

ナースのための 人工呼吸器 超入門編 教育教材

目次

本教材の目標	3
0. 人工呼吸器の役割	4
1. 人工呼吸器の動作	5
2. モードの基礎	8
3. PEEPとPS	14
4. モード	17
5. 人工呼吸器関連（用語、部品付属品）	24
6. 日常点検	34
7. 習熟度チェック問題・解答	39

本教材の目標

1. 人工呼吸器がどのように動いているか説明できる（原理）。
2. モードの構成要素を3つ説明できる。
（トリガ・リミット・サイクル）
3. PS・PEEPについて説明できる。
4. 人工呼吸器の基本モード（CPAP・A/C・SIMV）について、特徴を説明できる。
5. 重要な用語、部品&付属品の名称と役割が説明できる。
6. 日常点検のポイントが説明できる。

0.人工呼吸器の役割

0-1 人工呼吸器の役割

人工呼吸器の役割には、大きく分けて3つあります。

- ① **酸素化の改善**
- ② **換気の改善**
- ③ **呼吸仕事量の軽減**

① 酸素化の改善：

PaO₂やSaO₂を改善させることです。

② 換気の改善：

人工呼吸器の分野で換気と言ったらPaCO₂の話になります。つまりPaCO₂を改善（適正化）するのが2つ目の役割です。

③ 呼吸仕事量の軽減：

何かしらの原因で呼吸不全になり呼吸筋の疲労が生じている場合、もしくは呼吸に対して、患者が非常に努力を要する状態になっている場合、それを軽減させる目的で使用します。

勘違いしてはいけないことは、人工呼吸器自体がARDSや肺炎を直接的に治療しているわけではないことです。あくまでも、原疾患の治療のための時間稼ぎとして人工呼吸器は使われるものなのです。

0-2 人工呼吸と自発呼吸

まずは、人工呼吸と自発呼吸の違いを考えましょう。空気の流れをつくるには圧の差、つまり「圧較差」が必要です。圧較差があることで、圧の高い方から低い方へガスが流れます。

私たちが普段行っている呼吸は、横隔膜が収縮することで胸腔内を陰圧にして、外気との圧較差を作ることによって空気を肺に取り込んでいます。人工呼吸はどのように空気を送り込んでいるかというと、人工呼吸器自体が高い圧をつくって肺に空気を押し込んでいるのが「人工呼吸器」です。つまり、陽圧をかけて圧力の低い肺へ空気を無理やり押し込んでいます。自発呼吸と人工呼吸では全く異なった方法で圧較差をつくって呼吸をしています。

1. 人工呼吸器の動作

目標 1. 人工呼吸器がどのように動いているか説明できる。(原理)



●人工呼吸器の基本的な動き

まずは人工呼吸器がどのように動作しているかを見てください。

人工呼吸器の役割をもし人間が行うとしたらどのような方法で行うでしょうか？右図のようなMouth-to-mouth (マウストゥーマウス) で陽圧をかけて空気を送り込むことを思い浮かべるのではないのでしょうか？

この行為を24時間、数日間やり続けることはできません。

そこで登場するのが陽圧式の人工呼吸器です。

しかし、人工呼吸器と言われると、難しい原理で動いていて近寄りたくないようなイメージを持つ方が多いのではないのでしょうか？

しかし、上述の人間が行う人工呼吸の方法を考えると、人工呼吸器はそれほど難しい原理で動いているわけではなさそうです。

そこで、ここでは人工呼吸器の動作原理を2つの弁の動きで簡単に考えていくことにします。

まず、人工呼吸器には、吸気弁と呼気弁といわれる弁がついています。これが開いたり閉じたりすることで、吸気と呼気が行われています。

2つの弁の 開け閉め

吸気・・・吸気弁開く、呼気弁閉じる
呼気・・・吸気弁閉じる、呼気弁開く

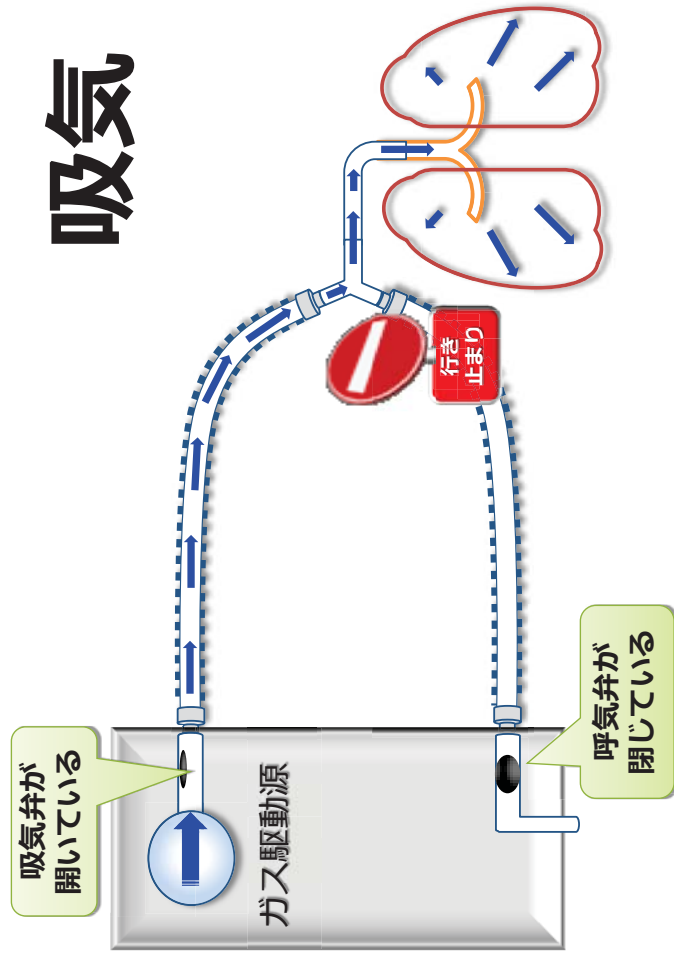
目標 1. 人工呼吸器がどのように動いているか説明できる。

●人工呼吸器の吸気

もう少し具体的に説明を進めていきます。

人工呼吸器を下図のように人工呼吸器本体と回路、肺は風船のようなものと考えてください。吸気側にガスの駆動源があって、その近くに吸気弁があります。反対側に呼気弁があります。

そして吸気の際には吸気弁が開いて、呼気弁が閉じて図の→のようにガスが流れて肺の中に空気が入っていきます。これが吸気です。



吸気

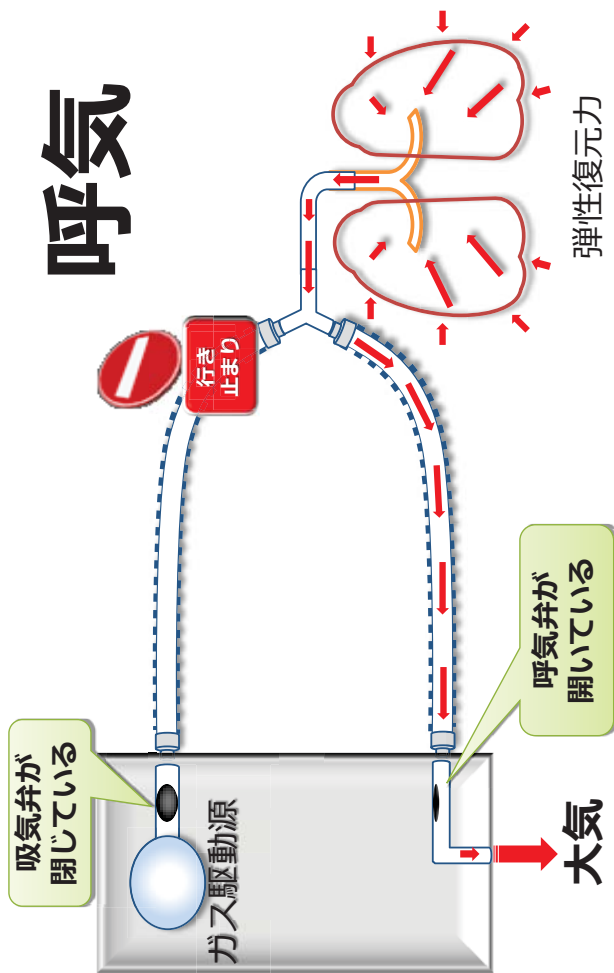
目標 1. 人工呼吸器がどのように動いているか説明できる。

●人工呼吸器の呼吸

呼吸は先ほどと逆に吸気弁は閉じます。同時に呼気弁が開く事で空気が大気へ流れだします。これが呼気です。

さて、人工呼吸の呼吸時の動作は、呼気弁を開く以外にどのような動作をするのでしょうか？実は呼吸時の人工呼吸器は呼気弁を開いているだけで、別に呼気側から陰圧をかけて空気を吸い取っている訳ではありません。ではどのように呼吸を行っているかというと、肺が膨らんだ後はしぼむ性質を利用しています。胸郭も広がった元に戻る力を持っています。人工呼吸器の呼吸はこの元に戻る力（弾性復元力）で行われます。

人工呼吸器は吸気を助ける機械で呼吸は患者さんが自分で吐き出しています。それほど難しい動作をしているわけではありません。



2. モードの基礎

目標 2. モードの構成要素を3つ説明できる。

(トリガー・リミット・サイクル)

●モードはいくつあるのか？

皆さんが人工呼吸器を勉強する上で一番難しく思われることは「モード」ではないでしょうか？では、モードは一体いくつあるのでしょうか？

残念なことに、下記に示すように多くのモードがあります。しかも、新しい人工呼吸器が登場するたびに新しいモードが開発されます。つまり、各モードを知っている役割も立つかも知れませんが、次々に開発されるさまざまなモードの動作を細かく分析していくことがモードを理解する本質ではありません。

先ほど人工呼吸器の基本的な動きを理解していただいたように、人工呼吸器は弁が2つ付いていてそれが患者さんに合わせて相互に動作しているだけです。そこで、ここではモードを理解するために基礎となる弁を開け閉めするタイミングを学習していきます。これがまさにモードの理解の本質なのです。

<さまざまなモード>

SIMV : Synchronized intermittent mandatory ventilation

BILEVEL : Bilevel positive airway pressure

CPAP : Continuous Positive Airway Pressure

HFOV : High frequency oscillatory ventilation

PRVC : Pressure-regulated volume control

APRV : Airway Pressure Release Ventilation

<人工呼吸器の動作原理>

2つの弁を開け閉めしているだけ！！

目標 2. モードの構成要素を 3 つ説明できる。

(トリガー・リミット・サイクル)

どんな複雑なモードでも、基本動作は2つの弁の動作ですので、あまり難しく考える必要はありません。

人工呼吸器の動作は大きく3つの要素です。①「いつ」吸気を始めるか、②「どれくらい」吸気させるか、③「いつ」吸気をやめるか。

モードはこの組み合わせを使って動作を説明する事が出来ます。

ポイントは3つ!

①「いつ」
吸気を始めるか
トリガ

②「どれくらい」
吸気させるか
リミット

③「いつ」
吸気をやめるか
サイクル

目標 2. モードの構成要素を 3 つ説明できる。

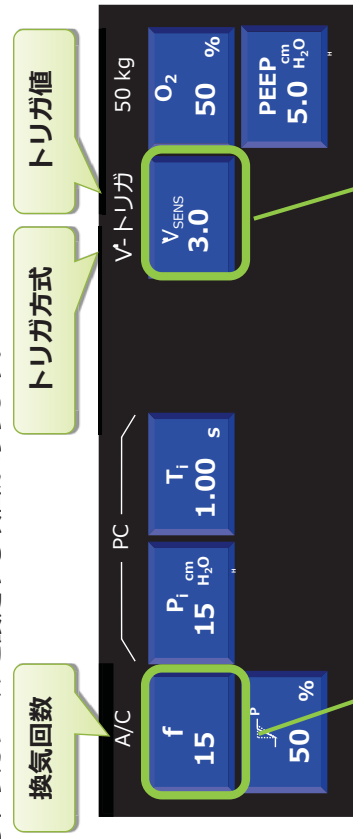
(トリガー・リミット・サイクル)

①「いつ」吸気を始めるか?

「いつ」吸気を始めるかこれはトリガといいます。トリガの種類は2つあります。1つは時間で決める「time-triggered」です。例えば1分間(60秒)に換気回数を15回と設定した場合、60秒÷15回=4秒/回となります。つまり4秒に1回吸気させるという事になります。換気回数を決める事で「時間」を決めていることとなります。

しかし、何が何でも時間で決めて吸気していると、患者さんが自分で呼吸している場合は、あまり快適ではなさそうです。

そこでもう1つのトリガとして、患者さんに合わせて吸気させると言う「patient-triggered」という方式があります。Patient-triggeredは図のように自発呼吸を感じるトリガレベルを設定する項目があります。



time-triggered 吸う回数を決めると 時間が決まる

f (換気回数) : 15 (回/min)

60秒 / 15回 = 4秒だから、
4秒に1回吸気を始める事になる

patient-triggered 自発呼吸を感じ 患者さんが吸いたい タイミングに合わせる

(例) トリガ値が3.0 (L/min) とは
患者さんが3.0 (L/min) 以上の流量で
息を吸った時、自発だと感知し、それに
合わせて吸気を始める
自発呼吸が弱く感知しない場合は、トリガー感
度を上げる。(よりトリガし易くする)
トリガ感度を上げる = 3.0 → 2.0
トリガ感度を下げる = 3.0 → 4.0

目標 2. モードの構成要素を 3 つ説明できる。

(トリガー・リミット・サイクル)

② 「どれくらい」 吸気させるか？

「どれくらい」 吸気させるかということをリミットといい、これも2種類あります。1つは吸気量を定める「ボリュームコントロール」、もう1つは吸気の際にどれくらい肺に圧をかけるかというのを決める「プレッシャーコントロール」です。注意しなければならないことは、プレッシャーコントロールは肺にかかる圧を設定するので、圧は決められますが、その肺に「どれくらいの量」が入るかは、患者さんの肺の堅さや気道の細さによって変わります。

The diagram shows two ventilator control panels. The left panel is for PC (Pressure Control) mode, and the right panel is for VC (Volume Control) mode. Both panels show settings for A/C (Assisted/Controlled) and V-トリガ (Volume Trigger) at 50 kg. The PC panel has settings for frequency (f) at 15, pressure (P_I) at 15 cm H₂O, and time (T_i) at 1.00 s. The VC panel has settings for frequency (f) at 15, volume (V_{GENS}) at 3.0 L, and flow rate at 50 L/min. Callouts explain that PC mode determines the pressure (吸気時の圧) and VC mode determines the volume (吸気時の量) for each breath. The VC panel also shows a callout for '吸気流量' (Inspiratory Flow) at 50 L/min.

PC (プレッシャーコントロール)
 吸気時の圧 (吸気圧) を決める
 どれくらいの量が入るかはわからない

VC (ボリュームコントロール)
 吸気時の量 (一回換気量) を決める

吸気圧
 リミットの方式

1回換気量
 リミットの方式

目標 2. モードの構成要素を 3 つ説明できる。

(トリガー・リミット・サイクル)

③ 「いつ」 吸気をやめるか？

「いつ」 吸気をやめるかということをサイクルといいます。吸気のやめるタイミングはいくつかの種類があります。例えば図で示したように、吸気時間が設定されていて、吸気を時間でやめるものをタイムサイクルといいます。またリミットが1回換気量が決められているVC (ボリュームコントロール) であれば1回換気量を全て入れたら吸気をやめるボリュームサイクルがあります。

The diagram shows two ventilator control panels. The left panel is for Time Cycle mode, and the right panel is for Volume Cycle mode. Both panels show settings for A/C (Assisted/Controlled) and V-トリガ (Volume Trigger) at 50 kg. The Time Cycle panel has settings for frequency (f) at 15, pressure (P_I) at 15 cm H₂O, and time (T_i) at 1.00 s. The Volume Cycle panel has settings for frequency (f) at 15, volume (V_{GENS}) at 3.0 L, and flow rate at 50 L/min. Callouts explain that Time Cycle mode determines when to stop breathing based on time (時間で吸気をやめる) and Volume Cycle mode determines when to stop breathing based on volume (ボリュームサイクル). The Volume Cycle panel also shows a callout for '吸気流量' (Inspiratory Flow) at 50 L/min.

タイムサイクル
 時間で吸気をやめる

ボリュームサイクル
 ボリュームが入ったら吸気をやめる

吸気圧
 リミット方式

1回換気量
 リミット方式

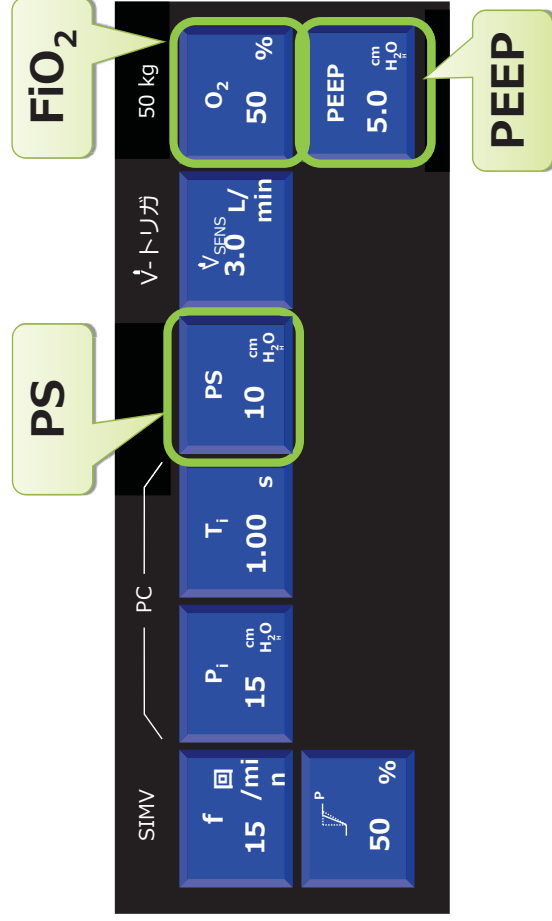
目標 2. モードの構成要素を 3 つ説明できる。

(トリガー・リミット・サイクル)

他の設定

その他に図のような設定項目があります。FiO₂は吸入酸素濃度です。一番低い設定は21%で最大限ダイヤルをまわしても100%です。

それでは次にPS (プレッシャーサポート) とPEEP (ピープ) とはといったどのようなものなのかを見ていきます。



PEEPとPSとは？

3. PEEPとPS

目標 3. PEEP・PSについて説明できる。

PEEPとは？

Positive End-Expiratory Pressure

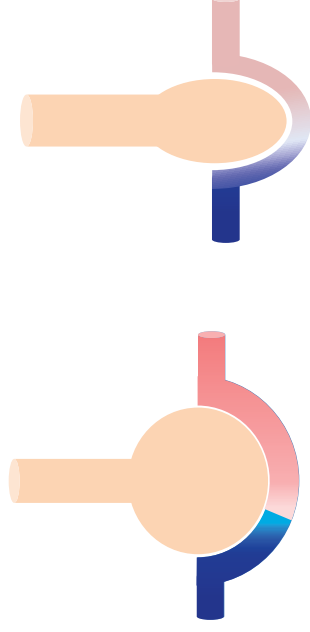
呼吸終末陽圧

PEEP「ピープ」というのは「Positive End-Expiratory Pressure」の略で、日本語では「呼吸終末陽圧」と呼びます。普通の人でも呼吸時に声門の閉閉によって生理的 PEEP が 3 cmH₂O 程度かかっています。

PEEPによる機能的残気量の増加

PEEPの役割は酸素化の改善です。なぜ酸素化を改善するのかを見ていきましょう。人は息を吐ききった場合でも肺の中にガスが残っています。それを機能的残気量 (FRC) と言います。この機能的残気量が低下すると酸素化が低下すると言われています。その理由は、人間の呼吸において血液の酸素化は吸っているときだけ行われている訳ではないためです。つまり、心臓から届けられる血液は、常に流れているので、呼吸時にも肺の中にあるガスで酸素化を行っています。肺が呼吸時に虚脱してしまうと、本来呼吸時に行われている酸素化が行われないため、酸素化が低下してしまいます。

そこで呼吸時にもPEEPをかけて肺をしっかりと膨らませ機能的残気量を増やし、酸素化を改善しています。肺炎などにより肺が堅くなっていて患者さんは、機能的残気量が低下しているのので、人工呼吸器によって呼吸時に圧を補助する必要があります。これがPEEPの役割です。

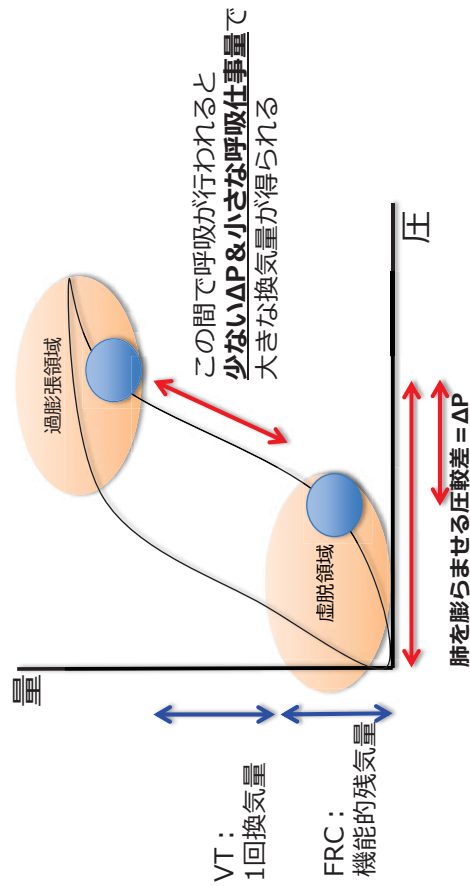


呼吸時にしっかりと膨らんでいないと、呼吸時に行われるガス交換が低下する

目標3. PEEP・PSについて説明できる。

PEEPをかけていると肺が完全に萎まずに膨らんだままになっています。つまり虚脱しないという事です。肺は虚脱すると機能的残気量が低下し酸素化が低下するという不都合が起きると書きましたが、それだけではありません。PEEPにはもう1つの役割があります。

肺は、膨らみにくく、しぼみにくい特性を持っています。一度膨らんでしまえば、小さな圧で肺は膨らんでしまいます。しかし、虚脱してしまえば、より高い圧をかけないとしっかり膨らんでくれません。例えば風船を思い浮かべてください。完全に萎んだ風船を膨らませる力（圧力）と中途半端に膨らんだ風船を途中で膨らませる力（圧力）では、中途半端に膨らんだ風船の方が容易に膨らませる事が出来ます。風船のような肺を膨らませる呼吸にも同様のことが言えます。ある程度膨らんだ肺を膨らませる方がより少ない力（呼吸仕事量）で肺を膨らませることが出来ます。これがもう1つのPEEPの役割です。



目標3. PEEP・PSについて説明できる。

PSとは？

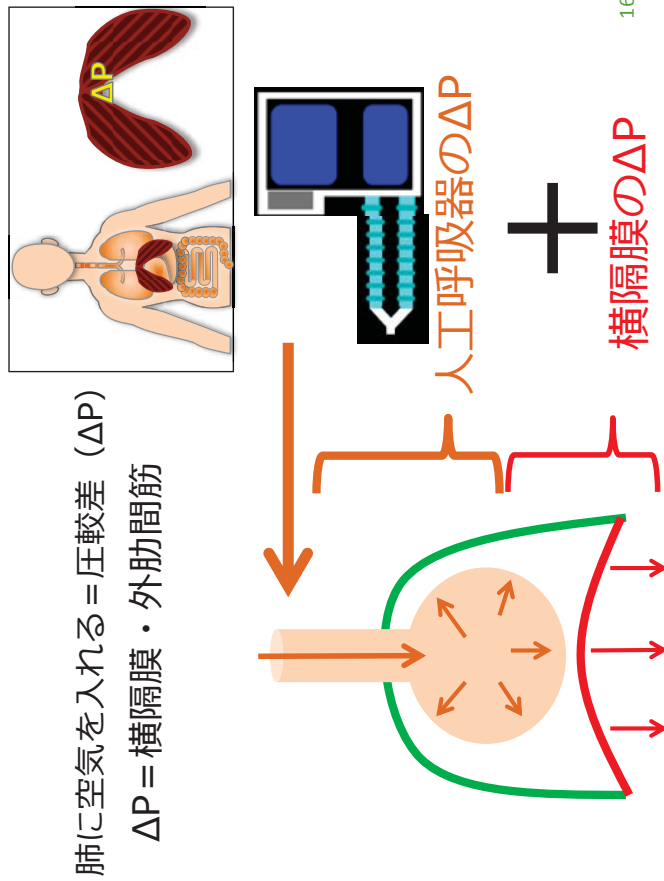
Pressure Support

PSとはプレッシャーサポートと呼びます。モードに追加できるオプシヨンの一つです。基本的な動作は、患者さんの自発呼吸にあわせて吸いたい時間だけ圧をかけてサポートしてあげるもので、自発呼吸が無ければ作動しません。「いつ吸わせ始める？の視点で考えると、完全に「patient-triggered」となります。

・呼吸仕事量軽減のためのPS

肺を膨らませる為には、圧較差（ ΔP ：デルタピー）が必要です。圧較差（ ΔP ）があるから空気の流れができます。では、私たちが普段の呼吸で肺を膨らませる為には、どのようにこの圧較差を作っているのでしょうか？横隔膜や外肋間筋などの筋肉が圧較差（ ΔP ）を作っています。

その圧較差（ ΔP ）を作る仕事を人工呼吸器で代替すれば、患者さんは無駄な筋力を使う事が無く圧較差（ ΔP ）を作ることができます。これで呼吸仕事量は軽減できるわけです。つまり、PSは呼吸仕事量を軽減させているのです。



4. モード

目標 4. 人工呼吸器の基本モード (CPAP、A/C、SIMV) について、特徴を説明できる。

- CPAP
- A/C
- SIMV

人工呼吸器のモードはたくさんある事は先ほど書きましたが、これから紹介する3つのモードは、ほとんどの人工呼吸器についている基本的なモードです。モードをしっかりと覚えておきたいという方は、先ほどのモードの基本要素「トリガ」（いつ吸気を始める）、「リミット」（どこまで吸気させる）、「サイクル」（いつ吸気をやめる）を踏まえて、この3つの基本モードをしっかり学習しておきましょう。

目標 4. 人工呼吸器の基本モード (CPAP、A/C、SIMV) について、特徴を説明できる。

モードの考え方

モードの動作を詳しく説明する前に、非常に重要なモードの考え方について記載します。

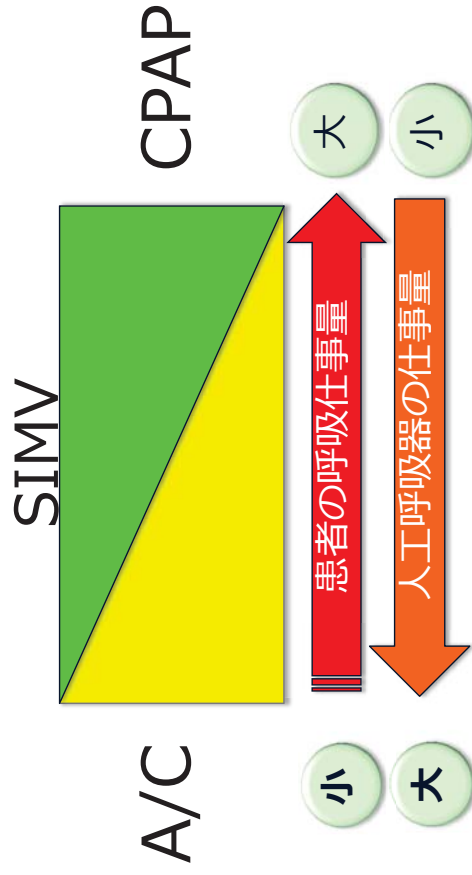
モードの考え方とは、モードをどのような考えで選択するかという事です。モードを選択する上で大事なのは「患者さんが呼吸の仕事をどれくらい自分で負担するか」（呼吸仕事量）「人工呼吸器がどれくらい患者の呼吸の仕事を負担するか？」という事です。

下の図の右側は、人工呼吸器の役割がとて少ない状況になります。そうすると、患者は自分で呼吸しなければなりません。いわゆる患者さんに呼吸の負担をかけているわけです。このモードがCPAP（シーパップ）です。

逆に図の左側は、人工呼吸器の役割が多い状況です。この場合、患者さんはほとんど力を使わずに呼吸ができます。このモードがA/C（アシストコントロール）です。

SIMV（エス・アイ・エム・ヴイ）とは、設定次第で図の右側にも寄り、左側にも寄るといふ特徴があります。そのため図では中間に書いています。このようにモードにはそれぞれの役割があるので、このような図を用いて、今の患者さんの状況ではどのモードが適切なのかを判断しなければなりません。

モードの考え方



目標 4. 人工呼吸器の基本モード (CPAP、A/C、SIMV) について、特徴を説明できる。

CPAP

まずはCPAPです。これは「シーパップ」と呼びます。これは先ほどの「モードの考え方」の図でいうと、一番右側にあたるモードです。一番シンプルなモードで人工呼吸器はほとんど何も行っていません。では人工呼吸器は何も行ってないかという、PEEPをずっとかけている状態です。いわゆる吸っている時も吐いている時も常に陽圧を保っている状態となっています。これがCPAPです。そのため、基本的に自発呼吸がないと使う事が出来ないモードです。ので注意してください。

しかし、吸気に全く何もしていない状態は患者さんにとつて少し負担かも？と感じたり、少し呼吸を助けてあげた方がいいかな？と思うときもあります。そのような状況で加えられるのが「目標3. PEEP・PSについて説明できる」で書いたプレッシャーマサポート (PS) です。これは、モードというよりはオプションです。

CPAPにオプションでPSを付けることで、少し患者の呼吸仕事 (特に吸気) を助けてあげることが出来ます。

**PEEPをかけているだけ。
自発がないと使えない！**

Continuous Positive Airway Pressure

持続的 気道 陽圧

ずっと気道に圧をかけ続けるモード

吸ってる時も
はいてる時も

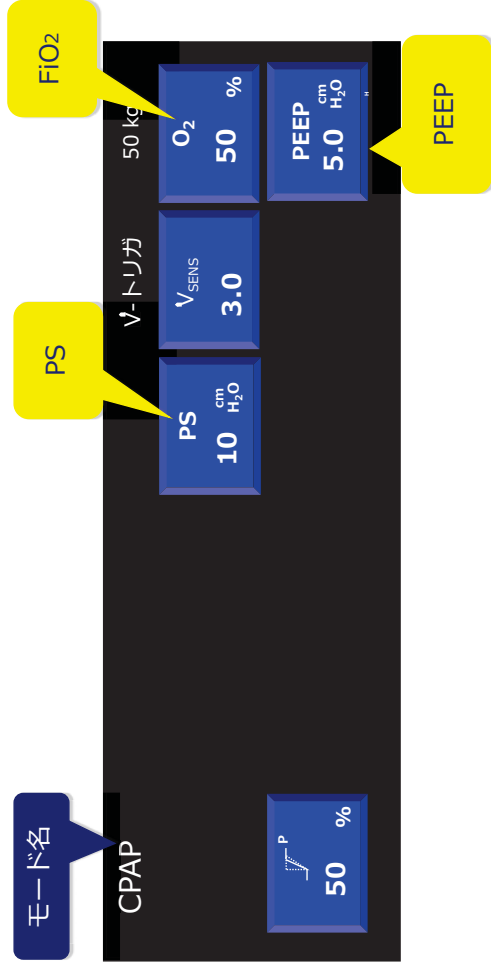
PSを追加する事が出来る！！

目標 4. 人工呼吸器の基本モード (CPAP、A/C、SIMV) について、特徴を説明できる。

CPAP

CPAPの設定は至ってシンプルです。PEEPをかけているだけで、設定項目はPEEPと、酸素濃度 (FiO₂)です。そして先ほど書いたオプションでPSがあります。しかし、人工呼吸器によっては、下図のように手動換気を設定する部分やバックアップ換気を設定する部分等が設定項目に含まれる場合があります。ので注意してください。

設定項目 (例)



目標 4. 人工呼吸器の基本モード (CPAP、A/C、SIMV) について、特徴を説明できる。

A/C

今回のモードの説明は強制換気と補助換気がどのように患者さんに提供されるかという視点で見えていきます。強制換気とは自発呼吸にトリガせず決められた時間で吸気させる換気です。補助換気は自発呼吸にトリガされた換気です。

次にA/Cです。これはアシスト・コントロールと呼びます。これはモードの考え方の図で言うところ一番左側にあたるモードです。

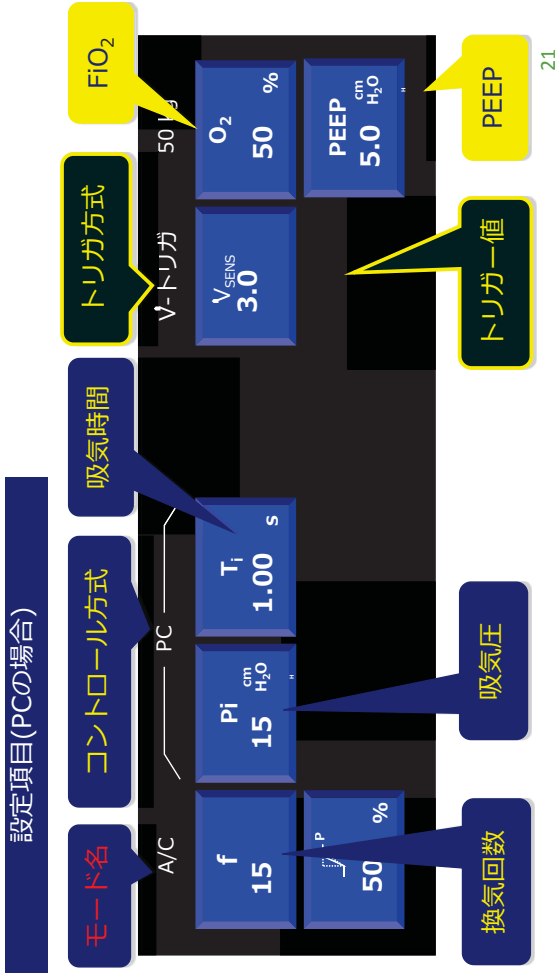
人工呼吸器に設定した換気回数 (決められた回数) は必ず強制換気が入ります。例えば下の図で15回と設定したら必ず15 (回/分) の強制換気が入ります。

(無呼吸でも自発呼吸が15回以下でも)

では、自発呼吸が15 (回/分) 以上出てきたとします。その場合、このモードは「全ての自発呼吸に合わせて」強制換気を行います (これを補助換気といいます)。このため、モードの考え方の図の一番左側にあたります。

Assist / Control

決められた回数は強制換気
全ての自発呼吸に合わせて補助換気



目標 4. 人工呼吸器の基本モード (CPAP、A/C、SIMV) について、特徴を説明できる。

SIMV

次はSIMVです。これは「エス・アイ・エム・ヴィ」と呼びます。これは、モードの考え方の図で中間の位置にありましたが、正確には設定次第で右側にも左側にも変化します。では、SIMVの強制換気の入り方ですが、まず設定された換気回数 (決められた回数) は強制換気が入ります。例えば15 (回/分) と換気回数を決めたら、無呼吸でも自発呼吸が15回以下でも15 (回/分) の強制換気が入ります。

実はここまではA/Cと同じです。違いは、自発呼吸が換気回数よりも多い場合です。

もし自発呼吸が20回/分とします。15回/分は自発呼吸に合わせて (同期して) 強制換気が行われます。しかし、残りの5回は何も補助が行われない自発呼吸になります。これがSIMVです (ここがA/Cと違う)。

設定換気回数 (決められた回数) を多く設定すればA/Cに近くなり、少なくともCPAPに近づいたため「モードの考え方の図」で中間の位置になります。

ただし、CPAP同様、自発呼吸の部分にオポジションでPSを付ける事ができます。これもSIMVの特徴の一つです。

Synchronized

同期的

Intermittent Mandatory Ventilation

間欠的

強制的



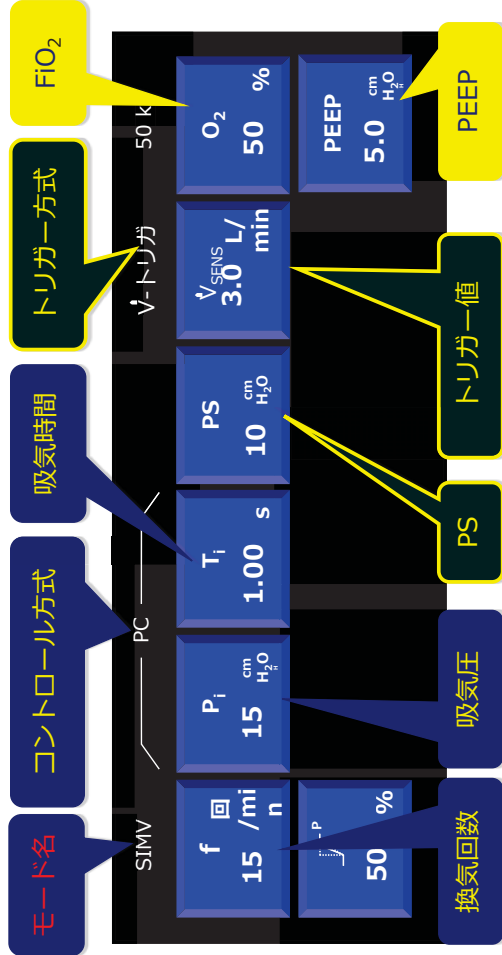
**決められた回数は強制換気
それ以上の自発呼吸には基本的に何もしない**

PSを追加する事が出来る！！

目標4. 人工呼吸器の基本モード (CPAP、A/C、SIMV) について、特徴を説明できる。

SIMV

設定項目(PCの場合)



A/CとSIMVの違い

ここがポイント!!

A/C : 設定された換気回数は強制換気
→ 全ての自発呼吸に補助換気

SIMV : 設定された換気回数だけ強制換気

5. 人工呼吸器関連 (用語、部品付属品)

目標5. 重要な用語、部品 & 付属品の名称と役割が説明できる

重要な用語

～意味と役割～

【人工呼吸器用語編】

人工呼吸器の分野ではさまざまな用語が使われています。特に設定やモニタに関する用語は人工呼吸器の機種によって表示が異なり多様で複雑です。

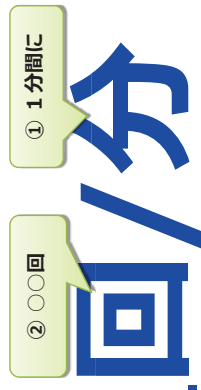
ここでは、一般的で特に重要である用語をピックアップして解説します。まずは「換気回数」です。これは設定項目にも含まれ、また、患者さんの実測値(いわゆるモニター値)でも使用される用語です。この換気回数にどのような意味があるのかを学習します。

次に換気量です。これは従量式 (VCV) では設定項目に含まれます。さらに患者さんの実測にもある用語です。換気量にはどのような種類の表示があるのか、どのような意味があるのかなどを学習します。

換気回数 換気量

①換気回数

- 表示は1分間の回数を表しています。



まずは換気回数です。換気回数は1分間の回数です。単位は①1分間に②〇〇回です。これは世界共通です。

表示方法は f : frequency (回数) と示す場合があります。

目標 5. 重要な用語、部品 & 付属品の名称と役割が説明できる

電源プラグ

【電源プラグの種類】



ホスピタルグレード

3 Pプラグ

2 Pプラグ




医用差し込みプラグ、電源コードなど呼ばれています。これらは**プラグ (plugs)**と呼びます。
 ちなみにコンセント (←和製英語、英語表記はsockets) はプラグの受け側 (壁側) を示します。
 電源プラグの種類は2種類あって、病院で使用する医療機器のほとんどは3Pプラグです。これは漏れ電流などの電気的な安全性を確保するために使われます。
 洗濯機に緑のコードが付いているのを見たことがあると思いますが、あれは感電防止のために電気を逃がすアース線といわれているものです。アース線が漏れ電流などの電気的な安全性を確保するものです。3Pプラグの3つ目の刃 (突起) はアースです。
 右側の2Pプラグで使われる医療機器 (人工呼吸器も含む) もあります。これは電気的な安全性を無視しているわけではなく、別な方法で電気的安全性を確保しています。

目標 5. 重要な用語、部品 & 付属品の名称と役割が説明できる

【コンセントの種類】

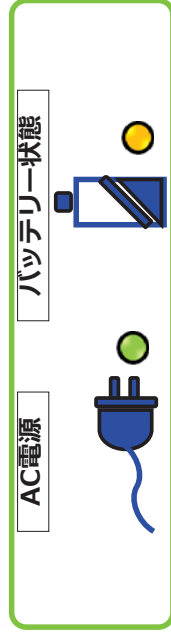
コンセントの種類も整理しておきます。

医用コンセントの種類 (JIS T1022)

白		一般電源	通常の電源で、病院が何かしらの原因で停電した場合は、電気の供給が停止する。 人工呼吸器などの生命維持管理装置は使用しない方が良い。
赤		一般非常用電源 特別非常電源	非常用の電源で、病院が何かしらの原因で停電した場合は、一旦電気の供給が停止するが、発電機が動き出し電気の供給が開始される。 無停電が無い場合は、人工呼吸器などの生命維持管理装置は非常電源に接続する。
赤又は緑		瞬時特別 非常電源	この電源は病院に備える大きなバッテリーに接続されている。病院が何かしらの原因で停電した場合は、回路が瞬時に切り替わり、停電することなく電気の供給が開始される。 人工呼吸器などの生命維持管理装置は無停電に接続してください。

【AC電源とバッテリー】

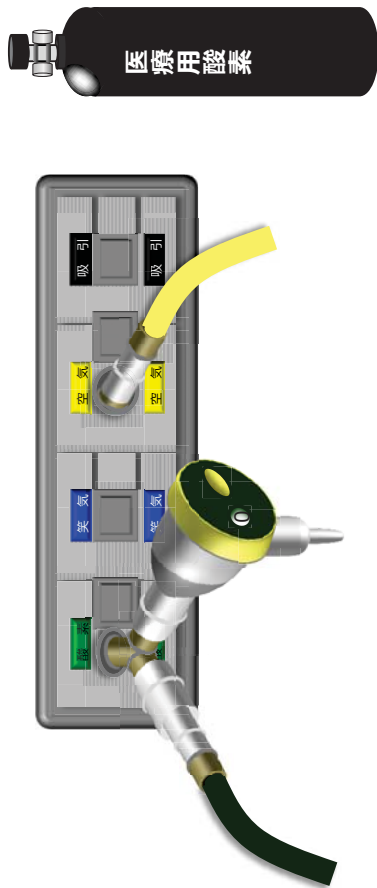
人工呼吸器の本体をよく見るとACという表示を見たことがあるでしょうか？ ACとはいったいどんな意味があるのでしょうか。実はACというのは**交流電流** (alternating current, AC) と言って、**時間**とともに周期的に大きさと向きが変化する**電流**のことです。
 「AC電源」というのは壁のコンセントから電源を取っているという事で、つまり内蔵バッテリーに充電している状態になっているという事です。この「AC電源」が点灯している場合は壁のコンセントから電源確保されています。逆に点灯していない場合はバッテリーで稼働している可能性があります。バッテリー稼働時間も人工呼吸器の種類ごとに異なるので確認しておくことをお勧めします。



目標 5. 重要な用語、部品 & 付属品の名称と役割が説明できる

【酸素・圧縮空気 配管】

ここでは医療ガスについて記載します。まずは配管端末器（以下、アウトレット）です。酸素は緑、空気は黄で識別しています。次にボンベの色について、酸素ボンベは黒です。酸素のアウトレットの色とボンベの色が違ふことに気を付けてください。

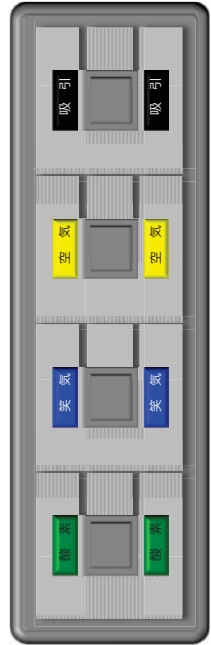


次に、二酸化炭素のボンベは何色でしょうか？ 緑です。ところでもう一度、アウトレットの酸素の色を見てください。酸素は「緑」です。つまり、二酸化炭素のボンベと酸素のアウトレットが同じ緑です。非常に危険な配色になっていることが分かります。実はこの緑の二酸化炭素のボンベは、手術室で腹腔鏡下の気腹装置に使われます。この色の取り違えによる、ボンベの取り違えで重大な事故が発生しています。十分に注意が必要です。

酸素 二酸化炭素



配管端末器（アウトレット）



目標 5. 重要な用語、部品 & 付属品の名称と役割が説明できる

【ガスボンベと配管の色】

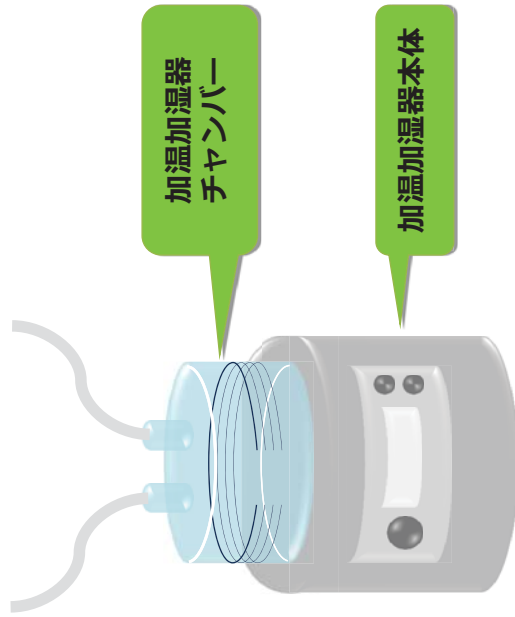
ガス	高圧ガス保安法によるボンベの色	医療ガス配管設備 (JIS T7101)
酸素	黒	緑
笑気	ねずみ	青
空気	ねずみ	黄
窒素	ねずみ	灰
炭酸ガス	緑	橙
吸引	—	黒

※ボンベの色と配管の色が違う事に注意！！

なぜガスボンベとアウトレットの色がこのように異なる配色なのかは、そもそも管理している規格や法律が異なるためです。上の表で示したようにガスボンベは高圧ガス保安法、アウトレットはJISで管理されています。

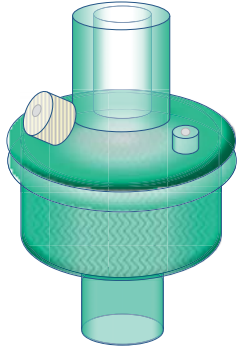
もちろん取り違え事故の原因となるため、これらを統一するのために働きかけをしている先生方がおられますが、なかなか変わらないのが現状です。

加温加湿器



これは、加温加湿器のシステムです。主に機器（本体）と水を入れる部分「チャンバー」と呼ばれる部分で構成されています。「加湿器の窯（かま）」といったも通じる時があります。温度を測定している「温度センサ」や、回路の熱線に電気を提供するコードが付属している場合があります。送られてきている医療ガスは湿度ゼロ%です。人工呼吸器を装着している患者さんは気管チューブを使っている場合が多いです（NPPV以外）。その場合、人間の加湿機能（鼻腔）を通過せずに直接ガスが肺に入りますので、乾燥により気管の繊毛運動が低下してしまいます。そこで、ガスを加温加湿するための装置です。

人工鼻



どのような仕組みで加湿するかを知っておけば、禁忌の理解も深まる。

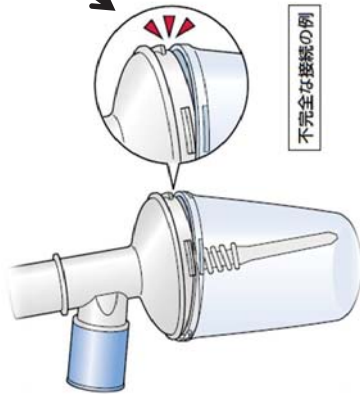
これは人工鼻で加湿デバイスの一つです。原理は、患者さんから呼出された息を利用して加湿をしています。呼出された息（呼気）には水分が含まれており、その水分を利用します。このフィルターのようなものに水分が補足され、次の吸気の時にその水分が提供されるという仕組みです。人工鼻には禁忌（使ってはいけない状況）があります。それは、加温加湿器との併用、多量の分泌物がある場合です。なぜ禁忌なのか。加温加湿器は多量の水蒸気を発生させる機器です。それと人工鼻を同時に使うと、人工鼻が水分によって詰まります。これは絶対に行ってはけません。また、多量の分泌物が発生している場合も同様です。

また、小児などカフ漏れを前提として管理している場合は、そもそも人工鼻に呼気が届きませんので加湿器として十分な働きをすることが出来ません。

このように原理（仕組み）を知っておくことは非常に重要です。

目標 5. 重要な用語、部品 & 付属品の名称と役割が説明できる

ウォータートラップ



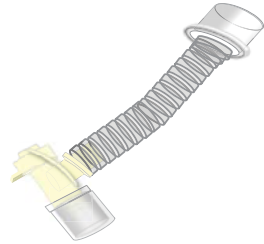
人工呼吸器回路のウォータートラップのカップの接続が不完全であったため、ここからガスが漏れてしまった事例がある。

不完全な接続の例

これは、回路内の余分な結露を収集する水受けです。トラブルが一番多い部分です。トラブルが多い原因は、人間の手が頻繁に介入するところだからです。結露水が溜まったら、1日に何回も排水を行います。「トラブルの多いところ」=「よく触れるところ」といえます。

また、回路内に余計な水分を留めておくわけにはいきませんので、ウォータートラップを回路の一番下に配置して、水を溜めなければいけません。つまり、どうしても見えにくい位置に配置されてしまうのです。このような事がいろいろ重なり、トラブルが多い部位とされています。

カテーテルマウント



これは患者さんとの接続部です。「カテーテルマウント」といいます。回転コネクタ・シーベルトマウントなどと呼ばれることもあり、同じ役割の物です。

回路を動かした際、または患者さんを移動させる際など患者さんの気管チューブに過度の力が加からないようにする部分となります。

6. 日常点検

目標 6. 日常点検のポイントが説明できる。

【点検の方法】

- ①人工呼吸器設定および作動状況の点検
- ②設備・機器外装の点検
- ③人工呼吸器の回路・備品の点検
- ④患者データの点検

日常の点検はとても重要です。点検項目をあげていくと、項目を増やしたくなり、壮大な点検表が出来上がります。しかし、点検項目を増やせば安全性が高まるというわけではありません。安全性を高めるためには「重要な項目を正しくチェックできる」知識と技術が必要です。下記に『安全使用に関するガイドライン』で示された使用中点検表を例に、点検ポイントを解説していきます。さらに、補足として「点検のコツ」や「回路チェックの鉄則」等を加えて、正しく安全性の高いつチェック方法の習得を目指していきます。『安全使用に関するガイドライン』は、<http://plaza.umin.ac.jp/~me-guidelines/> からダウンロードしてください。

人工呼吸器 使用中点検表 (例)		月	日	月	日	月	日	月	日
2.	使用中点検	時	分	日	月	年	日	月	年
⑤	設定	点検者							
18	MODE (SIMV・CPAP・A/C)								
19	制御 (PC・VC)								
20	呼吸回数 [RPM]								
21	<input type="checkbox"/> 一回換気量 [ml]								
	<input type="checkbox"/> IP [Pa]								
22	<input type="checkbox"/> 吸気流量 [LPM]								
	<input type="checkbox"/> 吸気時間 [sec]								
23	Pressure Support [Pa]								
24	PEEP [Pa]								
25	トリガ (F/P) 感度								
26	酸素濃度 [%]								
⑥	アラーム設定								
27	呼吸数上限 [回/分]								
28	分時換気量下限 [L/分]								
29	低圧 [Pa]								
30	高圧 [Pa]								
31	無呼吸 [秒]								

①人工呼吸器設定

①-1人工呼吸器設定の確認

人工呼吸器設定の確認

- 患者の状態に応じた適切な人工呼吸器の設定となっていること。

適切な設定の評価

- 酸素化、換気、呼吸仕事量の3つの視点で評価すること。
- 各種設定やパラメータが記録されていること。

適切なアラーム設定の評価

- 患者の状態の変化に応じて設定すること。
- アラーム設定の妥当性を適宜検討すること。

目標6. 日常点検のポイントが説明できる。

人工呼吸器設定および作動状況の点検のコツ

いつもとどこかに違いがないか？という探索の視点が重要

特に人工呼吸器が正常に動作しているのか？「機器本体の点検」において見分けるのは難しく感じられます。
この機械の見どころを大きく「**機械の音**」「**機械の熱**」「**機械の色**」の3つの項目に分けて見ていきます。

まず機器の音については、通常動作時（日頃）から気にすることが重要です。点検時に「いつもより動作音が大きい気がする」「変な音がある」場合はトラブルの可能性もあります。また、音と関連してアラームも音で判断します。

次に機械の熱に関してです。正常動作時（日頃）から常に機器のある一定の部位を触ってください。日頃どの程度の熱（機器の温かさ）で動いているのか、もしいつもと比べて異常に過熱している場合は機器が異常な状態になっている可能性があります。またいつも触れている部位が冷たい場合は、機器の何らかの機能が停止している可能性があります。いずれも重大なトラブルにつながります。

最後に色です。これは正常動作時に点灯しているランプの色です。機器は正常動作時には概ね「青」もしくは「緑」が点灯しています。これが「黄色」だと“注意”しなければならぬ事象が起こっている可能性があります。また、「赤色」だと“危険”なことが起こっている可能性があります。特に「赤色」が点滅している場合などは“危険”な状況が今まさに起こっている可能性があります。すぐに駆けつけて対処する必要がありますので、日頃からアラームとその原因、対処の方法をシミュレーションしておくことが重要です。

このように、機器の点検は五感をフルに使って行っていきましょう。また、点検は「いつもと変わらぬ」とみていると見逃します。「いつもとどこか違うところはなにか？」と疑いの目で見ていくことがトラブルの早期発見につながります。

② 設備・機器外装の点検

設備・機器外装の点検

- 電源プラグ、コンセントに破損がなく確実に接続されていること。機器に電源が供給されていることを示すインジケータがある場合には、インジケータを確認すること。無停電電源もしくは一般/特別非常電源コンセントに接続されていること。
- 人工呼吸器および加湿加湿器本体に破損がないこと。
- ホースアセンブリ、アウトレットに破損がなく確実に接続されていること。
- 人工呼吸器および加湿加湿器の本体、操作パネルや操作ダイヤルに破損がないこと。また、操作ダイヤルが適切に動作すること。
- 人工呼吸器のタッチパネルが適切に動作すること。
- 人工呼吸器および加湿加湿器のディスプレイの表示に欠損がなく、表示灯が正常に点灯していること。

③ 人工呼吸器の回路・備品の点検

人工呼吸器の回路・備品の点検

- 人工呼吸器回路、加湿加湿器モジュール、ウォータータップ、ネブライザに破損がなく確実に接続されていること。
- ウォータータップの水の除去が確実に行われていること。
- 人工呼吸器回路やウォータータップが適切な位置に確実に固定されていること。
- 加湿加湿の状況が適切であること。（過剰な加湿による多量の水滴が発生していないこと。加湿不足による乾燥が発生していないこと。）
- 人工鼻と加湿加湿器の併用が行われていないこと。
- 人工鼻を使用している場合は、適応・禁忌の評価を行うこと。
- 緊急事態に備えた備品を配備しておくこと（バグバルブマスク、ジャクソンリースなど）。
- 気管吸引を行う際は人工呼吸器のアラーム機能とトラブリングの知識と技術を熟知している者が行い、気管吸引終了後には必ず人工呼吸器の動作、およびモニタの値を確認すること。

④ 人工呼吸器の作動状況の点検

④-1 作動状況の点検

作動状況の点検 ～正常な状況とは？～

- 適切なアラーム設定においてアラームが発生していないこと。
- 機器から異音や異臭、異常な発熱がないこと。

7. 習熟度チェック問題・解答

7. 教育実施後の習熟度チェック問題

質問1：自発呼吸と人工呼吸器の違いについて、正しい記述を全て選択してください。

1. 自発呼吸の吸気は、吸気筋の収縮により胸腔内に陰圧をつくり外気を吸い込む。
2. 自発呼吸の呼気は、呼吸筋の収縮により胸腔内に陽圧をつくり肺内のガスを排出する。
3. 人工呼吸の吸気は、機械的に肺内に陽圧をかけてガスを送り込む。そのため気道内圧及び胸腔内圧は上昇する。
4. 人工呼吸の呼気は、機械的に肺内に陰圧をかけてガスを吸い込む。そのため気道内圧及び胸腔内圧は低下する。

質問2：人工呼吸器で何が出来るか(目的)について、正しい記述を全て選択してください。

1. 肺炎の改善
2. 適切な換気量の維持
3. 酸素化の改善
4. ARDSの改善
5. 呼吸仕事量の軽減

質問3：人工呼吸器はどのような人に使われるか(適応)について、適切な単語を選択して文章を完成させてください。

(選択肢の用語は何度使っても結構です)

1. 換気の障害：様々な原因による低()状態や無呼吸
2. 酸素化の障害：()吸入でも改善されない低()状態
3. 呼吸仕事量の増大：何らかの原因で()が疲労している状態、自発呼吸予備力の低下
[選択肢] (a) 自発呼吸 (b) 呼吸筋 (c) 換気 (d) 酸素 (e) 二酸化炭素

質問4：人工呼吸器の吸気と呼気の動作について、「吸気弁」または「呼気弁」という用語を当てはめて適切な文を完成させてください。

1. 吸気：人工呼吸器の()が開いてガスを送り、()が閉じることで、肺にガスが送り込まれる。
2. 呼気：人工呼吸器の()が閉じてガスの流れが停止し、()を開く事で、肺・胸郭の弾力復元性により、送り込まれたガスを肺胞から排出する。

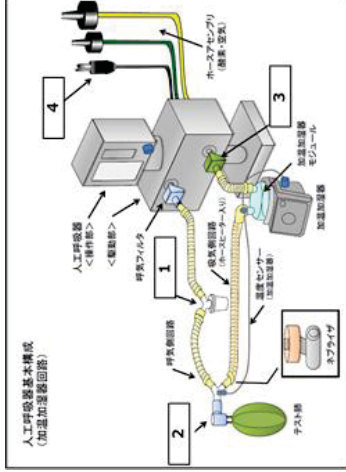
質問5：トリガー、リミット、サイクルについて正しい組み合わせを線で結んでください。

1. トリガー・
・ 吸気時間 (Ti)
2. リミット・
・ 吸気開始時間 (Tt)
3. サイクル・
・ 従圧式 (PCV) ・ 従量式 (VCV)
・ 換気回数 (f) ・ トリガー

質問6：PEEPとPSについて、正しい記述を全て選択してください。

1. PEEPとは吸気時にかかる圧で酸素化を改善させる。
2. PEEPとは呼気時にかかる圧で酸素化を改善させる。
3. PSとは吸気時のサポートし、呼吸仕事量を軽減させる。
4. PSとは呼気時のサポートし、呼吸仕事量を軽減させる。
5. 適切なPEEPはPaCO₂を上昇させる効果がある。
6. 不適切なPSは呼吸仕事量を上昇させてしまう。

質問7：下図の番号1から5の回路・付属品の「名称」を選択肢1から選び、その「役割」を選択肢2から選択してください。



選択肢1：名称 - 選択肢2：役割

1. () - (c)
2. () - ()
3. () - ()
4. () - ()
5. () - ()
6. () - (h)

【選択肢1：名称】

- イ. カテーテルマウント
- ロ. ウォータートラップ
- ハ. バッテリー
- ニ. 吸気フィルタ
- ホ. 人工鼻
- ヘ. 電源プラグ

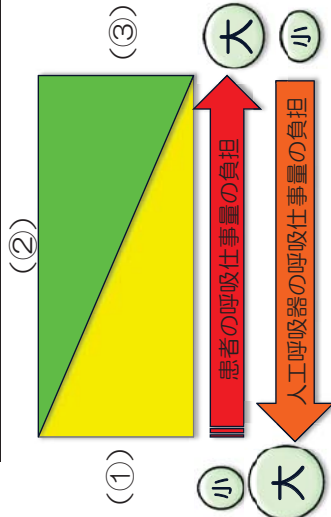
【選択肢2：役割】

- ア. ウォータートラップから粉塵等を除去する。
- イ. 搬送や停電時に電源として使用する。
- ウ. 回路内に溜まった水滴を回収し、患者への過剰な水滴の誤嚥や回路が水で閉塞する事を防ぐ。
- エ. 加湿加湿器に変わる加湿デバイスであり、加湿加湿器との併用は禁忌である。
- オ. コンセントから機器に電源を供給する。
- カ. 回路の操作や体位を変える際など、過度に気管チューブに力が加かからないようにする。

質問8：日常点検について正しい記述を全て選択してください。

1. 回路点検の鉄則は、患者の口元部分から機械に向かって行う。
2. 回路点検の鉄則は、ガスの流れに沿って回路に触りながら、接続部は増し締めして行う。
3. 人工呼吸器の回路は基本的にトラブルの発生が少ない場所である。
4. 人工呼吸器機械本体の点検では、「音」「香り」「色」が重要である。
5. 回路トラブルは、人の手の入るカテーテルマウント、ウォータートラップで発生しやすい。

質問9：モードの考え方を下図の呼吸仕事量で整理した場合、図中の①から③にあてはまる単語が正しい組み合わせを1から3の中から選んでください。



1. ①CPAP ②SIMV ③A/C
2. ①SIMV ②A/C ③CPAP
3. ①A/C ②SIMV ③CPAP

問題10：A/CとSIMVについて、正しい記述を全て選択してください。

1. A/CとSIMVは全て同じ動作である。
2. A/CとSIMVには、PSがオプションで追加できる。
3. 自発呼吸が無い場合、A/CとSIMVは同じ動作をする。
4. SIMVは設定換気回数を下げすぎると、患者の呼吸仕事量を増大させる。
5. SIMVには、PSのオプションが追加できる。
6. A/Cはすべての自発呼吸に合わせて強制換気を提供する。

7. 教育実施後の習熟度チェック解答

質問1：自発呼吸と人工呼吸器の違いについて、正しい記述を全て選択してください。

- ① 自発呼吸の吸気は、吸気筋の収縮により胸腔内に陰圧をつくり外気を吸い込む。
- ② 自発呼吸の呼気は、呼吸筋の収縮により胸腔内に陽圧をつくり肺内のガスを排出する。
- ③ 人工呼吸の吸気は、機械的に肺内に陽圧をかけてガスを送り込む。そのため気道内圧及び胸腔内圧は上昇する。
- ④ 人工呼吸の呼気は、機械的に肺に陰圧をかけてガスを吸い込む。そのため気道内圧及び胸腔内圧は低下する。

質問2：人工呼吸器で何が出来るか(目的)について、正しい記述を全て選択してください。

- ① 肺炎の改善
- ② 適切な換気量の維持
- ③ 酸素化の改善
- ④ ARDSの改善
- ⑤ 呼吸仕事量の軽減

質問3：人工呼吸器はどのような人に使われるか(適応)について、適切な単語を選択して文章を完成させてください。

(選択肢の用語は何度使っても結構です)

1. 換気の障害：様々な原因による低 (c) 状態や無呼吸
2. 酸素化の障害： (d) 吸入でも改善されない低 (d) 状態
3. 呼吸仕事量の増大：何らかの原因で (b) が疲労している状態、自発呼吸予備力の低下
[選択肢] (a) 自発呼吸 (b)呼吸筋 (c)換気 (d)酸素 (e)二酸化炭素

質問4：人工呼吸器の吸気と呼気の動作について、「吸気弁」または「呼気弁」という用語を当てはめて適切な文を完成させてください。

1. 吸気：人工呼吸器の (吸気弁) が開いてガスを送り、 (呼気弁) が閉じることで、肺にガスが送り込まれる。
2. 呼気：人工呼吸器の (吸気弁) が閉じてガスの流れが停止し、 (呼気弁) を開く事で、肺・胸郭の弾力復元性により、送り込まれたガスを肺胞から排出する。

質問5：トリガー、リミット、サイクルについて正しい組み合わせを線で結んでください。

- | | | |
|---------|---------------|-----------------------|
| 1. トリガー | ・いつ吸気始めるか | ・吸気時間 (Ti) |
| 2. リミット | ・いつ吸気を終わりにするか | ・従圧式 (PCV) ・従量式 (VCV) |
| 3. サイクル | ・どうやって吸わせるか | ・換気回数 (f) ・トリガー |

ナースのための 輸液ポンプ 超入門編 教育教材

目次

1. 教育実施前の理解度チェック問題・解答	3
2. 本教材の目標	6
3. 輸液ポンプとは	8
4. 輸液ポンプの一般的な名称とその機能	10
5. 事故事例から学ぶ「使用前点検」の重要性	13
6. 事故事例から学ぶ「使用前点検」重要チェック項目	19
7. 使用前点検	27
8. 「使用前点検」の補足説明	30
9. 輸液ポンプ等に関する医療事故防止対策	34
10. 教育実施後の習熟度チェック問題・解答	37

2018年3月23日 改訂

1. 教育実施前の理解度チェック問題・解答

1. 教育実施前の理解度チェック問題・解答

- 問1 輸液ポンプとは、輸液の自然滴下ではなく、機械的なポンプの駆動力を利用して、正確に輸液量のコントロールをするME機器である。 (正しい・誤り)
- 問2 輸液ポンプは、手術室、一般病棟や外来、また在宅医療など、全科にわたって使用されており、保有台数・使用頻度の多い機器である。 (正しい・誤り)
- 問3 輸液ポンプは、「高度管理医療機器」および「特定保守管理医療機器」に分類されている。 (正しい・誤り)
- 問4 看護師が経験したヒヤリハット事例のなかで、輸液ポンプなどを用いた薬液投与に関する事例報告がある。 (正しい・誤り)
- 問5 適正な医療を提供する為には、常に医療機器を最良の状態に維持管理していくことが重要である。医療機器の性能を維持し、安全性を確保する上で『使用前点検』は重要である。 (正しい・誤り)

1. 教育実施前の理解度チェック問題・解答

解答

全て「正しい」

2. 本教材の目標

2. 本教材の目標

1. 輸液ポンプの用途、原理、構造、各箇所の役割が言える。
2. 輸液ポンプの操作にかかわる事故事例、ヒヤリハット報告より「使用前点検」の重要性を説明できる。
3. 「使用前点検」のチェック項目に沿って点検ができる。

3. 輸液ポンプとは

3. 輸液ポンプとは

- 通常の輸液方法のように自然滴下ではなく、機械的なポンプの駆動力を利用して、正確に輸液量のコントロールをするME装置です。
- 循環器系薬剤、降圧剤、昇圧剤、高濃度カルシウム剤、高カロリー輸液など、広く利用されています。
- 臨床現場では、ICU、手術室、一般病棟、外来、また在宅医療など、全科にわたって使用されています。
- 病院内のME機器で、もともと保有台数の多い機器の一つです。

241

構造上の分類

機械注入方式	ペリスタルティック方式	ローラ型
	ピストンシリンダ方式	フィンガ型
自然滴下方式		ポルメトリック型
与圧注入方式		シリンジ型
		輸液コントローラ
		バルーン式インフューザ
		バネ式インフューザ

一般的なポンプ

制御方式の分類

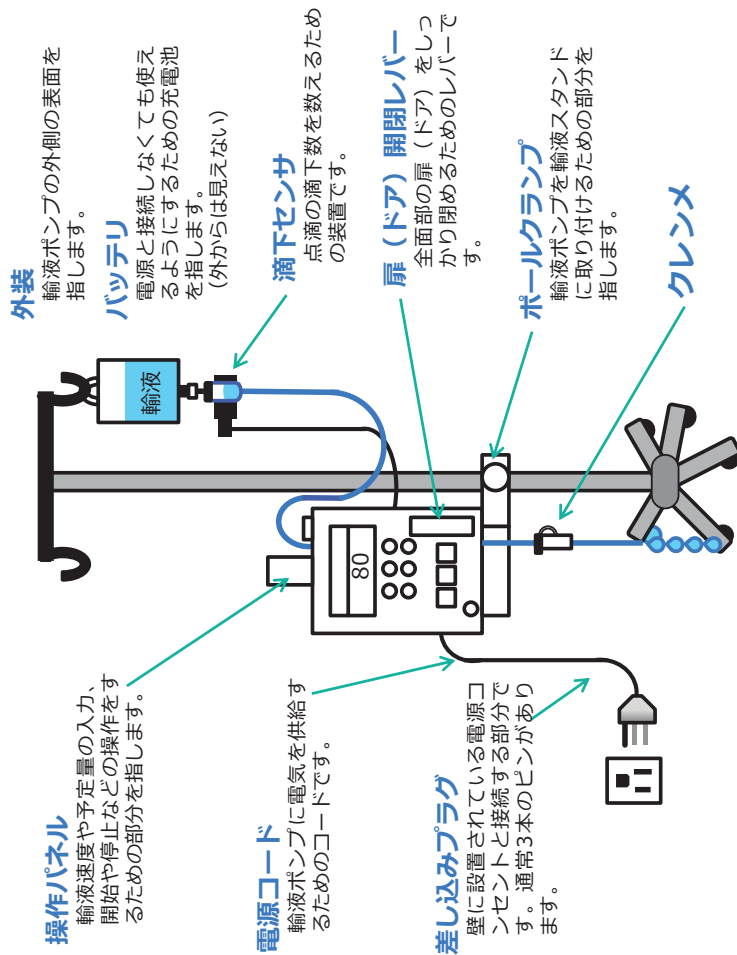
流量制御方式
滴数制御方式

9

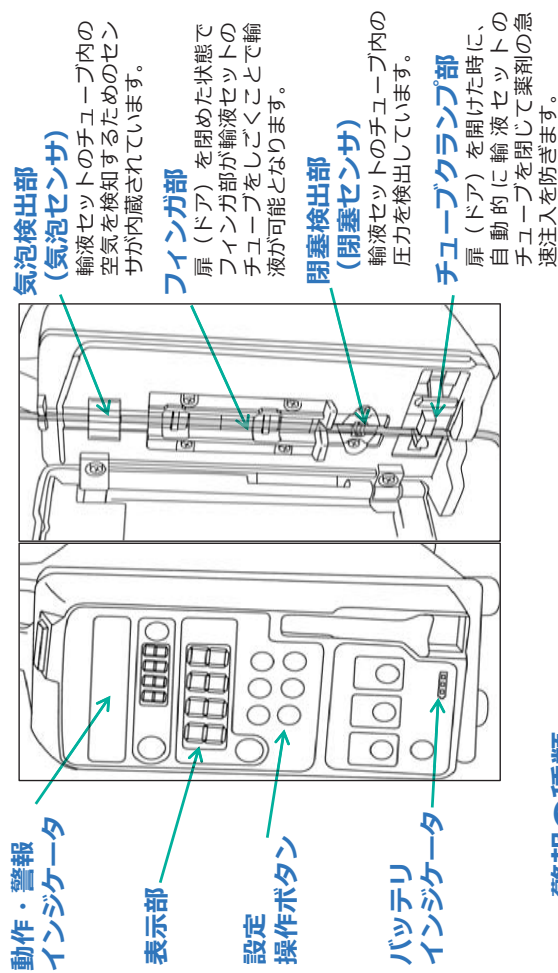
4. 輸液ポンプの一般的な名称とその機能

10

4. 輸液ポンプの一般的な名称とその機能



4. 輸液ポンプの一般的な名称とその機能



警報の種類

- 気泡アラーム
 - 閉塞アラーム
 - 流量異常アラーム
 - ドアオープンアラーム
 - バッテリアラーム
 - 輸液完了アラーム
- など

5. 事故事例から学ぶ「使用前点検」の重要性

事故の概要と発生件数

事故発生場面	報告義務 対象医療機関	参加登録 医療機関	合計
薬剤に関する項目	90	136	226
輸液に関する項目	4	6	10
治療・処置に関する項目	359	552	911
医療用具の使用・管理に関する項目	42	60	102
ドレーン・チューブ類の使用・管理に関する項目	118	150	268
検査に関する項目	44	74	118
療養状の場面に関する項目	699	813	1,512
その他	214	273	487
合計	1,606	2,064	3,670

日本医療機能評価機構 医療事故情報収集等事業 平成21年報より

5. 事故事例から学ぶ「使用前点検」の重要性

5. 事故事例から学ぶ「使用前点検」の重要性

輸液ポンプに関するヒヤリ・ハット事故報告 2014年度 全28件

1. 輸血用ポンプ選択ミス
2. 輸液回路を逆さにセット
3. 流量設定のミス
4. 流量設定のミス
5. 輸液ポンプの転倒
6. 流量設定ミス
7. 流量設定ミス
8. 警報音が聞こえない
9. 操作ミス（他の機器を停止させた）
10. 輸液回路を逆さにセット
11. 輸液ポンプの転倒
12. 操作ミス
13. 流量設定のミス
14. 輸液回路の取扱ミス
15. 輸液ポンプの転倒
16. 流量設定のミス
17. 流量設定のミス
18. 操作ミス
19. 操作ミス
20. 流量誤差（過小投与）
21. 予定量の確認ミス
22. 流量設定のミス
23. 予定量の確認ミス
24. 流量誤差
25. 輸液ポンプ転倒の回避
26. 開始忘れ
27. バッテリー切れ
28. 流量設定のミス

輸液ポンプのヒヤリ・ハット 「操作ミス」が多い

保守点検はおこなわれ安全性・信頼性が保ても、看護師の使用が誤っていれば輸液ポンプによる事故は減らない

看護師 経験年数	1年未満	1年	2年	3年	4年	5年	8年	9年	10年以上	7名
	1年	8	3	1	3	2	2	1	3	

公益財団法人 医療機能評価機構 医療事故情報収集等事業 より

5. 事故例から学ぶ「使用前点検」の重要性

誰でも簡単に使えるような輸液ポンプですが、操作を誤ると重大な事故につながる可能性があります。

簡単にシンプルな医療機器だからこそ、そんな医療機器に足を引っ張られないようにしたいものです。

正しい知識や技術の習得を目指しましょう！！

医療者なら誰でも使う可能性が**あります**。

循環動態に影響する薬を使おう**可能性が**あります**！！**
設定操作を間違**うと生命にかかわる可能性が**あります**。**

事例 1

薬剤セット取り違い

輸液ポンプを一時停止し、輸液スタンドの位置を動かし、その後再開。2つの薬剤のセットが交差していたのを気付かず、ミリスロール（ニトログリセリン）側と補液側の流量値を逆に入力してしまった。

事例 2

輸液ポンプ等の流量の確認忘れ

輸液ポンプで輸液Xと輸液Yを切り替えて使用していた。輸液Xを125mL/hで投与し、終了後、同じ輸液ポンプを使用して輸液Yを20mL/hで投与する予定であったが、看護師Aは流量を変更し確認するのを忘れた。その後、看護師Bが患者の病室に行った際、流量が変更されていないことに気付いた。

医薬品医療機器総合機構PMDA 医療安全情報 No.13 2007年12月より

5. 事故事例から学ぶ「使用前点検」の重要性

製造企業における医薬品・医療機器の 改善の推進

- 輸液ラインと経腸ラインの誤接続防止、離脱防止のための基準の整備
(平成12年8月医薬品・医療用具等関連医療事故防止対策検討会)
- 医療事故を防止するための医薬品の表示事項及び販売名の取扱の整備
(12年9月同検討会)
- 人工呼吸器の警報基準など安全性確保のための基準の整備
(13年3月及び7月同検討会)
- 輸液ポンプ及びシリンジポンプに関する事故防止対策
(15年3月医薬品・医療用具等対策部会)

等を踏まえ、

「輸液ポンプ等に関する医療事故対策について」

医薬品・医療用具の改善について関係企業における取組を要請してきており、新たに商品化される医薬品・医療機器については、類似の名称を避けるなどの取組が図られている。

5. 事故事例から学ぶ「使用前点検」の重要性

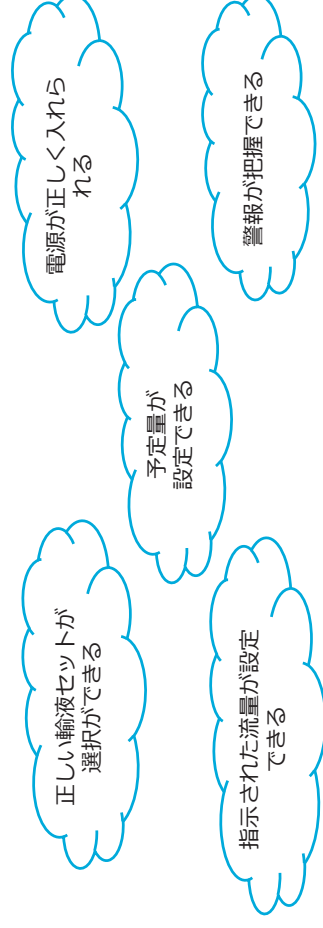
【目標】

輸液ポンプ・シリンジポンプが関わる有害事象とこれに起因する死亡を防ぐ

【推奨する対策】

1. 輸液ポンプ・シリンジポンプの保守点検の確実な実施
2. 操作者マニュアルの作成と教育の徹底
3. 操作者用チェックリストの作成と適正な運用
4. 機種の一貫（チャレンジ）
5. 院内認定制度の確立（チャレンジ）

どうすれば事故は防げただろうか？



使用する前に点検していれば防げたかもしれない・・・

6. 事故事例から学ぶ「使用前点検」重要チェック項目

使用前の点検が重要であることが

認識できましたか？

**具体的な事例から「使用前点検」の
重要チェック項目をおさえておきましょう！！**

事例 3

化学療法中の患者に輸液ポンプを使用して抗がん剤を
流量125mL/h、予定量250mL（2時間）で投与する
指示であったが、30分後に点滴が終了した。

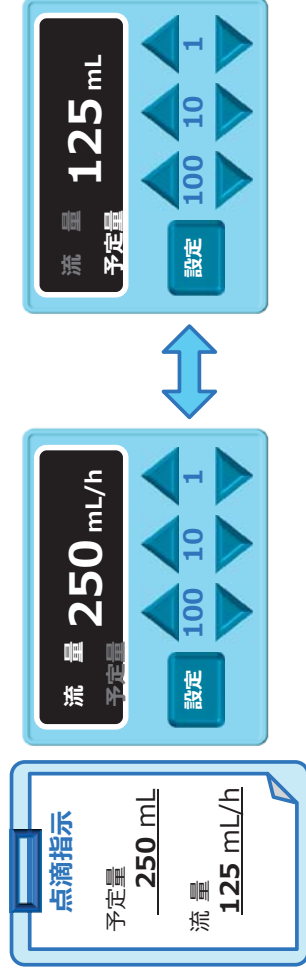
医薬品医療機器総合機構PMDA 医療安全情報 No.21 2011年1月より

いったい何が起こったのでしょうか？

6. 事故事例から学ぶ「使用前点検」重要チェック項目

6. 事故事例から学ぶ「使用前点検」重要チェック項目

予定量と流量



1つの画面で「流量」と「予定量」を切り替える仕様の輸液ポンプは、その量を逆に入力する可能性がある。

重要チェック項目【1】

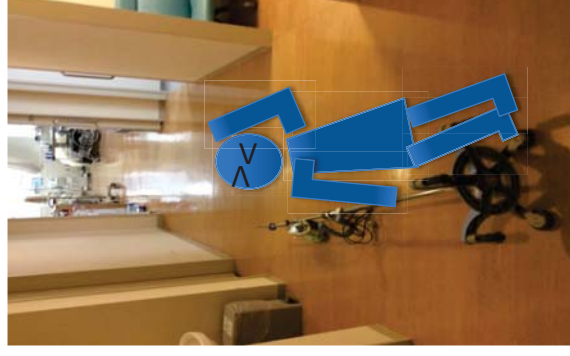
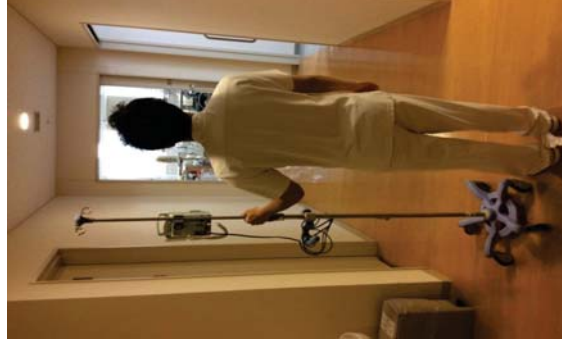
「予定量と流量」と「入力値」に間違いはないか？

6. 事故事例から学ぶ「使用前点検」重要チェック項目

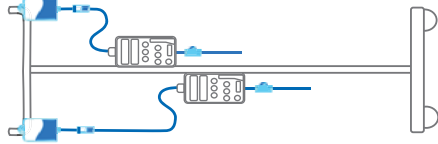
事例 4

輸液ポンプを輸液スタンドに装着する際、操作しやすいように、輸液ポンプを目の高さに取りつけて使用していた。患者は独歩でレントゲン室へ輸液スタンドと共に移動の途中で、輸液スタンドごと転倒してしまった。

どうして起こったのでしょうか？



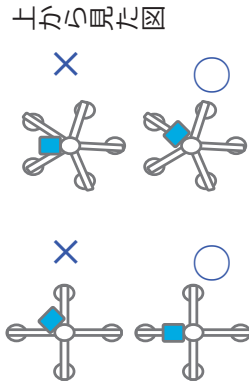
6. 事故事例から学ぶ「使用前点検」重要チェック項目



重心が上部で不安定

- ・床から90cm位の中央部に固定
- ・可動部分に取り付けない
- ・点滴棒の脚と同じ方向に取り付ける
(上から見た図を参照)

重心が下部で安定



上から見た図

重要チェック項目【2】

輸液ポンプ本体の取り付け位置が正しいか？

6. 事故事例から学ぶ「使用前点検」重要チェック項目

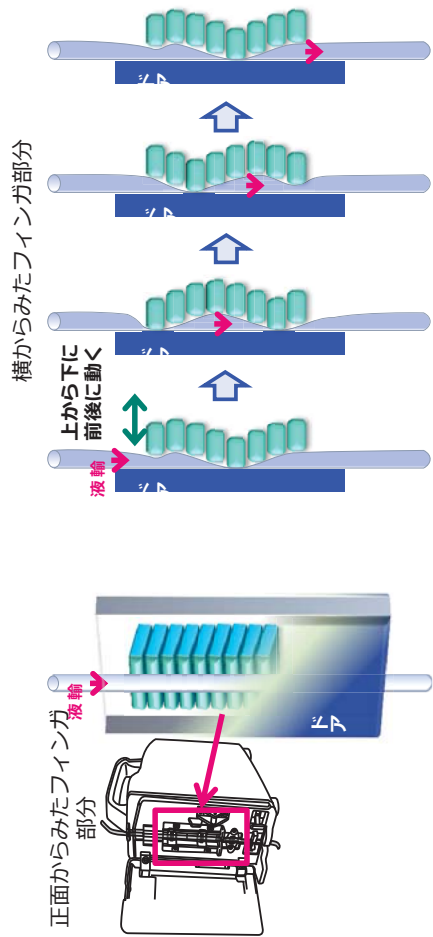
事例 5

流量制御方式の輸液ポンプに、ポンプ専用セット（ルート）以外の輸液セットを使用したところ、流量誤差が生じてしまった。

なぜ誤差が発生したのでしょうか？

6. 事故例から学ぶ「使用前点検」重要チェック項目

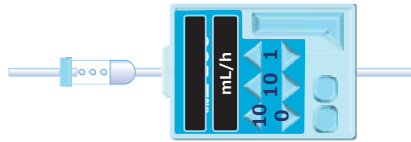
輸液ポンプ（フィンガ型）の仕組み



フィンガ部分がチューブをしごくようにして薬液を送る方式

① 流量制御方式

(専用セット)



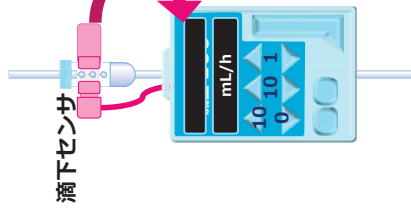
輸液セットが専用

⇒ルートの径が一定

セットの内径が一定
なので、チューブを
何回しごけば何mL
送液されるか機械が
流量制御している。

② 滴数制御方式

(汎用セット)



滴下数をカウントしている

⇒いろいろなルートが使える

○○滴のペース
ですよ〜!!

滴下数をカウントして流
量を調節している。

平成21年以降、
輸液ポンプの滴下数は
20滴/mLと60滴/mL
に統一されています

6. 事故事例から学ぶ「使用前点検」重要チェック項目

重要チェック項目【3】

制御方式を確認する

重要チェック項目【4】

正しい輸液セット or 滴数が
選択できる

7. 使用前点検

使用前の点検が重要であることが
認識できましたか？

実際の「使用前点検表（例）」 を見てください！！

注意：ここで示している使用前点検はあくまでも一例です。

各施設でご利用の使用の前点検表と対比させながら学習を進めてください。

1. 目視点検にて本体の汚れや破損、ひび割れなどが無いか確認する。
2. 付属電源コード（プラグ）に異常がないか確認する。
3. 本体とポールランプの接続に破損やゆるみがないか確認する。
(事例4を参照)
4. 本体は輸液スタンドにしっかりと固定する。
(事例4を参照)
5. 電源を入れて各表示ランプ点灯とブザーが鳴るか確認する。
6. バッテリーインジケータを確認する。
(補足説明あり)
7. チューブランプが正常に動作するか確認する。

7. 使用前点検

7. 使用前点検

8. 使用する輸液セットが指定されている製品であることを確認する。
(事例5を参照)
9. 輸液セットのチューブに折れやたるみ等がないように装着する。
(補足説明あり)
10. 点滴筒内に約 1 / 3 程度に薬液が留まるように操作する。
(補足説明あり)
11. 点滴筒は垂直にしてから、滴下センサをセットする。
(補足説明あり)
12. 開始する前にもう一度、流量設定値を確認する。
* 特に単位や桁の違い
(事例3を参照)
13. 輸液セットのクレンメは輸液ポンプ本体の下方に位置させセットする。
(補足説明あり)
14. 輸液開始時に、クレンメが開いていることを確認する。

事例参照以外の使用前点検項目に関しては、
若干の補足説明を 8. 「使用前点検」の補足説明で示します。

8. 「使用前点検」の補足説明

8. 「使用前点検」の補足説明

6. バッテリーインジケータを確認する。

どの輸液ポンプにもバッテリーが搭載されています。しかし、稼働時間はメーカーによって異なるため、各施設でしっかり確認してください。

移動時以外はコンセントにプラグを接続して使用しましょう！

バッテリー時間は



ランプ3つ：約0000分

ランプ2つ：約000分（ちょっとなくなってきた）

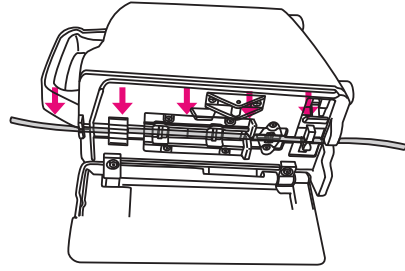
ランプ1つ：約00分（かなりなくなってきた）

バッテリーアラーム発生：間もなく電源が切れます

9. 輸液セットのチューブに折れやたるみ等がないように装着する。

輸液ポンプの心臓部分であるフィンガにまっすぐ取り付けないと、正しい輸液量が送液されません。

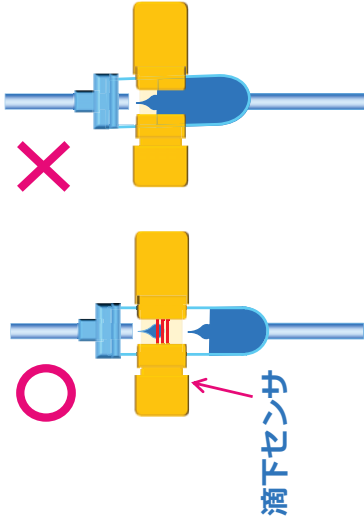
輸液ポンプにはチューブを導くためのガイドがあります。メーカーによって形や色、数が異なりますが、ガイドに沿ってチューブを装着しましょう。



8. 「使用前点検」の補足説明

10. 点滴筒内の約1/3程度に薬液が留まるように装着する。

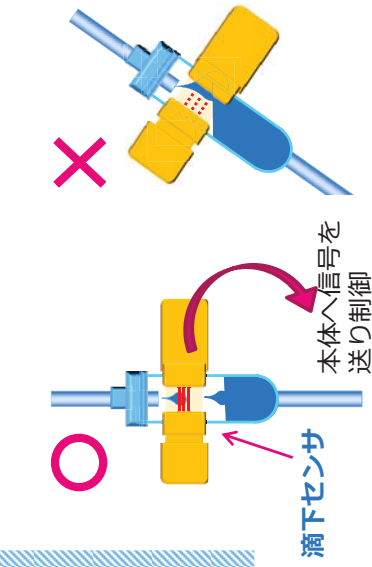
1/3以上薬液をためると、滴下センサがうまく働かずアラームが鳴る可能性があります。



点滴が輸液ポンプにしっかり検知されるように、滴下センサの取り付け位置を十分注意しましょう。

11. 点滴筒は垂直になるようにセットしてから滴下センサをセットする。

点滴筒と滴下センサを斜めにセットすると、傾いた液面が滴下センサにかかり、正しく動作せずアラームが鳴る可能性があります。

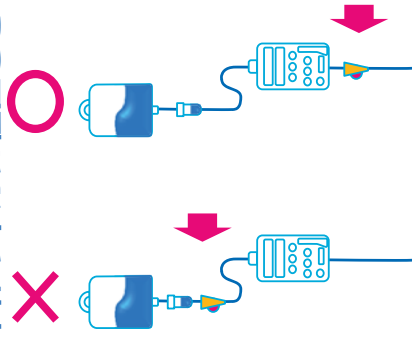


点滴が輸液ポンプにしっかり検知されるように、滴下センサの取り付け位置を十分注意しましょう。

8. 「使用前点検」の補足説明

13. 輸液セットのクレンメは輸液ポンプ本体の下方に位置させ
セットする。

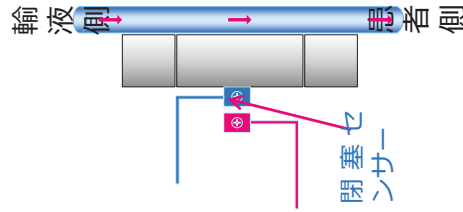
クレンメが輸液ポンプ本体より上流だと、クレンメ開け忘れの閉塞トラブルが見できません。



閉塞はチューブの膨らみ（バンバンに太くなる）を感知します。輸液ポンプ上流で閉塞すると、回路内が陰圧になりチューブが細くなってしまうので、輸液ラインの閉塞を検知できず、閉塞アラームが動きません。

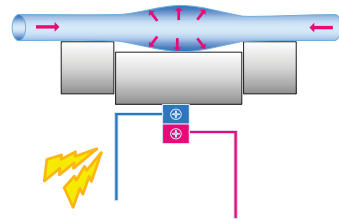
<閉塞アラームの仕組み>

正常時



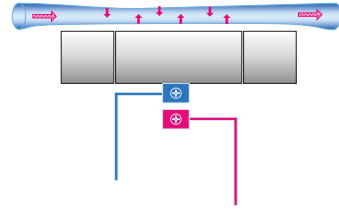
閉塞アラーム発生時

チューブの膨らみを感知する



陰圧状態

輸液ポンプの上流でクレンメを閉塞



9. 輸液ポンプ等に関する医療事故防止対策

9. 輸液ポンプ等に関する医療事故防止対策

厚生労働省医薬品局長
医薬発第0318001号
平成15年3月18日

輸液ポンプ等に関する 医療事故防止対策について

1. 輸液ポンプ等への適切な装着に関する安全対策
2. 輸液ポンプにおけるフリーフローに関する安全対策
3. 輸液ポンプ等の流量及び予定量の入力に関する安全対策
4. 輸液ポンプ等の故障防止に係る安全対策
5. バッテリーに関する安全対策
6. 微量輸液等の安全対策
7. 気泡センサーの感度設定に関する安全対策
8. その他

9. 輸液ポンプ等に関する医療事故防止対策

医療事故対策適合品マークとは?

- 1 適合品マーク貼付の目的
厚生労働省により、新たに安全性基準が設定された医療用具について、医療事故防止対策品であることが医療現場において容易に見分けられることができるように業界自主基準として適合品マークを貼付する。
- 2 貼付の判断基準
(1) 医療事故対策の基準に基づいて厚生労働省からの製造（輸入）承認を取得し、医療事故対策適合品マーク評価委員会から適合マーク貼付が適合と判断されたもの
(2) 一般的な据え置き仕様を意図した装置について、小数部の文字サイズは整数部の80%以下を目安とすることとしている
- 3 表示対象製品
(1) 注射器型手動式医薬品注入器基準、経腸栄養ラインの接続部に関する基準〔平成12年8月31日医薬発第888号〕に適合する医療用具
(2) 注射筒型手動式医薬品注入器針であって課長通知(平成12年9月8日医薬発第1049号)に示された4条件を満たす製品
(3) 輸液ポンプ等に関する医療事故防止対策について(平成15年3月18日医薬発第318001号)の局長通知に適合する製品

2003医療事故防止対策通知対応



厚生労働省通知医薬発第0318001号の基準に適合する輸液ポンプ等であることを示す日本医療器材工業会の医療事故対策適合品マーク

10.教育実施後の習熟度チェック問題・解答

問1 輸液ポンプの外装にひび割れがあったが、普通に電源を入れることができたので、そのまま使用した。

(正しい・誤り)

問2 輸液ポンプの扉を開ける時には、日常的にクレンメを閉める必要はない。

(正しい・誤り)

問3 使用前点検に関する項目について、下記の空欄を埋めてください。

1. 目視点検にて本体の ()、() や () などが無いか確認する。
2. 付属電源コードに異常がないか確認する。
3. 本体とポールクランプの接続に () や () がないか確認する。
4. 本体は () へしっかりと固定する。
5. 電源を入れて各表示ランプの () と () が鳴るか確認する。
6. バッテリインジケータを確認する。
7. チューブ () が正常に動作するか確認する。
8. 使用する () が指定されている製品であることを確認する。
9. 輸液セットのチューブに () や () 等がないように装着する。
10. 点滴筒内に約 () 程度に薬液が留まるように装着する。
11. 点滴筒は () になるようにセットしてから () をセットする。
12. 開始する前にもう一度、() 設定を確認する。
13. 輸液セットのクレンメは輸液ポンプ本体の () に位置させセットする。
14. 輸液開始時に、() が開いていることを確認する。

10.教育実施後の習熟度チェック問題・解答

10.教育実施後の習熟度チェック問題・解答

問1 輸液ポンプの外装にひび割れがあらったが、普通に電源を入れることができたので、そのまま使用した。

(正しい・誤り)

外装にひび割れがある場合には、落下させた等の大きな衝撃を輸液ポンプが受けた可能性があります。電源が普通に入れることができたからと言って使用せず、適正な部署に連絡して、輸液ポンプのメンテナンスを依頼してください。

問2 輸液ポンプの扉を開ける時には、日常的にクレンメを閉める必要はない。

(正しい・誤り)

チューブクランプ機能が付いているので、扉を開けても薬剤が急速に入ることはありません。しかし、チューブクランプからチューブを外してしまった場合には、急速に薬剤が注入されてしまいます。医療事故を防ぐために、輸液ポンプの扉を開ける時には、必ずチューブのクレンメを閉じる習慣をつけましょう。

10.教育実施後の習熟度チェック問題・解答

問3 使用前点検に関する項目について、下記の空欄を埋めてください。

1. 目視点検にて本体の(汚れ)、(破損)や(ひび割れ)などが無いか確認する。
2. 付属電源コードに異常がないか確認する。
3. 本体とポータルランプの接続に(破損)や(ゆるみ)がないか確認する。
4. 本体は(輸液スタンド)へしっかりと固定する。
5. 電源を入れて各表示ランプの(点灯)と(ブザー)が鳴るか確認する。
6. バッテリインジケータを確認する。
7. チューブ(クランプ)が正常に動作するか確認する。
8. 使用する(輸液セット)が指定されている製品であることを確認する。
9. 輸液セットのチューブに(折れ)や(たるみ)等がないように装着する。
10. 点滴筒内に約(1/3)程度に薬液が留まるように装着する。
11. 点滴筒は(垂直)になるようにセットしてから(滴下センサ)をセットする。
12. 開始する前にもう一度、(流量)設定を確認する。
13. 輸液セットのクレンメは輸液ポンプ本体の(下方)に位置させセットする。
14. 輸液開始時に、(クレンメ)が開いていることを確認する。