

テクニカルレポート

麻酔器と悪性 高熱症

悪性高熱症(MH)は、強力な揮発性麻酔ガスとサクシニルコリン(スキサメトニウム)によって引き起こされる稀な薬理遺伝学的疾患です。この疾患は1型リアノジン受容体によって筋小胞体から筋質にカルシウムが制御不能に放出され、全身骨格筋の持続的な収縮を引き起こします。¹ 興奮収縮連関とカルシウムの再取り込みのプロセスにより、酸素とエネルギー(ATP)の消費が大幅に増加します。^{1,2} この代謝亢進状態により、高カリウム血症、横紋筋融解症、高体温を伴う代謝性および呼吸性の混合性アシドーシスが発生します。

MH感受性患者の術前スクリーニングには、強力な吸入麻酔薬への曝露による有害事象のリスクがある患者を特定するための大規模な取り組みが必要になります。唯一の治療法はダントロレンナトリウムであり、ダントロレンによる予防は推奨されていません。多くの患者は自身の病状に気付いておらずMHクライシスを経験する前に複数回の麻酔を受ける可能性があります。³ MHの臨床症状を経験した患者は、推定診断をさらに確認するために検査センターに紹介されるか、検査なしでMH感受性と分類されます。セントラルコア病やキング・デンボロー症候群などの特定の遺伝性疾患は、悪性高熱症に関連することが広く認識されています。ミオパチー、チャンネル病、熱中症に関連するその他の病状は、MH感受性と決定的に関連しているかどうかはまだ証明されていません。

早期に診断され、ダントロレンナトリウム³で適切に治療されなければ、罹患率と死亡率が高くなる可能性があります。初期治療では、原因物質の即時中止と、高流量の酸素フレッシュガスによる換気が必要です。この処置により患者から麻酔ガスを除去しやすくなり、呼吸器系内のガス濃度を薄めることができます。CO₂吸収剤とカニスタ、および患者呼吸回路を交換すると、麻酔ガス濃度の低下が早まる可能性があります。さらに、治療ではこの疾患に関連する多くの生理学的異常を矯正することに重点を置く必要があります。最終的に、MHクライシスに対する唯一の効果的な治療法は、ダントロレンナトリウムの静脈内投与です。

MH感受性状態であることがわかっている患者は、5 ppm を超える濃度の強力な吸入揮発性麻酔ガス濃度に曝露されるべきではありません⁴。麻酔器の準備に関する以前の推奨事項には、呼吸バッグで換気しながら、10L/分の高流量酸素で20分間システムをフラッシュすることが含まれていました。さまざまなシステムからの麻酔ガスのウォッシュアウトに関する最近の発表された記事のレビューでは、方法と時間に顕著な違いが示されました⁵。ただし、共通の知見は、高流量のフレッシュガスを維持し、使い捨ての患者回路を交換する必要があることでした。Aisys^{*}、Avance^{*}、Aespire^{*}、Aestiva^{*}、およびCarestations^{*}は、GE Healthcareが製造する麻酔システムです。これらの麻酔システムからの揮発性麻酔ガスのウォッシュアウトについては、これまで研究も発表もされていませんでした。そのため、MH感受性患者に最適な麻酔システムを準備する方法を明らかにするため、類似のモデルを除いて各麻酔システムについて研究が行われました⁶。以下の情報は、これらすべての研究の集大成です。



悪性高熱症の急性発作

Tae W. Kim 博士の研究に基づき、悪性高熱症の急性発作に対する推奨事項は次のとおりです。

1. 悪性高熱症の治療に関する施設のプロトコルを有効化します。
2. ハロゲン化揮発性麻酔剤を全て中止します。
3. 可能であれば、気化器を麻酔システムから取り外し、不注意な使用を防ぎます。
4. 可能であれば、酸素流量を 15 L/分に増加します。薬剤が患者に投与された後も、麻酔システム内での薬剤の最大の供給源は患者であることに留意してください。患者の分時換気量を上回る最大のフレッシュガス流量を維持すると、非再呼吸システムが効果的に形成され、呼気の麻酔剤が再呼吸されることはありません。
5. 可能であれば、患者呼吸回路を新しいものに交換します。
6. 可能であれば、二酸化炭素吸収剤を新しいものに交換します。

以下は、GE Healthcare 麻酔器が使用される部位別の悪性高熱症臨床ガイドの開発に使用できるガイドラインです。

悪性高熱症に対する感受性が判明している患者に対する麻酔システムの準備に関するガイドライン

MH 感受性患者に対する揮発性麻酔ガスへの曝露の最大安全レベルに関する現在の認識は、 ≤ 5 ppm です。Aisys*, Avance*, Aespire*, Aestiva* 麻酔システムに関する研究結果に基づき、Tae W. Kim 博士と GE Healthcare は、MH 感受性患者向けに GE Healthcare 麻酔システムを準備するための次の手順を推奨しています。:

1. 誤って使用されるのを防ぐため、麻酔システムからすべての気化器を取り外してください。
2. 新しい患者呼吸回路を麻酔呼吸システムに取り付け、新しい呼吸バッグを患者用 Y ピースに接続します。
3. 酸素または空気のいずれかを使用して、機械換気(一回換気量 700 ml、I:E 比 1:2、RR 12、PEEP オフ、フレッシュガス流量 15 L/分)にて、使用する麻酔システムを最低限必要な時間フラッシュします(表 1 を参照)麻酔システムの準備に必要な時間は、システムからウォッシュアウトされる最も遅いガスに基づく必要があることに注意してください。GE HealthCare が実施した調査では、デスフルランが最も遅いガスであり、イソフルラン、セボフルランの順に遅いことが分かっています。(出版のために提出された原稿)
4. Bag/Vent スイッチを Vent 位置に設定し、患者呼吸回路を取り外します。ベローズが完全に潰れるまで待ちます。新しい患者呼吸回路と新しいアブゾーバカニスタ(吸収剤)に交換します。使用前チェックを実行します。
5. 麻酔開始時に呼吸回路を患者に接続する前に、O₂ フラッシュを 10 秒間作動させます。可能な場合は常に、フレッシュガスの総流量を 15 L/分 に設定します。患者の分時換気量を上回るフレッシュガス流量を維持すると、機能的に非再呼吸システムが構築され、フレッシュガス流量が低い場合の残留ガスのリバウンドが最小限に抑えられます。

表1:最小限のウォッシュアウト時間 (分)

麻酔システム	デスフルランに晒された場合	デスフルラン以外に晒された場合
Aisys*	35 分	30 分
Avance* or Aespire*	30 分	25 分
Aestiva*	40 分	35 分

悪性高熱症の詳細については、MHAUS の Web サイト (www.mhaus.org) をご覧ください。

1. Rosenberg H, Brandom BW, Sambuughin N: Malignant Hyperthermia And Other Inherited Disorders, Clinical Anesthesia, 6th edition. Edited by Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, Cahalan MK, Stock MC. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins Publishers, 2009, pp 598-621
2. Nelson TE. Heat production during anesthetic-induced malignant hyperthermia. Biosci Rep. 2001;21:169-179
3. Larach MG, Gronert GA, Allen GC, Brandom BW, Lehman EB: Clinical presentation, treatment, and complications of malignant hyperthermia in North America from 1987 to 2006. Anesth Analg 2010;110:498-507
4. Maccani RM, Wedel DJ, Kor TM, Joyner MJ, Johnson ME, Hall BA: The effect of trace halothane exposure on triggering malignant hyperthermia in susceptible swine. Anesth Analg 1996;82:S287
5. Kim TW, Nemergut ME. Preparation of modern anesthesia workstations for malignant hyperthermia-susceptible patients: a review of past and present practice. Anesthesiology 2011; 114:205-212
6. GE Healthcare non-clinical internal lab test report number DOC1012097 April 2011.

販売名: エイス
販売名: アバンス CS2
販売名: エスティバ / 5 MRI
販売名: エスパイア
販売名: エスパイア 7900
販売名: エスパイア View

薬事承認番号: 21900BZX00741000
薬事承認番号: 22500BZX00349000
薬事承認番号: 21300BZY00676000
薬事承認番号: 21500BZY00187000
薬事承認番号: 22000BZX00790000
薬事承認番号: 22200BZX00912000

テクニカルレポートに記載されている資料は、特定の麻酔システムのユーザーリファレンスマニュアルに代わるものではありません。また、文献に基づく記載で、仕様値として保証するものではありません。適切な操作については、麻酔システムに付属の公式文書(ラベル)を常に参照してください。

* Aisys、Avance、Aespire、および Aestiva は、GE HealthCare の商標です。GE は、商標ライセンスに基づいて使用される General Electric Company の商標です。