

Non stress test での胎動評価法

大阪大学医学部産科婦人科学教室

榊原 繁樹 千葉 喜英 青木 嶺夫
 長谷川利典 佐々木記久子 金 昌権
 倉智 敬一

An Evaluation of Fetal Movement during Non Stress Testing

Shigeki SAKAKIBARA, Yoshihide CHIBA, Mineo AOKI, Toshitsune HASEGAWA,
 Kikuko SASAKI, Shoken KIN and Keiichi KURACHI.

Department of Obstetrics and Gynecology, Osaka University Medical School, Osaka

概要 Non stress test (以下 NST と略す) において, 胎児が active state にあるときの FHR パターンの判読のために, 分娩監視装置, 2台の超音波断層装置及び妊婦の自覚胎動を記録するための胎動マーカーを用いて FHR パターン, 児頭回転様運動, 胎児躯幹回転様運動, ならびに母体自覚胎動の4種の情報を同時に集録し, NST の reactive, nonreactive 判別に重要な意味を持つ胎児回転運動の把握に最適な方法を検討した。

その結果, 児頭の観察からはこれら全胎動情報の約77%を得ることができ, 胎児躯幹の観察では約72%が認識可能であったが, 母体自覚からは約29%が認識されるにすぎなかった。さらに母体自覚では, 児頭, 胎児躯幹が動いていないにも拘らず, 胎動を感じるものが約18%存在した。

以上の事から, NST 施行時の胎児 active state を反映する胎児回転様運動は児頭回転様運動で代表しうることが知られた。

Synopsis The measuring methods of fetal rolling movements, which are very important diagnostic informations at the case of Non Stress Test, are analysed. In normal pregnant women (from 29 to 40 gestational weeks), the observation of fetal head and trunk rolling movements by real-time B-scan, and maternal perception of fetal movements are simultaneously recorded in analog data recorder. Analysing these recorded data, we found that 76.7% of fetal rolling movements could be detected by observation of head rolling movements only, and 72.4% with trunk observation only. But maternal perception could find only 28.5% of fetal rolling movements. These results and analysis may suggest us that, if only one machine is available, the observation of fetal head rolling movements by real-time B-scan is the most effective method for the analysis of fetal rolling movements on NST.

Key words: Non stress test • Fetal head rolling movement • Fetal trunk rolling movement • Maternal perception

緒言

周産期医学において, 分娩中のみならず妊娠中の胎児健康状態を把握することが非常に重要であり, その一方法として, Contraction stress test や Non stress test が広く行われて来ている^{4) 5) 7) 10) 13) 20)}。特に Non stress test はその手技の簡便性, 無侵襲性が利点となり, 目ざましく普及しつつある。この Non stress test 判読にあたり, 胎動周辺にみられる Acceleration がよく認められる場合には, reactive NST として評価され, 胎児状態も良好で, 出生児も健康であると報告がな

されている^{6) 9) 11) 12) 15) 17) 23) 28) 29)}。一方心拍数パターン

ンだけから, Non reactive と判定される中には,

i) 偶然にその検査時間内に胎児が silent state にあつたもの,

ii) 胎動は存在するが Acceleration が認められなかつたもの,

iii) 重症の fetal distress に陥り, 胎動も Acceleration も全く消失していたもの, 等が混在していた可能性がある。

この場合, manipulation や sound stimulation など胎児に外部から刺激を加え, 胎児を active

state にした後, Acceleration の出現を見ることによつて non reactive/reactive の判定をおこなうことが一般的である¹⁾. しかし, 胎動は存在するが Acceleration が認められないものと胎動も Acceleration も全く消失しているものとはその生理学的意味を異にし, これらを胎動情報を無視して判別することは困難である.

この観点から我々は NST 施行の際, 短時間で効率よく, non reactive 群から前述した3項の群を識別する目的で, 種々の胎動の内, Acceleration との関連がよく認められる胎児回転様運動に着目した^{16) 25) 26) 27) 30)}.

そこで我々は,

(a) 児頭回転様運動 (fetal head rolling movement),

(b) 胎児躯幹回転様運動 (fetal trunk rolling

movement),

を記録すると同時に並列データとして,

(c) 母体自覚胎動 (Maternal perception), を記録し, 胎児回転様運動の把握に最適な方法を検討, 以下の如き成績を得たので報告する.

対象ならびに研究方法

研究対象は正常妊婦, 各種合併症及び, 軽度妊娠中毒症を含む妊婦で, その後の追跡調査にて, 正常分娩, 新生児出生体重 AGA, Apgar score 1 分後8点以上, 5分後8点以上で新生児異常の認められなかつたものを対象とした. 検査時の妊娠週数は29~40週であり, モニター時間は1検査当り30分間である (表1).

上記妊婦を半側臥位にして, 分娩監視装置を装着し, 胎児心拍数を腹壁誘導 FECG, 心音マイクロフォン, 超音波ドプラートランスデューサー等

表1 Clinical data of pregnancies, including details of fetal outcome

Subject	Gest. age at recording	Diagnosis	Gest. age at delivery	Birth weight (gr.)	1-min. Apgar score	5-min. Apgar score	Fetal sex
1. Y. S.	40w + 3 d	Normal pregnancy	41w + 3 d	3500	9	9	F
2. H. K.	39w + 5 d	Normal pregnancy	40w + 5 d	2760	9	9	M
3. R. T.	40w + 3 d	Normal pregnancy	40w + 6 d	3120	9	9	F
4. K. O.	38w + 0 d	Previous perinatal death*	38w + 5 d	3270	9	9	M
5. K. I.	29w + 4 d	Normal pregnancy	40w + 5 d	3000	9	9	F
6. K. H.	29w + 3 d	Aortitis syndrome	38w + 4 d	3490	8	9	F
7. M. Y.	36w + 1 d	Pancreatitis	41w + 4 d	2780	8	8	M
8. K. I.	33w + 4 d	Normal pregnancy	40w + 5 d	3000	9	9	F
9. Y. O.	37w + 2 d	Normal pregnancy	38w + 5 d	2950	9	9	M
10. K. N.	35w + 4 d	Normal pregnancy	39w + 1 d	2920	8	9	M
11. M. S.	34w + 2 d	D.M. (border line)	38w + 4 d	2810	8	9	F
12. J. Y.	34w + 1 d	Normal pregnancy	38w + 4 d	3150	9	10	F
13. M. S.	35w + 1 d	D.M. (boder line)	38w + 4 d	2810	8	9	F
14. H. K.	34w + 2 d	Normal pregnancy	40w + 4 d	3130	9	9	F
15. K. T.	37w + 3 d	Normal pregnancy	40w + 4 d	2880	9	9	M
16. J. Y.	34w + 1 d	Normal pregnancy	41w + 6 d	3080	9	9	F
17. K. K.	38w + 1 d	Post rheumatic fever	38w + 6 d	3125	9	10	M
18. M. N.	29w + 5 d	Normal pregnancy	38w + 5 d	2720	9	9	M
19. T. K.	39w + 4 d	Normal pregnancy	40w + 3 d	3320	8	9	F
20. I. K.	38w + 0 d	Normal pregnancy	40w + 2 d	3400	8	9	M
21. J. O.	36w + 6 d	SLE	39w + 4 d	2610	8	9	F
22. K. I.	37w + 3 d	Post operation of Thy. gl.**	39w + 4 d	2970	8	9	F
23. M. T.	37w + 2 d	Normal pergnancy	39w + 2 d	2900	8	8	M
24. K. W.	34w + 0 d	Previous perinatal death***	39w + 1 d	3510	8	8	F
25. Y. N.	37w + 4 d	PDA	38w + 4 d	2890	9	9	F

* 2 times perinatal death (etiology is unknown) ** partial Thyroidectomy (Grave's disease)

***2 times Intra Uterine Fetal Death (etiology is unknown)

図1 児頭回転様運動
abdominal wall

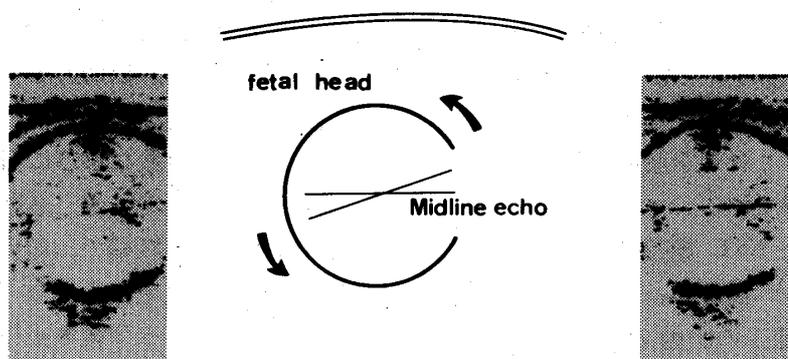
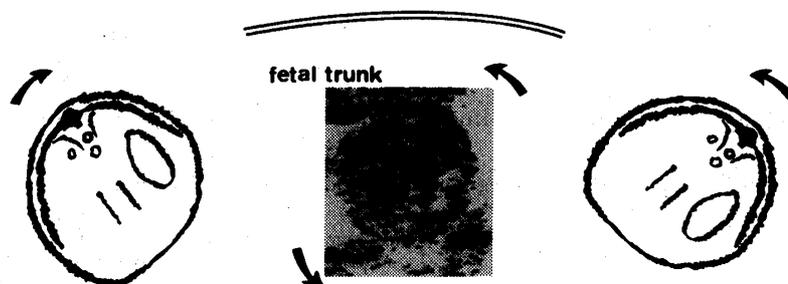


図2 胎児躯幹回転様運動
abdominal wall

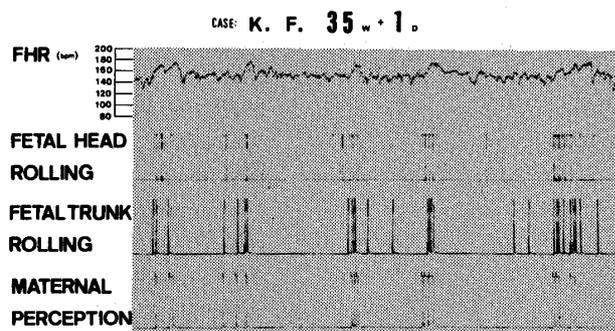


を用い、記録した。同時に、2台の電子スキャン超音波断層装置を用いて、そのうち1台は児頭の横断面を走査して、midline echoの傾斜角度の変化を観察することによって回転様運動を認識した。他の1台は、一般に広く行われている胎児腹囲測定法に用いられる胎児躯幹断層像を得て、回転様運動をとらえた(図1, 図2)。

2名の検査者は夫々1台ずつの超音波断層装置の前述した異なつた胎児断層画像を注視し、回転様運動を認める毎に胎動マーカを手動で作動させた。本マーカはスイッチON状態で“H”のレベルを発生するものである。一方妊婦にも同様な胎動マーカを与え、超音波断層像による胎動の認知に無関係に、又それらの動向に影響されない状態で、母体胎動自覚の情報を得た。

以上の方法により4種類の情報、即ち胎児心拍数、児頭回転様運動の有無、胎児躯幹回転様運動の有無、及び母体自覚による胎動の有無を集録し、4チャンネルのアナログデータレコーダー

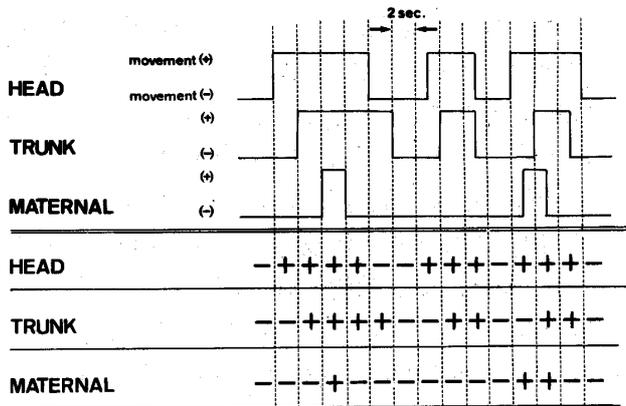
図3 上段から順に胎児心拍数曲線、児頭回転様運動、胎児躯幹回転様運動、母体自覚による胎動情報を示す。



に記録したのち、ペンレコーダーを用い、チャート上に再生した(図3)。図3はこの方法により得られたチャートである。上段から順に胎児心拍数曲線、児頭回転様運動、胎児躯幹回転様運動、母体自覚による胎動を示している。

これらの各部位で得られた胎動の相互の関係を解析する上で、胎動の出現回数及び持続時間を共に反映出来る方法を用い検討した。この方法は各

図4 各方法で得られた胎動情報の解析

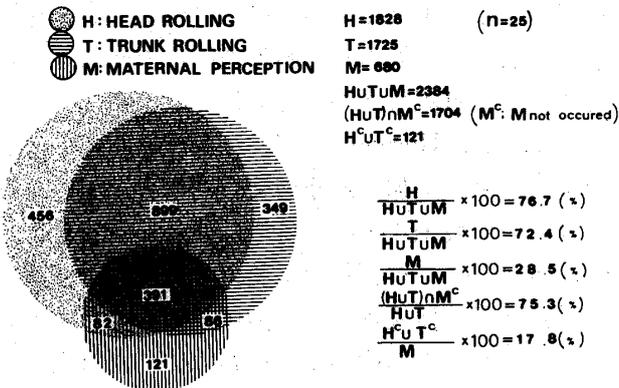


部位における胎動を矩形波で記録したチャートを2秒間の segment に分割し、各 segment 間で胎動が少しでも認められるものを (+)、認められないものを (-) として、それらの各部位での総計を求めると共に、(+), (-) の組合せによる事象を集合論的に検討した (図4)。この方法により、各部位による胎動の時間的絶対量は、分割された segment が (+) を示すものの総計として定量化し、また各部位における時間的同期性は集合論から導き出した。

研究成績

児頭回転様運動と胎児躯幹回転様運動、母体自覚胎動のこれら3情報の関係を図5に示した。図5において、

図5 児頭回転様運動、胎児躯幹回転様運動、母体自覚胎動の相互の関係を示す。



- 児頭回転様運動 (fetal head rolling movement : H, 以下 (H) と略す) が (+) の総数は1828.
- 胎児躯幹回転様運動 (fetal trunk rolling move-

ment : T, 以下 (T) と略す) が (+) の総数は1725.

○ 母体自覚胎動 (Maternal perception : M, 以下 (M) と略す) が (+) の総数は680であり、(H), (T), (M) のいずれか一方が (+) のものが2384 (HUTUM ; 2384).

(H) が (+), (T) が (+), かつ (M) が (+) のものが391 (H∩T∩M ; 391).

(H) もしくは (T) が (+) で、かつ (M) が (-) のものが1704 { (HUT) ∩ M^c ; 1704}.

(H) が (-), (T) が (-) でかつ (M) が (+) のものが121 {(H^c∩T^c) ∩ M ; 121}.

ここで胎児回転様運動 (fetal rolling movement) とは、児頭、胎児躯幹、母体自覚胎動のいずれか一方が認められるものと仮定すると、児頭の観察により、76.7% ($\frac{H}{HUTUM} \times 100 = 76.7\%$) が認識可能であり、胎児躯幹の観察からは、72.4% ($\frac{T}{HUTUM} \times 100 = 72.4\%$) が認識可能であるが、母体自覚からは28.5% ($\frac{M}{HUTUM} \times 100 = 28.5\%$) が認識できるにすぎなかつた。

さらに母体自覚によると児頭もしくは胎児躯幹の客観的な回転様運動を75.3% ($\frac{(HUT) \cap M^c}{HUT} \times 100 = 75.3\%$) も見過すということが判明した。また母体自覚では児頭及び胎児躯幹に回転様運動が認められないにも拘らず、胎動を感じるものが17.8% ($\frac{(H^c \cap T^c) \cap M}{M} \times 100 = 17.8\%$) 存在した。この種の胎動は主として、回転様運動を伴わない手足の運動や、しゃっくり様運動 (hiccough) で

図6 胎児のしゃっくり様運動が母体自覚胎動として著明に記録された。

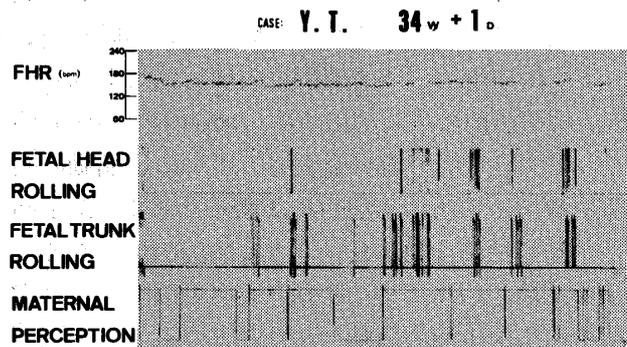


図7 母体自覚胎動良好例

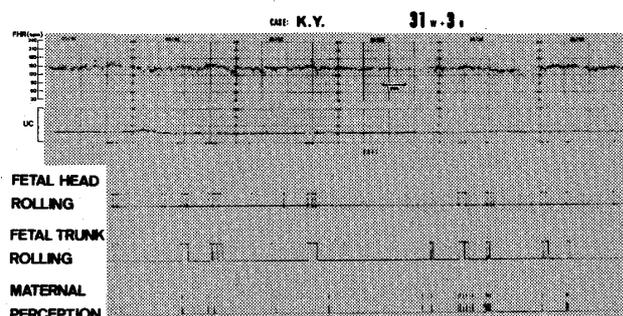
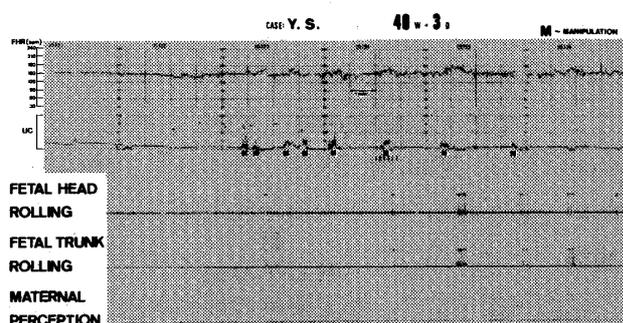


図8 胎児回転様運動を全く自覚しなかった例



あることが観察された。

特にしゃっくり様運動は母体自覚胎動として著明に記録された(図6)。

また母体の胎動自覚には個人差が非常に大きく、かなり良く回転様運動を認識する者もいたが(図7)、全く胎動を自覚しない者もあつた(図8)。

考 案

Non stress test を施行するにあたり、reactive, non reactive の判定をするための重要な診断要素となる胎児回転様運動を、ほぼ正常と考えられる妊娠経過の胎児を対象として、3種類の方法でとらえた。

胎動を評価するに当つては、その出現回数を数える方法^{14) 16) 18) 19) 31) 32)}一定時間内に胎動が起こっている時間の、検査時間に対する割合をみる方法、即ち胎動の時間的占有率(percent incidence)をみる方法^{21) 22) 24)}等が発表されている。胎動の回数を数える方法は手法的には簡便であるが、1回の胎動の持続時間が長いものは胎動回数としては少なく数えられ、また胎動と胎動の間隔がどの程度のものを1回の胎動として数えるかという問題

がある²⁾。また一方胎動の時間的占有率を見る方法では、個々の症例に対して、胎動の時間的絶対量の比較は容易に行えるという利点がある反面、1症例について、胎児心拍数をモニターしながら、Acceleration と胎動との関連性に着目しつつ、胎動の把握に最適なる方法の比較検討を行うには不向きである。何故ならば、時間的占有率を見る場合には、胎動の確認部位に時間的ずれ(Time-lag)があつてもそれは無視され、運動が確認された全時間が比較されてしまうからである。

以上の点に関しては、我々は、胎動の出現回数、占有時間量及び時間的同期性を共に考慮した方法として、全検査時間を2秒間のsegmentに分割し、集合論による解析法により解決をみた³⁾。

Timor-Tritsch et al. は tocodynamometer を用い胎動を4つのパターンに分類している²⁵⁾。また Wood et al. は4個の strain gauge を母体腹壁上にならべ、これらの胎動計と母体自覚胎動とを比較し、 $r=0.843$ の相関があつたと述べている³¹⁾。しかし、彼らによると、これらの方法は長時間のモニターには適しているが、胎動の性質を検討するまでには至らないと論じている。また Neldam et al. は分娩監視装置の陣痛計の spike 波と母体自覚胎動及び電子スキャン超音波断層装置によつて得られた胎動の出現回数の比較を行つた結果、spike 波は母体自覚胎動のわずか6.7%をとらえるにすぎないが、母体自覚によると超音波断層法により得られた胎動の回数の88%をとらえることが可能であつたと報告している¹⁶⁾。またこれに反し、Hertogs et al. は我々と同様、2台の電子スキャン超音波断層装置を用い、母体自覚胎動との比較を行つており⁸⁾、彼らの定義による major movement (動きが胎児の四肢にまで及びかつ、運動の持続時間が5秒以上のものと定義している。)の平均約33%が母親によつて識別されたが、非常に個人差があつたと報告している。この結果は我々のデータと4%近くの違いはあるものの、母体自覚では、全胎動情報の約30%を認識できるにすぎないという点でよく一致している。

超音波断層法によつて得られた胎動情報と母体自覚胎動との比較において、前述した如く、Neldam et al. は母体自覚胎動は、電子スキャン超音波断層法により得られた胎動情報の約88%をとらえ、Hertogs et al. や我々は約30%しかとらえないとしているが、これは胎動の把握法の差異によるものと思われる。即ち Neldam et al. は胎動の出現回数の比較計算を行つており、胎動の持続時間及び、超音波画像上での胎動と母体自覚胎動との時間的同期性は無視して、回数だけの出現率を出している。一方 Hertogs et al. や我々は胎動の持続時間及び、母体自覚胎動との時間的同期性も考慮に入れた方法にて解析したため、約30%という低値になつたものと思われる。

従つて胎動の持続時間、時間的同期性も考慮に入れて言及するならば、母体自覚によると、電子スキャン超音波断層装置により得られる胎動情報の約30%を認識することが出来るにすぎないといえる。

特に Non stress test として、わずか30分間に的確なる胎動情報を効率よく得るためには、電子スキャン超音波断層装置を用いて児頭を観察し、この部位の回転様運動をみるのが、より有効な方法である。本法によれば胎児回転様運動の有無が約80%判定出来、NST の判読に有力な情報を与えてくれるものと思われる。

今回は胎動の動きの速さ、移動距離等、立体的な定量法は行い得なかつたが、今後、胎動と、その周辺にみられる Acceleration 等の胎児心拍パターンとの関係を生理学的な裏付けをもつて解析する上で、さらに胎動の立体的な評価法が望まれる。

稿を終えるにあたり、この研究に御協力を頂いた基礎工学部生物工学科田村助教授、ならびに入江真行氏に深甚の謝意を表します。なお本研究の一部は、昭和55年度文部省科学研究費、No. 544070, No. 587093および厚生省心身障害研究費による。

文 献

1. 堀口隆彦, 藤田育子, 平林稔之, 上田典胤, 福田透: High risk pregnancy 特に EPH-Ges-

tosis における胎児管理に関する研究—antepartum FHR monitoring を中心として—。日産婦誌, 32: 1468, 1980.

2. 中野仁雄, 小柳孝司, 久保田史郎, 坂元力, 進岳史, 原賢治: 子宮内胎児の形態と動態。日本超音波医学会講演論文集, 36: 441, 1980.
3. 榊原繁樹, 千葉喜英, 青木嶺夫, 長谷川利典, 倉智敬一: NST 時にみられる胎動。日本超音波医学会講演論文集, 37: 155, 1980.
4. Curet, L.B. and Olson, R.W.: Oxytocin challenge tests and urinary estriols in the management of high-risk pregnancies. *Obstet. Gynecol.*, 55: 296, 1980.
5. Eguchi, K. Yonezawa, M., Hasegawa, T., Lin, T.T., Ejiri, K., Kudo, T., Sekiba, K. and Takeda, Y.: Fetal activity determination and neosynephrine test for evaluation of fetal well-being in high risk pregnancies. *Acta Obst. Gynaec. Jpn.*, 32: 663, 1980.
6. Evertson, L.R., Gauthier, R.J., Shifrin, B.S. and Paul, R.H.: Antepartum fetal heart rate testing. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 133: 29, 1979.
7. Gibbons, J.M. and Nagle, P.: Correlation of nonstressed fetal heart rate with sequential contraction stress test. *Obstet. Gynecol.*, 55: 612, 1980.
8. Hertogs, K., Roberts, A.B., Cooper, D., Griffin, D.R. and Campbell, S.: Maternal perception of fetal motor activity. *Br. Med. J.*, 10: 1183, 1979.
9. Ingardia, C.J., Cetrulo, C.L., Knuppel, R.A., Kappy, K.A., Scerbo, J.C., Lake, M. and Aumann, G.: Prognostic components of the nonreactive nonstress test. *Obstet. Gynecol.*, 56: 305, 1980.
10. Keegan, K.A. Jr. and Paul, R.H.: Antepartum fetal heart rate testing. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 136: 75, 1980.
11. Krebs, H. 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.
12. Lee, C.Y. and Drukker, B.: The nonstress test for the antepartum assessment of fetal reserve. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 134: 460, 1979.
13. Lin, C.C., Moauad, A.H., River, P. and Pishotta, F.T.: An OCT-reactivity classification to predict fetal outcome. *Obstet. Gynecol.*, 56: 17, 1980.
14. Manning, F.A., Platt, L.D. and Sipos, L.: Fetal movements in human pregnancies in the third trimester. *Obstet. Gynecol.*, 54: 699, 1979.
15. Mendenhall, H.W., O'Leary, J.A. and Phillips, K.O.: The nonstress test: The value of a single

- acceleration in evaluating the fetus at risk. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 136: 87, 1980.
16. *Neldam, S. and Jessen, P.*: Fetal movements registered by the pregnant women correlated to retrospective estimations of fetal movements from cardiotocographic tracings. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 136: 1051, 1980.
 17. *Rayburn, W.F., Duhring, J.L. and Donaldson, M.*: A study of fetal acceleration tests. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 132: 33, 1978.
 18. *Rayburn, W.F.*: Clinical significance of perceptible fetal motion. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 138: 210, 1980.
 19. *Rayburn, W.F. and McKean, H.E.*: Maternal perception of fetal movement and perinatal outcome. *Obstet. Gynecol.*, 56: 161, 1980.
 20. *Ray, M., Freeman, R., Pine, S. and Hesselgesser, R.*: Clinical experience with the oxytocin challenge test. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 114: 1, 1972.
 21. *Roberts, A.B., Little, D., Cooper, D. and Campbell, S.*: Normal patterns of fetal activity in the third trimester. *Br. J. Obstet. Gynecol.*, 86: 4, 1979.
 22. *Roberts, A.B., Griffin, D., Mooney, R., Cooper, D.J. and Campbell, S.*: Fetal activity in 100 normal third trimester pregnancies. *Br. J. Obstet. Gynecol.*, 87: 480, 1980.
 23. *Rochard, F., Schifrin, B.S., Goupil F., Legrand, H., Blottiere, J. and Sureau, C.*: Nonstressed fetal heart rate monitoring in the antepartum period. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 126: 699, 1976.
 24. *Sadovsky, E., Laufer, N. and Allen, J.W.*: The incidence of different types of fetal movements during pregnancy. *Br. J. Obstet. Gynecol.*, 86: 10, 1979.
 25. *Timor-Tritsch, I., Zador, I., Hertz, G.H. and Rosen, M.G.*: Classification of human fetal movement. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 126: 70, 1976.
 26. *Timor-Tritsch, I., Dierker, L.J., Zador, I., Hertz, R.H. and Rosen, M.G.*: Fetal movements associated with fetal heart rate accelerations and decelerations. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 131: 276, 1978.
 27. *Timor-Tritsch, I., Dierker, L.J., Hertz, R.H., Deagan, N.C. and Rosen, M.G.*: Studies of antepartum behavioral state in the human fetus at term. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 132: 524, 1978.
 28. *Trierweiler, M.W., Freeman, R.K. and James, J.*: Base line fetal heart rate characteristics as an indicator of fetal status during the antepartum period. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 125: 618, 1976.
 29. *Weigold, A.B., Yonekura, M.L. and O'Keffe, T.*: Nonstress testing. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 138: 195, 1980.
 30. *Wittmann, B.K., Davison, B.M., Lyons, E., Frohlich, J. and Towell, M.E.*: Real-time ultrasound observation of fetal activity. *Br. J. Obstet. Gynecol.*, 86: 278, 1979.
 31. *Wood, C., Walters, W.A.W. and Trigg, P.*: Methods of recording fetal movement. *Br. J. Obstet. Gynecol.*, 84: 561, 1977.
 32. *Wood, C., Gilbert, M., O'Connor, A. and Walters, W.A.W.*: Subjective recording of fetal movement. *Br. J. Obstet. Gynecol.*, 86: 836, 1979.

(No. 4910 昭56・5・7 受付)