

亜酸化窒素吸入鎮静法に関するプラクティカルガイド

2025 年 6 月 23 日発行

2025 年 6 月 26 日更新

一般社団法人 日本歯科麻酔学会 ガイドライン策定委員会
亜酸化窒素吸入鎮静法に関するステートメント策定作業部会

一般社団法人 日本歯科麻酔学会

宮脇 卓也 理事長 岡山大学 学術研究院医歯薬学総合研究域
歯科麻酔・特別支援歯学分野（歯科麻酔科部門）

一般社団法人 日本歯科麻酔学会

ガイドライン策定委員会

讃岐 拓郎 委員長 長崎大学 生命医科学域歯学系 歯科麻酔学分野

亜酸化窒素吸入鎮静法に関するステートメント策定作業部会

森本 佳成 部会長 神奈川歯科大学 全身管理歯科学講座

黒田 英孝 部員 神奈川歯科大学 麻酔科学講座

渋谷真希子 部員 北海道大学大学院歯学研究院 口腔病態学分野 歯科麻酔学教室

樋口 仁 部員 岡山大学病院 歯科麻酔科部門

横江千寿子 部員 大阪大学大学院歯学研究科 歯科麻酔学講座

星島 宏 部員 東北大学大学院歯学研究科 歯科学専攻
病態マネジメント歯学講座（歯科口腔麻酔学分野）

藤澤 俊明 オブザーバー 北海道大学名誉教授

序 文

近代西洋麻酔科学は米国の歯科医師 ホーレス・ウェルズ (Horace Wells, 1815 年 1 月 21 日～1848 年 1 月 24 日) が亜酸化窒素を臨床応用したことに始まります。それ以来、亜酸化窒素による鎮静は医科・歯科を問わず医療において世界中で広く行われています。亜酸化窒素による鎮静は歯科において亜酸化窒素吸入鎮静法と呼ばれ、歯科医師が行う鎮静として一般化しています。本法は鎮静薬の投与に静脈路を必要としないため簡便であるとされますが、安全に実施するには多くの留意すべき点があります。しかしながら、本法を安全に実施するための指針等はわが国だけでなく、諸外国でも公表されていませんでした。そこで日本歯科麻酔学会は、歯科麻酔臨床に精通していない一般の歯科医師が安全に亜酸化窒素吸入鎮静法を実施するというコンセプトのもと、本プラクティカルガイドを作成することにしました。

本プラクティカルガイドを作成していただきました森本佳成 部会長をはじめとした作業部会部員およびオブザーバーの先生方に深謝申し上げます。適切な亜酸化窒素吸入鎮静法が普及し、歯科医療に恐怖心やストレスを有する国民がそれらから解放され、安全性をも享受できることを願っています。

2025年5月

日本歯科麻酔学会ガイドライン策定委員会

委員長 讃岐拓郎

亜酸化窒素吸入鎮静法に関するプラクティカルガイド

目 次

作成の背景と目的

I．亜酸化窒素吸入鎮静法の鎮静レベル

II．亜酸化窒素吸入鎮静法の適応症と禁忌症

1. 適応症
2. 禁忌症
3. 亜酸化窒素吸入鎮静法が併用注意な状況
4. 亜酸化窒素吸入鎮静法が不適応な状況
5. その他

III 3．亜酸化窒素吸入鎮静法の副作用・併発症・偶発症（効果不十分を含む）

1. 患者における副作用・併発症・偶発症
2. 医療従事者における副作用・併発症・偶発症

IV 4．亜酸化窒素吸入鎮静法の方法の実際

1. 軽度鎮静（不安除去）の場合
 - 1) 術前評価
 - 2) 術前の絶飲食
 - 3) 亜酸化窒素吸入鎮静法の具体的な手順
 - 4) 術中のモニタ
 - 5) 鎮静施行者と術者の兼任の可否
 - 6) リカバリー環境
 - 7) 帰宅方法
 - 8) 吸入器やボンベなどの器具の取り扱い
2. 中等度鎮静（意識下鎮静）の場合
 - 1) 高濃度亜酸化窒素の使用について

V．亜酸化窒素吸入鎮静法のための教育・研修と安全管理

1. 亜酸化窒素吸入鎮静法を行うために必要な研修項目
2. 亜酸化窒素吸入鎮静法の施行時の安全管理

VI. 亜酸化窒素吸入鎮静法による環境および人体への影響

1. 診療室の環境と職業上暴露の防止
2. 亜酸化窒素の温室効果ガスとしての環境への影響

作成の背景と目的

亜酸化窒素吸入鎮静法は古くから歯科保健にも収載されており、一般歯科医師にとって最も身近な精神鎮静法として行われています。しかし本法の実践的かつ安全な活用法について詳しく手解きされたガイドライン等の資料は現在まで公表されていません。

本プラクティカルガイドは、主に歯科麻酔を専門としない一般の歯科医師に、亜酸化窒素吸入鎮静法を安全に行っていただくというコンセプトのもとに作成しています。同時に、一般の歯科医師が亜酸化窒素吸入鎮静法を行うことをためらうことのないように、実施方法と安全管理のバランスをとった記載となるように努めました。したがって、記載内容は全編を通し特に断りのないかぎり、主に「軽度鎮静（不安除去）」[亜酸化窒素濃度 20～40%（通常成人では 30%まで）]を行う場合の基本的な適応症や禁忌症、副作用と併発症、実施手順および安全管理に重きを置きました。一方、基本的な内容に加えて、歯科麻酔臨床に精通した歯科医師が行うアドバンスな内容として、高濃度での使用についてもIV章 2-1) に項を起し記載しました。本プラクティカルガイドが、歯科医師が亜酸化窒素吸入鎮静法を適切に行い、患者さんに安心・安全な歯科医療を提供する一助となることを切望してやみません。

なお、本プラクティカルガイドにおいては、日本歯科医学会が定めた用語を基本としたうえで、歯科麻酔臨床の現状に鑑み、以下のように用語を定義し使用しました。

- ・合併症(complication)：

ある病気が原因となって起こる別の病気

- ・併発症(complication, concurrent disease)：

手術や検査等がもとになって起こることがある症候あるいは事象

- ・偶発症(accidental symptom, procedural accident)：

手術や検査等の際、偶然に起こった症候あるいは事象で、因果関係がないか、不明なもの

I. 亜酸化窒素吸入鎮静法の鎮静レベル

American Society of Anesthesiologists (ASA) のガイドライン「Practice Guidelines for Sedation and Analgesia by Non-Anesthesiologists」¹⁾ (2002 年) では、麻酔レベルを 4 つのカテゴリーに分類している (表 1)。このうち、「軽度鎮静 (不安除去)」は、「薬物によっても患者が口頭指示に正常に反応する状態で、認知機能と協調性は低下する可能性があるが、換気と心血管機能は影響を受けない」と定義される。一方、「中等度鎮静/鎮痛 (意識下鎮静)」は、「薬物による意識低下で、患者は口頭指示単独または軽い触覚刺激を伴う口頭指示に意図的に反応する。気道を確保するための介入の必要はなく、自発呼吸は適正である。心血管機能は通常維持される」と定義される。ただし、これらの麻酔レベルには明確な境界はなく、スペクトラム (あいまいな境界をもちながらの連続) であるという考えが受け入れられており、「軽度鎮静 (不安除去)」と「中等度鎮静/鎮痛 (意識下鎮静)」、「中等度鎮静/鎮痛 (意識下鎮静)」と「深鎮静/鎮痛」、「深鎮静/鎮痛」と「全身麻酔」との境界を明確に分けることはきわめて困難である。

ASA の鎮静に関する 2 つのガイドライン^{1,2)} では、「50%未満の亜酸化窒素単独で行う鎮静は軽度鎮静 (不安除去) に分類される」と示されている。国内の教科書では、成人に対する歯科診療における亜酸化窒素吸入鎮静法は 20~30%の濃度で至適鎮静が得られると述べられていることから、亜酸化窒素吸入鎮静法の麻酔レベルは「軽度鎮静 (不安除去)」が中心で、ときに「中等度鎮静 (意識下鎮静)」に移行する場合があると考えるのが妥当である。また、医科領域では 50~70%の亜酸化窒素吸入を行う報告³⁾ もみられるが、小児の採血や末梢静脈路確保、尿道カテーテルの留置、脊髄腔穿刺 (腰椎穿刺)、体表面の小処置などが対象で、鎮静と疼痛制御を目的にしたものである。歯科診療では疼痛制御は局所麻酔で行うことが一般的であることから、歯科診療における亜酸化窒素吸入鎮静法は「軽度鎮静 (不安除去)」が中心であると考えられる。

* 本邦における「意識下鎮静」と海外文献における「conscious sedation」の違いについて

言語的には、意識下鎮静と conscious sedation は同義語ではあるが、本邦で用いる「意識下鎮静」の概念と ASA による麻酔レベル分類で用いる「conscious sedation」の概念は鎮静レベルの幅的に若干異なる。すなわち、本邦における精神鎮静法の至適鎮静の程度は「意識下鎮静」の範囲であり、「歯科診療における静脈内鎮静法ガイドライン—改訂第 2 版(2017)」⁴⁾ では、「意識下鎮静法は、ADA (American Dental Association)⁵⁾ および ASA (American Society of Anesthesiologists) のガイドライン^{1,2)} における「軽度鎮静 (不安除去) minimal sedation (anxiolysis)」と「中等度鎮静/鎮痛 (意識下鎮静) moderate sedation/analgesia (conscious sedation)」に相当する」と定義されている。

* 亜酸化窒素吸入鎮静法における「至適鎮静」と「軽度鎮静（不安除去）」・「中等度鎮静（意識下鎮静）」との関係性について

亜酸化窒素吸入鎮静法における至適鎮静は、リラックスした表情（ボーッと遠くを見るような眼差し）、瞬きの減少がみられ、患者が気分がよいと感じた状態と定義されている⁶⁾。至適鎮静に至る濃度は個人差が大きいため、低濃度から吸入を始める。過度の鎮静状態の兆候がみられたら、すみやかに亜酸化窒素吸入濃度を下げる⁶⁾。亜酸化窒素吸入鎮静法で至適鎮静が得られる濃度は個人差が大きいが、成人で20～30%、小児・障害児で20～40%と考えられる。これらの濃度はともに「軽度鎮静（不安除去）」の範疇であることから、亜酸化窒素吸入鎮静法における「至適鎮静」が得られる濃度は主にADAやASAのガイドラインにおける「軽度鎮静（不安除去）」の範疇の中で、それぞれの患者がリラックスできる状態が得られる濃度であると考えてよい。

「中等度鎮静（意識下鎮静）」は意識消失をきたさない程度の鎮静レベルが保たれた精神鎮静法で、精神的に安静で常に開眼していて呼びかけに対して応答する、あるいは閉眼していても呼びかけや身体への軽い刺激に対して開眼し、かつ応答する状態を維持するレベルである⁴⁾。これは「軽度鎮静（不安除去）」よりもやや深いレベルの鎮静であり、亜酸化窒素ではおよそ50%以上の吸入を要するが、この場合は必ずしも至適鎮静に示されるリラックスした状態を指標にした鎮静にはならない。このことから、亜酸化窒素吸入鎮静法における「至適鎮静」は、主に「軽度鎮静（不安除去）」の範疇の中での状態であるといえる。

なお、本プラクティカルガイドでは、参考にした文献は海外のものが大多数であることと、軽度鎮静（不安除去）と中等度鎮静（意識下鎮静）では対応に若干の相違があることから、本文中の記載はASAおよびADAのカテゴリーに従った。

表1 American Society of Anesthesiologists (ASA) による麻酔レベルの分類

	Minimal Sedation (Anxiolysis) 軽度鎮静 (不安除去)	Moderate Sedation /Analgesia (Conscious Sedation) 中等度鎮静/鎮痛 (意識下鎮静)	Deep Sedation /Analgesia 深鎮静/鎮痛	General Anesthesia 全身麻酔
反応性	呼びかけに対して正常に反応する	問いかけあるいは触覚刺激に対して意図的に反応する	繰り返しあるいは痛みを伴う刺激に対して意図的に反応する	痛み刺激に対しても覚醒しない
気道	影響なし	介入の必要性はなし	介入が必要な場合がある	介入がしばしば必要
自発呼吸	影響なし	適切	不十分である可能性がある	しばしば不十分
心血管機能	影響なし	通常維持される	通常維持される	抑制される可能性がある

痛みを伴う刺激からの「ひっこめ反射」は、意図的な反応ではない。

(文献1より改変)

Ⅱ. 亜酸化窒素吸入鎮静法の適応症と禁忌症

1. 適応症

1) 歯科治療に不安や恐怖を有する成人・小児患者（歯科治療恐怖症）⁶⁻¹³⁾

成人の歯科治療恐怖症患者は良い適応である。軽度の歯科治療恐怖症であれば、初回の治療から併用が可能である。局所麻酔を必要としない治療の際から亜酸化窒素吸入鎮静法を併用することが勧められる。

歯科治療に対して漫然とした不安や恐怖感を抱いている小児は、歯科治療を進めるのが困難な場合がある。そのような小児への亜酸化窒素吸入鎮静法は年齢が高くなるにつれて効果が高くなる。小児はおおむね3～4歳以上が適応であり、特に4歳以上で有効である。鼻マスク（鼻呼吸）に協力的である必要がある^{8,11)}。

2) 全身疾患を有し、侵襲に対する予備能の少ない患者⁶⁻⁸⁾

高血圧症：「高血圧治療ガイドライン 2019」Ⅱ度高血圧症患者への亜酸化窒素吸入鎮静法の適用は、不安、恐怖感、痛みを緩和し、血圧上昇を抑制する。

冠動脈疾患、心不全：NYHA 分類Ⅱ度およびⅢ度の患者では、心拍数の増加による狭心症や心不全を起こす可能性があるので、亜酸化窒素吸入鎮静法の適応である。

脳血管疾患：慢性期に移行した脳出血、脳梗塞、クモ膜下出血などの脳血管疾患では、最大の危険因子である血圧をコントロールするために、亜酸化窒素吸入鎮静法が有効である。

血管疾患：大動脈解離、大動脈瘤などは血圧のコントロールが重要で、亜酸化窒素吸入鎮静法により血圧の上昇を緩和する。

3) 歯科治療時のストレスに起因する全身的併発症経験者^{6,7)}

歯科治療中に血管迷走神経反射や過換気症候群などの併発症を経験した患者。

4) 絞扼反射（嘔吐反射）の強い患者^{6-8,11-13)}

亜酸化窒素吸入鎮静法は絞扼反射の予防効果を有するが、その作用は静脈内鎮静法より弱い。絞扼反射を起こす危険性の少ない補綴物の装着や、前歯部の治療に亜酸化窒素吸入鎮静法を実施するのが有効である。

5) 筋緊張障害（痙攣や振戦）があり不随意運動のある患者（脳性麻痺など）^{7,8,11-13)}

過緊張や不随意運動は、ストレスにより顕著になる。亜酸化窒素吸入鎮静法で不安や恐怖、痛みなどを緩和することにより、過緊張や不随意運動を緩和できる。

6) （歯科治療に協力的な）知的能力障害児者^{7,8,11)}

知的能力障害児者のうち発達年齢が3歳10カ月以上の知的能力障害児者では、亜酸化窒素吸入鎮静法は85%以上に効果が得られる。これら発達年齢の知的能力障害児者に亜酸化窒素吸入鎮静法を行い、歯科侵襲を許容範囲内に緩和することにより、拒否行動の出現なく歯科治療が行える。発達年齢がおおむね3歳以上であれば、系統的脱感作を

用いて徐々に顔へフェイスマスクを近づけて、拒否がなければ顔に当てて亜酸化窒素を吸入させる。カウント法などを用いて見通しを立てられるようにして行うと効果的である。

7) その他の適応となる状況

歯科治療が長時間にわたる場合^{6, 8, 11, 13)}

歯科治療の侵襲が大きい場合^{6, 8)}

2. 禁忌症

1) 体内に閉鎖腔を有する患者

直近の中耳障害または感染症（急性中耳炎など）^{6, 8, 10, 11, 13)}

気胸、気腫性嚢胞、嚢胞性線維症、腸閉塞、気脳症、気腹、横隔膜ヘルニアなど^{6, 8, 10, 11)}

直近の眼科手術でガスタンポナーデを施行した患者⁶⁾

（眼内長期滞留ガス使用のため。SF₆は約2週間、C₃F₈は約8週間で消失する。）

ペースメーカ挿入直後（7～10日間）（閉鎖部に空気が含まれるため）⁷⁾

網膜手術後3カ月以内、または眼圧が上昇している患者（緑内障など）^{11, 13)}

2) 妊娠初期（3カ月以内）の患者（胎児奇形のリスクのため）⁶⁻¹³⁾

3. 亜酸化窒素吸入鎮静法が併用注意な状況

1) 未治療のコバラミン（ビタミンB₁₂）欠乏症患者（亜酸化窒素の長期投与により、直接的ビタミンB₁₂不活性化作用による葉酸代謝障害、ひいてはDNA合成障害に起因する骨髓造血機能抑制や神経障害を起こすことがある）^{6, 8, 11, 13, 14, 15)}

2) 抗葉酸薬（メソトレキサートなど）服用患者（亜酸化窒素の長期投与によりさらに葉酸代謝障害を起こすことがある）^{8, 14)}

3) メチレンテトラヒドロ葉酸還元酵素（MTHFR）欠損症（葉酸の先天性代謝異常を示すため）の患者は、専門医と相談してから施行の可否を判断すべきである^{13, 14)}。

4) コントロール不良の気管支喘息や慢性閉塞性呼吸器疾患患者（高濃度酸素投与による呼吸抑制の危険性がある）^{8, 10, 11, 13, 16)}

5) 急性の重症頭部外傷患者^{13, 14)}

6) 亜酸化窒素には助燃性があるので、高濃度で使用する場合は電気メスなどの火気を使用しない^{7, 15)}。

4. 亜酸化窒素吸入鎮静法が不適応な状況

1) 口呼吸（鼻閉）患者の場合^{6, 8, 9)}

2) 副鼻腔炎、または鼻呼吸を阻害するその他の状態（例：上気道感染症、耳鼻科手術の一部、季節性アレルギー）^{8, 9, 11-13)}

3) （鼻マスクの装着を嫌がるなど）患者の協力が得られない場合^{6, 8, 10, 12)}

4) 鼻マスクや鼻カヌーラが歯科治療の障害となる場合⁸⁾

Ⅲ. 亜酸化窒素吸入鎮静法の副作用・併発症・偶発症（効果不十分を含む）

1. 患者における副作用・併発症・偶発症

亜酸化窒素吸入鎮静法においては、適切な患者を選択し、標準的な方法に則って行った場合、患者における重篤な併発症の報告はなく、軽度の併発症もほとんどみられない^{6, 13, 17)}。しかし、30%までの比較的低濃度であっても、亜酸化窒素に対し不快症状を訴える場合がある⁷⁾。この場合は、吸入濃度を低くするか、投与を中止することを検討する。また、至適鎮静状態となる濃度は個人差があるため、過鎮静に伴う症状がみられた場合は、吸入濃度を低くする必要がある⁶⁾。

亜酸化窒素の濃度が30%を超えると、以下に示す症状についての報告がみられる。

1) 嘔気・嘔吐^{3, 7, 13, 17)}

最も一般的な副作用であり、報告により異なるが、0.5～3.8%にみられる。

2) 不穏、興奮^{11, 17)}

3) 頭痛¹¹⁾

4) めまい¹⁸⁾

5) パニック¹¹⁾

6) 発汗¹¹⁾

7) 感覚障害¹¹⁾

8) 幻覚¹⁸⁾

9) 離人感¹⁹⁾

10) 拡散性低酸素症^{6, 13, 20)}

高濃度（およそ50%以上）の亜酸化窒素吸入中止後、ただちに空気のための吸入に切り替えた場合、血液中に溶解していた亜酸化窒素が急激に肺胞中に拡散することにより生じる。症状として、頭痛、見当識障害、嘔気、無気力が生じ、酸素飽和度の低下が認められる。亜酸化窒素吸入を終了した後の数分間、100%の酸素を投与することで回避できる。

小児や知的能力障害などをもつ障害者を対象にした場合、30%までの濃度では治療に協力を得られる効果が不十分で、より高濃度の亜酸化窒素吸入が必要となることもある。およそ50%以上の濃度で管理する場合、上述したような併発症等に対処できるトレーニングを受けた施術者が、緊急時に対応できる環境下で行うべきである（IV章2-1）高濃度亜酸化窒素の使用についてを参照）。

亜酸化窒素吸入鎮静法の禁忌症をもつ患者に吸入させた場合は、禁忌の原因となる病態を増悪させる可能性がある。したがって、本法の禁忌について十分認識すべきである（II章2. 禁忌症を参照）。

2. 医療従事者における副作用・併発症・偶発症

亜酸化窒素に長時間暴露された場合には、骨髄や造血機能への影響が報告されているが、歯科外来での治療に要する通常の間では、患者への悪影響はほとんどない⁶⁾。しかし、数カ月にもわたって毎日暴露された場合は、神経学的な障害として亜急性混合型脊髄変性症が発症するという報告がある⁶⁾。また、余剰ガス排出がなされていない歯科診療室で亜酸化窒素を頻回に使用した際、女性医療従事者に自然流産の危険性が高いとの報告がみられる²¹⁾。以上のことから、換気の行き届いた環境の整備や、妊婦、あるいはその可能性のあるスタッフの鎮静法従事の回避などが求められる。

亜酸化窒素の反復摂取の体験により、依存性を生じることがある¹⁵⁾。したがって、薬剤管理には十分留意する必要がある。

IV. 亜酸化窒素吸入鎮静法の方法の実際

1. 軽度鎮静（不安除去）の場合

1) 術前評価

現在，世界的には全身麻酔を含めた麻酔管理に際して，術前スクリーニングを目的としたルーチンの検査は推奨されていない^{22, 23)}．また，本邦における「歯科診療における静脈内鎮静法ガイドライン」においても，術前スクリーニングを目的としたルーチンの検査は不要であるとしている⁴⁾．亜酸化窒素の循環器系・呼吸器系に及ぼす影響は弱く，吸入鎮静法で使用する 20～40%（通常成人では 30%まで）の亜酸化窒素であればこれらに対する影響はきわめて少ないと考えられる．そのため亜酸化窒素吸入鎮静法の実施にあたっては術前のルーチンの検査は不要である．しかしながら患者の全身状態の把握は重要であり，詳細な医療面接とバイタルサインの測定などにより患者の全身状態の把握に努め，これにより禁忌症および吸入鎮静法が不適応な状況（Ⅱ．亜酸化窒素吸入鎮静法の適応症と禁忌症を参照）を見逃さないようにする必要がある．通常は American Society of Anesthesiologists の術前全身状態基準（ASA PS）の 1 ないし 2 が対象となる．ASA PS 3 に対する実施も可能と思われるが，このような場合は主治医に対して診療情報提供書により文書で対診（照会）を行い，患者情報の収集を行い患者の全身状態を把握し，さらに必要な医療体制を整える必要がある^{9, 11)}．

2) 術前の絶飲食

American Society of Anesthesiologists²⁴⁾ および European Society of Anaesthesiology²⁵⁾ のガイドラインにおいては，鎮静を含むすべての麻酔管理において，2 時間の絶飲，6～8 時間の絶食を推奨している．亜酸化窒素吸入鎮静法も鎮静の一手技であり，これらガイドラインに準ずることは合理的である．しかし，これまでの研究では鎮静において処置前の絶飲食が有害転帰の発生率を低下させると結論づける明確な根拠は示されていない²⁶⁻²⁸⁾．また亜酸化窒素吸入鎮静法に限れば American Academy of Pediatric Dentistry, the British Dental Society のガイドラインなど^{9, 13, 29)} では，亜酸化窒素吸入鎮静法における術前の絶飲食を不要としている．日本の成書⁶⁾ においても術前の絶飲食は不要としており，本邦においても長くこの考えに基づき亜酸化窒素吸入鎮静法が実施されてきたと思われる．亜酸化窒素吸入鎮静法の併発症と絶飲食の関係を調べた報告は数編みられる．Babl らは，救急部において亜酸化窒素吸入鎮静法を受けた 220 名の小児を対象に併発症の発生と絶飲食の関係を調べたが，絶飲食時間と術中の嘔吐の発生に因果関係はなく，また誤嚥を起こした症例はなかったと報告している³⁰⁾．一方 Tsze らは，亜酸化窒素吸入鎮静法を受けた 1,634 名の小児を対象に併発症の発生を検討している．この報告では 90% 以上の症例で 50%以上の濃度の亜酸化窒素が使用されているが，2 時間以内の飲水で有意に術中の嘔吐の発生が上昇していた．しかし，誤嚥を起こした症例はなく，また 6 時間の絶食と術中の嘔吐には因果関係は示されなかった³¹⁾．歯科診療に用いられる 20～40%（通常成人

では 30%まで) の濃度では「軽度鎮静 (不安除去)」の鎮静レベルが中心であり、気道反射も保たれることから、嘔吐を起こした場合でも誤嚥のリスクはきわめて低い。そのため 20～40% (通常成人では 30%まで) の濃度の亜酸化窒素吸入鎮静法では術前の絶飲食は不要と考える。

3) 亜酸化窒素吸入鎮静法の具体的な手順

一般的に亜酸化窒素吸入鎮静法の手順は以下のとおりである⁶⁾。

(1) 術前

① 亜酸化窒素吸入鎮静法の説明と同意

亜酸化窒素吸入鎮静法は麻酔管理の一つの手技であり、実施に際してはインフォームドコンセントが必須である。

② 術前のバイタルサインの測定

(2) 術中

① 導入

i) 鼻マスクの装着

ii) 100%酸素の吸入の開始^{6, 8, 11, 13)}

1～5 分間 100%酸素を吸入する。供給ガスの総流量は 3～8L/分が目安である。

iii) 亜酸化窒素の吸入の開始^{6, 8, 11, 13)}

10～15%の亜酸化窒素より吸入を開始する。症状を確認しながら数分ごとに 5～10%ずつ亜酸化窒素の濃度を上げていく。最初から目標濃度の亜酸化窒素の吸入を行うことも問題ないとされている^{13, 32)}が、徐々に亜酸化窒素濃度を上昇させたほうがより安全であると思わる。

② 維持

患者の状態を確認し、至適鎮静度 (表 2) が維持できるよう亜酸化窒素の濃度を調整する。本邦では、成人に対しての吸入亜酸化窒素濃度は通常 30%以下にとどめることが推奨されている^{6, 33)}。また、小児に対しては 30～40%で至適鎮静度が得られるとされている^{10, 11, 13)}。しかし、亜酸化窒素吸入鎮静法の効果は各人により差があるので、20～40%の吸入濃度の範囲であっても中等度鎮静 (意識下鎮静) となる可能性がある。その場合は吸入濃度を調整し「軽度鎮静 (不安除去)」の鎮静レベルの維持に努める。

表2 亜酸化窒素吸入鎮静法の至適鎮静状態と過度の鎮静状態（文献6より）

	至適鎮静状態 (濃度：通常 20～30%)	過度の鎮静状態 (濃度：通常 40～50%以上)
自覚的徴候	・ 恐怖心や緊張感が減少 ・ 多幸感，気分が良い ・ 軽い酩酊感（ほろ酔い） ・ 体が温かく感じる	・ 興奮，周囲からの隔絶感 ・ 不快感，不快な幻想や夢，悪心，嘔吐 ・ 悪酔いした感じ
他覚的徴候 (所見)	・ ボーッと遠くをみるような眼差し ・ リラックスした表情 ・ 瞬きの減少 ・ 指示に従う ・ 自力で開口可能 ・ 体動減少，緩慢 ・ 防御反射は正常 ・ バイタルサイン安定 ・ 疼痛閾値軽度上昇	・ 眼球の変位 ・ にらみつけるような陰しい表情 ・ 閉眼（眠る） ・ 指示に一時的に従うか，全く従わない ・ 閉口傾向 ・ 時に多動や筋緊張 ・ 防御反射低下 ・ 不規則な呼吸

(3) 覚醒

① 5 分間 100%酸素を吸入させる^{11,13)}。

30～40%以下の亜酸化窒素吸入では，停止後の拡散性低酸素症はほとんど問題にならないため，停止直後の酸素吸入は必須ではないが，より速やかな回復のために酸素吸入が望ましい^{6,7)}。高濃度（およそ 50%以上）の亜酸化窒素を吸入した場合は，拡散性低酸素症のリスクがあるため，酸素吸入を行う。

② 以下の帰宅条件を満たせば帰宅させる。

- ・ バイタルサインに異常がない。
- ・ 応答が明瞭で，ふらつきがなくまっすぐ歩ける。

4) 術中のモニタ

亜酸化窒素は循環器系および呼吸器系に及ぼす影響は小さく⁶⁾，特に 20～40%（通常成人では 30%まで）の低濃度であれば亜酸化窒素吸入鎮静法により循環および呼吸が大きく変動することはない。そのため術中のモニタは不要であるとの考えもある^{7,9)}。American Academy of Pediatric Dentistry のガイドラインにおいても，継続的な患者の観察を行うことを推奨しているが具体的な術中のモニタリングは示していない¹³⁾。しかし，循環器系および呼吸器系疾患などの悪化や，まれであるが悪心・嘔吐などの副作用の発生によるバイタルサインの変化も想定すべきであり，必要に応じて血圧，脈拍数，経皮的動脈血酸素飽和度，心電図のモニタが実施できる環境下で行うことが望ましい。

5) 鎮静施行者と術者の兼任の可否

亜酸化窒素吸入鎮静法の麻酔レベルは「軽度鎮静（不安除去）」が中心であり³⁴⁾、循環器系および呼吸器系への影響はほとんどないと考えられる。したがって、吸入濃度が20～40%（通常成人では30%まで）の場合は鎮静施行者と術者の兼任は容認されることが考えられる。しかし兼任する場合は患者の鎮静度に変化が起ころうることを念頭に置き、患者の鎮静状態の観察を適宜行う必要がある³⁴⁾。また、兼任する場合は血圧計やパルスオキシメータを装着し、脈拍同期音やディスプレイ画面から異常を確認できるようにすることが望ましい。治療時間が長時間に及ぶ場合や、患者にASA PS 3に該当する全身疾患がある場合は、鎮静施行者は鎮静管理に専念すべきである³⁵⁾。

6) リカバリー環境

吸入濃度20～40%（通常成人では30%まで）の亜酸化窒素吸入鎮静法は、循環器系および呼吸器系にほとんど影響を及ぼさないと考えられるため、意識レベル、呼吸数や呼吸の深さ、皮膚の血色など、臨床的に患者を観察することで安全性が担保されることが考えられる^{13, 36, 37)}。そのためリカバリー時に呼吸・循環の継続的なモニタリングは必要ない。ただし、亜酸化窒素は腸管を膨満させる可能性があり、鎮静後に悪心嘔吐を起ころうる⁸⁾ため、嘔吐時に吸引ができること、および必要に応じて生体情報モニタによるバイタルサイン、経皮的酸素飽和度測定の確認ができることが望ましい。

7) 帰宅方法

50%の亜酸化窒素濃度で管理した平均6分程度の内視鏡検査後に、認知運動機能が問題なく回復したと報告されている³⁸⁾。また、25%の亜酸化窒素濃度での鎮静中に、非鎮静時と比較して認知機能は有意には低下しなかったことから、回復後の行動制限は必要ないとする報告もある³⁹⁾。したがって、20～40%（通常成人では30%）の亜酸化窒素濃度で管理する場合、十分な回復を確認した後で、認知運動機能に有意な低下が起こる可能性は低いと考えられ、車の運転を控えるべきとする明確な根拠はない。また、帰宅時の付き添いも不要と考えられるが、患者が16歳未満の場合³⁶⁾など責任能力の有無によっては付き添い者とともに帰宅することが望ましい。

8) 吸入器やボンベなどの器具の取り扱い

(1) 亜酸化窒素吸入器使用の際の始業点検項目

亜酸化窒素吸入器を使用する前に以下の事項を確認する。

- ① 酸素、亜酸化窒素の各インレット接続ホースがおのおののボンベ側のホースと正しく接続されているか。

- ② ホースなどの各接続部からガス漏れがないか。
- ③ 酸素ガスの供給が低下あるいは停止したとき、ガス遮断安全装置が作動して亜酸化窒素ガスの供給も自動的に停止するか。
- ④ 混合ガスの供給が停止したとき、外気を取り込むためのエアインテークバルブが作動して回路内に空気を取り込めるか。
- ⑤ 酸素フラッシュを作動させたとき、瞬時に大量の酸素がアウトレットから流出するか。
- ⑥ 濃度ダイヤル、流量ダイヤルが正確に動作し、設定した合計流量および混合比が、流量計の表示値と相違しないか。
- ⑦ ボンベ内の酸素および亜酸化窒素の残量が十分であるか。

(2) 発火や引火の防止

高濃度酸素を使用するため発火や引火の恐れがあり、吸入器の近くで火気を使用しないことが望ましい。火気にはライター以外にも、レーザー、電気メス、除細動器が含まれる^{13,33)}。また、金属切削などによる火花を発する処置には使用しないよう注意する³³⁾。やむをえず火気を使用する際には、注水および吸引をしっかり行う。また、発火や引火の恐れがある際には、延焼によるやけどを防ぐため、燃えやすいもの（鼻マスク用スポンジ、ガーゼ、脱脂綿など）を近くで使用しないよう注意する³³⁾。

(3) 酸素ボンベの貯蔵については、容器置場の周囲 2m以内での火気の使用を禁止し、引火性、発火性のものは置かないこと、容器は、温度 40℃以下に保ち、直射日光を避け通風の良い所に置くこと、地震などに備え、チェーンなどで転倒防止の措置を行うこと、湿気、水滴などによる腐食を防止する措置を講じることが必要である。使用時には、容器バルブと調整器やその他の附属品などが確実に接続されていることを確認する⁴⁰⁾。

(4) 亜酸化窒素ボンベ内は気相と液相が混在しているので、減圧弁に液相が流入しないように必ず立てて、かつ、倒れないよう固定して使用する。横にして使用してはならない。気相の圧は 52 気圧であり、86.6%の亜酸化窒素が消費され、液相が消失して初めて気相の圧が低下しはじめることに注意する。一方で、酸素ボンベは気相のみで 150 気圧（気温 35℃で約 150kgf/cm²、約 15MPa に相当）で充填されており、酸素内容量は圧力に比例する⁶⁾。

(5) 酸素ボンベはボンベ内圧が 5MPa（約 50 kgf/cm²）未満の場合に交換を行うことが一般的である⁴¹⁾が、同じ圧でもボンベの大きさや使用流量によって使用可能時間は変化する。ボンベの大きさと残量から使用可能時間を計算し、使用可能時間が 30 分未満になったら交換することが勧められる。500L（容積 3.4L）ボンベが内圧 5MPa の場合、流量 6L/min で使用すると、使用可能時間は約 28 分となる。気温によって内圧は変動する

こと、残量が少なくなると圧力が低下して最後まで使い切ることができないことにも注意し、余裕をもって交換する。亜酸化窒素ボンベについては、内圧が初期充填量の 5,099 kPa (52 kgf/cm²) 未満の場合は交換を行う⁴¹⁾。

8) 器具のメンテナンスについて

(1) 亜酸化窒素吸入鎮静器は、安全性・有効性を維持するために、医療法施行規則に基づき保守点検が必要な医療機器に指定されている^{33,42)}。医療機器の使用にあたっては、医療機器の製造販売業者が指定する使用方法を遵守すべきであり、添付文書、取扱説明書等の安全使用・保守点検などに関する情報に基づいて、管理を行う必要がある^{42,43)}。長期間使用しなかった際は、使用前に作動点検を行ってから使用すること³³⁾。

(2) 酸素・亜酸化窒素ボンベの中身のガスの使用期限はない。充填するボンベについては、充填時に容器検査を行っており、その実施月がボンベのラベルに記載されている。高圧ガス保安法の容器保安規則によると、ボンベは5年で再検査が必要になる⁴⁴⁾。

2. 中等度鎮静（意識下鎮静）の場合

1) 高濃度亜酸化窒素の使用について

通常の歯科治療においては効果および安全性を考慮すると、亜酸化窒素の吸入濃度は20～40%（成人は30%まで）にとどめるべきである。しかし60%以上の亜酸化窒素の吸入で小児の行動管理が良くなったとの報告⁴⁵⁾、あるいは知的能力障害者の治療において50%の亜酸化窒素の吸入が有効であるとの報告もある⁴⁶⁾。

およそ50%以上の高濃度での亜酸化窒素吸入鎮静法では、麻酔レベルは「中等度鎮静（意識下鎮静）」や「深鎮静」となりうる^{13,34)}。また、高濃度では、過鎮静やふらつき、方向感覚の喪失、頭痛、幻覚、興奮等の不快症状や、悪心・嘔吐の発生頻度も上がる¹³⁾。70%の濃度では、静かに逆流するような嘔吐・誤嚥や、それに伴い喉頭痙攣が起こったという報告もある⁴⁷⁾。そのため一般歯科医師における亜酸化窒素吸入鎮静法の吸入亜酸化窒素の濃度は40%までにとどめ、それ以上高濃度の吸入が必要とされる場合は歯科麻酔科医等、専門的な知識と技術を有する者が行うべきである。さらに50%以上の高濃度の亜酸化窒素の吸入が想定される場合は、軽度鎮静（不安除去）の場合に加えて、以下の点を考慮すべきである。

(1) 術前絶飲食

およそ50%以上の高濃度での使用では悪心・嘔吐の副作用の発生頻度が高く、きわめてまれながら高濃度の亜酸化窒素吸入鎮静法中に誤嚥性肺炎を起こした可能性のある症例も報告されている⁴⁷⁾。そのため、およそ50%以上の亜酸化窒素を使用する可能性がある場合は術前絶飲食ガイドライン^{24,25)}に準じた2時間の絶飲、6～8時間の絶食を念頭に置くべきである。

(2) 術中のモニタ

副作用の発生頻度が高いこと、適切な酸素濃度が吸入できているかを監視するため、また拡散性低酸素症の発症の可能性があるため、血圧、脈拍数、経皮的動脈血酸素飽和度のモニタは必須と考える（モニタリング記録については、5章2. 亜酸化窒素吸入鎮静法の施行時の安全管理を参照）。

(3) 鎮静施行者と術者の兼任の可否

鎮静施行者は術者と兼任せず、鎮静度評価や気道管理のスキルを備えた者が鎮静管理に専念すべきである¹³⁾。また、鎮静施行者は、バッグバルブマスク換気をはじめとした気道管理のための技術と設備を備え¹³⁾、「中等度鎮静（意識下鎮静）」や「深鎮静」の管理に精通しておく必要がある³⁴⁾。

(4) リカバリー環境

気道確保物品や吸引設備、救急薬剤がすぐに使用できる環境で、完全に覚醒するまではモニタリングを継続し、少なくとも10分間隔でバイタルサインを記録する³⁴⁾。投与終了後おおむね30分間は患者を観察することが推奨される⁸⁾。

(5) 帰宅方法

45～55%までの亜酸化窒素吸入鎮静法の際に、車の運転を控えることを勧める文献⁸⁾はあるが、車の運転を控えるべきとする明確な根拠に基づいた提言ではない。しかし、「中等度鎮静（意識下鎮静）」の場合、鎮静薬や鎮静時間にもよるが、患者には鎮静後に車の運転や機械の操作など、高度な判断が必要な行為は避けるように指示するべきとされている³⁶⁾。悪心や頭痛などの不快症状が持続する可能性も考慮すると、車の運転は控えることが推奨される。

V. 亜酸化窒素吸入鎮静法のための教育・研修と安全管理

1. 亜酸化窒素吸入鎮静法を行うために必要な研修項目

亜酸化窒素吸入鎮静法〔軽度鎮静（不安除去）〕を行うために必要な研修項目を下記に示す。

鎮静に関与する歯科医師および少なくとも1名以上のスタッフは、鎮静手法やその併発症、救命処置に関連する知識と手法を修得する。具体的には、鎮静に使用する薬剤の薬理学および投与後の生理学的反応、患者の評価、モニタリング、鎮静後の回復期のケア、併発症と緊急時の対応方法（一次救命処置を含む）、臨床的徴候（気道の開通性、呼吸数と深さ、脈拍、皮膚の蒼白やチアノーゼ、鎮静の深度など）の評価などである^{5, 48)}。

American Dental Association のガイドラインでは、高濃度（およそ50%以上）の亜酸化窒素を使用する場合〔中等度鎮静（意識下鎮静）〕は、上記に加え少なくとも1名は二次救命処置に相当するトレーニング（気管挿管、除細動、薬剤の使用）を受けていることが必要としている⁵⁾。

2. 亜酸化窒素吸入鎮静法の施行時の安全管理

軽度鎮静（不安除去）中は、鎮静を担当する歯科医師またはモニタリングを行うことができるよう教育されたスタッフが、意識および鎮静度、気道の開通性、呼吸数と呼吸の深さ、皮膚の色を確認する^{1, 48)}。必要に応じて、パルスオキシメータ、血圧、心拍数とリズムをモニタリングすることを考慮する⁵⁾。高濃度の亜酸化窒素を使用する場合〔中等度鎮静（意識下鎮静）〕は、鎮静施行者は術者と兼任せず、鎮静度評価や気道管理のスキルを備えた者が鎮静管理に専念すべきである¹³⁾（IV. 亜酸化窒素吸入鎮静法の方法の実際を参照）。

軽度鎮静（不安除去）では、診療録（鎮静記録を含む）には、使用した全薬剤名（局所麻酔薬を含む）、投与時間、投与経路、投与量、治療前・治療中・治療後のモニタ記録を記載する。鎮静レベルが予定よりも深くなった場合は、亜酸化窒素の濃度を低下させて、元のレベルに回復するまで歯科治療を中断する。中等度鎮静（意識下鎮静）を目指す場合は、鎮静記録には、使用した全薬剤名（局所麻酔薬を含む）、投与時間、投与経路、投与量を含む経時的な麻酔記録を記載する⁵⁾。鎮静を担当する歯科医師（治療医との兼任・鎮静管理に専任にかかわらず）は、鎮静管理に関して施設やスタッフの適切さ、鎮静中の緊急時の診断と治療、備品、薬剤、プロトコルについて責任をもつ⁵⁾。

軽度鎮静（不安除去）～中等度鎮静（意識下鎮静）では、亜酸化窒素の鎮痛作用に限界があるので、局所麻酔により鎮痛を図る^{5, 48)}。

VI. 亜酸化窒素吸入鎮静法による環境および人体への影響

1. 診療室の環境と職業上暴露の防止

亜酸化窒素を長期に吸入すると、造血機能障害、顆粒球減少、流産、催奇形性などの副作用が生じる恐れがある⁴⁹⁾。日本麻酔科学会の指針における歯科外来での亜酸化窒素濃度の安全基準値は 50ppm 以下とされている⁵⁰⁾。しかし、歯科診療室内の亜酸化窒素濃度は、密封性や部屋の広さなどにより、100～500ppm にまで達することもある^{51,52)}。亜酸化窒素の歯科スタッフへの慢性暴露防止のため、換気の行き届いた診療室の整備や余剰麻酔ガス排出装置の設置が推奨されている⁵³⁾。また、妊娠中（特に妊娠 3 カ月以内）、あるいは妊娠の可能性のあるスタッフは、亜酸化窒素吸入鎮静法を併用する処置を避けることが推奨される。

以下に、歯科処置中の亜酸化窒素暴露防止への推奨法を記載する。

- ・診療室に換気扇を設置するか、定期的に窓を開放する⁶⁾。
- ・口呼吸や会話により亜酸化窒素の漏洩が増加するので、これらを制限させる^{10,13)}。
- ・ラバーダム防湿や歯科用吸引器により、口呼吸による亜酸化窒素の漏洩が減少する^{8,10)}。口腔外バキュームの使用も有効である⁸⁾。
- ・鼻マスク使用の際は、鼻マスクが患者の鼻の上に装着されてから亜酸化窒素を流し、終了時は酸素を止める前に亜酸化窒素を 0% とすることが推奨される⁷⁾。
- ・鼻マスクのフィットが悪いと亜酸化窒素の漏洩が増加するので、鼻マスクのフィットを確認する^{6,8)}。
- ・可能であれば、余剰麻酔ガス排出装置を設置する⁷⁾。

2. 亜酸化窒素の温室効果ガスとしての環境への影響

亜酸化窒素は温室効果ガスの代表である二酸化炭素の約 300 倍もの温室効果があるとされており、その取り扱いには配慮が必要である⁵⁴⁾。医療用の亜酸化窒素の消費量は年々低下しており、現在日本国内における亜酸化窒素の排出量は温室効果ガス総排出量の 0.01% まで減少している⁵⁵⁾。しかし、亜酸化窒素は半減期が 150 年ととても長く、大気中ではほとんど分解されない⁵⁶⁾。そのため現状では、医療用亜酸化窒素による温室効果を防ぐ対策としては、亜酸化窒素の使用を最小限にとどめるか、分解あるいは再利用して排出量を可能な限り減らすしかないと考えられている。しかし現状では、吸入鎮静法で用いる亜酸化窒素を分解あるいは再利用するシステムは提供されていない。

文献

- 1) American Society of Anesthesiologists: Practice guidelines for sedation and analgesia by non-anesthesiologists. *Anesthesiology*, 2002; 96: 1004-1017.
- 2) American Society of Anesthesiologists: Practice guidelines for moderate procedural sedation and analgesia 2018. *Anesthesiology*, 2018; 128: 437-479.
- 3) Pedersen RS, Bayat A, Steen NP, Jacobsson MLB: Nitrous oxide provides safe and effective analgesia for minor paediatric procedures. a systematic review. *Dan Med J*, 2013; 1-8.
- 4) 日本歯科麻酔学： 歯科診療における静脈内鎮静法ガイドライン—改訂第 2 版, 2017, <https://minds.jcqhc.or.jp/summary/c00384/>
- 5) American Dental Association: Guideline for the use of sedation and general anesthesia by dentists. 2016.
- 6) 藤澤俊明： 第 4 章 精神鎮静法 II. 吸入鎮静法. 福島和昭監修, 歯科麻酔学 (第 8 版) 医歯薬出版, 2019 ; 164-172.
- 7) 小笠原 正： 吸入鎮静法—全身管理と行動調整のための一手段. *日歯麻誌*, 2019; 47: 130-137.
- 8) Berge TI: Nitrous oxide in dental surgery. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*, 2001, 15:477-489. doi:10.1053/bean.2001.0175
- 9) Hosey MT: Managing anxious children: The use of conscious sedation in paediatric dentistry. *Int J Paediatr Dent*, 2002; 12: 359-372.
- 10) Holroyd I: Conscious sedation in pediatric dentistry. A short review of the current UK guidelines and the technique of inhalational sedation with nitrous oxide. *Pediatr Anesth*, 2008; 18: 13-17. doi:10.1111/j.1460-9592.2007.02387.x
- 11) Ashley P, Anand P, Andersson K: Best clinical practice guidance for conscious sedation of children undergoing dental treatment: an EAPD policy document. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 2021; 22: 989-1002. doi:10.1007/s40368-021-00660-z
- 12) Hallonsten AL, Jensen B, Raadal M, Veerkamp J, Hosey MT, et al.: EAPD guidelines on sedation in paediatric dentistry, 2021: 1-8.
- 13) The American Academy of Pediatric Dentistry: Use of nitrous oxide for pediatric dental patients. In: *The Reference Manual of Pediatric Dentistry*, 2023; 393-400.
- 14) Forman SA, Ishizawa Y: Chapter 26. Inhaled anesthetic pharmacokinetics: uptake, distribution, metabolism and toxicity. In: *Miller RD, Miller's Anesthesia (8th ed)*, Elsevier, Philadelphia, 2015; 663-665.

- 15) 日本麻酔科学会：亜酸化窒素（IV 吸入麻酔薬）. 麻酔薬および麻酔関連薬使用ガイドライン第3版, 2009 ; 108-109.
- 16) Haas DA: Oral and inhalation conscious sedation. Dent Clin North Am, 1999; 43: 341-359.
- 17) Zier JL, Tarrago R, Liu M: Level of sedation with nitrous oxide for pediatric medical procedures. Anesth Analg, 2010; 110(5): 1399-1405.
- 18) Gupta K, Ritwik P: Clinical application of nitrous oxide in pediatric dentistry. In:Gupta K, Emmanouil D, Sethi A, Nitrous Oxide in Pediatric Dentistry—A Clinical Handbook. Springer Nature Switzerland AG, 2020; 151-206.
- 19) Samir PV, Namineni S, Sarada P: Assessment of hypoxia, sedation level, and adverse events occurring during inhalation sedation using preadjusted mix of 30% nitrous oxide + 70%oxygen. J Indian Soc Pedod Prev Dent, 2017; 35(4): 338-345.
- 20) Eager EI: Inhalation anesthesia. In: Gray TC, Nunn JF, Utting JE, eds, General anaesthesia (4th ed, vol I), Butterworth, 1980; 60.
- 21) Rowland AS, Baird DD, Weinberg CR, Shore DL, Shy CM, et al.: Reduced fertility among women employed as dental assistants exposed to high levels of nitrous oxide. N Engl J Med, 1992; 327(14): 993-997.
- 22) De Hert S, Staender S, Fritsch G, Hinkelbein J, Afshari A, et al.: Pre-operative evaluation of adults undergoing elective noncardiac surgery: Updated guideline from the European Society of Anaesthesiology. Eur J Anaesthesiol, 2018; 35: 407-465.
- 23) The American Society of Anesthesiologists Task Force on Preanesthesia Evaluation: Practice advisory for preanesthesia evaluation. Anesthesiology, 2012; 116: 522-538.
- 24) The American Society of Anesthesiologists Task Force: Practice guidelines for preoperative fasting and the use of pharmacologic agents to reduce the risk of pulmonary aspiration: Application to healthy patients undergoing elective procedures: An updated report by the American society of anesthesiologists task force on preoperative fasting and the use of pharmacologic agents to reduce the risk of pulmonary aspiration. Anesthesiology, 2017; 126: 376-393.
- 25) Smith I, Kranke P, Murat I, Smith A, O' Sullivan G, et al.: Perioperative fasting in adults and children: Guidelines from the European Society of Anaesthesiology. Eur J Anaesthesiol, 2011; 28: 556-569.
- 26) Bell A, Treston G, McNabb C, Monypenny K, Cardwell R: Profiling adverse

- respiratory events and vomiting when using propofol for emergency department procedural sedation. *Emerg Med Australas*, 2007; 19: 405-410.
- 27) Green SM, Krauss B: Pulmonary aspiration risk during emergency department procedural sedation--An examination of the role of fasting and sedation depth. *Acad Emerg Med*, 2002; 9: 35-42.
 - 28) Beach ML, Cohen DM, Gallagher SM, Cravero JP: Major adverse events and relationship to Nil per Os status in pediatric sedation/anesthesia outside the operating room: A report of the Pediatric Sedation Research Consortium. *Anesthesiology*, 2016; 124: 80-88.
 - 29) Buhre W, Disma N, Hendrickx J, DeHert S, Hollmann MW, et al.: European Society of Anaesthesiology Task Force on Nitrous Oxide: A narrative review of its role in clinical practice. *Br J Anaesth*, 2019; 122: 587-604.
 - 30) Babl FE, Puspitadewi A, Barnett P, Oakley E, Spicer M: Preprocedural fasting state and adverse events in children receiving nitrous oxide for procedural sedation and analgesia. *Pediatr Emerg Care*, 2005; 21: 736-743.
 - 31) Tsze DS, Mallory MD, Cravero JP: Practice patterns and adverse events of nitrous oxide sedation and analgesia: A report from the Pediatric Sedation Research Consortium. *J Pediatr*, 2016; 169: 260-265.e2.
 - 32) Samir PV, Namineni S, Sarada P: Assessment of hypoxia, sedation level, and adverse events occurring during inhalation sedation using preadjusted mix of 30% nitrous oxide + 70%oxygen. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, 2017; 35: 338-345.
 - 33) セデント サイコリッチ T-70 添付文書.https://www.info.pmda.go.jp/downfiles/md/PDF/380108/380108_21000BZZ0061000_A_01_01.pdf.
 - 34) Coté CJ, Wilson S, Riefe J, Koteras RJ: Guidelines for monitoring and management of pediatric patients before, during, and after sedation for diagnostic and therapeutic procedures. *Pediatrics*, 2019; 143: e20191000.
 - 35) Academy of Medical Royal Colleges: Safe sedation practice for healthcare procedures. An update, 2021.
 - 36) The dental faculties of the royal colleges of surgeons and the Royal College of Anaesthetists. Standards for Conscious Sedation in the Provision of Dental Care (V1.1),2020.
 - 37) Khurmi N, Patel P, Kraus M, Trentman T: Pharmacologic considerations for pediatric sedation and anesthesia outside the operating room: A review for anesthesia and non-anesthesia providers. *Paediatr Drugs*, 2017; 19: 435-446.
 - 38) Martin JP, Sexton BF, Saunders BP, Atkin WS: Inhaled patient-administered

nitrous oxide/oxygen mixture does not impair driving ability when used as analgesia during screening flexible sigmoidoscopy. *Gastrointest Endosc*, 2000; 51: 701-703.

- 39) Thompson JM, Neave N, Moss MC, Scholey AB, Wesnes K, et al.: Cognitive properties of sedation agents: Comparison of the effects of nitrous oxide and midazolam on memory and mood. *Br Dent J*, 1999; 187: 557-562.
- 40) 高圧ガス保安協会: 酸素の取り扱いについて. https://www.khk.or.jp/public_information/incident_investigation/hpg_incident/safety_alart_02.html
- 41) 日本麻酔科学会: 麻酔器の始業点検 (2016 年改訂第 6 版) . https://anesth.or.jp/files/pdf/guideline_checkout201603_6.pdf
- 42) 医薬品, 医療機器等の品質, 有効性及び安全性の確保等に関する法律第二条第八項の規定により厚生労働大臣が指定する特定保守管理医療機器(平成 16 年 07 月 20 日厚生労働省告示第 297 号)
- 43) 医薬品, 医療機器等の品質, 有効性及び安全性の確保等に関する法律(昭和 35 年 8 月 10 日)(法律第 145 号)
- 44) 経済産業省産業保安グループ高圧ガス保安室: 医療用酸素用一般複合容器に係る再検査期間等の変更について (令和 4 年 7 月 29 日) . https://www.khk.or.jp/Portals/0/khk/hpg/houreikaisei/20220729_METIoshirase.pdf.
- 45) Kharouba J, Somri M, Hadjittofi C, Hasan J, Blumer S: Effectiveness and safety of nitrous oxide as a sedative agent at 60% and 70% compared to 50% concentration in pediatric dentistry setting. *J Clin Pediatr Dent*, 2020; 44: 60-65.
- 46) Faulks D, Hennequin M, Albecker-Grappe S, Manière MC, Tardieu C, et al.: Sedation with 50% nitrous oxide/oxygen for outpatient dental treatment in individuals with intellectual disability. *Dev Med Child Neurol*, 2007; 49: 621-625.
- 47) Babl FE, Grindlay J, Barrett MJ: Laryngospasm with apparent aspiration during sedation with nitrous oxide. *Ann Emerg Med*, 2015; 66: 475-478.
- 48) National Institute for Health and Care Excellence: Sedation in under 19s: using sedation for diagnostic and therapeutic procedures. 2010.
- 49) Flippo TS, Holder WD Jr.: Neurologic degeneration associated with nitrous oxide anesthesia in patients with vitamin B12 deficiency. *Arch Surg*, 1993, 128(12):1391-1395.
- 50) 日本麻酔科学会. 麻酔ガス汚染対策に関する指針. *麻酔*, 1983; 32: 1136-1139.
- 51) 岩永知大, 山崎陽子, 山口顕広, 内田琢也, 一杉 岳, 岡 俊一ほか: 笑気吸入鎮静法施行中における室内汚染笑気濃度の測定および検討. *日歯麻誌*, 2006; 34: 520-521.

- 52) 山城美喜子, 田崎博美, 山下香絵, 三浦明子, 篠原健一郎, 砂田勝久ほか: Scavenging system 使用による吸入鎮静法実施時の室内笑気濃度の減少—歯科診療室内の笑気汚染への警告—. 日歯麻誌, 2005; 33: 229-233.
- 53) 甲斐哲也: 余剰麻酔ガスの分解処理. Medical Cases, 2005; 7: 60-63.
- 54) 山浦 健: 地球環境と麻酔ガスエコロジカル麻酔ガスクリーン化システム. Medical Gases, 2014; 16(1): 43-47.
- 55) Andersen MPS, Sander SP, Nielsen OJ, Wagner DS, Sanford TJ Jr, et al.: Inhalation anaesthetics and climate change. Br J Anaesth, 2010; 105(6): 760-766.
- 56) 猪股伸一: 医療で使われるガスの種類と利用の広がり (患者に吸入投与されるガス). Medical Gases, 2005; 7(1): 35-38.