

## 妊娠時における腹壁誘導胎児心電図の臨床的研究

九州大学医学部産科婦人科学教室（主任 古賀康八郎教授）

安 部 礼 子

**概要** 胎児心活動電流を母体腹壁を通じて記録し、妊娠中の胎児心と母体との関係、胎児心活動の妊娠時期的な変動等を検討した。

装置は標準心電計に前置増巾器1段を附加したものを主に用い、母体波の消去の目的では40c/s 狭帯域増巾器、Hon 型前置増巾器を使用した。

電極は成人胸部誘導用の吸着型2個を用い、母体腹壁上で 1) 縦誘導（正中線上で子宮底と恥骨結合上部）、2) 横誘導（子宮体両側縁）、3) 斜誘導（子宮体の左上右下または右上左下の対角線上）、4) 子宮体両側縁で上下等に配置した。なお電極の極性はつねに一定とし縦方向の誘導では母体の頭側に、横誘導では母体の左側に正電極をおいた。皮膚はアルコールで清拭したのち電極ゼリーを塗布した。患者には鎮静剤の投与など特別の処置は施さなかつた。

妊娠8～44週までの188名の妊婦で224例の胎児心電図を記録し、160例71.4%が陽性であつた。臨床的に胎児死亡を疑われた症例を除いた197例では156例79.9%が陽性で、臨床的に胎児生存の明らかなもの162例では138例85.2%が陽性であつた。妊娠月数別には6、10ヵ月、予定日超過で陽性率が高くほぼ100%を示し、8ヵ月では最低の68.9%を示した。妊娠週数別の陽性率は38週以後はほぼ100%で、30週では50%であつた。早期陽性例は腹壁誘導では17週、子宮腔部誘導では14週であつた。

分娩前に胎児心電図が陽性であつたものはすべて生産であつたが、陰性を示したものは必ずしも死産、あるいは胎児死亡ではなかつた。

胎児心拍数は1分間107～170、平均142.9であり、妊娠5、6、9ヵ月、予定日超過で多い傾向を示した。分娩後の児の性別と妊娠中の胎児心拍数との間には特別の関係は認められなかつた。

QRS振巾は5～70 $\mu$ V、平均26.1 $\mu$ V、QRS時間は0.02～0.03平均0.03秒であつた。

QRS主棘の方向による胎位の判定は、頭位の87例中69例78.8%、骨盤位の16例は全例に臨床所見との一致をみたが、胎向の判定は困難であつた。

双胎妊娠の3例ではそれぞれ心拍数、QRS波形、振巾の異つた2種類の胎児波を認めた。

全胎状奇胎の1例では胎児心電図は陰性であつた。臨床的に胎状奇胎を疑われた2例は陽性であつて、その後順調に経過している。

羊水過多症の2例、母体心房中隔欠損症の1例、母体心電図で右脚ブロックを示した1例、無脳児の1例では胎児心電図に著変はみられなかつた。心室期外収縮をみた妊婦の1例では胎児心電図も不整脈を示した。

**結論：**胎児心電図は妊娠の補助診断法として重要な意義を有するものであり、妊娠の早期診断、胎児生死の判定、多胎妊娠の診断、胎位の判定等に利用しうる。

### 緒 言

最初に胎児心電図を記録したのは Cremer (1906) であるが、母体腹壁、子宮壁、卵膜、羊水、胎脂等を隔てて微小な胎児心活動電流を記録するには装置の開発についてもまた実際の記録についても多くの問題点がある。これまでも多数の研究発表が行われているが、最近エレクトロニクスの急速な進歩によつて欧米のみでなく、

わが国においても胎児心電図や胎児心音図の記録が比較的容易になり、次第に実用の域に達しつつある。

### 実験材料

検査対象は1960年から1962年の約2年間に当科を訪れた妊婦188名で、妊娠8週から妊娠44週にわたつてゐる。このうち反復検査したものは27名で検査延総数は224例である。

妊娠月数別検査例数は3カ月まで3例, 4カ月13例, 5カ月26例, 6カ月31例, 7カ月29例, 8カ月32例, 9カ月38例, 10カ月34例, 予定日超過18例である。このうちには胎児死亡の疑27例 羊水過多症2例, 胞状奇胎およびその疑3例, 腹部腫瘍の疑1例, 母体心疾患3例, 双胎妊娠3例, 無脳児妊娠1例を含んでいる。

### 実験方法

#### 1) 記録装置

##### a. 常用の装置

インキ書き3誘導心電計にその初段と同じ構成の差動増巾器を前置し<sup>21)</sup>, その間の結合コンデンサは4個を切りかえており, 総合時定数はほぼ0.7, 0.4, 0.1, 0.05秒になる。実際には0.1または0.05秒として記録したものが殆んどである。感度は5~24mm/50 $\mu$ Vで時間較正には10c/s正弦波を同時に記録した。実験初期には母体心電図と区別し, 胎児心活動に基く波形であることを確かめるために本体の1回路で母体の第2誘導を, 他の1回路にはクリスタルマイクロホンを接続して胎児心音を同時に記録した。

##### b. 可搬装置

前述の前置増巾器と福田101標準心電計およびフクダカルジオスコープを1つの車輪つき架合にのせ随時分娩室その他に運べるようにしている。連続観察にはカルジオスコープを用い, 必要に応じて熱感紙に記録するようにした。

##### c. 40c/s 狭帯域増巾器

母体波を消去し, 胎児波を強調する目的で製作した。これは40c/sをピークとして, オクターブ当り20dB以上減衰させたバンドパスフィルタを含む増巾器であり, 母体波の振巾は非常に小さくなり 胎児QRS検出は甚だ容易である<sup>21)</sup>。しかし過渡特性が悪いので胎児QRS波形には著しい歪が現われる。

##### d. Hon 型前置増巾器

e. Hon が考案した一種の混合増巾器であつて, 母体波と胎児波の混合波形に母体波を適当な振巾で逆相として混合させ母体波を非常に小さくすることができた。しかし完全には消去できなかった<sup>21)</sup>。

#### 2) 使用電極

腹壁誘導には一般の成人胸部誘導用の吸着電極2個を用いた。

子宮腔部誘導には, 初期には表面のくぼみに銀板を張ったエポナイト棒を使用した<sup>21)</sup>, のちには小児胸部誘導用の吸着電極にゴム膜を被せ, 子宮腔部に吸着させて

用いるようにした。不関電極には標準肢誘導用の板状電極を使用した。

#### 3) 電極の配置(図1)

##### i) 腹壁誘導

a. 縦誘導: 腹壁正中線上で子宮底と恥骨結合上部に不関電極をおく。

b. 横誘導: 子宮体の両側縁に配置する。

c. 斜誘導: 子宮体の左上右下または右上左下の対角線上に配置する。

d. このほか子宮体両側縁で上下に配置する。

通常 a, b. の2誘導を行うが, 胎児波が出現しないときは c, d. によつて成功した症例もある。

ii) 子宮腔部誘導: 棒状電極を使用したときは原則として後陰門蓋に挿入し, 吸着電極の場合は子宮腔部に吸着させた。両者とも不関電極は恥骨結合上部においた。

なお, 電極配置に際してはその極性を一定にした。すなわち腹壁誘導で縦誘導の際は母体の上方に, 横誘導の際には母体の左方に正電極をおき, 子宮腔部誘導では腔部の電極を正とし, それぞれ他方の不関電極は負とした。ここで正電極というのは正電圧を加えたときに記録紙上でペンが上向きに動くような極性をもつ電極である。

#### 4) 電極接着の実験

被検者にはあらかじめ排尿させ, 検査内容を説明し不安を除いたあとシールド室で記録した。腹壁の電極接着部位の皮膚はアルコールで清拭し, 電極ゼリーをすり込んだのち電極をつけた。子宮腔部誘導の場合は腔洗滌後, 子宮腔部および腔内電極に電極ゼリーを塗布して吸着させた。なお, 腹筋の緊張を除くための麻酔など特別の処置は行っていない。

#### 5) 胎児心電図判定規準(図2)

つぎの4項目を満足するときに胎児心電図陽性とした。

a. その巾が0.05秒以内で, 各症例それぞれ一定の波形の Spike であること。

b. その出現頻度は1分間約200以内であること。

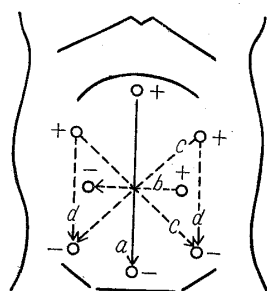
c. 一定間隔で連続して現われること。

従つて不整脈と診断するのは, 胎児QRSが非常に明瞭で, 不規則な spike が胎児心活動に由来すると考えざるをえない場合に限られる。ただし心音図が同時に記録できるときにはこの限りではない。

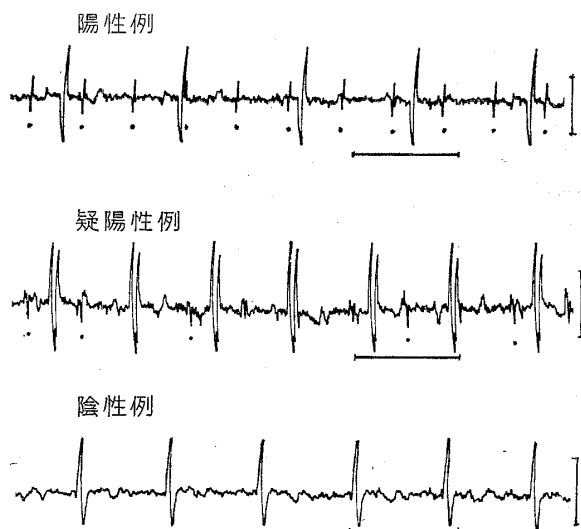
d. 母体筋電図その他の雑音波形と明らかに区別できること。

なお一定の波形ではあるが連続性に乏しく, 或いは雑音の Spike と明瞭に区別しにくいものは疑陽性として

図1 腹壁の電極配置



- a. 縦誘導  
b. 横誘導  
c. 斜誘導  
d. 子宮体両側縁での誘導

図2 胎児心電図の判定例 (時間および振巾示標はすべて1秒と50 $\mu$ V)

判定を保留し、反復検査するようにした。

### 実験成績

#### 1) 胎児心電図陽性率

総検査数 224例については 160例71.4%に陽性であった。このなかから臨床的に胎児死亡を疑われた27例を除くと 197例中 156例79.7%が陽性であった(表1)。また臨床的に胎児生存の明らかな 162例では 138例85.2%が陽性であった。なお疑陽性を示したものは胎児死亡の疑いの例を除いて15例あった。

また胎児死亡疑を除いた妊娠月数別の陽性率は 4 カ月 12例中 2例16.6%, 5 カ月 24例中 18例75.0%, 6 カ月 27例中 26例96.3%, 7 カ月 24例中 20例83.3%, 8 カ月 29例中 20例68.9%, 9 カ月 34例中 28例82.3%, 10 カ月 31例中 29例93.5%で、予定日超過の13例はすべて陽性であり、

5 カ月から 6 カ月にかけて上昇した陽性率は 8 カ月で一たん低下したのち 9 カ月、10 カ月と次第に上昇する(表1)。

つぎに妊娠週数別の陽性率は妊娠17週、18週で上昇したのち30週で低下し、その後上昇するが36週では再度低下し、それ以後は高率に出現している(表1)。

2) 臨床的に胎児死亡を疑われた症例の胎児心電図およびその後の経過

27例につき胎児心電図を記録した。このうち23例は生下時の状況が明らかである。そのうち3例が陽性、1例が疑陽性、19例が陰性であった。陽性例は3例とも生産、疑陽性の1例は生産、陰性19例のうち2例は生産であったが、うち1例は生下時心拍数が1分間30で2時間後に死亡した。他の1例は双胎であつて1児は生産、1児は死産であつた。他の17例はすべて死産であつた。

#### 3) 胎児心拍数およびその性別との関係

胎児心拍数はQRSの1分間の出現頻度により測定した。総検査例中胎児心拍数の最小は8カ月の107であり、最大は9カ月の170であつた。

月数別平均心拍数はそれぞれ5カ月 150.8, 6カ月 148.7, 7カ月 139.0, 8カ月 140.2, 9カ月 144.6, 10カ月 133.8, 予定日超過 143.6, 全例平均 142.9で、10カ月でやや少く、5, 6, 9カ月、予定日超過で多い傾向を示した(表2)。

また分娩後の児の性別と妊娠中の胎児心拍数の関係は男児では5, 6カ月 145.7, 7, 8カ月 135.2, 9, 10カ月 141.4, 予定日超過で 140.7である。女児の場合は5, 6カ月 144.3, 7, 8カ月 143.5, 9, 10カ月 131.1, 予定日超過では 144.0であつて、妊娠全期を通じて男女児平均心拍数はそれぞれ 140.7, 137.5を示した(表3)。

#### 4) 各棘波

胎児のQRS波は母体のQRS波のあいだに或はそれに重畳して出現した。QRS時間は0.02秒から0.05秒であり、妊娠月数別平均は5カ月 0.026秒, 6カ月 0.027秒, 7カ月 0.032秒, 8カ月 0.031秒, 9カ月 0.031秒, 10カ月 0.034秒, 予定日超過 0.032秒, 全例平均 0.030秒でQRS時間の平均値は5, 6カ月でやや短いほかは0.03秒合であつた。

QRS振巾はふれの上端から下端までの値を求めた。QRS振巾は母体の呼吸運動や胎動によつて変化することが多いが、各誘導別にその平均を求めた。妊娠月数別平均値を求める際には各例の諸誘導中の最大値をとつ

表1 妊娠週数および月数別の胎児心電図陽性率（胎児死亡の疑を除く）

| 妊娠月数 | 妊娠週数 | 検査例数 | 胎児死亡疑を除いた検査数 | 心電図判定 |      |     | 陽性率(%) |       |
|------|------|------|--------------|-------|------|-----|--------|-------|
|      |      |      |              | 陽性数   | 疑陽性数 | 陰性数 | 妊娠週数別  | 妊娠月数別 |
|      | 8~10 | 3    | 3            |       |      | 3   | 0      |       |
| IV   | 14   | 4    | 4            | 1     |      | 3   | 25.0   | 16.6  |
|      | 15   | 4    | 3            |       |      | 3   | 0      |       |
|      | 16   | 5    | 5            | 1     |      | 4   | 20.0   |       |
| V    | 17   | 6    | 5            | 3     | 1    | 1   | 60.0   | 75.0  |
|      | 18   | 5    | 5            | 4     |      | 1   | 80.0   |       |
|      | 19   | 6    | 5            | 5     |      |     | 100.0  |       |
|      | 20   | 9    | 9            | 6     | 2    | 1   | 66.6   |       |
| VI   | 21   | 8    | 6            | 6     |      |     | 100.0  | 96.3  |
|      | 22   | 11   | 11           | 10    | 1    |     | 90.9   |       |
|      | 23   | 5    | 5            | 5     |      |     | 100.0  |       |
|      | 24   | 7    | 5            | 5     |      |     | 100.0  |       |
| VII  | 25   | 7    | 7            | 6     |      | 1   | 85.7   | 83.3  |
|      | 26   | 9    | 6            | 5     |      | 1   | 83.1   |       |
|      | 27   | 7    | 5            | 4     |      | 1   | 80.0   |       |
|      | 28   | 6    | 6            | 5     |      | 1   | 83.3   |       |
| VIII | 29   | 6    | 5            | 4     | 1    |     | 80.0   | 68.9  |
|      | 30   | 7    | 6            | 3     | 1    | 2   | 50.0   |       |
|      | 31   | 11   | 10           | 7     | 2    | 1   | 70.0   |       |
|      | 32   | 8    | 8            | 6     |      | 2   | 75.0   |       |
| IX   | 33   | 9    | 9            | 7     | 2    |     | 77.7   | 82.3  |
|      | 34   | 9    | 7            | 7     |      |     | 100.0  |       |
|      | 35   | 9    | 7            | 7     |      |     | 100.0  |       |
|      | 36   | 11   | 11           | 7     | 3    | 1   | 63.6   |       |
| X    | 37   | 6    | 6            | 5     | 1    |     | 83.3   | 93.5  |
|      | 38   | 10   | 9            | 9     |      |     | 100.0  |       |
|      | 39   | 6    | 5            | 5     |      |     | 100.0  |       |
|      | 40   | 12   | 11           | 10    | 1    |     | 90.9   |       |
| XI   | 41   | 7    | 5            | 5     |      |     | 100.0  | 100.0 |
|      | 42   | 5    | 3            | 3     |      |     | 100.0  |       |
|      | 43   | 5    | 4            | 4     |      |     | 100.0  |       |
|      | 44   | 1    | 1            | 1     |      |     | 100.0  |       |
| 計    |      | 224  | 197          | 156   | 15   | 26  |        | 79.7  |

た。QRS振巾の最小は  $4.6\mu\text{V}$ 、最大は  $70.0\mu\text{V}$  であつた。妊娠月数別平均は5カ月19.2, 6カ月32.3, 7カ月28.1, 8カ月21.2, 9カ月23.2, 10カ月26.6 予定日超過29.1, 全例の平均は  $26.1\mu\text{V}$  となり5カ月, 8カ月で低値を示した(表2)。

妊娠各週を通じて、胎児のP, T波は認められなかった。

#### 5) 胎位との関係

a) 縦位, 横位との関係: 外診またはレ線写真によつて縦位, 横位の判定が可能で, しかも胎児心電図が陽性であつたもの109例について縦誘導と横誘導のQRS振巾を比較すると縦位105例中94例は縦誘導が大きく, 横位4例中3例は横誘導が大であつた。これに反して縦位で横誘導が大きいもの2例, 横位で縦誘導が大であつたもの1例があるがこれらはすべて正確な縦, 横位ではなく斜位に近いものであつた(表4)。

表2 胎児の心拍数, QRS時間, QRS振幅の妊娠月数別平均

|      | 心拍数 (分)            | QRS 巾 (秒)            | QRS 振幅 ( $\mu V$ )  |
|------|--------------------|----------------------|---------------------|
| V    | 150.8<br>(128~168) | 0.026<br>(0.02~0.03) | 19.2<br>(8.0~37.5)  |
| VI   | 148.7<br>(120~169) | 0.027<br>(0.02~0.03) | 32.3<br>(9.0~62.5)  |
| VII  | 139.0<br>(108~158) | 0.032<br>(0.03~0.04) | 28.1<br>(4.6~70.0)  |
| VIII | 140.2<br>(107~151) | 0.031<br>(0.03~0.04) | 21.2<br>(5.0~35.7)  |
| IX   | 144.6<br>(119~170) | 0.031<br>(0.03~0.05) | 23.2<br>(10.0~60.0) |
| X    | 133.8<br>(108~163) | 0.034<br>(0.02~0.05) | 26.6<br>(11.0~60.0) |
| 超過   | 143.6<br>(114~165) | 0.032<br>(0.03~0.04) | 29.1<br>(10.0~54.5) |
| 総平均  | 142.9<br>(107~170) | 0.030<br>(0.02~0.05) | 26.17<br>(4.6~70.0) |

表3 胎児心拍数と児の性別との関係

| 月数    | 性別 | ♂                  | ♀                  |
|-------|----|--------------------|--------------------|
| 5, 6  |    | 145.7<br>(131~157) | 144.3<br>(128~164) |
| 7, 8  |    | 135.2<br>(117~150) | 143.5<br>(108~158) |
| 9, 10 |    | 141.4<br>(109~170) | 131.1<br>(108~158) |
| 予定日超過 |    | 140.7<br>(139~143) | 144.0<br>(114~165) |
| 平均    |    | 140.7              | 137.5              |

表4 縦位, 横位との関係

|    |     | 心電図のQRS振幅     |             |             |
|----|-----|---------------|-------------|-------------|
|    |     | 縦誘導大          | 横誘導大        | 縦横同大        |
| 縦位 | 105 | 94<br>(89.5%) | 2<br>(1.9%) | 9<br>(8.6%) |
| 横位 | 4   | 1<br>(25%)    | 3<br>(75%)  | 0           |

b) 頭位, 骨盤位との関係: 外診またはレ線写真で頭位, 骨盤位が明瞭で, 胎児心電図陽性を示したものの103例について検討した。

子宮底に正電極, 恥骨結合上部に負電極をおくと, 頭位では87例中69例78.8%のQRS主棘が上向きとなり, 骨盤位の16例では全例のQRS主棘が下向きとなった。頭位でQRSの上下のふれがほぼ同大で判定しにくいものはあつたが下向きになったものはなかった(表5, 図3)。

表5 頭位, 骨盤位との関係

|     |    | 縦誘導でのQRS主棘の方向 |     |               |
|-----|----|---------------|-----|---------------|
|     |    | 上 向           | 下 向 | 上下同高          |
| 頭 位 | 87 | 69<br>(78.8%) | 0   | 17<br>(21.2%) |
| 骨盤位 | 16 | 0             | 16  | 0             |

図3a. 頭位. 腹壁正中線上誘導で子宮底に正, 恥骨結合上部に負電極を配置. QRS主棘は上向。



図3b. 骨盤位. 腹壁正中線上誘導で子宮底に正, 恥骨結合上部に負電極を配置. QRS主棘は下向。



#### 6) 胎向との関係

胎向の判定には横誘導の記録を用いた。縦位で横誘導が陽性であつたものは27例であり, 第1胎向13例中8例はQRS主棘が上向きで, 第2胎向14例中8例は下向きとなつたが, 逆の状態もかなりみられ, 外診, レ線写真と心電図との合致率は59.2%である(表6, 図4)。

#### 7) 妊娠早期の記録

腹壁誘導では妊娠17週の3例が陽性であり, 子宮腔部誘導では妊娠14週, 16週の各1例が陽性であつた。また妊娠18週では腹壁誘導で陰性と疑陽性の各1例が子宮腔部誘導では陽性であり, 他の1例は子宮腔部誘導が陰性で腹壁誘導で陽性であつた。妊娠19週では全例が腹壁誘導で陽性であつた。また妊娠17週から妊娠20週までの24例中胎動自覚のあつたものは4例にすぎず, 胎児心音は全例聴取不能であつたが, 胎児心電図は19例に陽性であ

表6 胎向との関係

|       |    | 横誘導でのQRS主棘の方向 |              |              |
|-------|----|---------------|--------------|--------------|
|       |    | 上 向           | 下 向          | 上下同高         |
| I 胎向  | 13 | 8<br>(61.5%)  | 3<br>(23.1%) | 2<br>(15.4%) |
| II 胎向 | 14 | 3<br>(21.4%)  | 8<br>(57.1%) | 3<br>(21.4%) |

図4 胎向とQRS主棘の方向

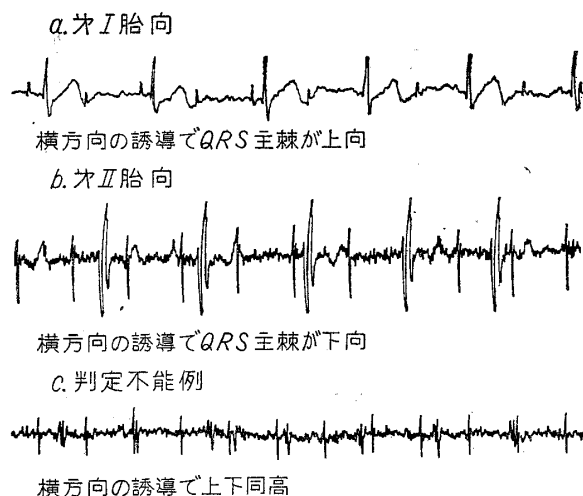
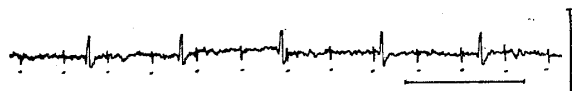


図5 妊娠14週。子宮腔部誘導で陽性



つた(図5)。

#### 8) 多胎妊娠

妊娠35週の1例と妊娠39週の2例、計3例に双胎妊娠の胎児心電図を記録し、それぞれ心拍数、QRS波形、振巾の異つた2種類の胎児波を認めえた(図6)。

図6 妊娠10ヵ月、双胎。2児とも骨盤位。縦誘導で下方に正、上方に負電極配置。上は母体第II誘導。下は胎児心電図。胎児心電図の下の黒点と×は各児のQRSを示す。



#### 9) 胞状奇胎

全胞状奇胎の1例は腹壁誘導において陰発であった。また臨床所見から胞状奇胎を疑われた妊娠16週と妊娠24週の各1例では前者は子宮腔部誘導で、後者は腹壁誘導で陽性を示して胎児生存を証明し、その後正常妊娠として経過しつつある。

#### 10) 母体心疾患との関係

先天性心房中隔欠損の1例では胎児心電図には著変がなく、健康な生児をえた<sup>21)</sup>。また心室期外収縮をみた妊

婦では胎児心電図も不整脈を示したが、Pが不明であるため不整脈の種類を正確には診断できなかった。しかし期外収縮と正規の収縮のあいだにQRS形状の差は殆んどなく、QRS巾の延長はないので心室内の刺激伝導系異常とは考えられなかった。生後も同様の不整脈があったが、1週間後にはまったく期外収縮をみなくなった<sup>21)</sup>。

その他母体の心電図で右脚ブロックを示した1例では胎児心電図には異常が認められず、健康生児を満期分娩した。

#### 11) 羊水過多症

分娩時に羊水量4lと8lであつた2例を妊娠25週と26週で記録した。胎児QRS波の変形、不整脈等はみられず、胎児心拍数はそれぞれ1分間108、120で、QRS時間はともに0.03秒、QRS振巾は58μVと10μVであつた。

#### 12) その他の臨床症例

1例の未産婦は卵巣腫瘍の疑いで入院したが、腹壁誘導で胎児波を認め、妊娠反応も陽性を示した。腫瘍の大きさから妊娠5ヵ月として経過を観察し、妊娠末期に帝王切により生児をえた。

妊娠31週の無脳児の1例では胎児QRSリズムに特別の変化は認められなかった。

### 考 按

#### 1 胎児心電図記録法について

i) 記録装置：腹壁誘導の場合、腹壁表面に誘起される胎児の心活動電位は数10μV以下で非常に小さく、標準心電計では胎児波は陰性のことが多い。陽性でも微小な変動しかえられないので<sup>13)14)27)42)</sup>心電計の感度をあげる必要がある。このため特別の標準心電計<sup>4)</sup>または専用増巾器が用いられ<sup>11)12)16)32)35)38)40)41)</sup>、或いは脳波計が利用されている<sup>5)7)15)22)23)29)33)38)</sup>。

しかし、感度をあげると各種の雑音が混入しやすくなるので、その対策はもつとも重要な問題の1つである。

胎児心電図に混入する雑音には①母体心電図波形、②母体の呼吸運動による基線の動揺、③母体腹壁の筋肉の動作電位、④電極の接着の不良による雑音、⑤交流障害などが考えられる。以下それぞれについてその対策を述べる。

母体心電図の棘波に対しては、記録器の周波数帯域を2000c/sまで拡大する方法<sup>32)</sup>、金属バンドを上腹部に巻く方法<sup>34)</sup>も考えられたが、臨床の実際にはあまり適当とはいえない。多誘導心電計を用いて母体心電図を同時記録させれば母体波の識別は完全であるが、慣れれば単独

記録の場合でも母体QRSを判別することは困難ではない。

Hon型増巾器を用いると母体波はかなり小さくなり、ある程度目的を達成することができたが、1つの記録に3～4個の電極を要し、毎回の感度調整などの不便があつて、臨床応用には若干の制約がある。

40c/s 狭帯域増巾器では母体波は非常に小さく胎児波は明瞭に出現し、単に胎児QRS出現の有無をみるには有用であると思われる。しかしQRSのあとに減衰振動を生ずるので胎児QRS波形の分析は困難であつた。

基線動揺は装置の時定数を0.05秒程度に小さくすることによつて完全に除きえた。

母体腹筋活動電位の除去には極力被検者の身心の安静をはかり、必要によつては麻酔剤や睡眠剤を用いるとよいともいう<sup>7) 22) 27) 31) 32) 33) 36)</sup>。妊娠末期には腹直筋離開があるので正中線上に電極をおくと筋電図障害が少いとされる<sup>32)</sup>。

母体皮膚と電極の接触を良くするために皮膚をアルコールで清拭脱脂したのち電極ペーストを塗布した。

ii) 電極配置：胎位胎向は各例によつて異り、さらに胎動のために胎児心の位置は腹壁の誘導点に対してつねに変動している。従つて成人とは異り、電極を胎児上の一定点に固定して配置することは不可能であつて、成人心電図のように各種の誘導を行つて標準の波形と比較し、これに基いて診断を下すことは甚だ困難である。腹壁誘導胎児心電図の記録に際しては、電極配置は母体腹壁の一定点を目標として配置されるのがふつうで、縦誘導と横誘導が一般に用いられているが、この方法によつて胎児波が認められないときは子宮体両側縁上下、または対角線上に配置するなど各種の配置が行われ、また3点におくもの<sup>16) 28)</sup>、12個の電極を配置するものもある<sup>33)</sup>。児頭と臀部に電極をおくと児波が大きくなるので<sup>32)</sup>、胎児部分を明らかに触診できるときは電極の配置を考慮すべきであろう。

妊娠早期の記録とくに妊娠18週までは子宮腔部誘導だけに胎児心電図陽性のものが多いので、早期における胎児QRS検出には子宮腔部誘導を併用することが望ましい。

子宮内誘導の報告もみられるが<sup>16) 37) 40)</sup>、胎児に及ぼす危険が大である。私は人工妊娠中絶前の3例に子宮消息子電極を用いて記録を試みたが、妊娠8～10週の早期であつたためか不成功に終つた。なお直腸誘導は行っていない。

## 2) 判定規準について

腹壁誘導胎児心電図の記録には各種の雑音が混入し、インクレコーダや熱ペン記録器を用いると腹筋の活動電位が胎児QRSによく似た波形となつて現われることがあり、単一の波をみただけでは両者の区別に困難を感じることがある。従つて胎児QRS陽性と判定するにあつて一定の規準をもうけるものも多い<sup>5) 8) 22)</sup>。

胎児心電図の陰性は妊娠の特定の時期において、しかも反復検査の結果有意義となるものであるが、胎児心電図の陽性は妊娠の如何なる時期においても、ただ1回の検査によつて胎児生存と断定できるのであるから<sup>4) 5) 6) 15) 38) 41)</sup>、陽性の判定は充分慎重に行われなければならない。そこで前述のような比較的厳格な4項目をもうけ、これに従つて成績を判定した。

## 3) 陽性率

胎児QRSは胎児死亡の疑を除いた197例中156例79.7%に陽性であつたが、外診、聴診で胎児が明らかに生存しているものでは162例中138例85.2%に陽性であつた。また胎児死亡の疑はないが、まだ胎動がなく児心音も聴取不能なものでは35例中18例51.4%に陽性であつた。

胎児心電図の陽性率は妊娠時期によつて差があり、妊娠月数別では10カ月ではほぼ100%、9カ月も高値で8.7%、7カ月では低値、6カ月では高値であるという<sup>4) 5) 6) 9) 16) 35)</sup>。私の成績でも6～10カ月の間では8カ月が最も低率であり、週数別にも妊娠30週が最低を示した。7、8カ月が低率を示す理由については、羊水急増による胎児心出力の短絡のためとするものもあるが<sup>9)</sup>、Bernsteinはこれに反対し<sup>4)</sup>、私も羊水量4lと8lの2例に明瞭な胎児波を認めえた。一方、胎脂の電気抵抗は相当大きいので、この量と関係があるといわれる<sup>5) 41)</sup>。

陽性率は電極の配置とも関係があり、胎児軸に一致した方向での記録が陽性率が高いとされている。実際には横位よりも縦位の方が多いので縦誘導の方が横誘導よりも陽性に現われることが多かつた。

## 4) 胎児生死の判定

私の症例で胎児心電図陽性のものはすべてその後には胎児生存が確認されており、死産で分娩前陽性を示したものはない。従つて陽性であれば胎児は生存しているとみなしてよく、胎児生存の判定には有用な手段である。胎児心電図陰性のときは直ちに胎児死亡とはいえないとするものが多い<sup>3) 17) 33) 38)</sup>。私も胎児死亡を疑われた症例のなかで胎児心電図も陰性を示したが生産であつた2例を経験した。すなわち胎児心電図陰性例は胎児死亡である。

と即断はできないが、陽性率の高い時期（6, 9, 10カ月）に陰性であれば胎児死亡の疑が強く、さらに数回検査をくりかえして陰性のときは死亡の疑が甚だ濃厚となる。

### 5) 胎児心拍数

胎児心拍数の範囲は1分間 107～170, 平均 142.9で、大多数は 111～165の範囲にあつた。月数別平均は 5, 6, 9カ月, 予定日超過でやや多い傾向があり, Bernstein も妊娠末期には心拍数が増加する傾向があると述べ, 胎盤の老化現象との相関によつて説明している。

胎児の性別と胎児心拍数とは関係ないとするものが多い<sup>9)27)</sup>。私の成績では妊娠全期を通じた1分間平均心拍数は男女児間に殆んど差がなく, 妊娠時期別の平均では 5, 6カ月と 9, 10カ月, 予定日超過では女児の方がやや多かつたが, 男女児別の平均差が比較的大きい 7～10カ月であつても心拍数の分布は男児 109～170, 女児 108～158と殆んど差がなく, 個々の臨床例において胎児心拍数の多少により胎児の性別を判定することは困難である。

### 6) 各棘波

一般に妊娠中に P, T 波を認めたという報告はみられないが, 私の記録でも妊娠時には QRS 波以外の胎児波は認められなかつた。

QRS 振巾については  $2\sim 21\mu V^{6)}$ ,  $10\sim 30\mu V^{15)}$ , 妊娠末期では  $30\sim 40\mu V^{35)}$  などの報告があり, 8カ月で最低を示すといひ, 私の記録では  $5\sim 70\mu V$  の範囲内に分布し平均  $26.17\mu V$  であつた。8カ月の平均振巾は  $21.2\mu V$  で7カ月から予定日超過までの間では最低を示した。Bergman<sup>3)</sup>は QRS 振巾は予定日超過の発見に有用であるといひ, 私の成績では各月別陽性率曲線とほぼ平行した曲線を描いて, 予定日超過でとくに減少する傾向は認められなかつた。QRS 振巾が小さい時期には陽性率が影響をうけるものと考えられる。Wimmer は胎児が成熟しないと児波は小さく, 成熟して充分な胎脂がつくとやはり小さくなるという<sup>41)</sup>。

また QRS 時間については腹壁誘導では  $0.02\sim 0.04$  秒<sup>35)</sup>,  $0.014\sim 0.052$  秒<sup>16)</sup>とされ, 子宮内誘導では  $0.034\sim 0.052$  秒<sup>16)</sup>といわれる。私の記録は  $0.02\sim 0.05$  秒であつて平均  $0.030$  秒であつた。

### 7) 胎位との関係

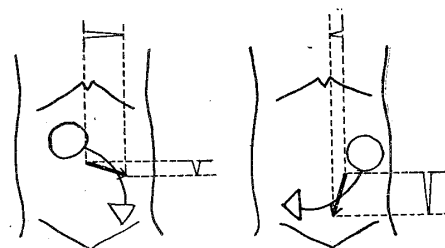
胎児心電図で胎位を判定するには, 母体と胎児の QRS 主棘が同方向のときは頭位, 反対方向のときは骨盤位とする方法と<sup>4)15)</sup>, 母体腹壁の電極の極性を一定にして

おき, 胎児の QRS の主棘の方向によつて判定する方法とがある<sup>15)27)28)41)42)</sup>。

私は後者の方法をと, 母体頭側に正電極, 母体尾側に負電極を配置した。このとき胎児 QRS 主棘は頭位では上向き ( $qR_s, qR, R, R_s$  型), 骨盤位では下向き (主に  $Qr, rS$  型) となる。QRS が上下同高で判定し難いもの (QR, RS 型) も頭位の 21.2% にあつたが, 逆の関係を示したものはなかつた。従つて少数の判定困難なものを除けば頭位と骨盤位は胎児 QRS 主棘の方向により充分判定できるものと考えられる。

胎児心臓の電気軸は下向きでやや右後方に向つているものと考えられるので<sup>1)2)</sup>, 縦位の場合は縦誘導の QRS 振巾が横誘導よりも大となり, 横位の場合は横誘導が縦誘導よりも大となると考えられる。私の成績はほぼこれに一致し, 縦位の 105 例中 94 例は縦誘導が大で横位の 4 例中 3 例は横誘導が大であつた。しかし逆の関係を示したのも 109 例中 3 例にあつたが, これらはレ線写真でいずれも斜位に近いものであつた。従つて図 7 のように斜位に近いときは縦位でも横誘導が大となり, 横位でも縦誘導が大となりうる。しかし, これは例外的な症例であつて, 一般には縦横の 2 誘導を行えば縦位と横位を判定することが可能と思われる。

図 7 縦位, 横位との関係において常識的な解釈に反する症例の解析



### 8) 胎向との関係

新生児の心電図は成人の右室肥大に似た所見があり, そのベクトル心電図 QRS 環の大部分は右後下に存在するという<sup>1)30)43)</sup>。また母体外での胎児心電図は右型で右室優勢を示すという<sup>24)25)26)</sup>。

胎児心電図は娩出直後のそれに等しいとされるので<sup>40)</sup>, 私は 8 例の娩出当日の新生児背部に正, 前胸部に負電極をおき, その位置を種々にかえて QRS 主棘の向きを検討してみた。両極ともそれぞれ中央におくときおよび右背と左前胸部におくとき QRS 主棘は上向きとなり, 左背と右前胸部においたときには下向きとなる。従



昭和39年1月1日

安 部

43—43

つて水平面における心電図QRS環は右後方に向うように思われた。

以上により子宮内胎児のQRS環は大部分が右後方に向う可能性が強いといえよう。従つて胎児心電図腹壁誘導に際して児背に正電極をおけば、主棘が上向きとなる場合が多いと思われるので、腹壁上の電極の極性を一定にしておけばQRS主棘の方向による胎向判定が可能ではないかと考えた。

私は母体左側に正電極、右側に負電極をおいたので第1胎向ではQRSは上向き、第2胎向では下向きになると考えたが、実際にこの方法による胎向と、外診、レ線写真による胎向との合致率は59.2%で比較的低率であり、逆の関係を示したり、上下同高で判定不能のものもかなりあつた。

しかし同一胎向であつても腹壁誘導点直下につねに同一の胎児部分があるとは限らず、むしろ異つた種類の部位に相当して電極がおかれることが多いと考えられる。新生児にみたように左右の児背はまったく逆の電位を示すと考えられるので、誘導点直下の児背の位置を一定にしなければQRS主棘の向きによる胎向の決定は困難であるといえよう。

#### 9) 妊娠早期の診断

心臓の電気的インパルスは妊娠6週ごろから発生し、妊娠8週では胎児心臓はすでに永久的な内的、外的特徴を備えているという<sup>39)</sup>。

腹壁誘導で最も早期の報告は11週<sup>1/2</sup><sup>18)</sup>であり、経膈誘導では3カ月<sup>39)</sup>との報告がある。私の最も早期の陽性例は腹壁誘導で妊娠17週、子宮腔部誘導では妊娠14週であつた。この時期にはまだ胎動はなく、胎児心音も聴取不能であつてレ線像にも胎児骨骼を認め難い。このような時期に胎児心電図が陽性を示すことは生存胎児が存在すること、すなわち妊娠確徴を意味するものであつて、重要な意義をもつものである。また本法は母児に全く障害を与えないので反復検査も可能であり、妊娠早期の補助診断法として貴重な手段と思われる。

#### 10) 多胎妊娠

多胎妊娠の診断には異つた周期をもつ2種以上の胎児QRSを同時に証明すればよく<sup>41)</sup>、多くの報告があり<sup>41) 5) 6) 18) 40)</sup>、私も3例を経験した。なお5カ月の早期でも記録されており<sup>6) 7)</sup>、レ線写真で不確実な時期に価値があるという<sup>4)</sup>。Hamiltonは4胎妊娠で3種類の棘波を証明している<sup>44)</sup>。

#### 11) 胞状奇胎

1例の全胞状奇胎では胎児QRSは陰性であり、臨床的に胞状奇胎を疑われた他の2例は陽性であつて、その後胞状奇胎ではなく正常妊娠であつたことが明らかになつた。

一般に胞状奇胎の診断には生物学的妊娠反応が用いられるが、ときには正常妊娠との鑑別が困難な場合もある。このようなとき胎児心電図で陽性所見があれば、ほぼ正常妊娠と見做してよく、全胞状奇胎を否定することも可能である。ただし陰性の場合直ちに胞状奇胎と断定できないことはいうまでもない。

### 結 論

1) 188名の妊婦について224例の腹壁誘導胎児心電図を記録した。

2) 胎児心電図陽性率は胎児死亡疑を除き妊娠8～44週において79.7%に陽性であつた。

3) 妊娠月数別では6、10カ月、予定日超過で陽性率は高く、妊娠週数別には19週、21～24週、34、35週および38週以後に陽性率が高い。これらの時期に胎児心電図が陰性であれば胎児死亡の疑が濃い。

4) 胎児心拍数は1分107～170で妊娠5、6、9カ月、予定日超過でやや多い。

胎児の性別と胎児心拍数との間には何ら関係は認められなかつた。

5) 各棘波のうちQRSだけが記録できた。その振幅は5～70μVで、5、8カ月に振幅が小さい。QRS時間は0.02～0.05秒であつた。

6) 胎児心電図による縦位と横位、あるいは頭位と骨盤位の判定は可能である。胎向ともある程度は関係があるが診断に応用することは困難であつた。

7) 早期陽性は腹壁誘導では妊娠17週、子宮腔部誘導では妊娠14週であつた。

8) 羊水過多症では著変は認められなかつた。

9) 双胎妊娠、胞状奇胎、下腹部腫瘍などと正常妊娠との鑑別に利用できる。

10) その他、母体心疾患、胎児不整脈、無脳児例の記録も試みた。

稿を終るにあたり、御指導、御校閲を賜りました恩師古賀教授およびつねに御懇切な御指導御鞭撻を賜りました前田講師に深く感謝致します。

### 文 献

- 1) 足高善雄、菅野稔、杉田長久、家田茂樹、仁村泰治、置村道雄：婦産進歩、8、66～67、1956。
- 2) 足高善雄、菅野稔、西野英男、沢田昌男、藤野順次

- 郎, 仁村泰治, 置村道雄: 産婦進歩, 8, 246, 1956. —3) *Bergman, P. and Hall, P.*: Acta. Obst. et Gynec. Scand. 37, 348~357, 1958. —4) *Bernstein, P. and Mann H.*: Am. J. Obst. & Gynec. 43, 21~32, 1942. —5) *Bernstine R.L. and Borkowski, W.J.*: Am. J. Obst. & Gynec. 70, 631~638, 1955. —6) *Bolte, A.*: Archiv. f. Gynäk. 194, 594~610, 1961. —7) *Davis, J. and Meares, S.*: Med. J. Aust. 41, II, 501, 1954. —8) *Dressler, M. and Moskowiz, S.N.*: Am. J. Obst. & Gynec. 41, 775~791, 1941. —9) *Goodyer, A.V. N., Geiger, A.J. and Monroe, W.M.*: Yale J. Biol. Med. 15, 1~19, 1942. —10) *Heard, J.D., Burkley, G.G. and Schaffer, C.R.*: Am. Heat. J. 11, 41~48, 1936. —11) *Hon, E.H.*: Am. J. Obst. & Gynec. 75, 1215~1230, 1958. —12) *Hon, E. H., Reid, B.L. and Hehre, F.W.*: Am. J. Obst. & Gynec. 79, 209~215, 1960. —13) 秦良麿, 広田耐熙: 実地医家と臨床, 20, 28~29, 1943. —14) 広田耐熙: 臨床と研究, 21, 914~918, 1944. —15) 今村弘: 臨婦産, 13, 93~97, 1959. —16) *Kaplan, S. and Toyama, S.*: Obst. Gynec. 11, 391~397, 1958. —17) 小林隆, 藤井仁, 武井徳郎: 臨婦産, 16, 93~102, 1962. —18) *Larks, S.D.*: Am. J. Obst. & Gynec. 77, 1109~1115, 1952. —19) *Larks, S.D., Faust, R., Longo, L., Anderson, G.*: Am. J. Obst. & Gynec. 80, 1143~1150, 1960. —20) 前田一雄, 安部礼子: 臨婦産, 14, 885~891, 1960. —21) 前田一雄, 梶原治雄, 安部礼子: 臨婦産, 16, 640~647, 1962. —22) *Miller, M.L., Werch, S.C., Milton, J.D. and Ferguson, J.H.*: Obst. Gynec. 11, 398~402, 1958. —23) *Devenish, M. and Davis, J.*: Southern, E.M., Am. J. Obst. & Gynec. 73, 233~247, 1957より引用. —24) 永井陽太郎: 京都府立医大誌, 56, 145~146, 1954. —25) 小国親久: 臨婦産, 4, 436~438, 1950. —26) 小国親久: 日産婦誌, 6, 285~293, 1954. —27) *Paley, S.S. and Krell, S.*: Am. J. Obst. & Gynec. 48, 489~496, 1944. —28) *Pütz, Th. und Ulrich, O.*: Arch. Gynäk. 171, 199~213, 1941. —29) *Pütz, Th., Rommelspacher, M. und Wolf, A.*: Arch. Gynäk. 177, 630~636, 1950. —30) 佐野豊美: 臨床内小, 14, 383~397, 1959. —31) *Schömig, G.*: Zbl. Gynäk. 75, 1973~1978, 1953. —32) *Schömig, G.*: Zbl. Gynäk. 76, 2200~2205, 1954. —33) *Skemp, J.T. and Miller, F.J.*: Obst. Gynec. 11, 148~155, 1958. —34) *Smyth, C.N.*: Lancet 1953, 1124~1126. —35) *Southern, E.M.*: Am. J. Obst. Gynec. 73, 233~247, 1957. —36) *Strassman, E.O. and Mussey R.D.*: Am. J. Obst. & Gynec. 36, 986~997, 1938. —37) *Sureau, C.L.*: Gynec. et Obst. 55, 21, 1956. —38) *Swartwout, J.R. and Walter, E.P.*: Am. J. Obst. & Gynec. 77, 1100~1108, 1959. —39) *Vara, P. and Halminen, E.*: Acta Obst. et Gynec. Scand. 26, 249~262, 1946. —40) *Vara, P. and Niemineva, K.*: Gynecologia. 132, 241~253, 1951. —41) *Wimmer, P.*: Geburtsh. Frauenh. 14, 115~125, 1954. —42) 山元正則: 臨床と研究, 24, 400~404, 1947. —43) 山内啓年: 福臨医誌, 49, 3002~3019, 1958. —44) *Hamilton, W.J. and Brown, D.*: J. Obst. Gynaec. Brit. Emp. 66, 409~412, 1959.

(No. 1646 昭38・9・2 受付)