

イソフルラン麻酔中の head-up tilt による 脳内酸素環境の变化

藤岡 丞*, 水本 靖*, 船山 忠久*
大野 太郎*, 稲田 英一*, 岡田 和夫*

要 旨

イソフルラン麻酔中の head-up tilt (HUT) による脳内酸素環境の变化を検討した。1 MAC イソフルラン麻酔下の手術患者10名 (I 群) および対照群として覚醒健常人10名 (A 群) に10° の HUT を行い、近赤外線分析法を用い局所脳内酸素飽和度 (rSo₂) の变化を5分間、および水平位に復帰させてから3分間測定した。A 群では rSo₂ の低下は見られなかった。I 群では HUT 1 分後から水平位復帰の3分後にかけて、rSo₂ が低下した。HUT の4分後から水平位復帰の3分後で両群間に有意差を認めた。イソフルラン麻酔中の HUT では覚醒時に比べて脳内酸素環境が悪化する可能性が示唆された。

はじめに

覚醒時の head-up tilt (HUT) により、健常者でも脳血流量 (CBF) 減少^{1,2)} や、脳内酸素環境の悪化が生じる³⁾ ことが報告されている。しかし全身麻酔中の HUT が脳内酸素環境に及ぼす影響についての報告はない。

揮発性麻酔薬は HUT 時の全身血行動態変化を増強⁴⁾ し、脳循環においては脳血管の自動調節能を抑制する⁵⁾ ため、揮発性麻酔薬による全身麻酔中の HUT の CBF 減少は覚醒時より大きいと予想される。一方で揮発性麻酔薬による脳酸素代謝率 (CMRO₂) 減少⁵⁾ は脳内酸素環境に有利と考えられる。これらから揮発性麻酔薬を用いた全身麻酔

中の HUT では脳内酸素環境の变化は覚醒時と異なると予想される。

そこで本研究ではイソフルラン麻酔中の患者に HUT を行った際の血行動態と脳内酸素環境の变化について検討した。脳内酸素環境の变化は、近赤外線分析法 (INVOS 3100A, SOMANETICS 社) を用いて局所脳内酸素飽和度 (rSo₂) を連続的、非侵襲的に測定して評価した。

対象と方法

イソフルラン麻酔下に予定手術をうける ASA I の10名 (I 群) および健常ボランティア10名 (A 群) を対象とした。起立性低血圧の症状のあるものは対象から除外した。対象者20名には研究内容について説明し口頭で同意を得た。

I 群では前投薬は用いず、麻酔導入及び気管内挿管はチオペンタール 2 mg/kg, ミダゾラム 0.04 mg/kg, ベクロニウム 0.2 mg/kg, イソフルラン 0.5-3% を用いて行った。麻酔導入後の終末呼気イソフルラン濃度は1.2% とし、終末呼気二酸化炭素分圧が40 mmHg になるように調節呼吸を行った。亜酸化窒素は用いず、Fio₂ は1.0 とした。麻酔が安定したところで左前額部に INVOS 3100 A のプローブを装着し、rSo₂ の測定を開始した。上腕部で非観血的に平均血圧 (mBP) を、心電図から心拍数 (HR) を測定した。各測定値は1分毎に記録した。また上肢で経皮的動脈血酸素飽和度 (SpO₂) を測定した。

A 群では被験者を手術台上で仰臥位にし、軽く閉眼させて安静を保ち、毎分12-16回程度の一定の呼吸をするように命じた。I 群と同様に rSo₂,

*帝京大学医学部麻酔学講座

mBP, HR, SpO₂の測定を行った。酸素は投与しなかった。

両群とも十分に各測定値が安定したところでこれを HUT 前値とし、本測定を開始した。まず約10秒かけて手術台を傾けて、10°の HUT 体位とし、rSO₂, mBP, HR を5分間、1分毎に測定、記録した。5分後、10秒かけて水平位に戻し、以後3分間1分毎に上記パラメーターを測定、記録した。各時点での各測定値の HUT 前値からの変化(Δ)を分析した。

統計処理としては繰り返しのある分散分析と post-hoc に Fisher's PLSD を用い、P<0.05を有意差ありと判定した。

結 果

両群の背景を表1に示す。年齢、性、身長、体重に有意差を認めなかった。全例で測定中の SpO₂に変化はみられなかった。

血行動態の変化を図1に示す。I群では HUT の3, 4, 5分後で mBP が前値に比べ有意に低下した。水平復帰1-3分後でも前値に比べ有意に低下していた。A群でも HUT の1分後から水平復帰3分後まで前値に比べやや低下したが、有意ではなかった。両群間に有意差は認めなかった。HR は両群で HUT により変化しなかったが、水平位復帰の1-3分後で I 群でのみ前値に比べ有意に低下し、両群間に有意差を認めた。

rSO₂の変化を図2に示す。I群では HUT 1-5分後で前値に比べ rSO₂が有意に低下した。また水平位復帰後も上昇せず1-3分後で前値に比べ有意に低下していた。A群でも HUT の1分後から水平位復帰の3分後まで前値に比べやや低下したが、有意ではなかった。HUT 4分後から水平位復帰の3分後で両群間に有意差を認めた。

考 案

HUT では静脈還流量の減少による血圧低下に加え、脳と心臓との高低差が生じるため脳動脈圧は低下する¹⁾。中心静脈圧や頭蓋内圧も低下するが、脳動脈圧の低下はそれを上回るため、脳灌流圧は低下する¹⁾。健常者²⁾および起立性低血圧患者⁶⁻⁸⁾で、HUT による CBF の減少が報告されている。また健常者で近赤外線分析法を用いて HUT による脳内酸素環境の悪化を観察した報告³⁾

表1 患者背景

	A 群	I 群
年齢(歳)	26.4±1.28	28.4±4.50
性(男:女性)	7:3	8:2
身長(cm)	167.2±1.79	167.5±2.86
体重(kg)	65.2±3.31	58.0±2.38

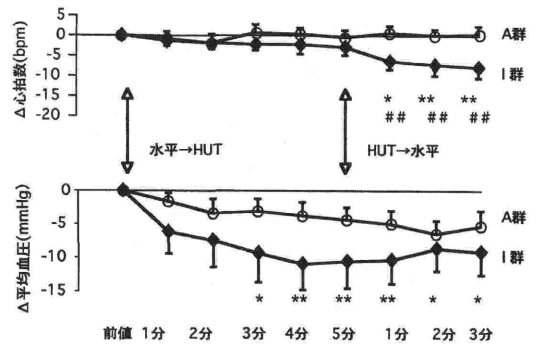


図1 UHT による血行動態の変化
A 群：覚醒群，I 群：インフルラン麻酔群，平均±標準誤差
*：p<0.05 **：p<0.01 vs.前値. #：p<0.05
##：p<0.01 vs. A 群.

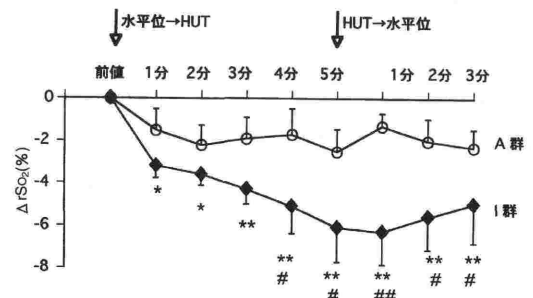


図2 head-up tilt (HUT) による脳内酸素飽和度 (rSO₂) の変化
A 群：覚醒群，I 群：インフルラン麻酔群，平均±標準誤差
*：p<0.05 **：p<0.01 vs.前値. #：p<0.05
##：p<0.01 vs. A 群.

もある。これらの報告はいずれも覚醒時の測定で、全身麻酔中の HUT による脳内酸素環境の変化を調べた報告はない。

近赤外線分析法を用いて非侵襲的、連続的な脳内酸素環境のモニタリングが可能になった。

INVOS 3100A も近赤外線分析法の原理を用いて rSO_2 を測定している。 rSO_2 は主として CBF と $CMRO_2$ のバランスによって決定され、脳内酸素環境の変化を反映するものと考えられている⁹⁾。

今回、A 群と I 群では FiO_2 が異なるため rSO_2 の絶対値は両群で比較できず、HUT により生じた変化 (ΔrSO_2) について分析した。HUT により rSO_2 は I 群で HUT 前値に比べ有意に低下したが、A 群では有意な低下は見られなかった。両群間には有意差が見られた。この結果からはイソフルラン麻酔中の HUT では覚醒時に比べて脳内酸素環境が悪化した可能性が示唆された。この脳内酸素環境の悪化は CBF/ $CMRO_2$ のバランスの悪化を反映したものと考えられた。

1 MAC のイソフルランにより $CMRO_2$ は 50 % 程度減少する¹⁰⁾ とされることから、HUT 前の脳内酸素環境は I 群で有利であったと考えられる。このため HUT による変化は I 群の方が小さいとも予想されたが、実際には I 群でのみ CBF/ $CMRO_2$ バランスが悪化した。 $CMRO_2$ は HUT によって変化しないとすると、CBF/ $CMRO_2$ バランスの悪化は主に CBF の減少によるものと考えられた。

2 MAC のイソフルラン麻酔は血管拡張作用、心収縮力抑制作用、さらに圧受容体反射抑制により HUT による血圧の低下を増強するという報告⁴⁾がある。今回、A 群では HUT による mBP の低下は見られなかったが、I 群では HUT 3 - 5 分後で mBP が有意に低下した。この血圧低下が CBF 減少に関係があると考えられた。さらにイソフルランによる脳血管の自動調節能への影響についても考慮する必要がある。1 MAC のイソフルランは脳血管の自動調節能を抑制しない¹⁾ とされ、この点では今回両群間に差はなかったと考えられる。もしイソフルラン麻酔中の HUT で見られた脳内酸素環境の悪化が血圧の低下によるものであれば、今後フェニレフリン等の薬物を投与して血圧を一定に保った場合の脳内酸素環境の変化についても検討する必要がある。

水平位復帰後も rSO_2 は回復せず、水平位復帰の 3 分後でも前値に比べて有意に低下していた。これは HUT により一度悪化した脳内酸素環境は簡単には改善しないことを示しているとも考えられ

た。水平位復帰の 3 分以後の変化についても今後検討する必要があると思われる。

A 群では HUT により rSO_2 は有意に低下しなかった。Yoshimoto ら³⁾ は覚醒健常ボランティアで 60 度の HUT による脳内酸素環境の悪化を報告している。手術中には 10 度程度の HUT がよく行われることから、本研究ではこの角度を選んだが、今回の結果から覚醒時なら問題がない程度の軽度の HUT でも、イソフルラン麻酔中には脳内酸素環境が悪化する可能性があることが分かった。

結 論

イソフルラン麻酔中の HUT による脳内酸素環境の変化を検討した。イソフルラン麻酔中には、覚醒時に比べて HUT により脳内酸素環境が悪化しやすい可能性が示唆された。

文 献

- 1) Ganong WF (熊田衛訳) : 医科生理学展望. 丸善, 東京, 1996, PP. 620-621
- 2) Warkentin S, Passant U, Minthon L, et al : Redistribution of blood flow in the cerebral cortex of normal subjects during head-up postural change. Clin Auton Res 2 : 119-142, 1992
- 3) Yoshimoto S, Ueno T, Mayanagi Y, et al : Effect of head up tilt on cerebral blood flow and blood volume. J J Aerospace Environ Med 31 : 9-16, 1994
- 4) Adachi H : Sevoflurane anesthesia maintains reflex tachycardia on position change from supine recumbent to head-up tilt. J Anesth 10 : 129-132, 1996
- 5) Michenfelder JD : Anesthesia and Brain. Churchill Livingstone, New York, 1988, PP79-83
- 6) Passant U, Warkentin S, Minthon L, et al : Cortical blood flow during head-up postural change in subjects with orthostatic hypotension. Clin Auton Res 3(5) : 311-8, 1993
- 7) Njemanze PC : Critical limits of pressure flow relation in the human brain. Stroke 23 : 1743-1747, 1992
- 8) Grubb BP, Greard G, Roush K, et al : Cerebral vasoconstriction during head upright tilt-induced vasovagal syncope. Aparadoxical and unexpected response. Circulation 84 : 1157-1164, 1991
- 9) 小西晃生, 菊地恵子 : 開心術における脳内酸素飽和度の意義. 臨床麻酔 19 : 1759-1763, 1995
- 10) Todd MM, Drummond JC : A comparison of the cerebrovascular and metabolic effects of halothane and isoflurane in the cat. Anesthesiology 60 : 276-282, 1984
- 11) Eger El II : Isoflurane (Forane): A comparison and Reference. Madison, Wisconsin, Anaquest, A division of BOC Inc. 1995

Change of Cerebral Oxygenation in Response to Head-up Tilt under Isoflurane Anesthesia

Susumu Fujioka*, Kiyoshi Mizumoto*, Tadahisa Funayama*

Taro Ohno*, Eiichi Inada*, and Kazuo Okada*

*Department of Anesthesiology, Teikyo University School of Medicine, Tokyo, Japan

We studied the change of cerebral oxygenation in response to head-up tilt under isoflurane anesthesia. The parameters including blood pressure, heart rate, end tidal CO₂, percutaneous O₂ saturation and cerebral oxygen saturation (rSO₂) were measured. After informed consent 10 adult healthy patients undergoing elective surgery were anesthetized with 1.2 % isoflurane (i. e. 1MAC) (Group I). Ten awake adult healthy volunteers served as control (Group A). After stabilization, the position was changed from horizontal

to 10 degree head-up tilt over 10 second. The head-up position was kept for 5 min, and the parameters were recorded every minute. Then the subject was returned to the horizontal position. The parameters were measured every minute for 3 min. While the rSO₂ remained constant during head-up tilt in the Group A, the rSO₂ significantly decreased during head-up tilt and remained low after repositioning in the Group I. These results suggest cerebral oxygenation may be impaired in response to head-up tilt under isoflurane anesthesia.

Key Words : Head-up tilt, Cerebral oxygenation, Isoflurane

(Circ Cont 18 : 209~212, 1997)