

酸素療法

合目的な酸素投与deviceの選択

- ✓高濃度酸素投与の弊害
- ✓酸素投与の単位知ってますか？
- ✓低流量酸素システム
- ✓高流量酸素システム
- ✓個人的なデバイス使い分け

不必要な酸素投与を避ける

- フリーラジカル産生
 - ARDS様の炎症性肺障害の惹起
- 吸入性無気肺
 - 換気量低下につながる

高濃度酸素投与の弊害

- 心臓と脳には特に悪影響
 - いずれも梗塞巣の増悪

O'Driscoll BR, et al. Thorax 2017;72:ii-iii. doi:10.1136/thoraxjnl-2016-209729

- PCAS管理でも過剰な酸素投与は不要

Oxygen Targets in Comatose Survivors of Cardiac Arrest
N Engl J Med 2022; 387:1467-1476 DOI: 10.1056/NEJMoa2208686

酸素投与の単位は？

5

酸素投与の単位は？

5 L/min

成人男性, 10L/min

- 成人男性の一回換気量：500ml/回
- O₂：10L/min = 167ml/min
- 吸気時間：1s 呼気時間2s



$$500\text{ml} - 167\text{ml} = \boxed{333\text{ml}}$$

単純な空気を引き込む

結果的な酸素濃度は？

$$\frac{167\text{ml} + 333\text{ml} \times 0.21}{500\text{ml}} \times 100 \approx 48\%$$



吸入している酸素濃度は思っている以上に低い

酸素濃度を安定させるには？

10L/minでは1/3は空気を引き込む



30L/minである程度安定するはず！

高流量酸素システム

低流量酸素システム

低流量酸素システム

- Nasal Cannula 
- Face Mask 
- Open Face Mask 
- Oxygen Mask with Reservoir Bag 



いずれも呼吸様式で吸入酸素濃度は変動

Nasal Cannula



| 酸素流量 (L/min) | 吸入濃度推定値 (%) |
|--------------|-------------|
| 1 | 24 |
| 2 | 28 |
| 3 | 32 |
| 4 | 36 |

➢ 4L/minが標準

➢ 鼻閉や口呼吸の影響大

➢ 飛沫飛散

Face Mask



| 酸素流量(L/min) | 吸入濃度推定値(%) |
|-------------|------------|
| 5-6 | 40 |
| 6-7 | 50 |
| 7-8 | 60 |

- 濃度推定が難しい
- CO2貯留に注意
- 5L/min以上で使用

Open Face Mask



| 酸素流量(L/min) | 吸入濃度推定値(%) |
|-------------|------------|
| 1 | 26 |
| 2 | 30 |
| 3 | 38 |
| 4 | 42 |
| 5 | 48 |
| 6 | 52 |

- CO2再吸収抑制
- 拡散飛沫のリスク

Oxygen Mask with Reservoir Bag

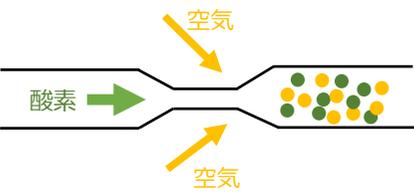


| 酸素流量(L/min) | 吸入濃度推定値(%) |
|-------------|------------|
| 6 | 60 |
| 7 | 70 |
| 8 | 80 |
| 9 | 90 |
| 10 | >90 |

- ほぼ純酸素
- 両サイドのゴム弁開放するとマスクとして使用

高流量酸素システム

ベンチュリー効果



狭い所に酸素を流すし、周りの空気を引込んで

30L/min以上を目指せる

Venturi Mask



| ダイヤリューター | 設定酸素濃度 | 最適酸素流量 | トータルフロー |
|----------|--------|--------|---------|
| 青 | 24% | 2L/分 | 52L/分 |
| 黄 | 28% | 3L/分 | 34L/分 |
| 白 | 31% | 4L/分 | 32L/分 |
| 緑 | 35% | 6L/分 | 34L/分 |
| 赤 | 40% | 8L/分 | 33L/分 |
| 橙 | 50% | 12L/分 | 32L/分 |

- 高CO₂患者に有効
- 口元流量としては高流量

ネブライザー付きVenturi Mask



| 酸素流量 (L/min) | ダイヤル目盛り (酸素濃度) | | | | | | |
|--------------|----------------|------|------|------|------|------|------|
| | 28% | 33% | 35% | 40% | 60% | 80% | 98% |
| 3 | 14.0 | 13.2 | 12.8 | 11.5 | 6.5 | 4.6 | 3.5 |
| 4 | 19.7 | 18.6 | 17.4 | 14.6 | 8.6 | 5.8 | 4.0 |
| 5 | 27.5 | 25.4 | 24.1 | 20.8 | 12.0 | 7.8 | 5.9 |
| 6 | 35.3 | 32.2 | 30.1 | 24.2 | 13.7 | 9.1 | 7.0 |
| 7 | 42.2 | 40.1 | 37.2 | 30.7 | 17.3 | 10.7 | 8.4 |
| 8 | 47.9 | 46.6 | 42.2 | 35.6 | 18.9 | 12.0 | 9.9 |
| 9 | 53.2 | 54.4 | 48.9 | 38.9 | 21.7 | 14.2 | 11.2 |
| 10 | 57.3 | 61.0 | 57.2 | 44.7 | 23.5 | 14.8 | 12.5 |

- 加湿を加えたベンチュリーマスク
- 人工気道の患者で多用

HFNC

HFNCの基本構造



- ①酸素ブレンダー
- ②流量計
- ③加湿加温器
- ④熱線入り専用回路
- ⑤ブロング

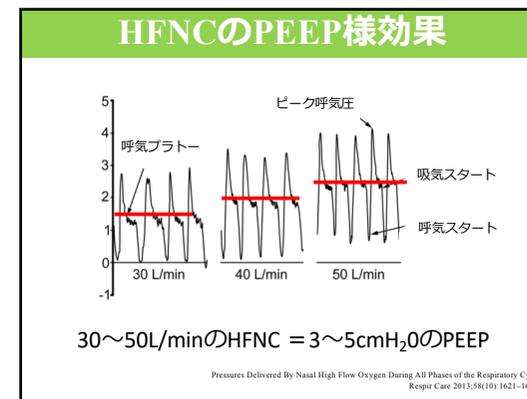
設定項目

- ◆酸素濃度(21-100%)
- ◆酸素流量(30-60L/min)
- ◆加湿温度
- ◆ブロングサイズ



HFNCのメリット

- ◆精度の高い酸素濃度のガス供給
- ◆呼吸仕事量の軽減
- ◆PEEP様効果 (閉口時)
- ◆解剖学的死腔の洗い流し



解剖学的死腔の洗流し

高流量により鼻咽頭腔の解剖学的死腔が洗い流し

↓

呼吸仕事量の軽減



写真：フィッシャー&バイケル社提供

What is the evidence for the use of high flow nasal cannula oxygen in adult patients admitted to critical care units? A systematic review. Australian Critical Care (2010) 23, 53–70

ROXによるHFNC成功予測

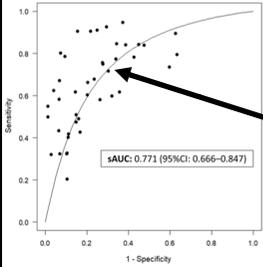
| HFNC開始後 | 治療失敗予測のROX | 特異度 |
|---------|------------|------|
| 2時間後 | <2.85 | 99.2 |
| 6時間後 | <3.47 | 99.2 |
| 12時間後 | <3.85 | 98.4 |

ROX = (SpO₂/FiO₂)/RR

Cut Off値 : **ROX > 4.88**
では、2-24時間の失敗例なし

An Index Combining Respiratory Rate and Oxygenation to Predict Outcome of Nasal High-Flow Therapy
Am J Respiratory and Critical Care Medicine June 1 2019

Covid-19におけるHFNC



Cut Off値 : **ROX > 5.23**
Covid-19のARDSでも
挿管回避

Performance of the ROX index in predicting high flow nasal cannula failure in COVID-19 patients: a systematic review and meta-analysis. Critical Care (2023) 27:320

HFNC vs NPPV

現時点では明確な選択基準なし

↓

NIV : **心原性肺水腫**
II型呼吸不全(COPD急性増悪含む)

HFNC : それ以外の I 型呼吸不全