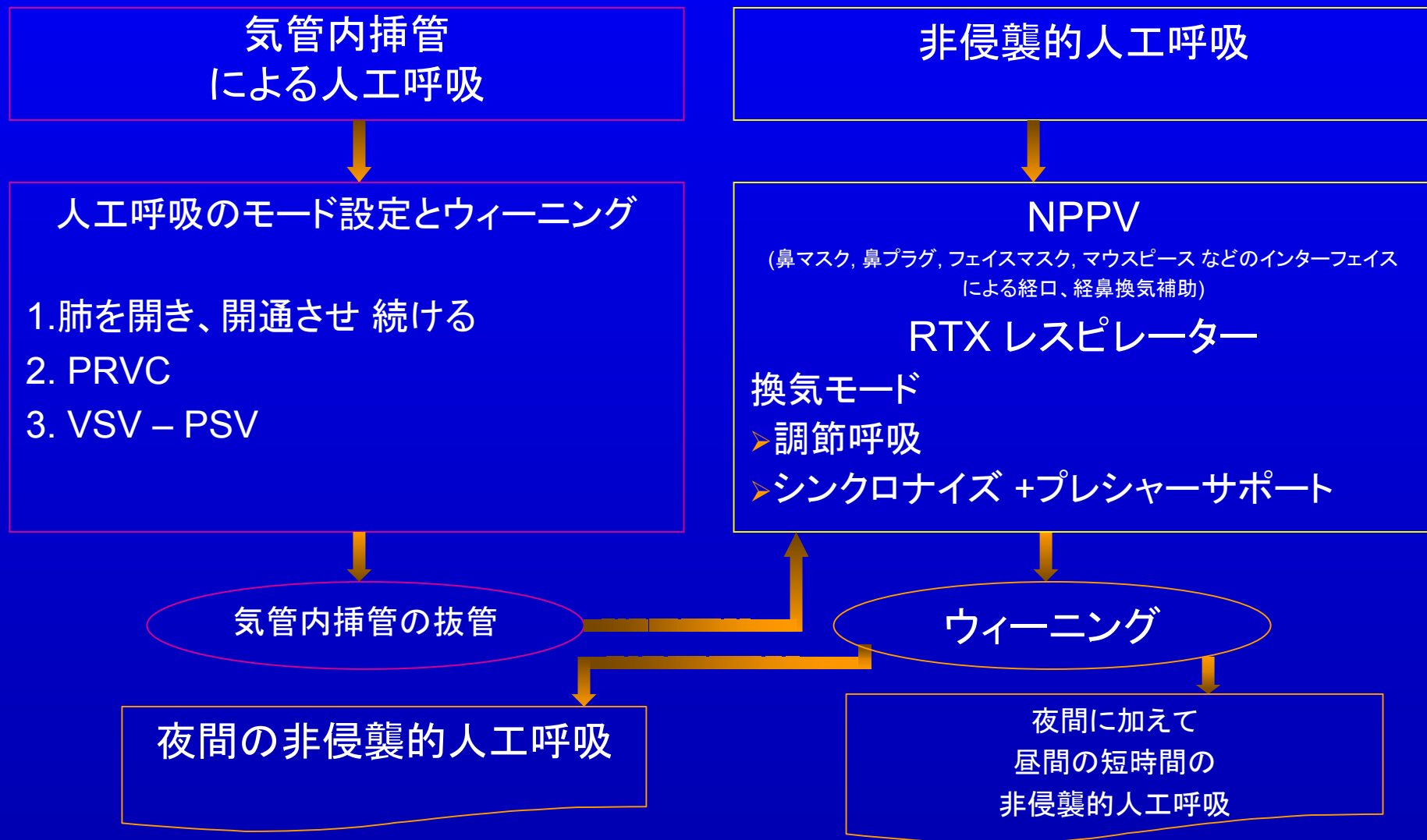
ボリウム・コントロールド・ベンチレーション

できるだけ早くウィーニングを始める。

しかし、高炭酸ガス血症と低換気状態を避ける。



治療のフローチャート



24時間の侵襲的人工呼吸

ベンチレーターからの離脱の Protocol
どうやって

VCV(=Volume control ventilation)
(肺の病理にもとづいた治療)



PRVC(=pressure regulated volume control)
(圧損傷の軽減とRRとTVの設定)



VSV-PSV(=Volume support ventilation - Pressure support ventilation)
(自発呼吸のサポート)



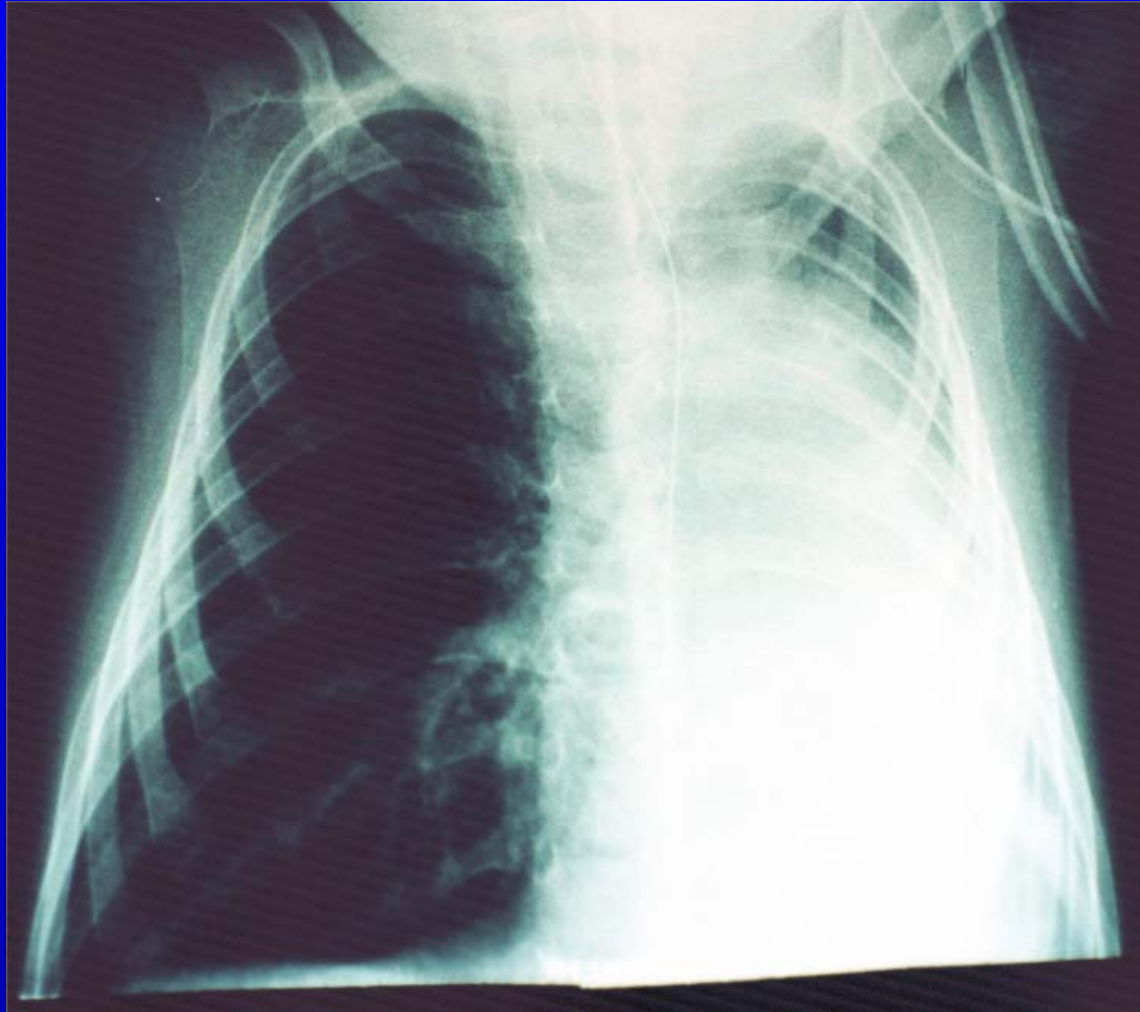
気管内挿管による人工呼吸

第1相

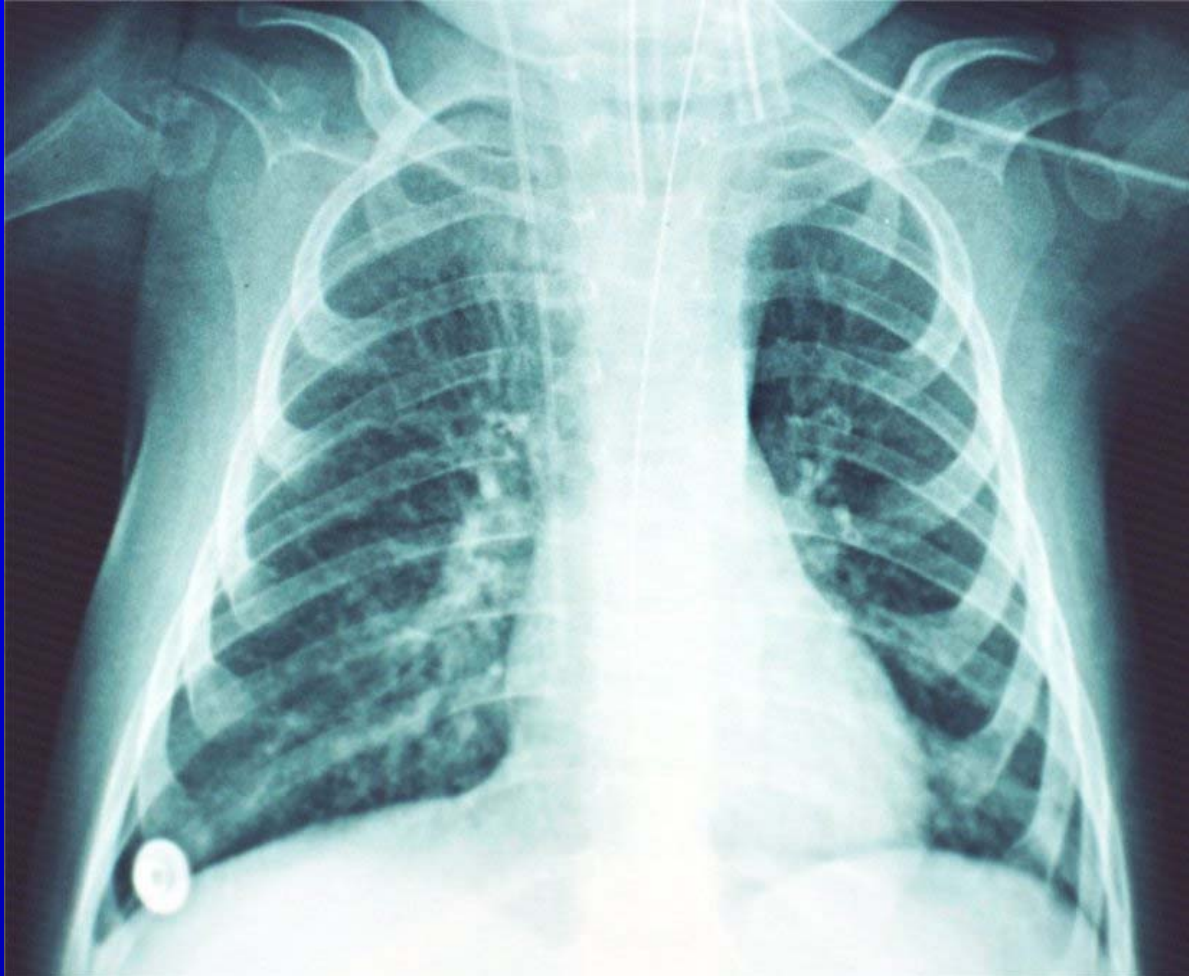
- 肺リクルートメント – 肺を広げる
 - ✓ 量と気道ピーク圧の必要
- リクルートされた肺の広がりを持続 – 肺の開通性の維持
 - ✓ PEEP 適応



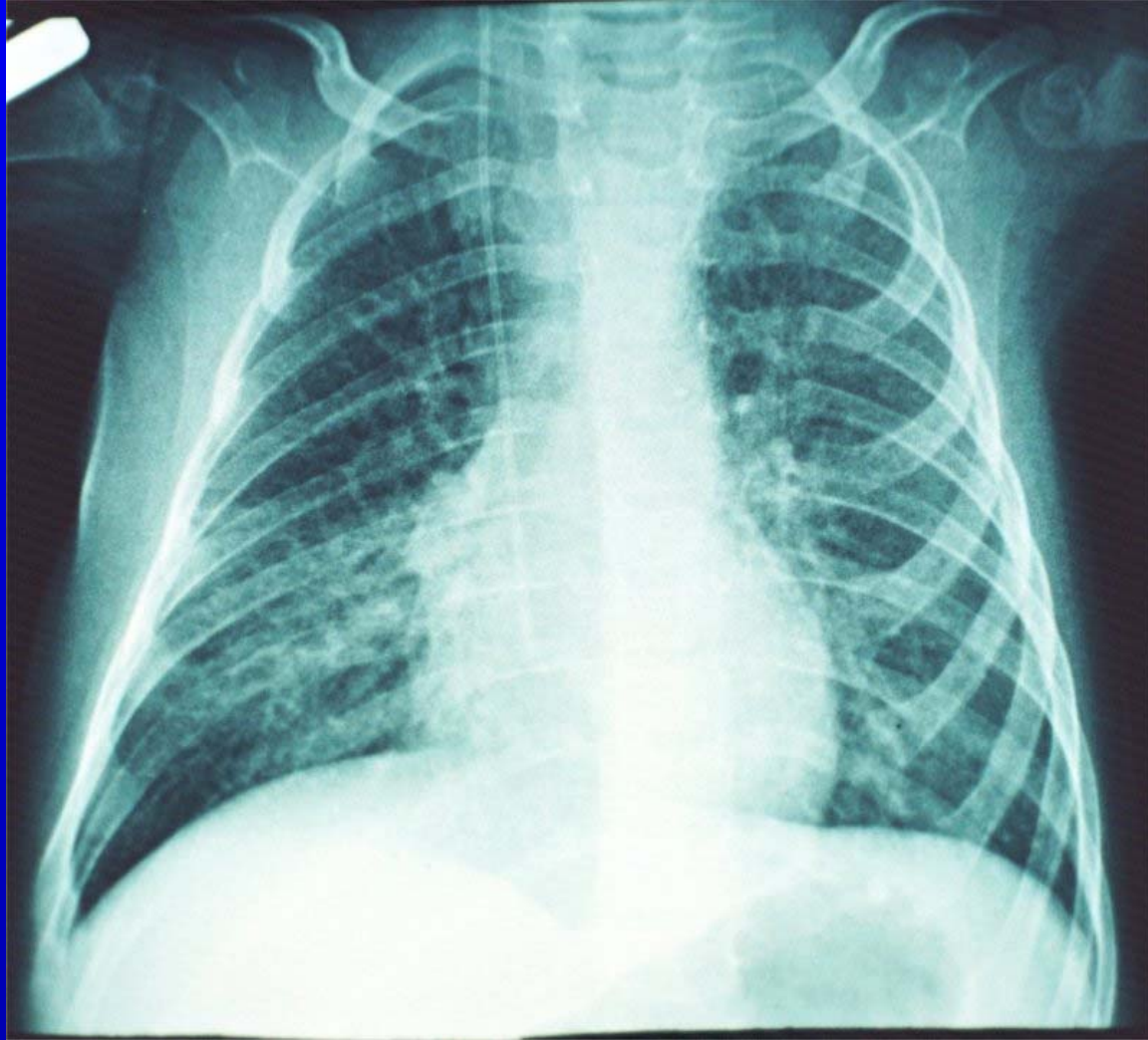
症例



症例



症例



気管内挿管による人工呼吸

第2相

- 高い吸気圧設定の必要なし
- 特別な患者にTVとRRを設定

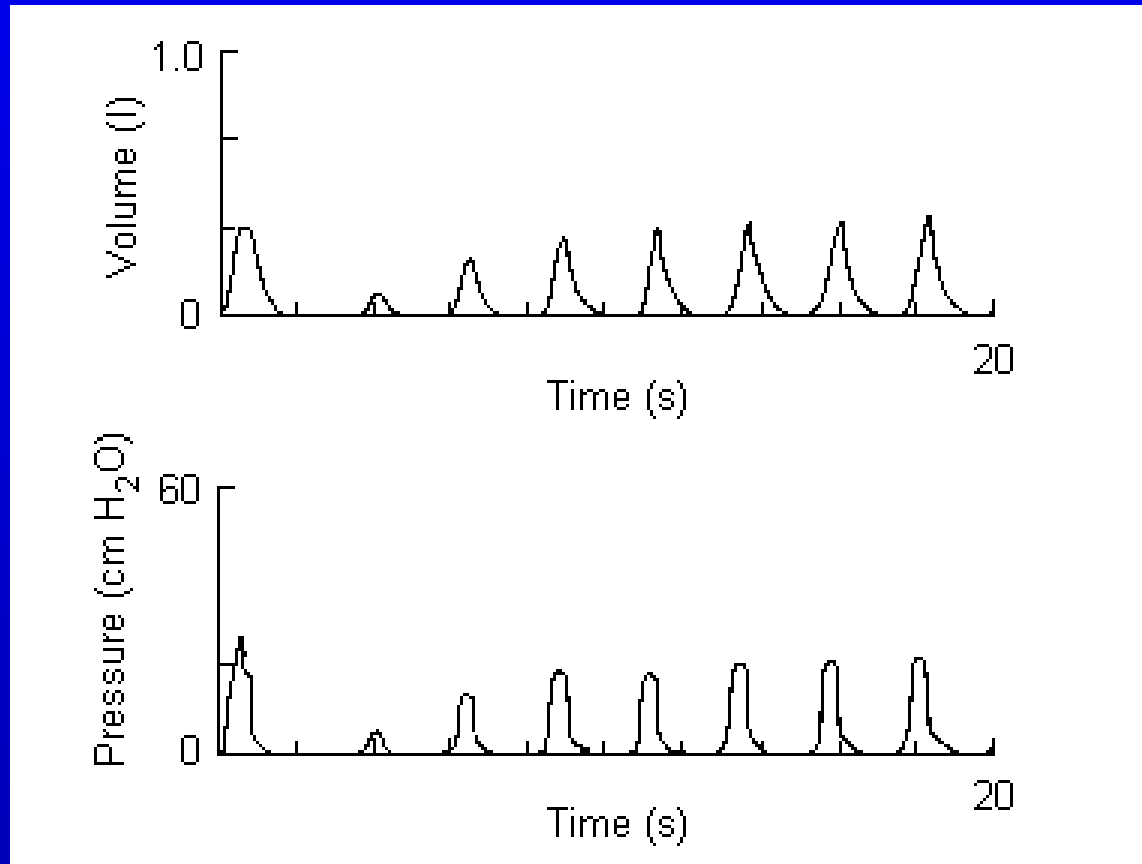


プレッシャー・レギュレーティッド・ボリウム・コントロール (PRVC) ベンチレーション

- 分時換気量およびTVを調節
- 吸気時にあらかじめ設定した分時換気量を維持できるような最小の圧の使用
- 肺コンプライアンスに常に適応したピーク圧



PRVC



From: G. Marraro



気管内挿管人工呼吸

第3相

- 自発呼吸の補助
- あらかじめ設定したTVと分時換気量になるように最小の圧を設定
- ★ 無呼吸の予防
- ★ 徒手による適応の必要なし



VSV 対 PSV

利点

- 無呼吸を調節（人工呼吸器は自動的に PRVC=pressure regulated volume controlにスイッチされる）
- 肺の過膨張と圧損傷の減少
- ★ 徒手的な適応の必要なし



24時間の侵襲的人工呼吸

W人工呼吸からのウィーニング

コントロール換気の期間を減少させるために
短時間補助自発呼吸させる

✱ 患者の疲労を避ける！



24時間の侵襲的人工呼吸

ウィーニング方法

目的

1. 抜管し、非侵襲的人工呼吸を行う (NPPV や RTX Respirator を換気モードで使用)
2. ガス交換を悪化させずに自発呼吸に戻る



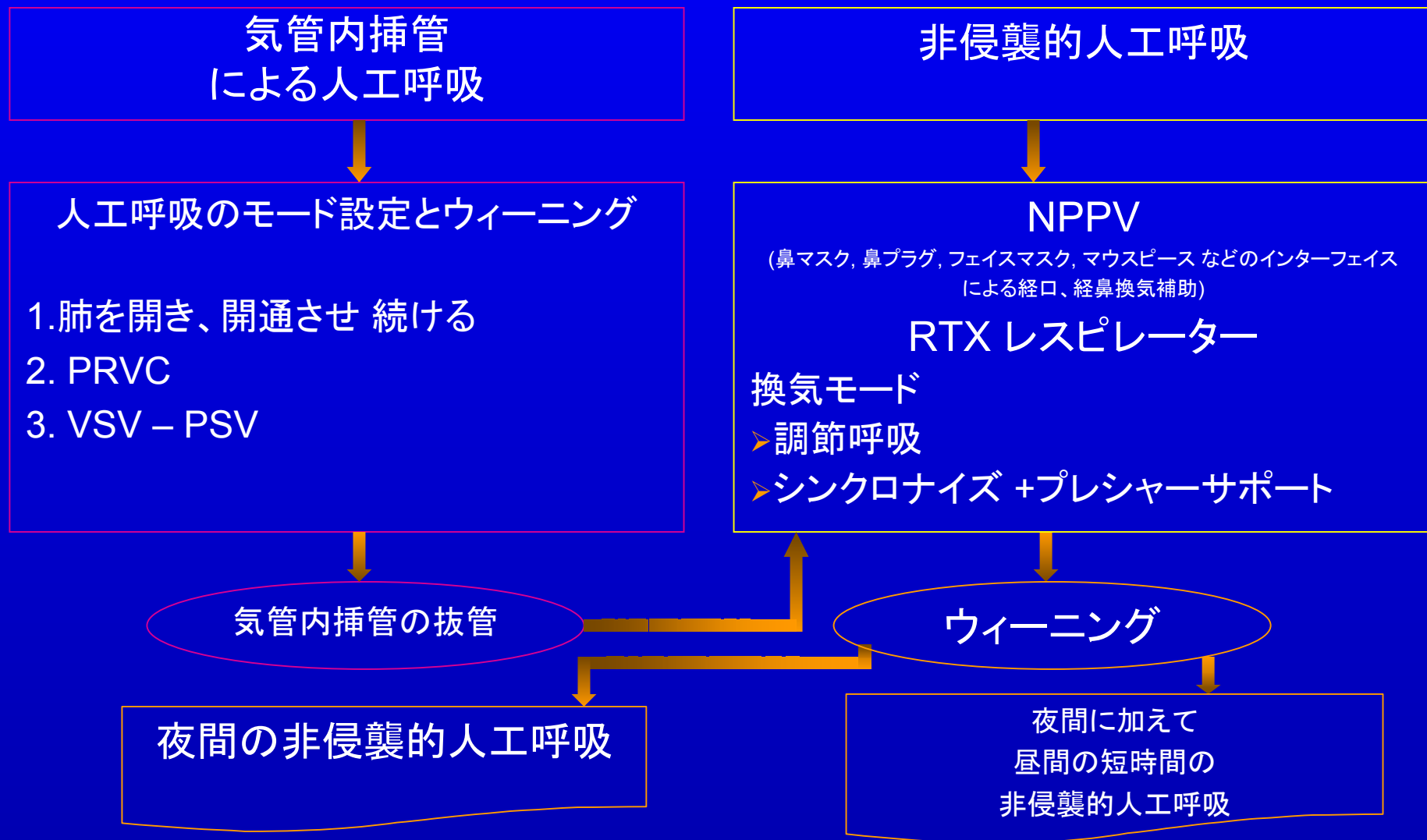
24時間の侵襲的人工呼吸

ベンチレーターからのウィーニング

- ❖ 正しいプロトコル
- ❖ 抜管の失敗を避ける (感染の悪化のリスク！)
- ❖ 重度の疲労を避け、患者のタイプによって受容できる疲労のレベルを評価
- ❖ 肺の調節機構の悪化を防ぐ



治療のフローチャート



24時間の侵襲的人工呼吸

ウィーニングの protocol

いつ

- ❖ 安定し、改善した臨床状態
- ❖ 正常に近い換気
- ❖ 気道分泌物が容易に除去できる



抜管の protocols

1. 酸素付加が無くても、 $\text{SpO}_2 > 94\%$ が維持できる
2. 血行動態の安全性 (動脈圧と CVP)
3. 正常に近い換気状態
4. 胸部レントゲン写真の改善 Improved chest x-ray
5. 敗血症でない



抜管の Protocol

さらに

- 24時間前から深い鎮静は避ける(もし適応であれば)
- 腸の動きが正常で、栄養摂取・管理が容易
- ⌚ それぞれ8時間ごとに1～2回以上の気道サクションをしなくても良い



24時間の侵襲的(気管内挿管)人工呼吸患者

気管内挿管チューブの抜管前に

- ❖ 再挿管の準備
- ❖ 気道内分泌物の確実な除去



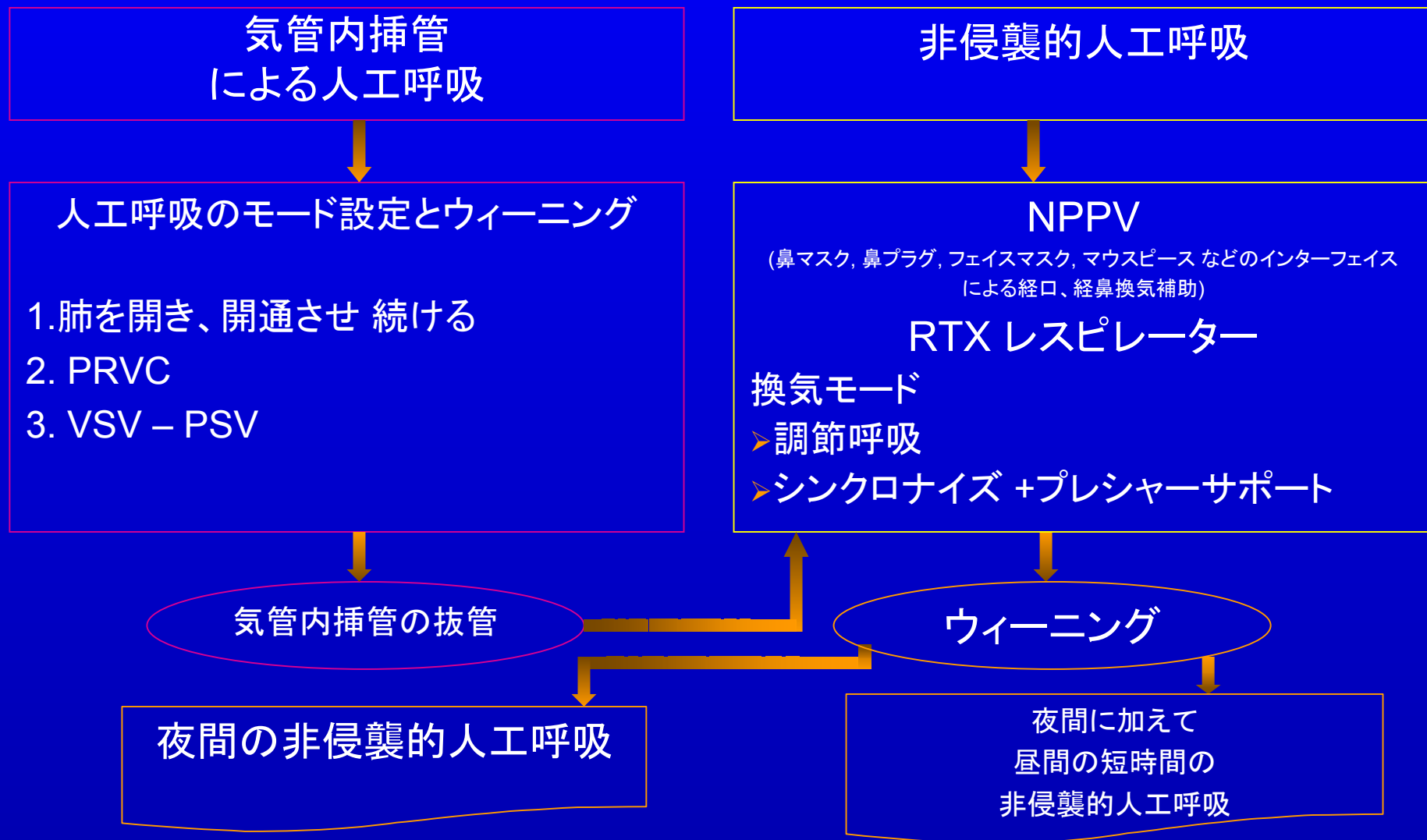
換氣療法

➤ 氣管内挿管による人工呼吸

➤ 非侵襲的人工呼吸



治療のフローチャート



換気療法

- 気管内挿管人工呼吸

- 非侵襲的人工呼吸

 - IOT and CMVからの離脱

 - NIVからの離脱



非侵襲的換気療法(NIV)

換気モード

- Controlled ventilation (調節呼吸)
 - 人工呼吸器により完全に調節された呼吸
(ボリューム／プレッシャー モード)
- Synchronized + assisted pressure
(同期型＋補助プレッシャー)
 - 調節呼吸 + 支持自発呼吸



非侵襲的人工呼吸(NIV)

NPPV

RTX Respirator, モード設定



非侵襲的人工呼吸(NIV)

NPPV



非侵襲的人工呼吸(NIV)

NPPV

利点

- ピーク内圧の使用

不利な点

- 患者と呼吸器の同調が困難
- マスクの問題
- 肺に分泌物貯留



非侵襲的人工呼吸(NIV)

NPPV

問題点

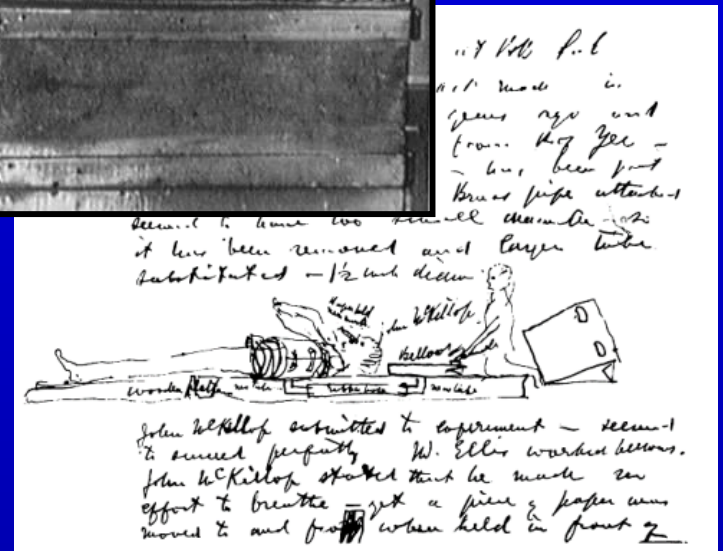
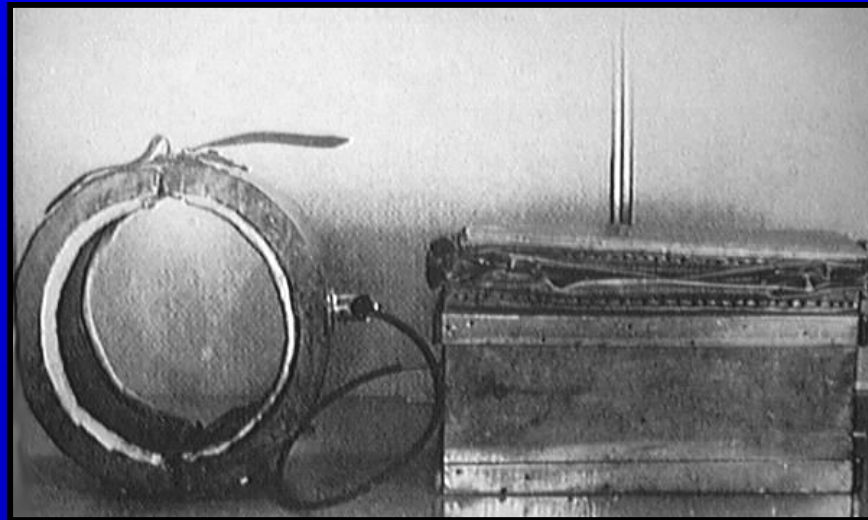
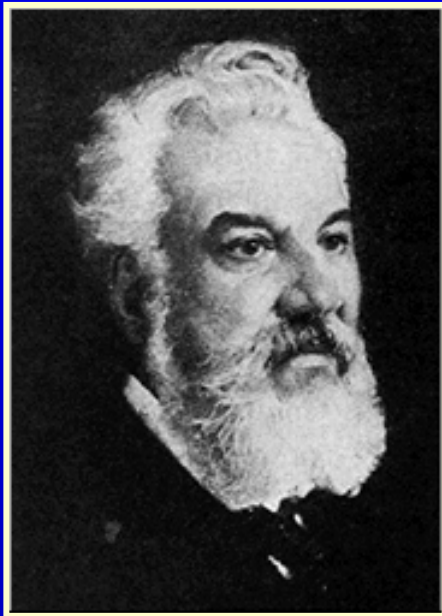
- マスクによる鼻周囲の褥瘡
- 治療の効果が現れない (リーク)
- 腹部の過膨張
- PEEP使用困難 (リーク)



Alexander Graham Bell

アレキサンダー・グラハム・ベル先生

1889 – 体外式陰圧人工呼吸器



非侵襲的人工呼吸(NIV)

RTX Respirator(ハイアック オシレーター)
コントロール・シンクロナイズされた換気



非侵襲的人工呼吸(NIV)

RTX Respirator (ハイアック オシレーター)
コントロール・シンクロナイズされた換気



非侵襲的人工呼吸(NIV)

RTX Respirator (ハイアック オシレーター)

- 胸郭の外から胸当てを使用
- 顔や鼻のマスクが要らない
- 陰圧・陽圧の人工呼吸
- あるモードから他のモードに移行するときに
すぐに移行できる



非侵襲的人工呼吸(NIV)

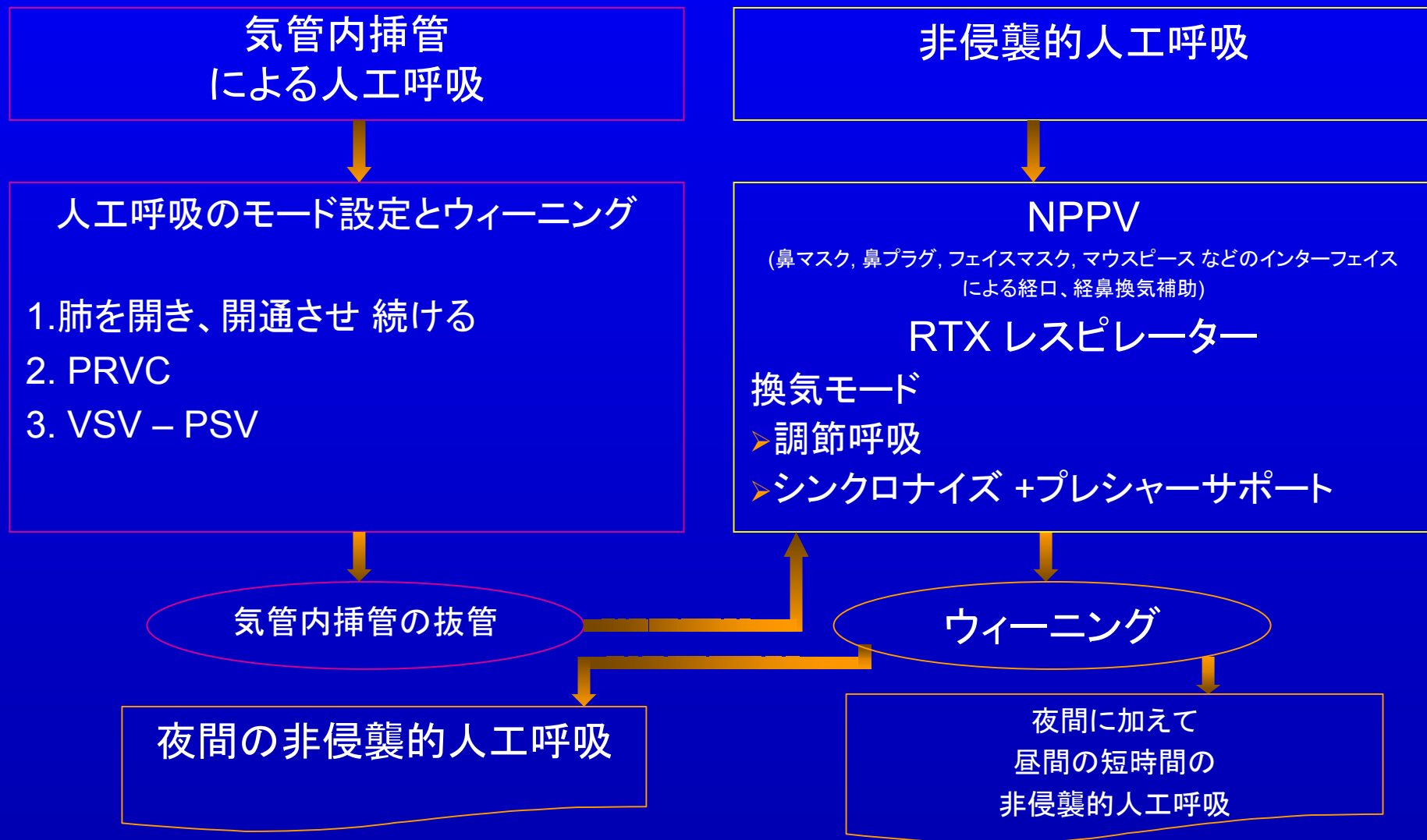
RTX Respirator

利点

- 主気管支と気管への分泌物の移動
- 無気肺の治療: 分泌物の除去と気管肺胞の開通性維持
- 胸郭の再形成と変形傾向の軽減



治療のフローチャート



今後の展開

考慮する点

- 人工呼吸の持続使用を徐々に軽減
- 昼間を通して自発呼吸を再習得
- 昼間に、短時間での自発呼吸を再習得



今後の展開

夜の換気補助

- NPPV
- RTX Respirator (コントロールかシンクロナイズ)
- ★ 人工呼吸療法の前後に気道分泌物排除をすることは必要で基本的



今後の展開

夜間の調節呼吸と昼間の短時間の調節呼吸

- NPPV
- 夜間にNPPVと昼間短時間 RTX Respirator (シンクロナイズ)
- RTX Respirator (コントロールまたはシンクロナイズ)
- ★ 人工呼吸療法の前後に気道分泌物排除をすることは必要で基本的



人工呼吸療法

➤ 気管内挿管による人工呼吸

➤ 非侵襲的換気療法

➤ 喀痰の除去



気道分泌物の除去

効果

- 換気と気道の確保の改善
- 換気の不適切さと無気肺の阻止
- 感染予防



気道分泌物の除去

器械的排痰介助 (mechanical in-exsufflation)

イン・エクサフレーター=in-exsufflatorまたは カフ・アシスト(cough assist)



気道分泌物の除去

カフ アシスト (イン・エクサフレーター)

➤ 使用の難しさ

- 3歳未満のこどもでは、
 - 気道のclosure volume(クロージャーボリューム)が高い
- 協力的でない患者
 - 呼吸器の非同調性
 - 分泌物除去効果がない



気道内分泌物の除去

RTX Respirator

分泌物のクリアランスと咳



気道内分泌物の除去

RTX Respirator

分泌物のクリアランスと咳

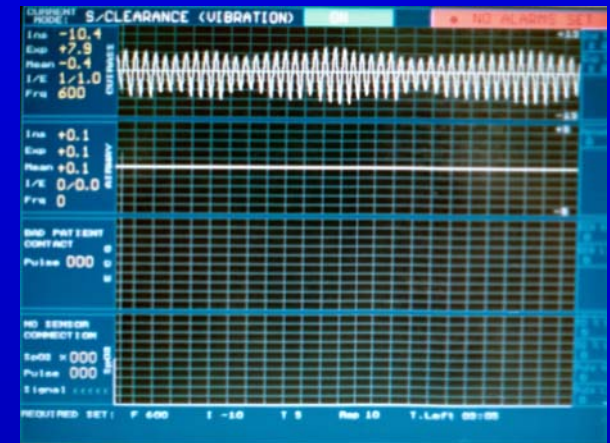


気道内分泌物除去

RTX Respirator

分泌物クリアランスと咳

- 患者の協力は不要
- 胸腔内に陰圧不要(エア・トラッピング)
- HFO
- 咳
- 自発呼吸を含む異なる換気状態をたやすく急速に変えられる



Thank you for your attention

ジュゼッペ・A・マラロ, MD

gmarraro@picu.it

www.picu.it

小児集中治療部麻酔科・ICU部長

ファテベネフラッテリ・眼科病院

ミラノ イタリア