

分娩終末期における Fetal Heart Rate Monitoring Pattern と臍帯動静脈ガス分析

研究第1部
共同研究者

堀 口 貞 夫
合 阪 幸 三・林 鶴 雄
椋 棒 正 昌・真 田 幸 一

(愛育病院産婦人科)

I 概 要

分娩終末期の Fetal heart (FHR) monitoring pattern を 1) normal および early deceleration group (N), 2) variable deceleration group (V), 3) severe variable deceleration group (S), 4) late deceleration あるいは hypoxic pattern group (H) (100b.p.m 以下の bradycardia を除く), 5) 100b.p.m以下の bradycardia group (B) の 5 群に分類し, 分娩直後の臍帯動静脈 (U. A., U. V.) ガス分析値 (pH, P_{CO_2} , P_{O_2} , base excess (B. E.)) の関係を検討した。さらに酸素投与, 笑気酸素投与による影響についても検討し, 次の結果を得た。

①初産, 経産に分けて検討した所, (N) 群においてのみ, U. A., U. V. の pH 値は初産群の方が経産群に比していずれも有意に低値を示した。②(B)群において U. A. の P_{O_2} 値は, (N) 群に比して有意に低値を示した。③(S)群における U. V. の P_{O_2} 値は笑気酸素投与により酸素投与, 非投与のいずれに比しても有意に上昇を示した。④(V)群の U. A., U. V. の B. E. は酸素投与により非投与群に比していずれも有意に低値を示した。また (H)群のうちその pattern が出現してから10分以内分娩となった急激な hypoxic change が胎児に生じたと考えられる群において, U. A. の B. E. は酸素投与により非投与に比して有意に低値を示した。さらに (N) 群においても U. V. の B. E. は酸素投与により非投与に比してやはり有意に低値を示した。この酸素投与による B. E. の低下傾向はいずれの群の U. A., U. V. においても認められた。以上の結果は, 母体血中酸素濃度の上昇により小動脈が収縮し, 母体の血液が胎盤を灌流する速度が低下するため胎児血中代謝物質の母体血中に拡散する速度が低下したためであると考えられた。また, 笑

気を併用することにより, (S)群の U. V. における P_{O_2} 値は酸素のみを投与した群に比して有意に上昇したが, これは酸素投与のために収縮した小動脈が笑気併用により拡張し, 胎盤の灌流速度が上昇したためであると考えられた。

II 緒 言

近年 ME 機器の普及は目ざましいものがあり, 分娩管理に胎児の状態を把握するため分娩監視装置を用いることは多くの施設ですでに日常のこととなっている。しかし, 現在でもなお一般には胎児心拍をとらえる方法としては Doppler 法が主流をなしているが, この方法によると妊婦の体位変換や胎児の位置の変化により胎児心拍が不明となる場合が生じ, 時として胎児管理に重大な手落ちが生じる可能性がある。しかも Doppler 法による場合はとくに分娩直前の心拍 pattern の解析が不能であることが多く, 児にとって最も急激な変化を生じる可能性のある危険な時期における監視が不十分となることが少なくない。

一方, 直接誘導による胎児心拍の管理は妊婦の体位変換による影響がなく, しかも分娩直前においても胎児心拍信号はきわめて明瞭にとらえることができるため, 電極装着時に局部の消毒の徹底と注意深い内診により臍門部, 外陰部, 顔面部等危険な個所を避けることができるならば最もすぐれた方法であるといえよう。

胎児の状態を把握する方法として上記の fetal heart rate (FHR) monitoring 法の他に胎児末梢血のガス分析法がある。近年の全自動血液ガス測定装置の著しい進歩により, 血液ガス分析はきわめて手軽に施行でき, しかも測定者による測定値の誤差も軽微であるため一般に幅広く用いられているが, 分娩前の胎児においては測定に

必要なだけの血液採取が困難であること、どうしても採血量が微量になるため測定時の誤差を生じやすいこと等の理由から、分娩管理の一助となるものの幅広く普及するに至っていないのが現状である。一方、分娩終了後の臍帯からの sampling は容易であるため臍帯動脈(U. V.)のガス分析は多くの施設で施行されているが、FHR monitoring pattern との相関を検討した例は少ない。
67110)

今回我々は直接誘導により胎児心拍の変化を分娩直前まで明瞭にとらえ、その pattern を分析し、U. A., U. V. ガス分析値との関係を比較検討したので報告する。

III 研究対象および研究方法

昭和55年11月より昭和56年5月まで愛育病院産婦人科で分娩となった403例のうち、FHR monitoring を施行し、かつ U. A., U. V. ガス分析をも行なった207例を対象とした。なお今回の研究では双胎および骨盤位に関しては例数がそれぞれ5例、7例と少なかったため対象には含めなかった。

FHR monitoring はトーマス社製分娩監視装置MT-810型を用い、できる限り直接誘導により FECG を記録する方法で施行した。Doppler 法による場合でも、分娩直前の記録が明瞭で、その pattern が判別可能なもののみを対象とし、不明瞭で判別しにくい症例はすべて除外した。陣痛は外測陣痛計により記録した。FHR monitoring pattern は、1) normal および early deceleration group(N), 2) variable deceleration group (V), 3) severe variable deceleration group(S) (徐脈の最下限が70b.p.m 以下あるいは徐脈の持続が1分以下の early および variable deceleration pattern を示したもの), 4) late deceleration or hypoxic pattern group(H) (100b.p.m 以下の bradycardiaを除く), 5) 100b.p.m 以下の bradycardia group (B) の5群に分類した。Early deceleration を normal 群に含めたのは、early deceleration がいわゆる head compression により出現し、迷走神経反射によるといわれているため、児の状態が normal 群と大差ないと考えられたためである。pattern の分類基準としては、分娩直前30分より分娩までの間の FHR monitoring pattern により上記の5つの群にわけ、2つ以上の pattern が出現したものに於ては(B)群、(H)群、(S)群、(V)群、(N)群の順に分類した。たとえば hypoxic pattern が出現しているところに、1カ所でも 100b.p.m 以下の bradycardia が認められた場合は(B)群とした。

U. A., U. V. のガス分析は、児娩出直後第1啼泣の前に臍帯を2カ所で挟み、ヘパリン採血を行ないすみやかに Rrdiometer 社製全自動ガス分析装置 ABL-2 型により測定した。今回は pH, Pco₂, Po₂, base excess (B.E.) の4項目について FHR monitoring pattern との関係を比較検討した。

さらに母体に酸素(6l/min)、無痛分娩を目的として笑気酸素(2l/min:4l/min)をマスクにて分娩直前15分以上投与したものを非投与群と区別し、酸素あるいは笑気酸素投与による U. A., U. V. ガス分析値の変動に関しても検討を加えた。

なお今回の報告で hypoxic pattern や、100b.p.m 以下の bradycardia が出現しているながら酸素非投与のものが少数存在するが、これは直接誘導により FHR monitoring を施行したため分娩直前(例えば発露の状態)で hypoxic pattern が出現した場合、酸素を投与する時間がないまま分娩になってしまうという例が含まれているためである。

以上すべての統計学的処理は student の“t”検定によった。

IV 結果

まず(N)群において、初産、経産で差があるかどうかを検討したところ、表1, 2のように U. A., U. V. とも表1 Results of Blood Gas Analysis of U. A. in Normal Group (M±S. D.)

	Primipara (n=32)	Multipara (n=34)	Total (n=66)
pH	7.243±0.064*	7.296±0.066**	7.270±0.070
Pco ₂ (mmHg)	51.3±8.5	47.0±7.9	49.1±8.4
Po ₂ (mmHg)	19.5±4.3	19.7±4.6	19.6±4.4
B.E.(mEq/l)	-6.6±2.8	-4.6±3.1	-5.6±3.1

*~**: P<0.005

表2 Result of Blood Gas Analysis of U. V. in Normal Group (M±S.D.)

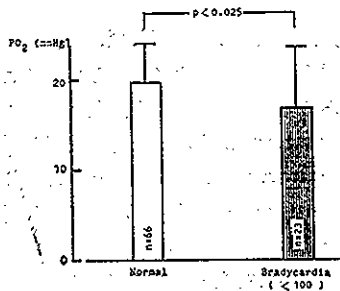
	Primipara (n=32)	Multipara (n=34)	Total (n=66)
pH	7.323±0.047*	7.373±0.051**	7.349±0.055
Pco ₂ (mmHg)	40.3±5.5	37.6±6.1	38.9±5.9
Po ₂ (mmHg)	28.6±5.2	28.4±5.3	28.5±5.2
B.E.(mEq/l)	-5.2±1.9	-3.5±2.4	-4.3±2.2

*~**: P<0.005

pH 値においてのみ初産群の方が経産群に比していずれも有意に低値を示した ($P < 0.005$)。しかし他の P_{CO_2} , P_{O_2} , B. E. は初産・経産で有意の変化はなかった。また、(V), (S), (H), (B) のいずれの群においても、初産・経産の間でガス分析値に有意の変化は認められなかった。

次に(N)群以外の各群の U. A., U. V. のガス分析の結果を(N)群のそれと比較検討したところ、図1のように

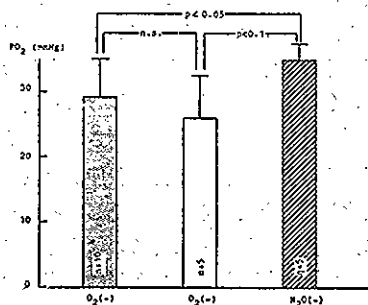
図1 Comparison of P_{O_2} in U.A. between Normal & Bradycardia Group



(B)群の U.A. において P_{O_2} 値が 16.6 ± 7.0 mm Hg ($n=23$) ($M \pm S.D.$ 以下同じ) と (N)群の 19.5 ± 4.4 mm Hg ($n=66$) に比して有意に ($P < 0.025$) 低値を示したが、他の pH, P_{CO_2} , B. E. あるいは他の群のいずれにおいても (N)群との間に有意の差は認められなかった。U. V. においても同様に有意の差はなかった。

そこで次に各群を酸素投与群、非投与群、笑気酸素投与群の3群に分類して各群における酸素あるいは笑気酸素の投与による U. A., U. V. ガス分析値の変動を比較検討した。その結果、(S)群において U. V. の P_{O_2} 値は笑気酸素投与により 33.9 ± 3.4 mm Hg ($n=5$) と酸素投与群 28.3 ± 4.7 mm Hg ($n=10$) に比して有意に ($P < 0.05$) 高値を示した。また非投与群 26.9 ± 5.9 mm Hg ($n=5$)、に対しても高値を示す傾向が認められた ($P < 0.1$)。(図2)しかし U. A. においては、 P_{O_2} 値

図2 Effects of O_2 & N_2O on P_{O_2} of U.V. in Severe Variable Deceleration Group



は笑気酸素投与群で 23.2 ± 5.1 mm Hg ($n=5$)、酸素投与群で 18.6 ± 5.5 mm Hg ($n=10$)、非投与群で 18.6 ± 4.9 mm Hg ($n=5$) と、笑気酸素投与により上昇する傾向は認められたものの統計学的に有意の差は認められなかった。他の pH, P_{CO_2} , B. E. においてもいずれも有意の変化はなかった。

一方(V)群における U. A., U. V. の B. E. は酸素投与によりそれぞれ -7.9 ± 4.1 mEq/l, -6.2 ± 3.2 mEq/l ($n=18$) と非投与群の -5.1 ± 2.0 mEq/l, -3.8 ± 1.5 mEq/l ($n=13$) に比していずれも有意に ($P < 0.05$, $P < 0.025$) 低値を示したが、笑気酸素投与群においてはそれぞれ -4.8 ± 2.7 mEq/l, -4.5 ± 3.0 mEq/l ($n=5$) と酸素投与群、非投与群のいずれに比しても有意の変化は認められなかった。(図3, 4) また(H)群においてもその pattern が出現してから10分以内に分娩となった急激な hypoxic change が胎児に生じたと考えられる群において U. A. の B. E. は酸素投与により -7.0 ± 1.9 mEq/l ($n=8$) と非投与群の -4.2 ± 1.6 mEq/l ($n=7$) に比して有意に低値を示した(図5)。なおこの群において笑気酸素を投与した症例は1例しかなかったため、笑気酸素による B. E. の影響に関しては検討できなかった。

さらに(N)群においても U. A. の B. E. は酸素投与群において -6.3 ± 3.4 mEq/l ($n=33$) と非投与群の -4.9 ± 2.7 mEq/l に比して低値を示す傾向が認められた ($P < 0.1$)。(図6) また U. V. では B. E. は酸素投与群において -5.0 ± 2.4 mEq/l と非投与群の -3.5 ± 1.8 mEq/l に比して有意に低値を示した ($P < 0.02$)。(図7) 笑気酸素投与群では U. A. -4.2 ± 1.4 mEq/l, U. V. -4.4 ± 1.7 mEq/l ($n=3$) と酸素投与群、非投与群のいずれに比しても有意の変化は認められなかった。二つの酸素投与による B. E. の低下傾向はいずれの群においても認められた。

図3 Effects of O_2 & N_2O on B.E. of U.A. in Variable Deceleration Group

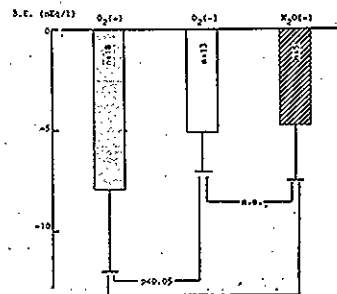


図4 Effects of O_2 & N_2O on B.E. of U.V. in Variable Deceleration Group

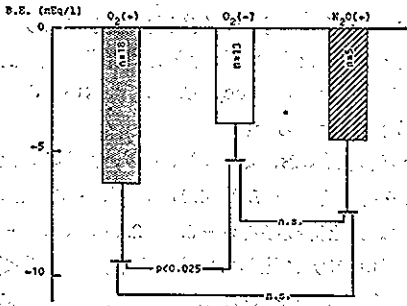


図5 Effect of O_2 on B.E. of U.A. in Hypoxic Pattern Group (within 10 min.)

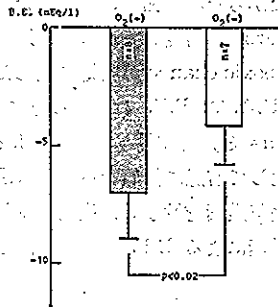


図6 Effects of O_2 & N_2O on B.E. of U.A. in Normal Pattern Group

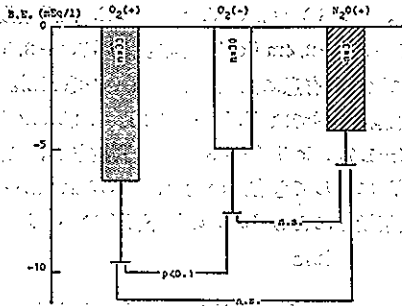
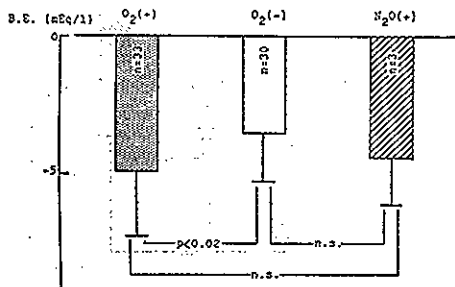


図7 Effects of O_2 & N_2O on B.E. of U.V. in Normal Pattern Group



V. 考 按

分娩前の胎児の状態を把握するためには、分娩監視装置とともに胎児末梢血のガス分析も併用する方がより正確であることは言うまでもない。しかし、分娩前の胎児先進部より血液を、ガス分析施行時に誤差を生じないように sampling することは技術的にかなり困難であり、しかも測定に十分な量が採取できない場合もあるため、日常診療にはまだ一般的に導入されていないのが実状である。

一方、胎児末梢血のガス分析値は、臍帯動脈血（とくに臍帯動脈血）のそれとよく相関していることは数多くの報告がある¹¹⁾²¹⁾²⁵⁾²⁶⁾。そこで今回我々は種々の FHR monitoring pattern が出現した時に胎児がいかなる状態にあるかを retrospective に把握するために、FHR monitoring pattern と U.A., U.V. ガス分析値との関係を検討した。

まず各群において初産・経産でどのような差があるかを検討したところ(N)群においてのみ、U.A., U.V. をも初産群における pH 値は経産のそれに比して有意に低下していることが明らかとなった。しかし他の (V), (S), (H), (B) 群においてはこのような変化は認められず、また各群を初産・経産に分けてそれぞれの各群間で比較検討したが、有意の変化は認められなかった。この (N) 群においてのみ認められた初産における U.A., U.V. の pH 値の低下は分娩時間の違いによるのと考えられるが、他の (V), (S), (H), (B) 群において認められなかった理由は明確ではない。症例数の差によるものとも考えられるが、今後の検討を要する問題であろう。

次に(B)群において U.A. の PO_2 値は(N)群に比して有意に低下することが明らかとなった。すなわち、今回我々の採用した FHR monitoring の分析法によると、最も児が悪い状態にあると見られる群において初めて PO_2 の変化のみが出現したのである。このことは、通常の状態において胎児はかなりの hypoxic な変化によっても、それ自身のもつ homeostatic な作用により acidosis に陥ることが少ないことを示している。一方以上のことから胎児血中の PO_2 は他の要素に比べて変化しやすいといえるが、(H)群、(S)群、(V)群においては U.A. の PO_2 値は群に比して有意の変化を示さなかったことから、胎児血中のガス分析値は児の状態がよほど悪化しない限り変化しないと考えられる。そしてそのうちでも最も早期に児の変化を反映してくるのは PO_2 値であるといえる。そこで PO_2 値に注目して各群に酸素(マスク下に

6l/min),あるいは笑気・酸素(マスク下に2l/min, 4l/min)を投与した時の変化を検討したところ(S)群のU.V.において笑気酸素投与群の PO_2 値は酸素投与群,非投与群のいずれに比しても高値を示すことが明らかとなった。一般に,高濃度の酸素投与により血中酸素分圧が上昇すると小動脈は収縮するといわれている。¹⁾
⁴⁹⁾堀口らは,³⁾マスクで1分間6l酸素を投与した場合,母体血中 PO_2 値は400~500mmHgまで上昇すると報告しているが,この PO_2 値の上昇により胎盤を灌流している小動脈が収縮をおこし,母体血の胎盤灌流速度は低下すると報告している。¹⁾また笑気を併用することにより,高濃度の酸素により収縮していた小動脈は拡張するが,¹⁾³⁾このために胎盤を灌流する母体血流量は増加すると考えられる。

今回の我々の成績では,笑気酸素投与により PO_2 値が酸素投与群,非投与群のいずれに比べても有意に高値を示したものは(S)群のU.V.のみであった。Severe variable decelerationは臍帯の圧迫により壁の柔弱なU.V.のみが閉塞した状態であると解釈されているが,このような条件下のために母体側で生じた胎盤灌流量の変化が如実に表われたのではないかと推測される。

一方B.E.は,(N)群,(V)群,および(H)群のうちでhypoxic patternが出現して10分以内に分娩となった群において,酸素投与により非投与群に比して有意に低下し,しかも酸素投与によるB.E.の低下傾向はいずれの群においても認められた。(V)群や(H)群においては,酸素投与のためというよりはむしろこのようなpatternが出現してきた胎児の状態の悪化によるものと考えられるが,これでは(N)群において認められた酸素投与によるB.E.の低下の説明にはならない。このB.E.の変化に関しても酸素投与による小動脈の収縮により胎盤を灌流する母体血流量が低下することによるのではないかと推測される。すなわち,エネルギー代謝等で胎児血中に蓄積した老廃物を経て胎盤に入るが,母体側の血流速度の低下により,老廃物の母体側への拡散速度が低下するため完全に拡散し得ずU.V.を経て胎児に戻ることになる。このためU.A. U.V.のいずれにおいてもB.E.が低下したのではないかと考えられるが,詳細に関しては今後さらに検討を要する問題であると思われる。また酸素あるいは笑気酸素投与群においては,投与時間による差についても検討したが,今回は症例が少ないため有意の変化はなかった。

以上述べたB.E.の変化が臨床的にいかなる意味をもつかは現在のところ全く不明で,児の予後のfollow upも含めてさらに症例を重ねて検討を加えなければならな

い点であろう。なお今回の検討では各群内でのacceleration, variabilityの差に関しては考慮しなかったが,これらに関しても今後さらに検討を加えていく予定である。

稿を終えるにあたり,御校閲を賜った東京大学医学部産科学婦人科学教室坂元正一教授に深謝いたします。

(文 献)

- 1) 坂元正一: Fetal Distress, 第21回日本産科婦人科学会総会臨床特別講演資料要旨, 44, 84, 金沢, 1969.
- 2) 坂元正一: 胎児診断における最近の進歩, 現代産科婦人科学大系, 年刊追補'78-C (小林隆ら監修, 坂元正一ら編), 71, 中山書店, 東京, 1979.
- 3) 堀口貞夫: 産科と酸塩基平衡, 61, 真興交易医書出版部, 東京, 1973.
- 4) 堀口貞夫, 藤井仁: 産科麻酔と酸塩基平衡, 周産期医学, 4: 262, 1974.
- 5) Laursen, N.H., Miller, F.C., and Paul, R.H.: Continuous intrapartum monitoring of fetal scalp pH. Am. J. Obstet. Gynecol., 133: 44, 1979.
- 6) Young, B.K., Katz, M., and Klein, S.A.: The relationship of heart rate patterns and tissue pH in the human fetus. Am. J. Obstet. Gynecol., 134: 685, 1979.
- 7) Young, B.K., Katz, M., and Wilson, S.J.: Fetal Blood and Tissue pH with Variable Deceleration Patterns. Obstet. Gynecol., 56: 170, 1980.
- 8) Young, D.C., Gray, J.H., Luther, E.R., and Peddle, L.J.: Fetal scalp blood pH sampling: Its value in an active obstetric unit. Am. J. Obstet. Gynecol., 136: 276, 1980.
- 9) Young, D.C., Popat, R., Luther, E.R., Scott, K.E., and Writer, W.D.R.: Influence of maternal oxygen administration on the term fetus before labor. Am. J. Obstet. Gynecol., 136: 321, 1980.
- 10) Zanini, B., Paul, R.H., and Huey, J.R.: Intrapartum fetal heart rate: Correlation with scalp pH in the preterm fetus. Am. J. Obstet. Gynecol., 136: 43, 1980.