

氏 名	城 戸 晴 規
(ふ り が な)	(き ど は る き)
学 位 の 種 類	博士 (医学)
学 位 授 与 番 号	乙 第 号
学 位 審 査 年 月 日	平成 28 年 7 月 13 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 題 名	Clinical studies of double-lumen endotracheal tube intubation and extubation ① Comparison of McGrath MAC and Macintosh laryngoscopes for double-lumen endotracheal tube intubation by anesthesia residents: a prospective randomized clinical trial ② Evaluation of double-lumen endotracheal tube extubation force by extraction angle: a prospective randomized clinical trial (分離肺換気用二腔気管チューブの挿管および抜管に関する研究) ① (分離肺換気用二腔気管チューブ挿管における McGrath MAC とマッキントッシュ型喉頭鏡の有用性の比較検討 ―前向きランダム化臨床試験―) ② (分離肺換気用二腔気管チューブの抜管方向による負荷の比較検討 ―前向きランダム化臨床試験―)
論 文 審 査 委 員	(主) 教授 河 田 了 教授 勝 間 田 敬 弘 教授 高 須 朗

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

《緒 言》

肺手術の分離肺換気には分離換気用二腔気管チューブ (Double lumen tube : DLT) 挿管が必要になる。一般的な単腔気管チューブ (Single lumen tube : SLT) よりも 1)チューブが長い、2)外径が太い、3)柔軟性が低いという特徴があるため、SLT に比べて気管挿管に難渋することがあり、抜管時の侵襲も大きい。DLT 使用時における円滑な気管挿管、および抜管に関する前向きランダム化臨床試験を行った。

・主論文①

《目 的》

McGRATHTM MAC 喉頭鏡 (McG) は高解像度ビデオカメラを有し、声門の直接的および間接的な視野確保が可能である。SLT による気管挿管の検討では、McG の使用は直接視認型のマッキントッシュ型喉頭鏡 (McL) と比較して、正常および困難気道における気管挿管時間を短縮し、また気管挿管成功率を改善するとされている。しかし、これまで DLT 挿管における McG の有用性は検討されていない。そこで今回、我々は喉頭展開における McG の有用性を検討し、さらに DLT 挿管における McG と McL 使用時の気管挿管について比較検討を行った。

《方 法》

本研究は大阪医科大学倫理委員会で承認された。2014 年 7 月から 2014 年 11 月までの間に呼吸器外科で DLT を用いた全身麻酔患者 56 例のうち書面による同意を得られ、困難気道などが予想される患者を除外した 50 例を対象とした。封筒法を用いて、McG 群 25 例と McL 群 25 例に無作為に割り当てた。麻酔導入はプロポフォール、レミフェンタニル、ロクロニウムを投与した。DLT 挿管を 50 例以上経験した麻酔科レジデント 7 名が McL もしくは McG を用いて DLT を挿管した。両群ともに DLT 付属のスタイレットを使用し、喉頭鏡ブレードの先端を喉頭蓋谷に進め、喉頭展開を行った。喉頭展開の難易度の評価指標として、Cormack 分類 (I : 完全に声門が目視可能、II : 声門の前方のみ目視不能、III : 喉頭蓋は目視できるが声門は見えない、IV : 喉頭蓋が目視できない)、POGO (percentage of glottic opening) スコア (喉頭展開時の声帯視認の割合、0 % : 披裂軟骨の下端が見える、100 % : 声帯前連合まで視認可能) および喉頭展開の主観的難易度 VAS (Visual analog scale) (0 : 全く困難ではない、100 : 今まで経験したことのないくらい困難) を検討した。また挿管の難易度も含めた評価指標として、挿管成功までの回数、気管挿管時間、気管チューブの声門通過の VAS および手術後の嘔声と咽頭痛の有無を検討した。

統計学的分析は、JMP 11 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) を用い、カイ二乗検定、マン・ホイットニーU検定を使用した。データは、平均値±標準偏差で表し、 $P < 0.05$ を有意差ありとした。

《結 果》

患者背景に関して両群で有意差は認めなかった。Cormack 分類では McG 群のほうが有意に喉頭展開が良好であった ($P=0.017$)。POGO スコアは、McL 群と比較して McG 群で有意に高かった (McG : 88.4 ± 13.7 %、McL : 71.4 ± 20.4 %、 $P = 0.004$)。喉頭展開の VAS は、McL 群と比較して、McG 群で有意に低かった ($P= 0.003$)。以上より McG を用いたほうが、喉頭展開が容易であることがわかった。挿管成功までの回数は、McL 群で 1 回が 16 名、2 回が 8 名、3 回が 1 名であったのに対して、McG 群で 1 回が 24 名、2 回が 1 名であり McG 群のほうが、有意に回数が少なかった ($P= 0.018$)。挿管時間は、McL 群と比較して McG 群で有意に短縮した (McG : 17.1 ± 4.6 秒、McL : 20.8 ± 5.9 秒、 $P= 0.026$)。また、チューブの声門通過の VAS も、McL 群と比較して、McG 群で有意に低かった ($P= 0.026$)。咽頭痛を訴えた例は McL 群 (14 例) と比較して McG 群 (7 例) で有意に少なかった ($P= 0.045$)。以上より、McG を用いたほうが、DLT 挿管が容易になると考えられた。

《考 察》

McL は DLT 挿管のための標準的な挿管器具であり、McL のブレード角度は、声門を直接視認し DLT が通過するスペースを確保するために最善のバランスを保っている。McG は McL と同じブレード角度で設計され、間接声門視認型喉頭鏡の長所も有し、直接視野、間接視野での挿管が可能である。

今回、McG は McL と比較して、Cormack 分類や POGO スコアが示す喉頭展開関連項目が優れていた。また、喉頭展開の主観的評価に関して VAS を用いて検討したが、McG が McL と比較して容易であることが示唆された。客観的喉頭展開度および操作者の主観的

評価のいずれの面からも、喉頭展開においては McG が McL よりも有用であることが示された。

さらに、DLT 挿管において、McG は McL よりも挿管成功までの回数の減少と挿管時間の短縮を認めた。これは McG による喉頭展開が McL よりも優れていることが最も影響したと考えられる。しかし、チューブ挿入の VAS も McG が McL に比して低下していたことから、McG を用いることによってチューブ操作性の改善も影響した可能性がある。咽頭痛の発生率が McL よりも McG で有意に優れていたこともそれを裏付ける結果であったと考えられる。

以上より、McG 使用により喉頭展開の改善が得られ、さらに DLT 挿管においてより非侵襲的な気管挿管が施行できた可能性を示唆している。

《結 語》

DLT 挿管において McL と比較して McG は有用であることを示した。

・主論文②

《目 的》

抜管は麻酔覚醒における重要な操作であり、低酸素血症、高炭酸ガス血症、誤嚥、低換気、喉頭痙攣などの様々な合併症に加えて、異常な高血圧や頻脈、不整脈の原因となることがある。今回、DLT 抜去方向（水平から 60 度、90 度）による抜管に要する力（抜管力）とバイタルサインの変動を測定し、より侵襲の少ない抜去法を検討することを目的とした。

《方 法》

本研究は大阪医科大学倫理委員会で承認された。2014 年 11 月から 2015 年 4 月までの呼吸器外科で DLT を用いた全身麻酔患者 70 例のうち、書面による同意を得られ、困難気道などが予想される患者を除外した 60 例を対象とした。封筒法を用いて、60 度群 30 例と

90 度群 30 例に無作為に割り当てた。麻酔導入はプロポフォール、レミフェンタニル、ロクロニウムを投与した。麻酔維持はデスフルランまたはセボフルラン、レミフェンタニル、ロクロニウムを持続投与し、術後鎮痛は担当麻酔科医が決定した。手術終了後、筋弛緩拮抗薬の投与を行った。DLT を下顎正中中に移動させ、抜管力測定装置を気管チューブカフに取り付けた。患者の意識と自発呼吸を確認した後にそれぞれの角度で抜管し、抜管力を記録した。抜管は抜去速度の差を最小限化するため同一の麻酔科医が施行した。また、抜管前後の収縮期血圧（SBP）、拡張期血圧（DBP）および心拍数の記録も行った。抜管後、嘔声と咽頭痛の有無も記録した。

統計解析は JMP 11 を用い、カイ二乗検定、マン・ホイットニー U 検定、対応のない t 検定を使用した。 $P < 0.05$ を有意差ありとした。

《結 果》

患者背景に関して両群で有意差は認めなかった。各群で 2 例が手術室で抜管しなかったため、各群で 28 例の比較検討をした。抜管力は、90 度群よりも 60 度群で有意に小さかった（90 度群： 13.9 ± 2.3 N、60 度群： 7.1 ± 2.1 N、 $P < 0.001$ ）。SBP と DBP 増加率（抜管後/抜管前）は、60 度よりも 90 度で有意に高かった（SBP: $P < 0.001$ 、DBP: $P = 0.002$ ）。咽頭痛の発生率は、90 度群よりも 60 度群で有意に少なかった（60 度群：8 例、90 度群：14 例、 $P = 0.04$ ）。

《考 察》

肺切除術後の覚醒時は呼吸機能への負担は大きく、DLT の愛護的な抜管は呼吸器合併症の予防の観点からも重要である。今回、60 度群は 90 度群に比べて有意に抜管力が低く、血圧の増加率は収縮期、拡張期ともに 60 度群に比べて 90 度群で有意に大きかった。DLT の抜管は一般的な抜管方向である水平から 90 度方向よりも水平から 60 度方向の方がより負荷が少なく、より非侵襲的であることが示唆された。

この原因としては、DLT が気道解剖に沿った形でやや弯曲しているため、この弯曲に沿って抜管したほうが、チューブの気管から口腔に至る周囲組織への接触が少なくなるものと考えられる。すなわち、DLT を 90 度方向へ抜去するよりも水平から 60 度方向へ抜去したほうが、気管、喉頭、咽頭、口腔内に接触が少なくなることから、負荷が軽減されることが考えられる。

《結 語》

DLT 抜管において水平から 60 度方向への抜管力が有意に低いことを示した。

《まとめ》

DLT 挿管が必要な全身麻酔において、気管挿管時は McL よりも McG が有用であり、抜管は一般的な抜管方向である水平から 90 度方向で行う抜管よりも 60 度方向の方がより負荷が少なく非侵襲的である。

論文審査結果の要旨

肺手術における分離肺換気には分離換気用二腔気管チューブ (Double lumen tube: DLT) 挿管が必要になるが、一般的な単腔気管チューブ (Single lumen tube: SLT) よりもチューブが長い、外径が太い、柔軟性が低いという特徴があるため、SLT に比べて気管挿管に難渋し、抜管時にも大きな侵襲が加わることがある。

McGRATH™ MAC 喉頭鏡 (McG) は高解像度ビデオカメラを持ち、声門の直接的および間接的な視野確保が可能である。SLT 挿管において、McG は直接的な視野確保が可能であるマッキントッシュ型喉頭鏡 (McL) と比較して、正常および困難気道において気管挿管時間を短縮し、気管挿管成功率を改善することが報告されている。しかし、DLT 挿管における McG の有用性は検討されていない。今回、申請者らは McG と McL による喉頭展開の比較および DLT 挿管における McG と McL 使用時の気管挿管の難易度を比較検討した。その結果、McL 群と比較して McG 群は有意に喉頭展開が改善し、DLT 挿管における気管挿管成功率は McG 群で有意な上昇を認めた。よって、DLT 挿管において McG は McL よりも有用であることを明らかにした。

また、抜管は麻酔覚醒において重要な操作であり、様々な呼吸器関連合併症が生じる可能性がある。特に DLT は肺切除術で使用されることが多いため、愛護的な抜管が気道保護の観点からも重要である。今回、申請者らは DLT 抜管方向による抜管力、血圧の変化および抜管後の嘔声と咽頭痛の発生頻度について検討し、一般的な抜管方向である水平から 90 度方向よりも水平から 60 度方向の方がより低侵襲である可能性を明らかにした。

これらの知見は分離肺換気が必要な外科手術の麻酔管理において重要である。

以上により、本論文は本学学位規程第 3 条第 2 項に定めるところの博士 (医学) の学位を授与するに値するものと認める。

(主論文公表誌)

Journal of Clinical Anesthesia 27: 476-480, 2015

Journal of Clinical Anesthesia 29: 40-45, 2016