

[泌尿紀要14卷1号]
昭和43年1月

超音波A-スコープ方式応用による前立腺疾患の診断法

(前立腺癌の鑑別診断法の価値についての研究)

岐阜県立医科大学泌尿器科学教室 (主任: 後藤 薫教授)

大学院学生 西 守 哉

DIAGNOSIS OF PROSTATIC DISEASE BY APPLICATION OF ULTRASONIC A-SCOPE INDICATION

(STUDIES ON ITS VALUE FOR DIFFERENTIAL
DIAGNOSIS OF PROSTATIC CANCER)

Moriya NISHI

From the Department of Urology, Gifu Prefectural Medical School

(Director: Prof. K. Gotoh, M. D.)

Among senile diseases in the field of urology, establishment of differential diagnostic means between benign and malignant prostatic tumors was evaluated by application of ultrasonic A-scope method. The apparatus used in the study was SSD-2B model A-scope indication manufactured by Japan Radio Co. with a transducer which was specifically designed for diagnosis of prostatic diseases. Using three kinds of special transducers, 5 MC and 10 mm ϕ for transrectal method, 5 MC and 3 mm ϕ for transurethral method and 5 MC and 10 mm ϕ of P.P.I. form designed by Takahashi for prostatic use, experiments were carried out on its basic and clinical applications.

1) The most appropriate scanning condition of the apparatus was searched in order to differentiate malignant prostatic tumors from benign tumors. The main conditions, such as at 100V for power, 10 $\div$ 75 dB for gain and 10 for rejection, were fixed and then the marker was settled so as to show about 7.7 μ s per time mark at about 130 KC of oscillating frequency of distance mark on the Brown tube surface (by the preliminary study one distance mark on the Brown tube surface was settled to correspond about 1 cm distance of the test piece). The pulse L was set on 1.0 or 2.0 for transrectal method and 0 or 1.0 for transurethral method, and ultrasonic diagnosis was made by analysis of the observed echo-patterns and the representative patterns were drawn.

2) For the basic experiments, operatively extirpated prostatic tumor specimens, including 7 hypertrophy and 1 cancer confirmed by histological examination, were provided.

i) Echo-pattern of prostatic hypertrophy: The height of the echo showed (+) to (++) levels of my own classification and the echo itself revealed a tendency of single-peaked and solitary simple pattern.

ii) Echo-pattern of prostatic cancer: The height of the echo showed (+) to (++) levels of my own classification and the echo itself revealed a tendency of multiple-peaked and fused irregular pattern.

3) For clinical experiments, a total of 63 cases was provided including 19 subjects with normal prostate, 6 patients with prostatic stone and 38 with prostatic tumors (in histological-

ly, 21 with hypertrophy, 13 with cancer or suspected cancer and 4 with others), all of which diagnosis was established by urological examinations.

i) In normal prostatic subjects, the thickness of the prostatic part from its rectal part to pubic part, determined by the observed values of the distance marks in 17 subjects, was 2.7 ± 0.4 marks as an average.

ii) In 17 patients with prostatic hypertrophy, the average thickness of the prostatic part was 3.9 ± 0.5 marks, which was significantly different from that in normal subjects. The observed values in the patients with hypertrophy were worth in differentiating the enlarged thickness of the prostatic gland from normal.

iii) No specific echo-pattern was observed in normal prostatic gland. The height of echo at the prostatic part was approximately in grade of (+).

iv) In patients with prostatic stone, the height of echo ranged (++) to (+++) levels with markedly sharp and single-peaked or 2- to 3-peaked echo-patterns.

v) In patients with prostatic hypertrophy, the height of echo was (+) to (++) with single, double or tripple peaks, and the echo-pattern was not specific.

vi) In patients with prostatic cancer, the height of echo was (++) to (+++), and showed multiple-peaked and fused irregular specific echo-pattern.

4) The comparative study on analysis of echo-pattern at the prostatic part for ultrasonic diagnosis and histological diagnosis resulted as follows.

i) Among 21 cases of prostatic hypertrophy diagnosed by histological examination 17 cases, 80.9%, agreed to the diagnosis made by ultrasonic method.

ii) All of 15 cases who were diagnosed as prostatic cancer or possible prostatic cancer by histological examination concurred with the ultrasonic diagnosis.

iii) In two patients who were suspected to have prostatic cancer but were not confirmed histologically due to unsuccessful biopsy, the ultrasonic examination revealed echo-patterns of cancer or possible cancer.

iv) Out of 19 cases in which diagnosis of cancer or possible cancer of the prostatic gland was made by ultrasonic examination, histological study revealed prostatic hypertrophy in 4 cases, among which complication of cancer of the bladder neck was found in 1 case.

5) The ultrasonic diagnostic means of this kind gave neither direct nor indirect side effects to patients under study, not like prostatic biopsy or X-ray examination.

目 次

I 緒 言

II 文献的考察

A 超音波の特性

B 超音波診断装置

C 診断用探触子

III 著者使用の超音波診断装置の構成

IV 使用装置の条件の設定について

V 予備実験

A 距離目盛の設定

B テストピースのエコーの変化について

C ゴム指のうエコー

VI 基礎的実験

A 方 法

1) 経直腸の指導接触法

2) 経直腸の水浸法

3) 経尿道的直接法

B 小括ならびに考案

VII 臨床的実験

A 実験方法

1) 経直腸の指導接触法

2) 経直腸の水浸法

3) 経尿道的直接法

B 代表的症例

1) 経直腸の指導接触法の代表的症例

2) 経直腸の水浸法の代表的症例

3) 経尿道的直接法の代表的症例

C 実験成績

- VIII 総 括
- IX 考 按
- X 結 語
- XI 参考文献

I 緒 言

音の医学的応用として、古来より安全かつ患者に苦痛のない打診、聴診という診断法がある。近年注目を浴びようになってきた超音波診断法は波動を用いる点で、音の医学的応用といえるが、方法技術的にまったく特異なものである。

超音波が医学の診断法として応用され始めたのは、1942年 K. T. Dussik^{1,2)} による。医学的に応用されている超音波診断法には、大別してパルス法およびドップラー法の2つの方法がある。Dussikはパルス法の1つである透過法を用いて脳室の投影像を描写することにはじめて成功した。1950年になると、パルス法の1つである反射法を人体に應用しての診断が試みられるようになった。J. J. Wild (1950)³⁾ はこの反射法の超音波診断の端緒を開いたのである。本邦においても、菊池、田中、内田ら (1951)^{4,5)} によってパルス反射法超音波診断の研究が開始され、田中ら^{6,7)} は脳標本実験、動物実験により、診断用超音波パルスの周波数の撰定には1MC~15MCが適当で、この程度の超音波パルスは生体にとって直接的または間接的に何ら障害がない、また生体軟部組織の音響インピーダンスの差は小さいが、組織界面よりのエコーを十分に検出することができるとし、組織のエコーパターンや減衰度に特異性があると報告している。さらに田中、和賀井、菊池、内田ら^{8,9)} により乳腺腫瘍、胆石、腎腫瘍、肺結核症など臨床的診断への応用が試みられるようになった。

泌尿器科領域では菊池ら (1956)⁹⁾ による超音波診断法で術前に腎嚢胞と診断し、手術により確認した報告が最初である。J. U. Schlegel (1961)¹⁰⁾ は腎結石の手術中に超音波探傷を応用し、発見困難な結石の位置が容易に発見されたと報告している。吉岡 (1962)¹¹⁾ は主として消化器領域の超音波診断法で腎疾患に言及して

いる。高橋、大内ら (1963)^{12,13,14)} は前立腺肥大症と癌の鑑別診断の可能性および P.P.I. 方式が骨盤内臓器診断に応用できると報告している。後藤ら (1963)^{15,16)} は腎結石、膀胱結石、異物の症例の診断法を報告している。1964年から1966年にかけて、高橋、大内、近藤ら^{17~21)}；後藤ら^{22~27)}；直江ら²⁸⁾；R. L. Pell²⁹⁾；山本、町田ら^{30~32)} によりパルス反射法であるところのA-スコープ法、B-スコープ法、P.P.I. 方式などによる泌尿器科領域の疾患の診断法について鑑別診断ならびに補助診断に相当度の確実性が認められるという報告を見るようになった。

よって著者は本法の文献的考察を行なうとともに、老人性泌尿器科疾患として近年とみに重要性をおびてきた前立腺諸疾患に超音波診断法を応用し、特に前立腺腫瘍の良性、悪性の鑑別診断法の確立をめざして本研究を行なったのである。この超音波診断法と従来からの前立腺直腸内触診、X-線検査、膀胱鏡検査、および血性酸性フォスファターゼ値、前立腺生検組織学的診断法などの成績と比較検討を行ない、本法による診断的価値について報告する。

II 文献的考察

超音波そのものの特性、ならびに現在開発されている各種の超音波診断装置および診断用探触子について文献的考察を加える。

A. 超音波の特性^{11,33,34)}

超音波 Ultrasonic wave は明確な限界範囲はないが、普通 20KC 以上の音波を云う。超音波は空中可聴音波と対比して媒質が空気よりも液体、固体、人体組織などと多様性であり、周波数が高く、波長が短いと云う特性があり、さらに強度が大きい場合が多いなどの特徴がある。超音波の振動様式 (Mode of vibration) により、たて波 (longitudinal wave)、よこ波 (transverse wave)、表面波 (rayleigh wave) の三様式がある。後の二者は各々固体中、固体の表面にだけ存在し、伝播する波である。診断用としては前者の気体、液体中存在するたて波が用いられる。たて波は媒質粒子の振動方向と振動伝播方向とが同じ波である。

超音波は電磁波と異なり、物質媒質の存在のもとに機械的振動で発生し、物質中を濃縮と稀薄化と云う周期的な繰返しを作って伝播するから、弾性体中しか伝

播しないわけである。

超音波の伝播速度は物質により異なり、同一物質でも温度により異なるが、 $c = \lambda \cdot f$ (c ：伝播速度すなわち音速、 λ ：波長、 f ：超音波の周波数すなわち振動数/秒)で示される。音速は一般に周波数に無関係な定数である。したがって同じ媒質では空気：331.45m/s (0°C)、水：1497m/s (25°C)等と一定な値を示す。人体組織ではほぼ1500m/s内外で、大体水中音速度に近似している。媒質を気体、液体に限定すれば、 $c = \sqrt{k/\rho}$ (k ：媒質の体積弾性率、 ρ ：媒質の密度)、 $\rho \cdot c = \sqrt{k \cdot \rho}$ の関係式が成立する。 $\rho \cdot c$ は固有音響インピーダンス(固有音響抵抗)と云う。これは以下に記述する2物質の境界面での超音波の反射恒数 R 、および第2の物質内への透過率 T の測定に重要な定数である。

超音波診断(パルス法)では振動子に極く短い時間、すなわち数マイクロ秒(数 μs)だけ高周波の交流電圧を加えると、その時間だけ超音波が放射される。このような前後に他の音波、または振動が存在しない短い一群の音波(wave train)をパルス(Pulse)、超音波パルス、パルス超音波、略してパルス波という。このパルス波の周波数は高周波交流電圧の周波数に等しく、パルス波の継続する時間的長さをパルス幅(Pulse length)と云い、このパルス幅は高周波電圧の加わった時間に等しい。パルス波の空間的長さは(伝播速度) $\times$ (パルス幅)となり、これをパルス波の波連長(wave train length)と云う。超音波診断にはこの周波数は通常1MC~5MCが多く使用されていて、波長の範囲も大体1.5mm~0.3mmとなり、空中可聴音に比して非常に短い。さらに数cmまでの近距離の診断には10MC~15MC以上も使用されている。

超音波は一方方向に集中して出すことができる。これを指向性(directivity)と云う。この関係は $\sin \theta = 1.22\lambda/D$ (λ ：波長、 D ：振動子の直径、 θ ：指向角で、超音波ビームの拡がりや音圧が初めて零になる方向と中心とのなす角度)で示される。したがって超音波の周波数の増加に伴って、波長が短くなり生体内での指向性が鋭くなり、方位分解能が良くなることになる。さらに波長が短かければ、生体内でのパルスの長さを短かくすることができる。すなわち距離分解能、 $D_m = \frac{c \cdot \delta T}{2 \cdot k}$ (D_m ：2つの反射体の距離、 c ：音速、 δT ：パルス反射法でのパルス幅、すなわちマイクロ秒(μs)、 $k < 1$ の値)が良くなり反射源の模様を細かく知ることができる。なお同一周波数では振動子の大きさが大きいほど、この角度が小となり指向性が鋭くなる。

音響的性質の異なる2つの媒質の境界面を超音波ビームが過ぎる場合には次の現象が起こる。

1) 超音波ビームの一部がRayleighの法則に基いて反射を生じる。境界面とビームが直角の場合は、 $R = (\rho_1 c_1 - \rho_2 c_2 / \rho_1 c_1 + \rho_2 c_2)^2 \times 100(\%)$ (R ：反射恒数、 ρ ：密度、 c ：音速、 $\rho \cdot c$ ：音響インピーダンス)である。2物質の固有音響インピーダンスの差が大きいほど、反射率が大きくなる。菊地(1952)³⁾によればは $\rho \cdot c$ (10³g/cm²/sec)は水：1.43、筋肉：1.68、大脳：1.59、脳腫瘍：1.52~1.57と示されている。この組織間の差異の存在がパルス反射法診断の根本原理となっている。

2) 大部分は第2の物質内に透過する。 $T = 100 - R$ ($\%$) $= 4\rho_1 c_1 \rho_2 c_2 / (\rho_1 c_1 + \rho_2 c_2)^2 \times 100(\%)$ (T ：透過率)。

3) ビームが斜めに境界に当たる場合は $\sin \alpha / \sin \beta = c_1 / c_2$ (α ：入射角、 β ：反射角、 c_1 ：第1物質内の音速、 c_2 ：第2物質内の音速)で示される関係で反射が起こる。したがって発信受信を同一の振動子で行なう場合は、この斜の反射は受信されることができず、直角に反射するものしか受信し得ない。

4) 一部は吸収されて熱を発生する。吸収恒数は物質により異なり、空気は水の約1,000倍の吸収恒数を持っている。したがって、含気組織中には超音波ビームは侵入し難い。また人体の軟部組織は超音波媒質として水に似ているが、伝播中の吸収減衰は水より大きい。

5) 周波数が低く、エネルギーが高ければCavitationが起こる。これは持続的な強力超音波の場合に問題となることで、通常の診断用の断続したパルス波では組織の障害は全く起こらないとされている。すなわち診断への応用では、超音波の強度は強力超音波(動力的応用)と異なり、ある限界以上強くなければ効果がないという必要はない。雑音(信号を妨害するもの)に打ち勝って必要な情報が得られるだけで十分である。

B. 超音波診断装置

超音波の医学的応用は生物学および基礎医学研究を含む治療面への強力超音波の応用と診断面への応用に大別される。

超音波診断法 (超音波)	パルス波	透過法	A-スコープ表示(A-スコープ法)
		反射法	
連続波	連続波	透過法	輝度変調表示(超音波断層写真法)
		反射法(ドップラー法)	

現在医学的に主に用いられている超音波診断は上表

のごとく、パルス法（反射法）による診断とドップラー法による診断に大別される。

（A）パルス超音波診断装置³⁴⁾

超音波の発生器は電氣的発振器と電気音響変換器の組合せであり、超音波の周波数の高周波電力を発生するのに真空管発振器が主に用いられている。パルス法では電気音響変換器の役目をする探触子（振動子）に高周波交流電圧を加えて放射される超音波パルスを生体内に発信し、組織中で減衰するビームを発信振動子と一直線上の反対側においた受信用振動子でとらえ、超音波パルスの透過した組織の性質を検査する透過法と、固有音響インピーダンスの異なる組織境界より反射して来る反射波（エコー）を発信受信共用の探触子（振動子）によりとらえる反射法とがある。

1) 透過法：これは組織の超音波吸収の度合が組織、介在物の種類により異なることを利用し、組織の超音波透過像を描写し、病変部の検出を行なおうとするものである。本法による報告には K. T. Dussik (1942)^{1,2)}, R. H. Bolt, T. F. Hueter, H. T. Ballantín (1950)³⁵⁾ らおよび V. W. Güttner (1950)³⁶⁾ らの脳疾患の診断法として報告が認められる。

2) 反射法：これは固有音響インピーダンスの異なる組織より反射して来る反射波をブラウン管上に指示表示する方式によりAスコープ表示(Aスコープ方式)と輝度変調表示(intensity modulation)³⁷⁾とがある。

i) Aスコープ表示：Aスコープ方式は生体内一直線上の反射波をとらえ、これをブラウン管面上に投影するもので、ブラウン管の横軸に時間目盛（音速が一定の組織中ではその距離目盛となり、これによりエコーの発生位置が判る）と縦軸にパルス波の往復に要する時間差に対応して一定の輝度の光点として振幅軸方向（時間軸方向と直角方向）に振れるように指示表示される方法である。

さらにAスコープ方式で二現象式Aスコープ方式³⁸⁾、およびAスコープ方式をペン書きにする方法^{39,40)}などがある。

A-スコープ方式による診断はJ. J. Wild (1950)³⁾、菊池、田中、内田ら (1951)⁵⁾ による報告が認められる。

ii) 輝度変調表示：これはブラウン管面上の光軸と同期的に振動子を何らかの方法で移動させ、生体の一断面のエコーを平面的な映像としてとらえる方式で、反射波の時間差に対応して、ブラウン管時間軸上で、反射波の強さに比例して明るく光る輝点として表示される。この断層像を得るための振動子の走査方式

(scanning) により a) Bスコープ方式、b) Plan Position Indication Sector 方式および Plan Position Indication 方式、などの基本型式がある。これらを適当に二つ組合わせて一つの断面像を求める方式をc) 複合スキヤニング(Compound Scanning)と云う。

a) Bスコープ方式：これは振動子が一直線上を往復運動をし、その移動した線とパルス波の進行方向とを含む一つの断面像がブラウン管上に明暗の像として描写されるようにした方式である。菊池⁹⁾ はこれを Ultrasonotomography (超音波断層写真法) と命名している。

b) P.P.I. Sector 方式および P.P.I. 方式：これは振動子の位置は移動させずに、パルス波の進行方向を一平面上で、一点を中心にある角度だけ扇形運動をさせ、これに応じてブラウン管の時間軸も一点を中心にして同じ角度扇形運動を行なうように同期させている方式である。P.P.I. 方式はこのようにして一点を中心に360度回転させて一つの断層像を得る方式である。D. H. Howry ら (1952)⁴¹⁾ は扇形走査法(P.P.I. Sector Scanning)を用いて摘出肝臓の断層像を描写している。J. J. Wild ら (1955)⁴²⁾ は P.P.I. 方式を開発し、直腸内に挿入し、直腸壁の検査に応用している。

c) 複合走査方式(Compound Scanning): D. H. Howry (1955年)⁴³⁾ は Compound Circular Scanning 法、すなわちBスコープとスカナーの円周運動を組合わせた複合走査方式を用い頭や四肢の断面像を描写している。

（B）ドップラー法による診断装置

超音波送受信装置を用いて心臓血管のような体内で運動している器官に超音波（連続波）の細いビームを入射する。器官からの反射波が器官の各部の運動によりドップラー効果を受けて周波数に変化を受け、基本波との間に陰現象を生じることを利用して、その器官の運動状態を知ろうとするもの、ならびに反射波の位相変化を利用して、その器官の運動状態を知ろうとするものがある。

前者は心臓弁運動観察装置、血流計に応用され、後者は眼底拍動測定、血管拍動測定に応用されている。Satomura (1957)⁴⁴⁾ は超音波ドップラー法を初めて開発している。

C. 診断用探触子^{33,34)}

探触子 Probe は一般に水晶またはチタン酸バリウム磁器を電極板ではさんだ振動子(electroacoustical transducer)をケースにとりつけたものである。この

振動子，すなわち圧電歪性の板に電極をつけ，電気的発振器（真空管発振器）で高周波電力を発生し，極く短い時間（数マイクロ秒）だけ高周波電圧を加えると高周波電圧の周波数に等しい伸縮振動を生じる．このように振動子は加えられた時間だけのパルス幅を有する高周波交流電圧の周波数に等しい超音波を放射する．生体を対象とする超音波診断には発生しようとする波はほとんどすべての場合，たて波であるから振動子も厚み振動のモードを使用するように設計されている．したがって振動子の厚さはその物質（水晶かチタン酸バリウム磁器か）の中でのたて波波長の半波長に等しい厚さとなっている．

パルス法用の探触子は継続時間の短い高周波パルスを取りあつかうから振動の裾引き（ringing とか自由振動とか）を極力抑圧しておかねばならない．そのため振動子の後面にダンパーと云う吸収体をはりつけ，前面にだけパルスを送波するように作られている．またこのダンパーによって厚さの薄い水晶板などの振動子を機械的に補強することができる．このように探触子は電気音響変換器（送波器）である他に超音波が振動子に当たると電極板に超音波と同一周波数の電圧を生じるので同一振動子が同時に受信，すなわち音響電気変換（受波器）にも使用される．一般にパルス反射法に使用されている探触子は振動子を共振させその表面から媒質へ直接超音波を送受する構造になっている（送受共用の探触子）．したがって共振周波数から外らすと能率（変換器の音響出力パワー÷電気入力パワー）が著明に低下するので送波用では一個の変換器で広い周波数範囲を受けもつことができない．受波専用の場合は能率が重要でないので広帯域の受波器も作られている．

能率が悪いと電気発振器が大きくなるばかりでなく，損失パワー熱によって変換器（探触子）の温度が上昇して各種の支障を生じる．温度が上昇すると一般に電気絶縁物や接着剤が劣化する．同じ材料でも使用周波数が高いほど，能率が一般に低下する．

水晶は誘電率が4.5で低周波では電気インピーダンスが高すぎて具合が悪いがメガサイクル域では大体適当である．一方チタン酸バリウムは誘電率が1,200～1,700で低周波ではインピーダンスが適当だが，メガサイクル域ではむしろ低すぎる．よって水晶振動子は能率を支配する損失，誘電損失と機械的損失ともにもっとも少なく，能率も優秀である．

パルス波が病変部に到達するまでに，また反射波が同じように逆方向に戻って受波器に受波されるまでに，どれだけ吸収減衰されるかと云う問題がある．菊

池，田中ら⁶⁾は種々な周波数で種々の組織の透過減衰度を測定報告している．これによれば生体組織の吸収減衰は周波数が変われば格段に変化する．周波数が0.5, 1.0, 2.25, 5MCと増加すると，それだけ超音波の組織での吸収減衰が大きいたことが示されている．J. J. Wild⁴⁵⁾も15MCを使用して脳の硬膜上よりの検査について本邦の研究とほとんど同時期に報告している．これによれば周波数の関係から組織構造の分析は優れているが，超音波の減衰が増加するためか，脳表面より1.0～1.5cmまでしか超音波が到達しない．したがって周波数（MC）が増加すれば検査可能距離範囲が短くなる．一方，超音波の特性の項で記述したごとく，超音波の周波数が増加すれば，それだけ波長が短くなり，指向性が鋭くなり，方位分解能が良くなる．さらに波長が短くなれば生体内でのパルスの長さを短くすることができ，距離分解能が良くなり，反射源の模様を細かく知ることができる．さらに同一周波数では探触子面の大きさが大きいほど指向性が鋭くなる．このように指向性は一般に音響媒質中（生体組織，水）での超音波の波長と振動子面の寸法の比で定まり，寸法が大きいほど指向性が鋭くなるのであるが，しかし被検体の表面（探触面）に極く近いところに存在する反射体の位置を決めたいと云う要求に対しては，かならずしも指向性が鋭いほど，位置が正確になるとはいえない．まず近距離音場内の超音波ビームは実用上は振動面の大きさに等しい棒状と考えられる．しかもエコーの強さはかならずしも対象物がこの棒状のビームの中心軸上に来た時に最大となるとは限らない．また対象物が近距離音場外にあって超音波ビームの太さが拡がりはするが振動面の寸法より細かくはならない．よって近い対象物の位置を決めるための探触子として，逆に指向性は鈍くなるが振動面の寸法の小さい探触子が使われる．

高橋，大内^{12,13,45)}は前立腺疾患診断用に考案した特殊探触子を使用している．これは経直腸法に使用するためのA-スコープ用，ならびにP.P.I.用探触子である．A-スコープ用特殊探触子は5MC 5mmφの水晶振動子を直径7mm 長さ20cmの棒状の軸の先端に装置し，超音波ビームが軸と直角方向に放射されるように設計されている．P.P.I.用特殊探触子は内外2筒よりなり，5MC 10mmφ水晶振動子を内筒の先端に軸と直角方向に超音波が放射されるように設計されており，内外両筒の接触部は耐水性となっていて，外筒の先端部にゴム球をつけて注水口より注水し，ゴム球を膨大させ，直腸壁に密着させて検査を行なうものである．図5に示す特殊探触子がこのP.P.I.用特殊探

触子の写真である。

III 著者使用の超音波診断装置の構成

著者の使用したパルス波反射法の診断装置は日本無線医理学研究所の製作による SSD-2B 型診断装置である。これは A-スコープ表示による方式で、振動子（送波受波探触子）を一点に固定し、パルス波を放射するとパルス波は振動子の正面方向に進んで行き、組織の界面、病変部または異物からパルス波の一部が反射して帰ってくる。この反射波（エコー）が受信された瞬間に、ブラウン管指示器の時間軸上でパルス波の往復に要する時間差に対応して一定の輝度の光点として振幅軸方向（水平方向の時間軸と直角方向）の振れとして表示される。装置は次の各部より構造されている。

1) 発振器 (Pulse Generator): 高周波パルス電圧発振器で、探触子の振動子（水晶）に加えられるべき高周波の短い電圧を発生する電気回路である。自験用の発振周波数 (impulse frequency) は 1MC, 2.25 MC, 5MC, 10MC の四段に切り変えて使用できるようになっている。

2) 探触子: 装置附属の標準型探触子として 1MC, 2.25MC, 5MC, 10MC の四種類の探触子がある。しかしこれらは前立腺疾患の検査用としては不適当なために、後藤、著者ら²³⁾は前立腺疾患検査用として、前記の診断用探触子の項で述べた高橋、大内ら⁴⁶⁾の考案になる P.P.I. 用特殊探触子 (5MC 10mm ϕ) を A-スコープ方式に応用使用した。さらに前記の超音波の特性ならびに診断用探触子の項で述べたとき探触子（振動子）の構造、寸法、性状、周波数などに留意して、経直腸の指導接触法用の特殊探触子²⁶⁾、および経尿道的直接法用の特殊探触子²⁴⁾を日本無線医理学研究所の内田にとくに依頼して試作したのである。すなわち前立腺部位の解剖学的位置関係から見て、10cm 程度までの距離間隔を必要十分なだけエコーとして表示できること、さらにエコーの分離、分解能および超音波の吸収減衰の問題などを念頭において、5MC の周波数を採用し、振動子はメガサイクル域で能率の優秀な水晶を採用したのである。これらは後述の臨床的実験 (VII) での使用目的に応じた探触子であり、各々について述べる。

i) 経直腸の指導接触法用の特殊探触子: これは図 1 に示すごとく、5MC 10mm ϕ の水晶振動子を円筒状の軸の先端に装置し超音波ビームが軸と直角方向に放射される。円筒状の軸の長さは 3.5cm で直径 2.0cm であり、これを示指に装着して前立腺の直

腸内触診のごとく指導しながら検査できるように設計してある。なお探触子の全長は 32.5cm であり、振動子の直径は 1.0cm である。

ii) 経直腸的水浸法用の特殊探触子: これは図 5 に示すごとく、5MC 10mm ϕ の高橋、大内ら⁴⁶⁾の考案による P.P.I. 用のもので、著者は A-スコープ表示に応用したのである。

iii) 経尿道的直接法用の特殊探触子: これは図 9 に示すごとく、5MC 3mm ϕ の水晶振動子（直径 0.3 cm）をステンレス管の先端のダンパーに埋め込むように内蔵し、軸と直角方向に超音波ビームが放射されるように設計してある。またこれは手術用膀胱鏡に挿入して使用する関係上、振動子部分の太さの最大直径を 0.4cm、長さ 2.5cm、ステンレス管の筒径 0.1cm の太さに設計してあり、探触子の全長は 79cm である。このように寸法をできるだけ小さく細長く設計している。5MC という高周波数を用いたこと、および探触子面からの近接部を直接検査することなどの点から見て、指向性は振動子面の寸法の小さい割合には鋭いものと考えられる。

3) 繰返し周波数 (Pulse Rate): これは近距離診断の際に明るくして見るためのものであり、50~60c/s と 500~c/s に切り変えることができる。

4) 電源スイッチならびに電圧調整器: これは Power Switch で電源電圧 80~110V の際に入力電圧を 100V $\pm$ 2.5V に合わせることができる。

5) 受信器 (Receiver): 振動子に起こった発生電圧を真空管増巾器で増巾する。Gain とは利得、受信部の感度を示し受信器による電圧の増巾度すなわち増巾度調整器目盛である。0~10 と段階的に増巾度を調整できる。Gain 数と増巾度 dB との関係は自験装置の増巾度特性検査成績では Gain 10 $\div$ 75dB, Gain 9 $\div$ 66dB, Gain 8 $\div$ 58dB, Gain 7 $\div$ 53dB, Gain 6 $\div$ 49dB, Gain 5 $\div$ 45dB, Gain 4 $\div$ 40dB, Gain 3 $\div$ 32dB, Gain 2 $\div$ 24dB となっている。

6) 指示器 (Indicator): ブラウン管オシログラフ、螢光面に光点が現われ波形を表示する DC パルス指示方式である。この表示される図形をエコーパターン（診断図形）と云う。

7) Marker: 時間軸電圧発生器 (Sweep Generator でブラウン管の光点を螢光面上に一定の速度で水平方向に移動させるための電圧を作る) によりブラウン管螢光面上に一定の輝度の光点が一定の速度で水平方向に移動し、水平の光線を作る。この光線上で一定時間毎に目盛電圧発生器 (Marker Generator で、ブラウン管上光点を一定時間毎に小さくたて振れさせるもの

であり、一定の音速で超音波パルスが侵入する場合は距離目盛となる）により下向きのトゲ状のたて振れの図形を作る。この下向きの図形が距離目盛を示すことになる。この距離目盛の間隔を変えるつまみが Marker（マーカー調整器ダイヤル）である。距離目盛は超音波パルスや送信パルスおよびエコーによる電圧とは無関係に受信器内の別の回路で作られるので、エコーとは無関係に Marker により左右に移動させることができる。

使用装置の Marker は 0～10 によって距離目盛発振周波数が最高 322Kc～最低 7.52Kc までに変換できる。しかしこのマーカー数の増減と距離目盛発振周波数とは比例するようには製作されていない。

理論的にはパルス反射法を用いて音速が既知の媒質物体を利用し、目盛発生器の発振周波数を換算できる。また逆に目盛発振周波数を一定に設定しておけば、ある媒質物体の音速を測定することも可能である。例えば、温度一定での同一媒質物体の音速 c とし、この媒質物体の厚さ l cm を超音波パルスが往復するに要する時間を t とすると、パルス反射法では $2 \times l = c \times t$ の式が成立する。そして距離目盛発生器の発振周波数 f_m （この場合は距離目盛間の時間 $t_m = 1/f_m$ となる）に Marker を調整設定する。その媒質物体 l cm の厚さからのエコーがブラウン管螢光面上の距離目盛の M_x 目盛の位置に観測されたと仮定すると、上式から $2 \times l = c \times M_x / f_m$ が成立する（ $t = t_m \times M_x$, $t_m = 1/f_m$ であるから）。したがって厚さ l cm を測定しておけば、ブラウン管面上のエコーの位置の距離目盛数値 M_x を観測することにより発振周波数 f_m が既知の場合はその音速 c が換算できる。また逆に音速 c が既知の媒質物体を利用すれば距離目盛発振周波数 f_m を換算できる。

装置附属のテストピース（これは同一媒質のプラスチック製の試験片であり、超音波パルスを発射し探触するとその 1cm 間隔に段階的に反射エコーが得られるように横穴が作られている）の音速は温度 0°C で 2680m/s, 20°C で 2660m/s, 30°C で 2600m/s である。なお水中の音速は 20°C で 1483m/s, 測定精度 $\pm 3\%$ を採用している。

よってテストピースを用い、その 1cm に相当する距離目盛間隔を作るための発振周波数を換算すると、2680m/s の音速の場合は約 134KC, 2560m/s の場合は約 133KC, 2600m/s の場合は 130KC となる。なお 130KC の発振周波数の場合の距離目盛間の時間は約 $7.7\mu s$ （マイクロ秒）となる。

8) H. AMP (Horizontal Amplifier)：これはブ

ラウン管螢光面上に表示される図形の距離程を連続的に伸縮加減するダイヤルである。これは Pulse Rate と関連していてブラウン管光点が作動する時刻と超音波パルスが探触子から発射される時刻と同期させるように同期制御器 (Synchronizer) によって調整されている。同期制御器はパルス発信の繰返し間隔を司る。

9) Rejection：これはある限度以下の弱い反射波（不要エコー、雑音）を除去し表示されないようにするものである。このダイヤルを 0～10 と増加することにより、診断にまぎらわしい不要エコーを除去し調整することができる。

10) Pulse L：これはブラウン管螢光面上の送信パルス幅を調整するダイヤルである。0～10 と段階的に変換することができる。Pulse L. 数を上げるとブラウン管面上の送信パルス幅（発振パルス幅）が広くなり、送信出力も大きくなる。したがって感度は増大するが距離分解能が低下する。Pulse L. 数を下げれば送信パルス幅は狭くなり、距離分解能、反射波の分離が良くなるが逆に感度は減少する。ただし使用装置ではブラウン管螢光面上で観測される送信パルス幅およびエコーパルス幅は装置の使用感度や反射体の大きさなどによっても見かけ上変わってくるから、Pulse L. の数値と実際に振動子に加えられるべき高周波電圧の時間（パルス波の継続する時間的長さ）に等しい超音波パルス幅、略してパルス幅 (Pulse length) との関係は規定されていない。

IV 使用装置の条件の設定について

超音波診断法に際して、その目的とする臓器よりのエコーを求めるためには診断装置の条件が当然異なることは考えられる。この点の検討は未だほとんど行なわれていない。著者は下記の条件で検討し実験を試みたのである。

- 1) FREQ (impulse frequency)：5MC に設定。
- 2) PULSE RATE：近距離部位の診断であるから明るくして観測するために、500～c/s に設定。
- 3) POWER：100V
- 4) MARKER：装置に附属のテストピースの 1cm に相当する距離目盛を作るように調整し一定に設定する。テストピースの音速が 2600m/s であるとし、距離目盛発振周波数が約 130KC, 距離目盛間の時間が約 $7.7\mu s$ となる。
- 5) H. AMP：近距離部位の診断であるから、また表示されるエコーパターン相互の比較観測のために、その部位のエコーが良く観測されるように一定に設定しておくのである。

6) GAIN : 使用装置で最大増巾度, 約 75dB を得るために Gain を10に設定.

7) REJECTION : Gain を最大限に設定しているので, 診断にまぎらわしい不要エコーを除去する目的で, Rejection を10に設定.

8) PULSE L. : 上記のごとく各部の条件を一定に設定し, Pulse L. を 0, 1.0, 2.0, ~ と段階的に変換して検索を試み, 得られたエコーパターンの観測解析を施行し, 前立腺腫瘍の診断に最適と考えられる条件を求めたのである. すなわち後述の予備実験, 基礎的実験および臨床的実験を施行し, 次の条件に設定したのである.

i) 経直腸の方法では Pulse L. 1.0~2.0

ii) 経尿道の方法では Pulse L. 0~1.0
に設定する.

V 予 備 実 験

A. 距離目盛の設定

装置付属のテストピース (音速が約 2600m/s のプラスチック製の試験片で, その 1cm, 2cm ~ と距離別に反射エコーが得られるように横穴が階段的に作られている) を用い, 探触子は装置付属の標準型 5MC 10mmφ を使用した. テストピースとの探触面には水を介して超音波を発射し, テストピースの 1cm, 2cm 等の距離程からの反射エコーに一致するように距離目盛用の Marker ダイアルを調整し設定した.

B. テストピースのエコーの変化について

使用装置の条件の設定で記述したごとく, 条件を設定し Pulse L. を段階的に変換し, 装置付属のテストピースの 1cm, 2cm, 等の距離程にある横穴からの反射エコーの高さ (強さ) の変化について検索した.

探触子は 5MC 10mmφ の標準型探触子を使用した.

探触子とテストピースとの探触面に気泡が入れば悪いので, その介在媒質には 1) 水 2) C.M.C. (Sodium Carboxymethyl Cellulose) の水溶液, 3) C.M.C. の水溶液を塗布したコンドーム, 4) 白色ワセリンを塗布したコンドームなどを用いた.

成績ならびに小括

ブラウン管面上発振パルスの高さ T.P.↑ (Transmitted Pulse の高さ) とテストピースの反射エコーの高さを比較して, テストピースのエコーの高さを次のごとく (÷) ~ (冊) 記号で分類した. 以後の記載もこの記号によって示す.

T.P.↑×1/10 までのエコーの高さ: (÷) 記号

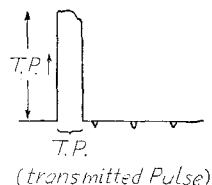
T.P.↑×1/10~1/5 のエコーの高さ: (+) 記号

T.P.↑×1/5~2/5 のエコーの高さ: (++) 記号

第1表 テストピースエコーの高さの変化

Power 100V Gain 10 (75dB)					Rejection 10
Pulse L.	テストピースの距離程によるエコーの高さ				5MC 10mmφ 探触子とテストピースの探触面の媒質
	1cm	2cm	3cm	4cm	
1.0	(⊕)~	(÷)	(-)	(-)	水を用いた場合
1.0	(⊕)~	(÷)	(-)	(-)	C.M.C. の水溶液
1.0	~(+)	(-)	(-)	(-)	コンドーム+白色ワセリン
1.0	(⊕)~	(÷)	(-)	(-)	コンドーム+C.M.C.水溶液
2.0	(⊕)~	~(⊕)	(+)	(-)	〃 〃
3.0	(⊕)?	(⊕)	(⊕)	(-)	〃 〃
4.0	?	—	—	~(÷)	〃 〃
5.0	?	?	—	~(+)	〃 〃

記号 ? T.P.に内包されてエコー不明
(-) エコーを認めない
(÷) T.P.↑×1/10の高さのエコー
(+) T.P.↑×1/10~1/5の高さのエコー
(++) T.P.↑×1/5~2/5の高さのエコー
(冊) T.P.↑×2/5~3/5の高さのエコー
(冊) T.P.↑×3/5~4/5の高さのエコー



T.P.↑×2/5~3/5 のエコーの高さ: (冊) 記号

T.P.↑×3/5~4/5 のエコーの高さ: (冊) 記号

第1表は上記分類方法を用いて探触面の媒質種類により, また距離程により, そのテストピースの横穴反射エコーの高さが変化し, その大小の高さの比較成績を示した.

図2-a, 図2-b, 図2-c, は Pulse L. 1.0, 2.0, 3.0 の各条件におけるテストピースの 2cm の距離からのエコーの高さの変化を比較したもので, 探触子とテストピースの探触面に C.M.C. 水溶液を塗布したコンドームを介在して超音波を発射し, そのエコーパターンを表示した.

テストピースと探触子との探触面の介在に水を用いた場合, C.M.C. 水溶液を用いた場合, さらに C.M.C. 水溶液を塗布したコンドームを用いた場合, いずれもそのエコーパターンに差が認められなかった. しかし白色ワセリンを塗布したコンドームを用いた場合には前者の場合に比して, エコーの高さが低い傾向を示し

た。

均一性質の媒質と考えられるテストピース中を超音波パルスが伝播し、反射エコーが受信されて表示される場合、一定の装置条件のもとでは反射までの距離が遠くなると、エコーの高さは低く小さくなり、反射までの距離がある程度以上の遠方では超音波が減衰されるためか、反射エコーが表示されなくなった。

さらにこの場合 Pulse L. 数を上げて総合感度を増加すると反射までの距離がある程度遠方でもエコーを認め得るが、一方近接部からのエコーは発振パルス幅に内包されて、分離が悪くなり、距離分解能が低下することが認められた。Pulse L. 数を下げて総合感度を低下すると、発振パルス幅が狭くなるので近接部のエコーの分離が良くなり、距離分解能が良くなることが認められた。

C. ゴム指のうエコー

前記著者使用の超音波診断装置の構成の探触子の項で述べた高橋、大内の考案による経直腸の水浸法用の特殊探触子 5MC 10mmφ にゴム指のうを包装して、注水口より注入器でゴム指のう内探触子機器に脱気水を約 200cc 注入し、ゴム指のうと探触子間の水浸部に気泡が混入しないように注意した。

図 6—a 図、6—b は生理的食塩水中での球状に膨隆したゴム指のうからのエコーを示したもので、単峰性、尖鋭なエコーを認めた。Pulse L. 1.0 ではエコーの高さ(÷〜+)、Pulse L. 2.0 ではエコーの高さ(÷〜卅)を示した。

VI 基礎的実験

前立腺生検による組織学的診断法で確認した前立腺肥大症 7 例、および前立腺肥大症に合併せる前立腺癌 1 例、計 8 例の手術摘出新鮮標本を対象とし、前記の条件の設定(IV)、予備実験(V)の結果に基づいて、以下の方法で実験を施行した。

A. 方法

常温室内で生理的食塩水中につるした新鮮前立腺標本に超音波パルスを発射し、そのエコーパターンを検索し、Pulse L. の条件による標本のエコーパターンの性状、エコーの高さの変化の検討および組織学的診断との比較検討を試みた。すなわち、後述の臨床的実験(VII)における三つの方法で使用したそれぞれの特殊探触子について実験を行なった。臨床的実験方法で命名した名称で述べることにする。

1) 経直腸の指導接触法

i) 特殊探触子 5MC 10mmφ (図 1) にコンドームを包装し、示指に装着指導して使用した。探触子

(振動子の部位)とコンドームとの間には C.M.C. の水溶液(のり状のもの)を塗布し密着させ、気泡が混入しないように注意した。

ii) 代表的実験例

図 3—a、図 3—b は前立腺肥大症の標本のエコーパターンと組織像を図示したもので、Pulse L. 2.0 の条件で単峰性のエコーが表示された。

図 4—a、図 4—b は前立腺肥大症の標本に接触させた探触子から対側の金属板 M に超音波パルスを発射し、組織中を通して金属板からの反射エコーだけが表示された例で、標本のエコーは得られなかった。

2) 経直腸的水浸法

i) 特殊探触子 5MC 10mmφ (図 5) にゴム指のうを包装し、探触子の注水口よりゴム指のう内に脱気水を約 200cc 注入して使用した。注入する場合に探触子(振動子)とゴム指のう内の水浸部に気泡が混入しないように注意した。

ii) 代表的実験例

図 7—a、図 7—b は前立腺肥大症の標本のエコーパターンと組織像を図示したもので、Pulse L. 2.0 の条件でゴム指のうの小さなエコーと標本の単峰性孤立性のエコーが表示された。

図 8—a、図 8—b は前立腺肥大症に合併した前立腺癌の標本のエコーパターンと組織像を図示したもので、Pulse L. 2.0 の条件で多峰性、融合連続性の不規則なエコーが表示された。

3) 経尿道的直接法

i) 特殊探触子 5MC 3mmφ (図 9) を用い直接的に生食水中の標本に超音波パルスを発射した。さらに臨床的応用の参考とするために、直腸内触診、前立腺生検組織学的診断法で前立腺肥大症と診断した症例に対し図 11、図 24 に図示したごとく、超音波パルスを発射し、直腸粘膜に接着させた金属板からのエコーならびに生体前立腺組織からのエコーを検索した。

ii) 代表的実験例

図 10—a、図 10—b は前立腺肥大症の標本のエコーパターンと組織像を図示したもので、Pulse L. 2.0 の条件で小さな孤立性のエコーが表示された。

図 12 は生体の前立腺肥大症に応用したエコーパターンで、Pulse L. 1.0 の条件で直腸粘膜に接着させた金属板からのエコーと前立腺部からの小さな孤立性のエコーが表示された。

B. 小括ならびに考案

手術摘出新鮮標本 8 例のエコーの高さ(著者分類による)ならびにエコーパターンの性状と組織学的診断との実験成績は第 2 表に図示するごとく、診断装置の

第 2 表

新鮮前立腺腫 (手術摘出) 症例, 年令	Power 100V Gain 10 (75dB) Rejection 10				Pulse L. 2.0 エコーパターンの性状	組織学的診断
	Pulse L. ~1.0	Pulse L. 2.0	Pulse L. 2.0~3.0	Pulse L. 3.0~		
R.K. 65	(-)	(÷)	(÷)~(+)	(+)~	単峰性 (図3-b)	筋腺型肥大 (図3-a)
M.Y. 71	(-)	(÷)	(÷)		単峰性	筋腺型肥大
S.S. 60	(÷)	(÷)	(+)	(+)~	二, 三峰性 孤立性	腺型肥大
K.O. 62 (図4-a)	(-)	(-)	(-)~(+)		エコーを認めない (図4-b)	筋腺型肥大
S.K. 69	(÷)	(÷)~(+)	(+)		孤立性 (図7-b)	筋腺型肥大 (図7-a)
T.G. 73	(÷)	(÷)	(÷)~(+)	(+)~	多峰性傾向 エコーの分離 が良い	筋腺型肥大+慢性炎症
T.K. 68	(-)	(÷)~(+)	(+)		孤立性 (図10-b)	筋腺型肥大+慢性炎症 (図10-a)
T.Y. 70	(÷)	(÷)~(++)	(+)~(+++)		多峰性 不規則融合性 (図8-b)	腺癌+筋腺型 肥大+炎症像 (図8-a)

条件 (Pulse L. の変換) により標本のエコーパターンの変化を認めた。

Pulse L. 1.0 までの条件では約半数に標本のエコーを認めなかった。またエコーを認めた場合でもエコーの高さは低く (÷) までのものであった。

Pulse L. 2.0~3.0 の条件では前立腺肥大症7例の標本エコーの高さは (÷) ~ (+) であった。エコーパターンの性状は単峰性または二, 三峰性で個々のエコーは孤立性傾向を示した。しかし慢性炎症像を合併せる2例の標本は多峰性傾向を示したがエコーの分離が良く, 比較的規則的な非連続性の性状が認められた。一方組織学的に悪性腺癌を合併せる1例の標本エコーの高さは (÷) ~ (++) で, エコーパターンの性状は多峰性, 不規則融合性を示した。

Pulse L. 3.0 以上の条件では全標本について, エコーの高さは高くなるがエコーの分離状態が悪く, 悪性と良性との区別が困難となる傾向を示し, 装置の距離分解能が低下する傾向が認められた。

なお前立腺結石におけるエコーパターンは後藤ら (1967)²⁷⁾ の既発表に見るごとく, 尖鋭高 (++) ~ (+++) のエコーパターンを示した。その性状も尖鋭な一峰性または二, 三峰性で非融合性を示した (Pulse L. 1.0 または2.0)。

前立腺疾患とくに前立腺腫瘍の超音波 A-スコープ診断法では, その解剖学的関係位置(大きさ)は数 cm 程度の近距離部位の診断である。よって Pulse L. 数を上げて装置の感度を増加しても, そのために距離分解能が低下し, 近接部位のエコーの分離が悪くなる。直接接触法では探触子に近接部位のエコーは共振パルス幅 (ブラウン管螢光面上) の内に内包されて観測できなくなる傾向を示す。したがって装置の Pulse L.

数は必要最小限までに上げるのが最適と考える。

経直腸の方法には Pulse L. 1.0 に設定した場合に表示されるエコーパターンを診断のための比較参考とし, Pulse L. 2.0 に設定した場合に表示されるエコーパターンにより診断するのが最適と考えられる。

経尿道的方法には Pulse L. 0 に設定した場合に表示されるエコーパターンを診断のための比較参考とし, Pulse L. 1.0 に設定した場合に表示されるエコーパターンにより診断するのが最適と考えられる。

VII 臨床的実験

1963年より, 岐阜県立医科大学泌尿器科学教室外来に受診した63症例を対象とし, 前述の条件の設定(IV), 予備実験の結果 (V), ならびに基礎的実験成績(VI) に基いて, 以下の方法で実験を施行した。なお対象とした症例は前立腺直腸内触診, X線検査, 膀胱鏡検査法により診断した前立腺正常19例, 前立腺結石6例, および前立腺腫瘍38例であった。このうち前立腺腫瘍は前立腺直腸内触診, 尿道造影法, 膀胱鏡検査, 血清酸性フوسفターゼ値 (以下血清酸ホ値と略す), 前立腺生検組織学的診断法により本疾患と診断した症例である。

A. 実験方法

著者使用装置の構成, 探触子の項 (III) で記述したごとく, 前立腺疾患診断用の特殊探触子を用いて, 下記のごとく三種類の方法で実験を施行した。

1) 経直腸の指導接触法

特殊探触子 5MC 10mmφ (図1) にコンドームを包装し, 示指に装着して使用した。探触子 (振動子) とコンドームの間には, C.M.C. の水溶液を塗布して, 密着させ気泡が混在しないように注意した。

患者は切石位の体位で、あらかじめ前立腺直腸内触診を行ない、直腸前立腺部の肛門からの位置関係を検査しておき、次に示指に装着した特殊探触子を指導しながら直腸内で前立腺部に接触するように挿入した。このように指導接触させた探触子から恥骨方向に向けて超音波パルスを発射し、恥骨部からのエコーを求め、この探触子と恥骨の間に介在する前立腺のエコーおよびエコーパターンを検索した。

2) 経直腸的水浸法

特殊探触子 5MC 10mmφ (図5) にゴム指のうを包装し、機器の注水口よりゴム指のう内に脱気水を約200~300cc 注入して使用した。注入する場合に気泡が混入しないように注意した。

患者は切石位、あるいは膝肘位の体位で、あらかじめ直腸内触診を行ない肛門から直腸前立腺部の位置関係を検査しておき、次にゴム指のうで包装した特殊探触子を直腸内に挿入し、ゴム指のうが検査すべき直腸内前立腺部の粘膜に密着するように注水し、探触子(振動子)を適当な位置に固定する。このように固定した探触子(振動子)から水を介して恥骨方向に超音波パルスを発射し、前立腺のエコーパターンを検索した。

3) 経尿道的直接法

特殊探触子 5MC 3mmφ (図9) を手術用膀胱鏡に組合せて直接的に使用した。患者は切石位の体位で、膀胱鏡検査を行なうと同じ手技で施行した。術中の患者に与える苦痛を軽減除去するために、前処置として仙骨麻酔、尿道麻酔を施行した。探触子は手術用膀胱鏡に組合せて尿道膀胱内に挿入し、直視下に尿道前立腺部に振動子を導いて超音波パルスを図11、図24に図示するごとく、発射し、各方位の前立腺エコーパターンを検索した。

B. 代表的症例

前述の各種の方法で得られた前立腺のエコーパターンの解析、判読の資料として下記のごとき記号を設けた。これらの記号を使用して代表的な症例のエコーパターンを表示した。

使用記号の説明：

- T.P. : 発振パルス (transmitted pulse), この発振パルスエコーの立ち上りが探触子の位置を示している
 P.E. : 前立腺部のエコー
 B.E. : 恥骨部のエコー
 S.E. : 前立腺部の結石エコー
 U.B. : 尿道前立腺部の金属プジーエコー
 G.E. : 前立腺直腸粘膜部に 接着させた ゴム指のうエコー

R.B. : 前立腺直腸粘膜部に 接着させた金属板 (前立腺マッサージ用) のエコー

T.P.-B.E. : 経直腸的指導接触法では前立腺の厚さを示し、距離目盛数値で表現している。

T.P.-G.E. : 経直腸的水浸法で、超音波パルスの水浸部位、すなわち探触子から前立腺直腸粘膜に接着させたゴム指のうまでの距離を示している。

G.E.-B.E. : 前立腺の厚さで、距離目盛数値で表現している。

1) 経直腸的指導接触法の代表的症例

〔症例Ⅰ〕 Y.T., ♂, 39才。前立腺正常。

約2カ月前に腰麻で痔核の手術を受けてより、排尿障害、点滴状排尿、便秘、臀部のしびれ感を来とし、残尿 250cc を証明した患者で、糖尿病を合併していた。前立腺は直腸内触診で正常大、弾性軟、境界鮮明であり、X線検査、膀胱鏡検査でも特記すべき異常を認めず、臨床的に神経因性膀胱と診断した症例である。

超音波診断：前立腺正常のエコーパターンで、図13—a、図13—bに図示するごとく Pulse L. 1.0 では P.E. (—) ; B.E. は尖鋭高 (+) のエコーを表示した。Pulse L. 2.0 では、P.E. は孤立性小さな(÷)のエコー ; B.E. は尖鋭高(卅)のエコーを表示した。P.E. の高さ と B.E. の高さの比較では P.E./B.E. が非常に小さい。これは正常前立腺部組織による超音波の減衰が少ないものと思われる。T.P.-B.E. の距離目盛数値の観測では3.0目盛を示した。

〔症例Ⅱ〕 R.K., ♂, 65才。前立腺肥大症。

約10年前より排尿障害を認めるようになり、残尿感、頻尿とくに夜間頻尿などの自覚症状が増強し来院した。前立腺は直腸内触診で小鶏卵大、表面平滑、弾性硬、境界鮮明圧痛なしであった。尿道造影法で、後部尿道の延長ならびに膀胱頸部の膨隆を認め、膀胱鏡検査にても粘膜は正常であるが、膀胱頸部(前立腺部)の膨隆を証明した。

超音波診断：前立腺肥大症のエコーパターンで、図14に図示するごとく、Pulse L. 2.0 では P.E. は孤立性分離の良い小さな(÷)のエコー ; B.E. は尖鋭高(卅)~(卅)のエコーを表示した。P.E. の高さ と B.E. の高さの比較では、P.E./B.E. が小さい。T.P.-B.E. の距離目盛数値の観測で約4.2目盛を示した。

組織学的診断：図3—aに図示するごとく腺型線維筋型の肥大症であった。

〔症例Ⅲ〕 Y.H., ♂, 63才。前立腺癌の疑い。

約1年前より頻尿とくに夜間頻尿、排尿障害を来た

すようになった患者で、排尿痛は認めていない。前立腺は直腸内触診で、小鶏卵大、表面やや平滑硬、中溝不明だが境界は明かで圧痛なしであった。尿道造影法で結石陰影は認めないが、後部尿道の軽度延長を認めた。血清酸ホ値は 2.5 B.U. であり、前立腺癌を疑った。

超音波診断：前立腺肥大症＋癌の疑いのエコーパターンで、図15—aは Pulse L. 2.0 における尿道前立腺部に金属ブジー No. 16 を挿入した場合のエコーパターンを図示した。P.E. は認めないが、U.B. は尖鋭高(卅)～(卅)のエコーを認めた。T.P.-U.B. の距離目盛数値の観測で1.5～2.0目盛を示した。U.B./B.E. のエコーの高さの比は非常に大きい。すなわちB.E. はほとんど認められないほど、小さく表示されている。図15—bは Pulse L. 2.0 における前立腺癌を疑ったエコーパターンで、B.E. は比較的小さな(+)の多少不規則なパターンを示した。これは超音波パルスが前立腺組織による減衰の程度の差によるもので、正常組織に比して大きいことを示し、前立腺癌を疑った。しかし走査部位によっては肥大症のエコーパターンが認められた。すなわち超音波診断では前立腺癌の疑いを有する前立腺肥大症と考えた。

組織学的診断：図15—Cに図示するごとく、生検組織学的像では前立腺肥大症に合併して前立腺癌を疑わせる像を示した。核がクロマチンに富み一部核小体の比較的大きい像ならびに腺腔小型などの所見があった。

〔症例IV〕M.H., ♂, 66才。前立腺癌。

約1年前より排尿障害、夜間頻尿を来とし、2週間前より自覚症状が急に増強し、尿閉を来した患者で、排尿痛は認めなかった。前立腺は直腸内触診で、小鶏卵大、表面不規則硬、左葉はとくに硬で境界やや不明、中溝不明、圧痛なしであった。尿道造影法では結石陰影は認めないが後部尿道の延長を示した。血清酸ホ値は 0.7 B.U. であった。

超音波診断：前立腺癌のエコーパターンで、図16—aに図示するごとく、Pulse L. 1.0 ではP.E. の高さ(÷)であるが比較的不規則な多峰性傾向を示し、B.E. は表示されなかった。すなわち組織による減衰が大きいものと考えた。図16—b、図16—cに図示するごとく、Pulse L. 2.0 ではP.E. の高さ(+)～(++)で不規則連続性、多峰性のエコーを表示した。またP.E. より遠方にあるB.E. は表示されなかった。すなわちP.E./B.E. の比は非常に大きいことを示した。前立腺組織による超音波パルスの減衰が大きいものと考えた。よって超音波診断では前立腺癌と

考えた。

組織学的診断：前立腺穿刺生検では筋線維の増生が強く腺組織は萎縮性で悪性像を示さなかった。しかし図16—dに図示するごとく、手術標本の組織学的診断で前立腺癌、未分化癌の像を示した。

〔症例V〕S.H., ♂, 82才。前立腺癌。

5年前より排尿障害、夜間頻尿を認めていた。1年前よりその症状が増強して来院した。前立腺は直腸内触診で、小鶏卵大、表面不規則硬、境界・中溝不鮮明、圧痛はなかった。尿道造影法で結石陰影を認めず、後部尿道の延長圧迫像を示した。血清酸ホ値は 2.5 B.U. であった。

超音波診断：前立腺癌のエコーパターンで、図17—aに図示するごとく、Pulse L. 2 ではP.E. が多峰性、不規則融合性であり、エコーの高さ(+)を示し、B.E. は表示されなかった。すなわち前立腺癌と考えた。

組織学的診断：図17—bに図示するごとく、前立腺癌の像を示した。

〔症例VI〕M.Y., ♂, 71才。前立腺肥大症＋膀胱頸部癌I度。

7年前より排尿障害、頻尿とくに夜間頻尿を認めていたが、最近その症状が増強し、尿閉を来すようになり、口渴、血尿を来し来院した。前立腺は直腸内触診で鶏卵大、表面平滑、弾性硬～硬、中溝不明、圧痛はなかった。尿道造影法で結石陰影は認めないが後部尿道の延長、頸部の膨隆を示した。膀胱鏡検査では器具の挿入時に抵抗強く膀胱頸部の伸展性が少なかった。また膀胱粘膜は炎症像を呈し、左側膀胱前立腺部の腫瘍状不規則な突出を認めた。血清酸ホ値は 1.0 B.U. であった。

超音波診断：図18—aに図示するごとく、Pulse L. 2.0 では前立腺癌の疑い、または炎症性と考えられるパターン、すなわちP.E. の高さ(÷)～(+)で多峰性傾向、比較的規則的であり、B.E. の高さも同様(÷)～(+)で、P.E./B.E. の比は約1に等しい中等度大であった。T.P.-B.E. の距離目盛数値の観測では3.8目盛を示した。また走査部位によっては図18—bに図示するごとく、P.E. は多峰性、融合性であり、B.E. は表示されなかった。このパターンより癌と考えた。

組織学的診断：前立腺穿刺生検を3回施行したが、いずれも腺組織が採集できず失敗した。よって試験的開腹手術を施行し、膀胱頸部の組織検査により図18—cに図示するごとく膀胱癌第一度の像が認められた。摘出手術による前立腺組織学的診断では筋腺型肥大症

が証明された。

〔症例Ⅶ〕G.K., ♂, 78才. 前立腺結石.

約6カ月前より排尿終末時不快感, 頻尿とくに夜間頻尿, 残尿感, 排尿困難を認めるようになり, 某院で約1カ月間入院し, 前立腺癌の診断のもとに女性ホルモン療法を受けていた患者で, 血尿, 排尿痛などは認めなかった. 前立腺は直腸内触診で, 鳩卵大, 表面不規則硬, 中溝不明, 圧痛なしであった. 尿道造影法で図19-aに図示するごとく, 単純写真で結石陰影を示し, 尿道造影は後部尿道が不規則狭小であった. すなわち前立腺結石と診断した.

超音波診断: 前立腺結石のエコーパターン, 図19-bに図示するごとく, Pulse L. 2.0 では, S.E. が尖鋭高(卅)~(+)を示した. これより遠方にある恥骨部のエコーは表示されなかった.

2) 経直腸の水浸法の代表的症例

〔症例Ⅰ〕I.T., ♂, 36才. 前立腺正常.

約9年前に右尿管結石切石術を受けたことのある患者で, 5年前に再び左腎結石を発症し, 保存的療法を行っていた. 膀胱症状などの自覚症状は認めていない. 前立腺は直腸内触診で, 正常大, 表面平滑, 弾性軟, 境界中溝明らかで, 圧痛なしであった. X線検査では前立腺部位に結石陰影を認めないが, 左腎結石を認めた. 膀胱鏡検査でも粘膜, 前立腺部の異常を認めなかった.

超音波診断: 図20-a, 図20-bに図示するごとく, Pulse L. 1.0 では P.E. (-), B.E. は小さなエコーを示した. Pulse L. 2.0 では P.E. はほとんど表示されないほど小さなエコーであり, B.E. は尖鋭高(卅)~(卅)のエコーが表示された. P.E. の B.E. に対する比は非常に小さい. G.E.-B.E. の距離目盛数値の観測では約3.0目盛であり正常範囲と考えた. よって超音波診断では前立腺正常のエコーパターンと考えた.

〔症例Ⅱ〕S.K., ♂, 69才. 前立腺肥大症.

1年前より排尿障害, 夜間頻尿を認め, 時々尿閉を来すようになり来院した. なお患者は約40年前に淋疾に罹患したことがある. 前立腺は直腸内触診で, 小鶏卵大, 表面平滑弾性硬, 中溝不明, 圧痛なしであった. 尿道造影法では結石陰影を認めないが, 後部尿道の延長を証明した. 膀胱鏡検査でも膀胱頸部に前立腺の隆起, 突出を認めた.

超音波診断: 図21-aは Pulse L. 2.0 における尿道前立腺部に金属ブジー (No. 16) を挿入した場合のエコーパターンであり, U.B. は尖鋭高(卅)のエコーを表示し, これに接触して P.E. が単峰性の高さ

(+)のエコーとして表示された. G.E.-U.B. は直腸粘膜から前立腺部尿道までの距離程を示し, U.B. より遠方にある B.E. は表示されなかった.

図21-bに図示するごとく, Pulse L. 2.0 では, P.E. は単峰性, 孤立性の高さ(+)~(+)のエコーを示した. このパターンには B.E. は観測されるべき距離程より遠方のため, 4.5目盛以上の前立腺の厚さと考えた. すなわち前立腺肥大症のエコーパターンを示した.

組織学的診断図7-aに図示するごとく, 手術摘出標本の組織像は筋腺型肥大症であった.

〔症例Ⅲ〕T.Y., ♂, 70才. 前立腺癌.

4年前より排尿障害, 頻尿とくに夜間頻尿を認めていたが, 突然尿閉を来し来院した. 約40年前に淋疾に罹患したことがあるが, 現在排尿痛は認めていない. 前立腺は直腸内触診で, 小鶏卵大, 表面不規則硬, 中溝不明, 圧痛なしであった. 尿道造影法では前立腺結石陰影は認めないが, 後部尿道の延長を認めた. 血清酸ホ値は 0.7B.U. を示した.

超音波診断: 図22-aに図示するごとく, Pulse L. 2.0 では, P.E. の高さ(+)~(+)で, 多峰性傾向を示すが, 個々のエコーは比較的分離が良く, 規則的で非融合性を示した. B.E. は表示されなかった. したがってこのエコーパターンの解析からは前立腺の良性, 悪性の鑑別は困難であるが, 前立腺癌の疑いまたは炎症性変化が推察された. さらに走査部位により図22-bに図示するごとく, Pulse L. 2.0 では, P.E. の高さ(+)~(+)であり, 多峰性, 不規則融合連続性を示し, B.E. は表示されなかった. P.E./B.E. の比は非常に大きいものと考えた. よってこのエコーパターンの解析から前立腺癌と診断した.

組織学的診断: 前立腺穿刺生検による組織学的検査結果は良性の肥大症であった. よって前立腺摘出手術を施行し, 手術標本の組織学的検査結果では筋腺型肥大症に合併して, 図8-aに図示するごとく, 前立腺癌ならびに慢性炎症像が証明された. すなわち前立腺肥大症に合併せる前立腺癌と診断した.

〔症例Ⅳ〕K.K., ♂, 78才. 前立腺結石.

3年前より夜間頻尿, 排尿障害を認めていたが排尿痛はなく, 約5日前より尿の赤変に気付き来院した. 前立腺は直腸内触診で, 小鶏卵大, 表面やや平滑硬, 境界明らかで圧痛なしであった. 尿道造影法では後部尿道の延長ならびに頸部の膨隆を示し, 図23-aに示すごとく, 結石陰影を証明した. 膀胱鏡検査でも粘膜の異常像は認めなかったが, 頸部の隆起突出を認めた.

超音波診断：図23—bに図示するごとく，Pulse L. 2.0 では，前立腺部の尖鋭高（卅）の単峰性エコー，すなわち S.E. が表示された．これより遠方の小さなエコーは B.E. か G.E. の多重反射による擬似エコーか不明である．なお Pulse L. 1.0 においても前立腺部の尖鋭高（卅）の S.E. が表示された．いずれにしても前立腺結石の介在により，それより遠方にある恥骨部のエコーが表示されなかった．したがってこのエコーパターンから前立腺結石と診断した．

3) 経尿道的直接法の代表的症例

〔症例 I〕 K.O.，♂，36才．前立腺正常．

約3年前より原因不明の血尿を認めるようになり，消褪の時期もあったが血尿の再発を反復していた．最近になって軽度の排尿痛を伴うようになり来院した．排尿障害は認めなかった．排泄性腎盂撮影法，逆行性腎盂撮影法で右尿管腫瘍の疑いの診断のもとに，手術を施行し，手術の結果は右尿管ポリープであった．前立腺は直腸内触診で，正常大，表面平滑，弾性軟，境界鮮明で，圧痛なしであった．前立腺部X線検査でも結石陰影などの異常を認めなかった．膀胱鏡検査で右側尿管口よりの血尿を証明したがその他とくに異常所見はなかった．

超音波診断：図25はPulse L. 1.0における正常膀胱壁（下部）のエコーパターンを示している．図26—aは Pulse L. 1.0 における前立腺直腸粘膜に接着したブジー（R.B.）のエコーパターンを示している．

T.P.-R.B. は前立腺尿道部の探触子の位置から直腸前立腺部までの距離程を示している．図26—b，図26—cに図示するごとく，Pulse L. 0 および1.0では直腸方向の前立腺部のエコーパターンを表示した．このように前立腺正常の場合のエコーパターンは特有なエコーを示さず，規則的な漸減性のエコーであった．

〔症例 II〕 A.M.，♂，70才．前立腺癌．

1ヵ月前より頻尿とくに夜間頻尿，排尿障害を認め，約1週間前より急に血尿，排尿痛，尿閉を来し来院した．前立腺は直腸内触診で，小鶏卵大，表面不規則硬，境界中溝不明で，圧痛なしであった．尿道造影法では後部尿道の延長を示したが結石陰影は認めなかった．膀胱鏡でも器具の挿入に対し抵抗が強く，膀胱頸部は不規則腫瘍状の隆起突出を認めた．血清酸ホ値は 2.5B.U. を示した．

超音波診断：図27—a，図27—b に図示するごとく，Pulse L. 0 では前立腺部の不規則多峰性融合性の高いエコーが表示された．Pulse L. 1.0 では，同様多峰性不規則なエコーパターンを示し，正常例のエコ

パターンに比して，特有なエコーパターンが表示された．すなわち前立腺癌と診断した．

組織学的診断：前立腺穿刺生検第1回の結果は良性の肥大症であったので，再度2回の穿刺生検を施行し，図27—cに図示するごとく，組織学的診断で前立腺癌と診断した．

〔症例 III〕 T.K.，♂，68才．前立腺肥大症．

約5年前より排尿障害，尿線の細小，夜間頻尿を認めるようになり，最近になってその自覚症状が増強して来院した．排尿痛は認めなかった．前立腺は直腸内触診で，小鶏卵大，表面平滑，弾性軟，境界中溝鮮明で圧痛なしであった．尿道造影法では後部尿道の延長，頸部の膨隆を示したが，前立腺部の結石陰影は認めなかった．膀胱鏡検査でも頸部の隆起突出を認めた．

超音波診断：図28—a，図28—bは Pulse L. 1.0における直腸方向（4時～8時）の前立腺肥大症のエコーパターンを示している．P.E. の高さも小さく，エコーの分離が良く，孤立性であり，癌のエコーパターンに比して特有のエコーパターンを示さなかった．すなわち，このエコーパターンの解析から前立腺肥大症と診断した．

組織学的診断：図10—aに図示するごとく，手術摘出標本の組織学的像より良性肥大症と診断した．

〔症例 IV〕 T.T.，♂，68才．前立腺癌を合併した前立腺肥大症．

約2年前より排尿障害，頻尿，夜間頻尿を認め，尿線の中絶，残尿感が増強して来院した．残尿 600cc を証明した．前立腺は直腸内触診で，小鶏卵大，表面平滑，弾性硬，境界中溝鮮明で，圧痛なしであった．尿道造影法では後部尿道の延長，頸部の膨隆を示したが，結石陰影は認めなかった．膀胱鏡検査でも頸部の隆起突出を証明した．

超音波診断：前立腺肥大症のエコーパターンの他に前立腺癌および癌の疑いのエコーパターンが表示された．図29—aは Pulse L. 1.0 における前立腺癌を疑ったエコーパターンを表示した．すなわち多峰性，連続性で多少不規則な（±）～（+）のエコーを示した．また一方，走査部位によっては図29—bに図示するごとく，Pulse L. 1.0 におけるエコーパターンは，前立腺癌のパターンを表示した．すなわち，多峰性，連続性不規則な（+）～（卅）の高さのエコーパターンを示した．したがって超音波診断では前立腺癌と考えた．

組織学的診断：前立腺穿刺生検結果は良性肥大症で

第 3 表

症 例	年 令	病 名	前 立 腺 直 腸 内 触 診				X—線 検 査		超音波Aスコープ診断	
			大きさ	表面性状	中溝	圧痛	異 常 陰 影	尿 道 造 影	エコーパターン性状	前立腺の厚さ距離目盛数値
K. H.	41	右腎尿管結石	正 常 大	弾性軟平滑	明	無	認めず (前立腺部)		前立腺正常：前立腺部エコーを認めない	2.5
H. S.	61	膀胱神経症	正 常 大	弾性硬平滑	明	無	認めず	尿 道 像 正 常	前立腺正常	2.5
F. M.	70	中 柵	正 常 大	弾性軟平滑	明	無	認めず	尿 道 像 正 常	前立腺正常	2.6
G. I.	57	中 柵	正 常 大	弾性硬平滑	明	無	認めず	尿 道 像 正 常	前立腺正常	2.8
I. T.	36	左腎結石	正 常 大	弾性軟平滑	明	無	認めず (前立腺部)		前立腺正常	3.0
K. O.	36	右尿管ポリープ	正 常 大	弾性軟平滑	明	無	認めず		前立腺正常	2.8
H. M.	25	左腎結核	正 常 大	弾性軟平滑	明	無	認めず		前立腺正常	1.8
S. I.	37	膀胱神経症	正 常 小	弾性硬平滑	明	無	認めず	尿 道 像 正 常	前立腺不明エコー (尖鋭エコー)	?
G. O.	34	左腎結石	正 常 大	弾性軟平滑	明	無	認めず (前立腺部)		前立腺正常	2.8
S. M.	58	膀胱腫瘍	正 常 大	弾性軟平滑	明	無	認めず (")		前立腺正常	2.2
H. H.	24	左腎出血	正 常 大	弾性軟平滑	明	無	認めず (")		前立腺正常	3.2
S. K.	55	陰茎癌	正 常 小	弾性軟平滑	明	無	認めず (")		前立腺正常	2.6
M. H.	43	左水腎症	正 常 大	弾性軟平滑	明	無	認めず (")		前立腺正常	3.2
Y. T.	39	糖尿病+神経因性膀胱	正 常 大	弾性軟平滑やや明	無	無	認めず (")	尿 道 像 正 常	前立腺正常	3.2
N. A.	26	左尿管結石	正 常 小	弾性軟平滑やや明	無	無	認めず (前立腺部)		前立腺正常	2.5
J. H.	59	左腎盂腫瘍	正 常 大	弾性軟平滑	明	無	認めず (")		前立腺正常	2.8
T. F.	22	右腎結石	正 常 小	弾性軟平滑	明	無	認めず (")		前立腺正常	3.0
T. M.	26	腎盂炎	正 常 大	弾性軟平滑	明	無	認めず (")		前立腺正常	2.8
K. W.	29	前立腺症	正 常 大	弾性軟平滑	明	少し有	認めず (")		前立腺正常：小さなエコー分離が 良い多少峰性傾向	2.6
K. K.	78	前立腺結石+肥大症	小鶏卵大	硬 平滑やや明	無	無	結石陰影：小指頭大	後部尿道延長	前立腺結石：尖鋭高のエコー	?
S. S.	66	前立腺結石+尿道狭窄	正 常 大	硬不規則 やや明	無	無	結石陰影	尿 道 狭 細	前立腺結石	?
G. K.	78	前立腺結石+前立腺癌の疑	鳩 卵 大	硬不規則 不明	無	無	結石陰影：数個の小結石	後部尿道狭細	前立腺結石	?
H. Y.	69	前立腺結石+尿道狭窄	鳩 卵 大	弾性軟平滑	明	無	結石陰影	尿 道 狭 細	前立腺結石	2.8?
M. S.	77	前立腺結石	正 常 大	弾性硬平滑	明	無	結石陰影：小豆大		前立腺結石	2.5?
S. S.	40	前立腺結石+右腎結石	正 常 小	弾性軟平滑やや明	無	無	結石陰影：数個の小結石		前立腺結石	2.5?

第 4 表

症 例 年 令	病 名	前 立 腺 直 腸 内 触 診				X-線 検 査		血 清 酸 ホ (B.U.)	超音波A-スコープ診断		組 織 学 的 診 断 () 内：穿刺，生検
		大きさ	表面性状	中溝	圧痛	異常陰影	尿道造影		エコーパターン性状	前立腺の 厚さ距離 目盛数値	
R.K. 65	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬平滑	明	無	認めず	延 長		前立腺肥大症	4.2	筋腺型肥大症
R.M. 74	前立腺腫瘍	小鶏卵大	硬不規則	不明	無	認めず	延 長		肥大症，峰性傾向エコーの 分離が良い	3.2	(腺型肥大症)
G.M. 59	前立腺症	鳩 卵 大	やや硬不規則	不明	無	認めず	多 少 延 長		肥大症，峰性傾向エコーの 分離が良い	3.4	(腺型肥大症)
S.S. 60	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬平滑	明	無	認めず	中等度延長		前立腺肥大症	4.0	腺型肥大症
I.S. 64	前立腺肥大症	鳩 卵 大	硬平滑	明	無	認めず	中等度延長		前立腺肥大症	4.8	筋腺型肥大症
T.T. 58	前立腺肥大症	鳩 卵 大	硬平滑	明	無	認めず	中等度延長		前立腺肥大症	3.5	筋腺型肥大症+慢性炎症
S.S. 64	前立腺肥大症	鳩 卵 大	硬平滑	明	無	認めず	中等度延長		前立腺肥大症	4.8	(筋腺型肥大症)
S.T. 58	前立腺肥大症	鳩 卵 大	弾性硬平滑	明	無	認めず	中等度延長		前立腺肥大症	4.2	(筋腺型肥大症)
T.Y. 67	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬平滑	明	無	認めず	延 長		前立腺肥大症	4.0	(腺型筋腺型肥大症)
K.N. 66	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬平滑	不明	無	認めず	延 長		前立腺肥大症	4.5	筋腺型，腺型肥大症+慢性化膿性炎症
S.K. 69	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬平滑	不明	無	認めず	延 長		前立腺肥大症	4.5~?	筋腺型肥大症
F.K. 47	慢性前立腺炎	鳩 卵 大	弾性硬平滑	明	有	認めず			肥大症，峰性傾向エコーの 分離が良い	3.4?	(腺型肥大+炎症像)
S.K. 61	前立腺肥大症	鶏 卵 大	弾性軟平滑	明	無	認めず	延 長		前立腺肥大症	4.0	腺型肥大症
T.G. 73	前立腺肥大症	鶏 卵 大	弾性硬不規則	明	無	認めず	延 長		肥大症，峰性傾向エコーの 分離が良い	?	筋腺型肥大症+慢性炎症

J.S. 70	前立腺炎	鳩卵大	弾性硬不規則	明	有	認めず			肥大症, 峰性傾向エコーの分離が良い	3.4	(筋腺型肥大+炎症像)
T.K. 68	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性軟平滑	明	無	認めず	延長		前立腺肥大症	?	腺型肥大症+慢性炎症
T.Y. 75	1)前立腺肥大症 2)尿道狭窄	鳩卵大	弾性硬不規則	明	無	認めず	狭細		肥大症, 峰性傾向エコーの分離が良い	?	(腺型肥大+炎症像)
T.H. 68	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬平滑	明	無	認めず	延長		肥大症+多峰性傾向癌の疑い	3.2	(腺型肥大増生強い)
K.O. 62	前立腺肥大症	小鶏卵大	やや硬平滑	明	無	認めず	延長		前立腺癌	?	筋腺型肥大症
K.W. 60	前立腺腫瘍	小鶏卵大	結節硬不規則	明	無	認めず	中等度延長	0.7	肥大症+癌	3.5	線維筋型肥大症
M.Y. 71	前立腺肥大症	鶏卵大	弾性硬平滑	不明	無	認めず	延長	1.0	前立腺癌+癌の疑い	3.8	筋腺型肥大症+膀胱頸部癌I度
S.H. 68	前立腺腫瘍	鳩卵大	硬不規則	明	無	認めず	軽度延長		肥大症+前立腺癌	4.5	(筋腺型肥大+悪性化像)
I.K. 61	前立腺癌の疑い	鳩卵大	硬不規則	明	無	認めず	不規則延長	1.5	肥大症+癌の疑い	3.5	(失敗で不明)
J.N. 79	前立腺癌の疑い	小鶏卵大	硬不規則	不明	無	認めず	不規則延長	2.0	前立腺癌+肥大症	4.0	(失敗で不明)
Y.H. 63	前立腺癌	小鶏卵大	硬平滑	不明	無	認めず	軽度延長	2.5	肥大症+癌の疑い	3.8	肥大症+悪性化像
T.Y. 70	前立腺癌の疑い	小鶏卵大	硬不規則	不明	無	認めず	延長	0.7	前立腺癌	?	腺癌+筋腺型肥大症+炎症像
M.H. 66	前立腺肥大症	小鶏卵大	硬不規則	不明	無	認めず	延長	0.7	前立腺癌	?	(肥大症, 未分化癌)
S.H. 82	前立腺癌	小鶏卵大	硬不規則	不明	無	認めず	圧迫延長	2.5	前立腺癌	?	(前立腺癌)
S.N. 66	前立腺肥大症	鳩卵大	弾性硬平滑	不明	無	認めず	軽度延長		前立腺癌	?	(前立腺癌)
A.M. 70	前立腺癌	小鶏卵大	硬不規則	不明	無	認めず	延長	2.5	前立腺癌	?	(肥大症+未分化癌)

T. T.	68	前立腺腫瘍	小鶏卵大	弾性硬平滑	明	無	認めず	延長	前立腺癌	?	(肥大症) ; 前立腺癌
S. S.	64	前立腺腫瘍	小鶏卵大	硬不規則	明	無	認めず	圧迫延長	前立腺癌	?	(問質の浸潤性癌)
Y. S.	71	前立腺腫瘍	鳩卵大	硬不規則	不明	無	認めず	圧迫延長	前立腺癌	?	(前立腺癌)
K. F.	63	前立腺癌の疑い	小鶏卵大	硬不規則	不明	無	認めず	線状延長	前立腺癌	?	(前立腺癌)
N. O.	73	前立腺腫瘍	小鶏卵大	硬不規則	不明	無	認めず	線状延長	前立腺癌	?	(前立腺癌)
N. K.	65	前立腺癌	小鶏卵大	硬平滑	不明	無	認めず	線状延長	前立腺癌	?	(前立腺癌)
K. H.	70	前立腺癌の疑い	鳩卵大	板状硬平滑	不明	無	認めず	線状延長	前立腺癌	?	(前立腺癌)
K. W.	65	前立腺癌の疑い	鳩卵大	硬平滑	不明	無	認めず	圧迫像	前立腺癌	?	(前立腺癌)

あったので、前立腺摘出手術を施行し、その手術標本の組織学的診断で、図29—cに図示するごとく、悪性像が証明された。すなわち肥大症に合併せる前立腺癌と診断した。

C. 実験成績

対象63例に超音波A-スコープ方式を応用し、その前立腺部のエコーパターン観測解析で得た成績を第3表、第4表、第5表、第6表に示した。

第3表は前立腺正常19例および前立腺結石6例の計25例の診断成績を図示した。

第4表は前立腺肥大症21例、前立腺癌および癌の疑い17例、すなわち前立腺腫瘍38例の診断成績を図示した。

第5表は前立腺腫瘍17例、前立腺正常17例について、それぞれ前立腺直腸粘膜から恥骨部までの距離、すなわち前立腺の厚さを距離目盛数値で対比した成績を図示した。

第6表は前立腺腫瘍38例について超音波診断と組織学的診断との成績を比較対比して図示した。

これらの実験成績について検討した結果を述べる。

1) 前立腺正常(泌尿器科的諸種検査で前立腺正常と診断した19例) : エコーパターン観測解析による超音波診断では19例の内、18例に前立腺正常のエコーパターンを得た。しかし1例のみは原因不明の尖鋭エコーを認め正常パターンを示さなかった。

2) 前立腺結石(諸検査により前立腺結石と診断した6例) : エコーパターン観測解析による超音波診断では全例に前立腺結石の尖鋭な(+) ~ (卅) 以上のエコーを認めた。結石の大きさが指頭大以上の場合、結石より遠方にある恥骨部のエコーはエコーとして表示されなかった。すなわち全例に前立腺結石のエコーパターンを得た。

3) 前立腺肥大症(生検組織学的診断法で前立腺肥大症と診断した21例) : エコーパターン観測解析結果は21例の内17例に前立腺肥大症の典型的なパターンを得た。その他残り4例の内2例に前立腺癌のエコーパターンが表示され、この2例の内1例は膀胱頸部癌I度を合併していた。そして他の2例には超音波走査部位により前立腺癌の疑いのエコーパターン、肥大症のエコーパターンが表示された。

4) 前立腺癌(生検組織学的診断法で前立腺癌と診断した13例) : エコーパターン観測解析による超音波診断で、全例に前立腺癌のエコーパターンを得た。

5) 前立腺癌の疑い(生検組織学的診断法で前立腺肥大症ならびに前立腺癌の疑いと診断した2例、および生検失敗のため組織学的には不明だが、直腸内触

第5表 距離目盛数値による前立腺厚さの比較（前立腺腫瘍および前立腺正常）

前立腺腫瘍				超音波診断距離目盛数（距離目盛発振周波数130K C）		前立腺正常		
症例	年齢	前立腺組織像	前立腺触診	前立腺腫大	前立腺正常	前立腺触診	症例	年齢
T. T.	58	筋腺型肥大+慢性炎症	鳩卵大 硬	3.5	3.0	正常小 弾性軟	T. F.	22
S. T.	58	筋腺型肥大症	鳩卵大 弾性硬	4.2	3.2	正常大 弾性軟	H. H.	24
G. M.	59	腺型肥大症	鳩卵大 やや硬	3.4	1.8	正常大 弾性軟	H. M.	25
S. S.	60	腺型肥大症	小鶏卵大 弾性硬	4.0	2.5	正常小 弾性軟	N. A.	26
K. W.	60	線維筋型肥大症	小鶏卵大 結節硬	3.5	2.8	正常大 弾性軟	T. M.	26
S. K.	61	腺型肥大症	鶏卵大 弾性軟	4.0	2.8	正常大 弾性軟	G. O.	34
Y. H.	63	肥大症+癌の疑い	小鶏卵大 硬	3.8	3.0	正常大 弾性軟	I. T.	36
I. S.	64	筋腺型肥大症	鳩卵大 硬	4.8	2.8	正常大 弾性軟	K. O.	36
S. S.	64	筋腺型肥大症	鳩卵大 硬	4.8	3.2	正常大 弾性軟	Y. T.	39
R. K.	65	筋腺型肥大症	小鶏卵大 弾性硬	4.2	2.5	正常大 弾性軟	K. H.	41
K. N.	66	筋腺型, 腺型肥大+慢性炎症	小鶏卵大 弾性硬	4.5	3.2	正常大 弾性軟	M. H.	43
T. Y.	67	腺型筋腺型肥大症	小鶏卵大 弾性硬	4.0	2.6	正常小 弾性軟	S. K.	55
T. M.	68	腺型肥大症	小鶏卵大 弾性硬	3.2	2.8	正常大 弾性硬	G. I.	57
S. H.	68	筋腺型肥大+癌の疑い	鳩卵大 硬	4.5	2.2	正常大 弾性軟	S. M.	58
J. S.	70	筋腺型肥大+炎症	鳩卵大 弾性硬	3.4	2.8	正常大 弾性軟	J. H.	59
M. Y.	71	筋腺型肥大+膀胱癌Ⅰ度	鶏卵大 弾性硬	3.8	2.5	正常大 弾性硬	H. S.	61
R. M.	74	腺型肥大症	小鶏卵大 硬	3.2	2.6	正常大 弾性軟	F. M.	70
17症例の前立腺厚さ距離目盛数の平均				→ 3.93±0.52	2.72±0.37 ←	前立腺厚さ距離目盛数の平均		

第6表

組織学的診断	例数	超音波A-スコープ診断	例数	小計
前立腺癌	13	前立腺癌	13	13
前立腺癌の疑い	2	前立腺癌+肥大症 前立腺癌の疑い+肥大症	1 1	2
前立腺生検失敗 (前立腺癌の疑い)	2	前立腺癌+肥大症 前立腺癌の疑い+肥大症	1 1	2
前立腺肥大症 (膀胱頸部癌Ⅰ度を合併した1例を含む)	21	前立腺癌+癌の疑い (膀胱頸部Ⅰ度の1例を含む) 前立腺癌の疑い+肥大症 前立腺肥大症	2 2 17	4 17
総計	38	前立腺癌および癌の疑い 前立腺肥大症	21 17	38

診, 尿道造影法, 血清酸ホ値などから見て前立腺癌の疑いと考えた2例の計4例): エコーパターン観測解析による超音波診断で, 全例に超音波走査部位により前立腺肥大症および前立腺癌または癌の疑いのエコーパターンを得た。

6) 前立腺の厚さ(前立腺正常17例, 前立腺腫大17例, の計34例について, 経直腸の指導接触法で検索し, 恥骨部エコーまでの距離目盛の観測数値で示した)。

i) 前立腺正常17例: 前立腺の厚さは最小値1.8目盛~最大値3.2目盛の間に観測された。すなわち17例の正常前立腺の距離目盛平均数値(平均値(±)標準偏差)は 2.7 ± 0.4 目盛であった。

ii) 前立腺腫大17例: 前立腺の厚さは最小値3.2目盛~最大値4.8目盛の間に観測された。すなわち17例の腫大前立腺の距離目盛平均数値(平均値±標準偏差)は 3.9 ± 0.5 目盛であった。

したがって前立腺正常例と腫大例それぞれ17例の観測結果, 両者の間には危険率0.3%以下で有意の差が認められた。

VIII 総括

前記ⅡBのごとく超音波診断装置として各種のものが開発されているが, 著者は超音波A-スコープ方式を前立腺疾患に応用した。その対象とした症例は前立腺正常19例, 前立腺結石6例, 前立腺腫瘍38例(前立腺肥大症21例, 前立腺癌13例, 前立腺癌の疑い4例)の計63症例であった。前立腺腫瘍症例の内, 組織学的に前立腺肥大症と証明された7例, および前立腺癌を合併した1例の計8例より得た新鮮摘出前立腺腫を基礎的実験に供した。

実験方法術式としては経直腸的指導接触法、ならびに水浸法、および経尿道的直接法を考案して施行した。超音波診断に必要な装置機器の条件を設定するために、超音波の特徴、装置の構成条件、および対象疾患に留意した。すなわち予備実験、基礎的実験成績、臨床実験成績を得る過程において、そのエコーパターンの観測、判読解析を種々試み、その結果前立腺疾患、特に前立腺肥大症と前立腺癌の超音波鑑別診断に最適と考えられる装置条件を一定に設定した。以下、各種の検査方式における装置条件を述べる。

経直腸的方法（指導接触法ならびに水浸法の5MC 10mmφの特殊探触子）で検査を施行する場合は Pulse L. 2.0 (Gain 10, Rejection 10) に設定した条件で得られたエコーパターンが超音波診断法の最適条件と認めた。

経尿道的直接法（5MC 3mmφの特殊探触子）で検査を施行する場合は Pulse L. 1.0 (Gain 10, Rejection 10) に設定した条件で得られたエコーパターンが超音波診断法の最適条件と認めた。

よってこの最適と考えた装置条件のもとで、前立腺疾患の超音波診断法を施行し、得られたエコーパターンの解析結果を総括して述べる。

A) 基礎的実験

組織学的に腺型、線維筋型などと診断確定の前立腺肥大症より手術にて得た新鮮腺腫5例のエコーパターンは単峰性、孤立性または2, 3峰性で個々のエコーの分離が良く、エコーの高さも著者分類の(÷)~(+)であった。

組織学的に腺型筋腺型などの前立腺肥大症に慢性炎症像を合併していた新鮮腺腫2例のエコーパターンは比較的規則的な多峰性傾向を示したが、個々のエコーの分離が良く、エコーの高さも(÷)~(+)であった。

組織学的に筋腺型肥大症に合併した前立腺癌の新鮮腺腫1例のエコーパターンは多峰性、個々のエコーは不規則融合してギザギザのエコーを示した。エコーの高さも(÷)~(+)であった。

したがって前立腺癌では多峰性融合性の不規則なエコーパターンが表示される傾向があることを認めた。一方前立腺肥大症では単峰性、孤

立性または2, 3の小さなエコーで個々のエコーは分離が良く単純なエコーパターンを表示する傾向のあることを認めた。

B) 前立腺疾患の超音波A-スコープ診断法

各種の検査方式より実施した前立腺疾患のエコーパターンを前項の基礎的実験結果のエコーパターンに基いて解析を行ない、超音波診断法の資料の総括を試みた。

経直腸的方法におけるエコーパターンの解析の総括的診断法

1) 前立腺正常のエコーパターン

i) 恥骨部のエコー：著明に高く表示される。

Pulse L. 1.0 で(+)~(++)の尖鋭高のエコー
Pulse L. 2.0 で(+)~(++)の尖鋭高のエコー

ii) 前立腺の厚さ：距離目盛の観測
距離目盛の観測値平均 2.7 ± 0.4 目盛

iii) 前立腺部のエコー：特有なエコーは認めない。または前立腺部よりのエコーが観測されても、恥骨部のエコーの高さに比して非常に小さい。

2) 前立腺肥大症のエコーパターン

i) 恥骨部のエコー：比較的高く表示される。

Pulse L. 1.0 で(÷)~(+)の尖鋭高のエコー
Pulse L. 2.0 で(+)~(++)の尖鋭高のエコー

ii) 前立腺の厚さ：距離目盛の観測、
距離目盛の観測値平均 3.9 ± 0.5 目盛

iii) 前立腺部のエコー：単峰性、孤立性、あるいは2, 3峰性、(÷)~(+)のエコーの高さで表示される。時に峰性傾向を示すことがあるが、個々のエコーの分離状態が良く、エコーの高さも(÷)程度であり、恥骨部のエコーの高さに比して小さい。

3) 前立腺癌のエコーパターン

i) 恥骨部のエコー：表示されない。前立腺癌組織による超音波の減衰のためと考えられる。

ii) 前立腺の厚さ：距離目盛の観測不明。

iii) 前立腺部のエコー：多峰性、融合性不規則、(+)~(++)のエコーの高さで表示される。恥骨部のエコーが表示されないのに比して癌組織より反射されるエコーは著明に高い。すなわ

ち特有なエコーパターンを表示する。

4) 前立腺癌の疑いのエコーパターン

i) 恥骨部のエコー：比較的強く表示される
Pulse L. 1.0 で (-)~(÷) の尖鋭高のエコー
Pulse L. 2.0 で (÷)~(+) の尖鋭高のエコー

ii) 前立腺の厚さ：距離目盛の観測
距離目盛の観測値平均 3.9 ± 0.5 目盛範囲

iii) 前立腺部のエコー：比較的多峰性不規則で、エコーの高さは恥骨部のエコーの高さに比して中等度、あるいは同等度の高さで表示される。

5) 前立腺結石症のエコーパターン

i) 恥骨部のエコー：結石の介在によりエコーとして表示されないことが多い。

ii) 前立腺部のエコー：単峰性、数峰性の(++)~(+++)尖鋭高のエコーとして表示される。

経尿道的直接法におけるエコーパターンの解析の総括的診断法

1) 前立腺正常のエコーパターン

i) 前立腺の厚さの観測：正常範囲。

ii) 前立腺部のエコー：特有なエコーとしては表示されない。

2) 前立腺肥大症のエコーパターン

i) 前立腺の厚さの観測：腫大。

ii) 前立腺部のエコー：特有なエコーとしては表示されない。

3) 前立腺癌のエコーパターン

i) 前立腺の厚さの観測：増大

ii) 前立腺部のエコー：(++)~(+++)の高さの多峰性不規則連続性、特有なエコーパターンとして表示される。エコーの高さが(÷)~(+)程度で多峰性、連続性に表示される場合は前立腺癌を疑う。

なお、経直腸的指導接触法の距離目盛観測による前立腺の厚さの比較では正常17例の平均 2.72 ± 0.37 、腫大17例の平均 3.93 ± 0.52 を夫々四捨五入した値で示した。そしてこの両者の間には有意の差が認められた。すなわち前立腺正常と腫大との比較鑑別の補助診断とすることができた。

よって以上のごとく各方式にて得られた前立腺疾患超音波 A-スコープ法により得たエコーパターンの解析を行ない、各疾患の超音波診断

法を示した。

前述 (VII) の臨床的実験のごとく、組織学的に前立腺肥大症と診断した21例の内80.9%の17例が超音波診断と一致したが他の4例は超音波診断と一致せず、前立腺癌および癌の疑いと診断した。この4例の内1例は前立腺肥大症に膀胱頸部癌を合併していた。組織学的に前立腺癌および癌の疑いと診断した15例は全例に超音波診断と一致した。その他生検失敗のため組織学的診断は不明ではあったが、臨床的に前立腺癌が疑われた2例も前立腺癌および癌の疑いのエコーパターンを示した。

したがって超音波診断法で前立腺癌および癌の疑いと診断した19例の内、組織学的診断で4例が前立腺肥大症であったという事実から見て、今後さらに症例を重ねて検討する必要がある。特に超音波診断で前立腺癌の疑いのエコーパターンが表示された症例には十分注意を払って検討する必要がある。検査術式ならびに方法技術に注意して研究を重ねて行けば、臨床的に応用して、前立腺穿刺生検のような患者に苦痛や障害がない点、また術式も比較的簡単である点から見て、前立腺癌の鑑別診断のための補助診断法としては有意な方法となると考えられる。

IX 考 按

本邦における前立腺腫瘍の超音波 A-スコープ診断法については、1963年に高橋、大内ら¹⁸⁾の最初の研究報告を見る。これは経直腸的直接接触法の特殊探触子 5~10MC, 5mmφ を用いている。その術式としては尿道にネラトンカテーテルを挿入して置き、そのエコーを尿道部エコーとする。前立腺腫瘍では、尿道部エコーまでの距離が増大している。肥大症では2~3の尖鋭な単独のエコーパターンを示し、癌では不規則な連続性のエコーパターンを示している。正常では尿道カテーテルエコーだけを認め特別のエコーパターンを示さない。すなわち前立腺癌の鑑別診断の可能性を報告している。さらに1964年に前立腺癌の鑑別診断に相当度の確実性があると報告している¹⁸⁾。なおこのエコーパターンは超音波診断装置、機器のいかなる条件の

もとで表示されたかについては報告されていない。

A-スコープ方式でそのエコーの判読解析を行なうには機器のいかなる条件のもとで、いかなるエコーパターンが表示されたかということが必要条件となると考えられる。超音波診断装置、機器の条件（著者使用の機器では主に、Power, Gain, Pulse L., Rejection, Pulse Rateなどの調整用ダイヤル、およびMarker調整用ダイヤル、さらに探触子の性状寸法、使用周波数などである）が一定に設定されなければ、同一疾患でもそのエコーパターンが変化する。そのために疾患の診断を行なうにあたり、そのエコーパターンを判読、解析することが困難となる^{23, 24, 25, 26, 27}。

理論的に見ても、ブラウン管面上の図形の判読としては定量的および定性的の2つに大別することが出来る^{34, 37}。

定量的判読としては、1) 球面拡散、および、2) 吸収減衰という組織による超音波減衰の問題、3) A-スコープの振れの高さおよび、4) エコーの強さと反射体の大きさの問題、5) 底面比の利用および、6) 探査可能距離の推定、などに大別される。

1) は超音波ビームが鋭くても超音波の伝播は球面拡散で探触子からの距離の二乗に反比例してパワーが減少する。距離が2倍になれば6dB、10倍になれば20dBの拡散減衰が起こるといわれている。

2) は粘性によるエネルギーの消散と散乱による吸収減衰により単位距離を伝播するごとに一定の割合で減衰する。

3) は受波器に感じた音圧に比例する。

4) は1), 2), 3), から判るようにエコーの振れの高さで反射体が大きいものであると判断は出来ない、しかし媒質および反射体が同一性状のものでは寸法の大小を表示している。

5) はある異質部のエコーとその先にある底面のエコーの強さの比はある程度意義のある数値となる。

定性的判読としては1) 探触子の指向性軸と生体の解剖学的関係位置、2) 探触子の方位分解能、3) パルス波の距離分解能、4) 多重反射

と疑似エコー、5) 超音波の陰影、などに大別される。

1) は超音波媒質組織の音速 c (温度一定) ブラウン管距離目盛発生周波数 f 、この場合に媒質組織の距離 l cm のエコーの位置がブラウン管距離目盛数 m の位置にあれば $2 \times l = c \times \frac{m}{f}$ の式が成立する (パルス反射法)。この式より音速 c 、および距離目盛発生周波数 f が判っている場合は m の数を読んでエコーまでの距離を知ることが出来る。また逆に組織の距離 l cm および f が判っている場合には、その一定温度における組織の音速を換算することが出来る。

2) は超音波の波長、振動子の形状、寸法などにより指向角が異なる。すなわち指向性軸には幅があるから軸上からはずれた位置のものもエコーを生ずる。

3) は、パルス波連長の1/2以下の間隔にある2つの物体は2つのエコーに分離しない、すなわち、A-スコープパターンは多数のエコーが融合し、パルス幅の広い図形となり、多数の反射波の干渉も受けて、ギザギザした不規則のエコーパターンを表示する。

4) は反射率の大きい物質または境界面のエコーは多重反射の原因となる。強いエコーの2倍の距離目盛の位置にあるエコーは多重反射による疑似エコーを疑う必要がある。

5) は反射の大きい組織物体を通過した波は反射の分だけ弱くなる。それより遠方からのエコーも弱くなる。減衰の大きい病変部が介在したり、または反射体が底面にある程度以上大きい陰影をおよぼす場合 (探触子と反射体までの距離が近接している場合はある程度小さい反射体でも陰影をおよぼす) は底面エコーが表示されないこともある。

よって理論的にも超音波A-スコープ図形の判読解析には色々の因子が考えられる。従って種々な角度から検討しなければならない。このような理由から見てもわかるように、すくなくとも前立腺疾患の診断に最も適したエコーパターンを表示させ、疾患別に比較検討して有意の差をエコーパターンで認め得る最適な診断装置機器の条件を一定に設定する必要がある。

著者はこの点に留意して、日本無線医理学研究所製作の SSD-2B 型 A-スコープ超音波診断装置と 5MC 特殊探触子を用い、あらかじめ予備実験および基礎的実験を行なって各疾患のエコーパターンを求め、さらに臨床的に前立腺疾患、特に前立腺腫瘍の良性、悪性の鑑別診断に応用したのである。

装置条件で述べたごとく、Power 100V、使用感度を最大に上げるために Gain 10($\div 75$ dB)に設定する。その結果表示された雑音や判読解析にまぎらわしい不要エコーを出来るだけ除去し、病変部からの最小限必要なエコーを表示することが出来るように、Rejection 10 および Pulse L. 0, 1.0, 2.0, と段階的に変更する。また探触子の形状寸法および方法別に、そのエコーパターンの判読解析に最適と考えられる条件を検索し、設定したのである。すなわち経直腸的方法においては Pulse L. 1.0 以下の条件では分解能(距離分解能)が良くなるが感度が低下する。探触子から近接部位の状況は比較的よく表示されるが、遠方の状況は表示されなくなる傾向がある。さらに Pulse L. 3.0 以上の条件では感度が増強されるのでエコーは著明に表示されるが、距離分解能が悪くなり、エコーの分離が悪くなる。そのために前立腺癌の診断には不適当な傾向を示す。よって Pulse L. 1.0 の条件でのエコーパターンを比較解析の参考にして、Pulse L. 2.0 の条件で表示されるエコーパターンで診断を行なうのが最も良いと考察される。経尿道的直接法においては Pulse L. 2.0 以上の条件では、近接部の状況を観測するのが困難となる傾向にある。よって、Pulse L. 0 の条件でのエコーパターンを比較解析の参考にして、Pulse L. 1.0 の条件で表示されるエコーパターンで診断を行なうのが最も良いと考察される。

著者の用いた診断装置機器には減衰器を有さない。従って生体前立腺組織の減衰状況を観測することはできないが、装置機器の条件を一定に設定し、一定条件のもとで前立腺および恥骨部のエコーの大小と図形の性状を観測解析したのである。恥骨部エコーまでの距離目盛、または直腸前壁までの距離目盛の観測値で前立腺の

厚さを判読する定性的解析を施行し、定量的解析としては前立腺のエコーの高さと底面(恥骨)エコーの高さとの比、すなわち底面比を利用する診断法を施行したのである。

この場合でも注意しなければならないことは A-スコープ方式で表示される反射波の高さは必ずしも反射の強度に比例するとは限らない。これは組織内での超音波の減衰や反射面の振動子に対する角度などの他に、装置の各部の特性の影響を受ける^{11,33,34)}。すなわち総合感度、パルス幅、指向性角度、増幅器の振幅特性、リジエクシオン、追込み特性、分解能などの影響を受けるからである⁴⁷⁾。そのエコーの大小は機器の送信出力が変わっても受信真空管の特性が変わってもエコーの振れの大小が変わって来る点に留意しなければならない。真空管を使用している機器では経年変化は起り得ることである。そのうえ図20—bと図21—bを比較しても判るように同一条件で、同一形式の探触子を使用しているも、多年の使用経過中に振動子の接着部が少しずつはがれてくることに起因して、みかけ上、ブラウン管面上の発振パルス幅およびエコーパルス幅に相違が見られる。

さらに探触子と生体組織との接触部の媒介物、ゴムを介してか、直接的かによって、さらに同一型式の装置および探触子を用いても探触子の性状寸法などの固有の特性の差異により、エコーの振れの大小の差が認められる(経尿道的な方法と経直腸的方法のエコーパターンを参考すれば判る)。

したがって客観的な方法でその総合感度を規正しなければ、異なる診断装置機器によるエコーパターンおよびデーターを相互に討議することが出来ないと考察される。客観的にエコーパターンを表示検討するためには、

1) 調整用ダイヤル特に Pulse L. を μ s (高周波電圧の加わっている時間の長さ) 単位で示すようにする。

2) Gain を dB 単位で増減表示させ、減衰器を併用して、エコーパターンとその組織の超音波減衰の程度を表示することが出来るようにする。

3) さらに距離目盛発振周波数を明示する。

4) ブラウン管面上エコーまでの距離目盛を実測値の長さに換算できるようにする。

5) 機器の総合感度を規正し得る標準試験片を設定常備して検査が出来るように機器を製作することが出来れば良いと考えられる。

最後に超音波A-スコープ診断法の方法による検査技術の難易および患者に与える苦痛などの点について検討する。

経直腸の方法（経直腸の指導接触法および経直腸の水浸法）：患者に苦痛はなく、非観血的検査法である。特異な副作用は認められない。尿道狭窄や前立腺病変が強い場合でも手技が簡単であるために特別に患者に、前処置を行なうことなしに検査が施行出来る。経直腸的に直腸前壁から恥骨迄の前立腺厚径を測知、比較出来る。しかし解剖学的関係位置をあらかじめ直腸触診で双手的に確認しておく必要がある。この点から見た場合臨床的に検査手技の最も簡単な経直腸の指導接触法が優れている。しかしながら患部を直視下に見ながら選択的に検査するわけにはいかない。一方経直腸の水浸法では水が介在しているから探触子の超音波発振方向を適確に定めていなければ、そのエコーパターンの判読が困難となる。

経尿道的直接法：経直腸の方法に比して検査手技上、膀胱鏡を行なうと同じ前処置が必要である。尿道狭窄、前立腺癌などの病変が強く、手術用膀胱鏡を挿入することができない場合には検査が不可能となるなどの欠点は認められる。しかし直視下に直接的に前立腺患部を選択的に走査し、検査が出来る。また直接的に前立腺尿道部より恥骨迄の距離程、および直腸前壁（直腸内金属板エコー）迄の距離程を測知比較することが出来る。直腸前立腺部に接触させた金属板のエコーを求めて減衰器を併用して測定すれば、生体前立腺の超音波減衰状況を検査、測知することが出来る。この方法は前立腺生検組織診に比較して、非観血的検査法であり、患者になんらの副作用および障害は認められない。

一般的に経直腸の指導接触法は臨床的に応用して、操作技術上、直腸内触診のように簡単な方法であると考えられる。しかしこの方法で表示されるエコーパターンに疑念があり診断が困

難な前立腺肥大症に合併せる前立腺癌のごとき場合には経尿道的直接法を併用する必要がある。この両者の方法で得たエコーパターンについて解析検討を行ない、診断を行なえば補助診断法として相当程度の確信度のある診断を得ることが出来るものと信じている。すなわち、この方法を用うれば前立腺腫瘍の良性、悪性の鑑別診断に超音波A-スコープ法は価値ある補助診断法となると考察する。

X 結 語

泌尿器科領域における老人性疾患の内、前立腺腫瘍の良性、悪性の鑑別診断の確立のために超音波A-スコープ方式を応用した。使用装置は日本無線医理学研究所の製作になるSSD-2B型A-スコープ方式であり、使用探触子は前立腺疾患診断用として、特に考案試作した、経直腸の指導接触法用の特殊探触子 5 MC 10 mm ϕ と経尿道的直接法用の特殊探触子 5MC 3mm ϕ 、および高橋の考案になるP.P.I.方式の前立腺用特殊探触子 5 MC 10 mm ϕ の3種類を用いて、基礎的、臨床的実験を施行した。

1) 使用装置で前立腺腫瘍の良性、悪性の鑑別に最適な装置の走査条件を求め、設定した。主な条件は Power 100v, Gain 10 $\div$ 75 dB, Rejection 10, と一定にし、Marker すなわちブラウン管面上距離目盛発振周波数を約130KCで一目盛間の時間が約7.7 μ s（予備実験でブラウン管面上距離目盛の一目盛がテストピースの1cmの距離程に相当するように設定）に設定した。Pulse L. は経直腸の方法では1.0または2.0, 経尿道的の方法では0または1.0で表示されるエコーパターンの観測解析による超音波診断法を施行し、代表的エコーパターンを図示した。

2) 基礎的実験には前立腺腫瘍の手術標本8例（組織学的診断で肥大症が7例、癌が1例）を供した。

i) 前立腺肥大症のエコーパターン：エコーの高さは著者分類の(+)~(++)であり、単峰性、孤立性の単純なエコーパターンを示す傾向を認めた。

ii) 前立腺癌のエコーパターン：エコーの高

さは著者分類の(÷)～(卅)であり、多峰性融合性の不規則なエコーパターンを示す傾向を認めた。

3) 臨床的実験には泌尿器科的諸検査で診断した前立腺正常19例、前立腺結石6例、前立腺腫瘍38例(組織学的診断で肥大症21例、癌13例および、癌の疑いその他4例)の計63例を供した。

i) 正常例では前立腺直腸部から恥骨部迄の前立腺部の厚さは17例の観測距離目盛数値の結果、平均 2.7 ± 0.4 目盛であった。

ii) 前立腺腫大例では前立腺部の厚さは17例の観測距離目盛数値の結果、平均 3.9 ± 0.5 目盛であり、正常例との間に有意の差を認めた。この観測値により前立腺厚径の正常と腫大の鑑別の補助となった。

iii) 正常前立腺では、特有なエコーパターンを示さなかった。前立腺部のエコーの高さも(÷)程度であった。

iv) 前立腺結石ではエコーの高さが(卅)～(卅卅)の著明な尖鋭、単峰性または2～3峰性のエコーパターンを示した。

v) 肥大症ではエコーの高さが(÷)～(+)で単峰性または2～3峰性で、特有なエコーパターンを示さなかった。

vi) 前立腺癌ではエコーの高さが(+)～(卅)で多峰性、融合性の不規則な特有なエコーパターンを示した。

4) 前立腺部のエコーパターンの解析による超音波診断法と組織学的診断法との比較検討の結果は以下に記述するごとくであった。

i) 組織学的診断法で肥大症と診断した21例の内、80.9%の17例が超音波診断法と一致した。

ii) 組織学的診断法で前立腺癌または癌の疑いと診断した15例は全例に超音波診断法と一致した。

iii) その他生検失敗で組織学的に不明だが前立腺癌を疑った2例は超音波診断法で癌または癌の疑いのエコーパターンを表示した。

iv) 超音波診断法で癌または癌の疑いと診断した19例の内4例が組織学的診断法で肥大症であったがその内1例に膀胱頸部癌を合併していた。

5) 本研究による超音波診断法は患者に対し前立腺生検やX線検査のごとく直接的、間接的に何らの副作用を認めなかった。

稿を終るにあたり御指導と御校閲を賜った恩師後藤薫教授に深謝致すとともに、御援助をいただいた日本無線医理学研究所の内田六郎博士ならびに御協力を頂いた伊藤鉦二助教授はじめ教室員諸兄に感謝の意を表します。

(本論文の要旨は日本超音波医学会第5回、7回、9回の研究発表会ならびに第53回、第54回日本泌尿器科学会総会および第17回日本泌尿器科学会中部連合地方会において発表した)

XI 参考文献

- 1) Dussik, K. T. : Z. Neurol., **174** : 153, 1942.
- 2) Dussik, K. T. : Der Ultraschall in der Medizin, Pub. S. Hirzel Verlag, Zurich, 283, 1949.
- 3) Wild, J. J. : Surgery, **27** : 183, 1950.
- 4) 菊池喜充・田中憲二・内田六郎：昭和26年試験研究，「超音波探傷器の実用化研究」報告，March, 1952.
- 5) 田中憲二・菊池喜充・内田六郎：日本音響学会雑誌，**8** (2) : 111, 1952.
- 6) 田中憲二・和賀井敏夫・菊池喜充・内田六郎：日本音響学会研究発表会予稿，2—9，May, 1953.
- 7) 田中憲二・宮島玄史・和賀井敏夫・菊池喜充・内田六郎：日本音響学会研究発表会予稿，102, Nov, 1953.
- 8) Tanaka, K., Wagai, T., Kikuchi, Y. and Uchida, R. : Early cancer diagnosis through ultrasonics, II. I. C. A., Cambridge, Mass, 1956.
- 9) Tanaka, K., Wagai, T., Kikuchi, Y. and Uchida, R. : J. Acoust. Soc. Am. **29** (7): 824, 1957.
- 10) Schlegel, J. U., Diggon, P. and Cuellar, J. : J. Urol., **86** : 367, 1961.
- 11) 吉岡昭正・医科器械学雑誌，**6** : 364, 1962.
- 12) 大内達男：日泌尿会誌，**54** : 913, 1963.
- 13) Takahashi, H. and Ouchi, T. : Jap. Med. Ultrasonics, **3** : 7, May, 1963.
- 14) Takahashi, H. and Ouchi, T. : Jap. Med. Ultrasonics, **4** : 35, Oct., 1963.

- 15) Gotoh, K. et al. : Jap. Med. Ultrasonics, 8 : May, 1963.
- 16) Gotoh, K. et al. : Acta Urol. Jap., 9 : 560, 1963.
- 17) 高橋博元・大内達男・近藤元彦：日本超医研, 6 : 33, 1963.
- 18) Ouchi, T., Kondo, M. and Takahashi, H. : Jap. Med. Ultrasonics, 3 : 15, 1964.
- 19) 高橋博元・大内達男・近藤元彦：第53回日泌総会論文集, 33 : 1965.
- 20) 高橋博元・大内達男・近藤元彦：日本超医研, 7 : 79, 1965.
- 21) 大内達男・近藤元彦・大根淵清志・高橋博元：日本超医研, 9 : 109, 1966.
- 22) Gotoh, K. et al. : Jap. Med. Ultrasonics, 2 (2) : 17, 1964.
- 23) Gotoh, K. et al. : Acta Urol. Japonica, 11 : 87, 1965.
- 24) Gotoh, K. et al. : Jap. Med. Ultrasonics, 3 : 63, May, 1965.
- 25) 後藤薫・他：第53回日泌総会論文集：31, 1965.
- 26) Gotoh, K. et al. : Jap. Med. Ultrasonics, 4 : 85, 1966.
- 27) Gotoh, K. et al. : Acta Urol. Japonica, 13 : 18, 1967.
- 28) 直江昭夫・宮川頼行：日本超医研, 5 : 27, 1964.
- 29) Pell, R. L. : Ultrasonics, 2 : 87, 1964.
- 30) 古川元明・町田豊平・長谷川末三・幾瀬一郎・山本邦一：第53回日泌総会論文集：52, 1965.
- 31) 町田豊平・幾瀬一郎・山本邦一：日本超医研, 7 : 76, 1965.
- 32) 安藤 弘・古川元明・町田豊平・山本邦一・鈴木良二：日本超医研, 9 : 105, 1966.
- 33) 実吉純一・菊池喜充・能本乙彦, 編：超音波技術便覧, 1～, 1960.
- 34) 日本超音波医学会編：超音波医学, 3～, 89～, 1966.
- 35) Ballantine, H. T., Bolt, R. H., Hueter, T. F. and Ludwig, G. D. : Science, 112 : 525, 1950.
- 36) Güttner, V. W., Fiedler, G. and Patzold, J. : Acustica, 2 : 148, 1952.
- 37) 菊池喜充・学振編：超音波探傷法, 243, 1964
- 38) 堤・鈴木・片沼：医用電子と生体工学, 1 : 201, 1963.
- 39) 片沼・筋・堤：日本超医研, 5 : 73, 1964.
- 40) 片沼・鈴木：超音波脳診断装置, 電通学会超音波研究会資料, 1964年7月.
- 41) Howry, D. H. and Bliss, W. R. : J. Lab. Clin. Med., 40 : 579, 1952.
- 42) Wild, J. J. and Reid, J. M. : The proceeding of fourth annual conference on ultrasonic therapy, Detroit, Mich., August, 27, 1955.
- 43) Howry, D. H. : Ultrasound in Biology and Medicine (Ed : E. Kelly) 56, Am. Inst. Biolog. Science (1957 Press), Washington, D. C., 1955.
- 44) Satomura, S. : J. Acoust. Soc. Am., 29 : 1181, 1957.
- 45) Wild, J. J. and Neal, D. : Lancet, 1 : 656, 1951.
- 46) 高橋博元・大内達男・和賀井敏夫・土館松三：日本超医研, 4 : 23, 1963.
- 47) 井出正男：日本超医研, 9 : 126, 1966.

(1967年12月5日特別掲載受付)

経直腸的指導接触法

予備実験ならびに基礎的実験（図1～4）

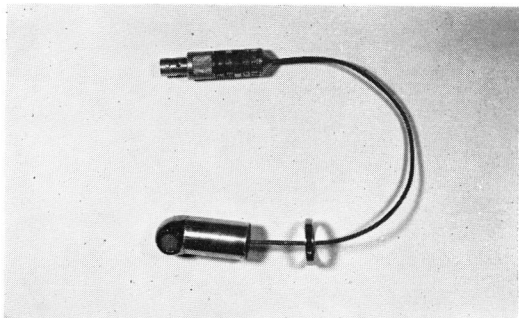


図1 特殊探触子 5 MC 10mm ϕ
(経直腸的指導接触法用)

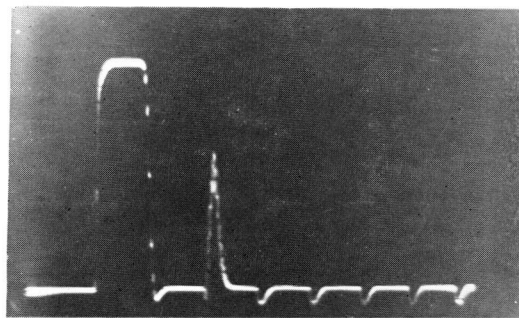


図2-c テストピースのエコーパターン
Pulse L. 3.0
T.P. : 送信パルスエコー
T. : テストピースのエコー
(2cm の距離からのエコー : 卅)

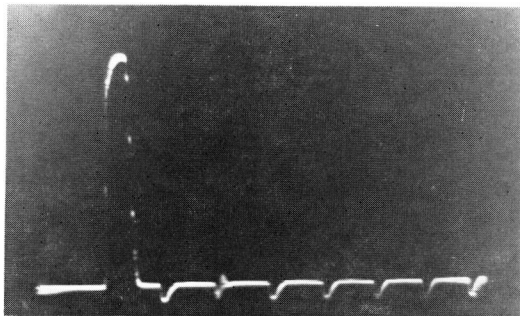


図2-a テストピースのエコーパターン
Pulse L. 1.0
T.P. : 送信パルスエコー
T. : テストピースのエコー
(2cm の感離からのエコー : 卅)

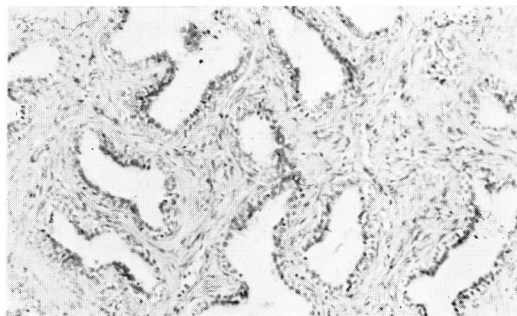


図3-a 前立腺の組織像 ($\times 100$)
症例 R.K., 65才.

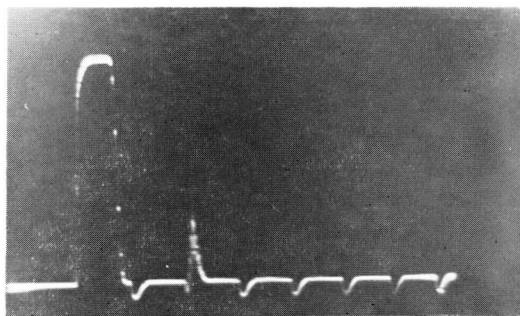


図2-b テストピースのエコーパターン
Pulse L. 2.0
T.P. : 送信パルスエコー
T. : テストピースのエコー
(2cm の距離からのエコー : 卅)

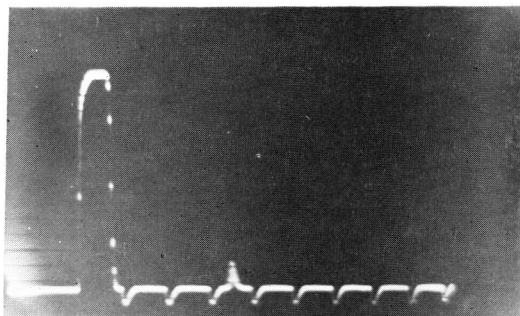


図3-b 症例 R.K., 65才. 前立腺肥大症,
摘出標本のエコーパターン
Pulse L. 2.0
T.P. : 送信パルスエコー
P.E. : 標本からのエコー



図4-a

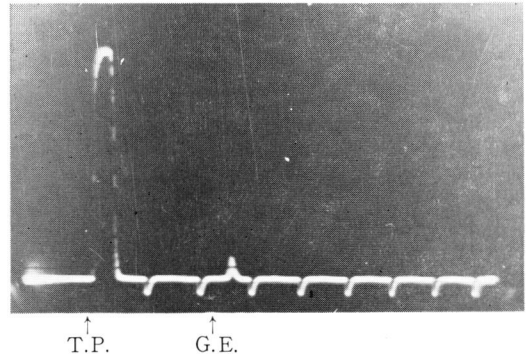


図6-a ゴム指のうのエコーパターン
Pulse L. 1.0
T.P. : 送信パルスエコー
G.E. : ゴム指のうのエコー : (÷)
T.P.-G.E. : 超音波の水浸部距離

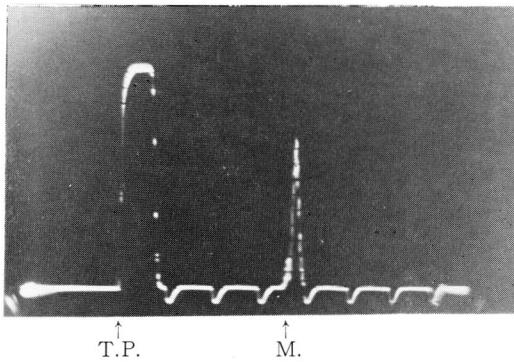


図4-b
症例 K. O., 62才. 前立腺肥大症.
摘出標本のエコーパターン
Pulse L. 2.0
M. : 金属板からのエコー
T.P.-M. : 標本の厚さ,
標本からのエコー (-)

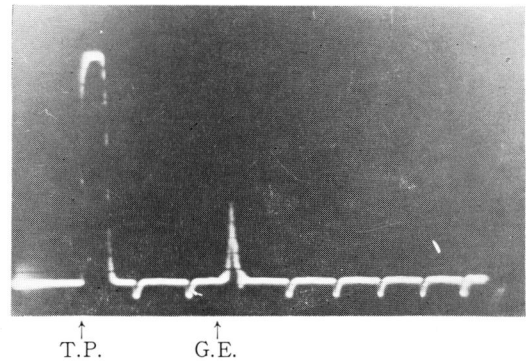


図6-b ゴム指のうのエコーパターン
Pulse L. 2.0
G.E. : ゴム指のうのエコー : (++)

径直腸の水浸法基礎的実験 (図5~8)

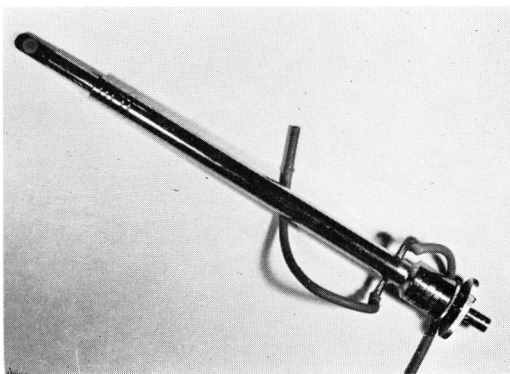
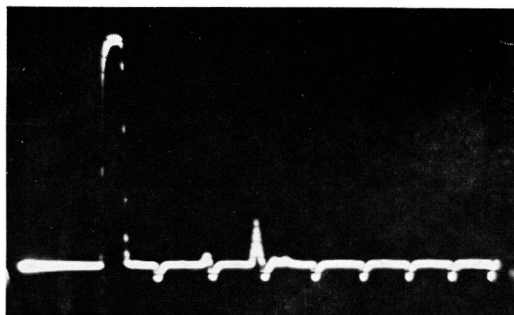


図5 特殊探触子 5 MC 10mmφ
(経直腸の水浸法用)



図7-a 前立腺の組織像 (×100)
症例 S. K., 69才.



T.P. G.E. P.E.

図7-b

症例 S.K., 69才. 前立腺肥大症
 摘出標本のエコーパターン
 Pulse L. 2.0
 G.E. : ゴム指のうのエコー
 P.E. : 標本からのエコー

経尿道的直接法基礎的実験 (図9~12)

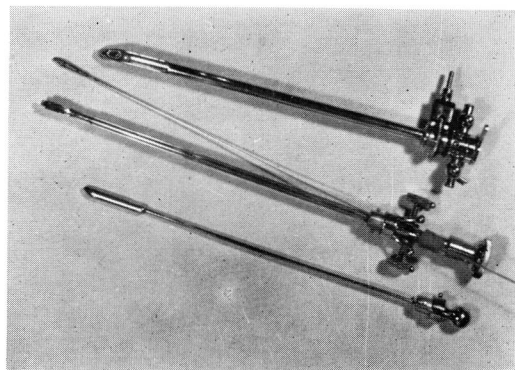


図9 特殊探触子 5 MC 3mmφ と組合せた手術用膀胱鏡 (経尿道的直接法用)



図8-a 前立腺の組織像 (×100)

症例 T.Y., 70才.

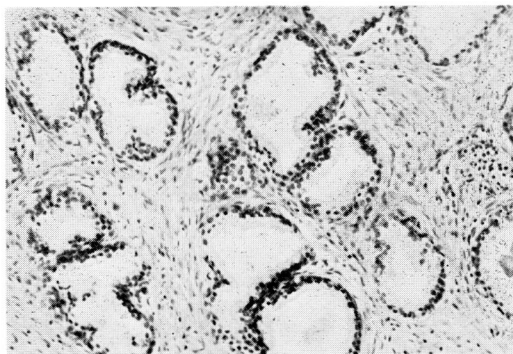
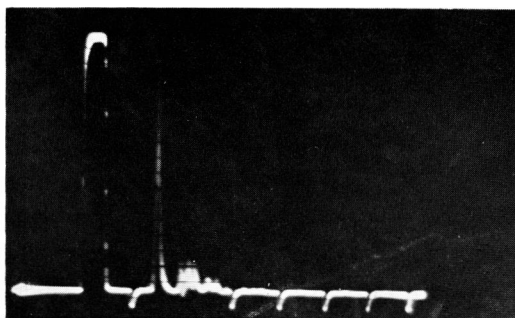


図10-a 前立腺の組織像 (×100)

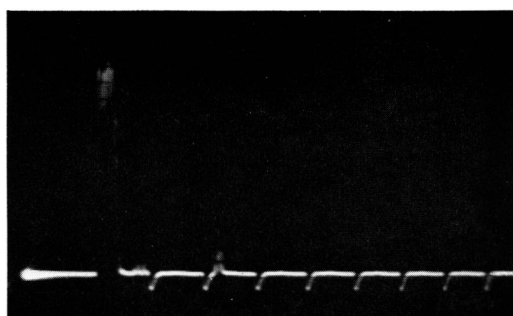
症例 T.K., 68才.



T.P. G.E. P.E.

図8-b

症例 T.Y., 70才. 前立腺癌
 摘出標本のエコーパターン
 Pulse L. 2.0
 G.E. : ゴム指のうのエコー
 P.E. : 標本からのエコー



T.P. P.E. M.

図10-b

症例 T.K., 68才. 前立腺肥大症
 摘出標本のエコーパターン
 Pulse L. 2.0
 P.E. : 標本からのエコー
 M. : 金属針のエコー
 T.P.-M. : 探触子から金属針までの標本の厚さ.

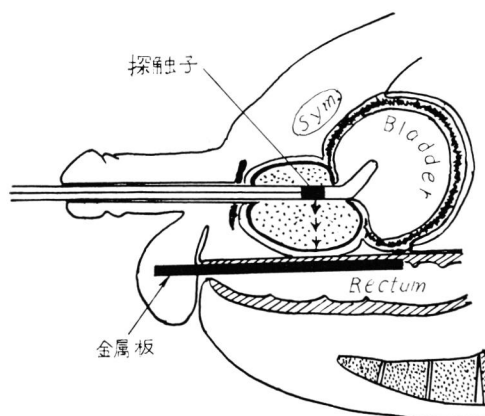
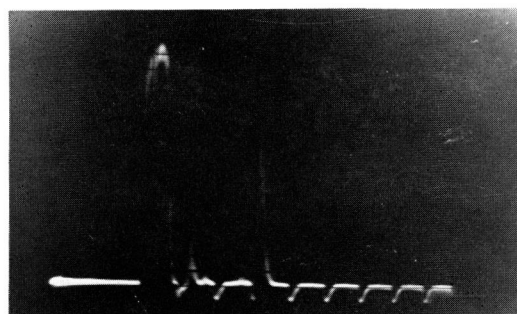


図11 経尿道的直接法の模型図



T.P. P.E. R.B. (Pulse L. 1.0)

図12

症例 I. S., 64才. 前立腺肥大症
 図11の模型図の方法での生体前立腺部のエコーパターン
 T.P. : 送信パルスエコー
 P.E. : 生体前立腺部のエコー
 R.B. : 直腸内金属板からのエコー
 T.P.-R.B. : 探触子から金属板までの距離

代表的症例のエコーパターンならびに組織像

エコーパターンの解析に使用した記号の説明

- T.P. : 発信パルス (transmitted pulse), この発信パルスエコーの立ち上りの位置に探触子が位置している
 P.E. : 前立腺部からのエコー
 B.E. : 恥骨部からのエコー
 S.E. : 前立腺部の結石からのエコー
 U.B. : 尿道前立腺部の金属ブシーからのエコー
 G.E. : 前立腺直腸粘膜部に接着させたゴム指のうからのエコー
 R.B. : 前立腺直腸粘膜部に接着させた金属板からの

エコー

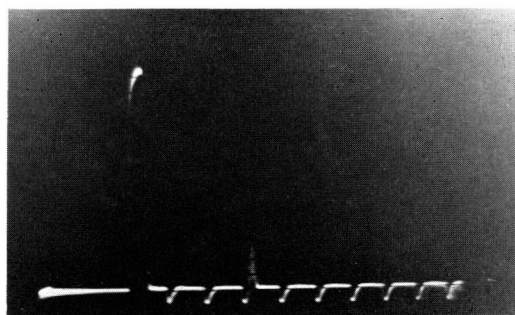
T.P.-B.E. : 経直腸的指導接触法では前立腺部の厚さを示す (距離目盛数値)

T.P.-G.E. : 経直腸的水浸法では超音波パルスの水浸部, すなわち探触子から前立腺直腸粘膜に接着させたゴム指のうまでの距離 (距離目盛数値)

G.E.-B.E. : 前立腺部の厚さを示す (距離目盛数値)

T.P.-R.B. : 尿道部前立腺から直腸粘膜部までの前立腺の厚さ (距離目盛数値)

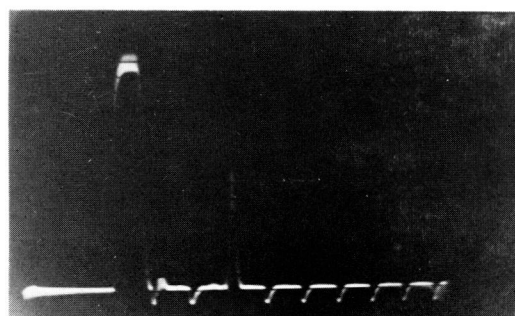
経直腸的指導接触法の代表的症例 (図13~19)



T.P. B.E.

図13-a

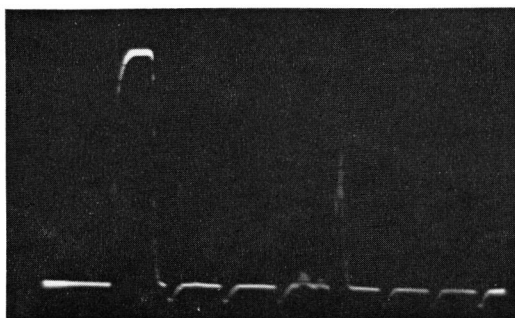
症例 Y. T., 39才.
 前立腺正常のエコーパターン
 Pulse L. 1.0



T.P. P.E. B.E.

図13-b

症例 Y. T., 39才.
 前立腺正常のエコーパターン
 Pulse L. 2.0



↑ T.P. ↑ P.E. ↑ B.E.

図14
症例 R.K., 65才.
前立腺肥大症のエコーパターン
Pulse L. 2.0

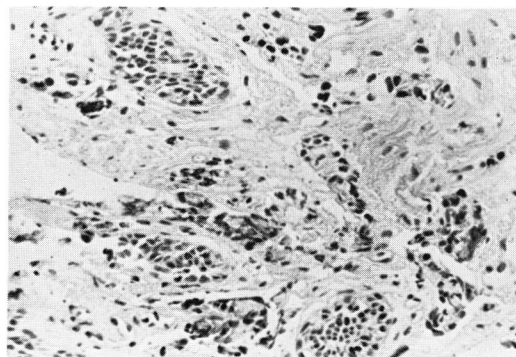
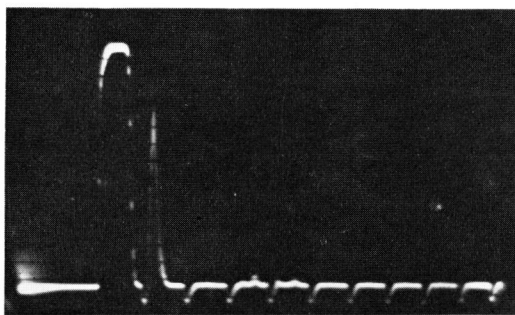
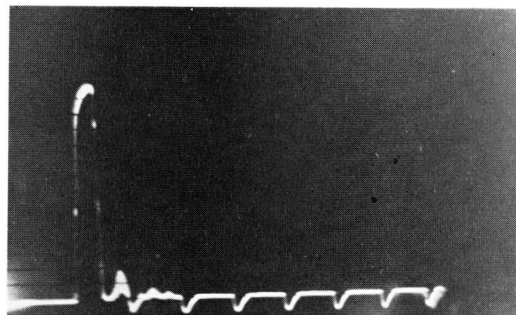


図15—c 前立腺穿刺生検組織像 (×200)
症例 Y.H., 63才.



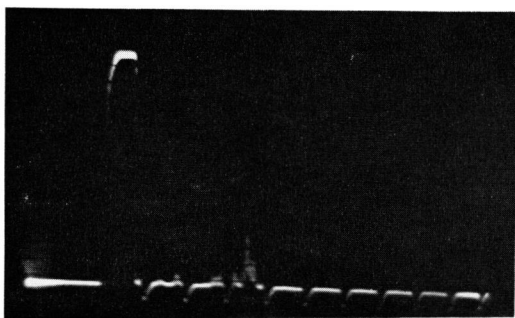
↑ T.P. ↑ U.B. ↑ P.E. ↑ B.E.

図15—a
症例 Y.H., 63才.
前立腺部尿道ブジエのエコーパターン
Pulse L. 2.0



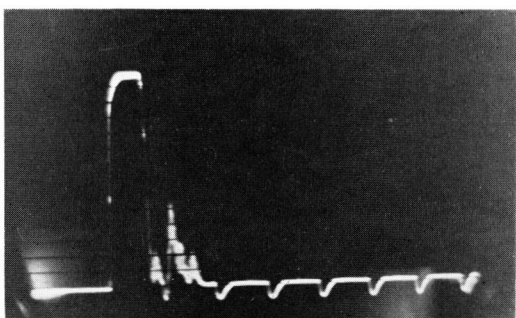
↑ T.P. ↑ P.E.

図16—a
症例 M.H., 66才.
前立腺癌のエコーパターン
Pulse L. 1.0



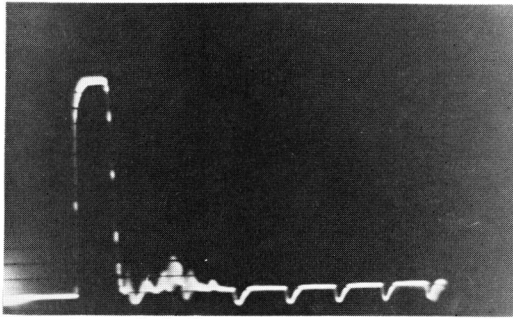
↑ T.P. ↑ P.E. ↑ B.E.

図15—b
症例 Y.H., 63才.
前立腺癌を疑ったエコーパターン
Pulse L. 2.0



↑ T.P. ↑ P.E.

図16—b
症例 M.H., 66才.
前立腺癌のエコーパターン
Pulse L. 2.0



↑ T.P. ↑ P.E.

図16-c

症例 M. H., 66才.
前立腺癌のエコーパターン
Pulse L. 2.0

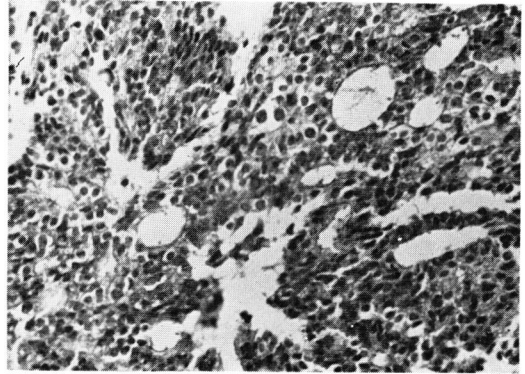


図17-b 前立腺穿刺生検組織像 (×200)

症例 S. H., 82才.

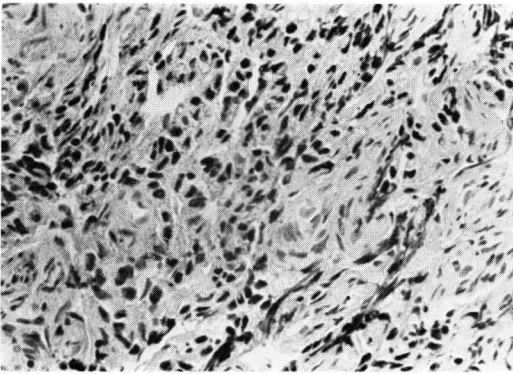
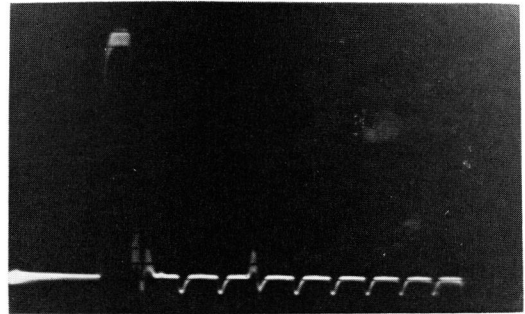


図16-d 前立腺穿刺生検組織像 (×200)

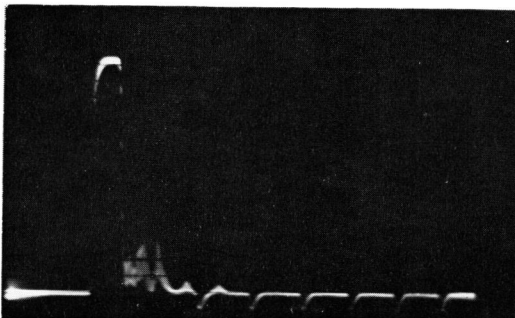
症例 M. H., 66才.



↑ T.P. ↑ P.E. ↑ B.E.

図18-a

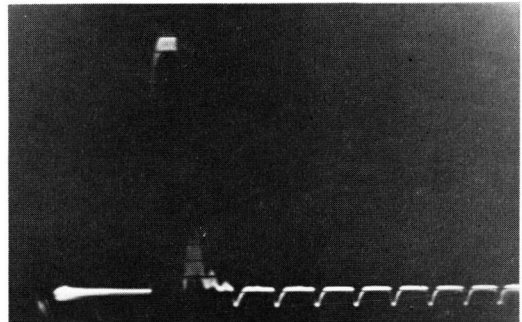
症例 M. Y., 71才. 前立腺肥大症
前立腺癌を疑ったエコーパターン
Pulse L. 2.0



↑ T.P. ↑ P.E.

図17-a

症例 S. H., 82才.
前立腺癌のエコーパターン
Pulse L. 2.0



↑ T.P. ↑ P.E.

図18-b

症例 M. Y., 71才.
前立腺癌と考えたエコーパターン
Pulse L. 2.0

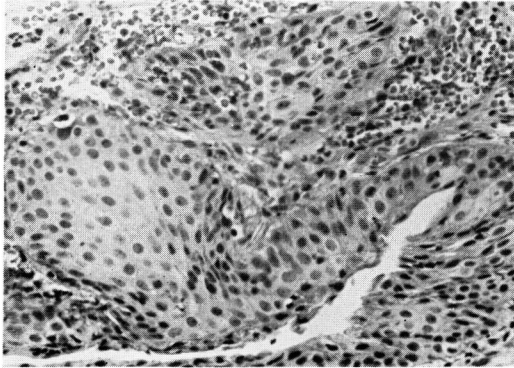


図18-c 膀胱頸部の生検組織像(×200)
症例 M.Y., 71才.

経直腸的水浸法の代表的症例(図20~23)

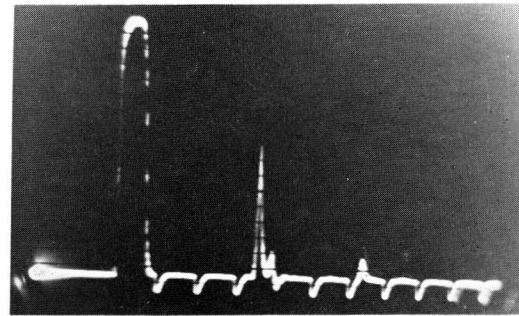


図20-a
症例 I.T., 36才.
前立腺正常のエコーパターン
Pulse L. 1.0



X-線写真
図19-a 症例 G.K., 78才.
結石陰影

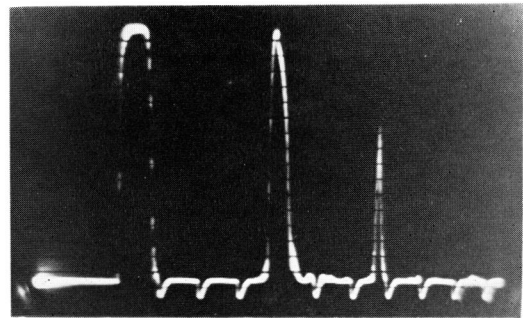


図20-b
症例 I.T., 36才.
前立腺正常のエコーパターン
Pulse L. 2.0

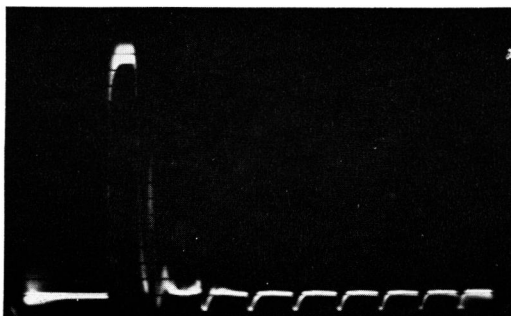


図19-b
症例 G.K., 78才.
前立腺結石のエコーパターン

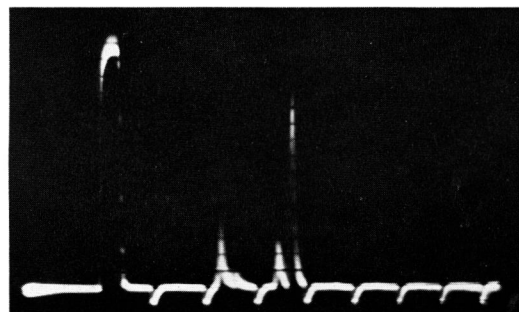
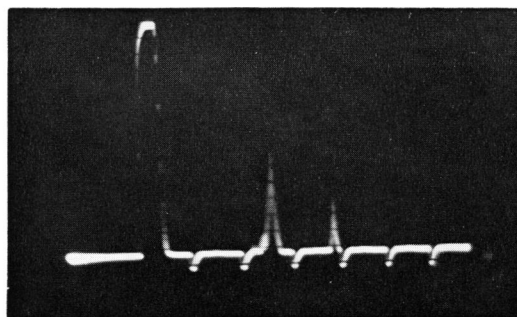


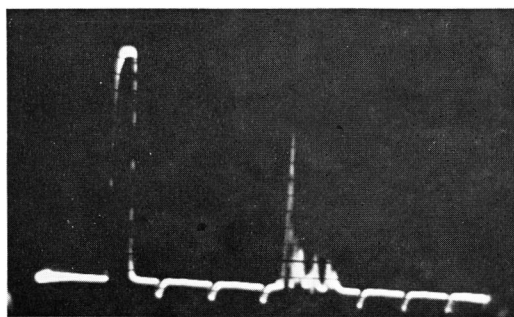
図21-a
症例 S.K., 69才.
前立腺肥大症尿道ブジエのエコーパターン
Pulse L. 2.0



T.P. G.E. P.E.

図21-b

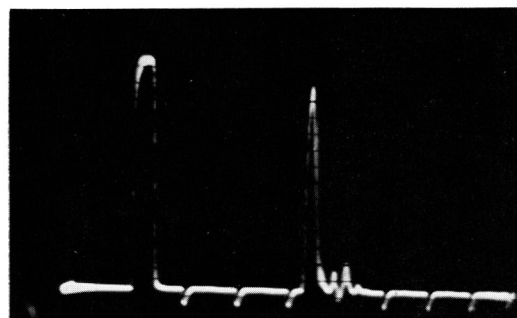
症例 S.K., 69才.
前立腺肥大症のエコーパターン
Pulse L. 2.0



T.P. G.E. P.E.

図22-b

症例 T.Y., 70才.
前立腺癌のエコーパターン
Pulse L. 2.0



T.P. G.E. P.E.

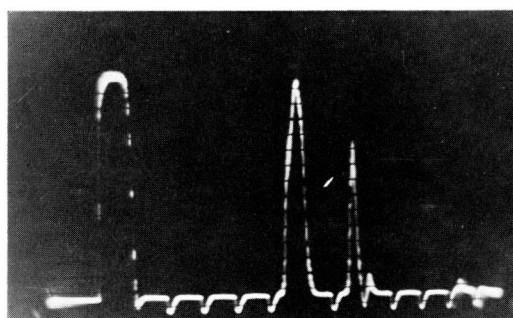
図22-a

症例 T.Y., 70才.
肥大症? 癌?のエコーパターン
Pulse L. 2.0



図23-a 尿道造影法

症例 K.K., 78才.
前立腺結石陰影



T.P. G.E. S.E. G.E'

図23-b

症例 K.K., 78才.
前立腺結石のエコーパターン
Pulse L. 2.0

経尿道的直接法の代表的症例（図24～29）

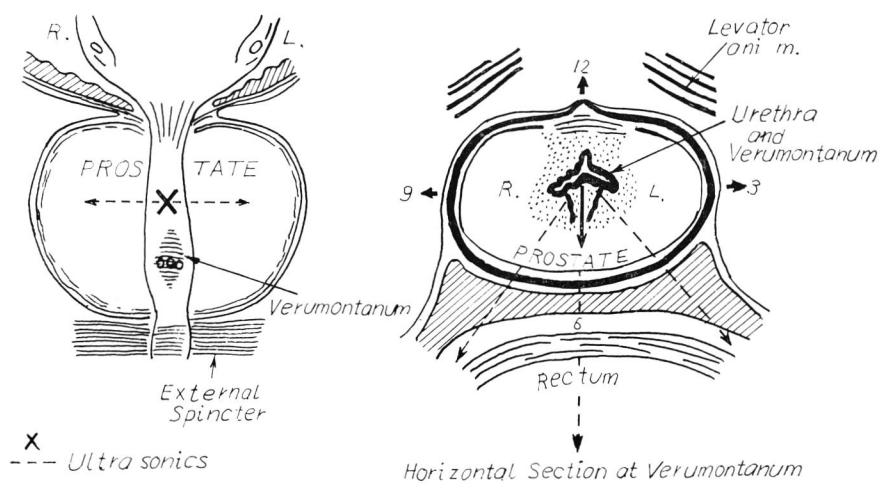
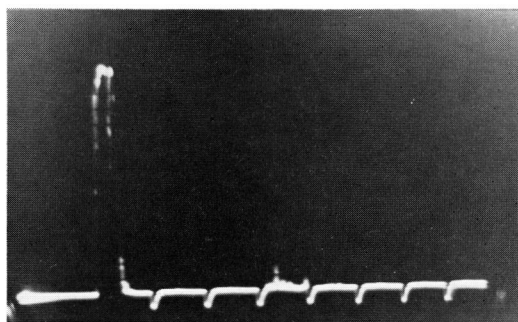


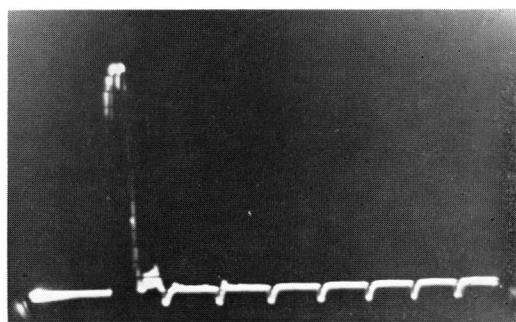
図24 経尿道的直接法検査模型図



T.P. ↑
膀胱壁のエコー

図25

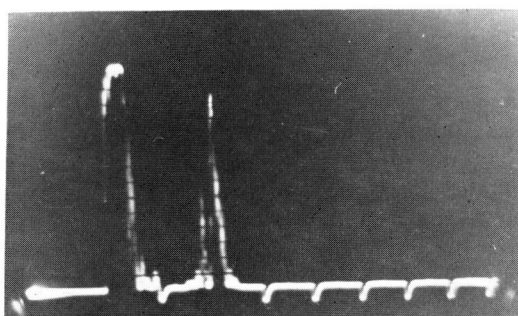
症例 K.O., 36才.
正常膀胱壁のエコーパターン
Pulse L. 1.0



T.P. ↑ P.E. ↑

図26-b

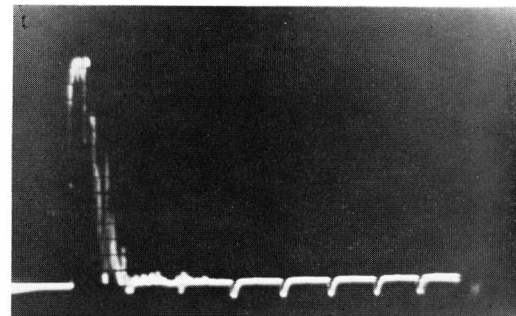
症例 K.O., 36才.
前立腺正常のエコーパターン
Pulse L. 0



T.P. ↑ P.E. ↑ R.B. ↑

図26-a

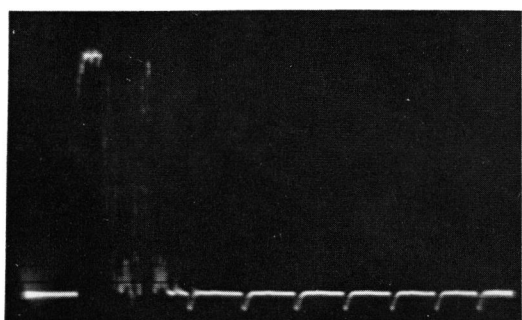
症例 K.O., 36才.
前立腺正常直腸金属板および前立腺部の
エコーパターン
Pulse L. 1.0



T.P. ↑ P.E. ↑

図26-c

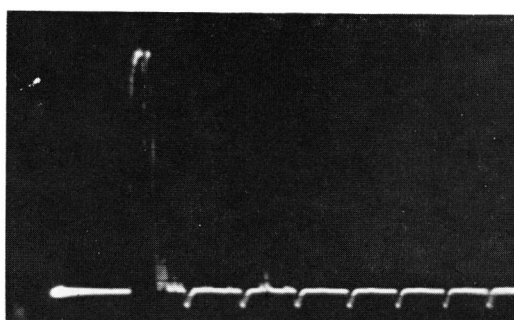
症例 K.O., 36才.
前立腺正常のエコーパターン
Pulse L. 1.0



↑ T.P. ↑ P.E.

図27-a

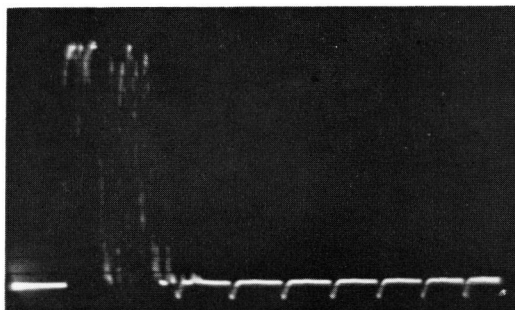
症例 A.M., 70才.
前立腺癌のエコーパターン
Pulse L. 0



↑ T.P. ↑ P.E.

図28-a

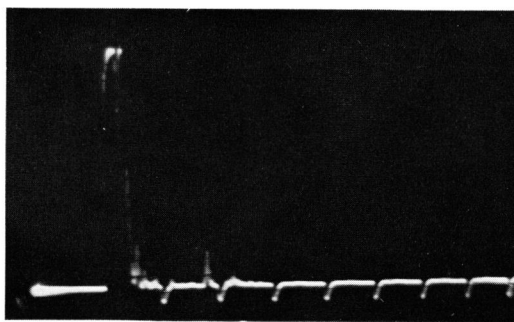
症例 T.K., 68才.
前立腺肥大症のエコーパターン
Pulse L. 1.0



↑ T.P. ↑ P.E.

図27-b

症例 A.M., 70才.
前立腺癌のエコーパターン
Pulse L. 1.0



↑ T.P. ↑ P.E.

図28-b

症例 T.K., 68才.
前立腺肥大症のエコーパターン
Pulse L. 1.0

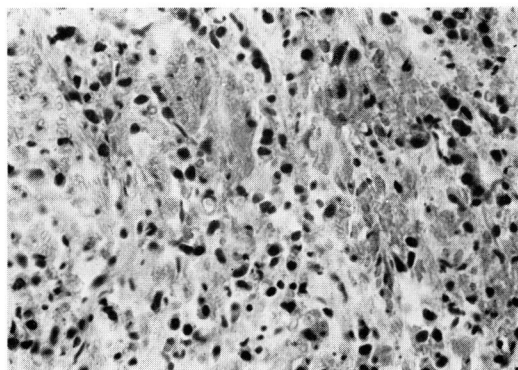
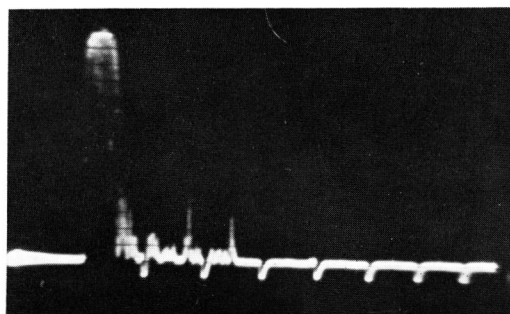


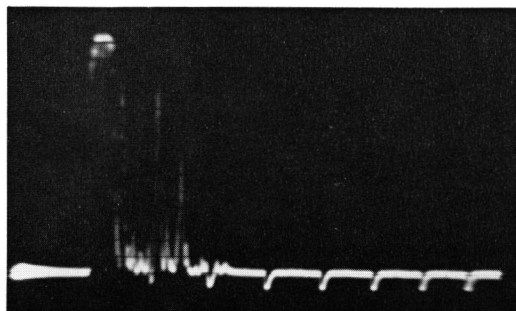
図27-c 前立腺穿刺生検の組織像 (×200)
症例 A.M., 70才.



↑ T.P. ↑ P.E.

図29-a

症例 T.T., 68才.
前立腺癌の疑いエコーパターン
Pulse L. 1.0



↑ T.P. ↑ P.E.

図29-b

症例 T.T., 68才.
前立腺癌のエコーパターン
Pulse L. 1.0

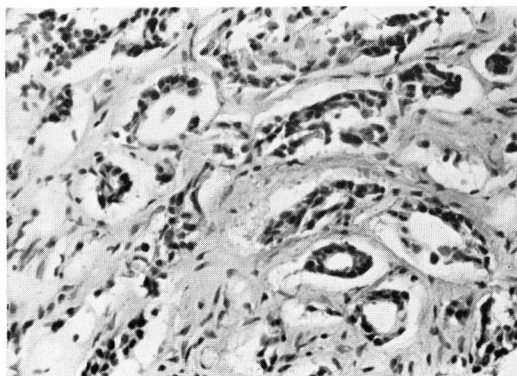


図29-c 前立腺の組織像 (×200)

症例 T.T., 68才.

広範囲 抗生剤

◇グラム陽性菌および陰性菌に対してすぐれた抗菌力を示す

◇酸に対して安定で、高い血中濃度が得られる

〔包装〕

カプセル 10・50・100〔1カプセル中250mg(力価)含有〕

ドライシロップ 100g〔1g中50mg(力価)含有〕

注射液 1瓶〔250mg(力価)〕

ペントレックス PENTREX

(アミノベンジルペニシリン)

健保適用



萬有製薬株式会社

東京都中央区日本橋本町2～7