

綜 説

手術室勤務者の環境条件による危険性

—とくに肝臓・腎臓障害について—

清 野 誠 一

信州大学医学部麻酔学教室

金 丸 敬 井 上 義 純

信州大学医学部附属病院中央手術部

ENVIRONMENTAL RISK OF OPERATING ROOM PERSONNEL
LIVER AND KIDNEY DAMAGE

Seiichi KIYONO

Department of Anesthesiology, Faculty of Medicine,
Shinshu University

Kei KANEMARU and Yoshizumi INOUE

Central Operating Room, Shinshu University Hospital

Key words : Environmental Risk, Operating Room

I はじめに

手術中患者の生命管理にたざさわる麻酔医は、低濃度ではあるが、ハローセン、ペントレンなどの強力な麻酔剤を毎日吸入しながら手術室で働いている。手術室勤務の看護婦、手術をする医師も同様の条件下にある。これらハロゲン化合物系の麻酔剤を慢性的に吸入すると生体にどのような影響があるのか、麻酔管理は連続して何時間まで行なってよいのか、麻酔終了後これらの麻酔剤吸入によりどの程度、精神的ならびに身体的影響が残っているのかなどの問題は殆んど検討されていない。手術室勤務者の環境条件による危険性および健康管理について、文献的考察ならびに現在われわれがどのような対策をたてているかを述べてみたい。

II 手術室勤務者の環境条件による危険性

今迄に報告されている環境条件による危険性をまとめると表1のごとくである。これらのうち現在もっとも問題になっているのは、ハローセン、ペントレンによる肝・および腎障害である。放射線の影響、輸血に

関連した肝炎、および可燃性麻酔剤による爆発については省略し、以下表1の順序で述べる。

1) 精神的ストレスおよび疲労

手術室という特殊な環境で働く者にとって、手術・麻酔という業務は患者の生命と直接関係があるため、たえず精神的に緊張した状態が続いている。この事が

表 1 手術室の環境条件による危険性

- | |
|--------------------|
| 1. 精神的ストレスおよび疲労 |
| 2. ハローセンによる肝障害 |
| 3. ペントレンによる腎障害 |
| 4. 笑気による骨髄機能抑制・中毒 |
| 5. 細網内皮系悪性腫瘍の罹患率増加 |
| 6. 流産 |
| 7. SEX RATIO の変化 |
| 8. 仕事終了後の交通事故の問題 |
| 9. 放射線の影響 |
| 10. 感染(血清肝炎) |
| 11. 可燃性麻酔剤の爆発事故 |

大きなストレスとなることは十分に考えられるが、客観的に評価することは困難であるため、この方面の研究はほとんどないといつてよい。

Bruce¹⁾らは1944年から1964年迄の20年間にアメリカおよびカナダ両国で死亡した麻酔医441名の統計を発表しているが、注目すべきことは麻酔医の自殺が一般の統計の2倍の高率を示していることと、細網内皮系(RES)の悪性腫瘍による死亡率が高いことである。

Spierdijk²⁾によれば麻酔医はストレスおよび低濃度麻酔剤吸入による影響のため、かなりの人が神経質になっており、不整脈に悩んでいる人も多いことを報告し、麻酔医の健康管理の重要性を強調している。われわれは経験上連続して麻酔管理を行なう時は3時間を目標にし、手術がこれ以上に及ぶ時は交代するか、休憩をとるようにしている。麻酔医1日あたりの症例数は1例2時間前後のもの2例が妥当であろう。手術室勤務看護婦の労働時間もほぼ同様に考えている。今後手術室勤務者の疲労については労働衛生的な立場から検討する必要がある。

2) ハローセンによる肝障害

手術室の安全対策の一つとして非爆発性の吸入麻酔剤が次々と開発されている。表2に示したように、これらの麻酔剤はいずれもF, Br, Clなどのハロゲン含有している。

表2 Halogenated Anesthetic Compounds

1. Chloroform	CHCl_3
2. Ethyl chloride	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$
3. Trichlor ethylene	$\text{CHCl}=\text{CCl}_2$
4. Halothane (Fluothane)	CHBrClCF_3
5. Methoxyflurane (Penthrane)	$\text{CHCl}_2\text{CF}_2\text{OCH}_3$
6. Trifluoroethyl vinyl ether (Fluoromar)	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{OCH}=\text{CH}_2$
7. Forane	$\text{CF}_3\text{CHClOFC}_2\text{H}$
8. Enflurane (Ethrane)	$\text{CHFClCF}_2\text{OCF}_2\text{H}$

ハローセン麻酔後の患者に稀ではあるが広汎肝壊死が発生することが問題となり、アメリカにおいて80万人を対象としたNational Halothane Study³⁾が行なわれた。その結果統計学的にハローセン麻酔と肝壊死との間に因果関係は認められず、広汎肝壊死82例中9例の原因が明らかでなく、なおハローセンによるものではないかという疑問が残されている。術後6週間以

内の死亡率の統計ではハローセン麻酔の安全性が高いという結果が報告されている。最近問題になってきたのはハローセンによる肝障害はアレルギーによるものではないかとする考え方で、麻酔医のなかにこのような症例が発生している。

Klatskin (1969)⁴⁾は、44才の男性で明らかにハローセンにより感作された結果肝炎を繰り返した麻酔医の症例を報告している。患者は枯草熱と喘息に罹患したことがあり、アレルギー体質であった。麻酔業務開始後約6ヶ月で急性肝炎の症状で発病し、当時は急性ウイルス性肝炎と診断された。その後6年間に麻酔の仕事に復帰すると24時間以内に肝炎が再発することを6回繰り返している。1967年11月、0.1~0.2%ハローセンを5分間吸入する誘発試験(Halothane challenge)が行なわれた。肝機能検査および肝生検の結果からハローセン感作による急性肝炎であることが判明した。この麻酔医はその後ハローセンを用いない麻酔方法にきりかえてからは全く発病していない。Lattey⁵⁾は麻酔の仕事を開始してから、不整脈と心房細動に悩まされ、その原因がハローセンによるものではないかと考え、ベントレンを使用するようになってから発作がおきなくなった経験を報告している。

以上の症例から手術室内で低濃度のハローセンを長期間吸入していると、個体によってはハローセン感作による肝炎および不整脈発作の危険性が存在する。

奥村⁶⁾によればハローセンのような簡単な構造の物質が抗原になり得るかどうか疑問があり、ハローセン自体がHaptenとして働くのではなく、おそらく崩壊細胞が抗原となり、二次的に抗体が出現するのではなからうかと述べている。吸入された麻酔剤の大部分は肺から排泄されるが、Van Dyke⁷⁾らによれば1.5~12%は体内で代謝され、 CO_2 または代謝産物として尿その他の経路から排泄される。

ハローセンの代謝過程は図1のごとくで、肝臓のミクロゾーム酵素により脱塩素、脱臭素された後 Tri-fluoroacetic acid, Br^- , Cl^- , $\text{CF}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ のグルクロン抱合物などが産生され主として尿中に排泄される。

これらの分解産物が長期間肝臓に蓄積されるため酵素誘導系(Enzyme induction system)の刺激によって肝炎が起るのではないかという説がある。ハローセンを低濃度で常時吸入しているとこれらの分解産物が血中および尿中に微量ではあるが検出されている。

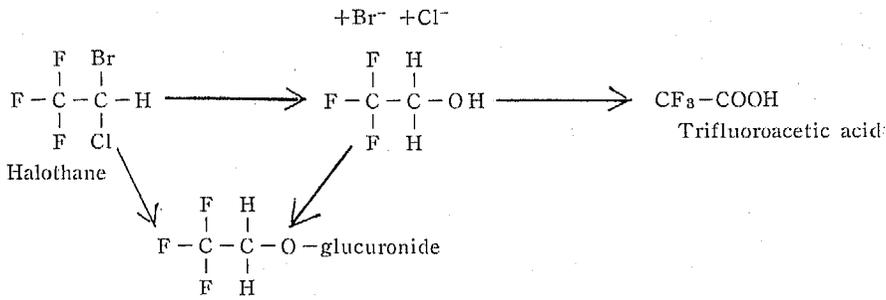


図 1 ハロセンの代謝

3) ペントレンによる腎障害

ペントレン麻酔は導入・覚醒は遅いが、心筋のカテコールアミンに対する被刺激性を高めない長所があるため、広く用いられている。

1964年に Paddock⁸⁾ はペントレン麻酔後に発生した腎機能障害例を報告してから、いわゆる High output renal failure が注目されるようになった。臨床症状⁹⁾ はペントレン麻酔後3～6時間に患者の尿量が急激に増加し、脱水状態におちいる。尿の比重は低調で、血中尿素窒素量は増加、高Na血症をきたし、意識障害をおこしてくる。このような状態が6～10日間持続し、時に患者が死亡することがある。原因として、1) ペントレンの代謝産物である Calcium oxylate crystals が腎細尿管につまる。2) ADH に対する腎の反応が抑制される。3) 抗生物質(テトラサイクリン)による腎障害と合併している。4) 血中に弗素(F)が200マイクロモル以上になると腎毒性が現われる。5) 老人、肥満者に多い、などがあげられている。

ペントレンの体内における代謝過程は図2のごとくである。Mazze¹⁰⁾によればペントレンのC-F結合の

部位が不安定で、もっとも分解されやすい。弗素イオンは体内に蓄積され易く、酵素抑制(Cytochrome oxidase, isocitric dehydrogenase), 多尿, 腎臓における糖閾値低下, 腎障害, 酵素誘導などの作用がある。弗素の慢性中毒¹¹⁾(Chronic fluorosis)は、飲料水中に多量に含まれている土地の人々や、弗素を含むガスを吸入する人に職業病としておこることが知られており、骨硬化症, 神経症状があらわれる。ペントレンを長期間吸入していると、弗素が体内に蓄積し、慢性中毒, 腎障害を起こす可能性は否定できないので、詳細な検討が必要である。

4) 笑気による骨髄機能の抑制および中毒

Lassen¹²⁾らは患者が笑気を長時間吸入しているとき骨髄機能が抑制されることを報告し、Eastwood¹³⁾, Johnson¹⁴⁾らも動物実験で、ラットに80%笑気を吸入させると、白血球, 赤血球産生機能が抑制された成績を報告している。通常の麻酔時間ではほとんど問題にならないが、手術時間が長時間になった時は一応考慮する必要がある。手術室内の笑気濃度はきわめて低いことが想像されるが、麻酔医に RES の悪性腫瘍が多い事実と何等かの関連があるのではないかと考

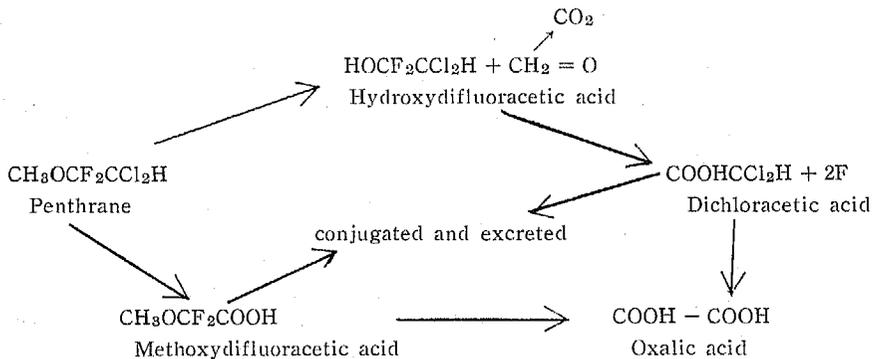


図 2 ペントレンの代謝

えられる。笑気はその名が示すように吸入するとある時期に酩酊状態になるので、これを取り扱う者が常習的に吸入し、笑気中毒になり得る恐れがある。麻酔医は麻薬の管理とともに笑気の管理にも十分注意する必要がある。

5)~8) 麻酔医の死因として細網内皮系の悪性腫瘍が多いこと、女性の麻酔医に流産が多い、麻酔医の子供に女子が多く生れる、仕事終了後に交通事故が多発するのではないかなど、いくつかの問題が文献に現われているが、いずれも推定の域をでていない。今後の検討が待たれる。

Ⅲ 手術室内空气中ハローセン濃度の測定

われわれは信州大学医学部附属病院中央手術室内で、笑気ハローセン麻酔を行なっている時に、麻酔器の周囲で空气中のハローセン濃度がどの程度であるかを測定してみた。麻酔開始後1時間30分、ハローセン濃度を1%に保った状態で図3のごとく、麻酔器のポップ オフ バルブから水平面で麻酔医側で A₁, A₂ 点、術者側で A₃, A₄ 点をさだめ、それぞれの間隔を50cmとした。垂直面ではバルブに最も近い所を B₃, 上方に50cm間隔で B₂, B₁ 点、床面を B₄ 点と定めた。B₃~B₄ 間は 1m50cm である。A₁~A₄, B₁~B₄ の8ヶ所から空気サンプルを採取し、ガスクロマトグラフにより分析した。成績は表3のごとくで、床面から 1m50cm、麻酔器のバルブから 1m 以内ではハローセン濃度は約 40 ppm であった。床面の濃度は 0.6 ppm であった。

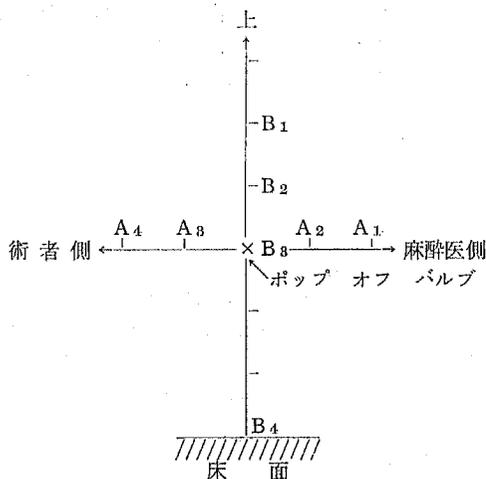


図3 空気サンプル採取場所

表3 麻酔器周囲空气中フローセン濃度 (ppm)

A ₁	41	B ₁	1.0
A ₂	40	B ₂	1.0
A ₃	46	B ₃	130
A ₄	37	B ₄	0.6

Ⅳ 手術室内空気汚染の防止対策

われわれは現在麻酔器のポップ オフ バルブの所にプラスチックの袋またはゴム手袋の廃品をかぶせ、これに吸引器を連結して余剰ガスを室外に排除している。手術室の吸引装置は地下ポンプ室に集中しているので、余剰ガスは当然地下室にたまっていく。このガスをどう処理するかは今後の問題であり目下検討中である。

製品には OHIO 製余剰ガス排除装置 (Gas evacuator) があるが、余剰ガスを床面に流出させる構造になっているので、手術室内の空気は汚染される。余剰ガスを活性炭に吸着させる方法も工夫され、すでにガスコレクター (藤倉) が試験的に用いられている。費用が高くつくのが難点である。

麻酔を半閉鎖法から閉鎖法にきりかえる方法も考えられるが、笑気を用いた場合アノキシアを起す危険性が高いので、患者の安全性の立場からみると好ましい方法ではない。

Ⅴ おわりに

手術室勤務者の環境条件による危険性についてハロゲン化合物系麻酔剤による、肝臓および腎臓障害を中心に綜説的に述べた。手術室内の麻酔器の近くではハローセン濃度約 40ppm が検出された。今後手術室内空気汚染の防止対策は勤務者の健康管理の立場からも大切である。

文 献

- 1) Bruce, D. L. et al: Causes of death among anesthesiologists, *Anesthesiology*, 29: 565-569, 1968
- 2) Spierdijk, J.: Anaesthesia and pharmaceuticals, p.137, Leiden University Press, Netherlands, 1972
- 3) Gall, E. A.: Report of the pathology panel-national halothane study, *Anesthesiology*, 29: 233-248, 1968

- 4) Klatskin, G. et al : Recurrent hepatitis attributable to halothane sensitization in an anesthetist, *New Eng. J. Med.*, 280 : 515-522, 1969
- 5) Lattey, M. : Halothane sensitization, a case report, *Can. Anaes. Soc. J.*, 17 : 648, 1970
- 6) 奥村福一郎 : ハロセン肝障害とアレルギー, *麻酔*, 19 : 704-709, 1970
- 7) Van Dyke, R. A. et al : Metabolism of volatile anesthetics, *Anesthesiology*, 26 : 348-357, 1965
- 8) Paddock, R. B. et al : The effects of methoxyflurane on renal function, *Anesthesiology*, 25 : 707-708, 1964
- 9) Jones, N. O. : Methoxyflurane nephrotoxicity, a review and a case report, *Canad. Anaesth. Soc. J.*, 19 : 152-159, 1972
- 10) Mazze, R. I. et al : Methoxyflurane metabolism and renal dysfunction, *Anesthesiology*, 35 : 247-253, 1971
- 11) Siddiqui, A. H. : Fluorosis in Nalgonda district, Hyderabad-Deccan, *Brit. Med. J.*, Dec, 10 : 1408-1413, 1955
- 12) Lassen, H. C. A. et al : Treatment of tetanus; severe bone-marrow depression after prolonged nitrous oxide anesthesia, *Lancet*, 527-530, 1956
- 13) Eastwood, D. W. et al : Effect of nitrous oxide on the white-cell count in leukemia, *New Engl. J. Med.*, 268. 6 : 297-299, 1963
- 14) Johnson, M. S. et al : Hematologic alterations produced by nitrous oxide, *Anesthesiology*, 34 : 42-49, 1971

((1972. 11. 29 受付))