

小児鎮静MRI検査時の医療安全推進のための 取り組み—診療放射線技師としての役割—

Efforts to promote patient safety in pediatric MRI examination under sedation -The role of radiological technologists-

犀藤 友美¹⁾, 長濱 航永¹⁾, 棚橋 陽介¹⁾, 村 美和¹⁾, 倉橋 瀬那¹⁾, 岡田 脩平¹⁾,
伊藤 貞則¹⁾, 寺下 新太郎²⁾

1) 富山大学附属病院 放射線部
2) (医師) 富山大学医学部 小児科学教室

Key words: MRI, pediatric, sedation, patient safety, interprofessional collaboration

【Abstract】

Children hard to restrain their body movements need sedation during MRI examination. Using “Recommendations on pediatric sedation for MRI examinations”, we evaluated and reviewed the present circumstance in our hospital. As a result, it was revealed that medical equipment and the emergency medical system in the MRI examination room were inadequate. It is necessary for radiological technologists to take the responsibility for ensuring medical equipment for providing safe examinations, for managing the emergency response system during MRI examinations. The emergency medical simulation-based learning with interprofessional collaboration will lead to a consensus for improving patient safety under sedation, it is desirable that this will be continued.

【要旨】

MRI検査中に不動状態を維持できない小児に対しては薬剤鎮静が必要になるが、当院では検査時のルールが明確化されていなかった。MRI検査時の鎮静に関する共同提言を基に、現状の評価・見直しを行った結果、MRI検査室の設備や物品、緊急時体制が不十分であることが分かった。診療放射線技師は、安全な検査提供のための必要設備・物品を確保すること、そして緊急時を含むMRI検査中の安全管理について責任を持つ必要がある。多職種合同で患者急変を想定したシミュレーション教育を行うことは、多職種連携による鎮静医療安全改善コンセンサス作成につながり、さらなる医療安全推進のために今後も継続していくことが望まれる。

1. 緒 言

1980年代後半にMagnetic Resonance Imaging (MRI) 検査は急速に発展し、現在ではComputed Tomography (CT) 検査・MRI検査が画像診断の大部分を担っている。MRI検査は、CT検査と比較して放射線被ばくがなく、コントラスト分解能に優れるため小児患者にも広く施行されている。しかしながら、小児患者はMRI検査中の長時間の安静を維持できず、鎮静処置が必要となる場合が多い。2010年に日本小児科学会医療安全委員会により施行された「MRI検査を行う小児患者の鎮静管理に関する実態調査」では、147/416 (35%) の施設で過去に鎮静の合併症を経験しており、心停止や呼吸停止などの重篤な合併症もあることが明らかになった¹⁾。このような背景から、

2013年5月に日本小児科学会・日本小児麻酔学会・日本小児放射線学会から「MRI検査時の鎮静に関する共同提言」(以下、共同提言)が公表され、小児患者のMRI検査のための鎮静をより安全にするための基準が示された。その後、2020年2月に改訂版が公表され、検査中の患者監視、緊急時のバックアップ体制といったMRI検査中の安全管理がより重要視された。また新規項目として薬に頼らない鎮静が提示された²⁾。

当院は、病床数612床のうち小児病棟28床を有する小児中核病院であり、小児神経疾患、小児悪性腫瘍・血液疾患、小児循環器疾患、未熟児・新生児などに広く対応している。年間の10歳以下の小児のMRI検査数は約300件、うち鎮静処置を要するものは約200件である。患者は外来患者の場合もあれば、Neonatal Intensive Care Unit (NICU) 入院中の新生児の場合もあり、鎮静方法も経口投与後に来室することもある。検査室入室後に静脈内投与する場合もあり患者ごとに異なる。MRI検査時の小児鎮静は、特殊な環境下での鎮静処置であることからさまざまなリスクが想定される³⁾ (Table 1)。このことから、安全な検査を提供するために、MRI検査に関わる医療従事者には知識の取得が必要と考えられる。また検査手順や患者急変時対応について多職種間で明確化し、共有することが求

SAITO Tomomi¹⁾, NAGAHAMA Koei¹⁾,
TANAHASHI Yosuke¹⁾, MURA Miwa¹⁾,
KURAHASHI Sena¹⁾, OKADA Shuhei¹⁾,
ITO Sadanori¹⁾, TERASHITA Shintaro²⁾

1) Department of Radiology, Toyama University Hospital

2) Department of Pediatrics, Toyama University School of Medicine

Received September 25, 2022; accepted November 1, 2023

Table 1 Special environment for MRI examination

1. Do not bring normal medical equipment into the MRI room due to the strong magnetic field.
2. The gantry structure of the MRI machine makes it difficult to monitor the patient.
3. The gantry structure of the MRI machine makes it difficult to airway access.
4. It is difficult to monitor the patient because the MRI room is dim.
5. Deep sedation is required due to long time of immobility and noise during the MRI examination.
6. It is necessary that the doctor be bound by the MRI examination for a long time.
7. Lack of pediatric-savvy staff during the MRI examination.

Table 2 Simulation scenario

	Case1	Case2
Patient	7-year-old boy	3-year-old boy
Region	Brain	Brain
Purpose	Epilepsy	Brain tumor
Sedative type	thiopental sodium intravenous administration	thiopental sodium intravenous administration
Situation	SpO2 decreased during positioning, and respiratory arrest	SpO2 decreased 1 minute after the examination started, and respiratory arrest

められる。しかしながら、当院ではMRI室担当の診療放射線技師（以下、技師）・看護師は他部門も担当するローテーターであり、小児鎮静に関する知識不足・経験不足は否めず、不安を抱えているスタッフが多かった。小児鎮静MRI検査は予約時間枠を限定する特殊検査枠として扱ってはいるが、鎮静は日替わりで当日の小児科外来処置当番医が担当することから、実際の検査手順はその時の担当者の裁量に任せられている傾向が強かった。

今回われわれは、より安全な小児鎮静MRI検査を提供できるように、共同提言に基づき現行体制の評価・見直しを行った。さらに小児鎮静MRI検査に関わる多職種間での安全管理意識の統一・向上のために合同研修会を行った。これらの取り組みについて報告する。

2. 方法

2-1. 共同提言に基づいた現行体制の評価および見直し

小児鎮静MRI検査施行時の当院の現行体制が、共同提言の推奨項目をどの程度達成できているのかを評価した。評価は共同提言に付帯されている評価シート²⁾を用い、検査依頼医、鎮静担当医、患者監視に専念する人が対象の項目は小児科医師、当該施設の項目は小児科医師と技師が行った。推奨度は(A)必ずしなければならない、(B)強く推奨する、(C)望ましい——という3段階に分けられている。評価シートで未達成と判定された項目を小児科医師と技師間で共有し、現行

体制の見直しを行った。

2-2. 研修会

技師・看護師を対象として、小児科医師による小児鎮静に関する講義を行った。技師・看護師から小児鎮静MRI検査に携わる上での不安・疑問などの意見を集約し、講義はそれらに沿った内容を依頼した。

同日に、小児鎮静MRI検査中の患者急変を想定したシミュレーション（以下、シミュレーション）を行った。検査中に患者が急変した場合に、職種ごとに役割分担し、連携しながら患者対応できることを目標とした。参加者全員がロールプレイできるように全体を2グループに分け、さらにグループ内を前半と後半に分けて、Case1とCase2のそれぞれのシナリオでシミュレーションを行った（Table 2）。ファシリテーター役の小児科医師を2人ずつ配置し、多職種が均等になるようにグループ分けを行い、グループ内で誰がどの役割を担当するかを決定した。患者急変時対応表を参照し、自分の役割を確認しながら実際にシミュレーションを行った。シナリオを終えるごとにグループ内でデブリーフィングを行った。研修会終了後にアンケート調査を実施し、シミュレーション前後での小児鎮静MRI検査に対する不安感を5段階（とても不安、少し不安、まあまあ、あまり不安がない、全く不安がない）で評価した。また研修会に対する感想や意見を記載するための自由記載欄も設けた。アンケート回答に伴うインフォームドコンセントは文書に記載し、アンケー

トの提出により本研究への同意を得るものとした。

3. 結 果

3-1. 共同提言に基づいた現行体制の評価および見直し

評価の結果、共同提言の推奨項目のうち、推奨度 (A) の達成数は 40/45 項目、推奨度 (B) の達成数は 9/10 項目、推奨度 (C) の達成数は 5/7 項目であった。

見直しの結果、さらに推奨度 (A) の以下の 3 項目を改善し達成することができた。1) 「鎮静中の監視内容を記録用紙に記載する」：小児科で運用していた既存の記録用紙を鎮静 MRI 検査用に改訂することで達成した。2) 「緊急時に対応する人員を事前に配置して緊急時体制を共有する」：シミュレーションを行い、多職種間で共有した。3) 「緊急時に使用する物品をどこに設置するかなどの手順を作成する」：シミュレーションを行い、マニュアル化した。

シミュレーションを行うに当たり、患者急変時対応表を小児鎮静時用に見直した。既存の対応表では、急変を確認した検査担当技師は呼び出しブザーを鳴らして応援を呼び、集合した看護師・放射線科医師と共に患者を処置室に移動させて、救急カートを使用し緊急処置を行う。応援技師は院内緊急放送であるコードブルー要請や、主治医への連絡、救急医の誘導などを行う担当となっている。見直し変更点としては、[1] 小

児科医師が検査開始時から立ち会い、患者の様子を監視しているため、急変確認は小児科医師と検査担当技師が同時であること、[2] 救急カートではなく、小児科医師が持参する小児用の救急ボックスを使用すること、[3] 第一選択としてコードブルーではなく、小児科応援医に応援要請をすることである (Fig.1)。

未達成または今後達成する予定の推奨度 (A) の項目は以下の 2 項目であった。1) 「人材が手薄な時間帯(夜間や休日)のバックアップ体制を事前に定める」、2) 「MRI装置の更新時には2方向以上のモニターカメラとMRI対応のカプノメーターを含む多機能モニターを設置する」。未達成または近く改善できる予定がない項目は、推奨度 (B) 「MRI対応のカプノメーターを準備する」、推奨度 (C) 項目の「MRI対応の自動血圧計や心電図モニターを必要な患者に準備する」「MRI検査室から移動が容易で、検査室の近くにある場所に覚醒までの監視場所を設置する」であった。

評価時点で未達成と判断された推奨度 (A) 「人材が手薄な時間帯(夜間や休日)のバックアップ体制を事前に定める」に関しては、その後、小児コードブルーの運用が始まり、救急科医師は小児用の対応セットを持参し集合することとなったため、この項目は達成できた。

よって最終的な達成数は、推奨度 (A) が 4 項目改善されて 44/45 項目、推奨度 (B) は 9/10 項目、推奨度

検査担当技師	MRI室担当看護師	処置室担当看護師	小児科医師	応援技師
急変確認			急変確認	
急変報告、ブザーにて 応援要請 コイルを外す	応援要請を受け集合	急変把握	患者診察	ブザーを消し、看護師に 応援要請
MRI用ストレッチャーへの 移乗用意	医師の補佐	処置室の準備 待機患者の移動	必要に応じて小児科応援を 依頼	MRI用ストレッチャーを 検査室内に入れる
処置室に患者を搬送 検査室を閉じる	処置室に患者を搬送	処置室に患者を搬送	処置室に患者を搬送	小児科医師の要請があれば 小児科応援医師に連絡 必要に応じて救急外来に 応援要請
外来患者基本ファイル用意	救急ボックス準備	患者監視モニタ準備	緊急処置	小児科応援医師、救急医の 誘導 他患者の誘導
バイタル測定、記録(内容を時系列に沿って) 酸素、吸引準備(AEDはCT室)				
状況の伝達	医師のサポート		小児科応援医師、救急医に 患者状況の伝達	
処置室から退室				
急変発生時の記録 (放射線部門システム)	急変発生時の記録 (電子カルテ)		急変発生時の記録 (電子カルテ)	

Fig.1 Chart for emergency during pediatric MRI examination under sedation

Bold text changed for pediatric sedation.

推奨度	項目数	内容
	達成 40	
A	見直し 4	1) 鎮静中の監視内容を記録用紙に記載する 2) 緊急時に対応する人員を事前に配置して緊急時体制を共有する 3) 緊急時に使用する物品をどこに設置するかなどの手順を作成する 4) 人材が手薄な時間帯（夜間や休日）のバックアップ体制を事前に定める
	未達成 1	1) MRI装置の更新時には2方向以上のモニターカメラとMRI対応のカプノメーターを含む多機能モニターを設置する
	達成 9	
B	見直し -	
	未達成 1	1) MRI対応のカプノメーターを準備する
	達成 5	
C	見直し -	
	未達成 2	1) MRI対応の自動血圧計や心電図モニターを必要な患者に準備する 2) MRI検査室から移動が容易で、検査室の近くにある場所に覚醒までの監視場所を設置する

Fig.2 Results of evaluation and review for the present circumstance in our hospital

(C)は5/7項目であった (Fig.2).

3-2. 研修会

参加者は小児科医師8人（小児科後期研修医を含む）、技師9人、放射線部所属の看護師12人であった。技師・看護師は、日勤帯もしくは夜勤帯にMRI検査を担当しているが、夜勤帯に小児鎮静MRI検査を施行することは極めて少ないため、小児鎮静MRI検査の未経験者も含まれる。小児科医師のうち4人は、研修を進行するファシリテーターとして参加した。

鎮静用薬剤の種類や手順についての内容、実際の事故症例を含めた鎮静に伴う合併症に関する内容の講義を実施し、小児鎮静の知識の取得・共有化を行った。

シミュレーション教育では、小児科応援医への緊急連絡先を各検査室掲示へと変更し、緊急時連絡体制を共有した。鎮静検査時に小

児科医師が持参する救急ボックスの配置場所を、操作室中央の救急カートの上に決定した（推奨度(A)の2項目が達成できた）。実際の検査室を使用することで各自が具体的なイメージを持って役割を演じ、声掛けをしながらシミュレーションに臨むことができ、デブリーフィングでは職種問わず自由に感想や意見を発言することができていた。小児科医師からは、検査室内の薄暗さやボア内の狭さを再認識した上で、鎮静中の小児の低換気状態を早く見いだすための胸郭の動きの

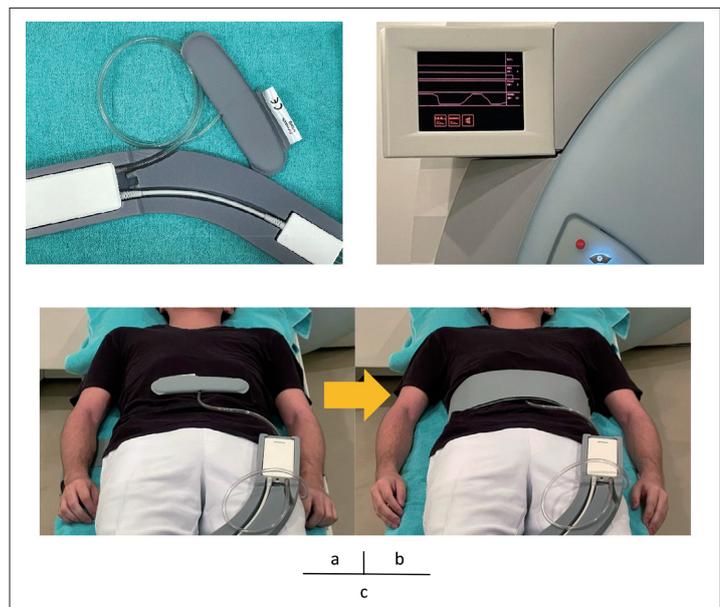


Fig.3 Usage example of the respiration cushion

- a) Respiration cushion.
- b) The respiratory pattern is displayed on a monitor in the MRI room.
- c) Place the respiration cushion in a place with large respiratory movements, and wrap it with a belt.

監視（目視）は、この環境下では容易ではないとの意見が挙げられた。検査室内に監視のための2方向のモニターカメラは設置してあるものの、カプノメーターは保有していない現状であったため、改善策として、呼吸状態が不安定な患者や、用いるコイルの位置などの状況に応じて、パルスオキシメーターとMRI装置付属の呼吸同期用のレスピレーションクッションを併用することとした (Fig.3)。看護師からは、急変時の患者搬送の動線確保や、処置スペースの準備、保護者へ

の対応の必要性についての意見が挙げられた。

アンケート調査では、シミュレーション実施前にはとても不安、少し不安との回答が全体の70%を占めていたが、実施後には30%に低下した。自由記載欄では、「シミュレーションを行って、前よりも急変時のイメージがつくようになった」「不安だった部分が確認できてよかった」「研修会を定期開催してほしい」などの感想や意見が挙げられた。

4. 考 察

共同提言は大きく3段階に分けられており、1) 管理体制構築：I章「説明と同意」・III章「緊急時のためのバックアップ体制」、2) 事前準備：II章「患者の評価」・IV章「鎮静前の経口摂取の制限」、3) 異常の早期発見・対応：V章「患者の監視」・VI章「検査終了後のケアと覚醒の確認」となっている⁴⁾。検査前・検査後の項目は小児科外来や入院病棟で実施する内容となっており、技師がそこへ立ち会うことは難しく、必然的に小児科医師・看護師のタスクとなる。われわれ技師が、小児鎮静MRI検査に多職種と連携してチームとして関わるのは検査中の患者監視、異常発生時の緊急対応のみということになる。検査中の安全管理は改訂版でより重要視された項目でもあり、技師は検査中の患者の安全管理において、多忙な医師の業務を補助すべきと考える。すなわち医師は、患者が鎮静下にあることに対して安全責任があり、技師は患者がMRI検査室内で安全に検査を受けられることに対する責任があるといえる。

検査中は、パルスオキシメーターでの酸素化の監視、目視（モニター目視を含む）での呼吸状態の監視とされているが、カプノメーターによる二酸化炭素ガス分圧の監視、2方向以上からのモニターカメラからの監視も強く推奨されている²⁾。今回はカプノメーター未保有のための代替策として、パルスオキシメーターとレスピレーションクッションの併用を決めたが、これは共同提言で代替案として推奨されている方法ではなく、あくまで当院内でのルールとして運用している。他施設に関しても、2010年の調査ではパルスオキシメーター74%、カプノメーター1%に対し¹⁾、2016年はそれぞれ84%と7%と微増しているが⁵⁾、依然として高価なカプノメーターの購入はハードルが高いことが示唆された。また2014年には、一般社団法人日本画像医療システム工業会規格「磁気共鳴画像診断装置施設の安全基準」が改正され、小児患者の撮像を行う

MRIの設備には、呼吸確認のための頭側・脚側2方向からのモニターカメラの設置が義務付けられた⁴⁾。安全基準の改正後の2016年の調査において、これを満たす施設は34%のみであった⁵⁾。義務付けられた設備を整えるための大掛かりな工事や予算を単発で病院側に要望することは現実的ではなく、直ちに全ての施設が対応できるわけではないことが分かる。現状、多くのMRI検査室は、鎮静を含む麻酔のことを考えた設計にはなっておらず、MRI装置自体の改善、配置・配管、モニタリングシステム、シーリング、調光など設計段階から安心して麻酔が施行できる環境にするべきで、“麻酔対応MRI”の概念の普及が望まれている⁶⁾。各施設においては、MRI装置の更新や病院再整備のタイミングでこれらを考慮することになると想定されるが、その必要性を病院側へ説くのは技師の役割であると考えられる。技師は患者がMRI検査室内で安全に検査を受けられることに対する責任があり、安全な検査提供のための必要設備・物品を確保できるように病院側に働き掛けるイニシアチブは技師が取るべきであろう。当院では5年以内にMRI棟の再整備が予定されており、未達成項目である「MRI対応のカプノメーターを含む多機能モニター」「MRI対応の自動血圧計や心電図モニター」「MRI棟内に覚醒までを監視できる場所」を全て実現したいと考えている。

一方で、緊急時に備えた人員・物品・薬剤の配置や整備、応援に駆け付けるバックアップチームに関しては、多職種間で明確なルール化や共有化がなされていなかった。多職種連携による鎮静医療安全改善コンセンサス作成のためには、off-the-job、臨床業務の緊張感がない場所で多職種が集合しトレーニングを行うことが有効とされており⁷⁾、多職種合同研修会を行うことで改善を図った。シミュレーション教育では、フィードバック・デブリーフィングが大切とされているが、多職種からの意見を聞くことで個人の気付きが深まるだけでなく、多職種間で共通の問題として認識しディスカッションすることで、医療安全向上につながる事ができる⁸⁾。技師の立場から言えば、急変時には患者を迅速にMRI検査室外へ移動させることが最も重要であるとの共通認識を持つことができたことが大きな成果であった。MRI検査室内には一般的な医療機器を持ち込むことができないため十分な緊急処置ができないこと、また急変時の焦りから誤って金属類を検査室内に持ち込んでしまうことによる二次的な事故を防ぐために、患者を速やかに検査室外（処置室）まで移動させなければならないため、多職種で役割分

担が必要となる。MRI検査室では常時強力な磁場が発生しており、磁性体金属類の持ち込みは禁忌であることは、安全管理を担う技師が多職種に対して強く発信していくべきである。小児鎮静と同様に、MRI検査の安全管理に関しても、多職種間での知識の取得・共有化が望まれる。

今回は院内トレーニングであったため、同じ職場で働く顔見知り同士で交わした意見や取り決めではあったが、他施設の情報を収集できる機会として、Sedation Essence in Children Under Restricted Environment (SECURE) コースがある。SECURE コースは、日本小児科学会医療安全委員会が主催している共同提言の実践型コースであり、さまざまな施設規模の医師・看護師・技師が参加し、座学やロールプレイだけではなく、各施設がどのように鎮静に対応しているかなどの具体策を聞くことができる。当院からの参加実績はないが、2022年までに計14回開催されている。今回、意見として挙げたカプノメーター未保有の場合の代替策、患者急変時の保護者への対応をどのようにしているか他施設の状況を実際に聞ける機会であり、参加を検討したいと考えている。

研修会後のアンケート調査結果から、さらなる鎮静医療安全推進、多職種連携による鎮静医療安全改善コンセンサス作成のために、研修会を継続していく必要性が示唆された。継続していく上で、今後は救急医や救急科看護師・麻酔科医などのさらなる多職種の参加も必要であると考えられる。今回は小児科医師が主導となり、講義、シミュレーションのシナリオ作り、ファシリテーター役を担っていたが、今後の展望として、SECURE コース参加経験のある医師・看護師・技師が中心となって、研修会を継続していくことが望まれる。実践型の学習により得た多職種間での共通の気付きを臨床現場へ還元することは容易であり、われわれ技師をはじめ、多職種に小児鎮静MRI検査のプロバイダーとしての役割が期待される⁷⁾。多職種がプロバイダー役を担うことで、多職種連携による鎮静医療安全改善コンセンサス作成がより容易になると考えられる。

5. 結 語

より安全な小児鎮静MRI検査を提供することを目的として、共同提言に基づき現行体制の評価・見直しを行った。多職種間で小児鎮静やMRI検査の安全管理について知識を共有すること、シミュレーション教育で連携体制を強化することは、多職種連携による鎮静

医療安全改善コンセンサス作成につながり、医療安全推進が期待できる。

本稿の要旨は、2021年3月7日に開催された第13回北陸3県診療放射線技師学術研修会で発表した。

利益相反

本研究に関して開示すべき利益相反事項はない。

表の説明

Table 1 MRI検査の特殊な環境

Table 2 シミュレーションのシナリオ

図の説明

Fig.1 小児鎮静MRI検査中における急変時対応表

太字部分を小児鎮静用に変更した。

Fig.2 現行体制の評価および見直し結果

Fig.3 レスピレーションクッションの使用例

a) レスピレーションクッション。

b) 検査室内のモニター画面に呼吸の波形が表示される。

c) 呼吸による動きの大きな場所に設置して、ベルトを巻く。

参考文献

- 1) 勝盛 宏, 他: MRI検査を行う小児患者の鎮静管理に関する実態調査. 日児誌, 117(7), 1167-1171, 2013.
- 2) 日本小児科学会・日本小児麻酔学会・日本小児放射線学会: MRI検査時の鎮静に関する共同提言. 日児誌, 124(4), 771-805, 2020.
- 3) 草川 功: 『MRI検査時の鎮静に関する共同提言』の現状と未来. 日小放誌, 33(2), 46-50, 2017.
- 4) 大嶽浩司: 麻酔科医から見た「MRI検査時の鎮静に関する共同提言」. 小児科診療, 83(12), 1701-1706, 2020.
- 5) 山中 岳, 他: 小児科専門医研修施設におけるMRI検査時鎮静の現状. 日児誌, 121(11), 1920-1929, 2017.
- 6) 糟谷周吾: 検査・処置における鎮静・鎮痛. 日小循誌, 30(6), 612-623, 2014.
- 7) 駒澤伸泰, 他: 院内鎮静トレーニングの意義—多職種連携推進におけるシミュレーション教育法の有用性—. 日臨麻会誌, 39(2), 216-221, 2019.
- 8) 駒澤伸泰, 他: 麻酔・救急領域における医療安全向上のためのシミュレーション教育の意義と課題. 日臨麻会誌, 34(2), 214-221, 2014.
- 9) 寺下新太郎, 他: MRI検査時の鎮静に関する共同提言を活用した医療安全推進のための取り組み. 日児誌, 125(11), 1591-1597, 2021.