

主論文

Physiological impact of high-flow nasal cannula therapy on postextubation acute respiratory failure after pediatric cardiac surgery: a prospective observational study (小児心臓手術後の抜管後急性呼吸不全に対する高流量経鼻酸素療法の生理学的効果)

【緒言】

小児心臓手術後の再挿管率は 6-9%で、再挿管になると死亡率が上昇する。したがって、術後の急性呼吸不全に対する呼吸補助が重要となる。

高流量経鼻酸素療法は加温、加湿することにより、患者の吸気流速を上回る流速の混合ガス投与を可能にした呼吸補助療法である。高流量の混合ガスを投与することで、正確な吸入酸素の規定、軽度持続陽圧効果、死腔ガスの洗い流し効果、気道抵抗の減少効果を有し、患者の呼吸仕事量を軽減させることができる。

高流量経鼻酸素療法は気管支炎の小児で広く使用されている。しかし、小児心臓術後の使用に関する研究報告は 1 編のみで、小児心臓手術後の急性呼吸不全患者を対象とした研究はない。したがって、高流量経鼻酸素療法が小児心臓術後の急性呼吸不全患者にどのような効果をもたらすかという情報は無い。小児心臓術後の急性呼吸不全患者に、高流量経鼻酸素療法を使用すると呼吸循環指標が改善すると仮説を立て、本研究を行った。

【対象と方法】

方法

本研究は前向き観察研究である。48 ヶ月未満で、小児心臓手術後に急性呼吸不全をきたした症例を対象とした。急性呼吸不全は過去の文献を参考にして、呼吸数増加、動脈血二酸化炭素分圧上昇、動脈血酸素飽和度低下、呼吸補助筋の使用を評価し診断した。本研究ではチアノーゼ性心疾患と非チアノーゼ性心疾患を含むため、並列循環、単心室循環でサブグループ解析を行った。

高流量経鼻酸素療法の設定

高流量経鼻酸素療法は急性呼吸不全と診断後に開始した。流量は 2 L/kg /分とし、吸入酸素濃度は目標経皮的酸素飽和度 (根治術で 93%以上、姑息術で 75-85%) を設定し調節した。加湿器を使用し、温度は 37 度に設定した。鼻カヌラは患者の体重と鼻腔の大きさを基準に選択した。

測定項目

心臓診断名、RACHS-1 分類、体重、年齢、性別を基礎データとして収集した。呼吸数は看護師が測定し電子カルテに記載した。収縮期血圧、心拍数は電子カルテに自動的に取り込まれたデータを使用した。動脈血酸素飽和度、動脈血二酸化炭素分圧、乳酸値は血液ガス分析装置で測定した。高流量経鼻酸素療法開始直前の値と開始 1 時間後の値を解析に用いた。

統計

過去の研究報告の小児の呼吸数の標準偏差(15.4) を用いてサンプルサイズ計算を行った。10 回/分の呼吸数の呼吸数の差を検知するため($\alpha = 0.05$ 、 $\beta = 0.8$)に必要な症例数は 20 症例であった。連続データは中央値と四分位点で、カテゴリーデータは割合で表現した。ウィルコクソンの符号付順位和検定を生理学的項目の評価に用いた。P 値は 0.05 未満を有意と定義した。

【結果】

研究対象に含まれたのは 20 症例であった。年齢と体重の中央値は、それぞれ 4.5 (2.3-14.0) ヶ月と 4.3 (3.1-7.1) kg であった。心臓診断名としては左心低形成症候群、房室中隔欠損症、心室中隔欠損症の割合が高かった。急性呼吸不全の診断項目で呼吸補助筋の使用が最も頻度が高かった。高流量経鼻酸素療法の設定の中央値は流量が 2.1 (1.6-3.3) L/kg/分、吸入酸素飽和度が 0.55 (0.3-0.68) であった。抜管から急性呼吸不全の診断までの時間は 4 (0.75-21) 時間であった。

評価項目のうち、循環指標は収縮期血圧が 87.5 (77.8-103.5) mmHg から 76.0 (70.3-85.0)mmHg に有意に低下した (P 値=0003)。一方、心拍数と乳酸値に有意差はなかった。呼吸指標では呼吸数が 43.5 (32.0-54.8)回/分から 28.5 (21.0-40.5)回/分に有意に低下した(P 値=0.0008)。動脈血二酸化炭素分圧は低下したが統計的に有意ではなかった(46.4 vs 46.0mmHg P 値=0.05)。動脈血酸素飽和度は有意差がなかった。再挿管となったのは 1 症例(5%)のみで、高流量経鼻酸素療法の使用に伴う有害事象はなかった。

サブグループ解析では単心室循環群では呼吸循環指標に差はなく、並列循環群では呼吸数と収縮期血圧が減少した。

【考察】

小児心臓手術後の急性呼吸不全に対する高流量経鼻酸素療法の使用について検討した研究はなく、呼吸補助を必要とする呼吸不全症例を対象にした点に本研究は価値を有する。先天性心疾患症例では陽圧効果が循環に与える影響が大きいことが予想される。そのため、高流量経鼻酸素療法の生理学的効果を調べる対象患者として小児心臓術後の症例を選択した。したがって、本研究は、小児心臓手術後の急性呼吸不全に対する高流量経鼻酸素療法の生理学的効果を調べた最初の研究報告である。本研究は並列循環、単心室循環を含む小児心臓術後の急性呼吸不全症例に高流量経鼻酸素療法を使用すると収縮期血圧が低下し、呼吸数が減少することを示した。本研究では全ての患者で呼吸補助筋を使用していたため、呼吸数の減少は呼吸仕事量の減少に繋がる。収縮期血圧の低下は呼吸状態改善に伴う交感神経の活動低下によってもたらされたと推察する。

一方、動脈血二酸化炭素分圧、動脈血酸素飽和度、乳酸値、心拍数は変化しなかった。二酸化炭素分圧に変化がなかったのは、陽圧による呼気終末肺容量の増加による二酸化炭素のクリアランス低下効果と、死腔ガスの洗い流し効果による二酸化炭素低下効果が相反した可能性がある。サブグループ解析でも並列循環、単心室循環ともに動脈血酸素飽和度に変化をきたさなかった。動脈血酸素飽和度は肺でのガス交換、肺血流、吸入酸素濃度の影響を受けるため、本研究からはその理由を結論することはできない。乳酸値は末梢組織での酸素需給の結果を表すため、呼吸状態との直接の結びつきが低いことが変化しなかった理由と考える。心拍数に関しては症例ごとのバラツキが大きく、そのことが統計的な有意差に至らなかった一因と考察する。

サブグループ解析では呼吸数の減少は並列循環症例に限定されていた。これは、サブグループ解析をするためには症例数が不足していることによる。単心室循環での生理学的効果は今後検討が必要となる。

小児心臓手術後の高流量経鼻酸素療法の使用に関する無作為比較試験の報告は1編のみある。Testa らはこの研究で、高流量経鼻酸素療法で動脈血酸素分圧は改善したが、動脈血二酸化炭素分圧は変化しなかったと報告している。我々の研究は、動脈血二酸化炭素分圧は変化しないという点で、Testa らの研究報告と結果が合致している。しかし、Testa らは急性呼吸不全患者を対象としておらず、結果の比較解釈には注意が必要である。

過去の報告では、小児心臓手術後の再挿管率は 6-9%である。本研究では再挿管は 1 症例(5%)のみであった。本研究は、再挿管のリスクが高い急性呼吸不全を対象としているにもかかわらず、再挿管率は通常の小児心臓手術後と同程度であった。Schibler らは乳児、気管支炎患者を対象として、高流量経鼻酸素療法が再挿管率を減少させる可能性を報告した。小児心臓手術後の高流量経鼻酸素療法と再挿管率についてはさらなる検討を要する。

【結論】

小児心臓手術後、急性呼吸不全症例に対する高流量経鼻酸素療法は呼吸数を減少させることで呼吸状態を改善させる。高流量経鼻酸素療法は小児心臓手術後の抜管後呼吸不全に対して有用な呼吸療法である。