

原 著

吸入麻酔剤による手術室汚染 —とくに手術室内 ハロセン濃度について

井上 義純¹⁾ 金丸 敬¹⁾ 清野 誠²⁾

¹⁾信州大学医学部附属病院中央手術部, ²⁾信州大学医学部麻酔学教室

OPERATING ROOM CONTAMINATION BY THE INHALATIONAL ANESTHETIC AGENTS —HALOTHANE CONCENTRATION IN OPERATING ROOM

Yoshizumi INOUE¹⁾, Kei KANEMARU¹⁾ and Seiichi KIYONO²⁾

¹⁾Central operating room, Shinshu University Hospital

²⁾Department of Anesthesiology, Faculty of Medicine,
Shinshu University

Key words : 手術室汚染 (Operating room contamination), ハロセン (Halothane)

I はじめに

中央手術部の制度の確立, そこに働く職員の専従化は作業能率の向上をもたらしたが, 同時にいくつかの重要な問題が提起されてきた。そのひとつは麻酔器の pop-off valve の排気口より出る余剰麻酔ガスによる手術室内空気の汚染である。近年, 麻酔医をはじめ手術室勤務の職員が低濃度の麻酔剤を長期間にわたり吸入することによる危険性について関心もたれるようになった。その結果, 余剰麻酔ガスを排除する方法もいろいろ考案されてきた。著者は信州大学医学部附属病院手術室内においてもっとも多く使用されているハロゲン化麻酔剤ハロセンをとりあげ, 手術室内のハロセン濃度をガスクロマトグラフにより測定し, あわせて余剰ガスを床上に導く方法についてその効果を検討した。

II 測定対象および方法

A. ハロセンは本実験を通じ, すべて“フローセン”を使用した。

フローセン: $C_2HBrClF_3$ (m. w. 197.39)

d_4^{20} 1.871 b. p. 50.2°C

B. ガスクロマトグラフとその条件

Model : HITACHI K 53 Gas chromatograph

Carrier gas : N_2 Flow rate : 55ml/min

FID H_2 : 0.6kg/cm² FID air : 20kg/cm²

Injection temp. : 110°C Oven temp. : 60°C

Column packing : 20% PEG 20M/chromosorb
AW (60/80)

C. 検量線の作成

水銀気圧計に接続した655mlの球形フラスコを60°Cの恒温槽に浸し, 吸引ポンプでフラスコ内の気体を出来るだけ吸引したのち, N_2 ガスをフラスコ内へ入れる。同様の操作を3~4回繰り返したのち, フラスコ内へ1気圧になるように N_2 ガスを入れる。マイクロシリンジでハロセン0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 10.0 μ lをそれぞれフラスコ内へ注入し, 各濃度の0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0mlの N_2 -ハロセン気体をフラスコ内より採り, ガスクロマトグラフの基礎試料とした。また各濃度の N_2 -ハロセン気体の5mlを採り検量線を作成した。(註, 4ヶ所に4つの口をもつ球形フラスコを作製し, それぞれの口には水銀気圧計, N_2 ガスポンベ, 吸引ポンプを接続し, 残りの口をハロセン液の注入, N_2 -ハロセン気体の採取に使

用した。)

D. 試料の採取方法

信州大学医学部附属病院手術室は1時間15~20回換気できる all fresh air conditioning system である。

麻酔はすべて半閉鎖法全身麻酔 G. O. F. を行ない、麻酔器 (ハイブリック) より酸素 2l, 笑気 4l の混合ガスを予め検定された気化器 (フローテック II 型) に送り、フローテックのダイヤル目盛を 0.5~1.0% (平均 0.93%) にセットした。挿管ののち 60~90 分後に手術室内の空気を 5~10ml 用注射筒で吸引し、シリコンラバー付注射針で密栓し、直ちにそのうちの 5 ml を測定に用いた。

手術室内の空気を採取するにあたり、余剰ガスが pop-off valve より直接排出される場合 (A 群-18 例) と余剰ガスをエバキュエーターを用いて床上に導いている場合 (B 群-9 例) にわけた。

A 群: 図 1 に示した 7 個所において採取した。なお採取位置 (1), (5), (6) では約 5 分間隔で 2 回採取した。pop-off valve の排気口の高さは 90~115 cm (平均 107.7cm)。

- (註): (4) pop-off valve より麻酔医側へ 50cm, 床面より約 150cm の高さの位置 (麻酔医の顔面にもっとも近い位置)。
 (5), (6), (7) はいづれも床面より約 150 cm の高さ。

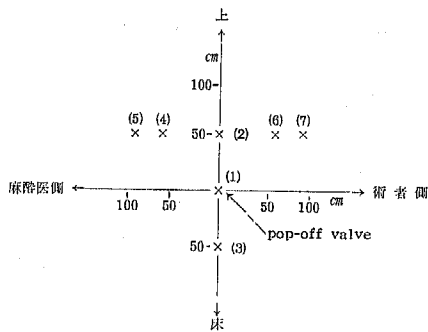


図 1 試料の採取場所

B 群: 7 個所の空気を採取した。

(1) エバキュエーターの排出口。排出口の高さは 15~22cm (平均 19.4cm)。約 5 分間隔で 2 回採取した。

- (2) 排出口直下の床面。
 (3) (2) より 10cm 離れた床面。

(4) (2) より 20cm 離れた床面。

(5) (2) より 30cm 離れた床面。

(6) 閉鎖された pop-off valve より麻酔医側へ 50cm, 床面より約 150cm の高さの位置で約 5 分間隔で 2 回採取した。

(7) 閉鎖された pop-off valve より術者側へ 50 cm, 高さ 150cm。約 5 分間隔で 2 回採取。

測定期間: 昭和 48 年 1 月より 11 月まで。

Ⅲ 成 績

A. 検量線

(1) ハロセン濃度が 0.4 μ l/655ml N₂ 以下の濃度は本実験に用いたガスクロマトグラフでは検出不能であった。

(2) ハロセン濃度 0.5 μ l, 1.0 μ l, 1.5 μ l, 2.0 μ l/655 ml N₂ のおのおのの濃度において、注入量が 5ml 以下の場合、ガスクロマトグラフィーのピークの高さと注入量との間には相関係数が 0.970, 0.998, 0.953, 0.990 の一次式の関係が認められた。

(3) ハロセン濃度 10.0 μ l/655ml N₂ の濃度において注入量が 2ml 以下の場合、ガスクロマトグラフィーのピークの高さと注入量との間には一次式の関係がみられた。(r : 0.995)

(4) ハロセン濃度 0.5 μ l, 1.0 μ l, 1.5 μ l, 2.0 μ l/655 N₂ のそれぞれの 5ml を用いて検量線を作成した (図 2)。

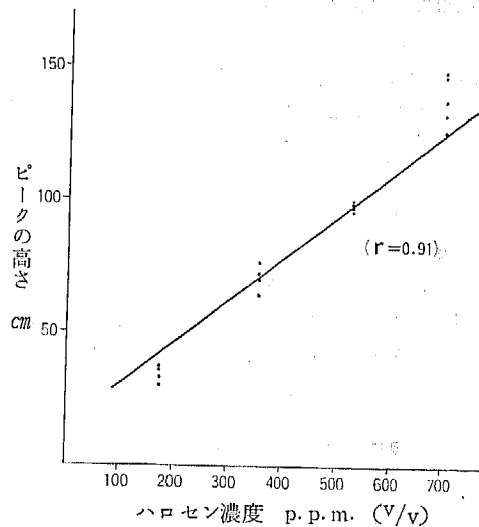


図 2 検量線

吸入麻酔剤による手術室汚染

B. 手術室内のハロセン濃度

麻酔器の pop-off valve より余剰ガスが直ちに室内へ拡散する場合 (A群) の測定結果を表1に示す。

pop-off valve のすぐ近くのハロセン濃度がもっとも高く、1回目と2回目の測定値の差はかなり大きいものであった。麻酔医の顔の近くでは最高 62p. p. m., 術者の顔の近くでは最高 26p. p. m., pop-off valve

の直上 50cm の位置では最高 106p. p. m. であった。

余剰ガスをエバキュエーターで床土へ導いた場合 (B群) の測定結果を表2に示す。

余剰ガス排除 tube (エバキュエーター) の出口では1例をのぞいたほかはすべて 1000p. p. m. 以上であった。麻酔医の顔の近くでは最高 22p. p. m., 術者の顔の近くではすべて (-) であった。

表 1 A 群 測定 結果 (p. p. m. v/v)

No.	採取 部位		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)
	(1)	(2)						(6)	(7)	
1	17	/	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	/
2	44	22	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
3	48	/	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
4	18	9	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
5	77	450	(-)	(-)	62	44	(-)	(-)	(-)	(-)
6	106	9	(-)	(-)	9	9	9	(-)	(-)	(-)
7	202	35	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	26	18	(-)
8	97	35	9	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
9	335	167	13	(-)	(-)	13	18	9	(-)	(-)
10	44	70	(-)	9	9	18	(-)	9	(-)	(-)
11	123	26	106	(-)	(-)	22	(-)	(-)	(-)	9
12	741	317	9	(-)	9	9	22	(-)	(-)	(-)
13	22	88	(-)	(-)	9	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
14	75	/	(-)	(-)	(-)	5	(-)	(-)	(-)	(-)
15	224	53	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
16	53	18	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
17	97	9	(-)	(-)	(-)	/	(-)	(-)	(-)	(-)
18	601	101	26	(-)	(-)	/	(-)	(-)	5	(-)

表 2 B 群 測定 結果 (p. p. m. v/v)

No.	採取 部位		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
	(1)	(2)						(6)	(7)	(6)	(7)
1	1287	1287	211	35	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
2	1834	/	44	26	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
3	2634	2965	88	22	(-)	(-)	(-)	13	(-)	(-)	(-)
4	4058	4586	150	97	53	66	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
5	5790	4654	31	18	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	/
6	4102	4234	62	26	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
7	264	264	31	57	70	53	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
8	2574	4410	97	48	31	66	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
9	3080	3256	75	180	57	44	22	(-)	(-)	(-)	(-)

註 (-) : ピークの非常に低いとき, またはピークの得られなかった場合。

/ : 測定を行なわなかった場合。

Ⅳ 考 察

近年、ガス麻酔剤（ハロセン、ペントレン、笑気等）の人体への障害、とくに比較的高い濃度の麻酔剤を一時間吸入した患者における副作用についてはよく知られるようになった。しかし低濃度の麻酔剤を長期にわたり吸入した場合の危険性については現在なお不明な点が多い。手術室職員のハロセンによる肝障害、女性においては各種吸入麻酔剤による流産、催奇性などが注目されるようになってきた。現在全身麻酔に用いられる薬剤のなかではハロセンがもっとも多く用いられており、その使用される頻度は90%にも達するといわれている。

当院手術室においてももっとも利用されている笑気・ハロセン麻酔（G. O. F.）の場合の手術室内ハロセン濃度の測定をおこなった。余剰ガスが pop-off valve より排出される群（A群）では、valve のすぐ近くがもっとも高い濃度を示し、約5分後の2回目の測定値との大きな差は valve より出た余剰ガスの拡散の速やかなことによるものと考えられる。B群の排気口のハロセンの高い濃度測定値とくらべるとき、手術室内へ排出されたハロセンが急速に拡散してゆくことがよく理解される。手術室内へ出たハロセンの拡散の方向を左右する主な因子として、(1)手術室の空調施設、(2)手術室内での人々の動きなどがあげられる。当院手術室は一応の空調施設を備えており、とくに小手術室には排気装置も設けられているが、valve より出たハロセンが特定の方向に高濃度のまゝ流れてゆく傾向は見出せなかった。また小手術室内の排気装置の附近の空気について同様の方法で試料を採取したがガスクロマトグラフィでピークは得られなかった。大手術室（20例）と小手術室（11例）にわけるとき両者に著明な差はみられなかった。しかし、花見ら²⁾によると空調設備のない室内ハロセン濃度は空調設備のある場合にくらべてはるかに高く、かつダイヤルを切った時点より長時間にわたってハロセンが検出されるという。

A群において採取部位(2)と(3)をくらべるとき、pop-off valve より出たハロセンはその比重が空気の比重より大きいにもかかわらず下方へ沈む傾向はみられないで、むしろ pop-off valve の上方において高い測定値がえられた。このことは麻酔医が比較的高い濃度の余剰ガスを吸入する可能性を示すものと考えられる。

今回の測定に用いられたガスクロマトグラフの精度は高いものではなく、したがって今回の測定にさいしての測定値(-)の意味するところは測定部位のハロセン濃度がつねに零またはそれに近いことを示すものではない。

麻酔器より排出される余剰ガスの処理については従来いろいろの方法が考案され、それぞれ効果のあるものと考えられる。

(1) 活性炭で余剰ガスを吸収する方法³⁾。

(2) pop-off valve より余剰ガスを吸引器を用いて室外へ出す方法⁴⁾。この方法には吸引器を用いなくて余剰ガスを床の上、あるいは室外へ導くこともある。

本実験B群において pop-off valve から出る余剰ガスをエバキュエーターを用いて床面の近くに導いた場合の効果を検討した。エバキュエーターの tube の出口において非常に高濃度のハロセンが測定され、約30cm 離れた床面に近いところでは最高66p. p. m. であった。麻酔医および術者の近くではハロセンの検出される頻度はA群にくらべると少ない。しかしB群で用いた方法は十分な空調設備のない場合には室内空気の移動により床面ちかくのハロセンが上方へまいあがる可能性も大きく、とくに暖房を利用する冬期においてはハロセンの分解によって生ずるホスゲンの人体にもたらす障害をあわせ考えるとき、やはり余剰ガスは室外へ導かれるべきもの考える。

比較的に簡単な方法によりハロセン吸入の危険性を少なくすることが可能であり、手術室に働く人びとの健康管理の面からみて、今後さらに余剰ガスの排除について十分な配慮がのぞまれる。

Ⅴ 結 語

1. 信州大学医学部附属病院手術室内のハロセン濃度をガスクロマトグラフで測定した結果、麻酔医の近くで最高62p. p. m. を検出した。

2. 麻酔器の pop-off valve から出たハロセンは手術室内で急速に拡散する。

3. 余剰ガスを床面の近くへ導く方法はハロセン吸入防止に効果があるものとする。しかし手術室勤務者の健康のためには余剰ガスを室外へ排除することが大切である。

ガスクロマトグラフによる空気中ハロセン濃度の測定については武田薬品工業中央研究所化学研

吸入麻酔剤による手術室汚染

研究所研究員桑山素明氏、上柳次三郎博士のご指導をいただきました。水銀気圧計の作製にあたり信州大学理学部化学科窪田衛二氏より種々のご助言をいただきました。こゝに謝意を表します。

文 献

- 1) 清野誠一, 他: 手術室勤務者の環境条件による危険性. 信州医誌, 20: 217-221, 1972
- 2) 花見千幸, 他: 手術室内ハロセン濃度. 麻酔, 22: 1487-1491, 1973
- 3) 青野 允, 他: 余剰麻酔ガスと麻酔科医の健康. 麻酔, 21: 282-288, 1973
- 4) 松本明知, 他: 簡単な余剰麻酔ガス排除装置について. 麻酔, 21: 587-589, 1973
- 5) 大森正弘, 他: 余剰麻酔ガス排除装置について. 麻酔, 19: 323-325, 1970

(1974. 12. 20 受稿)