

論文内容要旨

論文題目：Elucidating respiratory physiological effect of High Flow Nasal Cannula.

(呼吸モデルを用いた経鼻高流量酸素療法の生理学的効果の検討)

指導 (紹介) 教授： 川前 金幸
氏 名： 小野寺 悠

【内容要旨】 (1, 200字以内)

はじめに：経鼻高流量酸素療法 (High Flow Nasal Cannula: HFNC) はフロージェネレーターを用いて最大 60 L/min の流量で加湿加温されたガスを鼻腔に供給する高流量酸素療法の一つであり、他の酸素療法よりも呼吸障害を来した患者の予後を改善すると報告されその使用が広がってきている。しかし HFNC の適応、使用方法が不明のままであり、HFNC での治療に失敗すると予後を悪化させる報告もある。HFNC の呼吸生理学的効果には HFNC から供給される高流量の酸素が吸気流量を補助することによって得られる Work of Breathing (WOB) 減少効果、解剖学的死腔の CO₂ 洗い流し効果、呼気抵抗を生じることによる PEEP が考えられているが検討はされていない。HFNC の適応、使用方法を定めるにあたり呼吸生理学的効果の解明が必要である。

目的：HFNC の呼吸生理学的効果を明らかにすること

方法：プラスチック製の筒に鼻孔を模した穴をあけた単純な気道モデルをモデル肺に接続した呼吸モデルを用いて一回換気量 (240、460、680、900 ml) を一定に保持するのに必要な WOB を、気管挿管トレーニング人形を気道モデルとして使い CO₂ を流入させたモデル肺に接続した呼吸モデルを用いて解剖学的死腔の CO₂ 洗い流し効果を、実物大の精巧な気道モデルを 3D プリンタで作成し CO₂ を流入させたモデル肺に接続した呼吸モデルを用いて正常、拘束性、閉塞性換気パターンでの解剖学的死腔の CO₂ 洗い流し効果、一回換気量を一定に保持するのに必要な WOB 及び生じる PEEP をそれぞれの呼吸モデルに HFNC (Optiflow High Flow Nasal Cannula : Fisher and Paykel) を 10~60L/min で接続して検討した。

結果：単純な呼吸モデルからは HFNC の設定流量を増加させると一回換気量を維持するための WOB が増加した。気管挿管トレーニング人形と CO₂ を流入させた呼吸モデルでは気管内の P_{ET}CO₂ の低下が HFNC の設定流量 10~20L/min と比較的 low flow で頭打ちとなり解剖学的死腔の CO₂ 洗い流し効果は比較的 low flow の HFNC 設定流量で得られると考えられた。精巧な気道モデルと CO₂ を流入させた呼吸モデルではそれぞれの設定で気管挿管モデルを用いた実験同様に 10~20 L/min の設定流量で気管内の P_{ET}CO₂ は最低値に達した。最低値に達した時点の口腔内、上咽頭のカプノグラムから次の吸気が開始される前に上咽頭、口腔内の CO₂ が洗い流されていることが分かった。PEEP に関してはいずれの換気パターンでも HFNC の設定流量に比例して上昇、WOB も単純な呼吸モデルでの実験同様に増加した。

考察：本研究の結果から HFNC の呼吸生理学的効果として解剖学的死腔の CO₂ 洗い流し効果は比較的 low flow で効果を発揮、PEEP は効果を発揮するのに高流量の設定を要すること、HFNC の設定流量を増加させると WOB も増加することが推定され、HFNC は換気サポートとして使用する際には low flow で、PEEP による酸素化の改善を目的とする際には高流量の流量設定で使用するのが良いと考えられた。

結語：HFNC による呼吸生理学的効果は流量によって異なり目的によって適応、設定流量を調整する必要があると示唆された。

平成30年8月23日

山形大学大学院医学系研究科長 殿

学位論文審査結果報告書

申請者氏名： 小野寺 悠

論文題目： **Elucidating respiratory physiological effect of High Flow Nasal Cannula.**

(呼吸モデルを用いた経鼻高流量酸素療法の生理学的効果の検討)

審査委員： 主審査委員 渡辺 昌文



副審査委員 貞弘 光章



□

副審査委員 藤井 聡



□

審査終了日： 平成30年8月23日

【 論 文 審 査 結 果 要 旨 】

呼吸障害を持つ患者への酸素療法は数種類あるが、最近、経鼻高流量酸素療法(High Flow Nasal Cannula; HFNC)が臨床現場で使用されるようになった。HFNCは、呼吸障害を持つ患者の予後を、他の酸素療法より改善すると報告されているが、効果がなかった場合には却って予後を悪化させる報告もあり、その適応について検討が必要である。適応を決めるうえで、HFNCの呼吸生理学的効果の解明が重要であるが、これまで、その検討は十分なされていない。

そこで、今回、小野寺氏は、次の3つの呼吸モデルを使用して、HFNCの効果やその機序について検討を加えた。① プラスチック製の筒に鼻孔を模した孔をあけた単純な気道モデル ② 期間挿管トレーニング人形を用いた気道モデル ③ 3Dプリンタで作成しモデル肺に接続した呼吸モデル

その結果、HFNCにより軽減されると予想された Work of Breathing は、予想に反してHFNC設定流量の増加とともに増加し、これらのモデルでは、有用性を示せなかった。一方、解剖学的死腔の二酸化炭素(CO₂)洗い流し効果は、設定流量 10-20 L/min の比較的低流量で効果を発揮することが示され、Positive end-expiratory pressure (PEEP) 効果は、HFNC設定流量に比例して上昇することが示された。これらの結果から、HFNCを換気サポートとして使用する際には、設定流量 10-20 L/min の比較的低流量で使用し、PEEPによる酸素化の改善を目的とする際はより高流量の設定を使用するのが良いことが明らかになった。これらのデータは、実際の患者でのHFNC使用の適応をうえて、重要な報告である。

本研究には、重要な新知見が含まれており、これらの結論を導き出す過程についても熟慮され、結果に対する十分な考察もなされていた。本研究で得られた成果は、HFNCの有効な治療による呼吸管理に有用な情報を与えるものである。本審査委員会では、全員一致して、博士(医学)論文にふさわしいものと判断し、合格とした。

(1, 200字以内)