

平成 30 年 6 月 15 日現在

機関番号：16201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K10261

研究課題名(和文) apneic oxygenation理論を用いた気道手術の新しい呼吸管理法の開発

研究課題名(英文) Development of new respiratory management method for airway surgery using Apneic Oxygenation.

研究代表者

呉 哲彦 (TETSUHIKO, GO)

香川大学・医学部附属病院・講師

研究者番号：50313656

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：Apneic oxygenation理論に基づく術中の無呼吸管理の遂行と、その発展型であるY型細径カテーテルを用いたApneic oxygenationにおける二酸化炭素の洗い流し効果についての実験をおこなった。全身麻酔下のイヌ頸部気管手術モデルで実験をおこない、気管切断後から気管再建が終了するまで30分間の気道が開放した状態での呼吸管理を、気管断端から挿入した細径カテーテルより高流量酸素を投与することによって行った。Y型カテーテルを用いた実験群では、対照群として実験をおこなったストレート型カテーテル群と比較して有意に二酸化炭素の貯留が少なく、Y型カテーテルの臨床応用への可能性を示した。

研究成果の概要(英文)：Apneic oxygenation is a ventilation method in the open-airway phase of tracheal surgery. This method provides adequate oxygenation, but has the disadvantage of causing progressive hypercapnia. In order to repress hypercapnia, we developed a Y-shaped catheter that can be located in the tips of both bronchi. We conducted experimental study with a canine tracheal resection and reconstruction surgery model to evaluate the efficacy of a Y-shaped catheter. Ventilation during open airway phase was maintained with small catheter as apneic oxygenation for 30 minutes until the end of tracheal reconstruction. Apneic oxygenation using a Y-shaped catheter significantly repressed the accumulation of carbon dioxide compared with the straight catheter. This result showed the possibility of clinical application of Y-shaped catheter.

研究分野：呼吸器外科

キーワード：気管手術 Apneic oxygenation

1. 研究開始当初の背景

気管再建手術では離断された気管を介した呼吸管理が必要となる。離断された遠位気管に直接挿管する術野挿管法はもっとも多用されている方法であるが、狭い術野に比較的大きな気管チューブを出し入れする必要があるので、複雑な気道再建手術においてはその管理が煩雑になるというデメリットがある。

Apneic oxygenation 理論に基づく術中の無呼吸管理 (Apneic Oxygenation : AO) は、細いカテーテルから酸素を気管内に送気する事により、無呼吸下でも酸素化を維持する手法である。麻酔中の酸素消費量は 200~250ml /分であるため、純酸素による過換気によって 2,500~3,000ml の機能的残気量を酸素で置き換えると、無呼吸にかかわらず 10~12 分間の酸素化が維持され、さらにカテーテルを通した酸素供給により、理論的には最大 50 分間の無呼吸が維持可能とされている。この手法を気管再建時の呼吸管理法として使用することにより、必要なのが細径チューブのみであるため手術野が妨げられず、また挿管チューブの出し入れをせずに気管再建が可能というメリットがある。

しかしこの手法は、無呼吸による二酸化炭素の経時的な貯留と、それによる呼吸性アシドーシスを引き起こすという問題点がある。我々はこの問題を解決するために、左右の主気管支内にそれぞれ先端を位置することが可能な Y 型カテーテルを作成した。酸素送気を行うカテーテル先端の位置は二酸化炭素の貯留に強く関連することが報告されており、先端が気道の末梢側に位置するほど二酸化炭素のクリアランスは改善される。この Y 型カテーテルを使用することにより二酸化炭素の貯留が抑制され、Apneic oxygenation におけるデメリットを解決できると考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は Apneic oxygenation 理論に基づく術中の無呼吸管理の遂行と、その発展型である Y 字型細径チューブを用いた無呼吸管理における二酸化炭素のクリアランス改善効果を評価し、臨床応用への可能性を検討することである。

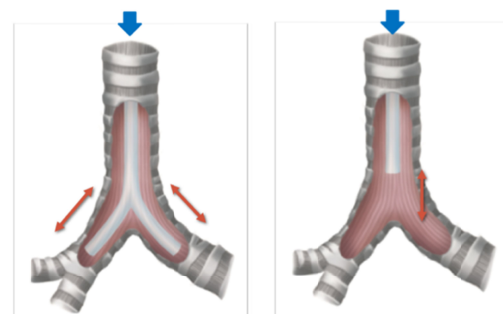
3. 研究の方法

(1)カテーテルデザイン

シリコンで作成した内径 3mm、外径 4mm の細径カテーテルを作成した。



Y 型カテーテルは分岐部から先端までの距離が 2cm で、それぞれのカテーテル先端が気管内で下記図の様に位置できるように設計した。



Group1 ; Y型チューブ
先端 : 気管分岐部から2cm

Group2 ; I型チューブ
先端 : 気管分岐部まで1cm

Y 型カテーテルを Group1、ストレートカテーテルを Group2 として、それぞれ 5 匹のイヌ頸部気管手術モデルで実験を行った。

(2)イヌ頸部気管手術

全身麻酔下にイヌの頸部気管を露出し、頸部気管 2cm の環状切除と気管再建を行った。頸部気管切開前に純酸素による 10 分間の過換気 (Pre-apneic Oxygenation) を行い、気管環状切除から再建が終了する

までの 30 分間を無呼吸下にカテーテルからの酸素投与 (Apneic oxygenation) で管理した。気管再建後に 10 分間の過換気 (Post-apneic Oxygenation) を行い、創部の閉鎖をおこなって全身麻酔を終了した。手術中の血行動態と血液ガスを、合計 10 点の評価ポイントで測定を行った。

- 全身麻酔導入後の手術後開始前
- 10 分間の純酸素による過換気後 (Pre-apneic Oxygenation)
- Apneic Oxygenation 中 (5 分毎 - 計 6 点)
- 10 分間の純酸素による過換気後 (Post-apneic Oxygenation)
- 手術終了後

さらに以下の 3 点において心拍出量、肺動脈圧をあわせて測定した。

- 全身麻酔導入後の手術後開始前
- Apneic Oxygenation 開始後 25 分時点
- 手術を終了後

手術終了後は麻酔から覚醒させ、術後 1 ヶ月間の経過観察をおこなった。

(3) Apneic Oxygenation

切断された気管の遠位断端よりカテーテルを挿入し、無呼吸下に酸素を 1.0 L/kg/min で持続投与しながら気管再建を行った。気管再建に用いた時間に関わらず、30 間の Apneic Oxygenation を継続し、30 分間は 5 分毎に前述の血行動態と血液ガスの測定を行った。また開始後 25 分時点では心拍出量、肺動脈圧も測定を行った。30 分経過後にカテーテルを抜去し、挿管チューブ先端を気管吻合部 (再建部) を越える位置まで進めて、人工呼吸器による換気を再開した。

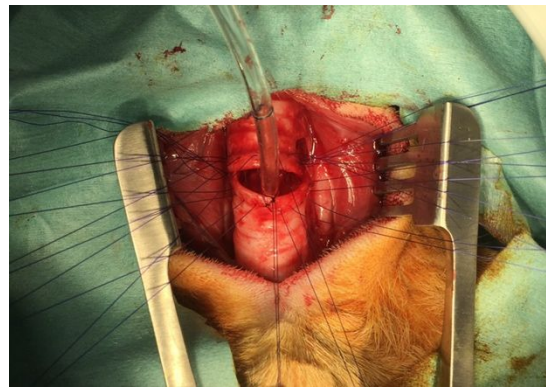


図) 頸部気管再建中、AO における細径カテーテルからの酸素投与。

(4) 実験結果

Y 型カテーテルの Group1、ストレートカテーテルの Group2 において、各 5 匹、計 10 匹での実験を完了した。

PaO₂ は両グループとも実験を通じて高値であり、AO 期間中であってもグループ 1 では 500mmHg 以上、グループ 2 では 450mmHg 以上であり、酸素化に関しては十分な値が維持された。

PaCO₂ は AO 開始直後に最も上昇し、その後 AO 期間中に時間依存性に増加を示した。AO 開始 5 分時点(T5)における平均 PaCO₂ 上昇値は、グループ 1 では 5.22mmHg /分であり、グループ 2 では 7.63mmHg /分であった。この開始後 5 分時点(T5)と 20 分時点(T20)を除いて、AO 中全ての時点で PaCO₂ 上昇値に両群間に有意差が観察された。グループ 1 において PaCO₂ は開始後 5 分(T5)から AO の終わりまで平均 1.34mmHg/分増加し、グループ 2 では 2.03mmHg/分増加した (p<0.05)。総 PaCO₂ 上昇値は、グループ 1 では 59.5±6.71mmHg であり、グループ 2 では 89.0±14.2mmHg であった (p<0.05)。AO 期間中に心拍数に変化はなかったが、平均動脈圧は時間依存的に減少した。心拍出量、肺動脈圧のあきらかな変化は観察されなかった。これら血行動態値に両群間の有意な差は認めなかった。手術後 1 ヶ月を通してすべての犬で食欲と活動性は良好

に維持されていた。

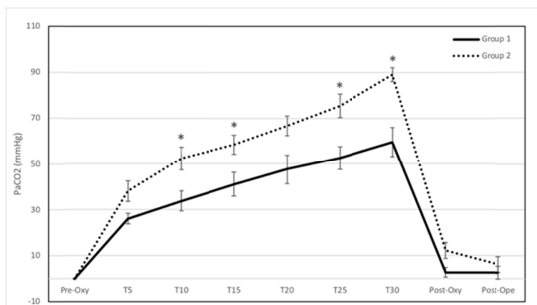


図) PaCO2 変化値の推移 (* : 2 群間に有意差あり)

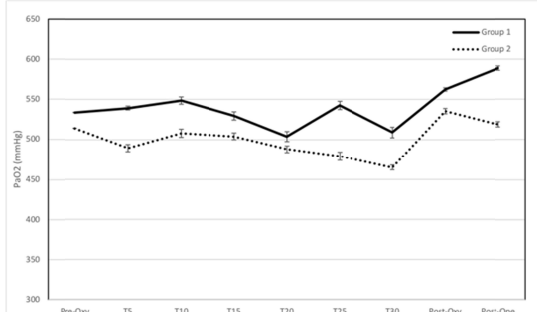


図) PaO2 値の推移

4. 研究成果

我々の作成した Y 型カテーテルは、イヌ頸部気管再建手術における Apneic Oxygenation において二酸化炭素の貯留を抑制することを証明した。

気管再建手術における視野・操作の妨げが少ない呼吸管理法である同手法において、チューブ先端を両側主気管支内に留置が可能な Y 型カテーテルは、二酸化炭素貯留というデメリットを抑制する有用なデバイスとなる可能性がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 1 件)

(1) 横田 直哉、Apneic Oxygenation 理論を用いた Y 型チューブによる気管手術時の呼吸管理
第 34 回日本呼吸器外科学会総会
2017 年 5 月 18 日、福岡「福岡国際会議場」

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

呉 哲彦 (GO TETSUHIKO)
香川大学・医学部付属病院・講師
研究者番号：50313656

(2) 研究分担者

横田 直哉 (YOKOTA NAOYA)
香川大学・医学部付属病院・医員
研究者番号：10636492

藤原 敦史 (FUJIWARA ATSUSHI)

香川大学・医学部付属病院・助教
研究者番号：00748642

松浦 奈都美 (MATSUURA NATSUMI)

香川大学・医学部付属病院・助教
研究者番号：20572853

横見瀬 裕保 (YOKOMISE HIROYASU)

香川大学・医学部付属病院・教授
研究者番号：80231728

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

()