

ひとりで調べてもわからない  
マイナー疑問解決します！

茨城キリスト教大学  
大内玲

## \*この教育セミナーの注意事項

個人的な見解です。

実際の臨床での適応前に

必ず、元論文をお読みいただき

周囲の医療者との十分な議論をすることを

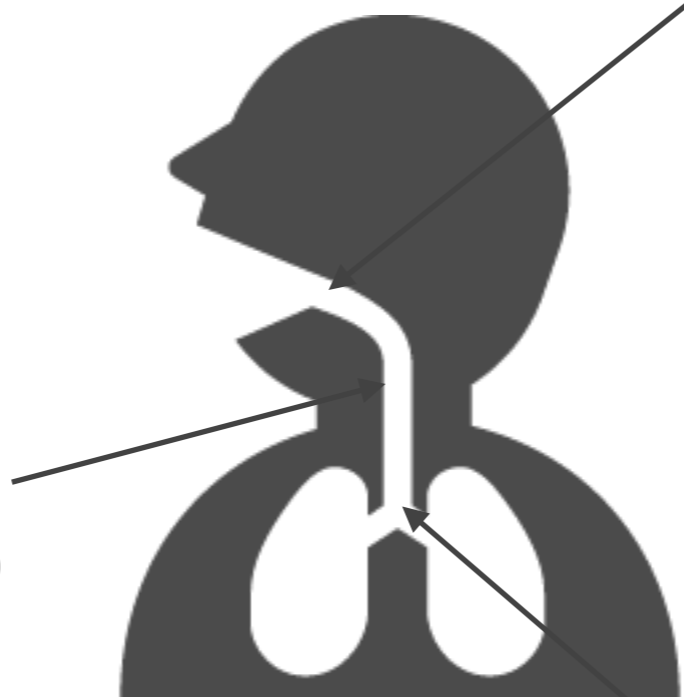
お勧めします

**人工呼吸器装着中の患者の加温加湿は人工鼻、加温加湿器どちらがいいんですか？**

# 通常呼吸時の加湿

## 吸気時の湿度

22°C、10mg/L (50%)



32°C、34mg/L (95%)

37°C、44mg/L (100%)

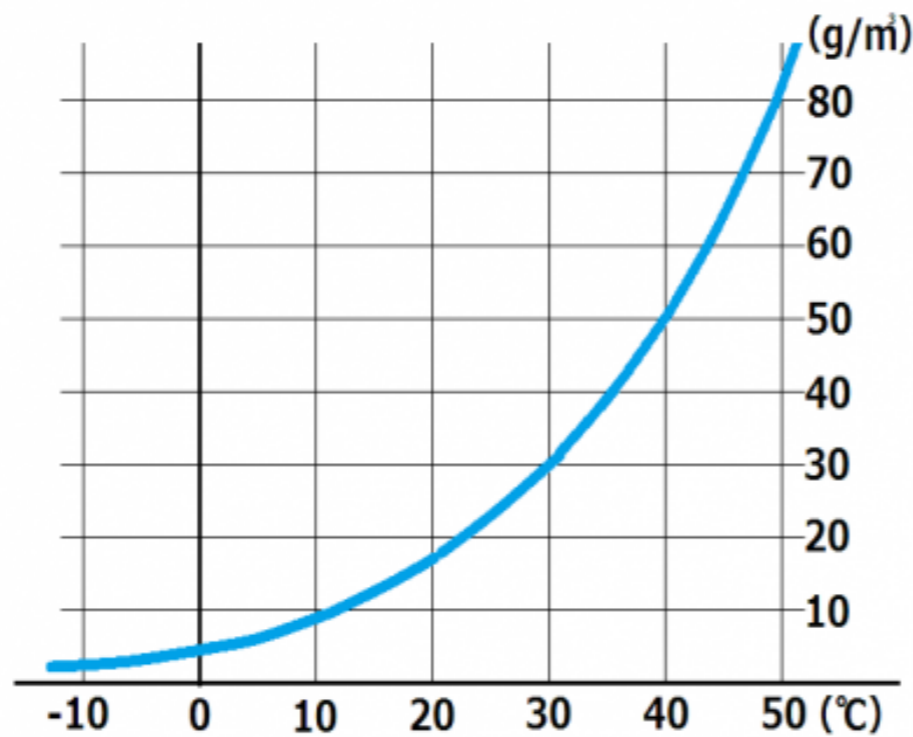
粘膜線毛クリアランスの最適な機能には相対湿度100%が必要

# 湿度とは？

湿度には絶対湿度と相対湿度がある

相対湿度：特定の温度における飽和水蒸気量と水蒸気の実際の重量との割合

絶対湿度：ある体積の気体中に存在する水の重量  
通常はmg/Lで表される。



温度 (°C)	飽和水蒸気量 (g/m³)
50	82.86
45	65.37
40	51.12
35	39.60
30	30.38
25	23.06
20	17.31
15	12.85
10	9.41
5	6.81
0	4.85
-5	3.41
-10	2.36

温度が高いほど飽和水蒸気量が増加する

# 人工呼吸と加湿

酸素アウトレット、空気アウトレットから供給される気体は水分を含んでいない→加湿しないと乾燥した気体を呼吸する

ドライガスの吸入麻酔を受けた群



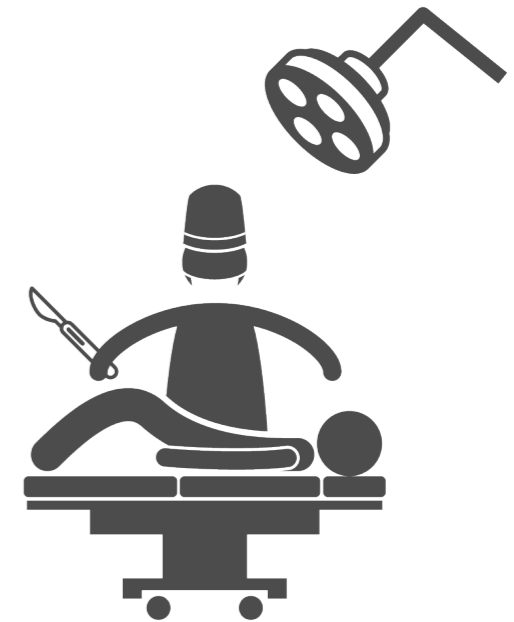
39%の呼吸上皮細胞が傷害を受けた

22-26°Cで湿度60%の吸入麻酔を受けた群



有意な細胞の傷害はなかった

37°Cで湿度100%の吸入麻酔を受けた群



有意な細胞の傷害はなかった

Chalon J et al, Anesthesiology, 1972.  
PMID: 4115208

十分な加湿がなければ、気道粘膜に傷害が起きる

加温加湿器

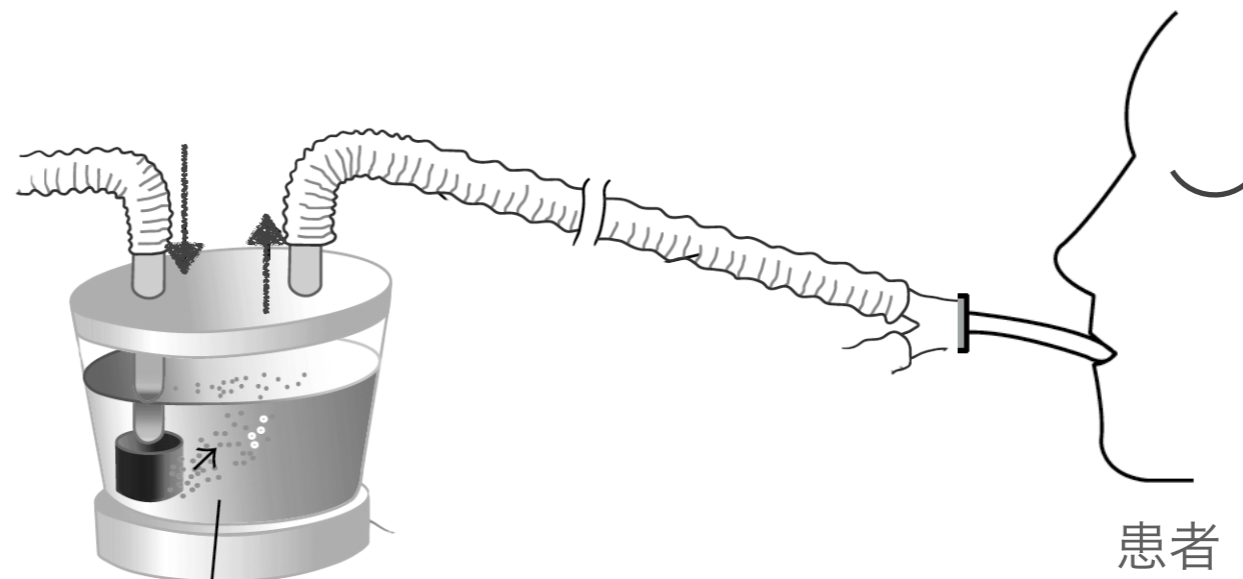
Heated humidifier(HH)

人工鼻

Heat and moisture  
exchangers(HME)

# 加温加湿器の場合

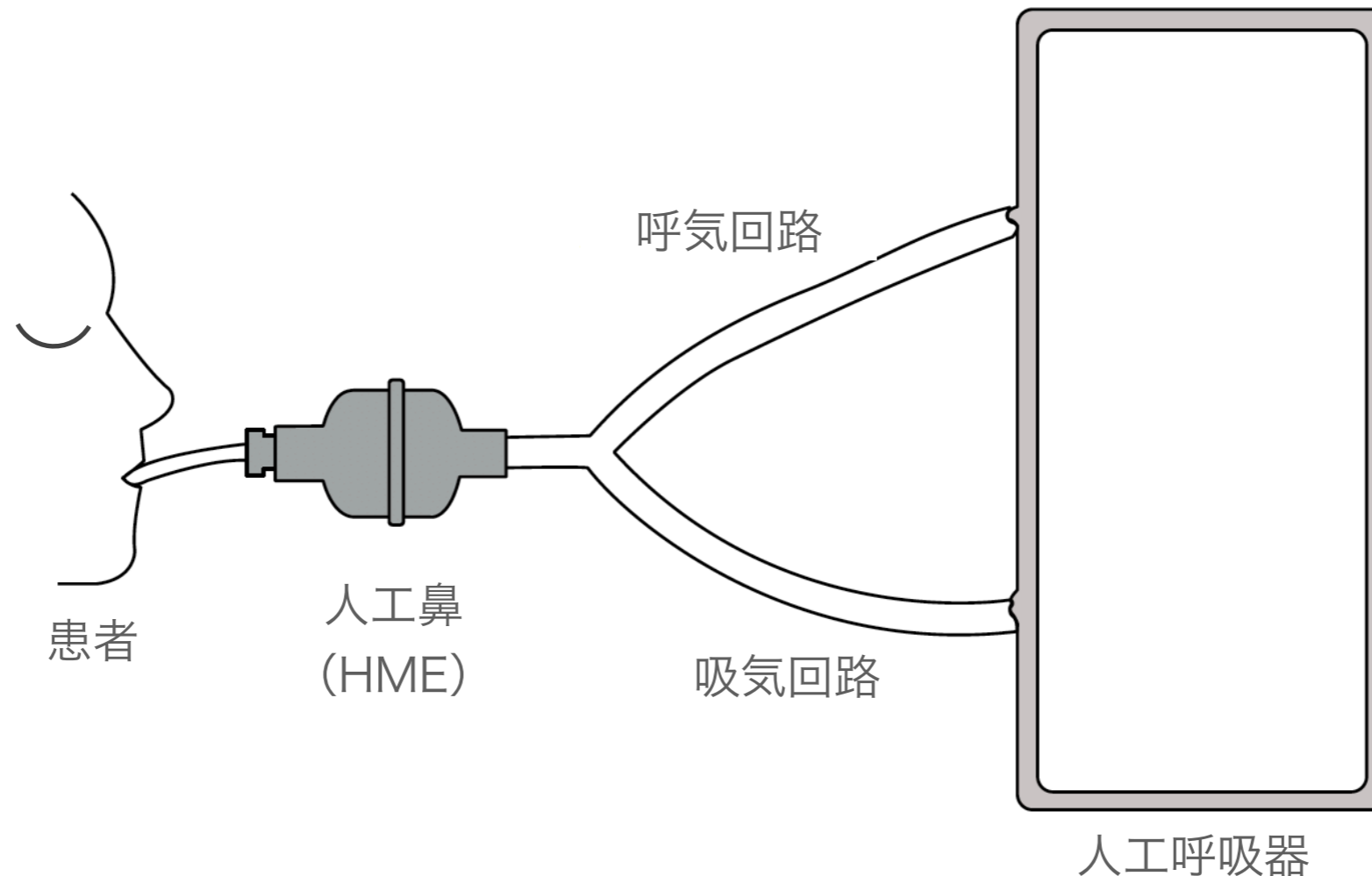
- Active humidifier
- 人工呼吸器回路の吸気側に水を温めるチャンバーが取り付けられ、その中を空気が通過することにより水蒸気が付加される。
- 水の蒸発は自然にも起こるが、加温することにより熱運動が活発になり、蒸発量が増加する。
- 気体を加温することで、飽和水蒸気量を増加
- **44mg/L**の絶対湿度が期待できる





# 人工鼻の原理

- Passive humidifier
- 呼気中に含まれる水蒸気と熱を人工鼻内に留め、次の吸気で患者に戻す
- **22-36mg/L**の絶対湿度が期待できる



# 加湿方法の使いわけについて

HME vs HH

18の研究（2442名の患者）を対象としたメタ分析の結果、**VAPの発生率、死亡率、気管チューブの閉塞率**に差はなかった。

しかし、サブグループ解析の結果、温熱回路を使用していないHHに比べ、**HME群で有意に気管チューブの閉塞が多い。**

RR=3.776, 95%CI; 1.560-9.143

Vargas M et al, Crit Care, 2017.  
PMID: 28552074

# コスト比較

コストは加温加湿器の方が高くなる



Study	HME	HH	単位	患者数
Boots 1997	6.72	8.20	AUD/day	83
Boots 2006	8.62	9.27	AUD/day	381
Branson 1996	4.70	8.97	USD/day	99
Dreyfuss 1995	5.00	11.00	USD/day	131
Kirton 1997	17.46	27.80	USD/参加者	280
Kollef 1998	15.98	38.26	USD/参加者	310

# 呼吸生理学的な影響は？

11名の慢性呼吸不全患者に対して、クロスオーバー試験でHH、HME、PSV: 7cmH<sub>2</sub>O or 15cmH<sub>2</sub>Oで呼吸パラメーターを調査

HH	×	PSV: 7cmH <sub>2</sub> O
HME		PSV: 15cmH <sub>2</sub> O



ランダムな順序で、介入間に20分間の休憩を挟み調査

酸素化に変わりはないが、同レベルのPSVではPaCO<sub>2</sub>レベルはHMEで有意に高く、呼吸仕事量が高い

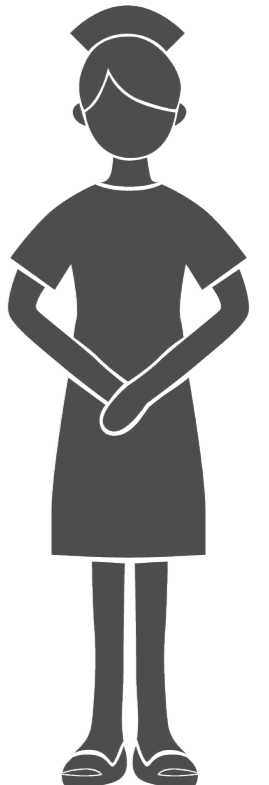
# 加温加湿器の観察ポイント

- 人工呼吸器の回路設定は加温加湿器回路になっているか？
- チャンバー出口温 $\leq$ 口元温になっているか？
- チャンバーの水位は適切か？
- 回路が空調の風で冷やされていないか？
- 結露が回路内で動き、オートトリガーを生じていないか？
- ウォータートラップの水が満杯になっていないか？
- 加温加湿器でも加湿が不十分な時は、患者の呼吸数が少なすぎないか、I:E比が大きすぎないか、分時換気量が多すぎないかを確認する

# 人工鼻の観察ポイント

- 人工呼吸器の回路の設定は人工鼻になっているか？
- 分時換気量は10L/分を超えないか？
- 呼吸予備力に問題はないか？
- 呼吸困難、努力呼吸がないか？
- PaCO<sub>2</sub>やEtCO<sub>2</sub>が上昇していないか？
- 内因性PEEPは発生していないか？
- 患者体温は32°C以上か？
- 分泌物の粘稠度は高すぎないか？

痰が固い患者、呼吸状態が不安定な患者には不向きです



# まとめ

機能的に優れているのは加温加湿器の使用である

注意点を理解し使用できれば、短期の人工呼吸が見込まれる患者にHMEを使用することでコストを削減できる