原著論文

帝切時、高濃度酸素吸入の 臍帯動静脈血に及ぼす影響

大谷育子* 高谷哲夫* 山崎陽之介* 滝口 守*
中村武志* 薮田ゆき子* 加藤秀一* 天野道之助*

要旨 帝切時、胎児により多くの酸素を供給することを目的として高濃度酸素を投与した場合、臍帯動静脈血の酸素分圧はどのように変化するか？ 脊髄麻酔にて帝切術を施行する際、母体の吸入酸素濃度を変え（21%，50%，90%），臍帯動静脈、及び母体の血液ガスを測定した。

術前、術中とも、特に問題の無い症例 32 例について検討した結果、母体の PaO_2 が 250 mmHg までは、臍帯静脈 PO_2 はほとんど変化せず、250～400 mmHg の間で直線的に上昇し、400 mmHg 以上では、もはや上昇せず、むしろ低下する症例がみられた。

I はじめに

脊髄麻酔や硬膜外麻酔において酸素を投与するのは、急激な心拍出量低下や血圧下降に備えて、血液の酸素運搬能を高めておくという予防的な考えによるが、特に帝王切開術では、胎児血液の酸素飽和度を高め出産時のストレスに対する予備能を増大させると期待され、更に一層の適応があると考えられてきた。しかし、帝王切開術時の酸素投与が本当に必要なのか、または、どれだけ有効なのか、吸入酸素濃度はどの位が適当なのかについては、なお検討を必要とする。というのは、高濃度酸素投与は、子宮一

胎盤血流¹⁾、臍帯血流に影響し²⁾ 胎児の酸素化が障害され、特に母体 PaO_2 が 300 mmHg を超えると、臍帯静脈 PO_2 （以後 UVPO_2 と略す）はほとんど増加せず、むしろ下降するという報告もある³⁾。

そこで、脊髄麻酔下に、高濃度酸素投与が胎児にとって有益であるか否かをみるために、術前、術中共に特に問題の無い 32 例について、母体の吸入酸素濃度を 21%，50%，90%とした 3 群の臍帯動静脈、及び母体動脈血のガス分析をし、比較検討した。

II 対象及び方法

内科的、産科的に特に問題が無い満期予定帝切患者 32 例で、陣痛、破水が起こっていない者を無作為に 3 群に分けた。

* 東海大学医学部麻酔学教室

受理日 1983.4.6

半閉鎖回路よりフェイスマスクにて酸素を7 l投与したものを90%群とし、ポリマスクにて酸素を4 l投与したものを50%群とし、ルームエアで酸素を投与しないものを21%群とした。吸入酸素濃度は、Beckman OM-11にて測定した。

通常の前投薬、ペントバルビタール錠 50 mg 塩酸メペリジン 50 mg, 硫酸アトロピン 0.5 mg を投与し、左側臥位にて、塩酸ジブカイン 4.5 ~7.5 mg を使用し脊髄麻酔を施行した。酸素投与群は、仰臥位にもどした直後より、それぞれ 4 l, 7 l の酸素を投与した。術前から十分な補液を行い、必要に応じて少量の昇圧剤（塩酸エフェドリン）を使用して、収縮期血圧が 100 mmHg 以下に下降しない様に調節した。娩出と同時に、橈骨動脈より母体動脈血を採取し、また児の第一呼吸開始前に臍帯を二重結紮し、臍帯動静脈血を採取した。

表1 母体および児の各群間の比較

	21% O ₂	50% O ₂	90% O ₂
No. (mothers)	6	15	17
Age (yr)	26-35 (30.4)	26-36 (30.9)	25-37 (32.4)
Weight (kg)	55-87 (63.7)	50-69 (61.4)	54-80 (62.6)
Term (ws)	38-39	37-39	38-40
parenthesis=mean			
No. (neonates)	6	15	18
Birth wt. (gm)	2999±287	3140±391	3084±535
Hb (g/dl)	15.2±0.8	15.0±1.5	14.8±1.8
Apgar 1min	9	9	9
score 5min	10	10	10
A-D interval (sec.)	52±39	44±15	46±34
mean±Sd			

A-D interval: amniotomy to delivery interval

表2 児娩出時の母体および臍帯動静脈の血液ガス分析値

Maternal and umbilical cord blood gas values at delivery					
Group	O ₂	PH	PO ₂ (mmHg)	PCO ₂ (mmHg)	BE (mEq/L)
Maternal art.	21%	7.42(0.24)	103 (6)	35.2(4.3)	-2.8(1.6)
	50%	7.42(0.39)	212 (24)	31.4(2.6)	-3.6(2.9)
	90%	7.44(0.44)	403 (71)	31.3(3.0)	-2.0(2.1)
Umbilical vein	21%	7.36(0.19)	31.2(8.1)	43.5(5.1)	-1.5(1.4)
	50%	7.34(0.27)	31.6(5.1)	44.3(4.5)	-2.1(3.1)
	90%	7.35(0.46)	39.9(9.6)	42.1(6.4)	-2.7(2.1)
Umbilical art.	21%	7.32(0.15)	19.3(4.8)	52.3(3.4)	-1.1(1.2)
	50%	7.30(0.26)	18.6(3.4)	55.0(5.0)	-1.3(3.5)
	90%	7.29(0.48)	19.8(4.2)	54.0(8.0)	-2.3(2.7)
parenthesis=standard deviation

図1 各群の母体 PaO₂ と臍帯動静脈血 PO₂ の比較

血液ガス分析は AVL 940 で測定し、母体ヘモグロビン、胎児ヘモグロビン濃度で補正した。体温は全例 37°C とし、ヘモグロビン濃度は、HB-METER® (American Optical 製) (吸光度法) にて測定した。Apgar score は、娩出 1 分後、5 分後に判定した。

III 結 果

表1に示す通り、母体の年齢、体重、妊娠週数の分布、平均値は各群に差が無かった。新生児については、体重、ヘモグロビン濃度は各群に差がなく、Apgar score は全例 1 分後 9 点、5 分後 10 点であった。なお、破膜から臍帯結紮までの時間は全例 1 分以内である。

血液ガス分析の結果は、表2、図1に示すごとく母体 PaO₂ は 21%群が 103±6 mmHg, 50%群が 212±24 mmHg, 90%群が 403±71 mmHg と著明な相違が認められるが、PaCO₂, pH, BE には差が認められない。UVPO₂ は 90

図2 児娩出時の母体 PaO₂ と臍帯静脈 PO₂ との関係

図3 児娩出時の母体 PaO₂ (250~400 mmHgの範囲) と臍帯静脈 PO₂ との関係

%群が 39.9 ± 9.6 mmHg と有意に高い値を示したが、50 %群と 21 %群に有意差は無かった。

母体 PaO₂ と UVPO₂ の関係をみてみると(図2), 母体 PaO₂ が 250 mmHg までは、UVPO₂ にはほとんど変化がみられず、250 ~ 400 mmHg の間では上昇が認められ、400 mmHg 以上では低下する症例もみられた。

母体 PaO₂ が 250~400 mmHg の範囲では、UVPO₂ が有意ではないが $r=0.7$ で直線的に上昇しており、その回帰直線は $Y=0.12X-1.2$ と表された(図3)。臍帯動脈の PO₂ (以後 UAPO₂ と略す)、UV 及び UA の Pco₂, pH,

BE には有意差が認められなかった。

IV 考 察

母体の子宮動脈の PO₂ が上昇すると、絨毛間腔の血液 PO₂ (以後 IVSPO₂ と略す) が上昇し、それに伴って UVPO₂, UAPO₂ が上昇する事が当然予想される。しかしその間には、①子宮一胎盤血流、②母体及び胎児ヘモグロビン、③母体、胎児血流のミスマッチング、④拡散、⑤臍帯血流など複雑な因子が介在する。母体 PaO₂ が上昇すると、平行して UVPO₂ も上昇とする報告⁴⁾。或るレベルまでは平行して上昇するがそれを超えると上昇しなくなるか、又は下降するとするもの^{3),5)} など、未だ結論が出ていない。この違いは、麻酔方法、測定方法、対象のとり方などに起因するものとも考えられるが、はっきりとした原因は不明である。

従来から、高濃度酸素によって子宮動脈が収縮し胎盤への血流が阻害されると言われて来たが¹⁾、脊髄麻酔下の妊娠子宮では、高濃度酸素によっても、血管抵抗が増大しないとする報告もみられる⁶⁾。そこで我々は、今回脊髄麻酔下の帝

図4 母体ヘモグロビン濃度および母体 PaO₂ と絨毛間腔 PO₂ との関係

母体 PaO₂ が 250 mmHg 以上では、かなり急激に上昇し始める(詳細は本文参照)。

切術に限定し検討した。その結果既に述べた如く，母体 PaO_2 が 250～400 mmHg の間で UVPO_2 が直線的に上昇し，その範囲外では著明な変化はみられず，むしろ 400 mmHg を超えると UVPO_2 が下降する症例が出て来るということである。この理由として上記の①②③④が考えられ，そのなかの②の母体ヘモグロビンが IVSPO_2 にどの程度影響するかをみるために，母体ヘモグロビン濃度 8, 10, 12 g/dl，それぞれについて，母体 PaO_2 から IVSPO_2 を推測してみた（図 4）。脊髄麻酔下では，高濃度酸素によって子宮動脈は収縮しないと仮定して，子宮動脈の血流量を 600 ml/分，胎児-胎盤への血流量を 400 ml/分とし，絨毛間腔に流入した血液中の酸素はまず胎盤によって消費され（酸素消費量 6 ml/分とする），その後臍帯の毛細血管との間でガス交換が行われると仮定すると，母体のヘモグロビン濃度によって，多少曲線の傾きが異なるものの，母体 PaO_2 が 250 mmHg 前後迄は， IVSPO_2 はいずれもあまり変化せず，250 mmHg 以上で急激に上昇し始める。これは，今回我々が実際に測定した母体 PaO_2 と UVPO_2 との関係（図 2）の，母体 PaO_2 が 400 mmHg 以下のところとよく一致し，母体ヘモグロビンから今回の成績の説明が可能である。しかし 400 mmHg 以上のところでは説明困難であり，他の原因，すなわち前記③と④を考えてみると，短時間の高濃度酸素により拡散障害が生じるとは考え難く，④の母体-胎児血流のミスマッチングが最も予想される。

ところで，表 2，図 1 に見るごとく，母体 PaO_2 と共に UVPO_2 が上昇しても UAPO_2 はほとんど変化していない。すなわち，母体 PaO_2 ， UVPO_2 の上昇に伴って UV-UAPO_2 の酸素含量較差が増大する傾向にあり，胎児の酸素消費

量が一定であると仮定すると，臍帯血流が減少することになる。絨毛間腔の血液は均一ではなく，相当異なった PO_2 を有する血液が混在しているものと思われ，より高い PO_2 の絨毛間腔血液に接した臍帯の毛細血管は収縮し，低い PO_2 に接した血管は拡張するであろう^{2),7)}。その結果，胎盤血流は高濃度酸素を投与することにより全体として不均等分布を示し，臍帯血流は低下するものと考えられる。

以上より至適酸素濃度を求めるのは非常に難しいが，一応 UVPO_2 が最高になる母体 PaO_2 をベストとすると，それは吸入酸素濃度では 70 %前後となる。しかし，臍帯の血流量も含めた胎児への酸素運搬能を考えるべきであり，これに関しては，今後の課題であり次の研究としたい。

参考文献

- 1) Tervilä, L., Vartiainen, E., Kivalo, I., et al.: The effect of oxygen ventilation and a vasodilator on uterine perfusion, foetal oxygen and acid-base balance. *Acta Obstet Gynec Scand* 52: 177-181, 1973
- 2) Panigel, M.: Placental perfusion experiments. *Am. J. Obst. & Gynec.* 84: 1664-1683, 1962
- 3) Rorke, M. J., Davey, D. A., Toit, H. J.: Foetal oxygenation during caesarean section. *Anaesthesia* 23: 585-596, 1968
- 4) Ramanathan, S., Gandhi, S., Arismendy, J., et al.: Oxygen Transfer from Mother to Fetus during Caesarean Section under Epidural Anesthesia. *Anesth Analg* 61: 576-581, 1982
- 5) Baraka, A.: Correlation between maternal and foetal PO_2 and Pco_2 during caesarean section. *Brit. J. Anaesth.* 42: 434-438, 1970
- 6) Kirshbaum, T. H., Lucas, W. E., Dehaven, J. C., et al.: The dynamics of placental oxygen transfer. *Am. J. Obst. & Gynec.* 98: 429-443, 1967
- 7) Nyberg, R. and Westin, B.: The Influence of Oxygen Tension and Some Drugs on Human Placental Vessels. *Acta phys. Scandinav.* 39: 216-227, 1957

著者連絡先 大谷育子

〒 259-11 神奈川県伊勢原市望星台
東海大学医学部麻酔学教室

**Inhalation of high concentration of oxygen during
Cesarean section : its effect on umbilical vessel blood gas**

Ikuko OTANI
Tetsuo TAKAYA
Yonosuke YAMAZAKI
Mamoru TAKIGUCHI
Michinosuke AMANO

Department of Anesthesiology, Tokai University School of Medicine

We give high concentration of oxygen during Cesarean section in the hope of giving the fetus more oxygen.

In order to assess the validity of the practice, we measured the umbilical arterial and venous blood O_2 tension.

The study was performed in 32 healthy pregnant women undergoing Cesarean section with spinal anesthesia by making them inhale 21%, 50%, or 90% O_2 . The maternal PaO_2 ($MAPO_2$) was compared with the umbilical artery PO_2 ($UAPO_2$) and umbilical vein PO_2 ($UVPO_2$) obtained immediately after delivery.

The results showed that $UVPO_2$ change little with $MAPO_2$ up to 250 mmHg, while $UVPO_2$ increased linearly with $MAPO_2$ between 250 and 400 mmHg, but some cases showed declining $UVPO_2$ with $MAPO_2$ above 400 mmHg.

The Journal of Japan Society for Clinical Anesthesia Vol. 3 No. 3, 1983