麻酔ガス汚染監視データベースの経時的分析

酒井 順 哉* 大 山 満*

Seriate Analysis of Anesthetic Gas Pollution Database

Junya SAKAI and Mitsuru OHYAMA
Surgical Center,
Kagoshima University Hospital,
8-35-1, Sakuraga-oka, Kagoshima 890, Japan

Abstract

Presently almost all of the surgical operating rooms are equipped with the anesthetic gas scavenging system, which enables to prevent diffusion of waste anesthetic gas at high concentrations in the operating room. However, still occasionally air in the operating room is contaminated with anesthetic gas at high concentrations due to poorly checked anesthesia apparatus, misconnection of pipes in the anesthetic gas scavenger, or poor manipulation technique of anesthesia, only temporarily through.

At the surgical center of Kagoshima University Hospital, the air in the operating room collected from the exhaust outlet in each operating room has been collected through the sampling pipes to be watched intensively. An anesthetic pollution monitoring system (APMS) was developed in 1986 to indicate the state of anesthetic gas concentrations in all the operating rooms by means of the infrared spectrophotometer (Miran 103 Analyzer).

There is a hypothesis stating that anesthetic gas pollution of the air in the operating room frequently occurs at the induction stage of anesthesia when the facemask is changed to the endotracheal tube. In this study it was tried to clarify such hypothesis by means of the quantitative analysis of the APMS database.

Onset frequency of anesthetic gas pollution at the abnormal level and the alarming level in 9,070 samplings during the subject period (7,050 sampling of adult anesthesia and 2,020 samplings of pediatric anesthesia), except those less than 25 ppm of nitrous oxide gas concentration, was 825 (9.1%), which was broken to 493 adults (6.99%) and 332 children (16.4%).

As the result, it was known that regardless of adults or children, anesthetic gas pollution was apt to onset frequency in the induction stage of anesthesia, being clarified on the basis of 704 cases under inhalation anesthesia.

*鹿児島大学医学部附属病院中央手術部
(原稿受付: 1991年4月5日)

1. 研究 目 的

余剰麻酔ガス汚染の人体に与える影響に関する代表的な疫学調査として1974年米国麻酔学会の特別委員会報告がある。その調査結果、妊娠初期に余剰麻酔ガスに被曝した麻酔科女医や看護婦では、対照となった小児科医や看護婦に比して、流産の危険性が1.3～2.0倍に増加することが示された¹⁾。現在では、ほとんどの手術室に余剰麻酔ガス排除装置が設置されるようになり、高濃度の余剰麻酔ガスの手術室拡散を防止することが可能となった^{2,3)}。しかし、麻酔器の点検不良・麻酔ガス排除配管への接続忘れや、気管内チューブの挿管や麻酔器のフラッシュ操作などの麻酔手技によって、一時的ではあるが今だに麻酔ガスによる手術室空気の高濃度麻酔ガス汚染は起こっている^{4,5)}。

鹿児島大学中央手術部では、麻酔ガス汚染の程度を常時監視し、手術室勤務者の被曝を最少限にするため、1986年に各手術室排気口から捕集された手術室大気を、サンプリング配管を通して集中監視し、赤外分析装置 (Miran 103 Analyzer) によって全手術室の麻酔ガス汚染濃度測定結果の正常・異常を手術室や控え室に表示する麻酔ガス汚染監視システム (APMS : anesthesia pollution monitoring system) を開発した^{6,7)}。

我々は、APMSの麻酔ガス汚染監視データベースを用いて、手術室の勤務者個人毎の麻酔ガス被曝程度を測定した結果、平均的な濃度としてはNIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) の安全勧告より下回っているものの、余剰麻酔ガス装置が設置された現在でも一時的には麻酔手技によってこの安全勧告を大きく上回ることがしばしば発生することを報告した^{8,9)}。また、同データベースより小児麻酔や耳鼻科領域の咽頭手術等に麻酔ガスの被曝程度が大きいことを明確とした^{10～12)}。

本報告は、カフ無し気管内チューブを用いた小児全身麻酔の臨床症例や、フェースマスクから気管内チューブに交換を行う麻酔導入期に麻酔ガスによる手術室大気中の汚染が多く発生す

ると考えられている仮説を、麻酔ガス汚染監視データベースと手術情報管理データベースからの定量的分析によって明らかにするための研究である。

2. 方 法

本院手術部の施設および全ての麻酔器には、余剰麻酔ガスを麻酔回路から手術室内に拡散することなく安全に屋外大気中に排出する余剰麻酔ガス排除装置 (PCS : pollution control system) が取付けられている。この環境下で、麻酔ガス汚染を監視する APMS は、プログラマブルタイマーによって7:00～18:00迄の時間自動的に運転し、手術室 (全11室) の排気口横に設置されたT型サンプリングユニットから各手術室2.5回/hourのサンプリング回数で各90秒間手術室の空気を吸引する。吸引した手術室の空気は、Miran 103により笑気ガスやハロセンガスの拡散麻酔ガスを個所別の麻酔ガス濃度として測定され、各手術室の麻酔ガス汚染濃度監視盤に連続的な麻酔ガス汚染濃度として監視表示される。さらに、ガス分析結果をA/D変換したデータは、サンプリング開始から90秒経過した後の約30秒間の平均値として、手術室番号・測定時間とともにコンピュータ (M343-SX, SORD) の麻酔ガス汚染監視データベースに自動的に記録される (図1)。

しかし、この麻酔ガス汚染監視データベース

図 1 麻酔ガス汚染解析のシステム環境

図2 麻酔ガス汚染の分析方法

には、測定年月日時分・手術室番号・笑気濃度・ハロセン濃度・異常の有無等のデータ項目は登録されるが、手術の時間関連項目や患者年齢、麻酔方法などの手術管理情報は同時に記録されない。

本院手術部では1981年から手術予約・手術実施集計・検索に用いる手術情報管理システムを稼働させた。手術情報管理システムの手術管理データベースには、手術患者を中心とした手術諸データの他に、麻酔方法、患者入室時刻・執刀開始時刻・手術終了時刻・患者退室時刻などが記録されている¹³⁾。

我々は、手術情報管理データベースと麻酔ガス汚染監視データベースには手術室と時間関連情報が含まれている点に着目して、麻酔時間経過（麻酔導入期・麻酔安定期・麻酔覚醒期までの3期間）と麻酔ガス汚染の指標となる笑気ガスの濃度変化の関係の分析を試みた。

図2は、手術時間経過にともなう全身麻酔の麻酔経過パターンを図示したもので、データベースのデータ群は、麻酔導入期・麻酔安定期・麻酔覚醒期までの3期間をさらに患者入室1時間前から退室1時間後までの7群とし、麻酔ガス汚染監視データベースと手術時間・麻酔時間等を記録した手術情報管理データベースを相互比較する麻酔ガス汚染回数分析プログラムにより、その分析結果を検討した。

麻酔ガス汚染解析プログラムは、1989年7月7日～10月20日までの3ヵ月半に行った全手術症例(1,023件)の中から全身麻酔手術症例(704件)を抽出し、成人・小児(10歳以下)に大別して、手術時間中にサンプリングした笑気ガス濃度が50ppm以上を異常値、25ppm以上を警告値として、その回数を時間区分毎に

麻酔ガス汚染 測定時刻 (年月日時分)	手術室番号	測定ガス: 1		測定ガス: 2	
		笑気濃度	コメント	NO ₂ 濃度	コメント

(a) 麻酔ガス汚染データベース

受付番号	手術月日	診療科名	手術室No	患者番号	患者年齢	患者性別	手術術式	麻酔方法	麻酔時間	入室時刻	執刀時刻	終了時刻	退室時刻
------	------	------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

(b) 手術情報管理データベース

受付番号	患者年齢	入室時刻	執刀時刻	終了時刻	退室時刻	手術室No	測定回数	I期回数			II期回数			VII期回数		
								正常	警告	異常	正常	警告	異常	正常	警告	異常

(c) 麻酔ガス汚染解析ファイル(全身麻酔症例を抽出)

図3 麻酔ガス汚染関連データベースの仕様

集計した。

図3(C)は、麻酔ガス汚染データベースと手術情報管理データベースから集計された麻酔ガス汚染解析ファイルのフロッピーディスク(1MB)上の仕様であり、入室1時間前から退室1時間後までの間のサンプリングデータより全測定回数および7群における笑気ガス濃度の正常回数・警告回数・異常回数を集計し、麻酔ガス汚染の経時変化を解析するための中間ファイルとした。

3. 結 果

対象期間のサンプリング回数9,070回(成人麻酔7,050回、小児麻酔2,020回)中の笑気ガス汚染濃度25ppm未満のサンプリング回数を除く異常値・警告値の麻酔ガス汚染発生回数は825回(9.1%)であり、その内訳は成人493回(6.99%)・小児332回(16.4%)となった。

図4(a)(b)は、手術時間経過に伴う麻酔ガス汚染発生状況を成人麻酔・小児麻酔に大別し、各期間区分の全サンプリング回数の異常・警告の割合として図示したものである。

図5は、異常・警告回数を時間区分毎に集計し、その頻度を表示している。

図4・図5よりI(患者入室前)とVII(患者退室後)の汚染件数は、麻酔器点検や麻酔器インレット着脱等による僅かな件数であり、II～VIまでの麻酔ガス汚染の濃度変化の基準値を知る上で参考になるとともに、麻酔導入期および麻酔覚醒期がI・VIIの期間と明確に区別できることを裏づけられる。

図6は、これらの結果をもとに成人麻酔・小

(4) 医器学 Vol. 61, No. 7 (1991)

図 4 麻酔汚染発生率の経時的比較

見麻酔の7群を麻酔導入期・麻酔安定期・麻酔覚醒期の3区分にまとめた場合の汚染発生件数を表示したものであり、成人・小児いずれの場合も麻酔導入期には、他の期間に比して汚染発生率が高値を示すことが分かる。

4. 考 察

APMS が本来長時間の麻酔ガス汚染被曝を防止することを目的とした監視システムであり、手術室の再サンプリング時間間隔に約16.5min (90 sec×11回) を要することから、我々は、本研究の手術進行に伴う麻酔ガス汚染の濃度変化を十分捕えることができるか疑問であった。この理由として、サンプリングのタイミングと手術室空調の換気条件(約15回/hour)により、一時的麻酔ガス汚染がサンプリングされない可能性があるからである。しかし、各手術室の麻酔ガス汚染の濃度変化は緩慢であり、多くの件数を集計することでこの問題点が解決できると考えた。

図4の麻酔汚染の発生率と図6の発生件数は、

図 5 麻酔進行と異常・警告件数の比較

図 6 麻酔進行と汚染発生件数の比較

患者入室から執刀開始までの麻酔導入期と、手術終了1時間前から患者退室までの麻酔覚醒期に増大する傾向があることを裏付けた。特に、成人麻酔での汚染頻度は少ないものの、手術開始直後に汚染が増加する傾向にある。小児麻酔では、手術期間全体(II・III・IV・V)に麻酔汚染が発生し、その発生率が25%に及ぶことが分かった。これは、麻酔導入時にフェースマスクを小児より少し離して使用する麻酔手技は勿論のこと、小児麻酔にカフ無し気管内チューブを用いた際、気管とチューブ間に間隙が発生し、麻酔ガスが口腔・鼻腔からリークするためと考えられる。

今回集計した異常値の中に100ppmを越えるデータも数多くあることから、警告値と別の重み関数を付加して表示したほうが一層その被曝の危険度に対応した指標となったと考える。

5. 結 論

APMS を用いて麻酔ガス汚染の経時的变化を麻酔ガス汚染監視データベースから定量的に

分析することができた。その結果、成人・小児を問わず麻酔導入期に麻酔ガス汚染が多発する傾向にあることを704件の全身麻酔症例から明らかとした。

その結果、PCSを導入した現在でも麻酔手技やカフ無し気管内チューブを用いる小児全身麻酔手術においては、25 ppm を越える笑気ガスの麻酔ガス汚染が全体の1割弱発生していることが分かった。

このことから、麻酔導入期を中心として麻酔ガス汚染が発生することは、本院手術部だけでなく他の施設でも常時発生していることが予想されるため、常時手術室の麻酔ガス汚染を監視し高濃度の麻酔ガス汚染による被曝を最少限に防ぐ手術室環境監視システムの導入と共に、今後の麻酔手技や手術室環境の抜本的な改善が必要と考える^{14,15)}。

参 考 文 献

- 1) Ad Hoc Committee report on the effect of trace anesthesia on the health of operating room personnel, *Anesthesiology*, 41, 321-340, 1974.
- 2) 新井豊久, 村上悦士ほか：余剰ガスの回収と排除, *臨床麻酔*, 7 (12), 1695-1702, 1983.
- 3) 青野 充, 松尾知子ほか：余剰麻酔ガス排除装置の効果, *麻酔*, 29 (1), 49-54, 1980.
- 4) 釘宮豊城：余剰ガスの測定, *臨床麻酔*, 7 (12), 1667-1673, 1983.
- 5) 古山伸明, 樋口道雄ほか：余剰ガスによる手術室内汚染状況の表示, *手術部医学*, 2(13), 78-80, 1985.
- 6) 酒井順哉, 大山 満ほか：余剰麻酔ガス監視システムの開発研究, *医器学*, 56 (Supply), 59-60, 1986.
- 7) 酒井順哉, 大山 満：手術室における余剰麻酔ガスの環境監視システム, *医療情報学*, 8 (3), 245-254, 1988.
- 8) 酒井順哉, 内山博子ほか：余剰麻酔ガス監視システムを用いた麻酔ガス汚染測定に関する研究, *手術部医学*, 8 (2), 195-200, 1987.
- 9) 酒井順哉, 藤村 剛ほか：手術看護婦・麻酔医の余剰麻酔ガス汚染度に関する研究, *手術部医学*, 10 (2), 175-178, 1989.
- 10) 酒井順哉, 大山 満ほか：小児麻酔時の余剰麻酔ガス対策に関する研究, *手術部医学*, 9 (2), 107-110, 1987.
- 11) 酒井順哉, 大山 満：手術術式と麻酔ガス手術室汚染に関する研究, *医器学*, 59 (Supply), 23-24, 1989.
- 12) 酒井順哉：余剰麻酔ガスによる経時的手術室汚染状況の調査研究, 昭和62年度文部省科学研究費補助金(奨励研究(A), No. 6277139).
- 13) 酒井順哉, 大山 満：パーソナルコンピュータによる手術情報データベースの構築と運用評価, *医療情報学*, 7 (4), 399-408, 1987.
- 14) 酒井順哉, 大山 満ほか：麻酔器用医療ガスチューブの逆流防止を考慮したインレットコネクタの開発研究, *医器学*, 57 (4), 98-100, 1987.
- 15) 酒井順哉, 内山博子ほか：余剰麻酔ガスによる手術室汚染の防止対策(小児用余剰ガス防止マウスピースの開発研究, *医器学*, 57 (Supply), 101-102, 1987.