

臍帯動脈血所見と胎児心拍数図自動解析及び

トレンドグラムの比較検討

鳥取大学医学部産科婦人科学教室 (主任: 前田一雄教授)

入 江 隆

Automated Fetal Heart Rate Analysis and its Trendgram
in Relation to the Gas Analysis and Acid-base
Balance of Umbilical Cord Arterial Blood

Takashi IRIE

Department of Obstetrics and Gynecology, Tottori University School of Medicine, Yonago
(Director: Prof. Kazuo Maeda)

概要 分娩時の胎児心拍数自動解析の諸指標を自動トレンドグラム表示して、臍帯動脈血所見との関連を検討した。対象は娩出前30分以上の記録が得られた妊娠33~42週の108例で、1分 Apgar スコアは5例を除いて8点以上であった。自己相関計式心拍数計の外測法で得られた胎児心拍数と子宮収縮信号をdux PDS-VのADCに入力し、前田の胎児心拍数自動解析 BASIC プログラムによつて処理した5分ごとの自動解析の諸指標 (胎児仮死指数, 子宮収縮面積値, 心拍数スコア, 一過性徐脈数, 胎児心拍数基線, 細変動, lag time) の自動トレンドグラムをディスプレイ上に表示した。臍帯動脈血分析には全自動のRadiometer ABL-2を用い、pH, BE, HCO_3^- , Po_2 , Pco_2 を測定し、以下の結果を得た。(1) 胎児仮死指数の最高得点によつて4群に分類した。胎児仮死指数の上昇に伴い臍帯動脈血 pH, BE, HCO_3^- の平均値は低下する傾向があり、0点群と3点以上群ではそれぞれに有意差を認めた。(2) 心拍数スコアを娩出前0~10分から娩出前50~60分までの11時点での10分間合計し、臍帯動脈血各指標との間の相関係数を求めた。臍帯動脈血 pH は娩出前5~15分間 ($r=-0.47$) の、BE と HCO_3^- は娩出前10~20分間 ($r=-0.60$, $r=-0.45$) の心拍数スコアと最大の相関係数が得られた。(3) 胎児仮死指数と心拍数スコアにより、分娩経過をトレンドグラム良好群と不良群に分類した。良好群は80例、不良群は28例で、両群間で、臍帯動脈血各指標の平均値すべてに有意差を認めた。(4)トレンドグラム良好群では、 Po_2 を除いて90%以上の症例が正常の臍帯動脈血所見を呈していた。臍帯動脈血 $\text{pH}<7.25$, $\text{BE}<-6.0\text{mEq/l}$ を予測する鋭敏度、特異度はそれぞれ70%以上であり良好であった。以上より、胎児仮死指数と心拍数スコアは分娩時の良い指標であることが確認された。またトレンドグラム良好群、不良群の分類は分娩時の胎児監視システムとして有用と思われた。

Synopsis The gas analysis and acid-base balance of the umbilical cord arterial blood of 108 newborn infants were compared with the results of the automated analysis of the intrapartum fetal heart rate (FHR) and its trendgrams. The parameters of the automated analysis of the FHR, which consisted of fetal distress (FD) index, uterine contraction area, FHR score, number of dips, baseline heart rate, variability amplitude and lag time, were shown on the trendgram every 5 minutes using a microcomputer. 1) The mean pH, BE and HCO_3^- of the 4 groups, that showed 0, 1, 2 and 3 or more on the FD index, were gradually decreased as the FD index was increased. 2) The FHR score, that was accumulated for 10 minutes from 0~10 minutes to 50~60 minutes prior to the birth, was well correlated with the umbilical cord arterial blood pH ($r=-0.47$), BE ($r=-0.60$) and HCO_3^- ($r=-0.45$). 3) The intrapartum trendgrams were classified into the normal and ominous groups on the basis of the FHR score and FD index. The differences between the respective mean pH, BE, HCO_3^- , Po_2 and Pco_2 for these groups were highly significant. 4) The specificity and the sensitivity of the trendgram were more than 70% in the prediction of a pH value lower than 7.25 and of a BE value lower than -6.0mEq/l .

Key words: Fetal heart rate • Trendgram • Automated analysis • Intrapartum stage • Umbilical cord blood

緒 言

分娩監視装置による胎児心拍数陣痛図の記録は、現在では産科臨床上必要不可欠であり、その登場以来周産期死亡、胎児新生児仮死の著減に大いに貢献してきた。また胎児心拍数の自動解析と胎児仮死自動診断装置も開発され⁴⁾¹⁷⁾¹⁸⁾、臨床応用されてきている。しかし分娩監視装置によつて得られる胎児心拍数陣痛図は、長時間の記録になると記録紙が膨大となり、一目で全体の傾向を把握することが困難である。胎児仮死自動診断装置では5分ごとに自動解析されるが、それでも長時間の連続監視となると、全体の把握、診断は、同様に容易なことではない。そこで前田ら⁵⁾⁷⁾は、汎用8ビットマイコンを用いて自動解析結果の諸指標の自動トレンドグラム表示を開発した。この装置により、定量解析の結果が集約された図形表示となり、全体の傾向及び診断が一目で可能となつた。

本研究では、本装置を用いて分娩時の胎児心拍数図自動解析結果及びそのトレンドグラムと、娩出直後の臍帯動脈血所見とを比較検討することにより、臨床的実用化の可能性を求めた。

研究方法及び対象

胎児心拍数陣痛図の記録には、1MHzの超音波周波数を用いた自己相関計式分娩監視装置（トーマス製MT810B特型）を使用した。本装置で得られた胎児心拍数及び子宮収縮信号をアナログ・デジタル・コンバータ（以下ADC）を経てdux PDS V マイクロコンピュータに入力し、前田の胎児心拍数自動解析 BASIC プログラムによつて処理した5分ごとの自動解析の諸指標（胎児仮死指数、心拍数スコア、子宮収縮面積値、一過性徐脈数、胎児心拍数基線、細変動、lag time）をカラーディスプレイ上に自動トレンドグラム表示した（図1）。データのフロッピー・ディスクへの収録はサンプリング間隔0.25秒で行い、自動解析は2秒で行つた。ディスプレイ上のトレンドグラムは、時間の経過に伴い5分ごとに追加され、自動的に1画面1時間表示から、3時間表示、5時間表示へと移行する。またキー操作により任意の時点において、さかのぼつた15分間の胎児心拍数陣痛図と、同様の5分間の自動解析結果をディスプレイ上に表示することができる（図2）。トレンドグラ

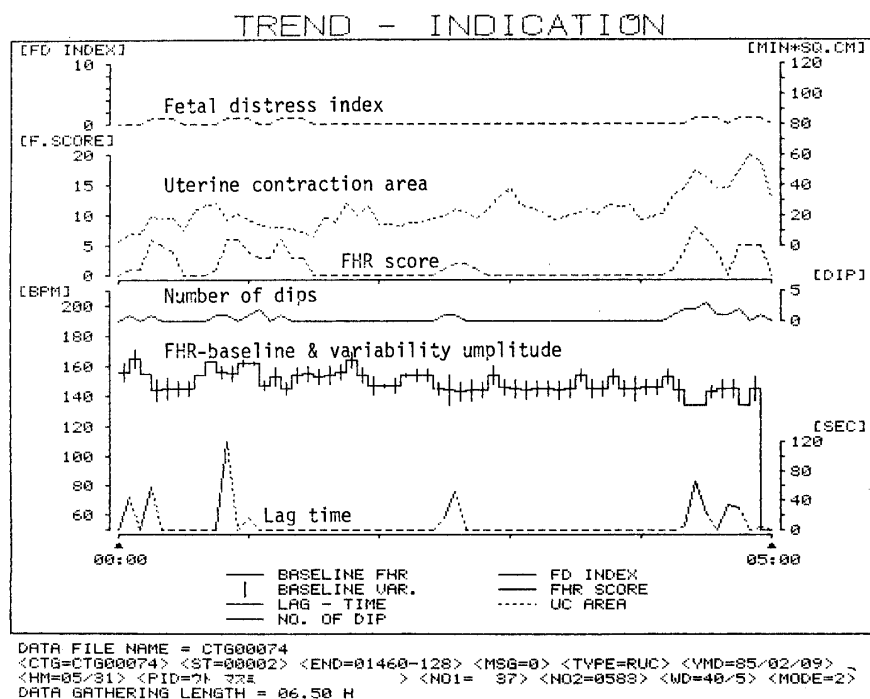


図1 5時間表示トレンドグラムのハードコピー。上段より胎児仮死指数、子宮収縮面積値、心拍数スコア、一過性徐脈数、胎児心拍数基線、細変動振幅、lag timeがトレンドグラム表示してある。

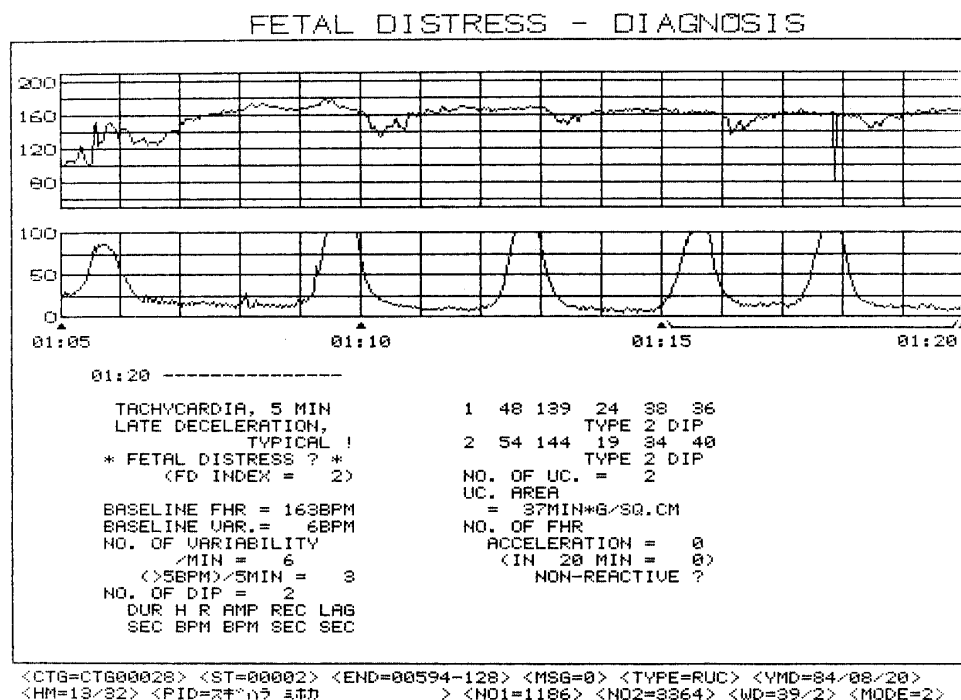


図2 ある時点よりさかのぼった15分間の胎児心拍数陣痛図と同様の5分間の自動診断結果のハードコピー

ム表示プログラムは、前田らの仕様によりトーツ株式会社にて依頼して製作した。

トレンドグラム表示される自動解析の基本となるものは前田の心拍数スコア³⁾である。心拍数スコア (FHR score) とは、胎児心拍数基線の異常及び一過性徐脈の状態により、それぞれ重みのある点数を与え、これを5分間合計して評価したものである。5分間の合計が10点以上のときに胎児仮死を疑う(表1)。さらにその上に胎児仮死指数

表1 心拍数スコア (FHR score)

Parameter	Abnormal sign	points
baseline FHR (bpm)	110~130 or 160~180	1
	90~110 or exceeding 180	3
	70~90	7
	less than 70	15
deceleration		
dip heart rate	less than 100 bpm	2
amplitude	more than 50 bpm	2
recovery time	more than 40 sec.	3
duration	more than 60 sec.	3
lag time	more than 40 sec.	3
type	No acceleration just before and/or after deceleration	2
	W-shaped deceleration	4

FHR score=sum of evaluation scores in the 5 minutes' duration

(FD index) をもうけ、これは心拍数スコア、細変動消失、異常な心拍数パターン及びその持続時間などによつて決定され、さかのぼった15分間の胎児仮死指数の合計値が1点のとき警戒徴候、2点で胎児仮死疑、3点で胎児仮死と診断する(表2)。

表2 胎児仮死指数 (FD index)

Abnormalities	FD index
FHR score is 10 or more but less than 20	1
FHR score is 20 or more	2
Loss of baseline variability lasts for 20 minutes or more	1
Typical late deceleration appears	1
Loss of baseline variability lasts for 20 minutes or more, accompanied with typical late deceleration	1
Prolonged tachycardia (160 bpm or more) lasts for 30 minutes or more	1*
Bradycardia (100~120 bpm) lasts for 10 minutes or more, but for less than 30 minutes	1*
Bradycardia (100~120 bpm) lasts for 30 minutes or more	2*
Sudden cord occlusion is suspected	3**

* The points are renewed in every 5 minutes. On the other hand, points of other items are accumulated for every 5 minutes.

**This symptom is detected when the dip with duration of 90 seconds or more and depth of 100 bpm or less appears succeeding to normal FHR baseline (120 bpm or more).

娩出前30分以上の記録が得られた妊娠33～42週の108例(初産婦50例, 経産婦58例)を対象にした。胎児仮死のため帝王切開を施行した1症例を除き, すべて頭位経膈分娩であつた。臍帯動脈血は, 娩出直後第一呼吸開始前に臍帯を2カ所で挟鉗した後に採血し, 直ちに全自動 Radiometer ABL-2を用いて, pH, base excess (以下 BE と略), HCO_3^- , Po_2 , Pco_2 の測定を行つた。

以下の項目で検討を行つた。

1. 胎児仮死指数による検討

胎児仮死指数の最高得点によつて, 0点群, 1点群, 2点群, 3点以上群の4群に分類し, 各群の臍帯動脈血 pH, BE, HCO_3^- , Po_2 , Pco_2 の平均値と, その各群間の有意差を求めた。

2. 心拍数スコアによる検討

心拍数スコアを娩出前の0～10分から娩出前50～60分までの11時点で10分ごとに合計し, 臍帯動脈血各指標との間の相関係数を求めた。

3. トレンドグラム良好群, 不良群による検討

分娩経過をトレンドグラムによつて良好群と不良群に分類し, 臍帯動脈血各指標の平均値を求めた。分類は胎児仮死指数と心拍数スコアを基準にして行つた。すなわち, 胎児仮死指数が1点以下であり, しかも心拍数スコアが10点以下または10点以上が1回のみ出現したものを良好群とした。一方不良群は, 胎児仮死指数が2点以上, あるいは10点以上の心拍数スコアが2回以上出現したものとした。また臍帯動脈血各指標を正常値と異常値に分け, 本システムの臍帯動脈血異常値を予測する鋭敏度と特異度を求めることによつて, 胎児心拍数図自動解析結果とそのトレンドグラム表示の有用性を検討した。

研究成績

分娩前30分以上の記録が得られた108例の1分 Apgar スコアは8点以上が103例(95.4%)であり, 7点以下は5例(4.6%)にすぎなかつた。臍帯動脈血の各平均値は, pH 7.305 (水素イオン濃度換算による, 以下 pH の平均値はすべて水素イオン濃度に換算し算出した), BE -4.08 ± 2.44 mEq/l, HCO_3^- 22.00 ± 2.16 mEq/l, Po_2 19.23 ± 4.33 mmHg, Pco_2 45.38 ± 8.14 mmHg であつた。

なお, 本研究では全症例の平均値と標準偏差に基づいて, 臍帯動脈血各指標の正常値を pH 7.250 以上, BE -6.0 mEq/l 以上, HCO_3^- 20.0 mEq/l 以上, Po_2 15.0 mmHg 以上, Pco_2 55.0 mmHg 以下とし, それ以外の値を異常値と規定した。

1. 胎児仮死指数による検討 (表3)

胎児仮死指数が0点の症例が55例, 1点が29例, 2点が13例, 3点以上が11例(うち5点1例, 6点1例)であつた。1分 Apgar スコア7点以下のものは胎児仮死指数0点群に2例(6点, 7点), 3点以上群に3例(3点, 5点, 7点)あつた。

① 臍帯動脈血 pH と胎児仮死指数

臍帯動脈血 pH の平均値は, 0点群7.324, 1点群7.320, 2点群7.287, 3点以上群7.193で, 胎児仮死指数の上昇に伴い低値となつた。1点群と2点群, 2点群と3点以上群の間で, それぞれ有意差 ($p < 0.05$) を認めた。0点群と3点以上群間では $p < 0.001$ の有意差を認めた。

② 臍帯動脈血 BE, HCO_3^- と胎児仮死指数

臍帯動脈血 BE の平均値は, 0点群 -3.16 mEq/l, 1点群 -4.12 mEq/l, 2点群 -5.15 mEq/l, 3点以上群 -7.81 mEq/l であつた。 HCO_3^- の平均値は, 0点群 22.67 mEq/l, 1点群 21.56 mEq/l, 2

表3 胎児仮死指数と臍帯動脈血各指標との比較

FD index	0	1	2	3 $\leq$
number of cases	55	29	13	11
pH	7.324	7.320	7.287	7.193
BE (mEq/l)	-3.16 ± 1.55	-4.12 ± 2.06	-5.15 ± 2.26	-7.81 ± 4.17
HCO_3^- (mEq/l)	22.67 ± 1.87	21.56 ± 2.03	21.04 ± 2.38	20.69 ± 2.74
Po_2 (mmHg)	19.52 ± 4.25	19.91 ± 4.22	18.58 ± 4.37	16.37 ± 4.91
Pco_2 (mmHg)	44.82 ± 7.37	42.95 ± 6.15	45.81 ± 9.18	55.15 ± 10.91

mean $\pm$ SD * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

点群21.04mEq/l, 3点以上群20.69mEq/lであり, それぞれpHと同様胎児仮死指数の上昇に伴い低値となった。BEでは, 0点群と1点群間($p < 0.01$), 2点群と3点以上群間($p < 0.05$)で有意差があり, 0点群と3点以上群間では, $p < 0.001$ の有意差を認めた。HCO₃⁻では, 0点群と1点群間で有意差($p < 0.01$)があつたが, 1点群と2点群間, 2点群と3点以上群間では有意差を認めなかつた。また0点群と3点以上群間で有意差($p < 0.005$)があつた。

③ 臍帯動脈血 Po₂, Pco₂と胎児仮死指数

臍帯動脈血 Po₂の平均値は, 0点群から2点群まで19mmHg前後で近似していたが, 3点以上群は16.37mmHgと低値であつた。0点群と3点以上群間で有意差($p < 0.05$)を認めたが, その他の群間では有意差を認めなかつた。臍帯動脈血 Pco₂

も同様に, 2点群までは近似しており有意差を認めなかつたが, 3点以上群は55.15mmHgで他の群より明らかに高値となり, 2点群との間に有意差($p < 0.05$)を認めた。

2. 心拍数スコアによる検討 (図3)

① 臍帯動脈血 pHと心拍数スコア

0~10分, 35~45分, 40~50分, 50~60分を除く7時点で有意な逆相関関係が認められた。特に5~15分, 10~20分の時点で高い相関係数が得られ, 最大の相関係数は5~15分の時点で $r = -0.47$ であつた (図4)。

② 臍帯動脈血 BE, HCO₃⁻と心拍数スコア

BEに関しては分娩前35~45分を除く10時点で有意な逆相関関係が得られ, 特に5~15分, 10~20分, 15~25分の3時点で高い相関係数が得られた。

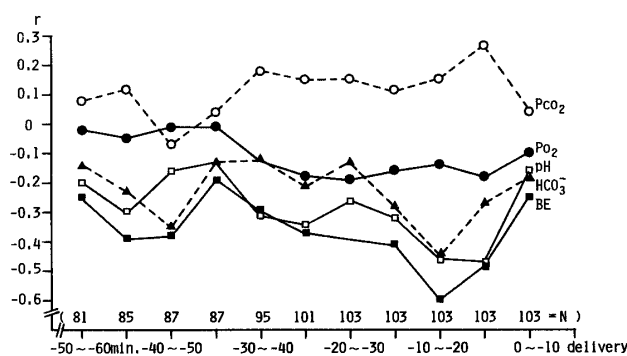


図3 娩出前0~10分から50~60分までの11時点における10分間合計の心拍数スコアと臍帯動脈血各指標との相関

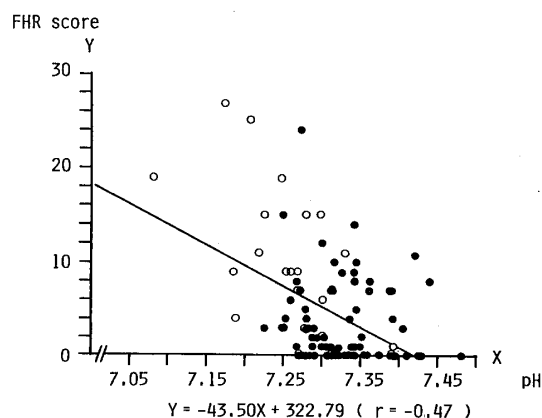


図4 臍帯動脈血 pH (X)と娩出前5~15分のFHR score (Y)との相関 (●はトレンドグラム良好群, ○はトレンドグラム不良群)

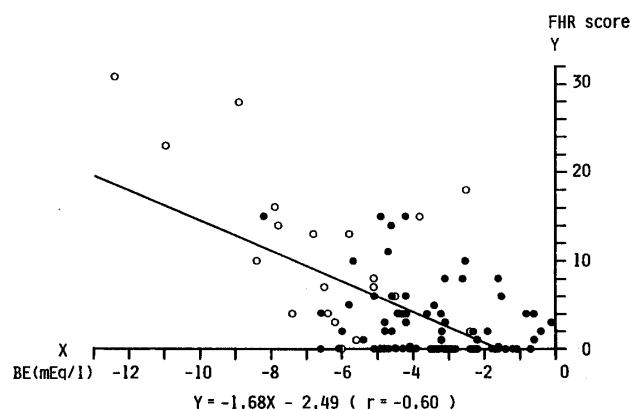


図5 臍帯動脈血 BE (X)と娩出前10~20分のFHR score (Y)との相関 (●はトレンドグラム良好群, ○はトレンドグラム不良群)

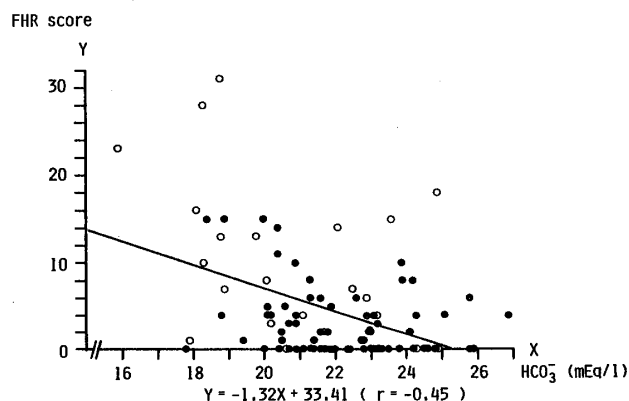


図6 臍帯動脈血 HCO₃⁻ (X)と娩出前10~20分のFHR score (Y)との相関 (●はトレンドグラム良好群, ○はトレンドグラム不良群)

最大の相関係数は10～20分の時点で $r = -0.60$ であり(図5), 臍帯動脈血各指標の中で心拍数スコアとの相関はBEが最も高かった。HCO₃⁻に関しては5～15分, 10～20分, 15～25分, 25～35分, 40～50分, 45～55分の6時点で有意な逆相関関係が認められ, 最大の相関係数は10～20分の時点で $r = -0.45$ であった(図6)。

③ 臍帯動脈血 Po₂, Pco₂と心拍数スコア

Po₂に関しては全時点で有意な相関関係は認められなかった(図7)。Pco₂に関しても, 5～15分の時点で有意な相関関係を認めるのみで, その相関係数も $r = 0.26$ (図8)でpH, BE, HCO₃⁻と比べて低かった。

3. トレンドグラム良好群と不良群による比較検討

良好群80例, 不良群28例に分類できた。トレン

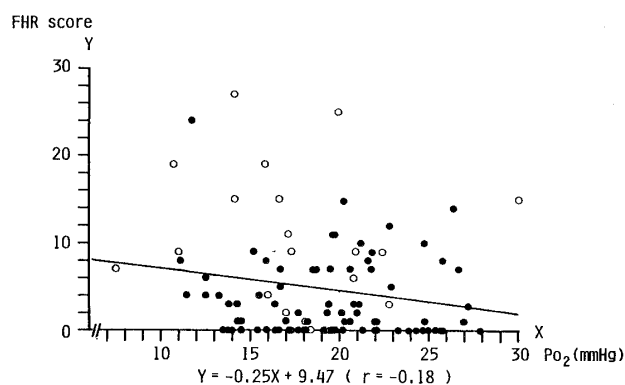


図7 臍帯動脈血 Po₂ (X) と娩出前5～15分の FHR score (Y) との相関 (●はトレンドグラム良好群, ○はトレンドグラム不良群)

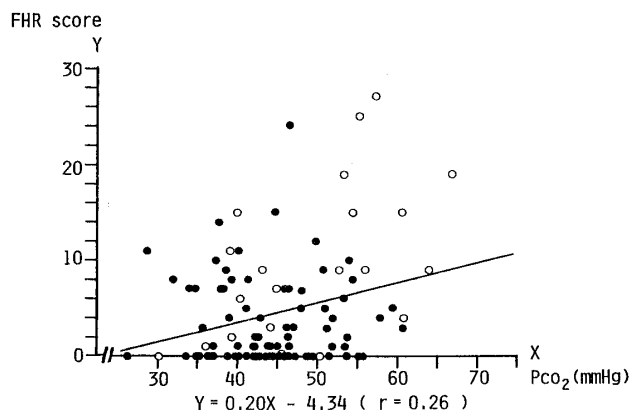


図8 臍帯動脈血 Pco₂ (X) と娩出前5～15分の FHR score (Y) との相関 (●はトレンドグラム良好群, ○はトレンドグラム不良群)

ドグラム良好群の臍帯動脈血各指標の平均値は, pH 7.324, BE -3.41mEq/l , HCO₃⁻ 22.35mEq/l , Po₂ 19.67mmHg , Pco₂ 44.15mmHg であった。一方, トレンドグラム不良群はpH 7.255, BE -6.01mEq/l , HCO₃⁻ 21.00mEq/l , Po₂ 17.95mmHg , Pco₂ 48.90mmHg であり, 良好群の各平均値と比べpH ($p < 0.001$), BE ($p < 0.001$), HCO₃⁻ ($p < 0.005$), Po₂ ($p < 0.05$) は有意に低く, Pco₂ ($p < 0.005$) は有意に高かった(表4)。

トレンドグラム良好群と不良群における臍帯動脈血各指標の正常値と異常値の症例数を比較することにより鋭敏度と特異度を算出してみると, 鋭敏度, 特異度ともPo₂を除き良好であった(表5)。特に, pHとBEはそれぞれ鋭敏度が72.7%(8/11), 76.5%(13/17), 特異度が79.4%(77/97), 83.5%(76/91)であり高い値を示した。また, トレンドグラム良好群80例中, 臍帯動脈血各指標が正常値を示した症例は, pH 77例(96.3%), BE 76例(95.0%), HCO₃⁻ 74例(92.5%), Po₂ 67例(83.8%), Pco₂ 75例(93.8%)であり, ほとんどの症例が正常の臍帯動脈血所見を呈していた。一方トレンドグラム不良群の場合, 異常値を示した症例は, pH 8例(28.6%), BE 13例(46.4%), HCO₃⁻ 10例(35.7%), Po₂ 6例(21.4%), Pco₂ 9例(32.1%)であり, 良好群と比較するとPo₂を除き有意($p < 0.01$)に異常値が多かった。

考 案

胎児心拍数図の定量解析に関しては, 前田ら³⁾, Hammacher et al.¹²⁾ Krebs et al.¹⁵⁾などが報告しており, 胎児末梢血 pH¹¹⁾や, 娩出直後の臍帯血

表4 トレンドグラム良好群(normal)と不良群(ominous)の臍帯動脈血各指標の平均値

trendgram	normal	ominous
number of cases	80	28
pH	7.324	7.255***
BE (mEq/l)	-3.41 ± 1.78	-6.01 ± 3.02 ***
HCO ₃ ⁻ (mEq/l)	22.35 ± 1.98	21.00 ± 2.36 **
Po ₂ (mmHg)	19.67 ± 4.28	17.95 ± 4.29 *
Pco ₂ (mmHg)	44.15 ± 7.04	48.90 ± 10.01 **

mean $\pm$ SD

* $p < 0.05$ ** $p < 0.005$ *** $p < 0.001$

normal group vs ominous group

表5 トレンドグラム良好群 (normal), 不良群 (ominous) による臍帯動脈血各指標の異常値を予測する鋭敏度 (sensitivity) と特異度 (specificity)

pH	7.25≤	7.25>	BE (mEq/l)	-6.0≤	-6.0>
normal	77	3	normal	76	4
ominous	20	8	ominous	15	13
sensitivity=72.7% specificity=79.4%			sensitivity=76.5% specificity=83.5%		
p<0.01			p<0.01		
HCO ₃ ⁻ (mEq/l)	20.0≤	20.0>	Po ₂ (mmHg)	15.0≤	15.0>
normal	74	6	normal	67	13
ominous	18	10	ominous	22	6
sensitivity=62.5% specificity=80.4%			sensitivity=31.6% specificity=75.3%		
p<0.01			N.S.		
Pco ₂ (mmHg)	55.0≥	55.0<			
normal	75	5			
ominous	19	9			
sensitivity=64.3% specificity=79.8%					
p<0.01					

pH との関連性に関する研究も行われてきた。またコンピュータを利用した自動胎児監視装置に関しても、Yeh et al.²⁶⁾ Krause et al.¹⁴⁾をはじめ多くの報告¹⁰⁾²¹⁾があるが、トレンドグラムに関する研究は少ない。本研究では、定量的胎児心拍数解析の指標に、前田の心拍数スコアと胎児仮死指数を選び、臍帯動脈血所見との関連を検討した。

1. 胎児仮死指数、心拍数スコアについて

加藤²⁾は、胎児自動診断補助装置を用いて5分ごとの自動解析結果と臍帯動脈血所見との相関を検討し、胎児仮死指数及び心拍数スコアと臍帯動脈血 BE, HCO₃⁻との間に有意な相関があつたと述べた。本研究では、胎児仮死指数によつて4群に分類し臍帯動脈血各指標の平均値を比較検討したが、pH, BE, HCO₃⁻は、胎児仮死指数の上昇に伴い有意に低下する傾向があつた。胎児仮死指数は、胎児心拍数図の定量的総合評価といふことができ、臍帯動脈血 pH, BE, HCO₃⁻の値を微妙に反映していると思われた。

Beguin et al.⁹⁾は、コンピュータで一過性徐脈面積値を求め、その定量解析結果と胎児末梢血 pH は相関すると述べた。そのうち、各子宮収縮の開始後80~140秒後に起こる一過性徐脈面積値の採

血前20分間の合計値と pH との相関が最大であり、 $r=-0.453$ であつたという。本研究の心拍数スコアと臍帯動脈血各指標の間の相関に関する検討では、臍帯動脈血 pH は娩出前5~15分間 ($r=-0.47$) の心拍数スコアと、また BE, HCO₃⁻は娩出前10~20分間 ($r=-0.60, r=-0.45$) の心拍数スコアと最大の相関を示した。定量解析の方法及び臍帯動脈血、末梢血の違いはあるものの、pH に関しては同程度の相関係数であつた。加藤が報告した内測法による心拍数スコアと臍帯動脈血各指標の間の最大の相関係数は、pH が娩出5分前で $r=-0.242$, BE が娩出25分前で $r=-0.375$, HCO₃⁻が娩出15分前で $r=-0.393$ であり、本研究ではこれより高い相関係数が得られたが、これは2時点の心拍数スコアを合計したためと考えられる。また pH と、代謝性因子である BE, HCO₃⁻とがある時間差をもつて最大の相関を示したことは、pH は呼吸性因子が関与するために、BE, HCO₃⁻よりもその経時的変動が早いためと推察され、加藤の結果とも一致する。

Katz et al.¹³⁾は、分娩中の胎児心拍数が正常の時、娩出直前の徐脈は15分を超えなければアシドーシスは起こらないと述べた。また大谷⁶⁾も同

様の報告をしており、娩出直前の心拍数の異常は必ずしも臍帯動脈血所見を反映していない。このことは、本研究における娩出直前10分間の心拍数スコアと臍帯動脈血各指標との相関が低かったことから推察される。Goeschen et al.¹¹⁾は、心拍数の異常が起こると30分以内に胎児はアシドーシスに陥ると述べているが、著者も、心拍数の異常が胎児血に影響を及ぼすにはある一定の時間を要するものと考えている。

Wood et al.²⁴⁾によれば、胎児の PO_2 , Pco_2 は胎児心拍数の異常と平行した変化をとることは少ないという。本研究においても、胎児仮死指数及び心拍数スコアの両方とも臍帯動脈血 PO_2 , Pco_2 との関連は低かった。

2. トレンドグラム良好群と不良群について

分娩進行に伴い胎児はアシドーシスになる²²⁾。理論的に胎児のアシドーシスは、異常な胎児心拍数の変化に相当するストレスの程度とその時間に関係するものと考えられる。遠藤¹⁾によれば、臍帯動脈血 pH 低値群 (pH < 7.20) では、pH 高値群よりも分娩全経過にわたって高い心拍数スコアを示すという。従つて、トレンドグラム良好群と不良群の分類基準には、分娩全経過における胎児仮死指数と心拍数スコアを用いた、10点以上の心拍数スコアが2回以上出現したものを不良群としたのは、時間的経過を重視したためである。胎児仮死指数は1点であつたが、10点以上の心拍数スコアが2回以上出現したために不良群と判断した症例は4例あつた。そのうち1例の臍帯動脈血所見は、pH 7.222, BE -10.9mEq/l, HCO_3^- 15.9mEq/l であり明らかにアシドーシスであつた。

Wible et al.²³⁾は、臍帯動脈血の異常値を pH < 7.20, BE < -8 ~ -9mEq/l, Pco_2 > 60mmHg としており、著者が規定した臍帯動脈血各指標の異常値と異なる。Apgar スコアを考慮すれば Wible et al.の報告が妥当と思われるが、本研究における症例は大多数が1分 Apgar スコア 8 点以上であつたため、臍帯動脈血の異常値の基準を厳しく設定した。

Krause et al.¹⁴⁾は、心拍数所見重回帰式計算値と陣痛の Montevideo 単位値の2個のパラメータ

をディスプレイ上にトレンドグラム表示した。このシステムでは臍帯動脈血 pH 7.20以上の予測が80%可能であり、また異常と診断した心拍数パターンの26%が1分 Apgar スコア 7 点以下と相関したと報告している。本研究の胎児監視システムにおけるトレンドグラム良好群と不良群の診断基準を用いた場合の鋭敏度、特異度は、pH, BE に関しては70%以上と良好であり、また、臍帯動脈血各指標の正常値の予測に関しても PO_2 を除き90%以上可能で非常に良好であつた。すでに報告⁸⁾¹⁶⁾²⁰⁾されているように、胎児心拍数図のみから臍帯動脈血所見及び、Apgar スコアを予測するには限界があり、一般に偽陽性が多く、偽陰性が少ない傾向にある。つまり、臍帯動脈血所見に影響を及ぼす因子は種々あり¹⁹⁾²⁵⁾、胎児心拍数のみが重要な因子とはいえない。従つて、臍帯動脈血の異常値の予測は21.4~46.4%と低い値であつたが、これは本研究における胎児監視システムの問題というより、胎児心拍数図と臍帯血所見の関連上の問題と思われる。

本研究は一部文部省科学研究費(課題番号57370028)及び厚生省心身障害研究補助金によつた。また第37回日本産科婦人科学会学術講演会、第24回日本 ME 学会大会に本研究の要旨を発表した。御指導御校閲頂いた鳥取大学産科婦人科学教室前田一雄教授、御校閲賜つた同第2生理学教室及川俊彦教授、同小児科学教室白木和夫教授に深謝する。

文 献

1. 遠藤静男：分娩経過と関連した胎児心拍数図の時間的変動。米子医学雑誌, 23: 266, 1972.
2. 加藤一雄：心拍数自動解析パラメータと臍帯動脈血分析値の相関に関する研究。日産婦誌, 36: 1027, 1984.
3. 前田一雄, 木村制裁, 福井儀郎, 小沢修一, 小坂亘, 王張富美, 田村迪子, 高田大陸, 中野仁雄, 三苫守行：胎児の生理ならびに病理に関する研究。日産婦誌, 21: 877, 1969.
4. 前田一雄：胎児心拍数自動診断分娩監視装置とその臨床応用。臨床 ME, 5: 194, 1981.
5. 前田一雄, 入江 隆：分娩時における胎児心拍数・陣痛のトレンドグラム。臨産, 39: 206, 1985.
6. 大谷嘉明：児出生直前直後の心拍数変動と臍帯動脈血所見の関連に関する研究。日産婦誌, 37: 2073, 1985.
7. 辰村正人, 中嶋一彦, 入江 隆, 前田一雄：胎児心拍数トレンドグラムに関する研究。医用電子と

生体工学. 投稿中.

8. *Ayromlooi, J., Tobias, M. and Berg, P.* : Correlation of ominous fetal heart rate pattern and scalp blood pH with one-minute Apgar score. *Int. J. Gynaecol. Obstet.*, 17 : 185, 1979.
9. *Beguin, F., Yeh, S.Y., Forsythe, A. and Hon, E.H.* : A study of fetal heart rate deceleration areas. II. Correlation between deceleration areas and fetal pH during labor. *Obstet. Gynecol.*, 45 : 292, 1974.
10. *Flowers, C.E., Hinkley, C.M. and Hatcher, J.W.* : The use of a digital computer in monitoring the condition of the fetus during labor. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 111 : 644, 1971.
11. *Goeschen, K., Kersting, A. and Saling, E.* : Kann in der Austreibungsperiode auf die Fetalblutanalyse verzichtet werden? *Z. Geburtsh. U. Perinat.*, 188 : 74, 1984.
12. *Hammacher, K., Brun Del Re, R., Gaudenz, R., De Grandi, P. and Richter, R.* : Kardiotokographischer Nachweis einer fetalen Gefährdung mit einem CTG-Score. *Gynäk. Rdsch.*, 14 : 61, 1974.
13. *Katz, M., Shani, N., Meizner, I. and Insler, V.* : Is end-stage deceleration of the fetal heart ominous? *Br. J. Obstet. Gynecol.*, 89 : 186, 1982.
14. *Krause, W., Michels, W., Kunath, H. and Volkmer, H.* : Eine neue Form der Darstellung fetaler Kardiotokogramme. *Z. Geburtsh. U. Perinat.*, 185 : 20, 1981.
15. *Krebs, H.B. and Petres, R.E.* : Clinical application of a scoring system for evaluation of antepartum fetal heart rate monitoring. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 130 : 765, 1978.
16. *Low, J.A., Boston, R.W. and Pancham, S.R.* : The role of fetal heart rate patterns in the recognition of fetal asphyxia with metabolic acidosis. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 109 : 922, 1971.
17. *Maeda, K., Arima, T., Tatsumura, M. and Nagazawa, T.* : Computer-aided fetal heart rate analysis and automatic fetal-distress diagnosis during labor and pregnancy utilizing external technique in fetal monitoring. In *MEDINFO 80, Proc. 3rd World Conf. Med. Informatics*, (eds. D.A.B. Lindberg and S. Kaihara), 1214. North Holland, Amsterdam, New York and Oxford, 1980.
18. *Maeda, K.* : Computerized automatic diagnosis of fetal distress with use of external monitoring technique. In *Computerdiagnostik in der Geburtsmedizin, 2. Symposium*, (ed. W. Krause), 28. Friedrich-Schiller-Universität Jena, 1981.
19. *Miller, F.C., Petrie, R.H., Arce, J.J., Paul, R.H. and Hon, E.H.* : Hyperventilation during labor. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 120 : 489, 1974.
20. *Tejani, N., Mann, L.I. and Bhakthavathsalan, A.* : Correlation of fetal heart rate patterns and fetal pH with neonatal outcome. *Obstet. Gynecol.*, 48 : 460, 1976.
21. *Wade, M.E., Coleman, P.J. and White, S.C.* : A computerized fetal monitoring system. *Obstet. Gynecol.*, 48 : 287, 1976.
22. *Weber, T. and Pedersen, S.H.* : Normal values for fetal scalp tissue pH during labor. *Br. J. Obstet. Gynecol.*, 86 : 728, 1979.
23. *Wible, J.L., Petrie, R.H., Koons, A. and Perez, A.* : The clinical use of umbilical cord acid-base determinations in perinatal surveillance and management. *Clin. Perinat.*, 9 : 387, 1982.
24. *Wood, C., Lumley, J. and Renou, P.* : A clinical assessment of foetal diagnostic methods. *J. Obstet. Gynaec. Brit. Cwlth.*, 74 : 823, 1967.
25. *Wood, C., Ng, K.H., Hounslow, D. and Benning, H.* : Time-an important variable in normal delivery. *J. Obstet. Gynaec. Brit. Cwlth.*, 80 : 295, 1973.
26. *Yeh, S.Y., Jilek, J. and Hon, E.H.* : On-line diagnosis of ominous fetal heart rate patterns : A warning device. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 118 : 559, 1974.

(特別掲載 No. 5970 昭61・5・13受付)