

# AMCoR

Asahikawa Medical College Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

日本臨床麻酔学会誌 (2008.07) 28巻4号:590～598.

迅速導入をより確実にするために

高畑 治

臨床教育セミナー 3

迅速導入をより確実にするために

旭川医科大学 麻酔科蘇生科

高畑 治

於 東京国際フォーラム

〒 078-8510 旭川市緑が丘東 2 条 1 丁目 1-1

TEL: 0166-68-2583 , FAX: 0166-68-2589

e-mail: [osamu@asahikawa-med.ac.jp](mailto:osamu@asahikawa-med.ac.jp)

## 要 旨

迅速導入での留意点について、前酸素化の効果，スキサメトニウムとロクロニウムなどの筋弛緩薬使用法，輪状軟骨圧迫の効果と方法を中心に文献的考察を加えて検討した。安全で確実な迅速導入施行には，術前回診での気管挿管困難の予測に加え，麻酔導入前での十分な酸素化が必須となる。麻酔導入薬としてはチアミラル，プロポフォールの選択が多いものの，安定した血行動態を得るには麻薬性鎮痛薬の併用が勧められる。非脱分極性筋弛緩薬ロクロニウムは迅速導入において有用であるが，スキサメトニウムと同等の作用発現時間を求めると，使用量増加が増加し作用延長となることを考慮するべきである。

( キーワード : 迅速導入 , 前酸素化 , 輪状軟骨圧迫 , ロクロニウム )

はじめに

胃内容物を誤嚥する可能性がある症例に対して全身麻酔を施行する際，麻酔導入時には誤嚥を予防しなければならない．全身麻酔に伴う誤嚥の頻度は2,000-3,000例に1例であり，定期手術での3,000-4,000例に1例に対して，緊急手術では600-900例に1例と増加する<sup>1)</sup>．このような状況では，前酸素化（preoxygenation）に続き，静脈麻酔薬と筋弛緩薬をほぼ同時に連続して投与（rapid sequence）し，換気を行わずに気管挿管を施行する迅速導入（rapid sequence induction: RSI）が一般的に選択される．RSIでは導入前の準備，preoxygenation，薬剤投与，輪状軟骨圧迫などの段階を適切に施行することが安全性を高める上で必要となる．それぞれの段階について文献的考察を加えた総説が既にあるが，RSIにより誤嚥頻度が明らかに低下する報告は未だ見られない状況にある<sup>1)</sup>．RSI施行において28%に胃内容物の逆流が見られ，45%では気管挿管が出来なかったという英国での調査がある<sup>2)</sup>もの

の、意識下挿管に比べRSIでは気管挿管成功率は高い<sup>3,4)</sup>。臨床に携わる麻酔科医にとって、文献的裏付けに基づいたRSIをおこなうことは今後、重要性を増すと考えられるため、安全・確実なRSIについて考察を加える。

## 準備

迅速導入の適応は挿管困難が予想されない状況で、胃内容物が存在し麻酔導入に伴い誤嚥の可能性のある症例である<sup>5)</sup>。麻酔導入により誤嚥の危険性がある場合に挿管困難が予想された際は、覚醒下挿管が選択されるべきである。しかしながら、術前回診時に気管挿管困難を適切に把握することは困難である。幾つかの身体的特徴が気管挿管困難の予測因子として提唱されている<sup>6)</sup>が、信頼性の高い解剖学的特徴を挙げることは難しい。また、X線写真による計測も試みられているが、煩雑であり術前回診での簡便な施行は困難である。また、計測された数値は体格の異なる外国人のデータをもとにしていることが多く、我が国の日常臨床に単純に導入するには問題がある。例えば、下顎下縁－甲状軟骨切痕間(T-M)距離を指標にし、喉頭展開困難を予測する報告ではT-M距離6cm未満とされている<sup>7)</sup>。しかしながら我が国での計測では、T-M距離

が 4.5cm 未満で喉頭展開が困難となる<sup>8)</sup>。

実際の RSI では気管挿管困難な症例であると判明した時点で筋弛緩薬は既に投与されている状況が多い。このため、ラリンジアルマスク、gum elastic bougie などを含めた挿管困難セットを準備し、突然判明した挿管困難に可及的短時間で対処しうるよう、各種物品を揃えることが重要となる。用いる気管チューブは通常よりも 1 サイズ細いチューブを選択し、その前後のサイズのチューブを手元に備えておくことが必要であり、各種サイズの口咽頭エアウェイと喉頭鏡ブレードを用意し、スタイレットを予め気管チューブ内に留置しておくことも重要と考える。吸引カテテルと吸引装置は動作状況を必ず確認し、一人でも多くの介助者を用意し、スタッフ全員が RSI を成功させるといった意思統一を図ることが成功の秘訣となる。喉頭展開困難を事前に予測することが困難な現在、喉頭展開時に声門を直視しやすくするために、甲状軟骨を後上方やや

右に圧迫する BURP 法<sup>9)</sup> やエアウェイスコープ<sup>10)</sup> などの器具を用いることも有用とである。

## 前酸素化

迅速導入では患者の意識消失から気管挿管終了までの時間を短縮するため、静脈麻酔薬と筋弛緩薬は間をおかず投与される。この一連の流れによっても無呼吸の時間は30秒程度になると考えられる。喉頭展開や気管へのチューブ挿入に手間取った場合、無呼吸の時間は容易に60-90秒を超える。この間、動脈血酸素分圧 ( $\text{PaO}_2$ ) を安全な範囲に保つためには、麻酔導入前の酸素化 (preoxygenation) が重要な意味を持つ。酸素吸入により動脈血液中の酸素含量は速やかに上昇するが、身体全体としての酸素含量を増加させるには酸素吸入時間はある程度の長さを必要とする (図 1)<sup>11)</sup>。30秒間に4回深呼吸する場合と3-5分の通常換気量 (tidal volume TV) による酸素化では、後者による酸素化がより有効となる。1分間に8回の深呼吸に



よる酸素化では，無呼吸による経皮的酸素飽和度 ( $SpO_2$ ) 95 % まで低下する時間は 5.2 分と 4 回深呼吸法の 2.78 分より有意に延長することが判明した<sup>12)</sup>．この方法により，有効な酸素化を速やかに行うことが可能となり，十分な理解と協力が患者ご本人から得られる場合，有効と考えられる．

体位による Preoxygenation の有効性への影響に関しては，機能的残気量から考えて仰臥位に比べ頭高位では酸素化が優れると予想される．3 分間の TV での酸素化を用いた場合，20° の頭高位では無呼吸による  $SpO_2$  95 未満までの時間が有意に延長する<sup>13)</sup>．Body Mass Index (BMI) 40 以上の病的肥満症例で検討した場合，25° の頭高位により動脈血酸素飽和度 ( $SaO_2$ ) 92 未満へ低下するまでの時間を仰臥位での 155 秒に対して 201 秒に延長する<sup>14)</sup>．また BMI 35 以上の症例で preoxygenation 時に座位をとった場合，気管挿管後に無呼吸による  $SpO_2$  90 % 未満へ低下するまでの時間が仰臥位での 162 秒から 214 秒へ有意に延長

した（図2）<sup>15)</sup>。無呼吸による危険な低酸素血症発症までの時間が体位により45-50秒程度延長することから、RSIでのpreoxygenationでは頭高位または座位を試す価値は十分にある。

### 使用薬剤

静脈麻酔薬と麻薬性鎮痛薬、筋弛緩薬が通常、麻酔導入薬として用いられる。RSIにおいても同様と考えられるが、時間をかけた薬剤投与量の調節が困難であることから、高血圧合併症例では静脈麻酔薬に麻薬性鎮痛薬を併用することが血行動態を安定させる上で有用となる<sup>16)</sup>。プロポフォール2mg/kgやチアミラール5mg/kgを用いてのRSIでは大きな循環変動が予想される。RSIに伴う血圧・カテコラミン値上昇はチオペンタールに比べプロポフォールで軽減される<sup>17)</sup>ため、今後その使用頻度が高まると予想される。

RSIにおいて、筋弛緩薬はその作用発現の早さと短時間作用性のため、脱分極性筋弛緩薬

のスキサメトニウム (SCC) が最も適切と考えられる。1999年の英国での調査から、RSIに用いられる筋弛緩薬として回答者の99%がSCCを選択している<sup>2)</sup>。また、筋弛緩薬は患者の意識消失後に投与すると解答した麻酔科医が64%となっており、著者の個人的意見である麻酔導入薬投与に続く筋弛緩薬使用と異なっている。RSIでの筋弛緩薬の投与時期に関する文献的データは未だなく、麻酔科医個人の好みに大きく依存している。

SCCは短時間作用と考えられていたが、通常臨床使用量である1mg/kgでは、気管挿管ができず換気不能となった場合、重篤な低酸素血症に陥る前に自発呼吸が回復しない可能性が示唆された<sup>18)</sup>。チオペンタール5mg/kgで麻酔を導入しSCC1mg/kgを投与した場合、横隔膜運動開始までに4.7-5.2分を要した<sup>19,20)</sup>。また気管挿管時に必要なSCC使用量が再検討され、SCC投与後60秒で気管挿管を行う場合、容認可能な挿管状態を95%で得るには0.56mg/kg以上で十分

と報告された(図3)<sup>21)</sup>。しかしながら、100%酸素吸入3分後にフェンタニル $2\mu\text{g}/\text{kg}$ とプロポフォール $2\text{mg}/\text{kg}$ で導入し、SCCを $0.056 \cdot 1.0\text{mg}/\text{kg}$ を投与し横隔膜収縮運動の開始時間を計測した場合、SCC減量でも収縮運動開始時間に差がなく<sup>22)</sup>、SCC減量でも呼吸回復は早まらないことが判明した。この研究では麻酔導入後の無呼吸発生から気道確保を中止し $\text{SpO}_2$ の低下経過を観察しているが、 $\text{SpO}_2$ 90%未満へ低下するまでの時間は個人により大きく異なり、無呼吸2分で90%未満へ低下する場合もみられた。しかし $\text{SpO}_2$ 90%未満となった症例の割合はSCC $0\text{mg}/\text{kg}$ での45%に対して、 $0.56\text{mg}/\text{kg}$ では65%、 $1.0\text{mg}/\text{kg}$ では85%に増加した。このように麻酔導入後の無呼吸による $\text{SpO}_2$ 低下と横隔膜運動の回復時間には、SCCの他に用いた静脈麻酔薬も大きく影響することが理解できる。

無呼吸において、低酸素血症発症までの時間に影響する因子を検討すると、気道開通性・酸素消費量・機能的残気量と脱窒素・低

換気が挙げられる<sup>23)</sup>。さらに注意すべき病態として、新生児・妊婦・肥満・高齢者・慢性閉塞性肺疾患の合併があり、これらの症例でRSIを行う場合、如何にpreoxygenationを効率よく行うかが重要となる。

何らかの理由によりSCCを使用できないRSIでは、筋弛緩薬としてロクロニウムが選択可能となる。ロクロニウムの投与量は我が国では0.6 mg/kgとなっているが、作用発現時間は使用量により大きく異なる。2-7 mg/kgのチオペンタールで麻酔を導入し、0.6・0.9・1.2 mg/kgのロクロニウムまたはベクロニウム0.1 mg/kg、SCC 1.0 mg/kgを用い、作用発現時間( $T_1$ の完全消失)と持続時間( $T_1$ のコントロール値の25%への回復)を検討した<sup>24)</sup>結果、ロクロニウム0.9、1.2 mg/kgの作用発現時間はSCCと違いはなく、持続時間はロクロニウム1.2 mg/kgで最も長く平均73分となった。RSIでのSCCに代わるものとして、ロクロニウム0.9-1.2 mg/kgが適切となった(図4)。フェンタニル $2 \mu$ g/kgとプロポフォ

一ル 2 mg/kg で麻酔を導入し，ロクロニウム投与後 60 秒で気管挿管を実施し，気管挿管成功率 95 % ( $D_{95}$ ) となる使用量を求めた場合<sup>25)</sup>， $D_{95}$  は 1.04 mg (95 % 信頼区間 0.76–1.36 mg/kg) となった。ロクロニウム投与後 60 秒で気管挿管を成功させるためには，1 mg/kg の使用量が適切となる。また，ロクロニウムの通常使用量 0.6–0.7 mg/kg で RSI を行う場合，用いる静脈麻酔薬は気道反射抑制効果からチオペンタールよりもプロポフォルが推奨される<sup>1, 26)</sup>。

#### 輪状軟骨圧迫

胃内容物の逆流防止を目的として，RSI では輪状軟骨圧迫 (Cricoid pressure CP) が行われる。CP 施行の理論的根拠は輪状軟骨の後方に食道が位置することによるが，CP により逆流頻度が低下するという臨床報告は現在みられない<sup>1)</sup>。CP の適切な施行でも 10 % に逆流がみられるため，頸部 CT 撮影での食道と輪状軟骨 (CC) の位置関係が検討され<sup>27)</sup>，49 % で食道が輪状軟骨

に対し偏位があり，その64%では偏位が輪状軟骨外側を超えるものであった．CP施行により食道とCCの位置関係はさらに変化し，輪状軟骨と重ならない食道の割合はCP前の47.5%から施行後に71.4%へと増加した<sup>28)</sup>．このように，CPの有効性に関して疑問を示す論文があるものの，RSIに際してCP施行を積極的に否定する論文も現時点ではない．

多くの麻酔科医は先輩の施行したCPをもとに，見よう見まねで行っていると考える．

Millerの教科書では30-40 N(約3-4 kg)での圧迫が記載されている<sup>5)</sup>が，多くの場合，適切な力と位置でCPが施行されていないと報告され，シミュレーターを用いた練習が適切なCP施行に必要である<sup>29)</sup>．チオペンタール投与により，意識消失前から上部食道括約筋の緊張が低下するため，意識消失前からのCP施行が勧められる．静脈麻酔薬の効果出現以前に30-40 Nの力を加えると却って咳反射を誘発するため，意識消失までは10 N，意識消失後に30 Nにする

べきである<sup>2)</sup>。また、44 N で CP を行うと輪状軟骨の変形や換気困難の可能性が高まる<sup>30)</sup>。CP 施行により喉頭展開・気管挿管が困難となる場合、CP 圧を低下させる必要が出てくるが、適切な練習を基に CP を施行することで気管挿管の成功率は低下しないこと<sup>31)</sup>から、事前の CP 訓練はするべきである。

#### 筋弛緩薬非使用での気管挿管

日常臨床では何らかの原因により、筋弛緩薬使用を回避しなければならない状況がある。このような状況で迅速導入が必要となった場合、麻薬性鎮痛薬を併用することは容易に考えられる。我が国においても臨床使用が可能となった麻薬性鎮痛薬レミフェンタニルを麻酔導入時に静脈麻酔薬と併用すると、筋弛緩薬を用いずに気管挿管が可能であることは多くの麻酔科医が経験していると考える。レミフェンタニル 3  $\mu$  g/kg を投与した後、併用する静脈麻酔薬により挿管状態に差が現れるか



に関しては、プロポフォール・チオペントンとエトミデートで比較されている（図5）<sup>32)</sup>。静脈麻酔薬投与後90秒で喉頭展開が行われ、挿管程度が比較されたが、プロポフォール2 mg/kgの組み合わせが最も円滑な気管挿管となった。また、プロポフォール2 mg/kgで麻酔を導入し、レミフェンタニルの投与量を比較した場合、筋弛緩薬非投与で喉頭展開を円滑に行うには3  $\mu$ g/kg以上のレミフェンタニルが必要であった<sup>33, 34)</sup>。また、プロポフォールとレミフェンタニルによる気管挿管の場合、投与する順番も気管挿管の状態に影響するとされ、プロポフォールをレミフェンタニルよりも先に投与する方が円滑な気管挿管施行の上で重要となる<sup>35)</sup>。

このように筋弛緩薬を用いずともプロポフォールとレミフェンタニルを組み合わせることで気管挿管は可能となるが、これは筋弛緩薬を使用できない状況に限られるべきである。筋弛緩薬非投与での気管挿管では、術後に嘔

声・声帯のびらんなどの障害を起こす頻度が高まる<sup>36,37)</sup>ことから、筋弛緩薬使用を回避すべき病態がない限り、RSIではSCCもしくはロクロニウムを用いて円滑な気管挿管を心がけるべきである。

#### まとめ

RSIを成功させるために必要な項目について述べたが、現時点で全ての部分に関して臨床データに裏付けされたものではなかった。我が国の臨床麻酔にレミフェンタニルとロクロニウムが登場し、選択できる薬剤の幅はこの数年で大きく広がったが、RSIを安全に施行する上では十分に効果的なpreoxygenation、訓練された輪状軟骨圧迫、挿管困難に対する準備が重要と考える。

本稿の要旨は日本臨床麻酔学会第27回大会（2007，東京）臨床教育セミナー3において発表した。

## 参考文献

1. Neilipovitz DT, Crosby ET. No evidence for decreased incidence of aspiration after rapid sequence induction. *Can J Anesth* 54: 748–764, 2007
2. Morris J, Cook TM. Rapid sequence induction: a national survey of practice. *Anaesthesia* 56: 1090–1115, 2001
3. Sagarin MJ, Barton ED, Chug YM, Walls RM; National Emergency Airway Registry Investigators. Airway management by US and Canadian emergency medicine residents: a multicenter analysis of more than 6,000 endotracheal intubation attempt. *Ann Emerg Med* 46: 328–336, 2005
4. Sakles JC, Laurin EG, Rantapaa AA, Panacek EA. Airway management in the emergency department: a one-year study of 610 tracheal intubations. *Ann Emerg Med* 31: 325–332, 1998
5. Gal TJ: Airway management. *Miller's Anesthesia*. Sixth ed. Edited by Miller RD. Elsevier Churchill Livingstone, Philadelphia, 2005, 1617–1652
6. 中島芳樹, 佐藤重仁: 成人の気管挿管困難に対する戦略, 麻酔科診療プラクティス 11 気道確保のすべて. 岩崎 寛編. 文光堂, 東京, 2003, 8–12
7. Patil VU, Stehling LC, Zauder HL: Predicting the difficulty of intubation utilizing an intubation gauge. *Anesth Rev* 10: 32–33, 1983
8. 高畑 治, 赤間保之, 野坂拓寿ほか: 下顎下縁–甲状軟骨切痕間距離を指標とした喉頭展開難易度の検討. *麻酔* 42: 233–236, 1993
9. Takahata O, Kubota M, Mamiya K, et al: The efficacy of the “BURP”

- maneuver during a difficult laryngoscopy. *Anesth Analg* 84: 419–421, 1997
10. Asai T, Enomoto Y, Okuda Y: Airway Scope for difficult intubation. *Anaesthesia* 62: 199, 2007
  11. Benumof JL: Preoxygenation. Best method for both efficacy and efficiency? *Anesthesiology* 91: 603–605, 1999
  12. Baraka AS, Taha SK, Aouad MT, et al: Preoxygenation. Comparison of maximal breathing and tidal volume breathing technique. *Anesthesiology* 91: 612–616, 1999
  13. Lane S, Saunders D, Schofield A, et al. A prospective, randomized controlled trial comparing the efficacy of pre-oxygenation in the 20° head-up vs supine position. *Anaesthesia* 60: 1064–1067, 2005
  14. Dixon BJ, Dixon JB, Carden JR, et al. Preoxygenation is more effective in the 25° head-up position than in the supine position in severely obese patients. A randomized controlled study. *Anesthesiology* 102: 1110–1115, 2005
  15. Altermatt FR, Muñoz HR, Delfino AE, et al: Pre-oxygenation in the obese patient: effects of position on tolerance to apnea. *Br J Anaesth* 95: 706–709, 2005
  16. Alanoğlu Z, Ateş Y, Yilmaz AA, et al: Is there an ideal approach for rapid-sequence induction in hypertensive patients? *J Clin Anesth* 18: 34–40, 2006
  17. Brossy MJ, James MF, Janicki PK: Haemodynamic and catecholamine changes

- after induction of anaesthesia with either thiopentone or propofol with suxamethonium. *Br J Anaesth* 72: 596–598, 1994
18. Benumof JL, Dagg R, Benumof R: Critical hemoglobin desaturation will occur before return to an unparalyzed state following 1 mg/kg intravenous succinylcholine. *Anesthesiology* 87: 979–982, 1997
  19. Heier T, Feiner JR, Lin J, et al: Hemoglobin desaturation after succinylcholine-induced apnea. A study of the recovery of spontaneous ventilation in healthy volunteers. *Anesthesiology* 94: 754–759, 2001
  20. Hayes AH, Breslin DS, Mirakhur RK, et al: Frequency of haemoglobin desaturation with the use of succinylcholine during rapid sequence induction of anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 45: 746–749, 2001
  21. Naguib M, Samarkandi A, Riad W, et al. Optimal dose of succinylcholine revisited. *Anesthesiology* 99: 1045–1049, 2003
  22. Naguib M, Samarkandi AH, Abdullah K, et al. Succinylcholine dosage and apnea-induced hemoglobin desaturation in patients. *Anesthesiology* 102: 35–40, 2005
  23. Hardman JG, Wills JS, Aitkenhead AR: Factors determining the onset and course of hypoxemia during apnea: an investigation using physiological modelling. *Anesth Analg* 90: 619–624, 2000
  24. Magorian T, Flannery KB, Miller RD: Comparison of rocuronium, succinylcholine, and vecuronium for rapid-sequence induction of anesthesia in adult patients.

- Anesthesiology 79: 913–918, 1993
25. Kirkegaard–Nielsen H, Caldwell JE, Berry PD: Rapid tracheal intubation with rocuronium. A probability approach to determining dose. *Anesthesiology* 91: 131–136, 1999
  26. Lysakowski C, Suppan L, Czarnetzki C, et al: Impact of the intubation model on the efficacy of rocuronium during rapid sequence intubation: systematic review of randomized trials. *Acta Anaesthesiol Scand* 51: 848–857, 2007
  27. Smith KJ, Ladak S, Choi PTL, et al: The cricoid cartilage and the esophagus are not aligned in close to half of adult patients. *Can J Anesth* 49: 503–507, 2002
  28. Smith KJ, Dobranowski J, Yip G, et al: Cricoid pressure displaces the esophagus: an observational study using magnetic resonance imaging. *Anesthesiology* 99: 60–64, 2003
  29. Meek T, Gittins N, Duggan JE: Cricoid pressure: knowledge and performance amongst anaesthetic assistants. *Anaesthesia* 54: 59–62, 1999
  30. Palmer JHM, Ball DR: The effect of cricoid pressure on the cricoid cartilage and vocal cords: an endoscopic study in anaesthetized patients. *Anesthesia* 55: 263–268, 2000
  31. Turgeon AF, Nicole PC, Trépanier CA, et al: Cricoid pressure does not increase the rate of failed intubation by direct laryngoscopy in adults. *Anesthesiology* 102: 315–319, 2005

32. Erhan E, Ugur G, Gunusen I, et al: Propofol – not thiopental or etomidate – with remifentanil provides adequate intubating conditions in the absence of neuromuscular blockade. *Can J Anesth* 50: 108–115, 2003
33. Grant S, Noble S, Woods A, et al: Assessment of intubating conditions in adults after induction with propofol and varying doses of remifentanil. *Br J Anesth* 81: 540–543, 1998
34. Alexander R, Olufolabi AJ, Booth J, et al: dosing study of remifentanil and propofol for tracheal intubation without the use of muscle relaxants. *Anaesthesia* 54: 1037–1040, 1999
35. Trabold F, Casetta M, Duranteau J, et al: Propofol and remifentanil for intubation without muscle relaxant: the effect of the order of injection. *Acta Anaesthesiol Scand* 48: 35–39, 2004
36. Mencke T, Echternach M, Kleinschmidt S, et al: Laryngeal morbidity and quality of tracheal intubation. *Anesthesiology* 98: 1049–1056, 2003
37. Combes X, Andriamifidy L, Dufresne E, et al: Comparison of two induction regimens using or not using muscle relaxant: impact on postoperative upper airway discomfort. *Br J Anaesth* 99: 276–281, 2007

表 1

胃内容物誤嚥の危険因子(文献 5 より一部改変引用)

---

8 時間未満の絶食	
外傷	
腹腔内病変:	腸閉塞, 炎症 胃蠕動の不全麻痺(薬物, 糖尿病, 尿毒症, 感染)
食道疾患:	症候性胃内容逆流 蠕動障害
妊婦	
病的肥満	
摂食歴と飲水歴が不明	

---



表 2

気道確保, 挿管困難の予測(文献 6 より一部改変引用)

解剖学的所見	病態
短頸	口腔内粘膜浮腫
頸部可動域制限	脊椎強直
高口蓋	顎関節強直
小さな口	頸部への放射線照射・熱傷
開口障害	頭頸部・口腔内腫瘍
歯列異常	顔面熱傷
巨舌	
高度肥満	
小顎症	

表 3 前酸素化の方法と無呼吸による SpO<sub>2</sub> 低下 (文献 9 より一部改変引用)

SpO <sub>2</sub> の変化	3 分の通常換気	30 秒間 4 回深呼吸	1 分間 8 回深呼吸
100-99%	3.21 ± 0.60*	2.22 ± 0.34+	4.40 ± 0.81
99-95%	0.61 ± 0.27	0.63 ± 0.34	0.87 ± 0.32
100-95%	3.73 ± 0.76*	2.78 ± 0.39+	5.21 ± 0.96

\*P<0.05 4 回深呼吸, 8 回深呼吸に対して

+P<0.05 8 回深呼吸に対して

図 1

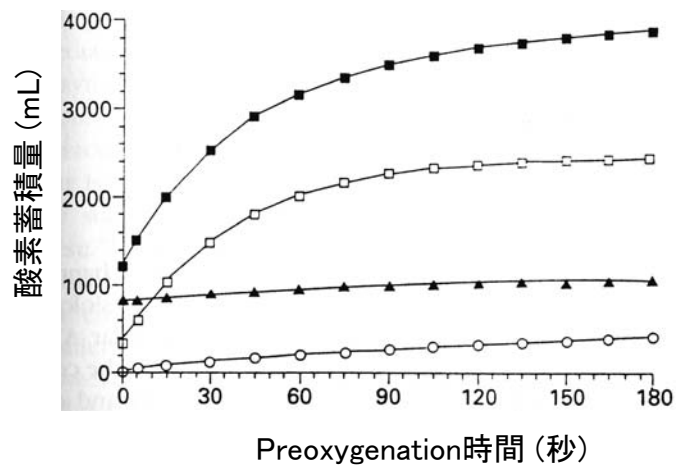




図 3

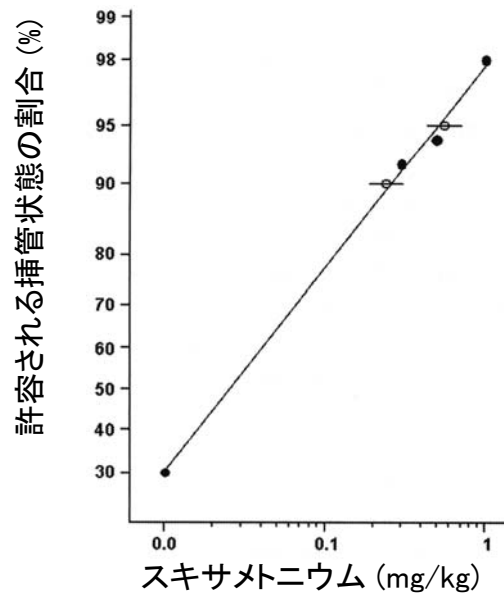
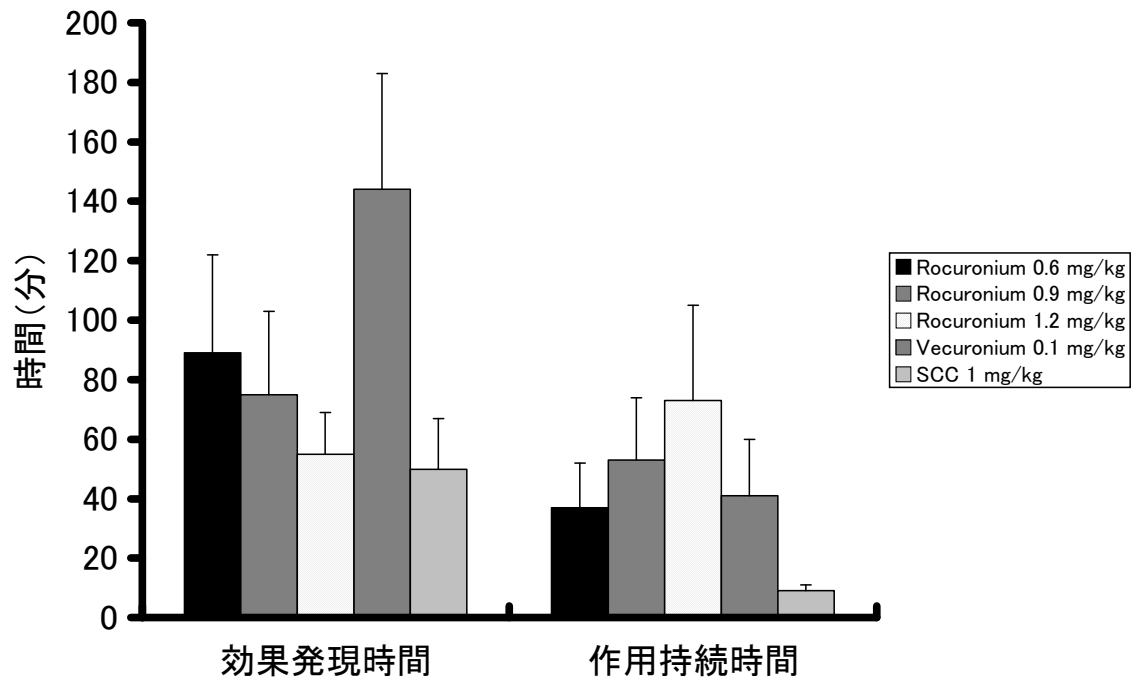
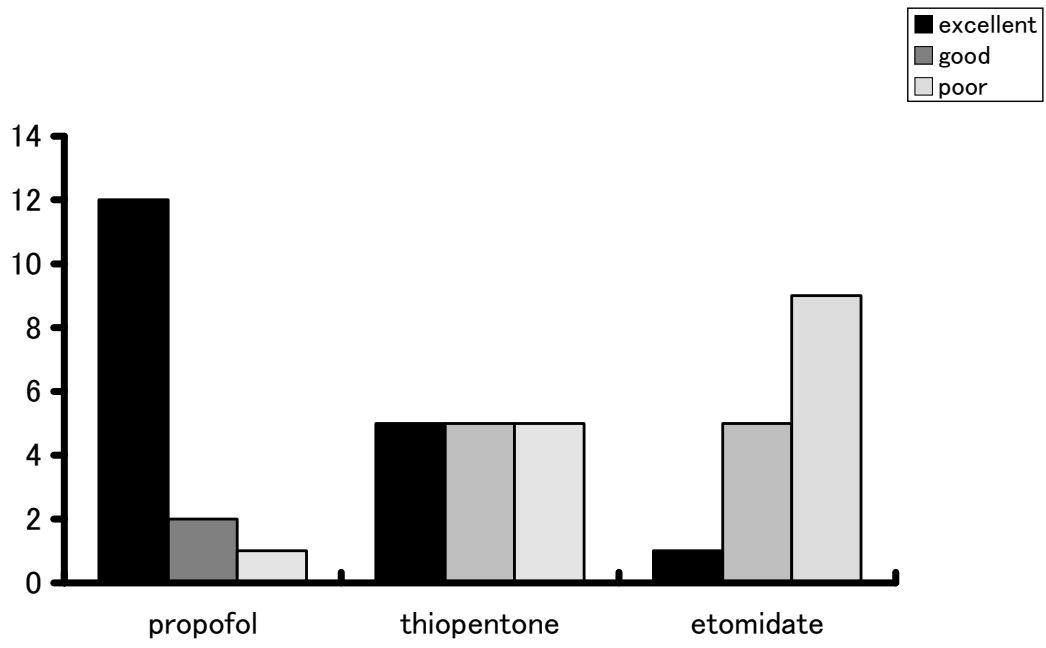


図 4



☒ 5



## 図の説明

### 図1 Preoxygenation の長さ と体内各部位での酸素量の変化

□機能的残気量、▲血液、○組織、■身体全体（文献 11 より一部改変引用）

### 図2 Preoxygenation 中の体位と無呼吸による SpO<sub>2</sub>90 未満までの低下時間

それぞれの実測値(○)と平均値、標準偏差を示す(文献 15 より一部改変引用)

### 図3 スキサメニウム使用量と許容される気管挿管状態の割合

麻酔導入はフェンタニル 2  $\mu$ g/kg、プロポフォール 2 mg/kg にて施行し、筋弛緩薬投与 60 秒で気管挿管を施行

● 実測値 ○計算値でエラーバーは 95%信頼区間(文献 21 より一部改変引用)

### 図4 RSI での筋弛緩薬の違いと作用の発現時間、持続時間の関係

作用発現は T<sub>1</sub> の最大消失までの時間、持続時間は筋弛緩薬投与から T<sub>1</sub> 25%までの回復時間、麻酔導入はチオペンタール 2-7 mg/kg で施行し、筋弛緩薬投与 60 秒で気管挿管を施行、それぞれの値は平均値と標準偏差(文献 24 から一部改変引用)

### 図5 それぞれの静脈麻酔薬による挿管状態の評価

レミフェンタニル 3  $\mu$ g/kg を 90 秒で投与した後、それぞれの薬剤を投与し 90 秒後に気管挿管を施行し、気管挿管の状態を評価、縦軸は人数(文献 32 より一部改変引用)



Rapid sequence induction – how shall we do it?

Osamu Takahata

Department of Anesthesiology and Critical Care Medicine, Asahikawa Medical College

#### Abstract

I discuss here about rapid sequence induction/intubation (RSI), focusing on the role of preoxygenation, muscle relaxants (suxamethonium and rocuronium), and method of applying cricoid pressure. To perform RSI safely, it is necessary to evaluate difficult airway at the pre-anesthetic visit and to carry out adequate preoxygenation before induction of anesthesia. It would be prudent to add opioid analgesics as induction agents to blunt hemodynamic changes at induction of anesthesia, especially for a patient with hypertension. Rocuronium is thought to be a useful muscle relaxant for RSI because of the rapid onset of its action, but attention should be given to the fact that its duration of action becomes longer when its dose is increased to more than 1.0 mg/kg.

Key words: rapid sequence induction, preoxygenation, cricoid pressure, rocuronium