

経腹的超音波断層法による前立腺容量の術前推定法について

都立広尾病院泌尿器科 (医長: 丸山邦夫)

内藤 善文・宮本 憲治・丸山 邦夫

PREOPERATIVE VOLUMETRY OF THE PROSTATE
BY TRANSABDOMINAL ULTRASONOGRAPHY

Yoshifumi NAITO, Kenji MIYAMOTO and Kunio MARUYAMA

*From the Department of Urology, Tokyo Metropolitan Hiroo General Hospital
(Chief: Dr. K. Maruyama)*

The transabdominal ultrasonography using a sector scanner, was useful to estimate the morphology of the prostate and to easily measure its width, depth and height, and the inferential volume of the prostate could be calculated preoperatively by the ellipsoid method.

In the cases of good transurethral resection of prostate, the correlation ($p < 0.001$) between the estimated and actual volumes, $Y = 0.806X - 0.924$ ($r = 0.958$), and that between the estimated volumes and the actual weights, $Y = 0.973X - 2.175$ ($r = 0.981$), were significant.

Key words: Transabdominal ultrasonography, Prostate, Volumetry, Ellipsoid

緒 言

前立腺肥大症の手術前に超音波断層法を用いて前立腺重量を推定することは、手術方法(特にTUR-P)の適応の決定において、またTUR-P切除量の推定においても有力な術前画像診断法である。前立腺の描出法としては経直腸的超音波断層法が一般化しているが、Henneberry¹⁾の経腹的超音波断層法による前立腺容量推定法は比較的良好な成績が得られており、その後諸家²⁻⁵⁾の報告でその有用性が確かめられている。われわれは被検者の苦痛もなく、簡便である経腹的メカニカルセクタ走査法による超音波断層像から、手術前に前立腺容量を推定し、TUR-P切除片の重量と容量との比較検討を行ない、若干の知験を得たので報告する。

対象および方法

症例は1985年10月より1986年8月までの10ヵ月間に術前超音波診断法を施行した患者のうち、TUR-Pを施行した30例を対象とした。年齢は58歳~83歳(平均 71.7 ± 7.6 歳)で、受診時の状況は、尿閉症例が14例、他の16例中5例は残尿100 ml以上あり、残尿50 ml以下の症例は7例であった。

使用した装置は Real Time Ultrasound Scanner; Type 1849 (Brüel & Kjær) で、探触子は周波数3および5 MHzのDual-Head Sector Transducer; Type 8529の3 MHzをおもに使用した。重量は550 gと比較的軽量で、最適描写深度 focal range 40~110 mm, 距離分解能 axial resolution 1.0 mm, 視野角 sector angle 115度の広角の画像が得られ、Documentation Unit; Type 1852を介して、Polaroid Film; Type 667に記録した。

検査方法としては、膀胱に尿が貯留した状態で被検者を外来診察台上に仰臥位とし、探触子を恥骨上部にあて、各方向より膀胱・前立腺・精囊腺を描出し、形態学的観察をした後に前立腺の断面像について検討した。

前立腺計測はfreezeした画像上でcaliperを使用して、横断面像より前立腺内腺横径すなわち左右径(a)を、また縦断面像より前後径(b)と上下径(c)を計測し、前立腺を橢円体 ellipsoidと仮定して⁶⁾、橢円体体積の公式($\pi/6abc$)により前立腺容量を推定した。

画像を比較する目的で同装置にて、4 MHzのRectal Transducer; Type 8531 focal range 30~70 mm, axial resolution 0.8 mmを用いて、側臥位

法により経直腸の走査法も数例に施行した。

TUR-P 切除片は TUR 滲流液にて凝血塊などを洗浄除去した後に水分をガーゼで吸い取り、Electronic Reading Balance ; Type ED-200, capacity 200 g, readability 10 mg (微量計量計) により重量 (g) を測定した後, 100 ml メスシリンダー (1 ml 目盛) に TUR 滲流液 40 ml をあらかじめいれておいて, これに切除片を沈ませて容量 (ml) を測定した。

以上より前立腺推定容量, 切除重量および切除容量の各値について検討した。さらに重量測定時の水分除去法によっては, かなりの重量の差のあることが想定され, ガーゼによる水分除去法についても検討した。

なお平均値は $\text{mean} \pm \text{S.E.}$ で示し, Student's *t*-test にて統計処理し, 相関係数・回帰方程式を算出した。

結 果

a) 前立腺超音波診断法について

経腹的超音波断層法による膀胱容量と膀胱および前立腺の描出性について, 尿閉によるカテーテル留置症例において検討してみたが, 膀胱は 20~30 ml ぐらいより, 前立腺は 30~50 ml ぐらいより描出されはじめ, 少なくとも 100 ml 以上の膀胱容量で前立腺は十分観察され得た。

手術前の前立腺断面像を Fig. 1~3 に示す。4 MHz の経直腸の前立腺横断面像 (Fig. 1) と 3 MHz の経腹の前立腺横断面像 (Fig. 2) とを比較してみると, 後者では異なる組織を通過する際の超音波の屈折作用 (乱反射) および分解能の点で画質上やや劣り, 診断上少し経験を要するも, 前立腺の形態学的観察は比較的良好に行ない得た。

前立腺横断面像 (Fig. 1, 2): 前立腺は円形に近い半月形を示し, 左右対象で, 輪郭は明瞭で不整はな

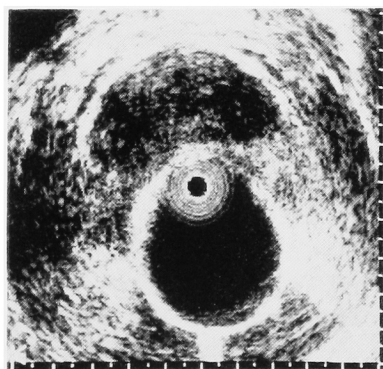


Fig. 1. Preoperative transrectal ultrasonography (4MHz).

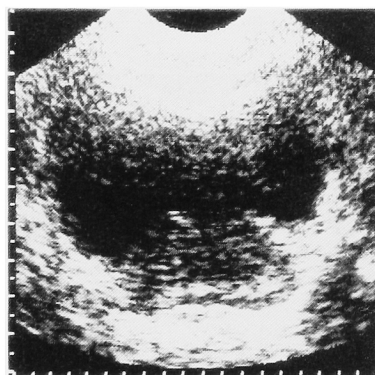


Fig. 2. Preoperative transabdominal ultrasonography (3MHz): transverse image.

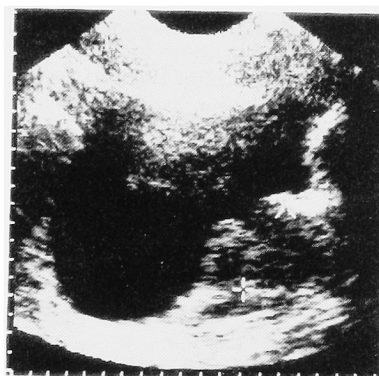


Fig. 3. Preoperative transabdominal ultrasonography (3MHz): longitudinal image.

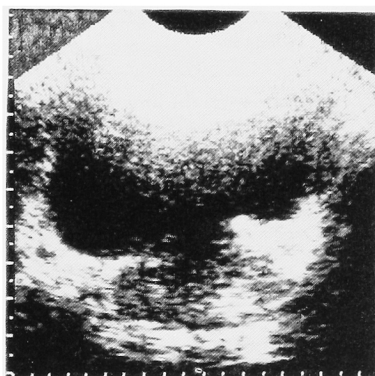


Fig. 4. Postoperative transabdominal ultrasonography (3MHz): transverse image.

く, 内部エコーも均一である。また内腺は外腺より淡く描出されて境界も明瞭であり, 内腺のみの観察も容易であった。

前立腺縦断面像 (Fig. 3): 楕円形に近く, 中等度に膀胱に突出せる前立腺が恥骨に邪魔されることなく描出された。この症例では前立腺内腺の左右径は 3.5

cm, 前後径は 2.0 cm, 上下径は 3.1 cm であり, 前

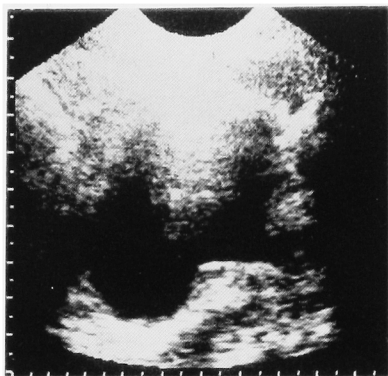


Fig. 5. Postoperative transabdominal ultrasonography (3MHz): longitudinal image.

Table 1. Specimen weight and volume measured by the routine methods: difference of weight and volume (g-ml); ratio of weight and volume (g/ml).

	Weight (g)	Volume (ml)	g-ml	g/ml
1	7.7	6.6	1.7	1.283
2	8.3	7.0	1.3	1.186
3	6.5	6.0	0.5	1.083
4	18.4	15.0	3.4	1.227
5	14.7	13.0	1.7	1.131
6	14.2	10.0	4.2	1.420
7	15.7	12.0	3.7	1.308
8	7.6	5.5	2.1	1.382
Mean	11.64*	9.39*	2.33	1.253

* $p < 0.01$

Table 2. Specimen weight and volume measured by the routine methods and actual weight (A.W.) by the hand-rolling method: ratio of weight and volume (A.W./ml).

	Specimen Weight	A.W.	Volume (ml)	A.W./ml
1	13.2	12.0	12.0	1.000
2	12.9	11.3	11.0	1.027
3	13.7	11.6	12.0	0.967
4	8.7	7.8	7.5	1.040
5	8.4	7.1	7.5	0.947
6	3.0	2.0	2.0	1.000
7	14.7	13.2	13.5	0.978
8	9.9	9.4	9.2	1.022
9	24.4	23.6	23.5	1.004
10	10.9	9.8	9.5	1.032
Mean	11.98*	10.78*	10.77*	1.0015

*₁: *₂ $P < 0.001$

*₁: *₃ $P < 0.001$

*₂: *₃ $P = 0.05$

A.W.: Actual Weight of specimen

立腺容量は 11.36 cm³ と推定された。

TUR 終了時の断面像を Fig. 4, 5 に示す。後壁および左側壁に一部腺腫は残ってはいるが、全周にわたり十分切除されていることがよくわかる。切除重量は 8.22 g で、切除容量は 3.2 ml であった。

b) 重量測定時の水分除去方法について

切除切片は微量計量計によって重量測定をしていても、切片に付着せる水分についてはさほど注意を注ぐことはなく、測定者によっては水分除去の方法がまちまちであり、Table 1 に示したように微量計量計によって測定した切除重量と 1 ml 目盛りのメスシリンダーで測定した容量との間には 0.5~4.2 (平均 2.33), また g/ml では 1.083~1.420 (平均 1.253) とかなりの差を生じており、後者の g/ml は、前立腺比重 1.050~1.060 (平均 1.057)⁶⁾あるいは about 1.05 g/cc³⁾ とかなりかけはなれており、また切除重量の平均は 11.64±1.52 g で、切除容量の平均は 9.39±1.20 ml であり、両者の間には有意差 ($p < 0.01$) が確認され、TUR 切片においては水分除去方法について検討を要すると考えられた。

そこでそれまでの各測定者による方法で重量測定した後、再び数枚のガーゼの上に切片をあまり重らぬようにおき、ガーゼでさらに覆って、それを丸めて、鰭を握る程度の中程度の力で水分を除去して切除重量を測定し (hand-rolling method), 前者を絞り (-), 後者を絞り (+) として、10 例について同時に測定した結果を比較検討してみた (Table 2)。

切除重量と容量との差は、Table 1 では 8 例中 4 例に 2.0 以上の差が生じていたが、絞りの概念が導入されてからは測定者によるばらつきが少なくなり、Table 2 の検討では絞り (-) の場合でも 2.0 以上の差を生じた症例はなくなった。そして絞り (-) の切除重量と容量との間には、0.7~1.9 (平均 1.21) と差は縮まったが依然として有意差 ($p < 0.001$) があり、g/ml では 1.038~1.500 (平均 1.154) であった。

絞り (+) の切除重量と容量との間には、力強く握ってしまった場合もあったようだが、その差は -0.4~0.3 (平均 0.01) と小さくなり、有意差は認められなくなった ($p = 0.05$)。g/ml では 0.947~1.040 (平均 1.0015) となった。

そして両測定法での差異について、切除重量と切除容量との相関性を検討してみた。絞り (-) では (Fig. 6), $Y = 0.9253X - 0.8230$ ($r = 0.9785$), 絞り (+) では (Fig. 7), $Y = 0.9859X + 0.0819$ ($r = 0.9981$) といずれも有意 ($p < 0.001$) の相関を示したが、相関係数について比較してみると、両者の間には有意 ($p < 0.001$)

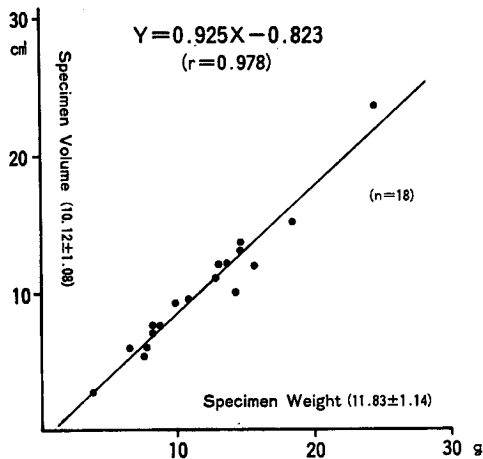


Fig. 6. Correlation between specimen weight and volume measured by the routine methods.

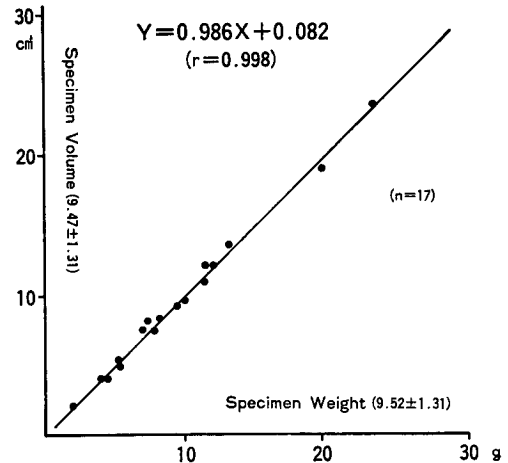


Fig. 7. Correlation between actual weight and volume measured with the hand-rolling methods.

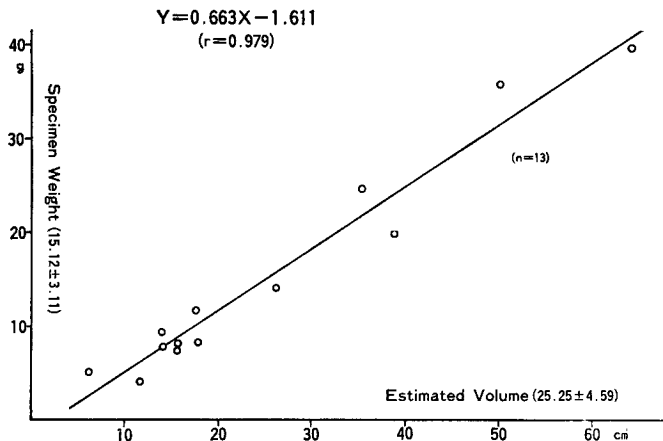


Fig. 8. Correlation between estimated volume and specimen weight on the cases with residual tissue postoperatively.

の差が認められた。

切除重量測定法について検定した結果、水分除去法を一定の基準に従って施行することにより、TUR 切除切片の重量と容量とは、ほぼ等しいと考えてよい事実が再確認された。そして絞り(+)と絞り(-)のいずれにおいても良好な相関関係が認められたが、水分除去法を一定の基準で施行した場合では、データの分散は小さくなり、相関の信頼度は高くなることが確認された。

c) 経腹的超音波断層法による前立腺推定容量と切除重量および切除容量について

全例では平均推定容量 $19.27 \pm 2.62 \text{ cm}^3$ 、平均切除重量 $13.43 \pm 1.96 \text{ g}$ で、 $Y = 0.7028X - 0.1173$ ($r = 0.9384$) となり、有意の相関 ($p < 0.001$) であった。

手術後の超音波断層法により残存腺腫の存在する症例と残存腺腫のほとんどない症例とを別々に検討してみると、前者 (Fig. 8) でも相関係数 $r = 0.9793$ と有意の相関 ($p < 0.001$) を得た。

残存腺腫のほとんどない症例 (Fig. 9) では相関係数・回帰係数ともほぼ 1 に近く、推定容量と切除重量とは有意の相関 ($p < 0.001$) を示した。good TUR-P といっても一部には腺腫は残存することが多く、回帰定数項は -2.175 であり、また推定容量と切除重量の差の平均は 2.57 で臨床的にはほとんど問題にならない程度であった。

そして残存腺腫のほとんどない症例のうち、絞りの概念で測定した症例 (Fig. 10) では双方の係数ともさらに良くなる結果を得た。

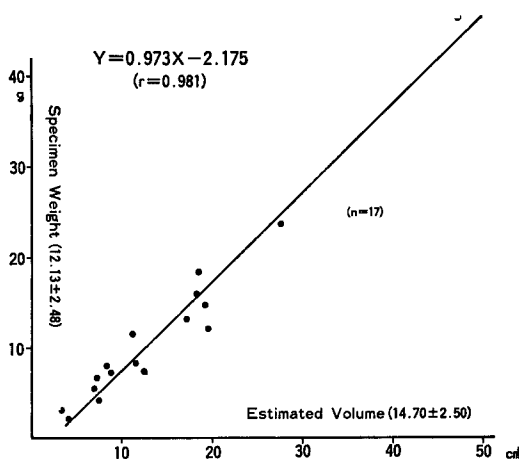


Fig. 9. Correlation between estimated volume and specimen weight on the cases of good TUR-P.

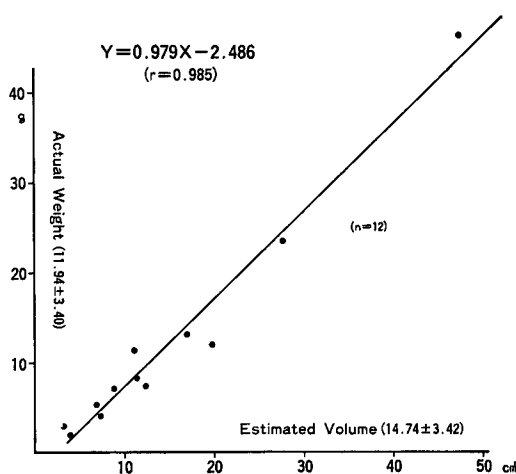


Fig. 10. Correlation between estimated volume and actual weight measured by the hand-rolling methods on the cases of good TUR-P.

同様に推定容量と切除容量とを比較検討してみると、全例では $Y = 0.5244X + 1.5219$ ($r = 0.8204$) と有意の相関 ($p < 0.001$) であり、残存腺腫のない症例では $Y = 0.8057X - 0.9241$ ($r = 0.9582$) と有意の相関を示して、さらに絞りの概念を導入した症例では $Y = 0.8356X - 1.0796$ ($r = 0.9611$) と有意の相関 ($p < 0.001$) を示したが、いずれの場合も切除重量との比較の際より相関性は劣っていた。これは容量測定法がメスシリンダー (1 ml 目盛) による比較的誤差の多い方法によるためと思われる。

全例での推定容量と切除重量との相関係数 ($r = 0.9384$) と推定容量と切除容量との相関係数 ($r =$

0.8204) とを比較してみると両者の相関係数の間には有意差 ($p < 0.05$) が認められた。

考 察

超音波断層法による前立腺重量推定法は、渡辺ら⁶⁾の方法により良い成績が得られて以来、経直腸の走査法が一般化しており、前立腺疾患の診断においても有力な方法として確立されている。経腹の走査法は腹部臓器の画像診断としては有力な方法であるが、前立腺診断においては異なる組織を介するために、超音波の乱反射が多くなり、画質上は経直腸の走査法に比較してやや劣っている。しかし今回われわれの使用した sector scanner では、膀胱が充満した状態であれば、前立腺の横断画像・縦断画像とも比較的良好に描出され、左右径・前後径・上下径とも容易に計測可能であった。

また経腹の走査法では膀胱が充満していることが必要であるが、膀胱の描出されるのは膀胱容量が 20~30 ml より、前立腺の描出されるのは 30~50 ml より、そして少なくとも 100 ml 以上の膀胱容量で前立腺の画像診断は施行し得た。したがってわれわれの検討では、残尿量の多少については導尿しなくても、経腹の超音波断層法の画像描出度によりある程度推定されることが示唆され、外来診療上有用であると考えられる。

以上のごとく、経腹の超音波断層法によっても前立腺の形態学的観察は比較的良好に施行でき、前立腺の各径は容易に計測可能であり、われわれは ellipsoid 法により、手術前に前立腺容量の推定が可能であった。前立腺容量の経腹の推定法については sphere 法 ($4/3\pi r^3$)¹⁾ なども報告されているが、形態学的にみて ellipsoid 法がより正確である。

今回われわれは TUR 切除片の容量と重量を同時に測定した。切除片の重量測定の際、一定の基準で水分を除去することにより、容量との差が減少することが確認され、切除重量の測定時に生ずる人為的誤差を少なくする必要性が示唆された。しかしこの検討では重量は微量計量計により 0.01 g まで正確に測定されているが、容量は 1 ml 目盛りのメスシリンダーにより測定しているため、両者は近似的に等しいという概念が裏付けられたが、TUR 切除片についての比重を検討するまでには至らなかった。

残存腺腫のほとんどない症例においては推定容量と切除重量とは $Y = 0.9734X - 2.1752$ ($r = 0.9814$)、切除容量とは $Y = 0.8057X - 0.9241$ ($r = 0.9582$) と双方とも有意の相関 ($p < 0.001$) を示し、good TUR-P

といて良いことを裏付けている。そして残存腺腫のほとんどない症例のうち、絞りの概念で測定した症例 (Fig. 10) では相関係数と回帰係数ともさらに良くなる結果が得られ、切除重量の測定時に生ずる人為的誤差を少なくすることにより、Fig. 6, 7 に示したようにデータの分散は小さくなり、相関の信頼度は高くなることが確認された。

残存腺腫のある症例においても同様に相関係数は0.9793と有意の相関 ($p<0.001$) を示したが、回帰係数は0.6625とやや低い値であった。しかしこれらの症例は channelling を目的とした症例がほとんどであり、TUR 手技的にはある程度一定していて、60~70%切除が達せられていることを裏付けている。全例においては、推定容量と切除重量とは $Y=0.7028X-0.1173$ ($r=0.9384$)、推定容量と切除容量とは $Y=0.5244X+1.5219$ ($r=0.8204$) といずれも有意の相関 ($p<0.001$) であったが、これらの相関係数の間には有意差 ($p<0.05$) が認められた。すなわち推定値と実測値とを比較する際には、切除重量と切除容量とは同じレベルでは単純に比較できないことを物語っている。

Smith & Havelland²⁾ は ellipsoid 法と slice 法とを比較して、双方の推定値は $Y=1.03X-2.78$ ($r=0.988$) と相関したと述べており、さらに ellipsoid 法による推定容量と、TUR による weight loss (20%) を考慮して実測値を1.2倍した切除容量とは $Y=1.01X+0.15$ ($r=0.998$) とよく相関したと報告している。この方法に準じてわれわれの症例についても、残存腺腫のない症例での推定容量と切除容量とを再検討してみると、 $Y=0.8057X-0.9241$ であったものが、 $Y=0.9669X-1.1089$ と計算され、回帰係数が良くなり、TUR による weight loss を考慮する必要性も示唆された。

Roehrborn ら⁵⁾ は比重 (1.05 g/cc) そして weight loss (10%) を考慮して、ellipsoid 法の計算式を $1/2abc$ と単純化して重量を推定し、実測重量との間には $Y=0.92X-1.1$ ($r=0.975$) と良く相関したと報告している。この方法に準じてわれわれの症例についても、残存腺腫のない症例で再検討してみると、推定容量と切除重量とは $Y=0.9734X-2.1752$ であったものが、推定重量と切除重量となり、 $Y=1.0144X-2.4480$ と計算され、回帰係数はさらに良くなり、容量・重量のいずれの方法によっても良好な相関性が得られる結果となった。しかし weight loss は前者では20%、後者では10%とされており、今後の検討を要

するところである。

以上のごとく、経直腸の推定法に匹敵する前立腺の容量および重量が、経腹的走査法によっても推定できた。さらに、経腹的走査法は TUR-P 操作自体には何らの支障なく、術中モニターとして前立腺の切除状況が観察でき、残存腺腫の確認およびその切除が可能となり、また切除限界が容易に判定でき、過度の切除による穿孔の危険性は少なくなり、TUR-P はより安全に、かつ良好に施行し得るようになった。そして TUR-P の教育面においても、teaching scope のみでは判定しがたい面を、超音波画像診断にて補うことが可能となり、後輩への TUR-P の指導にも十分応用できた。

結 語

前立腺肥大症の手術前にセクタ走査式経腹的超音波断層法により、前立腺容量を推定した。この方法は患者に何らの苦痛もなく、容易に行なうことができ、術中モニターとしても応用できた。

術前の推定値と実測値とは高い相関性を認め、今後経腹的走査法の有用性がますます高まるであろう。

文 献

- 1) Henneberry M, Carter MF and Neiman HL: Estimation of prostatic size by suprapubic ultrasonography. J Urol 121: 615~616, 1979
- 2) Smith HJ and Havelland H: Preoperative and post-operative volumetry of the prostate by transabdominal ultrasonography. Br J Urol 54: 531~535, 1982
- 3) Abu-Yousef MM and Narayana AS: Transabdominal ultrasound in the evaluation of Prostate Size. J Clin Ultrasound 10: 275~278, 1982
- 4) 能登宏光・原田 忠・菅谷公男・木津典久・佐々木秀平・森田 隆・西沢 理・土田正義: セクタ電子走査法による経腹壁の前立腺診断の試み。日泌尿会誌 76: 700~705, 1985
- 5) Roehrborn CG, Chinn HKW, Fulgham PF, Simpkins KL and Peters PC: The role of transabdominal ultrasound in the preoperative evaluation of patients with benign prostatic hypertrophy. J Urol 135: 1190~1193, 1986
- 6) 渡辺 決・猪狩大陸・海法裕男・棚橋善克・原田一哉・齊藤雅人: 超音波断層法による前立腺計画。西日泌尿 37: 222~232, 1975
(1987年5月20日迅速掲載受付)