

在宅医療ケア研修会 2024/12/6

在宅における 小児の人工呼吸器

神奈川県立こども医療センター

総合診療科 森里美

本日のメニュー

- 在宅人工呼吸器療法とは
呼吸の生理・適応疾患
- 在宅人工呼吸器の見方
在宅人工呼吸器の種類・設定
- 在宅人工呼吸器の観察のポイント

医療的ケア児の数

【医療的ケア児の実態】

①在宅の医療的ケア児の推計値（0-19歳）



全国の在宅医療的ケア児の数は年々増加傾向にあります。

資料：「医療的ケア児及びその家族に対する支援に関する法律」について（厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部障害福祉課 障害児・発達障害者支援室作成。 <https://www.mhlw.go.jp/content/12601000/000794739.pdf>（2023/10/01時点）

当院で在宅人工呼吸器を導入した患者数 174例（2003年～2024年3月）

在宅人工呼吸療法とは

呼吸器による呼吸補助を行いながら日常生活を送る

簡便性・操作性

安全性

軽量
バッテリーなど

1990年 TPPVが保険適用

1998年 NPPV, OSASに対するCPAPが保険適用

※一般的にはCPAPはOSASのみ適応

2020年 HFNCが保険適用 ただしCOPDのみ

→現時点では小児HFNCの在宅保険適応はない

安全性を担保するために主治医だけでなく
月1回の在宅審査会で審議にかける

TPPV	最低でも3か月の入院期間
NIPPV	最低でも2か月の入院期間

呼吸は何をしているか

換気

血液にたまった
二酸化炭素を拡散する



正常な分時換気量が必要
PIPや呼吸回数で規定される

酸素化

肺胞で
酸素を血液中に取りこむ
そして組織へ運ぶ



適切な酸素投与・PEEPが必要

呼吸の調節

コントロール系

呼吸の指令を
出す

中枢神経

駆動系

呼吸のための
運動をする

胸壁、胸膜
気道、末梢神経

ガス交換系

酸素、二酸化炭素
交換する

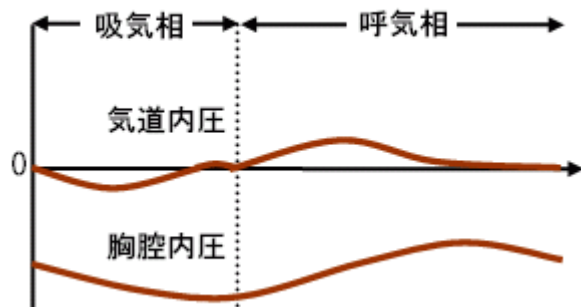
肺、肺血管
間質

小児における在宅呼吸療法の適応疾患

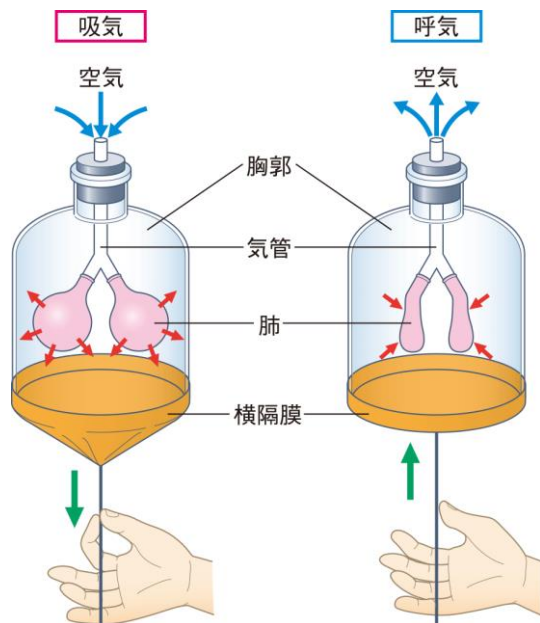
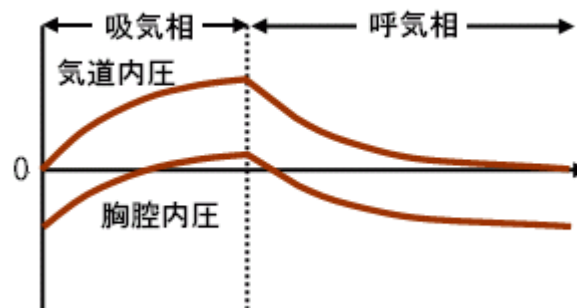
	疾患	説明
肺実質	間質性肺炎・慢性呼吸不全	肺そのものが悪い
気道	喉頭軟化・気管軟化 気管狭窄など	側彎などによるもの も含む
呼吸中枢	脳炎脳症後・キアリ奇形など 低酸素性虚血性脳症	呼吸中枢の不具合
呼吸筋	SMA、筋ジストロフィー、 ミオパチー、ミトコンドリア病など	筋委縮による
その他	骨形成不全など	胸郭低形成など

自発呼吸と人工呼吸

自然呼吸



人工呼吸



通常の呼吸

空気が自然に入る



横隔膜が下がる

胸腔内が陰圧に

- ①横隔膜が下がる
- ②胸腔内が陰圧になる
- ③肺に空気が自然に入る

人工呼吸器による呼吸

空気を他動的に送り込まれる



胸腔内が陽圧に

- ①人工呼吸器により空気が送り込まれる
- ②肺が広がり胸腔内も陽圧になる

当院で採用している 在宅人工呼吸器

クリーンエアprisma VENT



クリーンエアASTRAL



トリロジーEvo

NPPV

noninvasive ventilation positive pressure ventilation

気管切開を用いない陽圧人工呼吸
肺に陽圧を加えて換気を補助する



メリット

気管切開を回避して換気効果を得る
嚥下、発声、言語獲得など

デメリット

誤嚥、低血圧、吞気

小児では導入困難（啼泣による呼吸状態の悪化）

顔面や頭蓋の変形、分泌物喀出困難、褥瘡

マスクの種類

鼻マスク

ウルトラミラージュ
コンフォートジェルブルー

口を閉じる必要あり
慢性期に.



フルフェイスマスク

ミラージュフルフェイス
コンフォートジェルブルー

閉塞感が強い.
口呼吸の多い急性期に.



マスクの内腔や
開口などによるリーク
呼気孔からの流出
上気道への拡散

VTはあてになりにくい

トータルフルフェイス

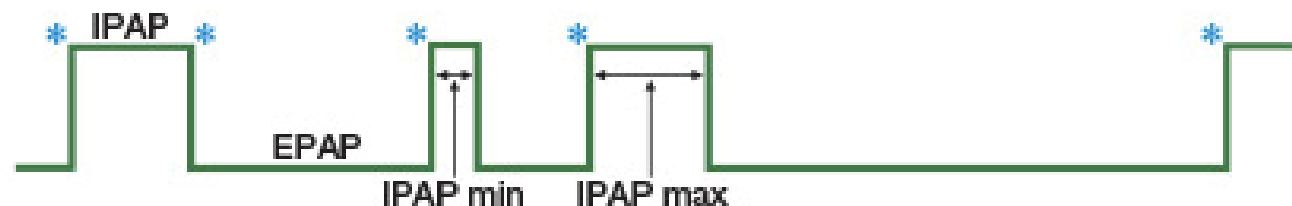


一般的なモード

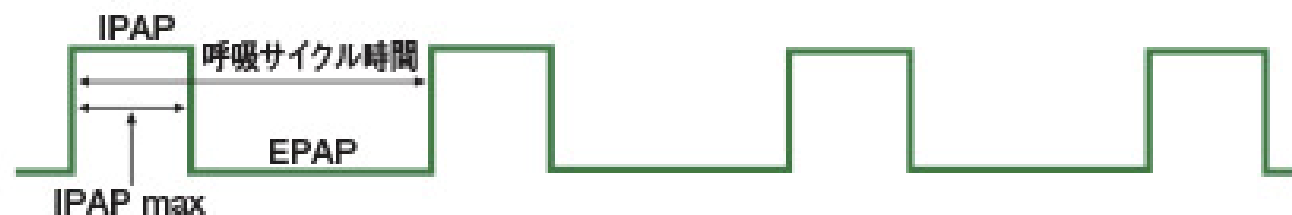
患者呼吸
パターン



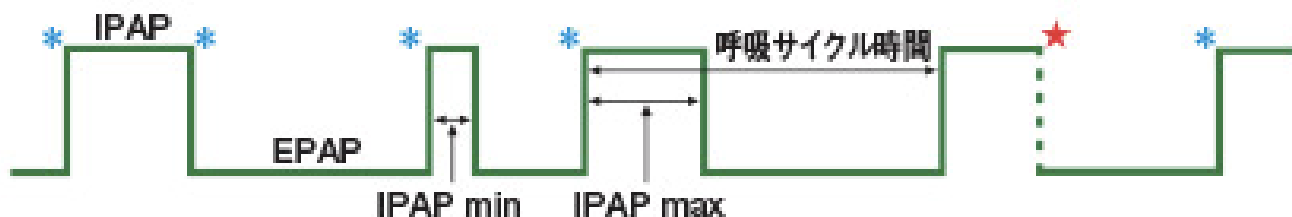
Sモード



Tモード



S/T
モード



在宅でのNIPPV管理の注意点

- 確実な気道確保
- 多量の分泌物
- 痙攣発作
- 慢性的な誤嚥
- マスクフィット、褥瘡
- 顔面や頭蓋骨の変形
- 本人・家族の受け入れ状況

TPPV

Tracheostomy positive pressure ventilation



気管切開をおこなった児に対して、
人工呼吸器を用いて呼吸補助を行う

メリット

確実な気道確保、ケアにおける安全性、緊急時含めて
痰の吸引しやすさ
顔面トラブル軽減

デメリット

気管切開トラブル、事故抜去、吸引の必要性
社会的ハードル、気管切開による影響

一般的なモード

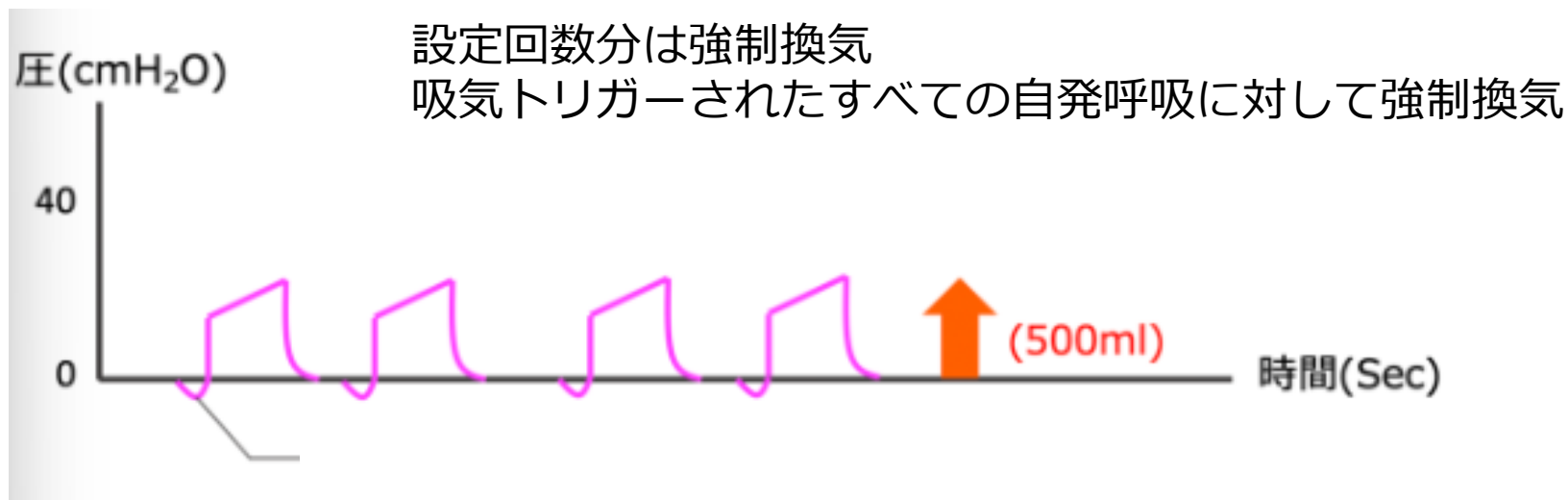
一回換気量は
保障されない

小児では一般的にPCV modeを使用する

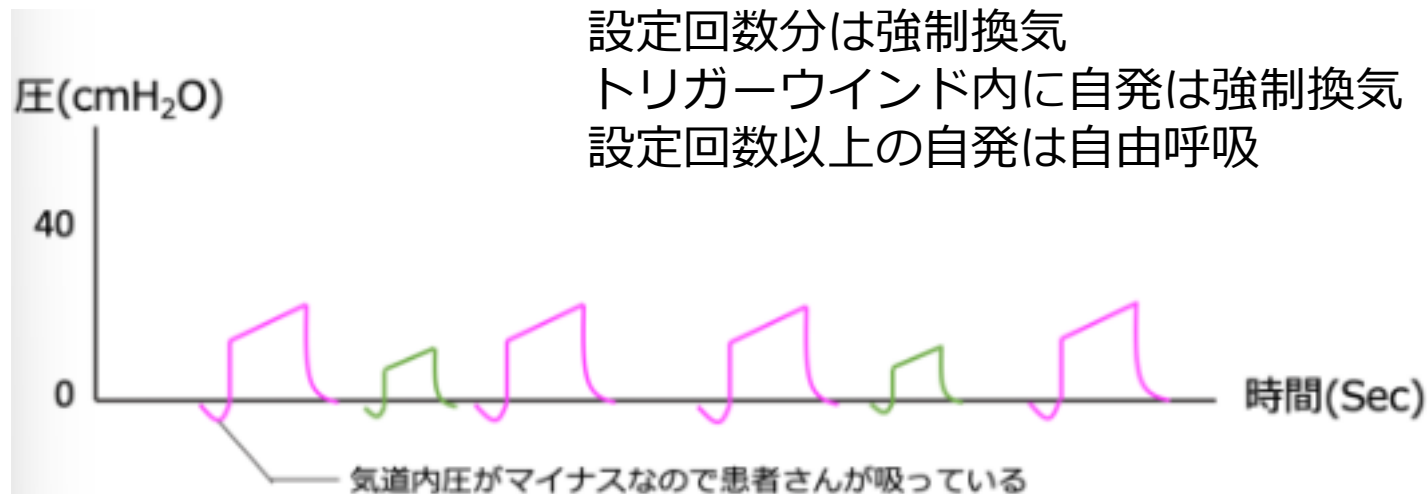
PCV (Pressure controlled ventilation)

決められた圧力をかけて一回換気量を確保する

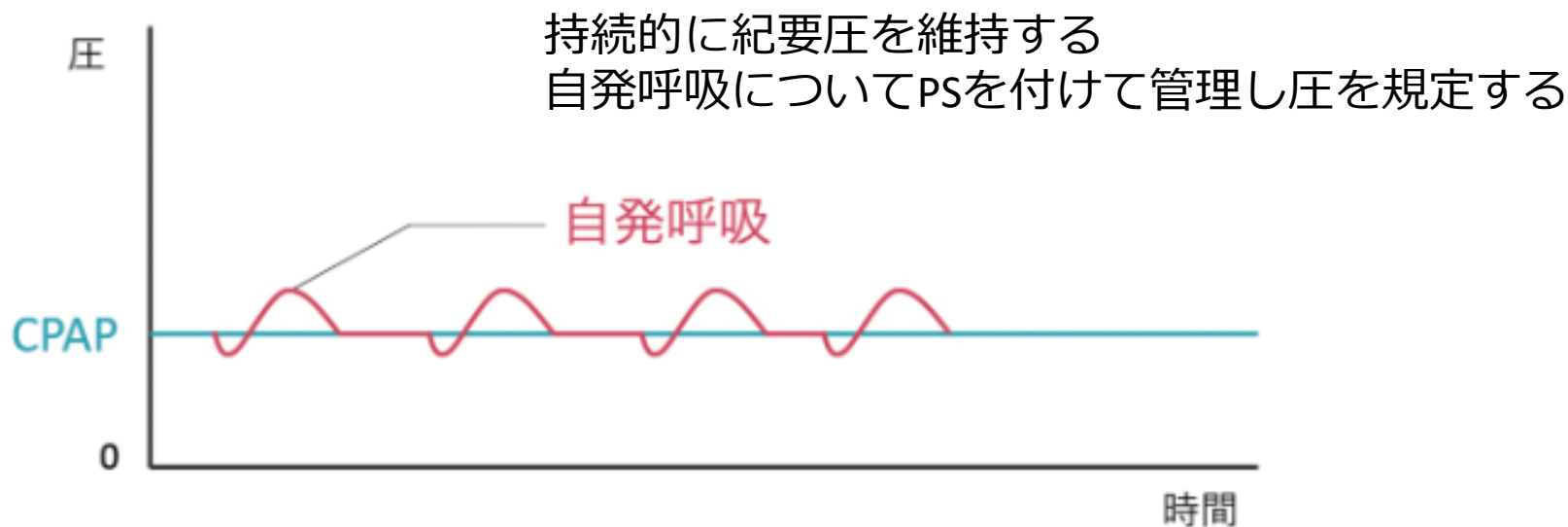
①A/Cmode



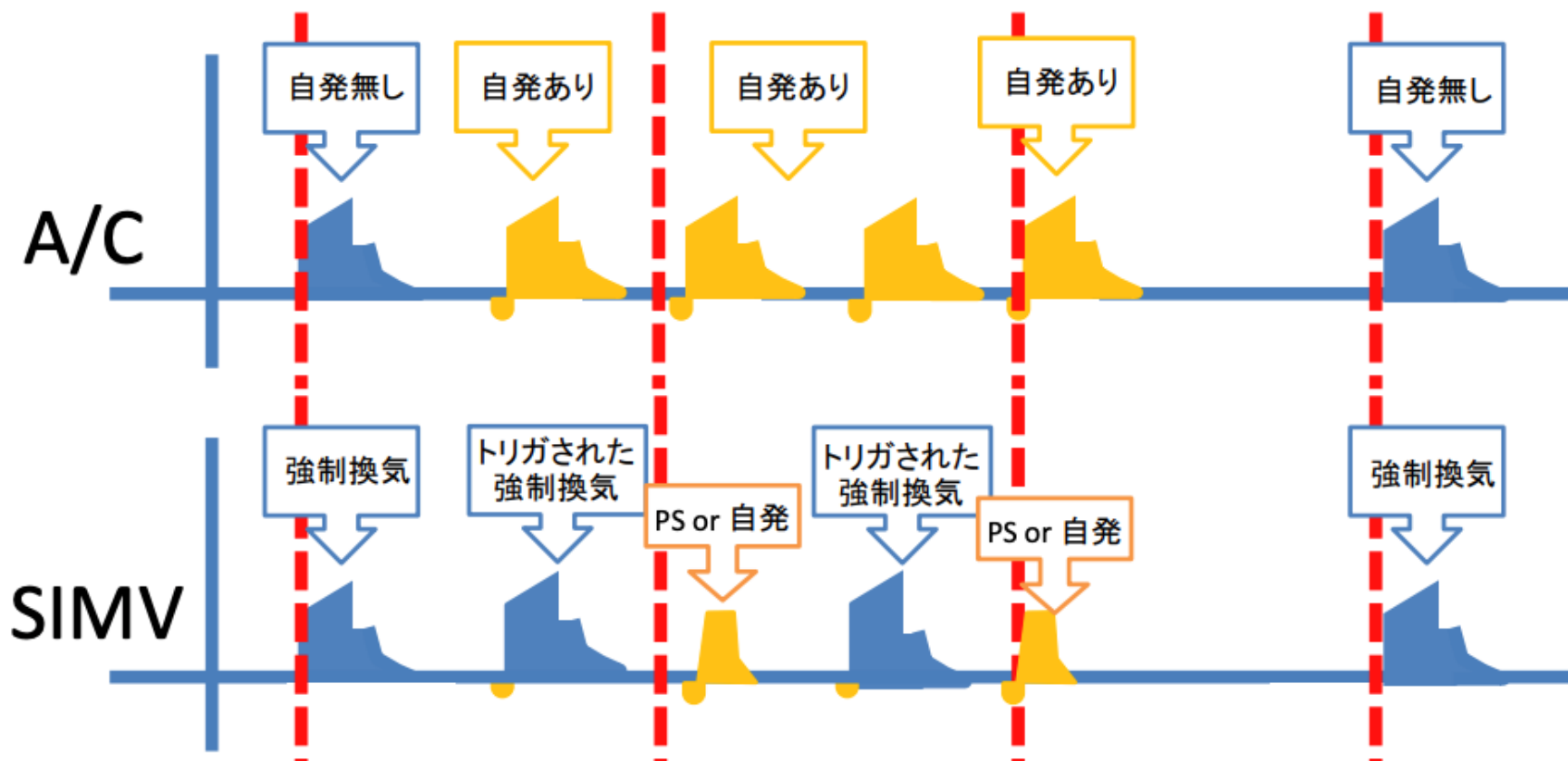
②SIMVmode (synchronized intermittent mandatory ventilation)



③PSV+CPAP (SIMV+PS)



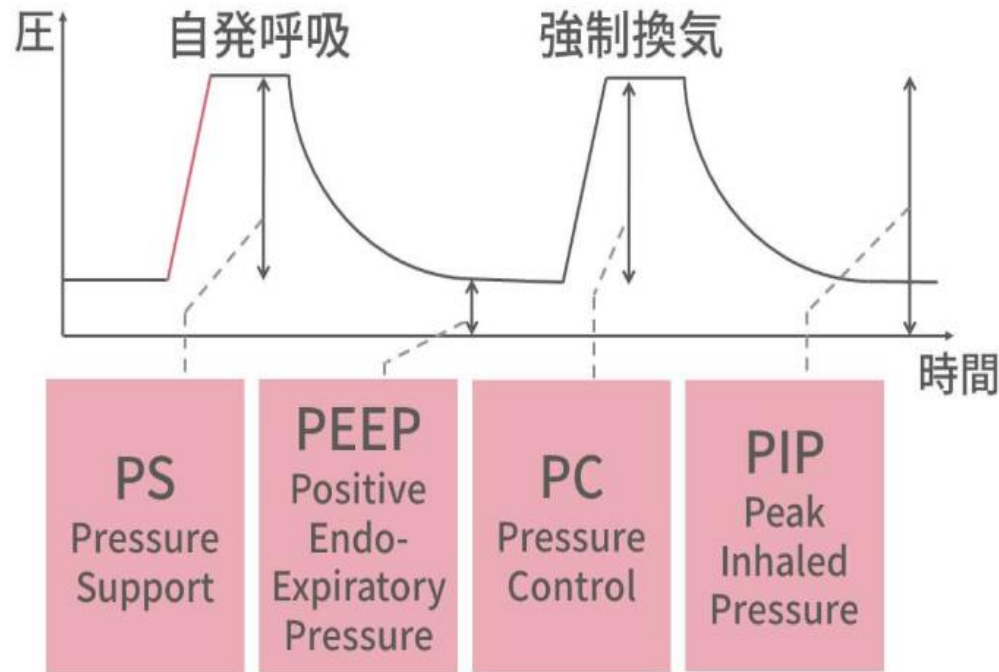
TPPVの設定



設定するパラメーター

PIP(Peak Inhaled Pressure) 最大吸気圧

PEEP(Positive Endo-Expiratory Pressure)呼気終末陽圧
気道の開存と肺胞の虚脱を防止 3-5cmH₂O



PCVの場合 TVの目安は 6~10ml/kg

設定するパラメーター

吸気時間：強制換気で吸気にかかる時間 小児0.5-1秒

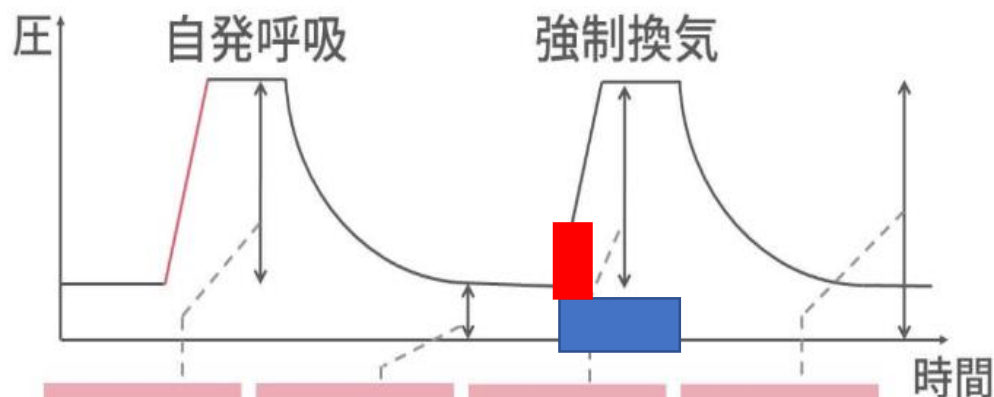
ライズタイム：吸気開始からIPAP圧到達までの時間

RT 0.1-0.3秒

換気回数：1分間に強制換気の入る回数

新生児 $f=40-60$ 成人 $f=12-15$

トリガー：患者の吸気努力を機械が検知する感度



在宅でのTPPV管理の注意点

①緊急時に必要な物品の準備

バックバルブマスクを常に携帯

非電動式吸引器

②呼吸器回路の確認

加温加湿器（もっとも多いトラブル）

③気管切開チューブ

④口腔ケア

アラームへの対応

人工呼吸器は生命維持装置！

適切なアラーム設定とアラームへの対応は必須！

問題がある場所は、
機械、チューブ、患者のどこかにある



気道内圧
換気回数
換気量

気道内圧に関するアラーム

気道内圧低下アラーム

患者 自己抜管

チューブ 回路はずれ、破損、ゆるみ

機械

気道内圧上昇アラーム

患者 無気肺・気胸・ファイティング・痰詰まり

チューブ 分泌物の貯留・折れ曲がり

機械 非同調

換気回数に関するアラーム

無呼吸アラーム

患者	自己抜管
チューブ	回路はずれ、破損、ゆるみ
機械	ミストリガー

換気回数上限アラーム

患者	不穏、疼痛、酸素需要増加
チューブ	
機械	非同調

換気量に関するアラーム

換気量上限アラーム

患者	呼吸回数の増加、吸気努力増加
チューブ	回路はずれ、破損、ゆるみ
機械	非同調

換気量低下アラーム

患者	呼吸回数減少、無呼吸、ファイティング、 無気肺、気胸、分泌物貯留など
チューブ	リーク、閉塞、破損、
機械	

緊急性があるかの判断

患者が呼吸できているか・バイタルは？
何のアラームか？

緊急性が高い

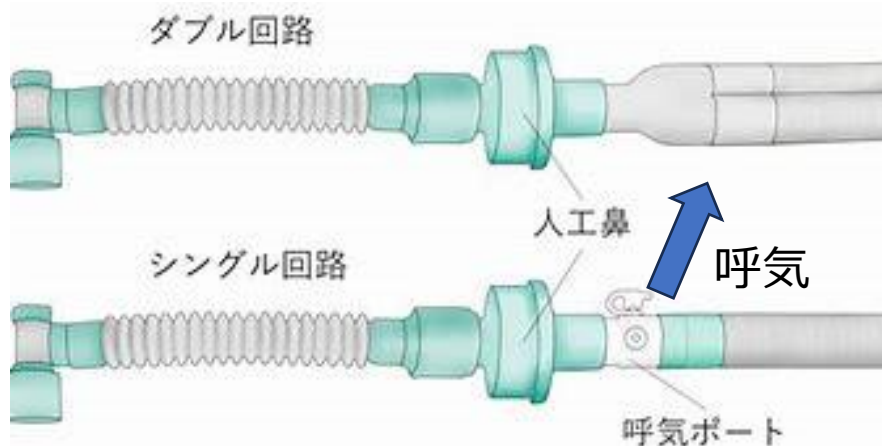
人を呼ぶ、バックバルブマスク

チューブ（気管チューブ）を確認する

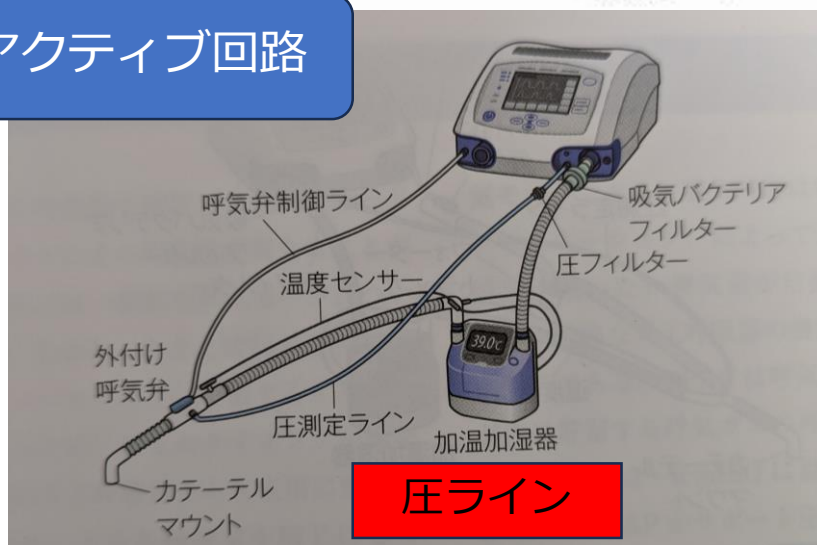
閉塞・リーク・吸引



呼吸器の回路



アクティブ回路



呼気を装置へ回収する

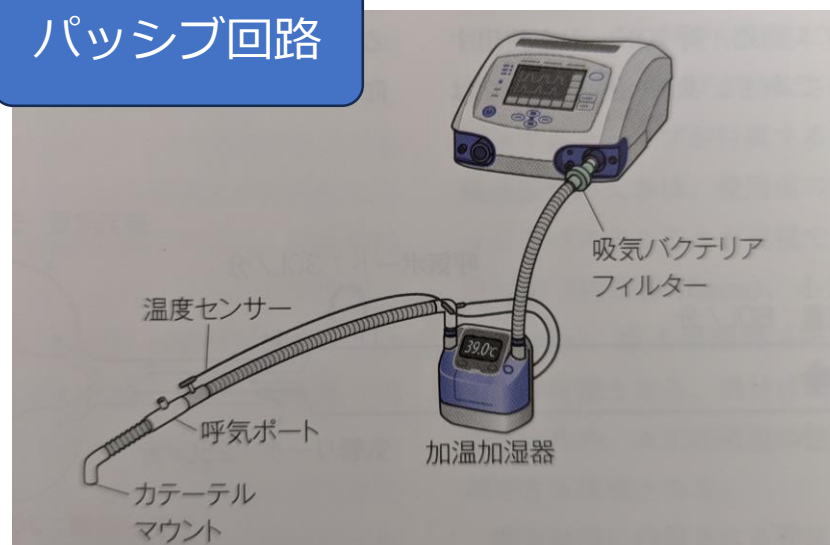
呼気

吸気

呼気を逃がすポートを
ふさがないように注意

吸気

パッシブ回路



在宅人工呼吸器療法マニュアルより

人工鼻回路

受動的な保湿

メリット

シンプルな回路

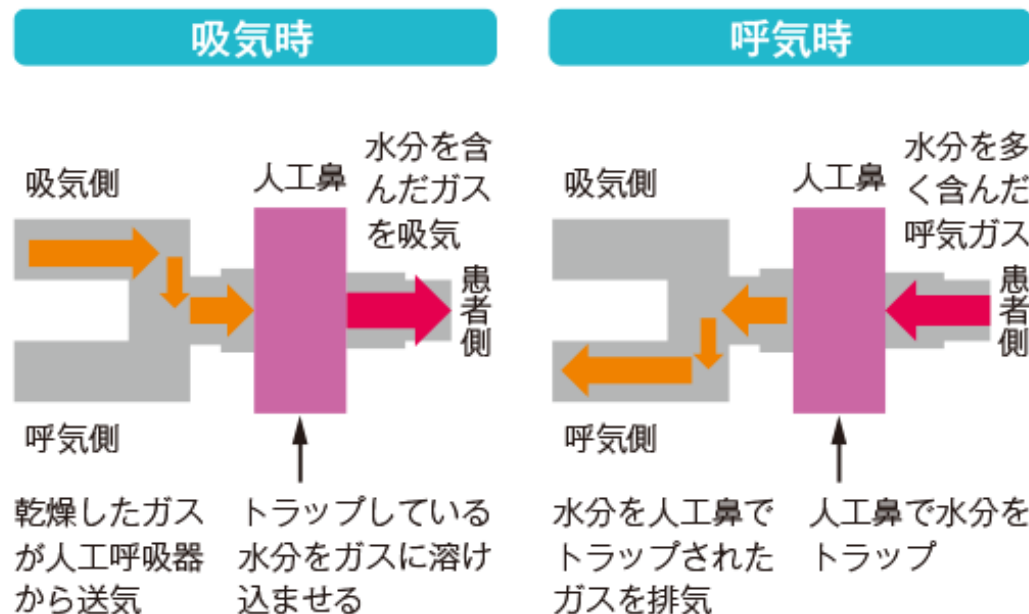
電源が不要、移動しやすい、給水が不要

デメリット

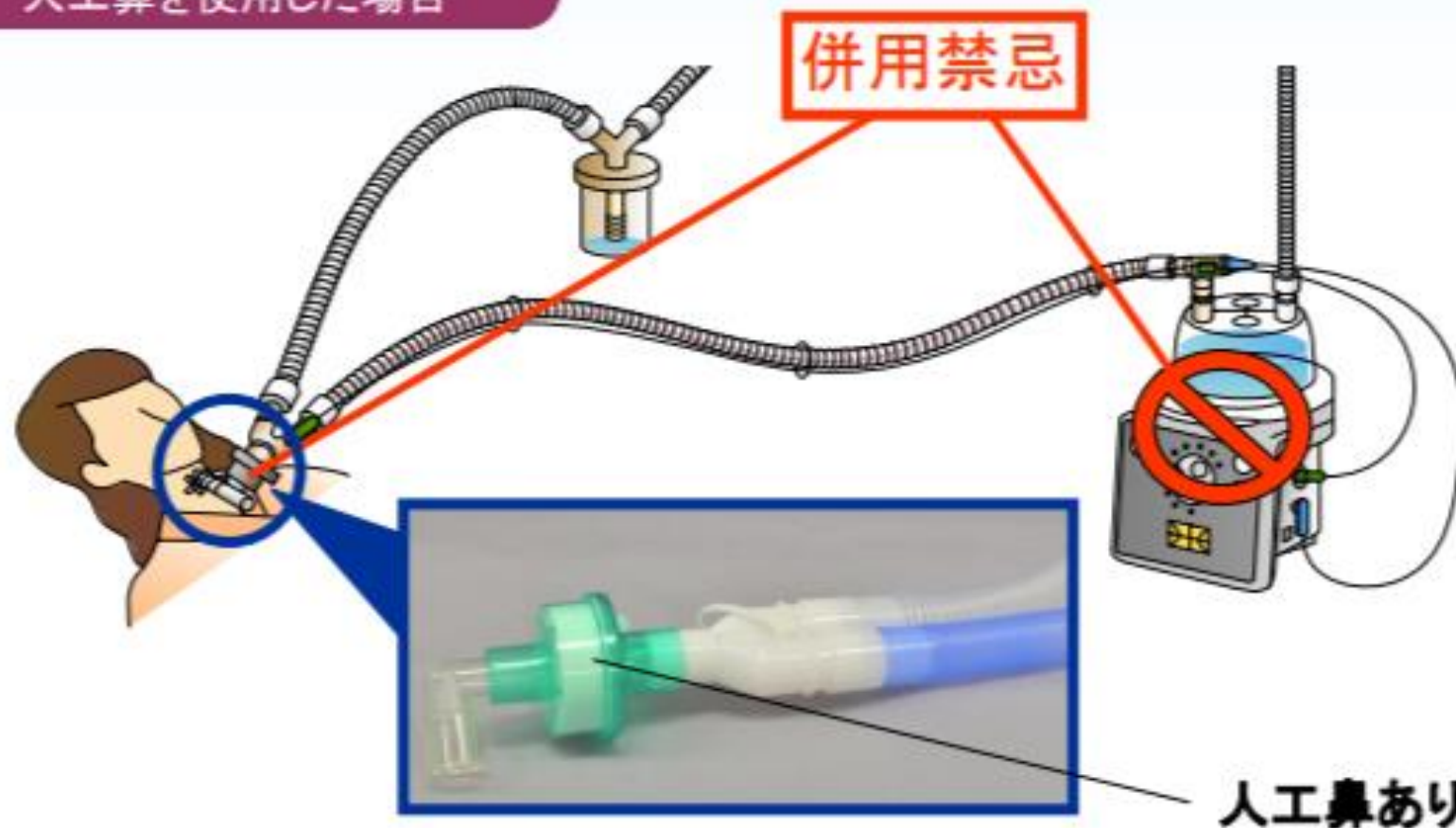
十分な加湿はされず痰がかたくなる

NIPPVでは使用でない、低体温

成人ではカフ付きカニューレが頻用されリークが少ないので適応が多い
24-48時間ごとに交換



人工鼻を使用した場合



回路の人工鼻と加湿器の併用は禁忌
理由) 加湿で人工鼻が閉塞し換気ができなくなる！

人工鼻について

人工鼻の役割は保温・保湿

本人の呼気中の熱と湿度で賄っている

※ネブライザーと併用は禁忌 閉塞する

Filterは保湿薬剤込

水分や痰で目詰まりすると交換が必要

痰が多くて汚れる場合あるが水溶性で洗えない



◀ アクアプラス
スポンジタイプ
ダメだけど洗って再使用

ソフィットベント▶
紙タイプ
死腔の大きさの違いある
短頸でも使用しやすい



在宅人工呼吸器の重要ファクター

```
graph TD; A([分泌物管理]) --> B[加温加湿]; C((在宅呼吸器で多い  
トラブルは加湿器  
関連)) -.-> B; B --- D[上気道の加温加湿機能が失われる  
気管粘膜の機能の低下  
線毛運動の働きが失われる  
線毛の損傷];
```

分泌物管理

在宅呼吸器で多い
トラブルは加湿器
関連

加温加湿

上気道の加温加湿機能が失われる
気管粘膜の機能の低下
線毛運動の働きが失われる
線毛の損傷

加湿器の種類



MR810

- ・ヒーターワイヤー使用できる
- ・加温・加湿の設定を3段階で調整



MR850

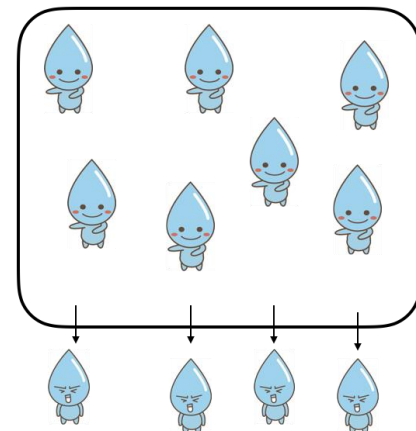
- ・挿管モードとマスクモード
- ・裏モードで温度設定できる
- ・基本的には環境温を考慮して温度を自動で調整するA(Auto mode)
- ・複雑なため在宅では適していない

結露対策

結露とは？

空気に溶ける水分の量は温度に依存する

吸気ガスが呼吸器回路を通る途中で周りの室温で冷やされると、空気中に溶けていた水分が結露として生じる



<対策>

回路内の温度が下がらないようにする

→プチプチやカバーを巻くなど

特にカテテルマウントの結露は注意

MR850 での調整



在宅酸素療法



	メリット	デメリット
酸素濃縮器 + ボンベ	操作が簡単 ボンベは長期間保存できる	電気代がかかる ボンベは交換が必要 外出の時に大きなボンベを運ぶ必要
液体酸素	電気代がかからない 子機が小型軽量	定期的に設置型容器の交換が必要 設置型容器は重たく大きい 子機への充填作業が難しい

排痰補助装置

MI-E: Mechanical Insufflator-Exsufflator

機械による咳の介助

- ・マスクや気管内チューブを介して肺および気道にゆっくりと深く陽圧を与えた後、陰圧にシフトさせる動作が咳と同様の作用を生み出す。
- ・排痰を促し、分泌物除去する。



カフアシスト



スマートベストによる
パーカッサーモード



コンフォートカフⅡ