

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年5月10日現在

機関番号：32653

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2012

課題番号：23659750

研究課題名（和文） 気管チューブカフ管理を提言できる新規システムの構築

研究課題名（英文） Building the new system that manage to control of cuff pressure in a tracheal tube

研究代表者

森岡 宣伊 (MORIOKA NOBUTADA)

東京女子医科大学・医学部・講師

研究者番号：60256518

研究成果の概要（和文）：

オリジナル円筒気管モデルを製作し、気管モデルの内側面にシート状の薄型圧力センサをとりつけ数 cmH₂O から数 10cmH₂O の範囲の微小な圧力を測定することのできる新規システムを構築した。円筒気管モデルに異なる形状の気管チューブを挿管しカフを膨張させると、気管モデル内壁に作用する圧力は同じカフ内圧であってもカフの形状により異なることが示された。

研究成果の概要（英文）：

Our original cylinder tracheal model whose inside was affixed with a thin pressure sensor sheet was made as a new pressure measurement system. Using this system, we tested that tube shapes generate the differences in pressures between intra cuff and a tracheal wall. We investigated that the pressure at tracheal wall differs depends on the shapes of a tube.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・麻酔・蘇生学

キーワード：周術期管理学、気管チューブ、気管壁に作用する圧力

1. 研究開始当初の背景

人工呼吸を伴う気道管理に気管チューブは必須であり、不適切な管理による術後肺合併症は、一旦引き起こすとその1年後の死亡率は44%も上昇することが知られている。気道管理に使用する気管チューブのカフは①人工呼吸中のガスリークを防止し設定通りの人工呼吸管理を行う、②気道内分泌物および食道からの逆流による誤嚥防止を行う。この相互に関連する2つの機能が求められる。

これらの機能評価方法は確立しておらず、臨床使用されている様々な種類のカフの臨床上的有用性の差異は学術的に明らかではない。人工呼吸中のガスリーク防止にはカフと気管との十分な圧着が必要だが、気管粘膜に作用する圧力が30cmH₂O を超える過剰な圧着では、気管粘膜血流障害のリスクが高ま

る。“ガスリーク”と“気管粘膜血流障害による合併症”とはトレードオフの関係にあり、適切な範囲内で人工呼吸管理及び気道管理を施行することが臨床に求められる。よって、適切な圧着範囲内でカフを管理するためには、気管粘膜に作用する圧力を知ることが重要だが、臨床では気管粘膜に作用する圧は測定できず、通常カフ内圧を測定し調整しているのみである。また模擬的なモデルでさえも小型圧力センサをとりつけて特定の1点に作用する圧力を測定した報告はあるが、カフ全体がどのように気管壁に接触するかという報告はこれまでにない。

カフ内圧の変化とカフにより気管壁に作用する圧力の変化は対応しないと仮説を立て、in vitro気管モデルでカフにより気管壁に作用する圧力を測定することを試みた。

2. 研究の目的

気管壁に作用する圧力を測定できる模擬的モデルによる装置を開発し、カフにより気管壁に作用する圧力が気管チューブカフの形状の違いに影響をうけるかを検討した。

3. 研究の方法

①圧力測定が可能な気管モデルの作成
3次元プリンタを用いて円筒形に近似した気管モデルを作成した。円筒内面に極薄型の圧力センサシートを組み込み気管モデル内壁に作用する圧力を測定できる装置を作成した。圧力センサシートは1.91mm 間隔でセンシングポイントが配列しているシートを用いた。

②気管壁に作用する圧力測定
臨床で広く使用されている3種類のカフ形状（俵型：N、大容量型：HL、テーパ型：T、図1）の気管チューブ（チューブ内径8mm）を気管モデルに挿管し、カフ内圧を徐々に上昇させた際に気管モデル内壁にカフにより作用する圧力を測定した。



図1 使用した3種類のカフ形状

③各センシングポイントにおける圧力の算出

圧力測定値のばらつきを平均化するため、1つの測定点の値として、目的の点と、その点を中心として正方形で取り囲む8の測定点を含む合計9点の値を平均化した値を、当該の点の測定値としてすべての測定ポイントで算出した（図2）。

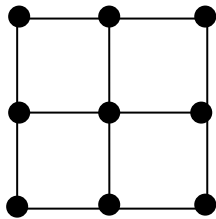


図2 中央のセンシングポイントの値は隣接する8つのセンシングポイントの測定値を含む9点の平均値

4. 研究成果

①臨床的に許容範囲とされる3kPa（約30cmH₂O）を指標とした結果
カフ内圧を30cmH₂Oとした時に、圧力センサ測定ポイントの測定値が3kPaを超えたセンシングポイント数（図3）、その点の総荷重（図4）を示した（n=6）。

N型、T型、HL型の順で3kPaを超える測定点数、またその点の総荷重が増加した。

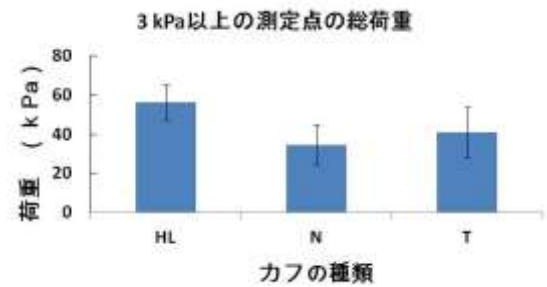


図3 カフ内圧を30cmH₂O時に3kPaを超えたセンシングポイント数

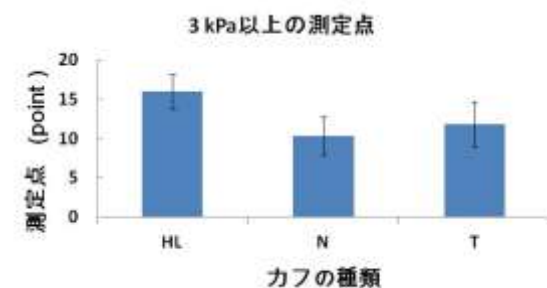


図4 カフ内圧を30cmH₂O時に3kPaを超えたセンシングポイントの総荷重

②カフ内圧の上昇に伴う気管壁に作用する圧力の変化

カフ内圧を上昇させた際に気管壁に作用する圧力を測定し、①と同様に圧力センサポイントの測定値が3kPaを超えたセンシングポイント数（図5）、その点の総荷重（図6）を示した（n=6）。

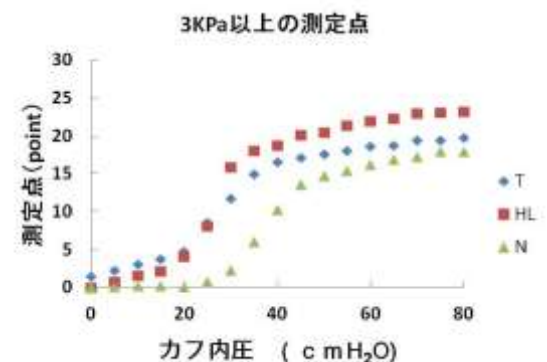
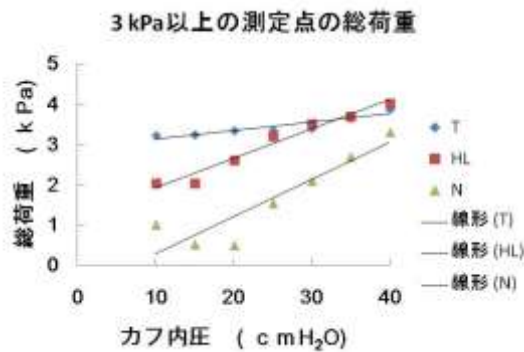


図5 3kPaを超えたセンシングポイント数



近似線：

T 型： $y=0.0206x+2.938$, $R^2=0.8447$

HL 型： $y=0.0725x+1.2108$, $R^2=0.9633$

N 型： $y=0.0919x-0.6235$, $R^2=0.8338$

図 6 3 kPa を超えたセンシングポイントの総荷重

T 型はカフ内圧が臨床的に使用される約 0-40cmH₂O の範囲では 3 kPa を超える総荷重を示す傾きが小さく、臨床的に使われるこの範囲内でカフ内圧を上昇させても合併症をもたらすリスクは変化しない可能性が示唆された。HL 型カフは 3 kPa を超える測定点の数の上昇が急峻であり、またカフ内圧を上昇させるとカフ内圧 30-40cmH₂O 程度では T 型、N 型に比べ 3 kPa を超える総荷重が大きくなるという特徴が示された。N 型はカフ内圧に対する 3 kPa を超える総荷重の近似線の傾きは T 型、HL 型に比べて大きい、カフ内圧 0-40cmH₂O の範囲では他の 2 つのカフに比べると 3 kPa を超える総荷重は最も小さいという特徴が示された。

③カフ形状による圧力分布の違い

気管チューブカフの長軸方向の圧力分布の違いを検討するために、長軸方向に配列した各測定点の値を平均化し、さらに 6 回施行分の平均値を算出した。カフ内圧を 0 kPa から 99 kPa まで 5 kPa 毎に上昇させた際の圧力分布を図 7-9 に示す。

定性的に、カフ形状が異なると、圧力分布は異なり、特にカフ中央部よりもカフの頭側、尾側における分布が異なっていた。

気管チューブカフにより気管壁に作用する圧力はカフの形状により異なり、臨床でカフ内圧のみを指標に気道管理を行うことは、呼吸器合併症につながる危険をはらむ可能性が示唆された。

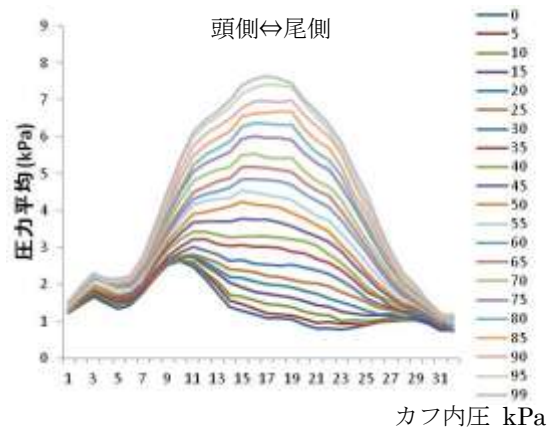


図 7 N 型カフ挿管時の気管壁の圧力分布

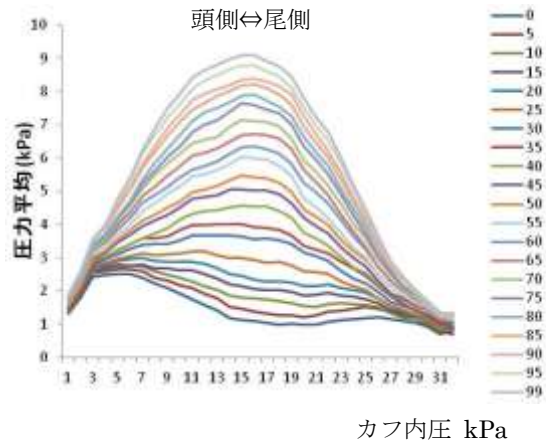


図 8 HL 型カフ挿管時の気管壁の圧力分布

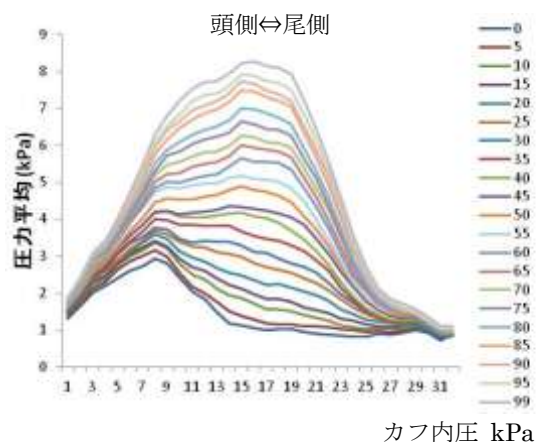


図 9 T 型カフ挿管時の気管壁の圧力分布

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1件)

永井美玲、森岡宣伊、石井裕之、高西淳夫、尾崎眞、気管チューブカフにより気管壁に作用する圧力測定を試み、医工学治療、査読有、24巻、2012、185-189

〔学会発表〕(計1件)

永井 美玲、森岡 宣伊、石井 裕之、高西 淳夫、尾崎 眞、気管チューブカフ管理を提言できる新規システム構築を試み、日本麻酔科学会 第58回学術集会、2011年5月(神戸)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森岡 宣伊 (Morioka Nobutada)
東京女子医科大学・医学部・講師
研究者番号：60256518

(2) 研究分担者

尾崎 眞 (Ozaki Makoto)
東京女子医科大学・医学部・教授
研究者番号：30160849

(3) 連携研究者

高西 淳夫 (Takanishi Atsuo)
早稲田大学・理工学術院・教授
研究者番号：50179462

石井 裕之 (Ishii Hiroyuki)
早稲田大学・理工学術院・研究員講師
研究者番号：10398927

(4) 研究協力者

永井 美玲 (Nagai Mirei)
東京女子医科大学・医学部・医療練士