

修正型電気けいれん療法（m-ECT）の筋弛緩法におけるロクロニウムとスガマデクスの使用ガイド

公益社団法人日本精神神経学会

作成日 2023年9月20日

目次

m-ECT におけるロクロニウムとスガマデクスの使用に関するサマリー

第 1 章 筋弛緩薬スキサメトニウムとロクロニウムの違い

第 2 章 ロクロニウムとスガマデクスの使用上の注意

第 3 章 m-ECT におけるロクロニウム-スガマデクスの使用の実際

第 4 章 インフォームド・コンセント

第 5 章 患者の評価

第 6 章 緊急時の対応

第 7 章 m-ECT 後のリカバリー

補足：さらに詳細な麻酔管理について知りたい方へ

m-ECT におけるロクロニウムとスガマデクスの使用ガイドワーキンググループ

荒川穰二*（日本赤十字社 北見赤十字病院）

奥村正紀（東京都立病院機構 東京都立豊島病院精神科）

小澤章子*（独立行政法人国立病院機構 静岡医療センター）

鮫島達夫（特定医療法人勇愛会 大島病院）

竹林実（熊本大学大学院生命科学研究部神経精神医学講座）

中村満（医療法人社団翠会 成増厚生病院）

○松尾幸治（埼玉医科大学医学部精神医学）

（50 音順）

○グループリーダー

*日本麻酔科学会からのアドバイザー

個人としての利益相反

「m-ECT におけるロクロニウムとスガマデクスの使用ガイドワーキンググループ」作成委員会では、委員と製薬企業との間の経済的関係につき、以下の基準で過去 3 年間の利益相反状況の申告を得た。

利益相反事項（2020 年～2022 年）の開示（50 音順）

- ①企業や営利を目的とした団体の役員、顧問職の有無と報酬額が年間 100 万円を超えている
- ②株の保有と、その株式から得られる利益が年間 100 万円を超えている
- ③企業や営利を目的とした団体から特許権使用料として支払われた報酬が年間 100 万円を超えている
- ④1 つの企業や営利を目的とした団体より、会議の出席や講演に対し支払われた報酬が年間 50 万円を超えている
- ⑤1 つの企業や営利を目的とした団体がパンフレットなどの執筆に対して支払った原稿料が年間 50 万円を超えている
- ⑥1 つの企業や営利を目的とした団体が提供する研究費が年間 100 万円を超えている
- ⑦1 つの企業や営利を目的とした団体が提供する奨学（奨励）寄附金が年間 100 万円を超えている
- ⑧企業などが提供する寄附講座に所属し、実際に割り当てられた寄付額が年間 100 万円を超えている
- ⑨その他の報酬（研究とは直接に関係しない旅行など）が年間 5 万円を超えている

委員	①顧問	②株保有・利益	③特許使用料	④講演料	⑤原稿料	⑥研究費	⑦寄附金	⑧寄附講座	⑨その他
荒川 穰二	全て該当なし								
奥村 正紀	全て該当なし								
小澤 章子	全て該当なし								
鮫島 達夫	全て該当なし								
竹林 実	全て該当なし								
中村 満	全て該当なし								
松尾 幸治	該当なし	該当なし	該当なし	大塚製薬 大日本住友製薬 Meiji Seika ファルマ 共和薬品工業 武田薬品工業 ヴィアトリス製薬 ヤンセンファーマ 住友ファーマ エーザイ	該当なし	該当なし	塩野義製薬 エーザイ	該当なし	該当なし

委員はすべて「修正型電気けいれん療法（m-ECT）の筋弛緩法におけるロクロニウムとスガマデクスの使用ガイド」の内容に関して、関連疾患の医療・医学の専門家として、科学のおよび医学的公正さと妥当性を担保し、m-ECT の診療レベルの向上を旨として編集作業を行った。利益相反の扱いに関しては、日本医学会の「診療ガイドライン策定参加資格基準ガイダンス」に従った。

申告された企業は上記の通りである（対象期間は 2020 年 1 月 1 日～2022 年 12 月 31 日）。企業名は 2023 年 6 月現在の名称とした。

組織としての利益相反

■ 日本精神神経学会の事業活動における資金提供を受けた企業を記載する。

(対象期間は 2020 年 1 月 1 日～2022 年 12 月 31 日)

1) 日本精神神経学会への企業・法人組織、営利を目的とする団体からの資金提供状況
① 学術総会 企業展示ブース利用料 エーザイ、MSD、大塚製薬、小野薬品工業、住友ファーマ、第一三共、大日本住友製薬、武田薬品工業、帝人ファーマ、東和薬品、ノバルティス ファーマ、Meiji Seika ファルマ、持田製薬、ヤンセンファーマ、ルンドベック・ジャパン
② 学術総会 ブース利用料 明石書店、大井書店、ガリバー、紀伊國屋書店、九州神陵文庫、金剛出版、星和書店、二ホン・ミック
③ 学術総会 広告料 医学書院、ヴィアトリス製薬、エーザイ、MSD、大塚製薬、OBELAB、科学評論社、三京房、塩野義製薬、スペクトラテック、住友ファーマ、大日本住友製薬、武田薬品工業、ツムラ、ドクターズ、中山書店、ニプロ、日本イーライリリー、日本ケミファ、日本文化科学社、日本ペーリンガーインゲルハイム、ノバルティス ファーマ、ファイザー、Meiji Seika ファルマ、持田製薬、ヤンセンファーマ、ユーシービー・ジャパン、吉富薬品、ルンドベック・ジャパン
④ 学会誌広告料 医学書院、ヴィアトリス製薬、エーザイ、大塚製薬、住友ファーマ、大日本住友製薬、中山書店、日本イーライリリー、日本メジフィジクス、メディカル・サイエンス・インターナシ、メディカル・サイエンス・インターナショナル、持田製薬
2) 「修正型電気けいれん療法 (m-ECT) の筋弛緩法におけるロクロニウムとスガマデクスの使用ガイド」作成に関連して、資金を提供した企業名
なし

序文

2021年3月修正型電気けいれん療法（m-ECT）において用いられる筋弛緩薬スキサメトニウム塩化物水和物（以下スキサメトニウム）が、原薬製造会社が原薬出荷を停止することにより、安定供給が困難となった。それを受け、日本精神神経学会、精神科関連学会及び団体、日本麻酔科学会（以下、麻酔科学会）は、それぞれ厚生労働省に早期解決と安定供給の確保の要望書を提出した。

m-ECTは希死念慮の強いうつ病をはじめ、緊急性の高い精神疾患患者に対して非常に有力な治療手段であり、全国で年間約50,000件（2016年日本精神神経学会調べ）が実施されている。スキサメトニウムが供給困難になるとm-ECTが実施困難となり、適応となる患者の治療手段が失われ、精神科医療に大きな影響を与えることとなる。

そこで本学会では、スキサメトニウムの代替としてロクロニウムおよびスガマデクスを用いた筋弛緩法を提案する。本学会のECT・rTMS等検討委員会、薬事委員のメンバーおよび麻酔科学会のメンバーでワーキンググループを立ち上げ、本ガイドの作成を行った。

本ガイドの主な対象は、これまでm-ECTは実施しているが、ロクロニウムおよびスガマデクスを用いた筋弛緩法を実施したことがない精神科専門医療施設である。本ガイドの内容は、2019年3月に日本麻酔科学会が改訂した「安全な麻酔のために」を基に、「国民に安全な医療を行う使命に基づいた麻酔」を基本原則としている。全身管理についてのリスクについてのインフォームドコンセント、一般的なロクロニウムとスガマデクスの使い方・投与量、バイタルサインモニター・筋弛緩モニターの推奨、気道確保方法、嘔吐対応、酸素パイピング、バグバルブマスクの準備が重要である。

本ガイドが、ロクロニウムおよびスガマデクスを使用し安全にm-ECTを実施するための参考となるばかりでなく、m-ECTの筋弛緩法を安全に行うことについて深く理解するためのきっかけとなれば幸甚である。

最後に、本ガイド作成に御協力頂いた日本麻酔科学会の関係者の先生方にこの場を借りて深謝申し上げます。

免責事項

本ガイドは m-ECT における麻酔法を決定づけるものではない。このため、本ガイドの内容を遵守したというだけでは過失責任を免れることはできず、一方で本ガイドから逸脱したことを過失とみなすこともできない。つまり本ガイドの内容は医療訴訟の根拠となるものではない。

本ガイドを参考に、自施設での施設整備環境や医療資源を加味し、治療者および病院管理責任者の責任において筋弛緩法を決定して頂きたい。

ロクロニウムとスガマデクスを用いた m-ECT の筋弛緩法に関するサマリー

- ロクロニウムはスキサメトニウムに比べ作用時間が長い。
- ロクロニウムでは残存筋弛緩と筋弛緩の再発（以下、再クラーレ化と呼ぶ）に注意する。呼吸抑制、誤嚥等の合併症を防止するため、筋弛緩の十分な回復を確認することが重要である。
- 十分な呼吸が回復するまで調節呼吸が必要であることから、マスク管理困難の評価とマスク管理以外の管理法の準備が必要である。
- 必要に応じて、筋弛緩モニターを使用することが望ましい。
- アナフィラキシーへの対応が重要である。
- 生体管理モニタリング、麻酔器、気道管理の器材の準備が必要である。
- 上記のことを含めたインフォームドコンセントが必要である。
- 緊急時の体制を院内で整えておく。

m-ECT における筋弛緩薬は、主にスキサメトニウムが使用されている。これは、m-ECT を短時間で実施するため、短時間で作用発現しかつ速やかに自然に筋弛緩から回復するというスキサメトニウムの長所が主な理由である。外科系手術の全身麻酔の筋弛緩薬のほとんどが作用時間の長いロクロニウムであることは対照的である。

本内容は、日本麻酔科学会が2019年3月に改訂した「安全な麻酔のために」の内容を基本としている。その中で、ロクロニウムに関して残存筋弛緩と再クラーレ化が指摘されている。これは、再クラーレ化発症例が、2018年末までに36件の報告があったことを根拠としている。再クラーレ化とは、いったん神経筋機能が完全に回復したあるいは回復段階の途中に、一定時間後に筋弛緩が再度強まることである。ロクロニウムの拮抗薬であるスガマデクスにより筋弛緩から回復させるが、この時にロクロニウム残存の把握ができていないこと、および不十分量のスガマデクスの投与によるものである。

こうした残存筋弛緩による、呼吸抑制、誤嚥等の合併症を防止するため、患者の筋弛緩が十分に回復していることを確認し、筋弛緩状態をモニタリングすることが重要であり、筋弛緩モニターの使用が望ましい。

また、ロクロニウムおよびスガマデクスにおいて注意すべきこととして、アナフィラキシーがあり、米国では0.009%、英国では0.0016%に対して、本邦は、0.02-0.039%と高率であるとの報告があり、アナフィラキシーショックへの対応準備が必要である。

ロクロニウムの作用時間は30～50分（0.6～0.9 mg/kg）、スキサメトニウムの9分（1 mg/kg）に比べ長時間となるため、気道管理の時間は長く、適切な呼吸管理で十分な呼吸が回復するまで調節呼吸が必要となる。マスク管理の困難な状況の評価とマスク管理以外の管理法についても準備しておくことが必要である。

患者のバイタルサインの確認をスキサメトニウムの時よりも厳格に行うことが必要であり、生体管理モニタリング、麻酔器、気道管理の器材の準備が必要である。

第1章 筋弛緩薬スキサメトニウムとロクロニウムの違い

【ポイント】

- ① m-ECTの麻酔では、脱分極性（スキサメトニウム）と非脱分極性（ロクロニウム）の作用機序が異なる2種類の筋弛緩薬がある。
- ② スキサメトニウムの作用時間は9分（1 mg/kg）で、ロクロニウムは30～50分（0.6～0.9 mg/kg）である。ロクロニウムでは十分な呼吸が回復するまで調節呼吸が必要となる。
- ③ 残存筋弛緩による、呼吸抑制、誤嚥等の合併症を防止するため、筋弛緩の十分な回復を確認することが重要である。
- ④ m-ECTの麻酔でロクロニウムを使用する場合、挿管用量として0.6mg/kgを基準とし、臨床的判断により0.6～0.9mg/kgの範囲で適宜増減する。
- ⑤ 副作用、特にアナフィラキシーに注意する。
- ⑥ ロクロニウムは筋部位により感受性が異なる特性を持つため、必要に応じて、筋弛緩モニターの使用が勧められる。

筋弛緩の機序

運動神経終末から放出されるアセチルコリン（Ach）は横紋筋繊維の神経筋接合部にある筋型のニコチン性Ach受容体（Nicotinic Ach receptor: n-AchR）に結合して脱分極を起こし、 Na^+ と Ca^+ の流入によって筋が収縮する。Achはアセチルコリンエステラーゼ（Ach esterase: AchE）によって速やかに分解されるため、筋の収縮と弛緩は短時間で繰り返される。神経筋接合部にAch受容体（Ach receptor: AchR）は多数（ $1\mu\text{m}^2$ に約10,000個）存在している。そのうち75%が筋弛緩薬と結合するまでは、筋力に変化が起らない。さらに、90%の受容体が占拠されると完全な筋弛緩が得られる¹⁾。

筋弛緩薬

● スキサメトニウム

スキサメトニウムは脱分極性筋弛緩薬で、n-AchRに結合して横紋筋細胞膜を脱分極させる。そのため一過性の筋収縮（繊維束攣縮）が生じる。Achに比べ受容体からの解離が遅いため持続的な脱分極状態が続き、筋弛緩状態が生じる。

● ロクロニウム

ロクロニウムは、非脱分極性筋弛緩薬で、n-AchRに結合してAchのAchRへの結合を阻害し、イオンチャンネルの開閉を妨げ、骨格筋の弛緩を招く。これ加えて、運動神経末端に存在する神経型の受

容体にも結合し、Ach の放出を阻害する。非脱分極性筋弛緩薬による部分遮断時には、連続刺激中に徐々に Ach 放出量が減少し、刺激への反応の低下、いわゆる「減衰（フェード）」が見られる。

筋弛緩持続時間と呼吸運動残存効果

筋弛緩持続時間は、用量依存的に長くなる。ロクロニウム0.6～0.9mg/kg であれば30～50分である。一方、スキサメニウム1mg/kgで、9分である（図1）¹⁾。

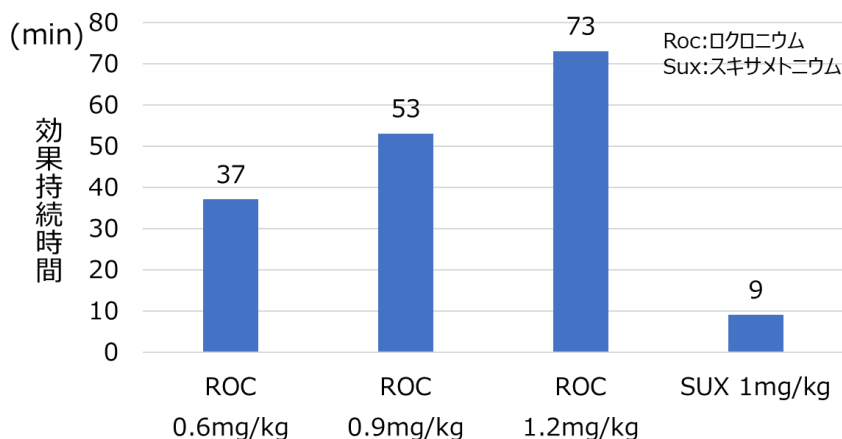


図1. ロクロニウムとスキサメニウムの母指内転筋T1の高さが25%回復までの平均の効果持続時間時間の比較（文献1より）

呼吸運動残存効果（Respiratory sparing effect）とは、筋部の感受性の違いにより、末梢筋遮断後も、呼吸筋はまだ遮断されておらず、呼吸運動が残存することをいう。気管内挿管時、ロクロニウムの使用量が少ないと、発現作用時間を十分にとっても、声帯が動いたり、横隔膜運動が発現することがあるのはこのためである²⁾。

筋弛緩薬の投与量に対する筋弛緩の程度を、呼吸抑制、誤嚥等の合併症を防止するため、頻回かつ正確に評価する必要がある。また、ロクロニウムの作用時間が長く呼吸抑制の時間が長くなるため、十分な呼吸回復が得られるまでは、適切な呼吸管理が必要となる。臨床所見だけで残存筋弛緩を見極めることが困難な場合もあるため、必要に応じて、筋弛緩モニターで、筋弛緩状態の確認し、適切な筋弛緩量の投与の確認が勧められる³⁾。

m-ECTにおいては、骨折などの予防のため、筋弛緩による深部遮断が求められ、添付文書にある気管内挿管に使用するロクロニウム0.6mg/kgを基準とする。ただし、個体差が大きいため、日本麻酔科学会のガイドライン⁴⁾を参考に臨臨床的判断により0.6～0.9mg/kg範囲で適宜増減する。

表 1. 筋弛緩に影響する因子

麻酔薬	揮発性麻酔薬はロクロニウムの作用を増強する。その強さは、デスフルラン>セボフルラン>イソフルランの順である。
-----	--

年齢	若年成人に比して、高齢者では、作用持続時間は有意に延長しやすい ⁵⁾ 。高齢者における作用持続時間の延長は、母指内転筋のみばかりでなく、呼吸筋の筋弛緩と一致する皺眉筋においても有意に認める ⁶⁾ 。また、筋肉量の低下、脂肪量の増多に伴い、実体重換算のロクロニウムは成人に比し過量となりやすいので、投与量には注意が必要である ⁷⁾ 。
肥満	肥満であっても、薬物動態は標準体重の患者と同等である。ロクロニウムは脂溶性が低いいため、排泄時に生じる脂肪からの再分布が極めて少ないことに起因すると考えられている。
体温	低体温では、代謝、排泄ともに遅延するため、非脱分極性筋弛緩薬野作用が増強する。
酸塩基平衡	アシドーシスでは、非脱分極性筋弛緩薬の作用が延長する。
肝機能障害の影響	ロクロニウムは、主排泄経路が肝臓で70%である。肝硬変で分布容量が増大すると、初回投与時には抑制率は少なく、かつ作用発現は遅延する。一旦作用発現した後は、排泄が遅延するため、筋弛緩からの回復は、健常人に比べ約1.5倍延長する ^{8,9)} 。
腎機能障害の影響	ロクロニウムは、腎からの排泄は、約10-30%である。腎不全患者ではクリアランスの低下や分布容量の増加、排泄半減期の延長がみられる(表3-4) ^{10,11)} 。しかし、作用時間や回復時間に健常者との間に差が認められない。
電解質	非脱分極性筋弛緩薬の作用は低 K^+ 、低 Ca^{2+} 、高 Mg^{2+} で増強され、高 K^+ 、高 Ca^{2+} で減弱する。
抗菌薬	アミノグリコシド系抗菌薬は、AChの遊離を抑制し筋弛緩薬の作用を増強する。その他大半の抗菌薬は非脱分極性筋弛緩薬の作用を増強する。
その他	抗けいれん薬（フェニトイン、カルバマゼピンなど）の投与症例では、作用は減弱し、炭酸リチウム、クロルプロマジンでは作用が増強する。

参考文献

1. 鈴木孝浩:安全域とは.筋弛緩薬を知りつくす.克誠堂出版,東京,p7-9.2020
2. 鈴木孝浩:Respiratory sparing effectとは,どんな効果? 筋弛緩薬を知りつくす.克誠堂出版,東京,p18-20.2020
3. 矢島 直:麻酔薬(筋弛緩薬)のpharmacokineticsとpharmacodynamics解析.BME 7;9-19.1993
4. 日本麻酔科学会:筋弛緩薬・筋弛緩拮抗薬 ロクロニウム. 麻酔薬および麻酔関連薬使用ガイドライン第3版第4訂.156-158,2016

5. Furuya T, Suzuki T, Kashiwai A, et al. The effects of age on maintenance of intense neuromuscular block with rocuronium. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2012 Feb;56(2):236-9.
6. Yamamoto S, Yamamoto Y, Kitajima O, et al. Reversal of neuromuscular block with sugammadex: a comparison of the corrugator supercilii and adductor pollicis muscles in a randomized dose-response study. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2015 Aug;59(7):892-901.
7. 鈴木孝浩:高齢者では,筋弛緩薬は使いやすくなるのか? 筋弛緩薬を知りつくす. 克誠堂出版, 東京, p18-20. 2020
8. van Miert MM, Eastwood NB, Boyd AH, Parker CJ, Hunter JM. The pharmacokinetics and pharmacodynamics of rocuronium in patients with hepatic cirrhosis. *Br J Clin Pharmacol*. 1997 Aug;44(2):139-44.
9. Servin FS, Lavaut E, Kleef U, et al. Repeated doses of rocuronium bromide administered to cirrhotic and control patients receiving isoflurane. A clinical and pharmacokinetic study. *Anesthesiology*. 1996 May;84(5):1092-100.
10. Cooper RA, Maddineni VR, Mirakhur RK, et al. Time course of neuromuscular effects and pharmacokinetics of rocuronium bromide (Org 9426) during isoflurane anaesthesia in patients with and without renal failure. *Br J Anaesth*. 1993 Aug;71(2):222-6.
11. Szenohradszky J, Fisher DM, Segredo V, et al. Caldwell JE, Bragg P, Sharma ML, Gruenke LD, Miller RD. Pharmacokinetics of rocuronium bromide (ORG 9426) in patients with normal renal function or patients undergoing cadaver renal transplantation. *Anesthesiology*. 1992 Nov;77(5):899-904.

第2章 ロクロニウムとスガマデクスの使用上の注意

【ポイント】

- ① 残存筋弛緩と再クラーレ化に注意する。
- ② ロクロニウムの作用時間が長く呼吸抑制の時間が長くなるため、十分な呼吸回復が得られるまでは、適切な呼吸管理を行う。
- ③ スガマデクスは、深い筋弛緩状態でも拮抗できる。
- ④ 自発呼吸が回復するまで、必ず調節呼吸を行う
- ⑤ より安全の期すために、筋弛緩モニターの使用が勧められる。

残存筋弛緩と再クラーレ化

残存筋弛緩とは、筋弛緩薬が残存しているために筋弛緩状態が継続した状態のことで、4連 (Train of Four: TOF) 刺激 <90%と定義されている (図1)。安定した呼吸状態になく、呼吸抑制、誤嚥など術後肺合併症のリスクファクターとなる¹⁾。

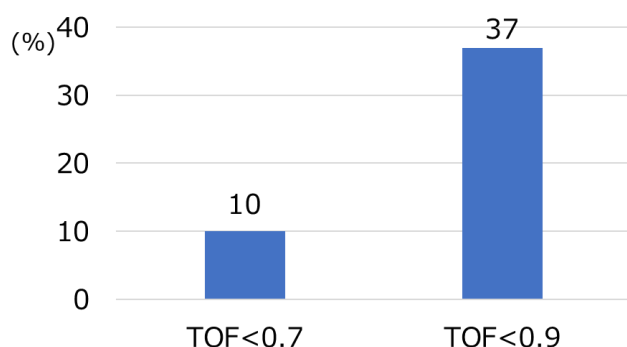


図1. 導入時の筋弛緩薬使用から2時間後の残存筋弛緩率 (文献2,3より)

ロクロニウム0.6mg/kgで麻酔導入のみ使用し、投与後2時間以上経過した症例において37%がTOF<0.9、TOF<0.7が10%であった。

再クラーレ化とは、いったん回復した神経筋収縮反応が再度低下する状態を指す。ロクロニウムではこの再クラーレ化をきたす可能性がある。術後、回復して安定したはずの呼吸状態が、病棟に戻ってから再度悪化し、呼吸停止などの致死的な状況に陥ることもある。このような状況に陥らないためには、筋弛緩モニターの使用により、スガマデクスにより筋弛緩が十分に回復したことを確認することが勧められる。

ロクロニウムのような脱分極性筋弛緩薬は、毒薬に指定されており、その作用および使用法については熟知した医師のみが使用し、また適切な呼吸管理ができる医師のみが使用する。呼吸抑制を起こすため十分な自発呼吸が回復するまで必ず調節呼吸を行う⁴⁾。[5章 患者の評価、6章緊急時の対応の項参照]

スガマデクスは、天井効果がないため、深い筋弛緩状態でも拮抗できる。確実な拮抗には、筋弛緩モニタリングで評価した至適量の投与が推奨される。

ロクロニウム-スガマデクスの包接体は、体内で代謝を受けず、ほとんどが腎から排泄される。投与から6時間以内に投与量の73%、24時間以内に92%、48時間で95%が尿中に排泄される。体内に包接体が長時間残存するが、スガマデクスの親和性がロクロニウムより高い薬物等がないため、ロクロニウムが遊離することはない⁵⁾。

筋弛緩の程度とスガマデクスの使用量⁵⁾

1. ロクロニウムによる浅い筋弛緩状態：筋弛緩モニターで TOF 刺激による TOF カウント 2 の再出現確認後は、2mg/kg を静脈内投与する。
2. ロクロニウムによる深い筋弛緩状態：筋弛緩モニターにてテタヌス刺激後カウント数（ポストテタニックカウント post-tetanic count: PTC）1 – 2 回の反応を確認後は 4mg/kg を静脈内投与する。
3. ロクロニウムの挿管直後に、緊急に筋弛緩からの回復が必要な場合は 16mg/kg を静脈内投与する。
4. 実体重あたりの換算表を用いる。肥満患者も同様である。

副作用

頻度不明として、ショック、アナフィラキシー、心室細動、心停止、高度徐脈、冠動脈攣縮が挙げられており、気管支攣縮が 0.3%とされている⁵⁾。

アナフィラキシーの頻度については、米国では 0.009%、英国では 0.0016%、との報告に対して本邦からの報告では、0.02-0.039%と高率である^{6,7)}。[6 章 緊急時の対応の項参照]

使用上の注意

1. 筋弛緩モニタリングの必要性
スガマデクスには天井効果がないため、十分量を投与すれば、深い深部遮断にあっても拮抗可能であり、残存筋弛緩を回避できる。ただし投与量が過少であると、残存筋弛緩や再クラーレも起こり得る。筋弛緩および筋弛緩回復の程度を客観的に評価し、スガマデクスを安全かつ適切に使用するために、筋弛緩モニターを可能な限り使用することが勧められる。
2. 自発呼吸が回復するまで、必ず調節呼吸を行うこと^{4,8)}。
筋弛緩作用の残存による呼吸抑制、誤嚥等の合併症を防止するために自発呼吸が回復した後も患者の観察を十分に行うこと^{4,8)}。[第7章 m-ECT後のリカバリー項参照]

表 1. 特殊な状態での注意点

妊婦	スガマデクスは胎盤は通過性は低い ⁸⁾ 。
高齢者	高齢者では、拮抗時間が長くなる。深部遮断からの拮抗時、若年者では平

	均 1.3 分で至適回復するのに比し、高齢者では 3.6 分と延長する ⁹⁾ 。循環時間の延長や動脈硬化などに起因したロクロニウム-スガマデクスの神経筋接合部から血中の拡散の遅れなどの要因が関与すると推察される。
肝機能障害	肝硬変患者ではロクロニウムの作用が延長するが、スガマデクスの拮抗効果は影響されない ⁵⁾ 。
心不全	左室駆出率や心拍出量が低下している疾患では、回復が遅れる可能性がある ⁵⁾ 。
神経筋疾患	重症筋無力症、皮膚筋炎、筋ジストロフィーなど筋弛緩反応が変化する疾患でも迅速な拮抗が得られる ⁵⁾ 。
相互作用	乳がん治療薬（トレミファン）は、ロクロニウムへの親和性は弱いですが、濃度によっては包接体を解離させ、再クラーレ化を招く危険があるため、スガマデクス投与後 6 時間以内に投与する ⁵⁾ 。 経口避妊薬がスガマデクスにより包接され、血中濃度が低下することがあるため、補充措置を講じる ⁵⁾ 。

ECT において使用の場合は、以下のような点にも注意が必要である。

- 血中 AchE 活性値が 1/10 程度に低下していた患者に、スキサメトニウム 40mg の使用したところ 20 分以上自発呼吸が回復しなかったため、スキサメトニウムを 5mg まで減量しても自発呼吸の再開を認めず、ロクロニウム-スガマデクスに置き換えで良好な結果を得ている¹⁰⁾。
- 抗コリンエステラーゼ剤であるジスチグミン臭化物を内服している患者では、スキサメトニウムを投与すると分解が遅延し、作用が延長する。ジスチグミン臭化物内服患者にロクロニウム-スガマデクスを用いて良好な結果を得ている¹¹⁾。
- 偽性コリンエステラーゼ欠損症患者では、スキサメトニウムの作用遷延のため、ロクロニウム-スガマデクスを使用し安全に施行した結果を得ている^{12,13)}。
- 妊婦における ECT においてロクロニウムとスガマデクスで破水や呼吸抑制に注意しながら実施されなければならないと報告されている¹⁴⁾。
- 悪性症候群は、悪性高熱と発症機序は異なるものの臨床症状は極めて類似しているため、スキサメトニウムは慎重になる。ロクロニウム-スガマデクスでの代替として安全に使用した報告されている¹⁵⁾。

筋弛緩モニター

筋弛緩モニターは、1 つの運動神経を刺激しその支配筋の筋線維が最大筋収縮力を出している状態を評価するものである。一般的には前腕尺側で尺骨神経を電気刺激し、母指内転筋の収縮反応を記録する。

神経刺激のパターンには、単一刺激、TOF 刺激、PTC、ダブルバースト刺激があり、筋弛緩状態の程度によって使い分ける（図 1）が、本ガイドでは m-ECT で主に用いられる TOF 刺激、PTC について説明する。筋弛緩は、深部遮断の状態により Moderate、Deep、Intense と次第に深くなる。筋弛

緩モニターでの評価と同時に患者の臨床評価（表 2）を行うことも大変重要である¹⁶⁾。

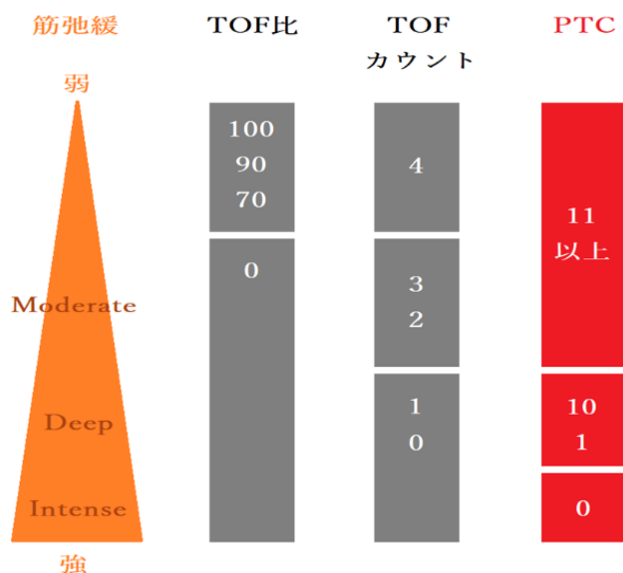


図1. 筋弛緩の程度と筋弛緩モニターでの評価

表 2. 単収縮と臨床症状,呼吸状態の関係

TOF 比(%)	TOF カウント	臨床症状	呼吸
100	4	正常	正常
75	4	頭部挙上不可	肺活量軽度～中等度減少
50	4	筋弛緩不十分	肺活量中等度～著明減少
25	4	吸入麻酔併用で良好な筋弛緩	1 回換気量減少
10	2	静脈麻酔で筋弛緩良好	1 回換気量不十分
5	1	良好な筋弛緩状態	横隔膜運動出現
0	0	完璧な筋弛緩状態	無呼吸

文献 16) を改変引用

TOF 刺激

0.2msec の短矩形波を 2Hz、0.5 秒おきに 2 秒間（計 4 回）刺激する方法である。非脱分極性筋弛緩薬の作用が残っていると、1 回目(T₁)から 4 回目(T₄)かけて、筋収縮反応が徐々に減衰する。この原理を利用して、1 回目と 4 回目の反応の比(TOF 比%= T₄/T₁)を測定し、筋弛緩作用の残存を推定する。筋弛緩が全く効いていない場合は、T₁=T₄ TOF 比は 100%となる。筋弛緩が効いてくると、T₁ の反応がベースラインに比べ低くなり、刺激の順に次第に高さが減じて、T₁>T₂>T₃>T₄と

なる。筋弛緩がさらに深くなると T4 反応が出なくなり、TOF 比 = 0%、最終的には T1 も消失する（図 1, 表 2）。

TOF カウントとは、TOF 刺激に対する反応を何個まで検出できるかで筋弛緩の状態を評価する。TOF 刺激で 4 回カウントできる場合は、TOF 比（%）が表示されるが、検出されない場合や T4 が検出されても TOF 比 < 20% の場合は、検出できた個数のみ（TOF カウント 1 ~ 4）が表示される。

TOF カウント 2 以下で、筋弛緩を適度の状態に維持できる（表 2）。

TOF 刺激の利点は、高感度に筋弛緩作用の残存を推定できる点である(表 2)¹⁶⁾。

PTC

単一刺激で反応の出ない深い筋弛緩状態は、TOF 刺激では評価ができないため、PTC を用いる。テタヌス刺激後は単一刺激に対する反応が増強する原理を利用して、深い筋弛緩時の唯一の評価法として用いられる。テタヌス刺激(50 Hz 5 秒間)の 3 秒後から、1Hz の単一刺激を 15 回繰り返す。この 1Hz の単一刺激に対して、何回目まで筋収縮反応を引き起こすかを評価する。通常、PTC < 10 では TOF = 0、PTC 10 ~ 15 以上で筋弛緩が回復してくると TOF = 1 が出現することが多い（図 1）。

参考文献

1. 鈴木孝浩:残存筋弛緩は、患者安全をどのように損なうの？ 筋弛緩薬を知りつくす. 克誠堂出版, 東京, p18-20. 2020
2. Debaene B, Plaud B, Dilly MP, et al. Residual paralysis in the PACU after a single intubating dose of nondepolarizing muscle relaxant with an intermediate duration of action. *Anesthesiology*. 2003 May;98(5):1042-8.
3. Yip PC, Hannam JA, Cameron AJ, et al. Incidence of residual neuromuscular blockade in a post-anaesthetic care unit. *Anaesth Intensive Care*. 2010 Jan;38(1):91-5.
4. 日本麻酔科学会:筋弛緩薬・筋弛緩拮抗薬 ロクロニウム. 麻酔薬および麻酔関連薬使用ガイドライン第 3 版第 4 訂. 156-158, 2016
5. 鈴木孝浩:筋弛緩薬. 臨床麻酔科学書. 中山書店. 東京, 201-215, 2022
6. Orihara M, Takazawa T, Horiuchi T, et al. Comparison of incidence of anaphylaxis between sugammadex and neostigmine: a retrospective multicentre observational study. *Br J Anaesth*. 2020 Feb;124(2):154-163.
7. Miyazaki Y, Sunaga H, Kida K, et al. Incidence of Anaphylaxis Associated With Sugammadex. *Anesth Analg*. 2018 May;126(5):1505-1508.
8. 日本麻酔科学会:筋弛緩薬・筋弛緩拮抗薬 スガマデクスナトリウム. 麻酔薬および麻酔関連薬使用ガイドライン第 3 版第 4 訂. 144-146, 2016

9. Suzuki T, Kitajima O, Ueda K, et al. Reversibility of rocuronium-induced profound neuromuscular block with sugammadex in younger and older patients. *Br J Anaesth.* 2011 Jun;106(6):823-6.
10. Takazawa T, Suto T, Aihara M, et al. Comparison between succinylcholine and rocuronium as neuromuscular blocking agents for electroconvulsive therapy in a patient with pseudocholinesterase deficiency. *JA Clin Rep.* 2015;1(1):7.
11. Hamaguchi S, Tezuka N, Nagao M. Rocuronium and sugammadex under TOF monitoring on mECT. *J Anesth.* 2015 Oct;29(5):815.
12. Batistaki C, Kesidis K, Apostolaki S, et al. Rocuronium antagonized by sugammadex for series of electroconvulsive therapy (ECT) in a patient with pseudocholinesterase deficiency. *J ECT.* 2011 Mar;27(1):e47-8.
13. 渡辺達範, 生駒美穂, 渋谷智恵子, 他.: 偽性コリンエステラーゼ欠損患者に対する硬膜外麻酔併用全静脈麻酔の経験, *日臨麻会誌*, 32:569-572, 2018
14. Karahan MA, Büyükfirat E, Binici O, et al. The Effects of Rocuronium-sugammadex on Fetomaternal Outcomes in Pregnancy Undergoing Electroconvulsive Therapy: A Retrospective Case Series and Literature Review. *Cureus.* 2019 Jun 3;11(6):e4820.
15. 土田景子, 角谷哲也, 川股知之: 悪性症候群を合併した統合失調症患者に対する修正型電気痙攣療法の麻酔管理, *日臨麻会誌*, 38:444-448, 2018
16. 矢島 直: 麻酔薬 (筋弛緩薬) のpharmacokineticsとpharmacodynamics解析. *BME* 7;9-19.1993

第3章 m-ECT におけるロクロニウム-スガマデクスの使用の実際

【ポイント】

- ① スキサメトニウムによる麻酔管理手順と原則同じである。
- ② 直ちに分解されるスキサメトニウムと異なり、長時間作用するロクロニウム使用時は、拮抗薬であるスガマデクスの使用が必須である。
- ③ ロクロニウムの使用により通電時に筋弛緩が深部遮断を得られているか、帰室時に筋弛緩が十分にスガマデクスにより拮抗されているかを確認することが必要である。
- ④ 帰室後も残存筋弛緩や再クラーレ化の予防のために十分な観察が必要である。
- ⑤ m-ECT 施行時に筋弛緩やその拮抗が不十分であった場合は、次回 ECT 施行時のロクロニウムとスガマデクスの投与量を麻酔科医とあらかじめ相談していただくことが重要である。

m-ECT の施行手順

1. m-ECT 刺激電極、脳波、筋電図、心電図、血圧計、パルスオキシメーター、ターニケット、筋弛緩モニターなどを装着する。
2. 100%O₂ で十分な酸素化を行う。
3. 麻酔薬（プロポフォールまたはチオペンタールなど）を使用して麻酔を導入し、入眠後、TOF 比 = 100%を確認し、ロクロニウムを使用して筋弛緩を導入する。
4. 筋弛緩モニターで TOF 比 = 0%になったことを確認し、通電する。
5. 通電後、m-ECT の効果を脳波・筋電図で確認する。
6. スガマデクスを投与し筋弛緩を拮抗する。
7. TOF 比 > 90%まで改善後、自発呼吸と呼名反応を確認し、患者状態を観察する。残存筋弛緩、再クラーレ化のないことを確認して、酸素投与を継続しながら帰室する。
8. 帰室後も酸素投与を継続し、生体モニター下に、バイタル、呼吸状態および意識状態を 1-2 時間程度定期的に観察する。
9. 回復後、飲水テストを行い問題なければ、経口摂取を開始する

m-ECT におけるロクロニウムとスガマデクスの至適用量

m-ECT におけるロクロニウムとスガマデクスの至適用量に関する先行研究はほとんどない。したがってエビデンスの高い推奨は困難であり、いくつかの先行研究から参考となる用量を提示する。ロクロニウムとスガマデクスの効果は個体差が大きいことから、運動性発作の抑制および筋弛緩の回復に必要な十分であるか否か、各症例の毎回の m-ECT において、麻酔科医と精神科医と相談してロクロニウムとスガマデクスの用量を判断する必要がある。

【ロクロニウム】

m-ECT では、骨折などの有害事象を防ぐために十分な筋弛緩（深部遮断）が求められる。したがって、ロクロニウムに関しては、深部遮断の必要量である、気管挿管時と同様の 0.6-0.9 mg/kg を至適用量の目安とする。先行研究では、m-ECT における深部遮断について、良好な気管内挿管の評価する挿管スコアを用いて、スキサメトニウム 1mg/kg とロクロニウム 1mg/kg の投与 50 秒後を比較したところ、ほぼ等しい深部遮断を得たと報告している¹⁾。また、Kadoi らは、深部遮断である T1=0 までの時間は、ロクロニウム 0.6mg/kg とスキサメトニウム 1mg/kg での有意差は認めず²⁾、ロクロニウムの深部遮断をまでの時間は、スキサメトニウムと同等の onset time であり、ロクロニウムの速効性が認められた。しかし、個体差があり、筋弛緩モニターを用いて筋弛緩状態を評価して、至適投与量を決めることを推奨している²⁾。

【スガマデクス】

スガマデクスは、ロクロニウム投与してから短時間の後に、残存筋弛緩の拮抗が求められるため、一般の麻酔で用いられる量よりも多く投与することが必要であると考えられる³⁾。指標となる至適用量がないというのが現状である。唯一の先行研究である Kadoi ら報告では、プロポフォール 1.0mg/kg の鎮静下で、スキサメトニウム 1mg/kg またはロクロニウム 0.6mg/kg にて導入し、TOF にて T1=0 で通電終了後、スガマデクス 16、8、4mg/kg を静注し T1=90%までの時間を比較している。(表 1)²⁾。その結果、ロクロニウム 0.6mg/kg 使用時の T1=90%までの回復時間および最初の自発呼吸の回復までの時間は、スガマデクス 8mg/kg で拮抗した場合には、スキサメトニウム 1mg/kg 使用時と同等であり、スガマデクス 16mg/kg では有意に回復時間は短縮されていた^{2,3)}。

また、スガマデクス投与後は、TOF>90%を確認することが望ましい。残存筋弛緩(TOF<90%)の場合は、スガマデクスを追加投与することで再クラーレ化が予防できる。

【痙攣時間への影響】

痙攣時間は、ロクロニウムとスキサメトニウムとの有意差を認めなかった²⁾ (表 1)。

表 1. 筋弛緩薬の導入(ロクロニウム 0.6m/kg) T10%から 90%回復時間・痙攣時間・最初の自発呼吸発現までの時間のスガマデクス投与量による違い

	T1=10%までの回復時間(s)	T1=90%までの回復時間(s)	最初の自発呼吸の発現までの時間(s)	痙攣時間(s)
スキサメトニウム	310 ± 38	429 ± 63	273 ± 43	36 ± 6
スガマデクス 16mg/kg	280 ± 54	387 ± 63*	233 ± 53*	38 ± 4

スガマデス 8mg/kg	324 ± 68	462 ± 66	267 ± 69	40 ± 7
スガマデクス 4mg/kg	407 ± 74 ^{*,#}	563 ± 45 ^{*,#}	360 ± 59 ^{*,#}	39 ± 5

* $p < 0.05$ compared with suximatonium

$p < 0.05$ compared with sugammadex 16mg/kg group

(文献 5 より引用)

参考文献

1. Andrews JI, Kumar N, van den Brom RH, et al. A large simple randomized trial of rocuronium versus succinylcholine in rapid-sequence induction of anaesthesia along with propofol. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1999 Jan;43(1):4-8.
2. Kadoi Y, Hoshi H, Nishida A, et al. Comparison of recovery times from rocuronium-induced muscle relaxation after reversal with three different doses of sugammadex and succinylcholine during electroconvulsive therapy. *J Anesth.* 2011 Dec;25(6):855-9.
3. Hoshi H, Kadoi Y, Kamiyama J, et al. Use of rocuronium-sugammadex, an alternative to succinylcholine, as a muscle relaxant during electroconvulsive therapy. *J Anesth.* 2011 Apr;25(2):286-90.
4. Andrews JI, Kumar N, van den Brom RH, et al. A large simple randomized trial of rocuronium versus succinylcholine in rapid-sequence induction of anaesthesia along with propofol. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1999 Jan;43(1):4-8.
5. Orihara M, Takazawa T, Horiuchi T, et al. Comparison of incidence of anaphylaxis between sugammadex and neostigmine: a retrospective multicentre observational study. *Br J Anaesth.* 2020 Feb;124(2):154-163.

第4章 インフォームド・コンセント

【ポイント】

- ① m-ECT 開始前に、全身麻酔のインフォームド・コンセントを行う。
- ② 全身麻酔の流れ、使用薬剤、全身麻酔の合併症について説明し同意を得る。
- ③ ロクロニウム・スガマデクス使用時には、スキサメトニウム使用時との違いについて説明しなければならない。
- ④ ロクロニウムの筋弛緩作用が長いことによる気道管理の問題、残存筋弛緩、再クラーレ化、アナフィラキシーなどについてのインフォームド・コンセントを行わなければならない。

m-ECT を開始する前には、全身麻酔における m-ECT についての有用性と危険性を説明し、同意を得なければならない。患者に判断能力がない場合には代諾者に説明し同意を得る。

ロクロニウム・スガマデクスを使用する際には、スキサメトニウムを使用した場合との違い、有害事象についてインフォームド・コンセントを行う必要がある。スキサメトニウムを使用時の説明に追加して、筋弛緩の作用時間が長いことによる気道管理の問題や筋弛緩残存、再クラーレ化、アナフィラキシーなどについて説明し、同意を得る必要がある。

参考情報

m-ECT での全身麻酔のインフォームド・コンセントで触れるべき内容

- m-ECT の全身麻酔の流れ（マスク換気・手動的換気などについても説明）
- 使用する薬剤（静脈麻酔薬・筋弛緩薬・使用する場合には吸入麻酔薬やオピオイドなど）
- 全身麻酔での合併症

麻酔を受けるすべての患者に起こりうる。問診・診察・検査などで予防することはできるが、医療行為である以上は 100%安全とは言えない。

1. 気道確保困難

マスク換気が困難で声門上器具（SGA）や気管挿管を行う際には、歯牙の損傷・脱落や咽頭痛・嘔声などが起こる可能性がある。

2. 誤嚥

誤嚥による窒息・肺炎を起こし、重度の肺炎では致死的になる可能性もある。麻酔前の絶飲食の指示についても必ず守る必要がある。

3. アナフィラキシー

使用する薬剤のアレルギー反応で、薬疹・呼吸困難・ショックを呈する。

4. 悪性高熱症
吸入麻酔薬などに対して先天的に過敏体質であり、全身の筋肉が硬直して高熱が生じ、致死的となることもある。悪性高熱症の家族歴、神経・筋疾患があるとリスクが高まる。
5. 脳卒中（脳内出血・くも膜下出血・脳梗塞）
脳卒中の既往・高血圧・不整脈などがあるとリスクが高まる。
6. 虚血性心疾患（狭心症発作・心筋梗塞）
虚血性心疾患の既往があるとリスクが高まる。
7. 肝・腎機能障害
肝・腎機能低下があると、さらに悪化するリスクがある。
8. 術後せん妄
高齢者で起こりやすい。また ECT 自体でも発作後もうろう状態を呈することがある。
9. 肺塞栓症（エコノミークラス症候群）
血栓が肺動脈に詰まると呼吸困難、胸痛、ショックから心肺停止を引き起こすことがある。発症した際の死亡率は 10～30%とも言われている。主な原因として深部静脈血栓症があり、長期臥床・高齢者・肥満などでリスクが高まる。
(上記のうち 1～3 については 7 章で説明)

第5章 患者の評価

【ポイント】

- ① 全身麻酔による有害事象発生リスクを事前に評価する。
- ② 主な評価項目としては気道管理のリスクと全身状態である。
- ③ 問診・身体所見・術前検査を行い、リスクの評価を行う。
- ④ ロクロニウム筋弛緩作用は長く、換気困難で致死的な状況となりうるため、気道確保困難・挿管困難の予測の評価が重要である。

全身麻酔による有害事象発生リスクを事前に評価する必要がある。主な評価項目としては、気道管理のリスクと全身状態である。気道確保困難が予測される患者に対しては、気管挿管なども必要となるため、挿管困難の評価も事前に行っておく。また、術前の全身状態評価としては ASA-PS

(American Society of Anesthesiologists Physical Status) があり、IV以上の患者に対する ECT は相対的禁忌とされている。Ⅲ以上の患者では麻酔による有害事象発生リスクが高いため、ECT 施行については慎重に判断し、身体疾患の治療を優先し、ECT が必要な場合には緊急時の対応が可能な病院へ転院して ECT を行った方が安全である。

ロクロニウム・スガマデクスを使用時にも、スキサメトニウム使用時と同様に術前の評価を行う必要がある。筋弛緩作用が長く、換気困難で致死的な状況となりうるため、気道確保困難や挿管困難の予測の評価が重要である。

参考情報

ASA-PS

- I：健康。
- II：軽度～中程度の全身性疾患がある。
- III：重度の全身性疾患がある。
- IV：生命に危険を及ぼす重篤な全身性疾患がある。
- V：致死的な全身性疾患がある。
- VI：脳死状態。

問診

m-ECT 施行前には、精神・身体疾患の病歴聴取を行う。また、術前の心肺機能の評価のため、現在の活動状況を確認しておく (METs、NYHA 心機能分類、Hugh-Jone 分類など)。本人からの

協力が得られない場合には、家族などから病歴を聴取する。病歴や治療歴、疾患に対する常用薬（種類、用量、使用期間）、発作性疾患の場合には最終発作・発作時の治療法などの聴取を行う。食物や薬物に対するアレルギーや、過去に使用した薬物の副作用などの情報も聴取する。家族歴（突然死など）、本人および家族の全身麻酔の既往やその際の周術期の有害事象（悪性高熱症など）も確認しておく。

身体所見

身長・体重や BMI による重度の肥満・るいそうの評価、脈拍・血圧・末梢動脈血酸素飽和度（SpO₂）などのバイタルサインの測定、聴診などを行う。ECT 施行時には口腔内損傷の有害事象も多く¹⁾、精神疾患患者では口腔ケアが十分でないことも多いため、動揺歯や脱落している歯の有無、義歯の使用も確認する。呼吸管理はマスク換気で行うことが多いため、術前にマスク換気困難の評価を行う。気道確保の際のマスク換気困難の予測因子としては、MOANS の 5 項目がある²⁾。緊急時の挿管困難の予測も確認しておく（開口、頸部の可動域、顎、Mallampati 分類など）。また、精神症状や抗精神病薬の影響で嚥下機能が低下している、また、術前の絶飲食が守れない場合には、ECT 施行時の誤嚥のリスクもあるため注意が必要である。

術前検査

最低限必要な検査として、採血（血算や電解質・肝機能・腎機能などを含む生化学検査など）・心電図・胸部 X 線・頭部 CT などの通常のスクリーニング検査は行うべきである。また、重篤な有害事象としては循環器・呼吸器系が多く、病歴や身体所見から高リスクと考えられる場合には追加の検査を行う。

①気道確保困難の予測

マスク換気困難の予測因子：MOANS²⁾

M：Mask フィット（マスクがフィットせず換気がもれる、顔面外傷、あごひげなど）
O：Obesity や Obstruction（肥満や妊婦、気道閉塞）
A：Age55 歳以上（コンプライアンス低下や上気道の筋緊張増加）
N：No teeth（歯が無い）
S：Stiff lung or chest wall（肺や胸郭が硬い）

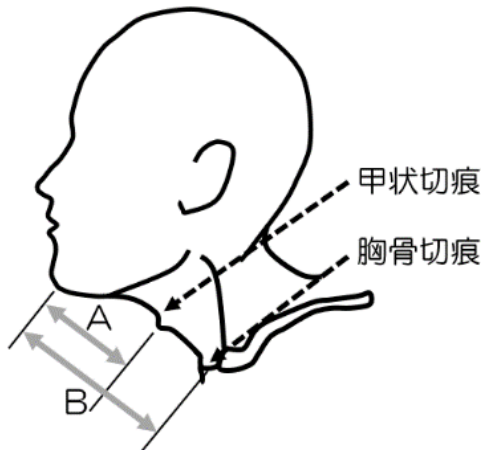
挿管困難の予測

1：開口制限（2 横指以上開口できない）
2：Mallampati 分類でⅢ～Ⅳ ³⁾
3：頸部伸展時の計測
A:おとがい-甲状切痕の距離 < 6 cm
B:おとがい-胸骨切痕の距離 < 12.5 cm

4：関節の可動不良（環椎後頭関節や顎関節）

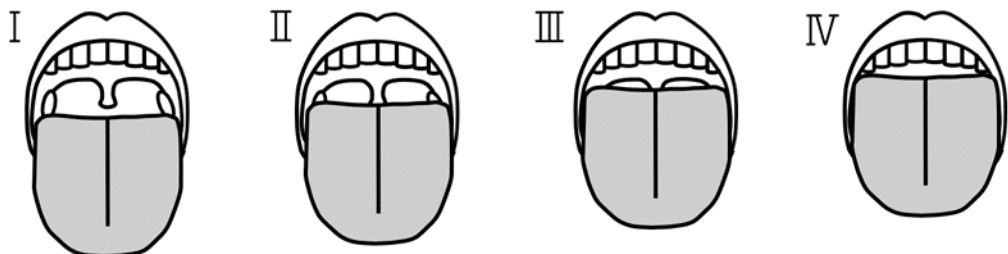
5：後屈ができない

6：気管の偏位を疑わせる頸部の腫脹（腫瘍）



Mallampati 分類³⁾：開口状態での口蓋垂の見え方。挿管困難を予測する。

Mallampati ClassⅢ以上は挿管困難の可能性が高い。



Ⅰ 口蓋弓、軟口蓋、口蓋垂ともによく見える

Ⅱ 口蓋弓、軟口蓋は見えるが口蓋垂の先端が見えない

Ⅲ 口蓋垂の基部と軟口蓋しか見えない

Ⅳ 軟口蓋は見えず硬口蓋しか見えない

②全身状態の評価

心肺機能の評価として、METs（Metabolic Equivalent）、NYHA 心機能分類、Hugh-Jones 分類などがあり、現在の活動状況を確認する⁴⁾。

運動耐容能（METs）

安静座位を 1MET として、様々な活動がその何倍の消費エネルギーを示したもの

1MET	安静座位
3METs	普通歩行（4Km/h）、軽いトレーニング
4METs	速歩（6.4Km/h）、ゴルフ、自転車、階段 2 階まで楽に昇る
6METs	軽いジョギング、エアロビクス、階段昇降

8METs ランニング、水泳、重い荷物を運ぶ

良好：7METs 超、中等度：4～7METs、低下：4METs 未満

4METs 以上あれば小手術は耐えられると判断される。

NYHA (New York Heart Association) 心機能分類

New York Heart Association が作成した、身体活動による自覚症状の程度による心疾患の重症度の分類。心不全の重症度分類として広く用いられている。

I 度：身体活動に制限のない心疾患患者。

日常生活では、疲れ、動悸、呼吸困難、狭心症状は起こらない。

II 度：身体活動に軽度制限のある心疾患患者。

日常生活でも、疲れ、動悸、呼吸困難、狭心症状が起こる。

III 度：身体活動に高度制限のある心疾患患者。

軽い日常生活でも、疲れ、動悸、呼吸困難、狭心症状が起こる。

IV 度：身体活動を制限していても心不全や狭心症状が起こる心疾患患者。

安静にしていても症状が存在し、少しの身体活動によっても、症状が増強する。

Hugh-Jones 分類

運動機能と呼吸困難の程度から呼吸器疾患の重症度を評価する。

I 度（正常）：健常者と同様に歩行可能。階段・坂道の昇降が可能。

II 度（軽度）：健常者と同様に歩行可能。階段は登れない。

III 度（中等度）：自分のペースなら 1.6Km 以上歩ける。

IV 度（高度）：休みながらであれば 50m 歩行可能。

V 度（非常に高度）：会話・衣類の脱着にも息切れあり。外出不能。

酸素吸入をしていれば基本的に IV～V 度。

II 度以上は慢性呼吸不全の可能性がある。

参考文献

参考文献

1. Martin D. Dental issues related to ECT. In: Waite J, Eeaston A, eds. The ECT Handbook. 3rd ed. London: RCPsych Publications, 2013: 87-93.
2. MOANS <http://airway.jems.com/tag/moans/>
3. Mallampati SR, Gatt SP, Gugino LD, et al. A clinical sign to predict difficult tracheal intubation : A prospective study. Can Anaessth Soc J, 1985: 32:429-34.

4. 讃岐美智義：麻酔科研修チェックノート 改訂第5版 第2章 術前回診と全身状態の評価.
羊土社, 東京, p32-68, 2015

第6章 緊急時の対応

【ポイント】

- ① 緊急時の体制を院内で整えておく。
- ② ロクロニウム・スガマデクス使用時には、気道管理・アナフィラキシー・誤嚥に注意が必要である。
- ③ マスク換気ができない場合には、経口・経鼻エアウェイ、声門上器具（SGA）、気管挿管によって気道確保を行う。それでも換気不十分であれば、スガマデクス投与による筋弛緩からの回復も検討する。
- ④ アナフィラキシーショックが起こった際には心肺蘇生に準じた治療が必要であり、人手を集め、アドレナリン投与・100%酸素投与（6–8L/min）・血圧が回復するまでの急速輸液を行う。
- ⑤ 誤嚥は肺炎・窒息などの重篤な有害事象を引き起こす可能性があり、術前の絶飲食による予防、誤嚥のリスクの評価、誤嚥時の処置によって有害事象を防がなければならない。

緊急時のための体制

m-ECT 施行時に行う全身麻酔では、心肺停止などの重篤な有害事象を引き起こすリスクがある。このため、緊急時のための体制を院内で整えておく必要がある。心肺蘇生時に必要となる設備・機器・薬剤などがすぐに利用可能であるように準備し、緊急対応する人員を配置しておかなければならない。

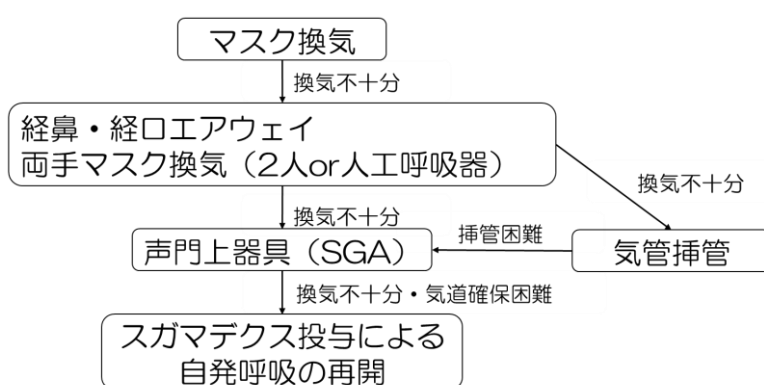
スキサメトニウムに代わってロクロニウム・スガマデクスを使用する際には、特に気道管理・アナフィラキシー・誤嚥に注意しなければならない。

気道管理

スキサメトニウムは血液中のコリンエステラーゼで分解され、5分前後で筋弛緩効果が消失する。そのため、静脈麻酔薬投与前に3分間以上の100%酸素投与を行ってればマスク換気が困難であっても致死的な状況を回避できる可能性が高い。しかし、ロクロニウムは筋弛緩の消失まで30分はかかるため、マスク換気ができないと致死的な状況になりうる。日本麻酔科学会では気道管理ガイドラインを作成している¹⁾。m-ECTの気道管理の基本マスク換気可能なグリーンゾーンだが、ロクロニウムの使用による筋弛緩薬の残存やスガマデクスなどによるアナフィラキシーの発生が懸念される。日本麻酔科学会のガイドラインを参考に、状況に応じて適切な気道確保方法を選択し、場面にあった器材を準備して事前トレーニングを行うことが望ましい。

m-ECTの麻酔導入時にマスク換気ができない際には、まず片手から両手でのフェイスマスク保持に変更して、別の者にバッグを押してもらい、もしくは人工呼吸器を使用しての換気を試みる。また、経口および経鼻エアウェイによる気道確保も試みる。それでも難しければ気管挿管や声門上器具（SGA）の使用を試みる。気管挿管が難しければ、SGAの使用を試みる。どちらを先に検討するかは、個々の症例あ

るいは麻酔施行者によって異なるため、これについてはその都度、現場で判断しなければならない。この時点でスガマデクスによる筋弛緩の拮抗も考え（最大 16 mg/kg）、SGA での気道確保が難しければ、速やかにスガマデクス投与を検討し自発呼吸の回復を試みた方が良い。救急カートには挿管時の必要な器具だけでなく SGA も常備しておく必要がある。SGA による換気状態が不十分の場合には、重篤な低酸素血症と高二酸化炭素血症の結果として発生し得る重症不整脈や心停止に備え、救急薬剤などを備えた緊急カートも要請されるべきである。外科的気道確保も検討されるが、経験が必要な処置でもあるため、スガマデクス投与による筋弛緩からの回復を行った方が良い。オピオイドが投与されている場合には、オピオイドの拮抗薬の投与も効果的な場合がある。



アナフィラキシー

周術期の重篤な有害事象のひとつとして、アナフィラキシーがある。アナフィラキシーは、原因薬物が投与されたときに免疫学的反応または非免疫学的反応を呈し、迅速かつ的確に治療が行われなければ重篤な予後に至ることのある急性期疾患である。日本アレルギー学会は、「アナフィラキシーとは、アレルゲンなどの侵入により、複数臓器に全身性にアレルギー症状が惹起され、生命に危機を与える過敏反応」、「アナフィラキシーに血圧低下や意識障害を伴う場合をアナフィラキシーショック」と定義している²⁾。全身麻酔中のアナフィラキシーの原因の 50～70%が筋弛緩薬とも言われている³⁾。

日本麻酔科学会では「アナフィラキシーに対する対応 プラクティカルガイド」を作成している⁴⁾。麻酔中にアナフィラキシーが発生した際には、迅速に診断し、適切かつ積極的な治療を行う必要がある。麻酔中のアナフィラキシーの 90%は導入時に発症しており、その理由は原因となる薬物投与や、ラテックス製手袋などの資材への曝露が麻酔導入時に集中するためである。通常は、曝露から 30 分以内に発症するが、曝露から数秒あるいは数分で発症し急速に症状が悪化する場合もある。一方、時間単位で発症することもある。また、早期に治療が奏効し、曝露薬物・物質を排除しても、数分後から数十時間後に再度ショック症状が発症することもあり、発症後は十数時間の監視が必要となる。

筋弛緩薬であるロクロニウムのアナフィラキシーは手術の早い段階でアレルギー反応が見られるが、筋弛緩拮抗薬であるスガマデクスは通常、手術の終わりに投与されるため、アナフィラキシー発症のタイミングが、今までなら予期しない時間帯に起こりうる⁵⁾。m-ECT であれば、施行室から退室した後に起こるこ

とも考えられる。ニュージーランドでの観察研究では、サクシニルコリンとロクロニウムによるアナフィラキシーの推定発生率がそれぞれ 0.048%、0.04%と報告されている⁶⁾。また、日本ではスガマデクスによるアナフィラキシーの発生率は 0.039%と推定されており、ロクロニウム、スガマデクス、サクシニルコリンによるアナフィラキシーの発生率はほぼ同等であると報告されている⁷⁾。スガマデクスによるアナフィラキシーは用量に関連するとも言われており⁸⁾、アナフィラキシーの発生率を低下させるためには最小有効量を投与するのが望ましいが、ECT の場合には高用量のスガマデクスの投与が必要と考えられ、さらに注意が必要である。

全身麻酔下では自覚症状を訴えることができないため、腹痛・嘔吐などの消化器症状、皮膚症状のうちの自覚症状である痒痒感、呼吸困難感は検知できない。麻酔中のアナフィラキシーは、急激な血圧低下とエフェドリンやフェニレフリンなど麻酔中に常用する昇圧薬に反応しないことで気づかれることが多い。皮膚症状を伴うこともあるが、初発症状として気づかれないことも多い。

アナフィラキシーの初期治療

アナフィラキシーの初期治療としては、救急蘇生時と同様に、気道の確保・呼吸の補助・循環の維持を図ることが重要であり、適切なアドレナリンの投与と高濃度酸素の吸入、十分な補液を行う。アナフィラキシーショックでは、心肺蘇生に準じた治療が必要となる。

m-ECT の際のアナフィラキシーおよびアナフィラキシーショック発生時にも同様の治療が必要である。6-8L/min100%酸素投与を行い、低酸素血症を防ぐ。血圧低下については、軽度の場合にはエフェドリンやフェニレフリンなどの昇圧薬を使用し、皮膚粘膜所見が全身的で、血圧低下が改善しないときには、アドレナリンを投与する（低血圧：0.2μg/kg を静脈内投与。循環虚脱：0.05-0.3 mg を静脈内投与。静脈路が無いとき：0.3 mg を筋注）。また、血圧が回復するまで輸液を行い、可能であれば 18 ゲージなど、通常の ECT 施行時の静脈ルートよりも太い静脈路を確保する。重症アナフィラキシーショックの死亡症例では、喉頭・咽頭浮腫や舌の浮腫の発現頻度が高いため、そのような所見が見られた際には積極的に気管挿管も行い、喉頭・咽頭浮腫の程度を確認したうえで抜管時期を決定する。

ECT におけるアナフィラキシーおよびアナフィラキシーショックの治療

- ① アナフィラキシーであることを迅速に認識し診断し、治療を開始する。
頭の中で常に「アナフィラキシーは起こりうる」と心がけておくことが大事である
- ② 人手を集め、経過と治療内容を記録する。
- ③ 仰臥位で下肢を挙上する。
- ④ 100%酸素投与（6-8L/min）を行う。
- ⑤ 血圧低下が軽度の場合にはエフェドリンやフェニレフリンなどの昇圧薬を使用する。
- ⑥ 皮膚粘膜所見が全身的で、血圧低下が改善しない時には、アドレナリン投与を行う。
 - 必要に応じて追加投与する。反復投与が必要なら、持続静脈内投与を始める。
 - 軽度低血圧 sBP> 80mmHg : 0.2μg/kg を静脈内投与する。

- 循環虚脱 sBP 40～80mmHg : 0.05-0.3mg を静脈内投与する。
 - 心停止または高度循環不全 sBP <40mmHg : 1 mg 静脈内投与
 - * 静脈路がなければ、0.3 mg を筋注する。
- ⑦ 喉頭・咽頭浮腫が進行すれば積極的に気管挿管する。
喉頭・咽頭浮腫の程度を確認したうえで抜管時期を決定する。
- ⑧ 輸液（血圧が回復するまで）
- 最初の 5 分間で 5-10 ml/kg
 - 通常の ECT 施行時よりも太い静脈ルートを確認する（18 ゲージ）。
- ⑨ 副腎皮質ホルモン製剤や抗ヒスタミン薬はあくまで第二選択薬

誤嚥

静脈麻酔薬で入眠して筋弛緩が効くと、嚥下反射が消失し誤嚥しやすい状況になる。挿管すれば口腔内の物はほとんど気管に入らなくなるが、ECT の麻酔はマスク換気による呼吸管理のため、常に誤嚥のリスクがあると考えられる。誤嚥した内容物によっては、肺炎・窒息などの重篤な有害事象を引き起こす可能性がある。

誤嚥の対策

予防

まずは術前の絶飲食がしっかりと守られることが大事である。胃の中に内容物があれば、胃内圧の上昇により、嘔吐や逆流が起こって誤嚥する可能性が高い。日帰りで ECT を行う場合には、しっかりと重篤な有害事象の可能性について事前に説明し、術前の絶飲食を守ってもらう。絶飲食が守られていなければ、ECT の中止も検討する。

事前のリスク評価

絶飲食をしても、消化管の狭窄や機能障害、外傷後、妊婦などはフルストマックと考えられ、誤嚥のリスクが高い。精神疾患の患者では、向精神薬による消化管機能障害も多く、術前に腹部レントゲンなどでリスクを評価しておくことも必要である。マスク換気困難な症例では、食道・胃送気によって胃内圧が上昇して、胃内容物の誤嚥を引き起こす可能性もある。

誤嚥が起こった際の処置

誤嚥が起こった際には、すぐに内容物を吸引しなければならない。そのため、吸引器はカテーテルをつけスイッチを入れた状態にしておき、常に使用できるように準備しておかなければならない。内容物を吸引しても酸素化が悪ければ、気管内に誤嚥した内容物が残っている可能性があり、挿管して陽圧換気を開始する前に気管チューブ内の吸引を行う。重篤な誤嚥が疑われる場合には、気管支鏡による吸引が必要となることもある。

参考文献

1. 日本麻酔科学会気道管理ガイドライン 2014 より安全な麻酔導入のために 日本麻酔科学会 ; 2014
2. 日本アレルギー学会 anaphylaxis 対策特別委員会. アナフィラキシーガイドライン. 東京 : 一般社団法人日本アレルギー学会 ; 2014
3. Mertes PM, Alla F, Tréchet P, et al. Anaphylaxis during anesthesia in France: an 8-year national survey. J Allergy Clin Immunol. 2011 Aug;128(2):366-73.
4. アナフィラキシーに対する対応 プラクティカルガイド 日本麻酔科学会 ; 2021
5. Takazawa T, Miyasaka K. 日本でのスガマデクス使用とスガマデクスによるアナフィラキシー発生の現状. APSF Newsletter 2018;33:1,11-12.
6. Reddy JI, Cooke PJ, van Schalkwyk JM, et al. Anaphylaxis is more common with rocuronium and succinylcholine than with atracurium. Anesthesiology. 2015 Jan;122(1):39-45.
7. Miyazaki Y, Sunaga H, Kida K, et al. Incidence of Anaphylaxis Associated With Sugammadex. Anesth Analg. 2018 May;126(5):1505-1508.
8. Bridion® Prescribing Information

第7章 m-ECT 後のリカバリー

【ポイント】

- ① 患者 1 名に対して 1 名以上の看護師が精神・身体症状の観察を行う。
- ② 酸素投与、点滴管理、吸引、バイタルサインの測定を行う。
- ③ 緊急時の連絡体制を事前に決めておく。
- ④ ロクロニウム・スガマデクス使用時には再クラーレ化のリスクがあり、術後 1～2 時間の看視が必要である。
- ⑤ m-ECT 治療室からの移送中や病棟に戻ってからもスガマデクス投与によるアナフィラキシーの発症が起こりうるため、呼吸や皮膚の状態に注意して看視しなければならない。

m-ECT 後は治療室に併設のリカバリー室があればそこで経過観察するのが望ましいが、リカバリー室がない施設では、病棟で術後の観察を行う。その際には看護師の目の届く範囲にある（看護ステーション近く）の監視可能な病室で経過をみるのが望ましい。看護師は ECT 施行後の回復期の精神・身体症状の観察をしなければならない。患者 1 名に対して 1 名以上の看護師が担当する必要がある¹⁾。治療室からリカバリー室・病棟への移動の際も、精神症状や身体状態に注意が必要である。

移室後は酸素投与、点滴の管理、咽頭分泌物の吸引、バイタルサインの測定を行い、予測される有害事象に注意しながら観察を行う。必要時にはベッドサイドモニターの装着も検討する。有害事象が出現した際には医師に報告し、指示を受ける。

筋弛緩薬としてロクロニウムを使用した場合には、再クラーレ化によって筋弛緩作用が再び出現し、呼吸停止となることもありうる。ロクロニウムの効果は通常 30 分と言われており、ロクロニウム・スガマデクスを使用した場合には最低でも術後 1～2 時間の看視が必要と考えられる。また、スガマデクス投与による遅発性のアナフィラキシーの発症も起こりうるため、皮膚の観察や SpO₂・脈拍・血圧などの測定も継続する必要があり、SpO₂ モニターの装着も検討する。アナフィラキシーの発症は治療室から移動の際にも起こりうるため、治療室からの移送中にも呼吸や皮膚の状態に注意しなければならない²⁾。

(参考)

回復の看視を行う場所の設備

- ・ パルスオキシメーター・血圧計・酸素配管かボンベ・吸引装置がある。
- ・ 緊急時に使用する薬剤・器具がすぐに使用できるように設置しておく。
- ・ 緊急時の連絡体制を事前に決めておく。

看視時の項目

- 意識レベル・血圧・脈拍・SpO₂・呼吸数・体温・その他（悪心、皮膚の状態など）

参考文献

1. A. Simon C, Walker C, Bowley J, et al. Anaesthesia for ECT. In: Waite J, Eeaston A, eds. The ECT Handbook. 3rd ed. London: RCPsych Publications, 2013: 14-27.
2. 日本麻酔科学会気道管理ガイドライン 2014 より安全な麻酔導入のために 日本麻酔科学会 ; 2014

補足：さらに詳細な麻酔管理について知りたい方へ

日本麻酔科学会のホームページから、以下の内容がフリーでダウンロードできます。

- アナフィラキシーに対する対応プラクティカルガイド
- 術前絶飲食ガイドライン
- 麻酔器の始業点検 麻酔科学会
- 気道管理ガイドライン 2014

https://anesth.or.jp/users/person/guide_line

- 安全な麻酔のためのモニター指針

<https://anesth.or.jp/users/news/detail/5cd28440-a060-4b77-a82a-6cfc1b002544>

- 医薬品ガイドライン VI. 筋弛緩薬・拮抗薬

https://anesth.or.jp/users/person/guide_line/medicine