

超音波断層法による骨盤縦径計測法に関する研究

Study on Pelvimetry by Ultrasonotomography

順天堂大学医学部産科婦人科学教室（主任：古谷 博教授）

草 野 良 一 Ryoichi KUSANO

概要 児頭骨盤不均衡（CPD）診断には、現在までX線撮影による骨盤計測法がもつとも広く研究され、普及も進んでいる。一方新しい生体映像法としての超音波診断法は、軟部組織の分析能力および距離方向の計測精度のよさで知られている。その産科領域への応用に胎児頭大横径計測法があるが、専ら胎児発育度判定に利用されている。臨床的観点からはCPD診断への応用も当然考えられるところである。そのためには大横径値と対応する骨盤諸径線値の計測が必要となる。今回、超音波断層法により骨盤縦径の通過面を描写し、得られた断層像から骨盤縦径最短距離の計測を試みた。基礎的検討として、① Aモード法単独使用、② 単一走査と残光型ブラウン管表示を用いた超音波断層法、③ 反覆走査と蓄積型ブラウン管表示を用いた超音波断層法の3種類の診断装置で骨盤計測を試みた。検討の結果、③の診断装置を用いた場合に骨盤縦径の計測に適した骨盤縦断像の描写が可能であつた。この装置はKDK超音波断層診断装置 UV-503 型で使用周波数 2 MHz、探触子は直径15mmのものを用いた。対象は妊娠末期の30例についてであり、この超音波計測値をX線計測値（Guthmann 法）および帝王切開時の実測値と比較検討した。その結果は、超音波計測値の平均値および標準偏差はそれぞれ、12.36cm, ± 1.12 cm, X線計測値では 12.45cm, ± 0.87 cm, 実測値では 12.36cm, ± 1.03 cmであつた。また超音波計測値（y）と実測値（x）との標本相関係数 $r = 0.931$, 回帰直線 $y = 1.01x - 0.11$, X線計測値（y）と実測値（x）では, $r = 0.802$, $y = 0.68x + 4.1$, X線計測値（y）と超音波計測値（x）では $r = 0.803$, $y = 0.62x + 4.7$ であつた。この結果三者の計測値のうち超音波計測値と実測値の相関関係がもつとも良く、回帰直線勾配も1.01と理論値1に近く、超音波計測値がX線計測値よりも実測値に近いことが明らかとなつた。今後CPD診断のスクリーニング法としての利用が期待できる。

緒 言

一般に生体構造の映像化による観察は、画像についてのパターン認識的分析と同時に大きさについての計測が行なわれているのが普通である。超音波断層法はパルス反射法の原理を用い、超音波で生体を走査することにより生体の構造を二次元的断面像として描写観察する方法であり、軟部組織の分析能力に勝れており、更に距離方向の計測精度が良いという特徴を示す。産科領域への超音波断層法の応用としては、妊娠子宮の内容である胎児、胎盤などの描写による形態分析が現在の主な適応となつているが、上記のような特徴を生かした計測的応用もすでにいくつか実用化されている。そのうち、もつとも良く知られているのが胎児頭大横径計測法である。これは Donald et al.

(1961) がその可能性を示唆して以後多くの検討が加えられて今日のような計測方法がほぼ確立されるにいたつた。この大横径値計測は専ら胎児発

育度の判定に利用されているが、臨床的観点からはいわゆる児頭骨盤不均衡（CPD）診断への応用も当然考えられるところであろう。そのためには大横径値と対応する骨盤諸径線値の計測が必要であり、事実室岡ら（1959）以来、超音波Aモード法による骨盤計測法が試みられてきた。しかし、超音波骨盤計測法が大横径計測法のように一般的にならず、ほとんど実験的検討に止まつているのにはいくつかの理由があつた。そのもつとも大きな理由の1つはAモード法では計測に用いるエコーグラムについて各エコーとその反射点の関係を同定することが困難であつたためと思われる。

今回著者は超音波断層法により骨盤縦径の通過面を二次元像として描写し、得られた断層像から骨盤縦径最短距離を計測し、骨盤入口部においての真結合線値を得る方法を考案し、X線計測および帝王切開時の実測値と比較して、臨床的計測法

として十分に利用が可能な結果を得たので報告する。

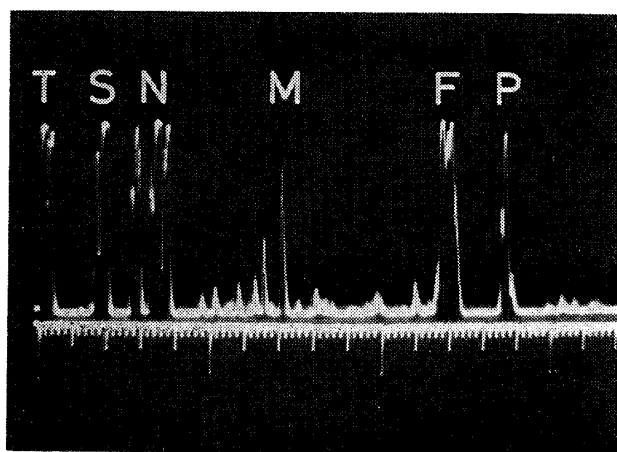
基礎的検討

現在日常的に使用されている超音波診断装置を用いて骨盤計測が可能であるか否かを検討した。

1. Aモード法単独使用による骨盤計測法の検討

Aモード法にて骨盤縦径を測定するには、探触子を恥骨結合直上部にあて岬角部と思われる方向に超音波ビームを向け、恥骨後面のエコーと岬角エコー（図1）を出しこの間の距離を測定すれば良い訳であるが、この2つのエコーを常に同時に出現させることはビーム方向の再現性に無理があるため実際には難しい。また岬角エコーと思われるエコーを検出したとしても、その同定には困

図1 骨盤縦径径線におけるAモードエコーグラムの1例



T：送信パルス S：恥骨結合後面エコー
N：頭蓋近位側エコー M：児頭正中エコー
F：頭蓋遠位側エコー P：岬角エコー
（この例では頭位のため児頭エコーN，M，Fが表われている）

難なことが多い。結局このエコーが出現すると思われる位置に現われるエコーをそれと推定するに止まらざるを得ない。とくに仰臥位の場合には、図1には示されているが、岬角エコーを振幅の大きな単一のエコーとして表示することは超音波ビーム軸方向との関係において難しいことが多かった。すなわち、Aモード法による超音波骨盤計測には椎骨前面エコー、とくに岬角エコーの同定

の問題が残ることになる。これが他のエコーと比較してとくに極立つた特徴を持たない限り計測のための目標になり得ないから、本法による骨盤縦径計測には常に困難性が伴うことになる。そこで以上述べたAモード法による計測の不確実性と困難性を解決し岬角エコーを客観的に検出するために超音波断層法の利用を検討した。

2. 超音波断層法

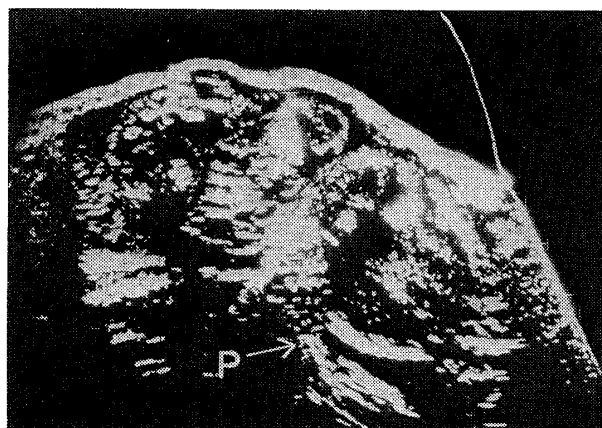
超音波断層法によつて骨盤の内側を断面像として描写できればその形態から径線を定めることが可能となり、客観的な計測を行なうことができる。そこで、現用の超音波断層装置を用い骨盤描写を検討した。

1) 単一走査と残光型ブラウン管表示による骨盤超音波断層像描写の検討

a. 装置および方法：超音波断層装置は日本無線製Aloka SSD-30型超音波断層装置を使用した。この装置は断層像観測部に残光型ブラウン管を用い、またAモード表示用専用ブラウン管を備えており、断層像の描写には主として手動による単一走査法を用いる。探触子は直径10mm、チタン酸バリウム製平面振動子で、周波数は2.25MHzを用いた。患者は仰臥位とし、臍と恥骨結合を結ぶ正中縦断像を観察した。

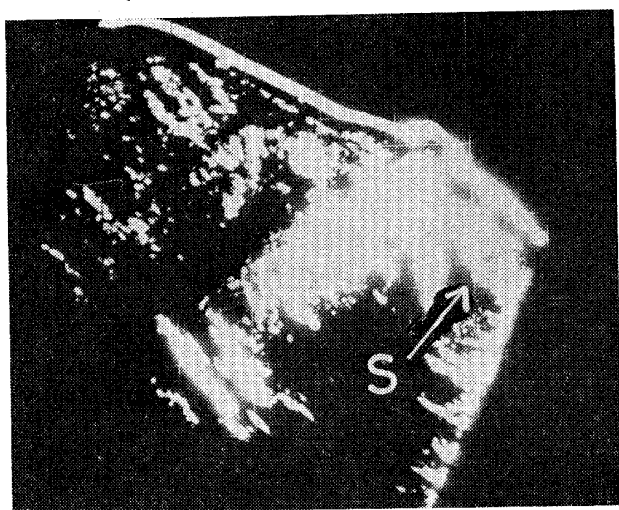
b. 結果：超音波ビームが椎骨前面を走査していれば、単一走査によつてもその像を図2aのように描写することができる。椎骨前面の形態から

図2a 単一走査と残光型ブラウン管表示による岬角像の描写（Aloka SSD-30型，2.25MHz）



Pが岬角像を示す

図2b 単一走査と残光型ブラウン管表示による
恥骨結合後面像および仙骨前面像の描写
(Aloka SSD-30型, 2.25MHz)



Sが恥骨結合後面像を示す

見て、これが頭方向から足方向に向かう途中で背側に対しやや前方に突出屈曲する点を岬角と判定することは可能である。しかし恥骨結合像はこの正中縦断走査にては描写できないことが多い。

次に恥骨結合直上部に探触子を置き岬角部に向けて扇形走査を行なうと図2bのように恥骨結合後面像が描かれる。しかしこの装置は主として単一走査用の性能を示すため、正中縦断走査と扇形走査を重畳して実施することは困難であり、従って本法による骨盤縦径計測は困難であつた。

2) 反覆走査と蓄積型ブラウン管表示による骨盤超音波断層像描写の検討

a. 装置および方法：診断装置はKDK超音波診断装置 UV-503型を使用した。この装置の特徴はエコーの信号処理を行ない、これに伴い、反覆走査が可能であり、一方断層像の再現性の精度を高めるためにスカナー部分の機械的精度が高い。また表示部に蓄積型ブラウン管を使用しているため、装置の電気的条件を変えて別個の断層像を描写し、これを同一ブラウン管上にて重畳して描写観察できるという利点がある。使用周波数は2MHz、探触子には直径15mm、PZT振動子を用いている。

方法はまず装置の感度を十分に上げ下腹部の正

中縦断走査により、腰椎より仙椎に移行する部分、すなわち岬角を描写するように脊椎前面に沿って反覆走査を行なう。つぎに探触子を恥骨結合前面直上に移動させ、感度を適度に下げ、S T C機構を適当に調節して扇形走査を行ない、恥骨結合後面像を描写する。

b. 結果：上記の正中縦断走査と恥骨結合部における扇形走査を組合せることにより岬角前面像および恥骨結合後面像を同一断層像上に描写することが可能となつた。従つてこのようにして描写される骨盤縦断断層像を用いて骨盤縦径計測が可能となつた。このようにして得られた骨盤縦径計測値と他の方法による計測値との比較検討を行なつた。

臨床的検討

1. 対象および方法

対象は1972年6月より1974年2月まで順天堂大学産婦人科外来来院および入院の妊娠末期の妊婦89例で、この全例に超音波断層法による骨盤縦径計測を行なつた。このうちX線による骨盤計測を施行したのは51例、また腹式帝王切開術を施行した39例中30例については骨盤内測計により実測値を測定した。以上の超音波計測、X線骨盤計測および骨盤内測計による実測の3種類の計測法を行なつた30例について計測結果を比較検討した。

1) 超音波断層法による骨盤縦径の計測

超音波断層装置は前述のKDK超音波映像診断装置 UV-503型(図3)で、周波数は2MHzを用いた。

検査方法：患者は仰臥位を原則とし、妊娠末期の妊婦のため下腹部緊満感の訴えがあれば軽く膝を屈曲させた体位にする。つぎに伝達媒質であるグリセリンを下腹部および恥丘に十分に塗布する。とくに恥毛は円滑な走査を妨げ、明瞭な断層像を描写しにくくするので、恥丘にはこれを十分に塗る必要がある。

まず岬角像を描写するためには、装置の感度を十分に上げて下腹部に正中縦断走査を行なう。この場合脊椎部分までの中間の像はできるだけ制限するようにS T C機構を利用して圧縮処理する。

図3 反覆走査と蓄積型ブラウン管表示を用いる超音波断層装置 (KDK UV-503型)

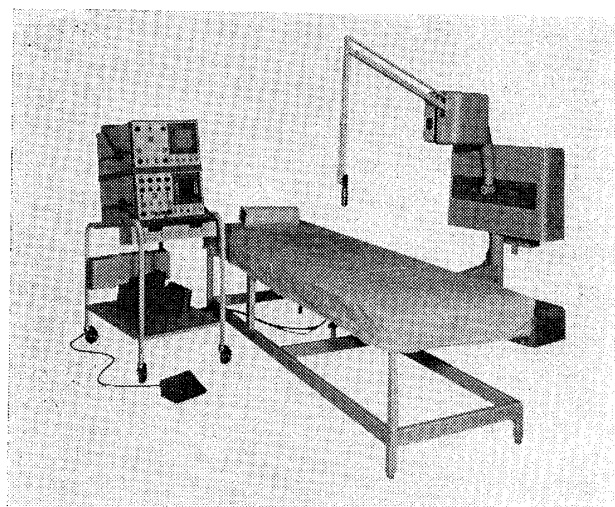
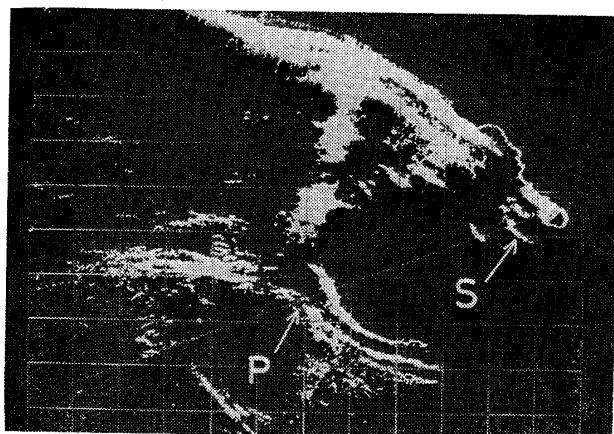


図4 反覆走査と蓄積型ブラウン管表示による岬角像および恥骨結合後面像の描写 (KDK UV-503型, 2 MHz)



Pは岬角像, Sは恥骨結合後面像を示す

このような装置の条件の下に正中縦断走査を行ない、腰椎より仙椎に移行する部分、すなわち岬角を認めるまで脊椎前面の像を走査を反覆しながら描写する(図4)。この際、この脊椎前面像において、岬角にあたる部分が通常は前方に突出屈曲した形を呈しているが、時にはこの屈曲度が少なく脊椎前面像が直線に近い像を呈し岬角像を判読し難い症例もあつた。

つぎに恥骨結合後面像の描写は、探触子を恥骨結合直上部に移動し装置の綜合感度を下げるか、STC機構利用により近距離の分解能を向上させて扇形走査を追加する。この走査により恥骨結合

前面像と後面像が2本の線として描写される。恥毛が余り走査の妨げとならない場合には、図4のように恥骨結合像そのものが長楕円形に明確に現われる。このような正中縦断走査と扇形走査の組合せにより、同一断層像上に現われた岬角像—恥骨結合後面像から骨盤縦径値(真結合線値)を求めた。実際には岬角部より恥骨結合後面像間の最短距離を計測し、それを骨盤縦径値とした。また岬角像と思われる脊椎前面像が直線に近い形に描写された場合には、恥骨結合後面像より骨盤入口部の脊椎前面像との最短距離を骨盤縦径として処理した。

なお超音波断層像上の距離の計測は音速を $1,500\text{m/s}$ とした時の距離目盛を使用した。

2) X線による骨盤縦径計測法

X線による骨盤計測法には従来より種々の計測法が考案、改良されているが、今回行なつた超音波断層法による骨盤計測に該当するX線骨盤計測法はGuthmann法であり、当教室でもこの方法を多用している。そこで同法によつて計測した骨盤縦径値を比較検討した。

対象は超音波骨盤計測を行なつた89例のうち51例である。計測は産科学的真結合線値(岬角と恥骨結合の最短距離)を原則としたが、症例により岬角部が明瞭に判別できないものもある。この場合には恥骨結合後面より骨盤入口部の仙骨部までの最短距離をX線による骨盤縦径とした。

3) 骨盤内測計による実測値

超音波骨盤計測を施行した89例中39例は腹式帝王切開術を施行したが、このうち30例については開腹中に骨盤縦径測定を行なつた。計測方法は開腹時に古谷式骨盤内測計を使用して岬角より恥骨結合後面間の最短距離を計測した。この際、骨盤内測計を十分に開き、先端にあたる軟部組織を骨部に強く圧迫して3回の測定を行ない、その平均を骨盤縦径の実測値とした。

2. 成績

超音波断層法、X線および実測の3種の骨盤縦径計測法にて得られた30例の骨盤縦径値およびこの計測値相互間の差を表1に示した。超音波計測

表1 超音波計測値, X線計測値および実測値の比較 (計30例)

症 例	計 測 値			差			検査した 妊娠 (週)―(日)
	超 音 波	X 線	実 測	(実測)― (超音波)	(実測)― (X 線)	(X線)― (超音波)	
1 H. M.	12.1cm	12.8cm	12.1cm	0 cm	−0.7cm	+0.7cm	40―1
2 C. K.	11.3	11.7	11.0	−0.3	−0.7	+0.4	39―3
3 T. H.	12.6	13.1	12.9	+0.3	−0.2	+0.5	42―3
4 R. S.	11.1	11.8	11.4	+0.3	−0.4	+0.7	41―6
5 K. T.	11.6	11.9	11.1	−0.5	−0.8	+0.3	35―5
6 K. S.	12.3	12.7	12.5	+0.2	−0.2	+0.4	39―4
7 C. A.	11.2	11.5	11.3	+0.1	−0.2	+0.3	39―2
8 S. H.	13.2	12.7	13.0	−0.2	+0.3	−0.5	37―2
9 T. K.	11.9	12.5	12.0	+0.1	−0.5	+0.6	42―4
10 K. W.	12.8	12.1	12.4	−0.4	+0.3	−0.7	39―0
11 Y. Y.	11.1	11.7	10.7	−0.4	−1.0	+0.6	38―6
12 K. E.	13.5	13.6	12.6	−0.9	−1.0	+0.1	37―3
13 K. S.	12.8	13.5	13.0	+0.2	−0.5	+0.7	38―5
14 Y. D.	12.4	12.2	13.0	+0.6	+0.8	−0.2	37―3
15 S. K.	11.8	12.0	12.0	+0.2	0	+0.2	41―2
16 E. M.	14.2	12.5	13.5	−0.7	+1.0	−1.7	38―5
17 Y. D.	12.7	13.5	13.0	+0.3	−0.5	+0.8	37―5
18 H. H.	13.5	12.1	13.2	−0.3	+1.1	−1.4	38―2
19 S. S.	12.9	12.9	13.5	+0.6	+0.6	0	40―6
20 T. K.	14.3	14.3	13.4	−0.9	−0.9	0	38―6
21 K. Y.	14.2	14.0	14.5	+0.3	+0.5	−0.2	39―1
22 T. M.	13.5	13.2	13.7	+0.2	+0.5	−0.3	38―6
23 Y. T.	13.5	13.2	13.3	−0.2	+0.1	−0.3	40―2
24 S. T.	12.7	12.0	12.5	−0.2	+0.5	−0.7	38―1
25 K. M.	9.6	11.1	10.0	+0.4	−1.0	+1.4	38―2
26 M. S.	10.9	11.0	11.5	+0.6	+0.5	+0.1	40―6
27 Y. T.	12.8	12.8	13.0	+0.2	+0.2	0	39―6
28 Y. M.	10.8	11.6	11.0	+0.2	−0.6	+0.8	38―3
29 H. A.	11.5	10.8	11.3	−0.2	+0.5	−0.2	39―0
30 C. T.	12.0	12.7	12.3	+0.3	−0.4	+0.3	41―1
最 大 値	14.3	14.3	14.5	0.9	1.1	1.7	
最 小 値	9.6	10.8	10.0	0	0	0	
平 均 値	12.36	12.45	12.36	0.34	0.55	0.46	
標 準 偏 差	1.12	0.87	1.03				
変 動 係 数	9.0%	7.0%	8.4%				

値の最大値, 最小値および平均値は14.3cm, 9.6cm, 12.36cm, X線計測値では14.3cm, 10.8cm, 12.45cm, 実測値では14.5cm, 10.0cm, 12.36cmであつた。つぎに相互間の差の平均値をみると, 実測値と超音波計測値は0.34cm, 実測値とX線計測値では0.55cm, 超音波計測値とX線計測値は0.

46cmであつた。この結果より, 超音波計測値の方がX線計測値よりも実測値に近い値を示していることがわかる。

そこで超音波計測値, X線計測値ならびに実測値の三者について統計的検討を試みた。まず3者についての平均値は実測値, 超音波計測値とも

図5 超音波計測値と実測値との相関関係

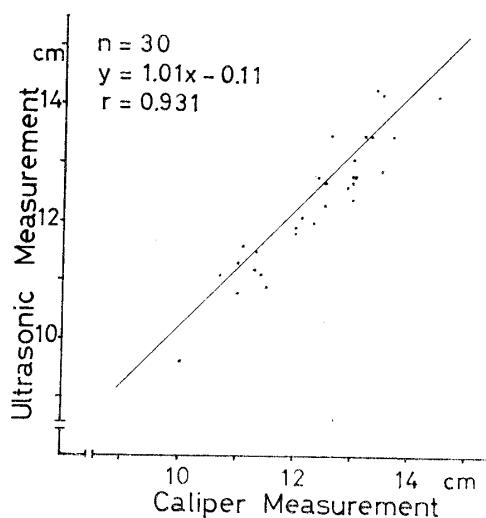


図6 X線計測値と実測値との相関関係

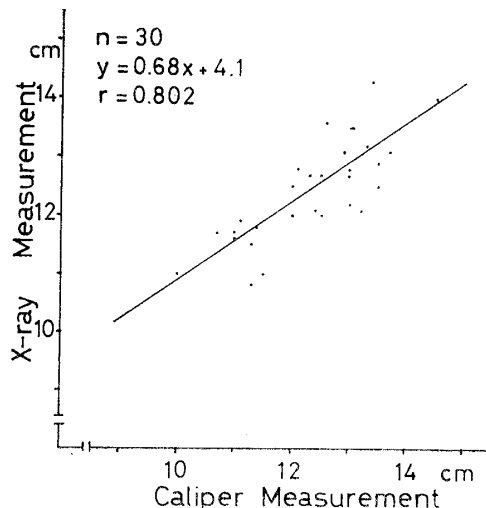
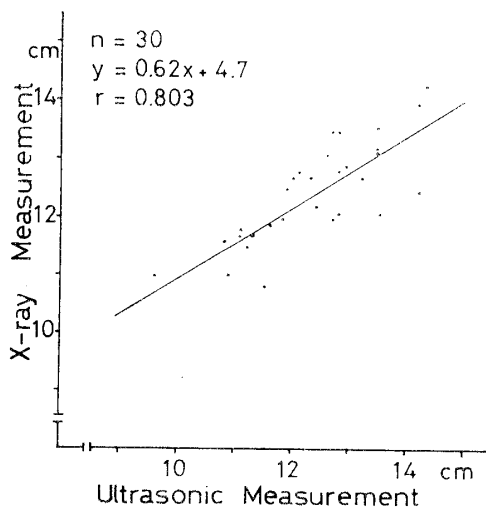


図7 X線計測値と超音波計測値との相関関係



に同値で、X線計測値は多少大きい値を示している。逆に標準偏差はX線計測値が最も小さく±0.87cmで、ついで実測値は±1.03cm、超音波計測値はもつとも大きく±1.12cmである。すなわちX線計測値の変動係数は7.0%、実測値は8.4%、超音波計測値は9.0%と数字の上ではX線計測値がもつとも変動が小さいが、ほぼ三者に差は見られないと云える。そこでこれら三種の方法で計測を行なつたものの相互間の差の検定を試みたところ総てに等分散を示し、また実測値の平均値と超音波計測値の平均値の Student's t の値は0.012、実測値の平均値とX線計測値の平均値では0.359となつた。すなわち両者の平均値の間に有意の差は認められないが、 t の値よりみて、超音波計測値の方がX線計測値に比較して実測値との差は小であることは云い得る。

つぎに超音波と実測、X線と実測、そしてX線と超音波の相互間の関係を示したものが、図5、6、7である。各々の標本相関係数 r は0.931、0.802、0.803であり、回帰直線は超音波計測値 (y) と実測値 (x) では $y = 1.01x - 0.11$ 、X線計測値 (y) と実測値 (x) では $y = 0.68x + 4.1$ 、X線計測値 (y) と超音波計測値 (x) では $y = 0.62x + 4.7$ となり、三者共に有意の相関を認めた。この結果からみると、超音波計測値と実測値の相関係数が0.931ともつとも良く、また回帰直線の勾配も1.01と理論値1に近い。このことは、前述の平均値の比較と併せて考えると、超音波計測値がX線計測値に比べて実測値により近いことが明らかとなつた。

考案および総括

分娩の機構は胎児、産道、娩出力の三要素から成り立ち、分娩がスムーズに行なわれるためには、この三要素の釣り合いと調和が必要である。そのうちで構造的な調和という意味では児頭と骨盤との釣り合い、すなわち児頭と骨盤の適合、不適合 (CPD) という概念が重視されている。

このCPDの診断にはまず骨盤の計測法として骨盤外計測法、骨盤内計測法、機能的診断法および骨盤X線計測法等がある。骨盤外計測法は安全

無害であり、狭骨盤を疑う第一の手掛かりになるが、近年X線骨盤計測法の研究および普及から臨床的価値がうすれつつあるのが現状である。骨盤内計測法は外測法と異なり直接小骨盤、とくに骨盤入口を計測しようとするものである。しかし本法は被検者に苦痛や不快感を与えるばかりでなく、計測目標点の識別が困難で熟練を要し、計測に誤りを生じやすく、さらに骨盤外計測やX線骨盤計測法に比較して計測できる部位(径線)が限定されていることなどから、臨床において毎常行なわれる方法ではない。つぎに臨床的な機能的診断法としては児頭の嵌入程度による Sellheim 法、恥骨面と児頭面とを直接比較する Seitz 法、児頭を入口に圧入する Müller 法、Hillis 法、Kerr 法等が行なわれる。しかし臨床上 Seitz 法以外は余り信頼性がなく、あるいは手技が甚だ困難であつて日常臨床的に有意義な成績が得られない。X線骨盤計測法は20世紀初頭より研究され始め、多くの方法が考案されてきた。近年一般に应用されている方法は、平面撮影法として Thoms (1926), Martius (1927), Bickenbach (1935) 等の提唱する骨盤入口平面撮影法, Guthmann (1927) の提唱する側面撮影法, Moir (1946), Coe (1952) 等の恥骨弓撮影法, Colcher & Sussman (1944) の仰臥位前後撮影法などがある。また立体撮影法としては、2枚のフィルム像を利用する Hodges-Thoms 法 (1956), Cadwell-Moloy (1939) 法、その他がある。これらのX線骨盤計測法は比較的苦痛もなく、小骨盤腔の形状、大きさを正確に知り得て便利であるばかりでなく、時に児頭の大きさを比較できたり、児頭の骨盤進入態度なども知り得て分娩機序の解明に役立つ。しかしX線骨盤計測法にも色々な問題点がないわけではない。すなわち各種撮影法に共通した一般的問題として、その適応や撮影時期の決定、撮影枚数、胎児に対するX線の影響などがあり、また各々の撮影法における問題としては被検者の適切な体位、焦点の位置、計測誤差などがある。本邦においてX線計測値と実測値との差を調べた報告によると、山辺 (1936) は平均 0.51cm (17例)、小泉 (1959) は

0.42cm (13例) であり、藤井 (1969) は27例に行ないその差の最大は 0.8cm で、差の平均は 0.35 ± 0.28cm としている。

胎児のX線被曝に関しては、最近大きな問題として取上げられている。すなわち胎児のX線被曝は胎児死亡、奇形発生、出生後の白血病、その他の発育障害などを起こす危険性を包含しており、胎児が小さい早期ほど危険で、線量については田淵ら (1965) によれば骨格異常は25 r 以上、白血病誘発は2~10 r で起こる可能性があるという。妊娠末期における胎児骨盤撮影でも胎児中心において約 0.3~1.2 r の被曝量があるという。この胎児の被曝を考慮すれば、X線骨盤計測を行なうには自ずから制約があり、選択的にかつ最小限度に行なわねばならない。

超音波診断法には多くの技術的方法があるが、現在もつとも多用されているパルスエコー法はその基本が組織の音響インピーダンス ρc の分布と勾配を現すものであるが、距離計測の精度が高いという特徴がみられる。この方法の技術的にもつとも基本的な形とされるAモード装置は、対象に向けて発射された超音波パルス波が反射源で反射されて戻ってくるエコー強度を時間軸上に振幅変化すなわち棘波として表示するものである。従つてエコーは振動子面と反射点の距離に比例した位置に表示されるものであり、組織の音速がわかれば、その距離を容易に計測することができる。Bモード法(超音波断層法)においてもこの基本的原理は変わらず、二次元的表示の断層像についても距離計測を行なうことができる。以上の理由から超音波パルス法によるAモード診断法の研究が開始された当初より生体計測への試みが導入されており、その嚆矢が室岡ら (1959) による産科的真結合線計測であり、ついで Donald et al. (1961) による胎児頭大横径計測であつた。しかしAモード法による骨盤計測については前にも述べたように種々の理由でその後の一般的利用にまで発展するには至らなかつたが、大横径計測法としては広くその臨床的価値が認められてきている。そこで超音波による骨盤計測の問題を考察するにあつ

て、この大横径計測法の発展過程における種々の問題を検討することは、超音波による生体距離計測の基本的問題を考える上に重要と思われる。

胎児頭部は母体腹壁からこれに向つて超音波ビームを入射したとき、その構造が頭蓋と比較的均質な脳とからできているために、超音波の反射源が少なく、単純なエコーグラムで表現される。とくに頭蓋は骨という良好な反射源でできており、ここから得られるエコーの振幅は一般的に大きい。超音波診断法開発当初の診断装置では、その性能の点から胎児頭部は近位および遠位の両頭蓋エコーのみが検出されると理解された。Willocks et al. (1964) はこの両頭蓋エコーが同時に同大かつ最大になる部位を大横径通過部位とし、Aモード法における両エコー間の距離を測定して大横径値を求める方法を提唱した。胎児頭は子宮内で側頭部を母体腹壁に向けることが多いので、この方法で側頭径を測定できることには原理的には理解できるが、大横径通過部位をこのような単純な原理のみで判定計測できるか否かの問題について多くの検討が加えられた。すなわちDurkan et al. (1966)、水野ら (1966) は Willocks et al. のAモード単独計測法は時として非常に大きな誤差を示すことを指摘した。その理由は大横径通過部位以外でも両側頭エコーが明瞭に得られる場合があることで、時にはこの原理を用いることにより前後径方向を大横径と誤認することも起こり得ることなどにある。そこで大横径通過部位の確認法として Thompson et al. (1965) はいわゆる正中線エコーの検出を提唱し、水野ら (1966) は断層法の併用による大横径の同定を試みた。これ以後超音波断層法の普及により大横径計測でもAモード単独法は行なわれなくなり、Campbell (1968) により現在の大横径計測法の基本が作られた。結局、大横径計測におけるエコーの同定に関しては、断層法の利用が決定的な効果をもたらしてくれたといえる。また、もう一つの超音波による距離計測の基本的課題として音速度設定の問題がある。すなわち、ブラウン管の時間軸上にエコーの表示される位置は、送信パルスの発信からエコー

が受信されるまでの時間を示すものであり、これを距離に換算するには超音波の組織中における伝搬速度が知らねばならない。生体のように異なる音響学的性質を持つ組織が複雑に存在する対象では正確な音速度の設定を行なうことは理論的に不可能に近い。従つて臨床的には、この問題の解決のために胎児または新生児の大横径の超音波計測値とキャリパーによる実測値との対比で大横径計測のための音速度の設定が試みられた。Willocks et al. (1964) は音速度を 1,515m/s とした場合その差が 2 mm以下に 90%の例が入るといい、Anderson et al. (1965) は平均 1.9mm, Durkan et al. (1966) は平均4.13mm, Hellman et al. (1967) は平均 2.3mm, Campbell (1968) は音速度を 1,600m/s とした場合平均 0.8mmなどと報告されている。これらの値を評価するには、音速度設定の相違の問題だけではなく、近位遠位頭蓋エコーとくに遠位頭蓋エコーが骨内面エコーなのか外面エコーなのか、更に皮膚表面からのエコーをどのように分析するか、または無視するかなどの問題が含まれ、未だに結論は得られていない。理論的にはAモードのエコー間距離を計測するよりはAモードのエコー波形の立ち上り間の距離を計測するのが正しい方法であるが、現実的には断層像から直接計測することも行なわれている。しかしいずれの方法でも装置の感度や種々の性能が計測精度に影響を及ぼすので、計測に当つてある種の基準を設けることが必要となつてくる。以上の大横径計測の精度に関する論義を通覧して、物理的精度も考えねばならないが、臨床的には計測部位の確認法、すなわち計測に必要なエコーの同定法がもつとも問題になつてきたといえよう。

以上の経過は超音波骨盤計測でも同様であつたといえる。すなわち既に述べたように研究初期のAモード法の臨床的応用に際しての最大の難点は、恥骨結合後面エコーと岬角エコーの同定にあつたといえよう。著者の基礎的検討では室岡ら (1959) の方法を用いた場合でも、最近の装置の進歩によりSTC機構などを適切に使用すること

により同時に両エコーを表示することが可能であった。しかし、石原 (1960) の報告では46例に同法を施行したうち、10例 (21.9%) に岬角エコーが検出できなかったとし、著者の経験でも両エコーの同定に苦しむことが屢々あった。エコーの同定を行ない得たと推定される例については、その値は石原 (1960) は音速度を $1,430\text{m/s}$ とした場合キャリパーによる実測値との差が最大 2.0cm 、平均 0.41cm といい、Kratochwil (1966) は音速度を $1,500\text{m/s}$ とした場合X線計測値との差が 0.5cm 以内、Levi et al. (1969) もX線計測値と比較して 1mm 以内の差に止まることを報告している。以上のように超音波計測法の精度が向上すればするほど、臨床的応用に際してのエコーの同定の精度が問題となる。

Kratochwil et al. (1972), Loch (1973) はすでに超音波断層法で脊椎前面の形状を描写し、岬角を客観的に確認して後に縦径計測を行なうことを試みた。Loch (1973) の 350例におよぶ超音波計測値とX線計測値との比較検討では、その差は超音波計測値が平均 0.3cm 小さかったという。

著者 (1972) は超音波計測の一連の研究として超音波断層法による骨盤計測の客観化および精度向上についての方法を報告した。この方法は既に述べたように断層像に岬角、恥骨結合後面両像を描写し、断層像上で計測を行なうものであり、全例について骨盤縦径計測は可能であった。同一例についてX線計測値および実測値と対比して実測値に非常に近い値の得られたことは本法の測定精度が優れていることを物語っているといえよう。

純粹に計測法の信頼性のみを考えれば、X線による方法がもつとも実用性が高い。これに対し超音波断層法では岬角前面に直腸や回腸などの存在により十分な計測を行ない難くなる場合や、極端な肥満婦人では超音波減衰のために測定困難な例のあることが欠点といえよう。しかし超音波断層法によれば、同時にその他の診断的情報が多く得られること、とくにCPD診断における胎児側因子である大横径値が同時に容易かつ正確に計測できることや、超音波骨盤計測ではむしろ軟部組織の厚みを含めた計測が行なわれている可能性のあることなどからX線計測よりは臨床的に有用な骨盤縦径計測法ともいえよう。骨盤の形態異常を正

しく把握するにはX線撮影を行なうべきであるが、このような例は幸いに少数であり、X線被曝量の軽減のためにもCPD診断のスクリーニング法として超音波断層法を優先して使用し得る能力を持つことが証明されたと考えられる。

稿を終るに臨み、御指導御校閲を賜りました恩師古谷博教授、水野重光前教授並びに超音波センター和賀井敏夫教授、産婦人科教室竹内久弥講師、御協力を頂いた教室員各位に感謝いたします。

なお本論文の一部は第22, 23回日本超音波医学会総会 (1972, 1973) で発表した。

文 献

- 藤井吉助 (1969): 骨産道の形態と臨床, 第21回日産婦学会特別講演要旨, 金沢.
 石原啓男 (1960): 日産婦誌, 12, 1829.
 小泉 博 (1959): 産と婦, 26, 723.
 草野良一, 朴 美子, 熊切 芳, 中沢忠明, 竹内久弥, 古谷 博 (1972): 第22回日超医論文集, p 75.
 水野重光, 竹内久弥, 中野 剛 (1966): 日産婦誌, 18, 27.
 室岡 一, 石原啓男 (1959): 日産婦誌, 11, 169.
 日本超音波医学会編 (1973): 超音波医学, 第2版, 医学書院, 東京.
 田淵 昭, 中川 繁, 平田政司 (1965): 臨婦産, 19, 693.
 山辺顕彦 (1936): 近畿婦誌, 19, 534.
 Anderson, G.V., Niswonger, J.W. (1965): Am. J. Obst. & Gynec., 91, 563.
 Campbell, S. (1968): J. Obst. Gynaec. Brit. Cwlth., 75, 568.
 Donald, I., Brown, T.G. (1961): Brit. J. Radiol., 34, 539.
 Durkan, J.P., Russo, G.L. (1966): Obst. & Gynec., 27, 3.
 Guthmann, H. (1928): Zbl. Gynäk., 52, 1681.
 Hellman, L.M., Kobayashi, M., Fillist, L., Lavehar, H. (1967): Am. J. Obst. & Gynec., 99, 662.
 Kratochwil, A. (1966): Zbl. Gynäk., 88, 1032.
 Kratochwil, A., Zeibekis, N. (1972): Acta Obstet. et Gynec. Scand., 51, 357.
 Levi, S., Flamme, P. (1969): Bull. Soc. roy. belg. Gynaec. Obstet., 39, 355.
 Loch, E.G. (1973): Ultrasonic Tomography in Obstetrics and Gynecology, 57, S. Karger, Basel.
 Thompson, H., Holmes, J.H., Gottesfeld, K., Taylor, E.S. (1965): Am. J. Obst. & Gynec., 92, 44.
 Willocks, J., Donald, I., Duggan, T.C., Day, N. (1964): J. Obst. Gynaec. Brit. Cwlth., 71, 11.
 (No. 2786 昭49・6・10受付)