



High-Velocity Nasal Insufflation Increases Nasopharyngeal Pressure with Flow-Dependent Manner Compared with High Flow Nasal Cannula in Adult Volunteers - A single-Center Prospective...

宮崎, 勇輔

(Degree)

博士 (医学)

(Date of Degree)

2024-03-25

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第8897号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/0100490122>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



(課程博士関係)

学位論文の内容要旨

High-Velocity Nasal Insufflation Increases Nasopharyngeal Pressure with
Flow-Dependent Manner Compared with High Flow Nasal Cannula in Adult
Volunteers – A single-Center Prospective Observational Study

High-Velocity Nasal Insufflation は High Flow Nasal Cannula と比較して
流量依存的に鼻咽頭内圧を上昇させる
-成人ボランティアにおける単施設前向き観察研究

宮崎勇輔, 井上茂亮, 広瀬元, 小尾口邦彦, 小谷穰治

神戸大学大学院医科学専攻

先進救命救急医学

(指導教員：小谷 穰治 教授)

Yusuke Miyazaki

宮崎 勇輔

Key words: high-velocity nasal insufflation, High flow nasal cannula, nasopharyngeal pressure, healthy volunteers, airway pressure, manometer

【概要】

呼吸不全は ICU において深刻な問題であり、呼吸不全に罹患する患者数は増加傾向にあり、死亡率も高い。呼吸不全は肺炎や敗血症などによって引き起こされ、低酸素や高呼吸を伴う呼吸不全は多臓器不全を引き起こす。呼吸不全患者にとって酸素化は生存率を向上させるための重要な戦略であり、High flow nasal cannula (HFNC) は、呼吸不全に対する酸素療法として頻繁に使用される。HFNC では鼻カニューレを介して、加熱され、完全に加湿された高流量のガスを供給することができ、また高精度で比較的正確な FIO₂ を供給できる。また、高流量のガスが解剖学的な気道死腔を洗い流し、極軽度ではあるが呼気終末陽圧を発生させることができると考えられている。

最近、HFNC の新しいシステムとして High-velocity nasal insufflation (HiVNI) が開発された。HiVNI は、細径の鼻カニューレを使用し、通常の細径の鼻カニューレよりも高いガス流速を発生させることができる。最近の研究では、過呼吸を含む様々な原因による呼吸不全の成人患者の治療において、HiVNI が非侵襲的陽圧換気 (NPPV) に劣らないことが示されている。しかし、HiVNI が口を閉じた状態または開けた状態で HFNC と比較して気道内圧を上昇させることができるかどうかは検討されていない。

本研究の目的では、HiVNI が様々なガス流量の下で HFNC と比較して気道内圧を上昇させる効果を評価することである。

【方法】

喫煙歴がなく、過去に呼吸器疾患など既往のない健常ボランティアにおいて単施設の前向き観察研究をおこなった。

被験者を安静座位の状態とし、10Fr カテーテルを鼻腔より上咽頭に挿入を行った後、マノメーターに接続した。

その後、HFNC システムと HiVNI システムの両者を交互に用い、高流量酸素療法を開始とした。開口・閉口状態、またガス流量を 20,30,40L/分と変化させ、鼻咽頭内圧の測定をそれぞれ行った。データは平均値±SD で示し、各流量における群間差を repeated-measures ANOVA にて評価し、P 値<0.05 を統計的に有意とみなした。

【結果】

15 人の被験者のデータが得られた(男性：8 名、女性：7 名)。鼻腔からのカテーテル挿入が困難であった 1 名の被験者は除外とした。被験者の平均年齢は 28.7±5.4 歳、身長は 165.3±10.0cm、体重は 58±9.5kg、BMI は 21.2±1.6kg/m² であった。

鼻咽頭圧は吸気相で低下、呼気相で上昇を認めた。

開口状態では平均鼻咽頭圧はいずれのシステムでも低く、両システム間の差は有意ではなかった。しかし、閉口状態では、HFNC と比較して HiVNI で有意に高い鼻咽頭圧が記

録された ($P < 0.01$)。さらに、各流量における HiVNI と HFNC の差は、流量が増加するにつれて有意に大きくなった ($P < .01$)

【考察】

我々の知る限り、本研究は HiVNI が鼻咽頭圧に及ぼす影響を実証した最初の研究である。本研究では、HiVNI が同じガス流量で通常の HFNC よりも高い鼻咽頭圧を生じること示した。

HFNC には、正確な酸素供給(最大 100%)、高い加湿性能、解剖学的死腔の washout 効果、気道陽圧効果などいくつかの呼吸補助が言われている。HFNC は、高二酸化炭素血症を伴わない低酸素血症呼吸不全の治療において、NPPV と同程度に有効であることが示されていたが、別の研究では、高二酸化炭素血症を含む様々な原因による呼吸不全の成人患者の治療において、HiVNI は NPPV に劣らないことが示されている。本研究では、口を閉じた状態での HiVNI は通常の HFNC と比較し高い鼻咽頭圧を保つことができ、呼吸不全患者に有益な効果をもたらす可能性があることが示唆された。

さらに、我々のデータは、ガス流量と平均鼻咽頭圧との間に正の直線関係があり、HiVNI と HFNC の間で鼻咽頭圧に流量依存性の差が認められた (20、30、40L/min でそれぞれ 0.60、1.28、2.14cmH₂O)。この鼻咽頭圧の差は、HiVNI と HFNC で使用された鼻カニューレの口径の違いによって生じたのではないかと推測している。HiVNI に使用される鼻腔カニューレの内径は、HFNC のカニューレよりも小さい (成人用 HiVNI : 内径 2.7mm、HFNC : 内径 4.3mm)。したがって、HiVNI の内径が小さいと、通常の内径のカニューレに比べて流速が速くなり、その結果、解剖学的死腔が洗い流され、呼吸の仕事が減少する可能性がある。そして、HFNC によって生じる気道陽圧は、酸素化の改善、肺のリクルートメントによる人工呼吸器と灌流のミスマッチの改善、気道抵抗の減少、呼吸仕事量の減少といった有益な効果をもたらすと言われている。したがって、HiVNI では、特に高ガス流量下で高い鼻咽頭圧を発生させることができ、このような有益な効果をより強くもたらす可能性がある。

この研究にはいくつかの限界がある。第一に、健康なボランティアで行われたため、この結果がすべての急性呼吸不全患者に当てはまるとは限らない。第二に、この研究では技術的にシステムに関する盲検化ができなかった。しかし、参加者が HiVNI システムに慣れおらず、呼吸パターンを意識的に変動させることが困難であったため、盲検化の影響も限られていると思われる。最後に、鼻咽頭圧は HiVNI の方が通常の HFNC よりも口を閉じた状態で高かったが、だからといって、HiVNI が高二酸化炭素血症を含む急性呼吸不全の管理において通常の HFNC よりも優れているとは限らない。HiVNI と HFNC を無作為化比較試験で比較するためのさらなる研究が望ましいと思われる

【結語】

健康な健常者において、HiVNI は同じガス流量で通常の HFNC よりも高い鼻咽頭圧を

生じさせた。さらに、ガス流量と平均鼻咽頭圧の間には正の直線関係があり、HiVNI と通常の HFNC の間の上咽頭圧の差は流量依存性があった。

論文審査の結果の要旨			
受付番号	甲 第 3392 号	氏 名	宮崎 勇輔
論文題目 Title of Dissertation	High-Velocity Nasal Insufflation Increases Nasopharyngeal Pressure with Flow-Dependent Manner Compared with High Flow Nasal Cannula in Adult Volunteers – A single-Center Prospective Observational Study High-Velocity Nasal Insufflation は High Flow Nasal Cannula と比較して流量依存的に鼻咽頭内圧を上昇させる ・成人ボランティアにおける単施設前向き観察研究		
審査委員 Examiner	主 査 溝 渕 知 司 Chief Examiner 副 査 丹 生 博 一 Vice-examiner 副 査 堀 江 昌 也 Vice-examiner		

(要旨は1, 000字～2, 000字程度)

序論

High flow nasal cannula (HFNC) の新しいシステムとして High-velocity nasal insufflation(HiVNI)が開発された。HiVNI は、細径の鼻カニューレを使用し、高いガス流速を発生させることができる。最近の研究では、過呼吸を含む様々な原因による呼吸不全の成人患者の治療において、HiVNI が非侵襲的陽圧換気 (NPPV) に劣らないことが示されている。しかし、HiVNI が口を閉じた状態または開けた状態で HFNC と比較して気道内圧を上昇させることができるかどうかは検討されていない。

本研究の目的は、HiVNI が様々なガス流量の下で HFNC と比較して気道内圧を上昇させる効果を評価することである。

方法

喫煙歴がなく、過去に呼吸器疾患など既往のない健康ボランティアにおいて単施設の前向き観察研究をおこなった。被験者を安静座位の状態とし、10Fr カテーテルを鼻腔より上咽頭に挿入を行った後、マノメーターに接続した。その後、HFNC システムと HiVNI システムの両者を交互に用い、高流量酸素療法を開始とした。開口・閉口状態、またガス流量を 20,30,40L/分と変化させ、鼻咽頭内圧の測定をそれぞれ行った。データは平均値±SD で示し、各流量における群間差を repeated-measures ANOVA にて評価し、P 値<0.05 を統計的に有意とみなした。

結果

15 人の被験者のデータが得られた(男性：8 名、女性：7 名)。鼻腔からのカテーテル挿入が困難であった 1 名の被験者は除外とした。被験者の平均年齢は 28.7 ± 5.4 歳、身長は 165.3 ± 10.0 cm、体重は 58 ± 9.5 kg、BMI は 21.2 ± 1.6 kg/m² であった。

鼻咽頭圧は吸気相で低下、呼気相で上昇を認めた。開口状態では平均鼻咽頭圧はいずれのシステムでも低く、両システム間の差は有意ではなかった。しかし、閉口状態では、HFNC と比較して HiVNI で有意に高い鼻咽頭圧が記録された (P < 0.01)。さらに、各流量における HiVNI と HFNC の差は、流量が増加するにつれて有意に大きくなった (P < 0.01)

考察

本研究では、HiVNI が同じガス流量で通常の HFNC よりも高い鼻咽頭圧を生じることが示した。HFNC は、高二酸化炭素血症を伴わない低酸素血症呼吸不全の治療において、NPPV と同程度に有効であることが示されていたが、別の研究では、高二酸化炭素血症を含む様々な原因による呼吸不全の成人患者の治療において、HiVNI は NPPV に劣らないことが示されている。本研究では、口を閉じた状態での HiVNI は通常の HFNC と比較し高い鼻咽頭圧を保つことができ、呼吸不全患者に有益な効果をもたらす可能性があることが示唆された。

さらに、ガス流量と平均鼻咽頭圧との間に正の直線関係があり、HiVNI と HFNC の間で鼻咽頭圧に流量依存性の差が認められた (20、30、40L/min でそれぞれ 0.60、1.28、2.14cmH₂O)。この鼻咽頭圧の差は、HiVNI と HFNC で使用された鼻カニューレの口径の違いによって生じたのではないかと推測している。HiVNI の内径が小さいと、通常の内径のカニューレに比べて流速が速くなり、その結果、解剖学的死腔が洗い流され、呼吸の仕事が減少する可能性がある。HiVNI では、特に高ガス流量下で高い鼻咽頭圧を発生させることができ、このような有益な効果をより強くもたらす可能性がある。

この研究の限界として、第一に、健康なボランティアで行われたため、この結果がすべての急性呼吸不全患者に当てはまるとは限らない。第二に、この研究では技術的にシステムに関する盲検化ができなかった。また、鼻咽頭圧は HiVNI の方が通常の HFNC よりも口を閉じた状態で高かったが、HiVNI が高二酸化炭素血症を含む急性呼吸不全の管理において通常の HFNC よりも優れているとは限らない。HiVNI と HFNC を無作為化比較試験で比較するためのさらなる研究が望ましいと思われる。

結語

健康な健常者において、HiVNI は同じガス流量で通常の HFNC よりも高い鼻咽頭圧を生じさせた。さらに、ガス流量と平均鼻咽頭圧の間には正の直線関係があり、HiVNI と通常の HFNC の間の鼻咽頭圧の差は流量依存性があった。

以上

今回、HiVNI が鼻咽頭圧に及ぼす影響を学術的に検討したことは価値ある業績と認める。よって、本研究者は、博士（医学）の学位を得る資格があると認める。