

子宮収縮が胎児に及ぼす影響

日本医科大学第1病院産科婦人科学教室（指導 鈴木正勝教授）

研究生 河 田 昭

概要 胎児心電計及び分娩監視装置を使用して分娩時、特に分娩第2期における子宮収縮と胎児心拍数変動及び胎児脳圧の変化の関係について研究し、分娩時に胎児に及ぶ distress について考察した。

A) 胎児胎盤循環に及ぼす子宮収縮の影響は、その収縮の強さばかりでなく、この収縮の持続時間が問題になると思われるので収縮の強さ及びその持続時間と胎児心拍数との関係を調査するため20mmHg, 30mmHg, 40mmHg, 50mmHg以上の各々の子宮収縮持続時間と胎児心拍数変動との関係を子宮収縮直前の胎児心拍数と比べて検討した。

1) 子宮収縮時間と胎児心拍変動数との間に20mmHg以上の収縮圧との相関係数 $\gamma = +0.29$, 30mmHg以上の $\gamma = +0.29$, 40mmHg以上の $\gamma = +0.28$, 50mmHg以上の $\gamma = +0.25$, であり20mmHg以上, 30mmHg以上では有意の正の相関があつた。

2) 子宮収縮と胎児心拍数の最低値についても有意の相関があつた。

B) 子宮収縮中の胎児心拍の変動を谷型, 山型, 増減型, 増加型, 減少型, 平坦型の6型に分類し子宮収縮時間と各型の出現を検討した。

1) 20mmHg以上の収縮時には平坦型が46%で約半数を占め, 谷型が26%を占めた。20mmHg以上の収縮時に比べ40mmHg以上の収縮では変動する型, 特に谷型, 増減型が多く約70%を占めた。

2) 40mmHg以上の子宮収縮圧の時と40mmHg以下の子宮収縮圧の時との各型の分布を比較すると谷型, 増減型が40mmHg以上の時に多かつた ($33.28 > X^2 = 11.07$)。

3) 以上の事から子宮収縮が胎児に及ぼす影響として40mmHg以上の収縮圧, 即ち子宮の Tonus の平均10mmHgを加えると50mmHg以上の収縮圧の持続時間に密接な関係があると考えられる。

C) 子宮収縮時の胎児心拍数の変動と新生児仮死について, a. 子宮収縮に伴なう胎児心拍の変動, b. 仮死と心拍変動の型, c. 子宮収縮終了に伴なう胎児心拍の回復, d. 棄却限界下限以下の胎児心拍の持続時間の点について検討した。

D) 胎児脳圧変化の測定は家兎胎仔を用いて, 子宮収縮圧の測定と同様に内径0.8mmの穿刺針を用いて胎囊を通して直接胎仔頭部に刺入した。

1) 子宮収縮中の胎仔脳圧の変化は2~10mmHgに及んだが子宮収縮曲線とは関係なく健康な胎仔にあつては子宮収縮が脳圧の変化に直接影響しないようである。

2) 子宮収縮圧が生理的範囲においては胎児脳圧は収縮の影響を受けないが死亡直前に於ては胎児脳圧の変動として現れる。

3) 胎仔頭部の頻回又は強度の圧迫によつて胎仔心拍は著明な Bradycardia となる。

1. 緒 言

分娩の目的は、生児の娩出にある。分娩の3要素の内、骨産道については、Caldwell¹⁾やMoloy, Menges, Guthmann, Martius, 鈴木等によつて、又子宮収縮の研究はSchatz²⁾, Bourne³⁾, Woodbury, 鈴木等⁴⁾⁵⁾等によりその詳細な報告が行なわれている。

しかし、分娩中の胎児の状態の観察としては、子宮収縮の間歇期に、断続的にトラウベにより聴取した胎児心拍を指標としているのが現状である。この様な方法では、分娩の進行中の正確な児の状態を観察し、特に子宮収縮により増加するであろう児の distress を知る事は困難である。

最近の electronics の発達は、胎児心音、及び胎児心

電による連続的記録を可能にした。胎児心電が子宮収縮時に記録可能であるのに反し、胎児心音は、子宮収縮によつて記録困難となり、収縮終了後の出現も遅延する欠点がある。そこで私は、胎児心電計、陣痛計を用いて次の事を研究した。即ち

1) 胎児心電計による胎児心拍数

2) 子宮収縮と胎児心拍数の関係

a) 子宮収縮時間と胎児心拍の変動

b) 子宮収縮時間と胎児心拍数の最低値

c) 子宮収縮時間と胎児心拍変動の型

3) 子宮収縮と脳圧の変動及び胎児脳圧の変動と胎児心拍数の変動

4) 胎児心拍数の変動と新生児仮死の関係

であり、子宮収縮が、胎児に及ぼす影響を究明すると共に、分娩時に児を監視する上に誤りのない基礎資料の一助にしたいと考えた。

(1) 胎児心電計及び胎児心拍計

1906年 Cremer⁶⁾ が胎児心電を最初に報告して以来、1921年 Falls と Rockwood⁷⁾ が microphonic-stethoscope を用いて胎児心音を聴取し、1935年 Bierring 等⁸⁾ によつて electro-stethograph が製作され、又1940年 Kirshbaum によつて心音の増巾が行なわれた。更に1953年英国で初めて Gunn と Wood が胎児心音を増巾し Oscilloscope を用いて記録し、これを算出した。これら一連の胎児心音の研究に対し、胎児心電図が本格的に研究されだしたのは、1936年に Strassmann が大人の心電計を用いて Vacuum tube から誘導して撮つてからである。更に1938年 Bell⁹⁾ が英国で最初に Preamplifier を用いて胎児心電を増巾し、1943年 Ward と Kennedy によつて脳波計の使用による最初の報告が行なわれて以来、胎児心電に対する関心も次第に深まり、1947年 Blenheim¹⁰⁾ によつて胎児心電の minute electrical potential が、母体の 2,000 ~ 3,000 μV に対して、7 ~ 70 μV である事が報告されて、胎児心電の特性も明らかになつて来た。又1957年 Southern¹¹⁾ は、Vector Amplifier System を用いて初めて胎児の P, Q, R, S の心電図を取出した。この様にして胎児心電図の究明は発展し、1957年 Hon と Hess¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾ によつて胎児の QRS 波を取出す cardiota-chometer が初めて作られ、胎児心拍数の連続記録も可能となつた。又 Hon 等とは別に、1960年 Gilson, 1962年 Lamkee 等¹⁶⁾ 及び Larks¹⁷⁾ も各々入力電圧 5 ~ 100 μV に Low 及び High cut した胎児心電計を製作した。

(2) 誘導方法

Larks¹⁸⁾ は導子を腹壁上に、恥骨上部 2 ~ 3 cm の場所と、臍 4 横指上とに固定する方法、あるいは臍上と一方は臀部に固定する方法等を挙げ、Surean¹⁹⁾ は導子の一方を子宮内に挿入した。又 Swartwout と Walton²⁰⁾ は Larks と同様に恥骨及び子宮底中央に縦方向の誘導を推奨した。これら種々の誘導方法が多く研究者によつて発表されていたが、1961年 Surean²¹⁾ が腹壁上の等電点を求めて、電位の分布曲線を作製し、これによつて腹壁からの誘導方法は一応確立された。

(3) 胎児心電の出現時期

1936年 Heard と Burkley²²⁾ が、妊娠13週以降には既に大人と同様な心電図が認められる事を報告したがこれより早くわが国では前川、豊島²³⁾が1930年に、又1934年

には、Easby 等²⁴⁾ が既に妊娠早期の胎児心電図について報告している。又1936年 Hoff 等²⁵⁾ は妊娠13週で心室波を認め、20週で完成されると述べた。しかし一方1958年 Larks 等²⁶⁾ は妊娠11週 $\frac{1}{2}$ でQRS波を記録し、Schmidt²⁷⁾ は妊娠12週で証明した。また小林等²⁸⁾ は14週2日でQRS波を証明し、私²⁹⁾も14週0日で疑陽性のものを、15週5日で確実に陽性のものを認めた。

(4) 胎児心電の出現率

Larks¹⁶⁾ は妊娠22週で 100%、24, 25週、及び31週で一時的に50%に低下するが36週以降は96%に陽性であるといふ、Lamkee¹⁵⁾ は15~19週で100%、20~24週で80%、25~35週は100%、36~37週で75%、38週以降は90~100%であると述べている。又 Schmidt 等²⁷⁾ によると妊娠20~29週で85%、30~36週で78.7%、38週以降は92.8%陽性であつたという。Hon 等³⁰⁾ も16~20週で88%であり、20週以降は83%陽性に出現するという。いずれにせよ周産期に於ては、90%前後に胎児心拍は出現している。小林、武井等³¹⁾によると、胎児心拍の証明率は妊娠16週より次第に増加し24週で100%に近くなり、その後は30週で50%にまで減少し、再び増加し36週以後ほぼ100%を示している。私も妊娠5カ月までに74%、6カ月65%、7カ月59%、8カ月56%、9カ月82%、10カ月以上に100%の陽性率を認めた。

2. 実験方法及び実験材料

a. 実験方法

(1) 胎児及び胎仔心拍

胎児心拍数は、福田エレクトロ製カルジオベット TOF-1000型を使用した。心拍数の計測にあつてはR棘波を計算した。本器の搬送速度は25mm/sec であるのでまず Balloon 法による Kymographion 上と同時に marker にて check し、計測開始点を明確にしておく。次いで記録されたR棘波を150mm~75mmの距離、即ち6秒~3秒間数えて、これを毎分値に換算した。R-R 間隔の変化の著しい時には、1つ1つの R-R 間の距離を計測してこれを継ぐようにした。

又、実験動物家兎胎仔の心拍測定にあつては、福田エレクトロ製の分娩監視装置の心拍計を使用した。

(a) 胎児心電計

カルジオベット TOF-1000型の Block-Diagram は図1で示す通りである。この胎児心電部の電氣的諸特性は、平衡入力差動型で5段増巾、入力電圧 50 μV に対して記録される Pen の最大感度は士40mm で増巾器固有の内部雑音は10 μV 以下である。時定数は 2.5 sec (1mV)、

図1 胎児心電部 Block-Diagram

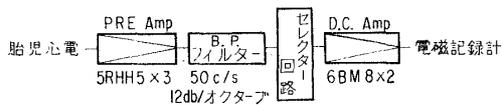


図2 周波数特性曲線

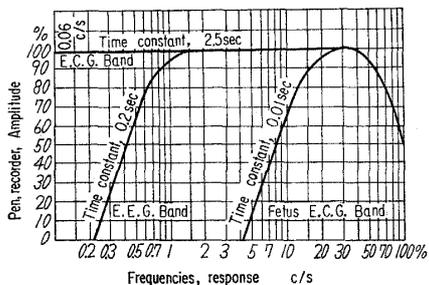


図3 分娩監視装置 Block-Diagram

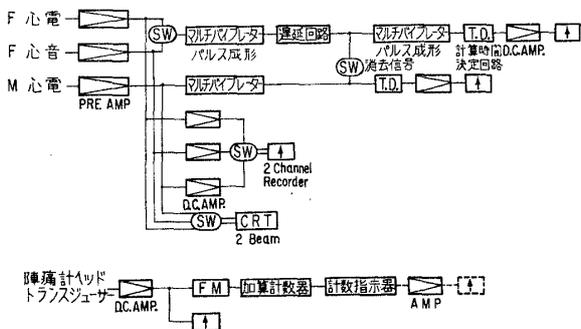


図4 胎児心電パルス成形遅延及び消去の動作

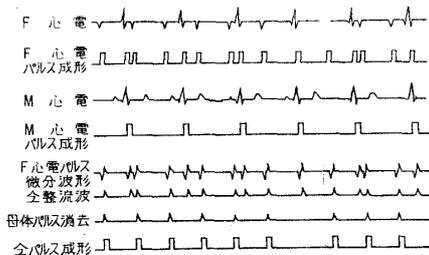


図5 振巾一心拍(毎分値) 換算表

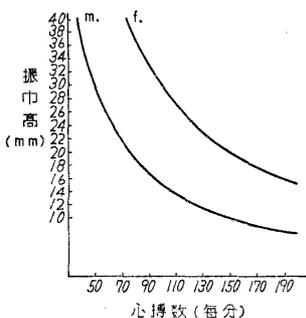
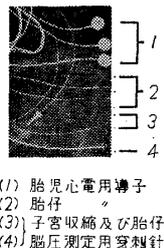


図6 各種の胎児用導子



- (1) 胎児心電用導子
- (2) 胎仔
- (3) 子宮収縮及び胎仔
- (4) 胎圧測定用穿刺針

0.2 sec, 0.01 sec の切換式, 弁別比 62 db (1 mV), 70 db (50 μ V), 較正電圧 1 mV DC-50 μ V DC のものである。なお増巾器の周波数特性曲線は図2の通りである。

(b) 胎児及び胎仔心拍計 (胎児心電拍数計部)

家兎胎仔に使用した分娩監視装置は日常胎児心拍の監視に用いられるもので図3に示すようなBlock-Diagramで構成される。即ち、胎児心電、胎児心音及び母体心電の拍数計算と、波形記録及び監視、陣痛曲線の測定とその曲線よりプラニメータ値を求めるブロックより構成されている。胎児心電による拍数曲線は図4に示す如く、増巾器で増巾された信号をマルチバイブレーターによつてR波だけを5~30 msec の巾を持つ矩形波に成形する。一方母体のQRSの時間は平均50 msec であるので一応これを胎児心電に含まれる母体心電の消去に用いる為50 msec の固定の巾の矩形波に成形した。

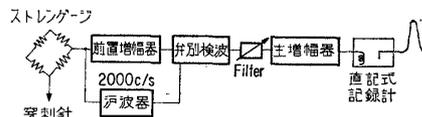
(c) 胎児及び胎仔の心電及び心拍誘導法

胎児心電の誘導に双極電極を用いた。即ち、関電極の2つを腹部の縦方向に、1つは臍上4横指に、又他の1つは恥骨上部2~3 cmの所に固定した。又不関電極は母体足関節上方にアルコールで拭浄した後、ゼリーを塗り皮膚と導子の抵抗をできるだけ少なくして5 cm巾の絆創膏で固定した。なお母体の体位は原則として仰臥位である。導子は、ドウタイト (藤倉化成) を用いた。この導子は塩化ビニール 0.5mmの厚さの物でその内に銀粉を混入し導体として軟性である。又使用した導体の大きさは直径 2.0cmの物である (図6 (1))。家兎胎仔に使用した導子は1/4針注射針を釣針状に曲げたもので、これを直接胎仔に刺入して胎仔心拍数を採取した (図6 (2))。

(2) 子宮収縮測定

分娩時の子宮収縮は Balloon 法によつた。家兎の子宮収縮は穿刺法を用い、家兎子宮胎嚢に刺入した。刺入した針は、ポリエチレンチューブに連結し、これを

図7 陣痛計部 Block-Diagram



electromanometer に接続し、水銀柱の変化を電気変換し、これを分娩監視装置にある陣痛計に連絡した。陣痛計のBlock-Diagramは図7の通りである。この陣痛計の電気的特性は、入力電圧 AC 100V, 50~60c/s, 最大振巾は、胎児心拍計と同じく40mm, 最大感度 50gr/40mm, 直線性は振巾 \pm 15mmに於て、ほぼ 100%, \pm 15mm以上で

は80%である。

(3) 脳圧測定法

内径 0.8mmの穿刺針を用いて、これを胎囊を通じて、直接胎仔頭蓋内に刺した。これを electromanometer のトランスジューサーに連絡し、陣痛計に連結した。導管はヘパリン液生食水で満たした。連結の方法は図8に示した通りである。

b. 実験材料

胎児心拍と子宮収縮との関係の研究には、分娩第2期を対象とした。対象例は日本医科大学第1病院で分娩した産婦23例である。この内子宮収縮と胎児心拍の変動については、少くとも一収縮中、胎児心拍の連続記録できたものを用いた為20例となった。又実験動物は単一系妊娠家兎30~32日のもの12例を使用した。

図8 胎仔心拍，脳圧，羊 水圧測定法

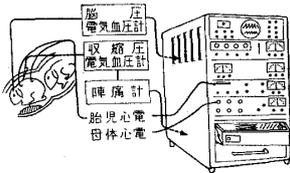
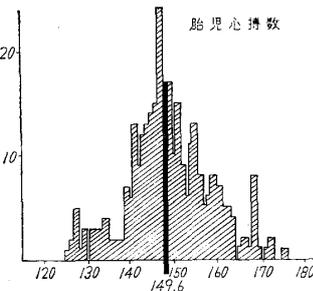


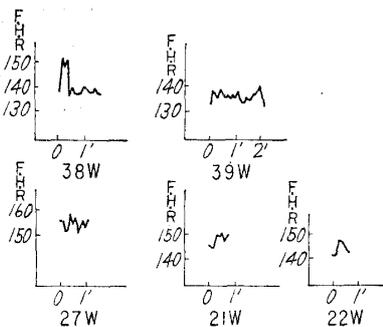
図9 胎児心拍平均数



3. 実験成績 (ヒト)

妊娠16週0日から42週0日迄、即ち5カ月初めから11カ月前半の胎児に心拍の証明できたもの 135例の内、胎児心拍数を算定し得たものは64例であつた。64例の胎児心拍数の最高値は175.7、最低は125.5、平均 149.6であつた(図9)。但し同一胎児の同一時期においても胎児心拍数は変動し毎分3~15の変動を64例全例に認めた(図10)。又測定した胎児心拍数を各妊娠月別に分類し、その心拍数の平均を見ると妊娠5カ月は 156.2、6カ月 151.9、7カ月 152.2、8カ月 147.4、9カ月 150.2、10カ

図10 胎児心拍数の変動



月前半 147.6、10カ月後半 147.1、11カ月前半 144.9と妊娠末期になるに従つて減少する傾向を示した(図11)。これを推計学的に検討すると、隣接する各妊娠月の間には有意差はなく、又胎児心拍数と妊娠月数の間にも相関関係を認めない。

妊娠 38 週 1 日から 42 週 0 日迄の胎児心拍数の平均は 146.4、信頼限界上限 151.3、下限 140.7、棄却限界上限 170.8、下限は 122.7である。

a. 子宮収縮と胎児心拍の関係

陣痛発作時には毎分30~40の胎児心拍の減少は正常でも認められるといわれている。そこで胎児心電図から算出された胎児心拍数の変化を観察した。確かに子宮収縮時に著明に Bradycardia となり子宮収縮終了と共に速かに復古するものが多いが(図12)、又、殆んど変化しな

図11 各月別胎児心拍数平均値

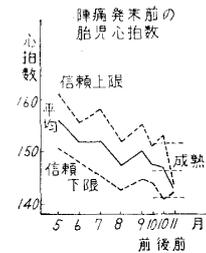


図12 子宮収縮と胎児心拍数変動

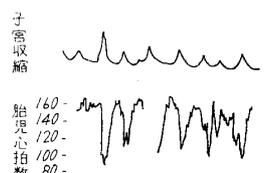
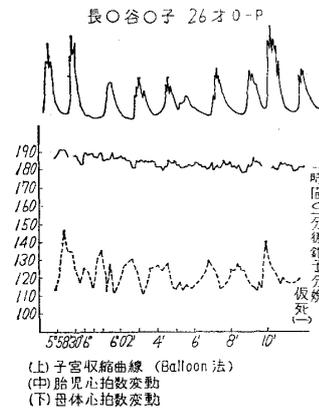


図13 子宮収縮と胎児心拍数変動



いものもあつた(図13)。そこで子宮収縮時間と胎児心拍の変動について、(1)子宮収縮時間と胎児心拍の変動、(2)子宮収縮時間と胎児心拍最低値、(3)子宮収縮時間と胎児心拍変動の型について検討した。

(1) 子宮収縮時間と胎児心拍の変動

胎児胎盤循環に及ぼす子宮収縮の影響は、その収縮の強さばかりでなく、この収縮の持続時間が問題になると思われたので、この収縮の強さ及びその持続時間と胎児

図14 子宮収縮時間(20mmHg以上)と胎児心拍変動

有○薫 28才 I-P

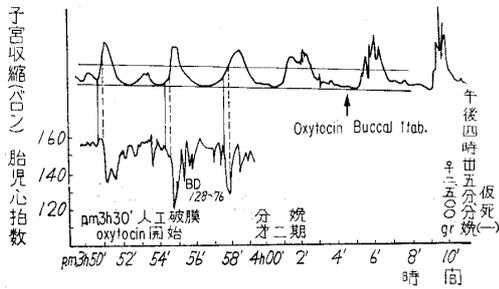


図15 20mmHg以上の収縮時間と胎児心拍変動数

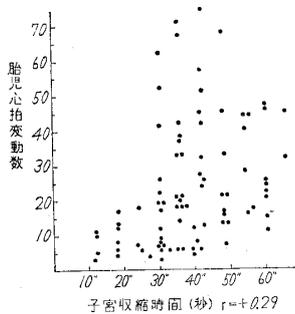


図16 30mmHg以上の収縮時間と胎児心拍変動数

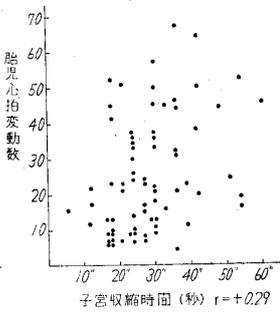


図17 40mmHg以上の収縮時間と胎児心拍変動数

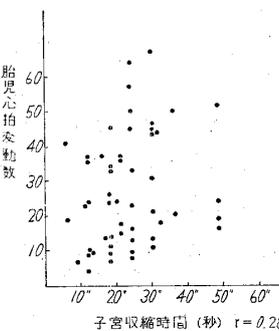
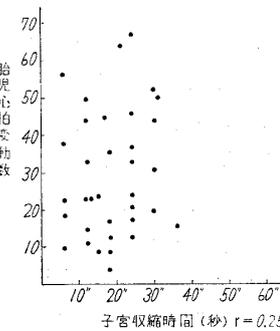


図18 50mmHg以上の収縮時間と胎児心拍変動数



心拍数との関係を調査するため20mmHg, 30mmHg, 40mmHg, 50mmHg以上の各々の子宮収縮持続時間と胎児心拍変動との関係を子宮収縮直前の胎児心拍数と比べて検討した(図14)。20mmHg以上では20症例87子宮収縮, 30mmHg以上では20症例75収縮, 40mmHg以上では18症例53収縮, 50mmHg以上では14症例35収縮である。20mmHg以上および30mmHg以上の子宮収縮時間(秒)を横軸, 胎児心拍変動を縦軸に取つてその関係を見ると図15, 図16の通りである。即ち20mmHg以上の収縮圧で, 子宮収縮時間と胎児心拍数(量)との間に $\gamma = +0.29$, 30mmHg以上で $\gamma = +0.29$, で有意の相関関係を有する。しかし, 40mmHg以上では $\gamma = +0.28$ (図17), 50mmHg以上では $\gamma = +0.25$ (図18), で有

表1 各子宮収縮圧の持続時間と胎児心拍変動数との相関係数の有意性

収縮圧	N	r	F	F ₀	有意性
20mmHg	87	+0.29	3.96	8.50	(+)
30 "	75	+0.29	3.98	6.38	(+)
40 "	53	+0.28	4.03	2.89	(-)
50 "	35	+0.25	4.13	2.29	(-)

表2 各子宮収縮圧の持続時間と胎児心拍最低値との相関係数の有意性

収縮圧	N	r	F	F ₀	有意性
20mmHg	87	-0.19	3.96	3.18	(-)
30 "	75	-0.32	3.98	8.43	(+)
40 "	53	-0.56	4.03	23.30	(+)
50 "	35	-0.31	4.13	3.50	(-)

図19 20mmHg以上の収縮時間と胎児の最低心拍数

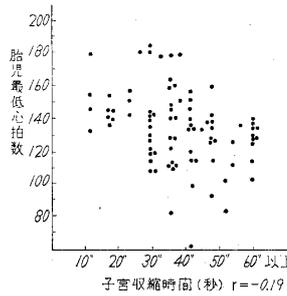


図20 30mmHg以上の収縮時間と胎児の最低心拍数

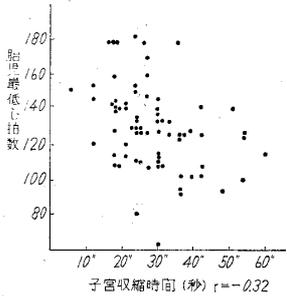


図21 40mmHg以上の収縮時間と胎児の最低心拍数

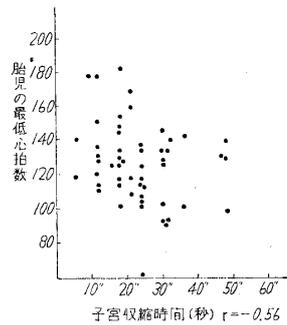
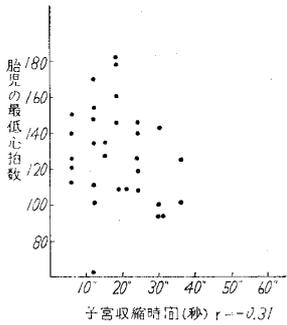


図22 50mmHg以上の収縮時間と胎児の最低心拍数



意の相関はなかつた(表1)。

(2) 子宮収縮時間と胎児心拍最低値

(1)と同様に, 子宮収縮後の胎児心拍数の最低値について検討した。

即ち, 20mmHg以上の収縮圧の時の子宮収縮時間と胎児心拍最低値との相関係数 $\gamma = -0.19$, 30mmHg以上では $\gamma = -0.32$, 40mmHg以上で $\gamma = -0.56$, 50mmHg以上で $\gamma = -0.31$ であつた(図19, 20, 21, 22)。

しかし20mmHg, 50mmHg以上の相関係数は有意でなく30mmHg, 40mmHg以上においては有意であつた(表2)。

また30mmHg以上の収縮圧よりも40mmHg以上の収縮圧になるとその持続時間が長くなるにつれて一層著明に胎児心拍数を減少させる(5%危険率)。

(3) 子宮収縮と胎児心拍変動の型

子宮収縮中の胎児心拍変動の型を次の6型に分類し

図23 胎児心拍変動の型

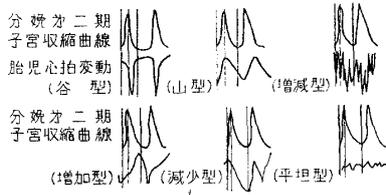


図24 谷型の胎児心拍変動

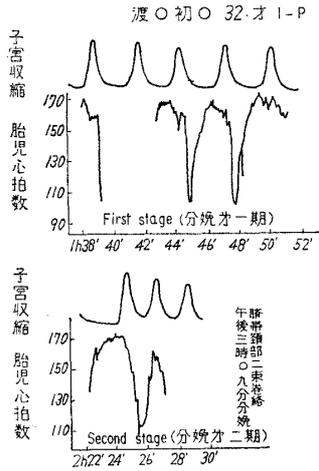


図25 増減型の胎児心拍変動

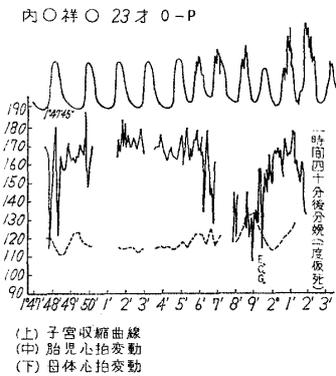


図26 減少型の胎児心拍変動

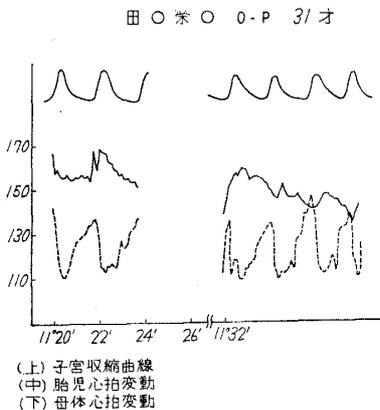
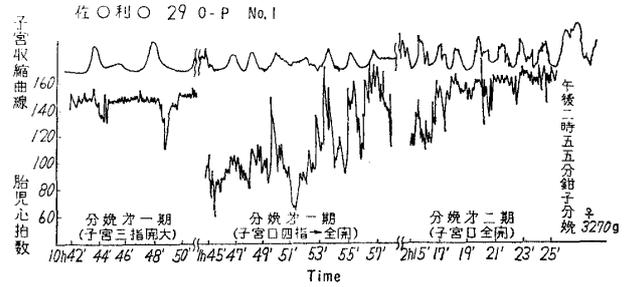


図27 各種の胎児心拍変動



た。即ち図23に示す如く、1) 谷型：子宮収縮と共に減少するが次の子宮収縮開始迄に収縮前の信頼限界内に回復できるもの(図24)。2) 山型：谷型の逆のもの。3) 増減型：一収縮中に信頼限界外の変動が2回以上あるもの(図25)。4) 増加型：収縮によつて信頼限界以上に胎児心拍が増加し、次の収縮に至つても尚下降しないもの。5) 減少型：4)の逆のものである(図26)。6) 平坦型：子宮収縮があつても信頼限界外に変動する事のないものである(図13)。なお同一症例でも時間的に各種の型を取る事があり、必ずしも同一症例が同一の変動型を取るものではない。図27は、分娩第1期では谷型であるが分娩第2期で増減型を主体とした例である。又同一例の分娩経過中胎児心拍の変動の型は変ると共に一時増悪した胎児心拍もある一定時間後に回復し得る。次に子宮収縮時間と胎児心拍変動各型の出現を見ると、20mmHg以上の収縮時の各型の出現は平坦型40収縮で46.0%で全体の約半数を占めた。谷型は23収縮26.0%で、これについて増減型、減少型、山型、増加型の順を示した。又20mmHg以上30秒未満の収縮時には平坦型のみであり、30秒以上

表3 収縮時間と心拍変動 表4 収縮時間と心拍変動の各型 (20mmHg以上) の各型 (40mmHg以上)

	10"	20"	30"	40"	50"	60"	70"	80"	小計		10"	20"	30"	40"	50"	60"	70"	小計
平	9	4	17	7	2	1			40	平	3	4	2					9
減少			1	2	1				4	減少	1	1	1					4
谷			10	8	1	4			23	谷	7	4	7	1	1	2	1	23
増減			9	3		2	1	1	15	増減	6	4	3			2		15
山			1			1	1		3	山			1					1
増						2			2	増		1						1

上には各型の出現を見た(表3)。次に40mmHg以上の子宮収縮時における各型の出現を見ると表4に示すように平坦型は減少し、谷型、増減型はそのまゝ存在した。表4から40mmHg以上の子宮収縮圧と40mmHg以下の子宮収縮圧と各型の分布を比較すると谷型、増減型が40mmHg以上の収縮の場合に多かつた(33.28 > X² = 11.07)。

b. 胎児心拍数の変動と新生児仮死の関係

20例の分娩の内、仮死を見たもの6例でその内臍帯の

表5 胎児心拍数変動と子宮収縮

患者名	胎児心拍数			信時 下 限	棄時 下 限	回 復 性	選 延	測 定 時 分 鐘 固	仮 死	
	最 高	最 低	差							
○水	153	142	11	(-)	(-)	×	×	1'25"	(-)	SP. G.
長谷	191	187	13	(-)	(-)	×	×	1'01"	(-)	Z. G.
松○	161	135	26	(+)	(-)	×	×	32"	(-)	I×N. Um
羽○	166	135	31	12"	(-)	(+)	(-)	1'29"	(-)	SP. G.
白○	150	108	42	42"	30"	(+)	(-)	1'20"	(-)	SP. G.
上○	148	94	54	(+)	(+)	(+)	(-)	1"	(-)	SP. G.
奥○	154	111	43	54"	12"	×	×	1'20"	(-)	SP. G.
降○	155	93	65	90"	30"	(+)	(+)	20"	(-)	SP. G.
藪○	152	146	6	(-)	(-)	×	×	1"	(-)	SP. G.
鈴○	150	142	8	(-)	(-)	×	×	1"	(-)	SP. G.
中○	152	95	57	>30"	(+)?	(+)	(-)	20"	(-)	SP. G.
佐○	175	110	65	>30"	(+)	(+)	(+)	30"	(-)	Z. G.
末○	175	93	79	72"	42"	(+)	(-)	1'54"	(-)	V. E.
有○	164	94	70	42"	12"	(+)	(-)	3"	(-)	SP. G.
高○	165	130	35	(-)	(-)	(+)	(-)	1"	(+)	I×N. Um, SP. G.
渡○	176	102	74	48"	24"	(+)	(+)	30"	(+)	2×N. Um, II°
木○	139	60	84	>48"	150"	(+)	(+)	1'40"	(+)	I°
内○	190	108	82	150"	(+)	(+)	(+)	1'40"	(+)	I°
○山	152	100	52	60"	36"	(+)	(+)	3"	(+)	4×N. Um, I°
井○	150	135	16	36"	(-)	×	×	1'36"	(+)	IBEL II°

胎児心拍数:平均147. 信頼限界 上限151. 下限140. 棄却限界 上限171. 下限122.

巻絡のあつたもの2例, 骨盤位1例である. なおApgar指数7以下を仮死とした. a) 子宮収縮に伴う胎児心拍の変動, b) 仮死と心拍変動の型との関係, c) 子宮収縮終了に伴う胎児心拍の回復, d) 胎児心拍の棄却限界下限以下時間, の以上4点について仮死との関係を検討した(表5).

(1) 子宮収縮に伴う胎児心拍数の変動

骨盤位の1例を除外した19例中, 仮死の有無と20mmHg以上の収縮時における胎児心拍数の最大変動(棄却限界70以内と以上)との関係を比較した. 仮死のあつた5例の内3例は棄却限界以上の変動があつたのに対し仮死のなかつた14例においては棄却限界以上の変化を示したものは2例に過ぎなかつた. 即ち棄却限界70以上の変化を来すものに仮死が多く, 70以上の変化の少ないものには仮死が少なかつた($P = 0.084$).

(2) 仮死と心拍変動の型との関係

最大の胎児心拍変動を示した各症例の型について見ると仮死を起したものの5例中, 4例は谷型, 1例は増減型であつた. 又谷型の4例の内3例は棄却限界以上の変化であつた. 一方, 仮死のなかつたものでは平坦型5, 減少型2, 谷型7, 増減型1, 山型2, 増加型1例であり, 棄却限界以上の心拍変動を示したものは2例で, その内1例はVacuum分娩を施行している. 尚この例はいずれも谷型であつた.

(3) 子宮収縮の終了後, 胎児心拍の回復

子宮収縮終了後の胎児心拍の回復についてみると, 仮

死のあつた5例の内, 4例が子宮収縮終了後も尚胎児心拍が減少するか又は回復困難であつたのに対し仮死のなかつたもの14例中回復の遅れたものは2例に過ぎなかつた. 尚この2例の内1例は鉗子分娩になつている. 即ち, 回復困難なものは仮死に陥り易く, 容易に回復するものは仮死になりにくいといえる(危険率 $P = 0.017$).

(4) 胎児心拍の棄却限界下限以下の持続時間

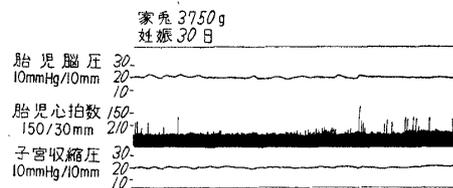
胎児心拍の棄却限界(122)以下の減少は仮死をみたものの5例中4例でその内3例においては持続時間が24秒から150秒に及んだ. 一方仮死のないもの14例中, 棄却限界下限以下に減少したものは8例であつた. しかしこの内でその減少時間の計測可能な症例は5例で仮死例に下限以下の下降が多いが有意の相違とはいえなかつた($P = 0.11$).

4. 実験成績(家兎)

a. 実験動物家兎胎仔の心拍数

胎仔の心拍数の測定は, 一定温度, 一定条件で家兎を開腹後, 健康な胎仔13例(同一母体を含まず)に於ける心拍数を計算した. 最低の胎仔心拍数(90/毎分)を示した1例を除くと胎仔心拍数は毎分110~350であつた. 12例の平均胎仔心拍数は268であつた(図28).

図28 家兎胎仔心拍数



b. 子宮収縮と脳圧の変動, 及び脳圧の変動と胎仔心拍変動の関係

(1) 子宮収縮と胎仔脳圧変動の関係

単一系家兎12例を使用した. 家兎は妊娠30日~32日で体重は2520g~5100gのものである. 12例の内, 母体開腹時, 子宮収縮を認めたものは9例で子宮収縮圧は2mmHg~19mmHgであつた. 又, 最大の子宮収縮時間は2分20秒に及んだ. 又, 子宮収縮のあつた9例の内, 周期的に2以上認められるものは2例で他は散発的か, 又はわずかな収縮の為, 周期性を認める事は困難であつた. 一方, 胎仔脳圧の変動は最高10mmHg, 最低2mmHgであつた. 変動時間の最も長いものは2分に及んだ. 各症例を列記したのが表6である. 子宮収縮と脳圧変動の関係をみると, 9例中の7例は全く関係なく, 子宮収縮の変化が胎仔脳圧に影響していない. 2例に周期的で頻回に及

表6 子宮収縮と脳圧の関係(開腹時)

No.	S.S.	F. H. R.	M. H. R.	子宮収縮 mmHg	脳圧の変動 mmHg
1	30T	300~350	300	11	10 著連
2	30	100~185変	300	10	8 *
3	30	50~100 *	340	13	6 *
4	31	240	320	6	2 *
5	30	90以下	250	6	8
6	30	320	300	5	5
7	30	300	320	4	4
8	30	110~220変	250~320	3	12
9	30	320		2	2
10	20	300		(-)	(-)
11	30	170~240変	300	(-)	(-)
12	30	180~200 *	200	(-)	(-)

図29 胎児脳圧と子宮収縮の变化 図30 胎児脳圧と子宮収縮の变化

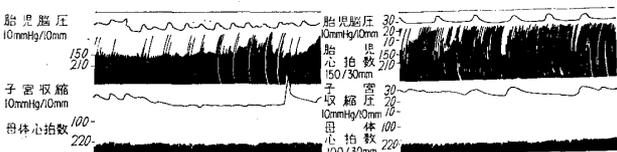


図31 胎児脳圧と子宮収縮の变化 図32 5~10mmHgの頭部圧迫による胎児心拍の变化

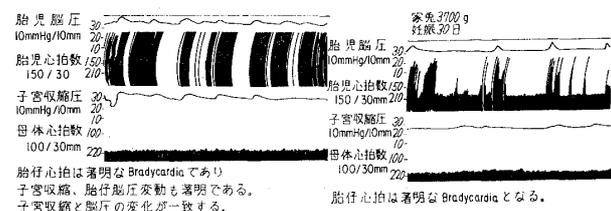
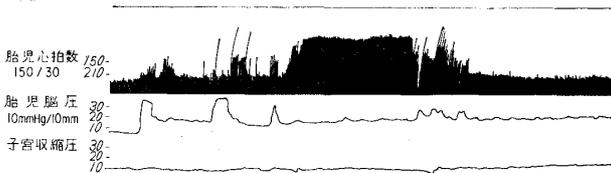


図33 胎児頭部圧迫による胎児心拍变化

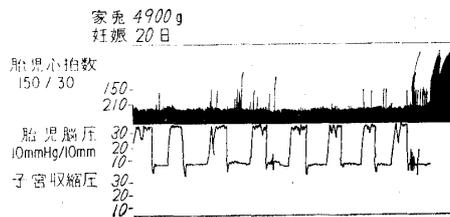


ぶ胎児脳圧の変動を認めたが、子宮収縮と同時の変動でなく、遅れるか又は早くなっている(図29).又この2例では、既に胎児心拍数に著明な Bradycardia があり健康なものとはいえない。更に、胎児の死亡直前の状態では子宮収縮に一致した胎児脳圧変動を認めた。即ち、瀕死の胎児では子宮収縮の影響がそのまま胎児脳圧に表われた(図30, 31).

(2) 胎児脳圧の変動と胎児心拍変動の関係

脳圧変動のあつた9例中、心拍変動と関係あるものはなかつた。しかし著明な Bradycardia を来たした胎児6例中に3例の著明な脳圧変動を認めた。

図34 胎児頭部圧迫による胎児心拍の変化



そこで人為的に胎囊を通じて胎児の頭部を圧迫してこれによつて起る胎児心拍の変動を見た。4例の胎児に用手による5mmHg~30mmHgの頭部圧迫を行なつたところ、2例は圧迫のたびに著明な Bradycardia を招来し(図32)、1例は圧迫のたびに著明な変化をすると共に3回目の圧迫で回復の著しく遅延した Bradycardia をおこした(図33前半)。この例は胎児心拍の回復に9分以上を要した(図33)。又、他の1例は圧迫による変化は少く、20~30の心拍減少であつたが11回目の圧迫で Bradycardia となり回復に3分30秒を要した(図34)。

5. 考 按

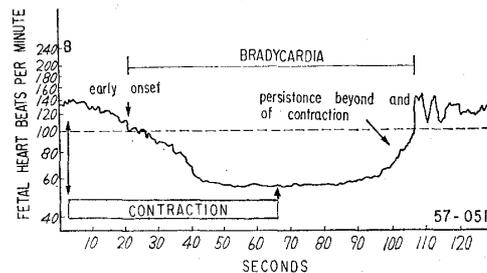
(1) 分娩時の胎児心拍数変動

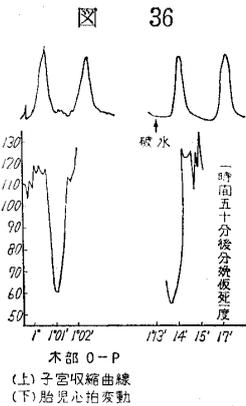
Southern³⁴⁾³⁵⁾ は、娩出後の児の臍帯血中の酸素の低下によつて胎児心電図上に S-T の降下、T波の逆転、R-R 間隔の延長を認めた。

又 Pütz³⁶⁾³⁷⁾, Reygaerts³⁸⁾ 等により心電図学的研究が行なわれているが、Hon³⁹⁾ は S-T の変化が生ずるのは胎児切迫仮死の徴候としては極めて遅いもので心拍数変動による徐脈の出現の方が遙かに早いと述べている。又 Gaughey⁴⁰⁾ も Hon と同じく心電図学的変化による胎児 Anoxia の証明は不可能である事を述べている。

Hon¹²⁾ は短時間の子宮収縮によつて起る変動をV型、即ち Physiologic Bradycardia と、子宮収縮に遅れ胎児心拍の100以下を持続するもののU型、即ち Pathologic Bradycardia とに分類した。又 Barcia 等⁴³⁾ は胎児心拍の最低値が子宮収縮に15秒以内の遅れであるものを Type I dips と呼び、30秒~60秒の遅れにあるものを

図 35





Type II dips と呼び、子宮収縮開始から最低胎児心拍を示すまでの時間、即ち“lag-time”によつて分類した。しかし私が胎児心電図から毎分間の胎児心拍数を算出して作った胎児心拍変動曲線では Hon のような U 型の Type を示すもの（特に図35に示すような変動）は見られなかった。私の研究結果によると子宮収縮中に起つた胎児の Bradycardia が毎分 60 の拍数を横ばいに持続する事は極めて稀であつた（図36）。

又 Barcia 等⁴³⁾のいう“lag-time”による Type I, Type II はその変動が大きければ lag-time が長くなり、小さければ短いのであつて lag-time の長短は心拍変動の大小をそのままあらわしており、収縮からのおくれはそれ程の意義がない様に思われる。また、私の述べた増減型は臨床的には危険を示唆すると思われるがこの型の lag-time の測定は不可能である。Hon, Barcia 等が胎児心拍の低下を胎児 distress の現象として述べているのに対し、Brady 等⁴¹⁾は胎児頻脈の永続を問題にした。Hon⁴²⁾も胎児死亡の 30~40 分前に頻脈のある事を指摘した。しかし私は毎分 170 以上の頻脈が長期に存在したにもかかわらず、胎児に何の異常も見えていない例を経験したので頻脈は必ずしも問題にはならないと考えられる。胎児心拍変動の原因として、Méndez-Bauer 等⁴³⁾は子宮収縮によつて起る臍帯の圧迫、胎盤血流の変化、児頭の圧迫に起因して起る迷走神経の反射によるものとし、著明な胎盤血流の変化、及び母体の Anoxia, Hypoxia のないかぎり、アトロピンを胎児に使用すれば胎児心拍の変動は阻止出来るとした。私も子宮収縮によつて絨毛間腔圧の変化のある事を認めたがアトロピンによる胎児心拍の変動の阻止は胎児自身の distress の解消を意味するものとは考えにくい。一方、Hon¹²⁾は絨毛間腔の血流が胎児心拍の減少に関係すると考えた。即ち、A) Relaxation Phase, B) Beginning of contraction Phase, C)

Acme of Contraction, D) End of Contraction を挙げ、子宮筋層内の動・静脈管と絨毛間腔圧の関係を説明した。これは胎児心拍変動機序をよく説明したが、はたして動・静脈管を閉鎖するのはどの位の圧なのか、又どれ程の時間で絨毛間腔内の血流条件が悪くなるのかについては説明がない。Hon によるとこの血流障害と共に、血液自体の Hypoxia がある時、胎児心拍の減少は、子宮収縮に遅れ、その最も減少するのは子宮収縮が終了する時である。その様な状態に長時間に及ぶ子宮収縮があると U 型に変化するという。しかし私たちは長時間に及ぶ胎児心拍の減少は、むしろ深い V 型又は増減型を多く見ている。私は 6 つの型を挙げたが、これらの型の変動機序を説明する事は出来ない。しかし Hon のいう様に子宮収縮によつて必ずしも減少の型を取るだけでなく、著しく増減する型においても児が仮死に至る事もあつた。一方、Ramsey⁴⁴⁾や Hendricks⁴⁵⁾は羊水圧及び胎盤圧の測定を行ない、更に Vasicka⁴⁶⁾⁴⁷⁾等は子宮収縮圧の差によつて起る胎児心拍の変動について報告した。これら研究者によると子宮収縮が tetanic となる時、胎児心拍が著明に低下したと述べているが、この場合、tetanic の収縮の圧が不明である。私の研究では 40mmHg 以上の子宮収縮が長時間続くと胎児心拍の著明な減少が見られる。これは収縮の強さ、収縮時間と胎児心拍変動の相互の関係を裏付けるものといえる。Poul⁴⁸⁾等は Beckman の Polarography を用いて PO₂、動物胎仔頸動脈血流量の変化を胎仔頭部圧迫によつて認め、頭部圧迫によつて起る胎仔心拍の変化を報告した。Romney 等は同じく Polarography を用いて犬で実験し、冴血して母体血圧が非常に落ち、子宮動脈血流量が低下し、更に胎児 PO₂、子宮 PO₂ が低下しても、胎児心拍数は急激に低下する事なく母体動脈血の PO₂ と共にかなりの時間、不動か、やゝ増加するという。これはある一定量以内の血流量変化では胎児心拍に特別影響ないが、長時間に亘る血流量の低下によつて初めて胎児心拍数も変化する事を示している。この事は Vasicka の実験の表裏であつて、そこに絨毛間腔の重要な意義があると考えられる。私の実験からも 40mmHg 以上の子宮収縮圧によつて著明な胎児心拍変動を示した。即ち子宮収縮が直接、絨毛間腔圧に影響して胎児心拍を著明に変動させるものと考えられる。

(2) 新生児仮死と胎児心拍数

胎児仮死の原因は Hon 等も述べている様に胎児血行の問題が主である事は疑問の余地がない。又 Vasicka⁴⁷⁾や Paul⁴⁸⁾等の実験にある様に胎児心拍変動の型、子宮収

縮時間のみで、すぐこれを胎児仮死に結びつけるにはまだ問題が存されている。私は20mmHg以上の収縮圧が30秒以上持続する時、胎児心拍は変動し始め、40mmHg以上の圧でその変動が更に著しくなる事を確認した。又変動の型について見ると骨盤位の仮死を除く5例の新生児仮死の内4例に大きな谷型、1例に大きな増減型を見ている。又これらの胎児心拍の回復も遅く、あるいは次の子宮収縮終了まで不可能であつた事から強い子宮収縮の長時間の持続が仮死の1つの原因になり得る事が考えられる。

(3) 児頭の圧迫と胎児心拍の変動

児頭の圧迫によつて生ずる Bradycardia は, Mendez-Bauer⁴³⁾ のいう如く、迷走神経系への作用によるものか、又は脳圧迫による脳循環血量の減少によるものと考えられる。私の実験によると児頭圧迫によつて生ずる Bradycardia は一応、回復可能であつて異常な強さか、あるいは非常に長時間に及ぶ圧迫のないかぎり児頭圧迫単独では胎児仮死につながらないのではないかと思われる。しかし絨毛間腔圧、子宮血流量及び酸素飽和度の低下等と合併する時には重篤な胎児 distress をおこすであろう。

6. 結 論

(1) 胎児心拍数の変動は一定圧以上の子宮収縮の持続時間と関係がある。すなわち一定圧以上の収縮の持続によつて胎児心拍数は低下する。これら子宮収縮圧について、20mmHg以上の子宮収縮圧が30秒以内の時には胎児心拍は変動しないが、30秒以上つゞくと変動をはじめる。特に、40mmHg以上の収縮の持続時間が胎児心拍数の変動及び最低数と最も密接な関係のある事を認めた。

(2) 子宮収縮中に生ずる胎児心拍の変動を6型に分類した。20mmHg以上の収縮時には平坦型に次ぎ谷型、増減型であつたが40mmHg以上では平坦型は減少し、谷型、増減型が増加した。

(3) 新生児仮死を見たものは谷型、増減型であり、棄却限界下限以下の時間も長く、その回復も子宮収縮終了に遅れる傾向を示した。

(4) 胎児児頭の圧迫によつて胎児心拍は, Bradycardia となるが生理的範囲内の子宮収縮圧は胎児脳圧に影響しない。

しかし頻回に及ぶ頭部の圧迫や強度の児頭圧迫は著明な Bradycardia を起す。又胎児が死亡寸前においては子宮収縮の変動は児頭脳圧の変動として現われる。

稿を終るに臨み、御懇篤なる御指導と御校閲を賜つた恩師鈴木正勝教授に深甚なる謝意を捧げると共に、種々御指導を賜つた三井武助教授、医局員諸兄に感謝する。

参考文献

- 1) Caldwell, et al.: Am. J.O.G. 26, 479, 1936.
- 2) Schatz, et al.: Arch. Gyn, 3, 58, 1872.
- 3) Bourne, Burn: J.O.G.B.E. 34, 249, 1927.
- 4) 鈴木他:産と婦, 30, 昭39, 12月.
- 5) 鈴木:産婦世界, 9, 106, 昭32, 日産婦誌, 9, 195, 昭32, 日本臨床, 15, 1530, 昭32, 産と婦, 28, 48, 昭36.
- 6) Cremer, M.: München Med. Wchnschr 53, 811, 1906.
- 7) Fall, F.H., Rockwood, A.C.: J.A.M.A. 81, 1683, 1923.
- 8) Bierring, W., Bone, M.: J. A.M.A. 104, 628, 1935.
- 9) Bell, G.H.: J.O.G. B.E. 45, 802, 1938.
- 10) Blenheim, S.H.: Am. Heart. J. 34, 35, 1947.
- 11) Southern, E.M.: A. J.O.M. 73, 233, 1957.
- 12) Hon, E.M., Hess, O. W.: Science 125, 553, 1957.
- 13) Hon, E.M.: A.J.O.G. 75, 1215, 1958.
- 14) Hon, E.M.: Obst. & Gyn 14, 154, 1959.
- 15) Hon, E.M.: A.J.O. G. 77, 1084, 1959.
- 16) Lamkee, M.J, et al.: A. J.O.G. 83, 1623, 1962.
- 17) Larks, S.D.: Fetal Electrocardiography 742. C.C. Thomas 1961.
- 18) Larks, S.D.: A.J.O.G. 77, 1109, 1959.
- 19) Sureau, C.R.: Gyn. Obst. Paris 55, 21, 1956.
- 20) Swartwout, J.R., Walton, E.P.: A.J.O.G. 77, 1100, 1959.
- 21) Sureau, C.R.: Trocellier Gyn. et obst. 60, 43, 1961.
- 22) Heard, J., Burkley, G.: Am. Heart J. 11, 41, 1936.
- 23) 前川・豊島:京都帝大医学誌, 12, 519, 1930.
- 24) Easby, M.H.: Am. Heart J. 10, 118, 1934.
- 25) Hoff, E. et al.: Am. Heart J. 17, 470, 1939.
- 26) Larks, S.D.: Am. Heart J. 56, 701, 1958.
- 27) Schmidt, O.A. et al.: A.J.O.G. 83, 464, 1962.
- 28) 小林・藤井・武井:臨婦産, 16, 93, 1962.
- 29) 鈴木・河田他:産婦治療, 6, 377, 昭38, 4.
- 30) Hon, E.H., Hess, O.W.: A.J.O.G. 79, 1012, 1960.
- 31) 小林・藤井・武井:臨婦産, 16, 93, 1962.
- 32) 鈴木・河田他:26回日産婦学会東京地方部会.
- 33) 鈴木・河田他:27回日産婦学会関東連合地方部会総会.
- 34) Southern, E.M.: J. Obst. & Gyn. Brit. Emp. 61, 231, 1954.
- 35) Southern, E.M.: A.J.O.G. 73, 233, 1957.
- 36) Pütz, u. Ulrich: Arch Gyn. 171, 199, 1941.
- 37) Pütz, Rommelspacher, Wolf: Arch Gyn. 177, 630, 1950.
- 38) Reygaerts: Gyn. et Obst. 208, 1959.
- 39) Hon, E.M.: A.J. O.G. 78, 47, 1959.
- 40) Gaughey, A.F.: Obst. & Gyn. 17, 388, 1961.
- 41) Brady, J. et al.: A. J.O.G. 86, 785, 1963.
- 42) Hon, E.M., Lee, S.T.: A.J.O.G. 87, 826, 1963.
- 43) Mendez-Bauer, C. Caldvero-Barcia, R. et al.: A.J.O.G. 85, 1033, 1963.
- 44) Ramsey, E.M. et al.: A.J.O.G. 77, 1016, 1959.
- 45) Hendricks, C.M.: A.J.O.G. 77, 1028, 1959.
- 46) Vasicka, A., Hutchinson, M.: A. J.O.G. 85, 1054, 1964.
- 47) Vasicka, A., Hutchinson, M.: A.J.O.G. 88, 530, 1964.
- 48) Paul, W.H. et al.: A.J.O.G. 90, 825, 1964.

(No. 1933 昭41・2・1 受付)