

末梢血流量および皮膚温に及ぼす低濃度笑気の影響

—アンケート結果との比較—

入船 正浩, 清水 慶隆, 寶田 貫
 遠藤 千恵, 前岡 清志, 田中千香子
 河原 道夫

Effects of a Low Concentration of Nitrous Oxide on Peripheral Blood Flow and Skin Temperature in Humans: Comparison with the Results of Questionnaires

Masahiro Irifune, Yoshitaka Shimizu, Tohru Takarada, Chie Endo,
 Kiyoshi Maeoka, Chikako Tanaka and Michio Kawahara

(平成13年3月30日受付)

緒 言

笑気吸入鎮静法は20%から30%の低濃度の笑気を用い、意識を失わない程度に中枢神経系を抑制して、適度の鎮静状態と疼痛閾値の上昇した状態を得る方法である。この方法は歯科治療に対する恐怖心や不安による緊張、さらには痛みの知覚を和らげ、より円滑な歯科治療を行うことを目的とし、広く歯科臨床に用いられている¹⁾。このような恐怖心や不安による緊張などのストレスは自律神経症状として出現し、心拍数や血圧の上昇、末梢血流量の減少、発汗などの生理的現象として現れることが知られている²⁾。

今回われわれは、健康な女子ボランティアに低濃度笑気を投与し、指先皮膚末梢血流量、血圧、心拍数、指先皮膚温および鼓膜温に及ぼす影響を検討した。また、笑気投与終了後、笑気吸入に対する不安感や笑気吸入による感覚の変化、快・不快感、健忘効果などについてアンケートを行い、末梢血流量や体温の変化との関連性を検討した。

対象と方法

1. 対 象

対象は、19歳から24歳の健康な13名の女子ボランティア（本学歯学部学生および附属歯科衛生士学校生

徒）で、被験者の年齢、身長、体重は表1に示した通りであった。13名のうち1名は、笑気投与直後に不快感を訴えたため、途中で実験を中止した。なお、本研究は、ボランティアに研究内容の十分な説明を行い同意が得られた上で行った。

表1 対 象

年 齢	21.1±2.2
性 別	女 性
身 長	157.5±5.8
体 重	48.5±4.8

(平均 ± S.D.)

2. 笑気吸入の実施方法

被験者にベッド上で仰臥位をとらせ、血圧、心拍数、末梢血流量、体温などの測定装置およびマスクを装着した。その後、アコマ社製麻酔器を用い、マスクから100%酸素を20分間投与し、引き続き30%笑気を40分間、さらに笑気を中止してから100%酸素を10分間投与した。実験終了後、被験者にふらつき感などが無いことを確認した上で帰宅させた。

酸素および笑気投与の間、アドバンス社製レーザードップラー血流計 (ALF21) を用いて指先末梢血流量を連続的に測定した。レーザードップラー血流計のプロローベは、血圧測定側とは反対側の上肢の指先に両面テープを用いて貼付した。コーリン社製患者監視装置 (BP-508) を用い、血圧を5分毎に、また、心拍数および吸気・呼気中の笑気濃度を連続的に測定した。指

広島大学歯学部顎口腔医療学講座（歯科麻酔学講座）（主任：河原道夫教授）

本論文の要旨は、平成9年7月の第12回中国・四国歯科麻酔研究会において発表した。

先皮膚温および鼓膜温は、マリクロットメディカル社製モナサーム（モデル6510）を用いて連続的に測定した。実験中の室温は、エアコンディショナーにより約26°Cに保った。

3. アンケート調査

アンケートは高谷ら³⁾の方法に準じて行った。笑気吸入実験終了後、被験者にアンケート用紙を配布し、解答が得られた後に回収し、集計した。調査項目は表2に示した通りであるが、笑気吸入に対する不安感、笑気吸入中の感覚の変化、快・不快感、笑気による健忘効果などについて質問を行った。アンケート結果は、各質問に対しての有・無をそれぞれ%で示した。

表2 アンケート項目

1. 笑気吸入施行前
1) 笑気吸入の経験
2) 笑気吸入に対する不安感
2. 笑気吸入施行中
1) 笑気吸入に対する不安感
2) 身体の温かい感じ
3) 手足のしびれ感
4) 聴覚や視覚の異常感
5) 嘔気や頭痛, その他の不快感
6) 心地よい感じ
3. 笑気吸入施行後
1) 嘔気や頭痛, その他の不快感
2) 健忘効果

4. 統計処理

有意差検定はpaired t-testにより行い、危険率が0.05未満の場合を有意差ありと判定した。

結 果

1. 指先血流量に及ぼす30%笑気の影響

図1に示したように、笑気投与直前すなわち、100%酸素投与20分後（時間0分）と比較して、30%笑気投与中では指先末梢血流量は有意に増加した。また笑気投与を中止すると、末梢血流量はすぐに笑気投与前の値に戻った。

2. 血圧および心拍数に及ぼす30%笑気の影響

30%笑気は収縮期血圧、拡張期血圧および心拍数にほとんど影響しなかった（図2、3）。しかし、笑気投与35分後に収縮期血圧が、40分後に拡張期血圧が一過性に低下した（図2）。

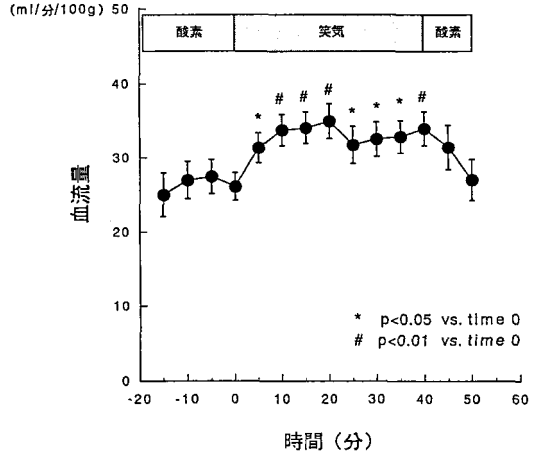


図1 指先血流量に及ぼす笑気(30%)の影響
各数値は平均±S.E.M.を示す。

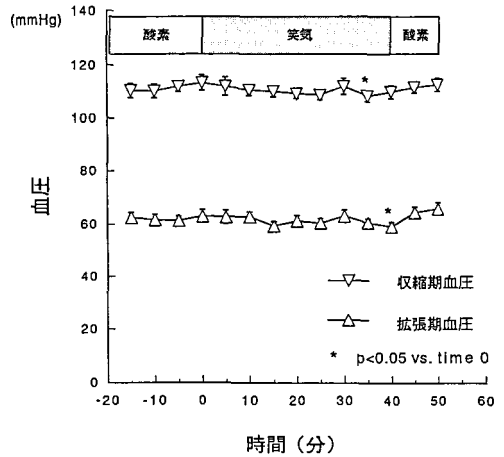


図2 血圧に及ぼす笑気(30%)の影響
各数値は平均±S.E.M.を示す。

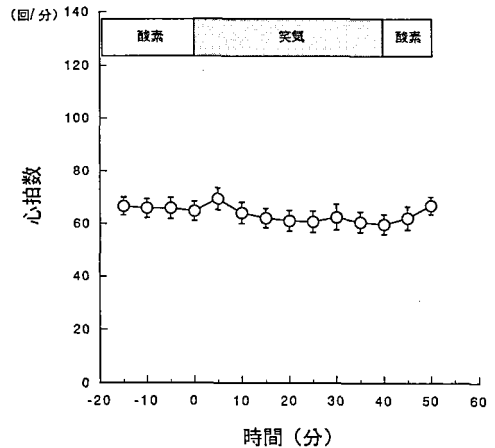


図3 心拍数に及ぼす笑気(30%)の影響
各数値は平均±S.E.M.を示す。

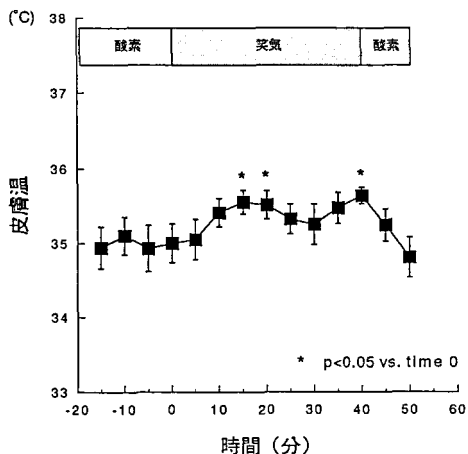


図4 指先皮膚温に及ぼす笑気 (30%) の影響
各数値は平均±S.E.M.を示す。

3. 指先皮膚温に及ぼす30%笑気の影響

笑気投与前と比較して、30%笑気投与中では指先皮膚温は上昇する傾向がみられた。笑気投与15分、20分および40分後で指先皮膚温は有意に上昇した。また笑気投与を中止すると、指先皮膚温は笑気投与前の値に速やかに戻った (図4)。

4. 鼓膜温に及ぼす30%笑気の影響

指先皮膚温の結果とは対照的に、30%笑気投与後、鼓膜温は有意に低下した。しかし、笑気投与前においても、測定開始5分後と比べて15分後および20分後で鼓膜温は有意に低下した (図5)。

5. アンケート結果

アンケート結果を表3に示す。笑気吸入施行前において、笑気吸入に対する不安感は31%の被験者において認められた。しかし、この不安感を抱いた被験者の

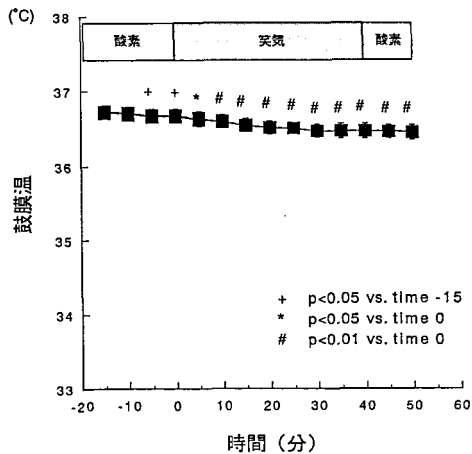


図5 鼓膜温に及ぼす笑気 (30%) の影響
各数値は平均±S.E.M.を示す。

割合は笑気吸入中も変化しなかった。

笑気吸入中に身体が温かくなると感じたのは38%であった。手足のしびれ感があったのは92%で、ほとんどの被験者が感じていた。また、46%で目が回るなどの感覚の異常を訴えた。

笑気吸入中および吸入後に嘔気や頭痛などの副作用はみられなかったが、15%で不快と感じており、逆に心地よいと感じたのは38%であった。

笑気吸入中のことを覚えていない者は31%であった。しかし、これらの被験者の大部分は笑気吸入中に眠っていたと答えている。

考 察

今回の実験結果から、笑気吸入鎮静法に用いられている低濃度笑気は末梢血流量を増加させ (図1)、末梢血流量の変化をよく反映すると思われる皮膚温を上昇させる (図4) ことが明らかとなった。このことは、ア

表3 アンケート結果

1. 笑気吸入施行前		
1) 笑気吸入の経験	有 (21%)	無 (79%)
2) 笑気吸入に対する不安感	有 (31%)	無 (69%)
2. 笑気吸入施行中		
1) 笑気吸入に対する不安感	有 (31%)	無 (69%)
2) 身体の温かい感じ	有 (38%)	無 (62%)
3) 手足のしびれ感	有 (92%)	無 (8%)
4) 聴覚や視覚の異常感	有 (46%)	無 (54%)
5) 嘔気や頭痛, その他の不快感	有 (15%)	無 (85%)
6) 心地よい感じ	有 (38%)	無 (62%)
3. 笑気吸入施行後		
1) 嘔気や頭痛, その他の不快感	有 (15%)	無 (85%)
2) 健忘効果	有 (31%)	無 (69%)

ンケート結果の身体が温くなる感じが38%であったことや、手足のしびれ感が92%であったことと関連性があるのかも知れない(表3)。一方、不安などのストレスは自律神経症状として出現し、末梢血流量は減少することが知られている²⁾。これに対して、薬物などによる抗不安効果はこのストレスによる末梢血流量の減少を逆転させ、血流量を増加させると考えられる。事実、抗不安薬であるミダゾラムは末梢血流量を増加させ、皮膚温を上昇させる^{4,5)}。したがって、低濃度笑気による末梢血流量の増加は笑気の抗不安効果による可能性がある。しかし、アンケート結果では笑気吸入に対する不安感は笑気吸入中も変化しなかった。したがって、笑気の抗不安効果に関しては今後更に検討を加える必要がある。

笑気は循環器系にはほとんど影響を及ぼさないとされている。しかし、高濃度では、心筋抑制作用があり⁶⁾、同時に交感神経系の α 受容体刺激作用や血中ノルアドレナリンの軽度上昇作用により末梢血管が収縮し、末梢血管抵抗が増加するため^{7,8)}、血圧はよく保たれる⁹⁾。このような循環動態下では、末梢血流量は減少していると考えられる。今回の実験結果から、低濃度笑気の場合でも血圧や心拍数にはほとんど影響を及ぼさなかった(図2, 3)。しかし、末梢循環動態は高濃度笑気の場合とはかなり異なっているように思われる。

EbertとKampine⁸⁾は、指尖容積脈波計(plethysmography)を用い、末梢循環動態に及ぼす25%–40%笑気の影響を検討している。この報告によると、40%笑気は前腕の末梢血流量を有意に減少させており、われわれの実験結果とは異なっている。しかし、Fagrell¹⁰⁾は、今回われわれが用いたレーザードップラー血流計による測定は、指尖容積脈波計などによる測定に比べ、皮膚末梢血流量を正確に反映することを指摘している。さらにレーザードップラー血流計は、従来の血流計では測定することの出来なかった生体組織の微小な血流変化を無侵襲で測定することが可能であるといわれている¹¹⁾。したがって、今回の実験結果は、指尖容積脈波計による測定結果と比較して信頼性が高いと考えられ、低濃度笑気は皮膚温を上昇させたという結果も笑気の末梢血流量増加作用を支持している。

低濃度笑気は皮膚温を上昇させたが、逆に核体温である鼓膜温は低下させた(図5)。これは、笑気により末梢血管が拡張し、熱が温かい身体核心部から冷たい末梢組織へ移行する、いわゆる熱の再分布が生じたことによるものと考えられる¹²⁾。同様の実験結果が抗不安薬のミダゾラムにおいても報告されている⁵⁾。しかし、室温は26℃前後に保たれていたにもかかわらず、笑気投与前においても、測定開始5分後に比べ15分後、20

分後で鼓膜温は有意に低下した。このことから、鼓膜温の低下には室温の影響も考えられる。

笑気吸入鎮静法に用いられている20%から30%の低濃度笑気では、治療に対する不安や恐怖心が和らぐ、身体が温くなる感じがする、手足の先がじんじんする、などといった臨床徴候が報告されている。今回のアンケート結果からもこれらの臨床徴候が同様に認められた(表3)。Allenら¹³⁾の著書の中に、笑気は皮膚の血管を拡張させる、という記述がある。しかし、その記述の中には実験方法やデータは全く示されておらず、その科学的根拠は明らかではない。今回われわれは、末梢血管の血流量を簡便にしかも無侵襲に測定することが出来るレーザードップラー血流計を用いることにより、低濃度笑気は指先皮膚血流量を増加させることを明らかにした。したがって、本実験結果から、笑気吸入鎮静法によるこれらの臨床徴候が皮膚血流量の増加や皮膚温の上昇と関係している可能性が示唆された。

ま と め

- 13名のボランティアを対象に、指先皮膚末梢血流量、血圧、心拍数、指先皮膚温および鼓膜温に及ぼす低濃度笑気の影響を検討した。
- また、笑気吸入に対する不安感や笑気吸入による感覚の変化、快・不快感、健忘効果などについてアンケートを行った。
- 低濃度笑気(30%)により皮膚末梢血流量は増加し、皮膚温も上昇した。
- しかし、血圧や心拍数にはほとんど影響しなかった。
- 鼓膜温は低下したが、これは笑気により末梢血管が拡張したことに起因すると思われるが、室温の影響も考えられた。
- 笑気による皮膚血流量の増加や皮膚温の上昇は、アンケート結果の身体が温くなる感じや手足のしびれ感と関係しているのかも知れない。

文 献

- 1) 城 茂治: 精神鎮静法; 臨床歯科麻酔学(松浦英夫, 廣瀬伊佐夫, 城 茂治編)。永末書店, 京都, 131–146, 1995.
- 2) 花谷隆志, 夏目 誠, 太田義隆: 電気生理学的検査. Clin. Neurosci. 12, 526–529, 1994.
- 3) 高谷康男, 西嶋克巳, 宮脇卓也, 小山英樹, 角南次郎, 矢尾尚武: アンケート調査による笑気吸入鎮静法と静脈内鎮静法の比較. 日歯麻誌 18, 642–648, 1990.
- 4) 野口いづみ, 雨宮義弘: フルニトラゼパムとミダゾラムが手背皮膚血流量と皮膚温に及ぼす影響.

日齒麻誌 22, 42-52, 1994.

- 5) Matsukawa, T., Hanagata, K., Ozaki, M., Iwashita, H., Koshimizu, M. and Kumazawa, T.: I.m. midazolam as premedication produces a concentration-dependent decrease in core temperature in male volunteers. *Br. J. Anaesth.* **78**, 396-399, 1997.
- 6) Eisele, J.H., Reitan, J.A., Massumi, R.A., Zelis, R.F. and Miller, R.R.: Myocardial performance and N₂O analgesia in coronary-artery disease. *Anesthesiology* **44**, 16-20, 1976.
- 7) Smith, N.T., Eger, E.I. II, Stoelting, R.K., Wayne, T.F., Cullen, D. and Kadis, L.B.: The cardiovascular and sympathomimetic responses to the addition of nitrous oxide to halothane in man. *Anesthesiology* **32**, 410-421, 1970.
- 8) Ebert, T.J. and Kampine, J.P.: Nitrous oxide augments sympathetic outflow: Direct evidence from human peroneal nerve recordings. *Anesth. Analg.* **69**, 444-449, 1989.
- 9) 河原道夫：吸入麻酔法；臨床歯科麻酔学（松浦英夫，廣瀬伊佐夫，城 茂治編）。永末書店，京都，148-166, 1995.
- 10) Fagrell, B.: Dynamics of skin microcirculation in humans. *J. Cardiovasc. Pharmacol.* **7**, S53-S58, 1985.
- 11) Kano, T., Shimoda, O., Higashi, K., Sadanaga, M. and Sakamoto, M.: Fundamental patterns and characteristics of the laser-Doppler skin blood flow waves recorded from the finger or toe. *J. Auton. Nerv. Syst.* **45**, 191-199, 1993.
- 12) 尾崎 眞：麻酔・周術期の体温研究，その足跡。LiSA **2(12)**, 16-21, 1995.
- 13) Allen, G.D.: 吸入麻酔薬；デンタルアナルゲジア（野口政宏，大澤昭義訳）。書林，東京，147-161, 1983.