

Computed Tomography (CT) による 膀胱, 前立腺疾患の研究

大阪医科大学泌尿器科教室

小 野 秀 太

COMPUTED TOMOGRAPHIC STUDIES ON PROSTATE AND BLADDER DISEASES

Shuta Ono

From the Department of Urology, Osaka Medical School (Director: Prof. Sigeru Miyazaki)

The computed tomography(CT) has been performed in 6 cases of normal prostate, 4 cases of prostatitis, 6 cases of early stage of benign prostatic hyperplasia, 21 cases of late stage of benign prostatic hyperplasia, 27 cases of prostatic carcinoma, and the pneumo-CT scan with the gas-filled bladder has been performed in 10 cases of bladder carcinomas.

The CT gave an excellent visualization of form of the prostate and pelvic anatomic relationships.

A significant difference of EMI unit has been observed between benign prostatic hyperplasia (EMI unit: 14.6 ± 4.4) and prostatic carcinoma (EMI unit: 24.7 ± 4.4).

The volume of prostate has been estimated from the following formula as an ellipsoid, $\pi/6 A \times B \times C$

(A) maximum transverse diameter in the CT

(B) anteroposterior diameter in the CT

(C) length of the prostatic urethra in the urethrogram.

A highly significant correlation has been recognized between the postoperative weight of the prostatic in eighteen cases and the prostatic weight estimated from this method.

A new method of the pneumo-CT with the gas-filled bladder has been presented and evaluated.

Direct visualization of the extent of tumor adjacent soft tissue structure is possible.

It is considered that this method also has an advantage to be able to evaluate the effect of anti-cancer drug therapy.

は じ め に

前立腺の形態的な観察のために、最初に X 線を利用したのは Burkhardt (1910)¹⁾ であり、前立腺肥大症患者に対して気体膀胱造影をおこない、これによって膀胱内に突出した前立腺を観察し、Thumann (1949)²⁾ は逆行性尿道造影法により前立腺重量を推定した。また、高安ら (1953)³⁾ は気体を仙骨前腔に注入 (膀胱後部気体注入法) し、同時に膀胱内にも気体を注入して X 線撮影をおこない、膀胱壁および前立腺を描出した。杉浦ら (1971)⁴⁾ は前立腺実質内に直

接造影剤を注入することを試みている。しかし、いずれも煩雑であるために、現在では外尿道口より造影剤を注入し、前立腺部尿道の圧迫像の状態、長さ、膀胱頸部の陰影欠損の程度などより、前立腺の形態を推測する方法 (逆行性尿道造影法) だけが広く一般におこなわれているに過ぎない。

最近になって渡辺ら (1968)⁵⁾ は、超音波の振動子を直腸内に挿入することによって前立腺、膀胱を描出し (経直腸的超音波断層法)、前立腺の重量をも推定 (1974)⁶⁾ し、King (1973)⁷⁾、Miller ら (1973)⁸⁾ は経腹膜の超音波断層法によって、前立腺の形態の描出と

前立腺重量の推定をおこなった。

さらに近年、電子計算機の発達にともない、その医学的応用の1つとして電算機によるX線横断断層法(computed tomography, CT)が出現し、これを用いての Ambrose ら (1973)⁹⁾ による臨床成績の報告以来、頭蓋内病変の診断に関してその有用性が確立されている。このCTは通常のX線写真に比較してX線吸収係数の測定精度が高く、従来、ほとんど不可能であった各種軟部組織のX線吸収係数の差が鑑別可能となった。

今回、私はこのCTの特徴を利用して膀胱、前立腺疾患におけるCTの有用性について検討した。そのためにまず、膀胱、前立腺疾患に対するCTを用いての検査方法の検討をおこない、またCT像から前立腺の重量の推定を試みた。さらに前立腺肥大症、前立腺癌などのCT像の形態的な特徴とX線吸収係数(EMI値)の変化の有無についてしらべた。また、膀胱癌患者ならびに前立腺癌患者に対して、膀胱内および膀胱周囲、さらには前立腺周囲にも気体を注入してCTを施行した(気体注入CT法)。この方法により、注入された気体によって膀胱、前立腺が周囲軟部組織と分離されている状態を観察し、膀胱癌、前立腺癌の浸潤度診断に本法が有用であるか否かについても検討した。

研究 方 法

1. 検査対象

本研究の対象となった症例は、1977年1月から1979年12月までに本学泌尿器科で取り扱った患者で総数74例である。

症例の内容は、各種泌尿器科の検査により正常前立腺6例、前立腺炎4例、初期前立腺肥大症6例、進行した前立腺肥大症21例、前立腺癌27例、膀胱癌10例である。それぞれの病態の分類はTable 1, 2に示した。

2. 検査方法

a. CT撮影法

使用した装置はEMI社製全身用CT装置EMI, CT-5005/12で、140 Kvp, 28 mAのX線の条件で8スライスを一組として撮影し、IVC (Independent Viewing Centre) でX線フィルムに像を再現した。

実施方法は、患者を仰臥位とし、まず、恥骨結合上縁で1回撮影し、そのフィルムを参考にして前立腺と膀胱頸部を完全に被うように位置を設定し、8~16スライスの撮影をおこなった。同時に、前処置として膀胱頸部の形態的变化および精のう腺、前立腺と膀胱底部の境界を鮮明に描出させるために陰性造影剤(窒

Table 1. 前立腺癌27例の病型

No.	患者	年齢	stage	grade	組 織 型
1	S. O.	80	B	II	腺 癌
2	K. O.	71	C	IV	腺 癌
3	T. N.	75	B	II	腺 癌
4	T. H.	57	C	IV	腺 癌
5	H. F.	77	B	II	腺 癌
6	Y. M.	68	B	II	腺 癌
7	G. S.	65	C	IV	腺 癌
8	S. H.	71	C	II	腺 癌
9	H. N.	53	C	IV	腺 癌
10	G. S.	82	C	IV	腺 癌
11	S. N.	61	C	IV	腺 癌
12	T. N.	72	B	III	腺 癌
13	M. O.	59	C	IV	腺 癌
14	Z. K.	68	B	II	腺 癌
15	T. K.	63	C	III	腺 癌
16	K. N.	69	C	IV	腺 癌
17	Y. O.	69	C	III	腺 癌
18	Y. N.	63	C	II	腺 癌
19	S. S.	62	B	II	腺 癌
20	S. S.	80	B	II	腺 癌
21	K. H.	78	C	IV	腺 癌
22	M. K.	58	C	IV	腺 癌
23	S. M.	60	C	IV	腺 癌
24	K. S.	76	C	II	腺 癌
25	T. T.	70	B	II	腺 癌
26	K. M.	70	C	II	腺 癌
27	T. N.	73	B	II	腺 癌

stage は Whitmore, grade は Utz の分類による。

素、炭酸ガス、空気)または0.5%~1%のウログラフィン、または滅菌オリーブ油などを膀胱内注入をおこなった。

前立腺癌および膀胱癌の浸潤の範囲を知る目的で、検査30分前に患者の左右の恥骨稜より長針を用いて深部の膀胱周囲組織に気体を150 ml あて注入した。さらに、進行癌の症例に対しては、局所麻酔のもとに会陰部より長針を用いて、両側の前立腺周囲、前立腺底部と直腸前壁との間隙の3カ所に気体を20 ml あて注入し、膀胱底部に充分に侵入させるために腰部を挙上して、約30分間患者を腹臥位にしておいた。CT撮影直前に尿道にNo. 18 バルーンカテーテルを留置し、気体を膀胱内に充満させた。

Table 2. 膀胱癌10例の病型

No.	患 者	年 齢 性	clinical stage	grade	組 織 型	治 療
1	T. T.	75 女	A	I	移行上皮癌	T U R
2	N. U.	67 男	A	II	移行上皮癌	根 治 術
3	S. S.	71 男	B	II	移行上皮癌	根 治 術
4	M. Y.	67 男	A	IV	移行上皮癌	根 治 術
5	G. S.	65 男	B	IV	移行上皮癌	根 治 術
6	K. N.	35 男	C	II	移行上皮癌	根 治 術
7	T. I.	75 男	C	IV	移行上皮癌	剖 検
8	H. K.	78 男	C	IV	移行上皮癌	根 治 術
9	I. F.	67 女	C	IV	移行上皮癌	根 治 術
10	H. S.	62 女	C	IV	腺 癌	根 治 術

stage は Jewett and Marshall。
grade は Broders の分類による。

X線吸収係数 (EMI 値) の測定には, CT 像の 320 × 320 マトリックスから25素子 (5 × 5) の平均値を求め, 64 × 64 マトリックスを作成するとともに, 前立腺全体および局所 (ROI, Region of interest) の平均値を電子計算機により求めた。

CT 像を X 線フィルムに再生する条件として, ウィンドウ幅 200, ウィンドウ値 10 ~ 30 でおこなったが, 同時に肉眼的に最適の状態に細かく補正し, 軟部組織の微小の濃度差を表現するように調整した。

b. 前立腺重量測定法

前立腺の重量を推定する基礎的実験として, CT 像から最大横径 (A), 前後径 (B) の測定と, 通常おこなわれている尿道造影による前立腺部尿道の長さの計測値を前立腺の縦径 (C) とし, これらの3つの条件から前立腺の重量の推定を試みた。さらに前立腺摘除術をおこなった前立腺肥大症18例の結果とも比較した。

尿道造影法による前立腺部尿道の計測には, 膀胱頸部に突出した前立腺の端から精阜までの距離を X 線フィルム上で実測し, X 線撮影時の拡大に対する補正として 0.9 を掛けた値を用いた。以上のごとくして計測された前立腺の横径, 前後径, および縦径から, 前立腺をだ円体と仮定し, つぎのような換算式から容積を求めた。

$$V = \frac{\pi}{6} A \times B \times C = 0.52 A \times B \times C$$

V : 前立腺容積 (ml)

A : CT 像から得られた前立腺の最大横径 (cm)

B : CT 像から得られた前立腺の最大前後径 (cm)

C : 尿道造影像から得られた前立腺の縦径 (cm)

D : 尿道造影像から得られた前立腺の横径 (cm)

なお, 前立腺の比重を 1.0¹⁰⁾ と仮定した。さらに, 前立腺を球体と仮定した場合として, $V = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{A+B}{2} \right)^3$ または $V = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{C+D}{2} \right)^3$ から前立腺容積を求め, 前立腺重量を推定し, いずれの換算式が実際の前立腺重量を推定する上で最も有用であるかについても検討した。

結 果

1. CT における前立腺の形態 (Fig. 1)

恥骨結合上縁においてスライスされた前立腺の X 線吸収係数 (EMI 値) は周囲軟部組織よりも高いため, 両者を区別することができた。半月形を呈した前立腺の辺縁は平滑で, その前面は恥骨結合に接し, 両側面は内閉鎖筋 (M. obturatorius internus, MOI) に囲まれ, 多くの場合その最大横径は恥骨結合直下にみられた¹¹⁾。

b. 正常精のう腺の CT 像 (Fig. 2)

精のう腺は膀胱頸部附近に出現し, 正常精のう腺は左右対称で, その辺縁は平滑で膀胱頸部と精のう腺と

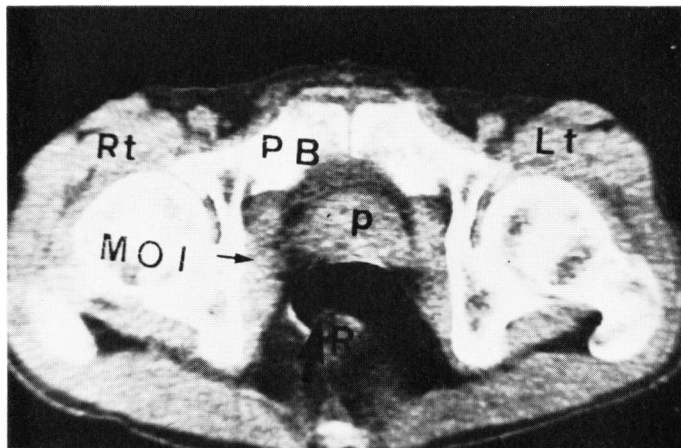


Fig. 1. 正常男性の前立腺 (P) の CT 像. 前立腺の両側は内閉鎖筋 (MOI) に囲まれた半月形を呈し, その前面は恥骨結合 (PB) に接している. 右 (Rt), 左 (Lt), 直腸 (R).



Fig. 3. 前立腺炎の CT 像. 前立腺 (P) は半月状を呈するが, 内閉鎖筋 (MOI) との境界が不鮮明なために前立腺の輪郭は判然としない.

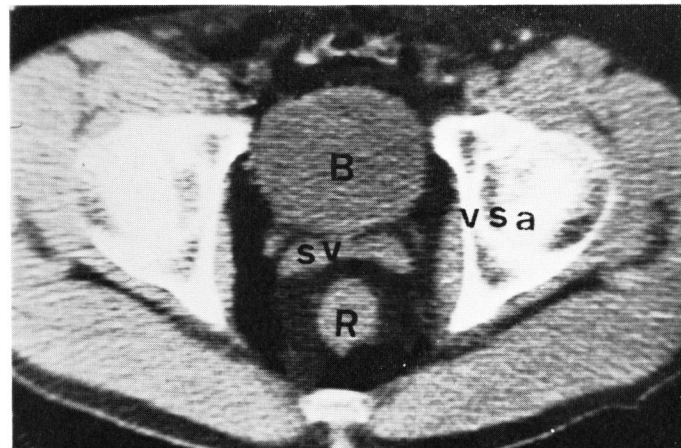


Fig. 2. 正常男性の膀胱, 精のう腺の CT 像. 滅菌オリーブ油で充満した膀胱 (B) の辺縁は平滑で, 精のう腺 (SV) は左右対称, 辺縁は平滑, 膀胱底部と精のう腺の境界である vesico seminal angle (vsa) も鮮明であった. 直腸 (R).



Fig. 4. 初期前立腺肥大症の CT 像. 前立腺 (P) は正常前立腺, 前立腺に類似した半月形を呈している. 肛門挙筋 (MLA).

の境界は鮮明であった。

c. 前立腺炎および初期前立腺肥大症のCT像
(Fig. 3, 4)

前立腺炎のCT像では、前立腺の輪郭は判然とせず、内閉鎖筋との境界も不鮮明であった (Table 3).

初期前立腺肥大症のCT像では、前立腺と内閉鎖筋

Table 3. 前立腺炎4例のCT像の形態的特徴

№	患者	年齢	CT像の形態	横径×前後径(cm)	内閉鎖筋との境界
1	S. W.	78	円形	4.6 × 3.8	不鮮明
2	S. H.	69	半月形	4.6 × 2.5	不鮮明
3	S. T.	44	円形	4.2 × 3.8	不鮮明
4	S. O.	37	橢円形	3.8 × 2.9	不鮮明

Table 4. 初期前立腺肥大症6例のCT像の形態的特徴

№	患者	年齢	CT像の形態	横径×前後径(cm)	内閉鎖筋との境界
1	H. M.	69	半月形	4.6 × 3.6	鮮明
2	K. T.	70	半月形	4.2 × 2.9	鮮明
3	S. K.	72	半月形	4.6 × 4.2	鮮明
4	W. N.	66	半月形	4.6 × 2.5	鮮明
5	N. T.	74	半月形	5.4 × 3.8	鮮明
6	M. N.	68	半月形	4.6 × 3.8	鮮明

Table 5. 前立腺肥大症18例のCT像の形態的特徴

№	患者	年齢	CT像の形態	横径×前後径(cm)	内閉鎖筋との境界
1	S. F.	64	円形半月形	4.9 × 3.1	不鮮明
2	M. T.	63	円形	4.7 × 3.9	鮮明
3	T. N.	61	円形半月形	4.3 × 3.5	不鮮明
4	Z. S.	72	円形半月形	6.6 × 4.8	鮮明
5	K. H.	71	円形半月形	6.1 × 5.3	鮮明
6	R. U.	77	円形	5.7 × 5.4	鮮明
7	T. O.	69	円形半月形	5.6 × 4.3	鮮明
8	K. N.	73	円形半月形	5.3 × 4.8	鮮明
9	N. U.	66	円形	4.5 × 4.1	不鮮明
10	H. I.	72	円形	4.8 × 4	鮮明
11	T. Y.	66	円形半月形	4.8 × 4	鮮明
12	H. N.	53	円形半月形	5.7 × 4.9	鮮明
13	G. O.	67	円形半月形	5.9 × 4.2	不鮮明
14	S. Y.	67	円形半月形	測定不能	不鮮明
15	R. M.	64	円形半月形	5.1 × 3.8	不鮮明
16	Y. Y.	77	円形半月形	6.1 × 4.3	鮮明
17	Y. Y.	72	円形半月形	5.7 × 4.8	鮮明
18	S. F.	61	円形半月形	4.3 × 4.0	不鮮明

との境界は鮮明で、形態的には正常前立腺に類似した半月形を示しているのが特徴的であった (Table 4).

d. 進行した前立腺肥大症の CT 像 (Table 5)

前立腺は総じて円形に近い半月形で、大きな腺腫は内閉鎖筋を外方へ圧排していた (Fig. 5). また、膀胱内に突出した腺腫の辺縁は鮮明、平滑で、精のう腺の形態および vesicoseminal angle (VSA) も鮮明であった (Fig. 6).

e. 前立腺癌の CT 像 (Table 6)

初期の前立腺癌と正常前立腺または初期前立腺肥大症とを CT 像で比較すると、形態的には両者の間に相違は認められなかった. stage C と思われる前立腺癌症例では、前立腺は総じて縦長のつり鐘形 (Fig. 7) が特徴的所見であって、また、膀胱頸部には癌による不整な突出が認められた (Fig. 8). stage D と思われる症例では CT 像において、前立腺底部の不整な突出と癌の内閉鎖筋への浸潤を思わせる所見が認められた

(Fig. 9)¹¹⁾.

2. CT における前立腺出現部位

正常前立腺 6 例についてみると、前立腺は恥骨結合上縁を中心に上下 2 cm の間に出現し、その最大横径は恥骨結合上縁より下方にむかって 0.5 cm の部位で最も多く見られた. 前立腺肥大症 13 例についてみると、前立腺は恥骨結合上縁を中心に上下 6.5 cm の間に出現し、最大横径は恥骨結合上縁を中心に 4 cm の間の部位で最も多く見られた.

3. 前立腺の EMI 値について (Table 7)

正常前立腺 6 例の 12 スライスの平均 EMI 値は 22.7 ± 1.4 で、前立腺肥大症 24 例の 101 スライスの平均 EMI 値は 14.6 ± 4.4 であり、前立腺癌 24 例の 42 スライスの平均 EMI 値は 24.7 ± 4.4 であった.

4. 前立腺の推定重量 (Table 8)

CT 像における最大横径と最大前後径と摘出重量との関係、さらには尿道造影像における縦径と摘出重量

Table 6. 前立腺癌 27 例の CT 像の形態的特徴

№	患者	年齢	CT 像の形態	横径 × 前後径 (cm)	内閉鎖筋との境界
1	S. O.	80	円形	4.4 × 3.2	不鮮明
2	K. O.	71	つり鐘形	4.2 × 4.2	不鮮明
3	T. N.	75	つり鐘形	4.6 × 4.2	不鮮明
4	T. H.	57	つり鐘形	4 × 3.2	不鮮明
5	H. F.	77	半月形	4.6 × 3	不鮮明
6	Y. M.	68	つり鐘形	4.6 × 3.8	鮮明
7	G. S.	65	つり鐘形	4.6 × 4	鮮明
8	S. H.	71	つり鐘形	4.2 × 4.2	鮮明
9	H. N.	53	つり鐘形	3.8 × 3.8	鮮明
10	G. S.	82	つり鐘形	2.9 × 3.4	鮮明
11	S. N.	61	つり鐘形	4.2 × 3.4	鮮明
12	M. O.	59	つり鐘形	3.8 × 2.9	不鮮明
13	T. N.	72	つり鐘形	4.2 × 4.2	鮮明
14	Z. K.	68	不明	不明	不明
15	S. K.	63	つり鐘形	4.6 × 3.4	不鮮明
16	K. N.	69	不明	不明	不明
17	O. O.	69	半月形	4.6 × 3.0	鮮明
18	Y. N.	63	つり鐘形	4.2 × 3.6	鮮明
19	S. H.	62	不明	不明	不明
20	S. S.	80	半月形	4.2 × 2.9	不鮮明
21	K. H.	78	不明	不明	不明
22	M. K.	58	つり鐘形	4 × 3.6	不鮮明
23	S. M.	60	つり鐘形	2.9 × 2.9	鮮明
24	K. S.	76	つり鐘形	2.9 × 2.9	鮮明
25	T. T.	70	半月形	4.2 × 2.9	不鮮明
26	K. M.	70	つり鐘形	3.4 × 2.9	不鮮明
27	T. M.	73	つり鐘形	4.6 × 4.2	不鮮明

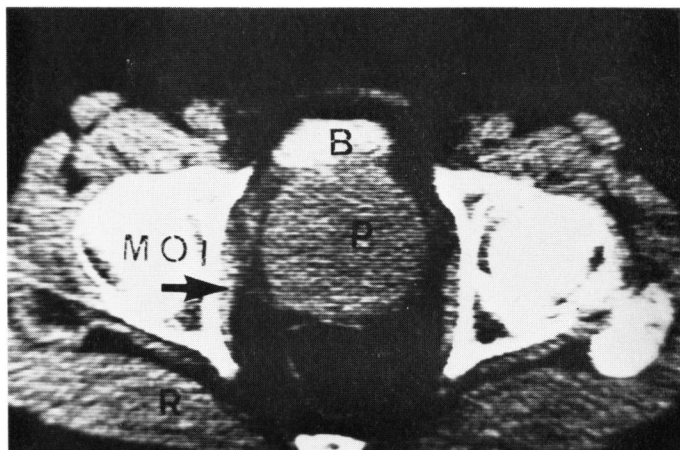


Fig. 5. 進行した前立腺肥大症 CT の像. 前立腺 (P) はこの症例のように総じて円形を呈し, 大きな腺腫のために内閉鎖筋 (矢印) は外方に圧排されている. 0.5%ウログラフィンにて充満された膀胱 (B).

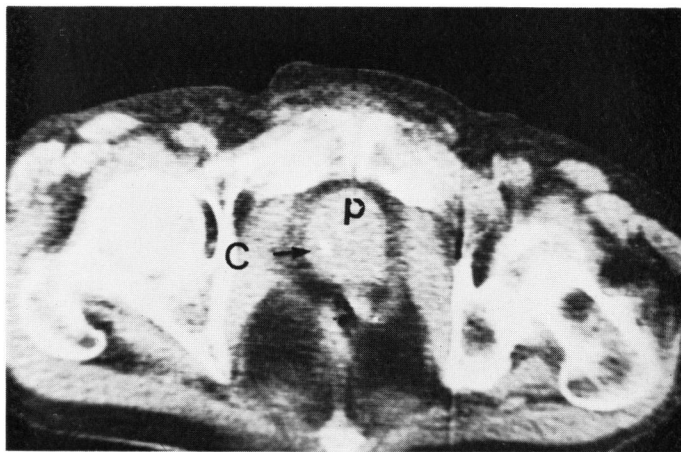


Fig. 7. 前立腺癌の CT 像. 前立腺は総じて縦長のつり鐘形が特徴的所見である. 前立腺 (P), 前立腺結石 (C).

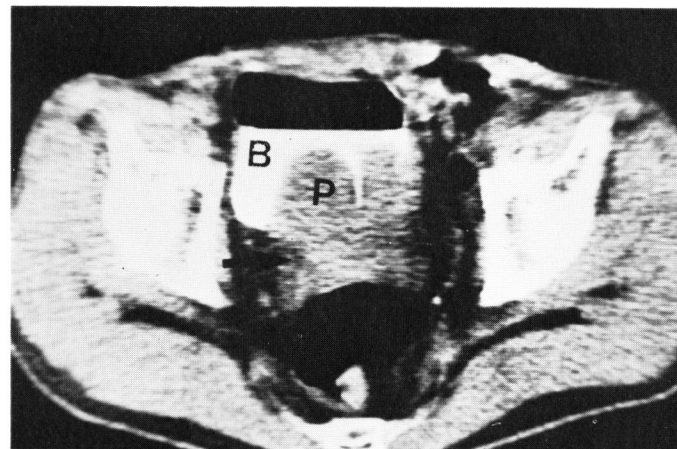


Fig. 6. 膀胱内突出型の前立腺肥大症の CT 像. 0.5% ウログラフィンが注入された膀胱 (B) 内に突出した前立腺 (P) の辺縁は鮮明, 平滑で精のう腺の形態, vesico-semlal angle (vs2) も鮮明である (矢印).



Fig. 8. 進行した前立腺癌の CT 像. 膀胱頸部には癌による不整な突出がみられる. 腫瘤 (T).

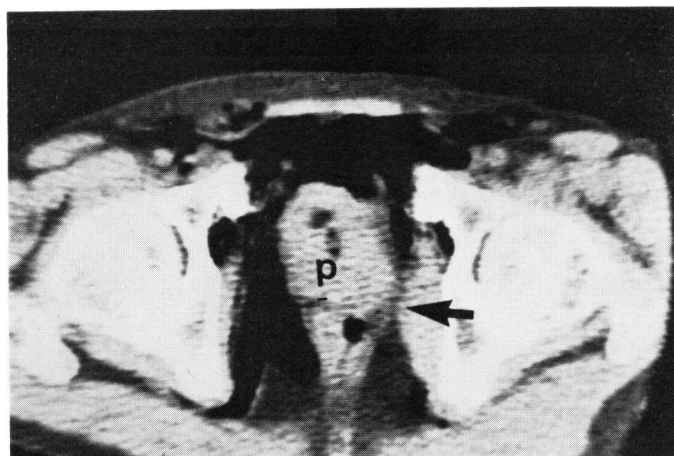
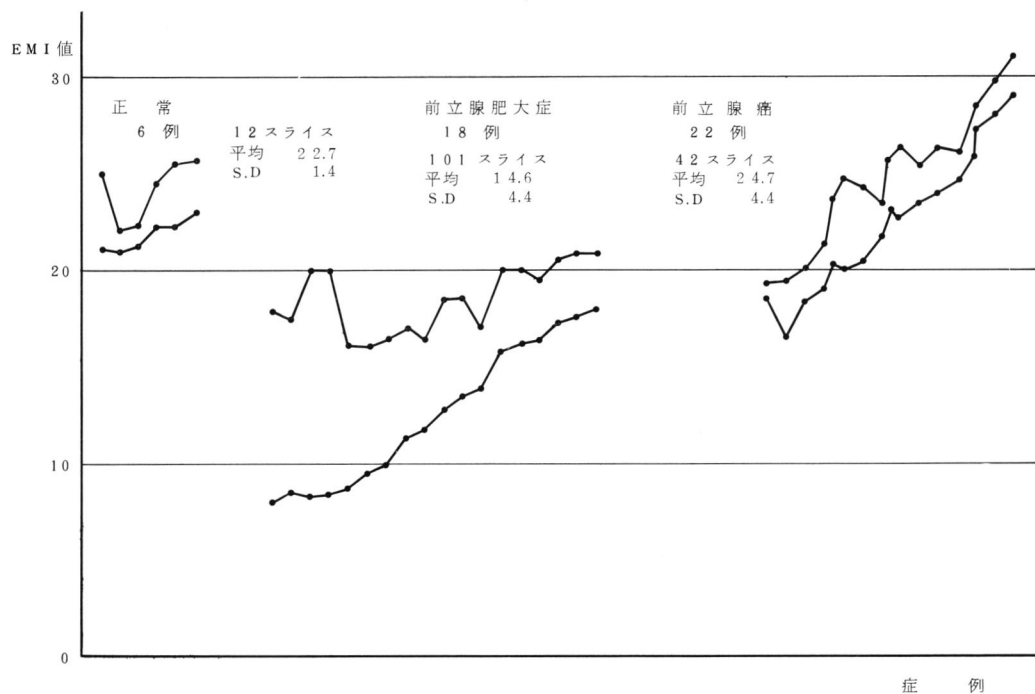


Fig. 9. 同症例の前立腺の CT 像, 前立腺 (P) の辺縁は不整でつり鐘形を呈し, 癌の前立腺周囲への浸潤がうたがわれる (矢印).

Table 7. 前立腺疾患の EMI 値の分布



との関係をみると (Fig. 10, 11, 12), 摘出前立腺重量とそれぞれの径との間には相関がみられ, だ円体として推定した重量と摘出前立腺重量との間にも相関がみられた (Fig. 13).

実際の摘出前立腺重量と各種の推定前立腺重量値との差が 10 g 以内であった症例は 1) $\frac{\pi}{6} A \times B \times C$ で計算した場合には 89%, 2) $\frac{4}{3} \pi \left(\frac{A+B}{2} \right)^3$ で計算した場合に 66%, 3) $\frac{4}{3} \pi \left(\frac{C+D}{2} \right)^3$ では 27% であり, ま

た, その誤差が 5 g 以内であった症例は, 1) では 66%, 2) では 33%, 3) では 11% であって, いずれの場合においても $\frac{\pi}{6} A \times B \times C$ による推定法が摘出重量に最も近似した値を示した.

5. 前立腺癌に対する抗男性ホルモン療法の効果判定

症例は 70 歳男性で排尿障害を主訴として来院, 直腸診では石様硬で, 生検による病理組織診断では腺癌の grade III であった. stage C と診断し, 除勢術と抗男性ホルモンの投与をおこなった. Fig. 14 は治療前

Table 8. CT, 尿道造影法による前立腺径の計測値および推定重量算出法と摘出重量との比較

No	患者	CT 横径 (A) cm	CT 前後径 (B) cm	尿道造影 縦径 (C) cm	尿道造影 横径 (D) cm	$\frac{\pi}{6} A \times B \times C$ cm ³	$\frac{4}{3} \pi \left(\frac{C+D}{2} \right)^3$ cm ³	$\frac{4}{3} \pi \left(\frac{A+B}{2} \right)^3$ cm ³	摘出重量 gr
1	S. F	4.9	3.1	4.6	4.7	36.3	52.	33.4	36.5
2	M. F	4.7	3.9	4.5	6.2	43	80	41.5	51
3	T. N	4.3	3.5	5.5	5.2	43	80	31	56
4	Z. S	6.6	4.8	5.4	6.2	89	102	97	90
5	K. H	6.1	5.3	4	5.5	67.2	58	97	65
6	R. U	5.7	5.4	4.2	5.4	67.2	58	89	84
7	T. O	6	4.8	4.5	7	67	99	63	72
8	K. N	5.3	4.8	4.8	6	63.5	82	67	53
9	N. U	4.5	4.1	4.5	4.2	43	43	41.5	22
10	H. I	4.8	4	4.2	5.4	42	58	44.5	45
11	T. Y	4.8	4	4	4.7	40	43	44.5	34
12	H. N	5.7	4.9	5.5	5.3	79	82	78	77
13	T. N	5.3	2.6	2.5	3.5	18	14	32	20
14	R. M	4.4	4	4.2	6	38	69.3	46	34
15	Y. Y	6.1	4.3	4.2	5.4	57.3	58	73.5	56
16	Y. Y	5.7	4.8	5.4	5.6	77	86.4	76	74
17	S. S	3	2.2	4.2	3.7	14.4	32	9	14.7
18	S. F	4.3	4	4	4.8	33	44	39	36

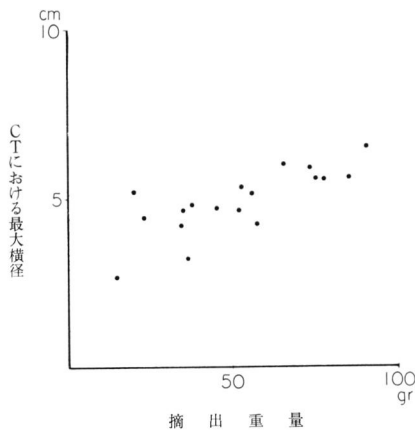


Fig. 10. CTにおける最大横径と摘出重量との比較

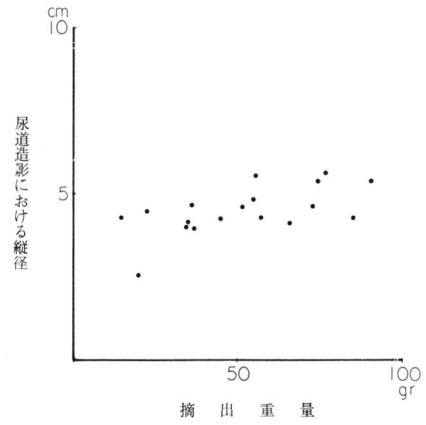


Fig. 12. 尿道造影における縦径と摘出重量との比較

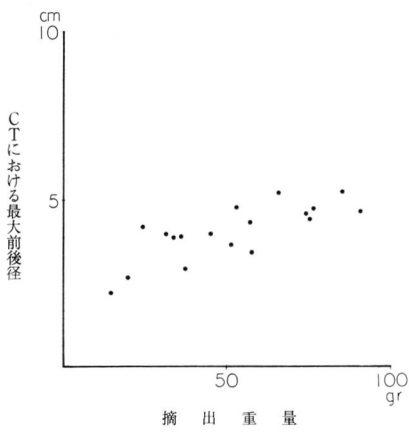


Fig. 11. CTにおける最大前後径と摘出重量との比較

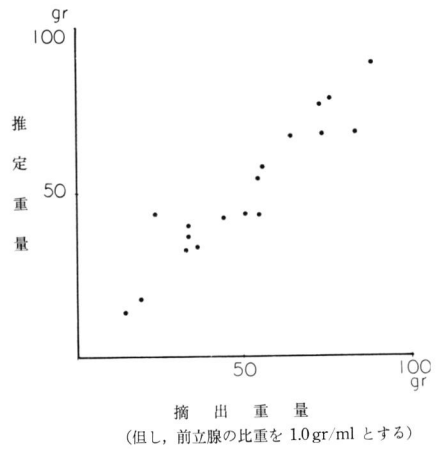


Fig. 13. $\frac{\pi}{6} A \times B \times C$ による推定重量と摘出重量との比較
(但し、前立腺の比重を 1.0 gr/ml とする)

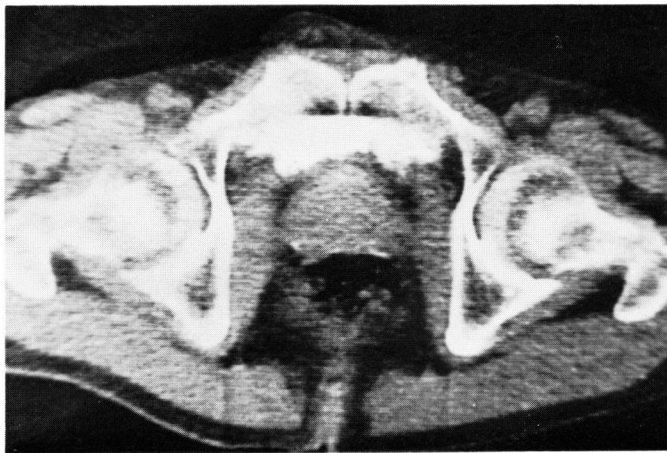


Fig. 14. Stage C の前立腺癌 (腺癌, grade III) の治療前の CT 像.

の CT 像, Fig. 15 は抗男性ホルモン療法 1 カ月後の CT 像である. 本症例について, 前述の CT 像からの前立腺重量推定を前立腺癌に対するホルモン療法の効果判定に応用すると, 治療前の推定重量は 23 g, 治療後は 18 g で 5 g の縮少を認めた. 臨床的にも排尿障害は治療後改善され, 触診上でも前立腺は明らかに小さくなっていた¹²⁾.

6. 気体注入 CT 像による膀胱癌の stage 診断

気体注入 CT を施行した膀胱癌 10 例のうち, 骨盤動脈造影を併用した 6 例について検討した (Table 9). 骨盤動脈造影では 1 例が over diagnosis, 1 例が under diagnosis であった. 一方, CT では 2 例の不明例をのぞいて, 術前に stage 診断が可能であった. 不明例 2 例のうち No. 5 の症例は, 目的の部位をスキャンできなかったいわゆる 技術的な失敗例であった. 一方, No. 10 の症例は, 腫瘍が膀胱腹膜反転部に発生したもので, X 線ビームと, 目的の腫瘍とは接線方向あることから, 腫瘍と周囲組織 (腸) とが重なってスキャンされ, そのために腫瘍と周囲組織との関係を知ることができなかった.

骨盤動脈造影法では, 膀胱のいずれの部位に発生した腫瘍でも, 血管の進度分類により stage を推定できる利点がある. これに対して, CT では膀胱側壁, 底

部, 頂部に発生した腫瘍をスキャンによって判読することは可能であるが, 膀胱腹膜反転部に発生した腫瘍では困難なように思われた.

症 例

1. 正常例の気体注入 CT 像

症例 1 は 40 歳男性で, Fig. 16 は同症例の正常膀胱, 精のう腺の CT 像である. 滅菌オリーブ油で充満された膀胱は左右対称的に伸展し, 膀胱の辺縁は整で, vesico-seminal angle も鮮明に描写されている. また, 左右の膀胱周囲組織および膀胱底部と精のう腺の間隙にはあらかじめ注入された気体の侵入が認められる.

症例 2 は 51 歳男性の正常膀胱, 精のう腺, 前立腺の CT 像である (Fig. 17). 左右の前立腺周囲組織および前立腺底部と直腸前壁の間隙にはあらかじめ注入された気体の侵入が認められ, 膀胱壁も均等の厚さで伸展している. 同症例の腹臥位の CT 像 (Fig. 18) では, 膀胱底部には検査中に貯留した尿のために, 精のう腺と膀胱底部との境界が不鮮明となっている. そのため, 膀胱底部に発生した腫瘍の形態を観察することができなかった症例があった. また, 症例 2 の前立腺の CT 像 (Fig. 19) では, いずれの体位においても前立

Table 9. 膀胱癌 6 例の気体注入 CT 像と骨盤動脈造影の stage 診断における比較 (表 2 参照)

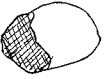
症 例	年 齢 性	骨 盤 動 脈 造 影	気 体 注 入 CT	骨 盤 動 脈 造 影 による stage	CT による stage	最 終 stage
5 G. S	65 男		不 明	A	不 明	C
6 K. N	35 男			C	A	A
7 T. I	75 男			C	C	C
8 H. K	78 男			C	C	C
9 I. F	67 女			C	C	C
10 H. S	62 女			C	不 明	C



Fig. 15. 同症例の抗男性ホルモン療法1ヵ月後の同部位でのCT像。治療前と比較して前立腺横径は約1cm, 重量推定法(著者)にて5gの縮少を認めた。

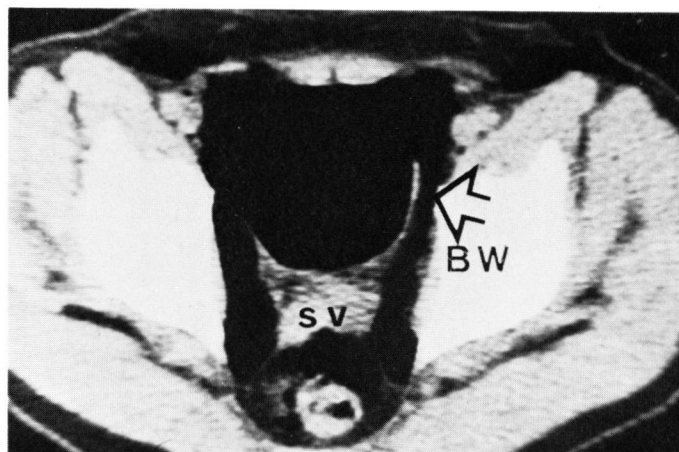


Fig. 17. 症例2, 50歳男性, 正常膀胱, 精のう腺の腹臥位気体注入のCT像。矢印の如く左右の膀胱周囲および精のう腺(SV)と直腸前壁との間隙に気体の侵入がみられ, 気体で充満された膀胱壁(BW)には規則的な伸展が認められる。

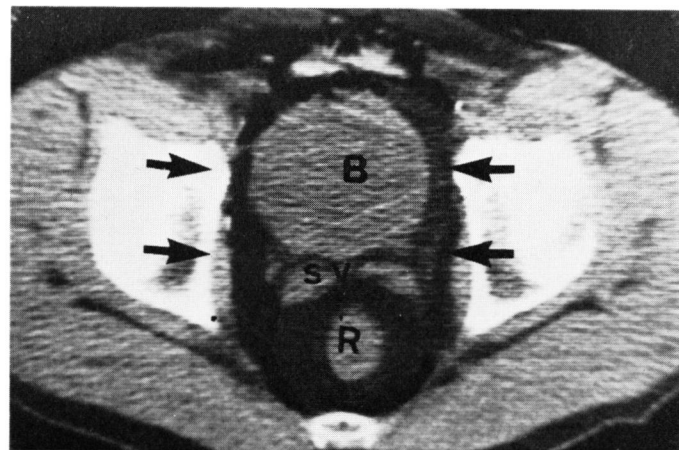


Fig. 16. 症例1, 40歳男性, 正常膀胱, 精のう腺の仰臥位気体注入CT像。矢印のごとく気体は左右の膀胱周囲および精のう腺と膀胱底部との間隙に侵入している。膀胱(B)内は滅菌オリーブ油にて充満させた。精のう腺(SV), 直腸(R)。

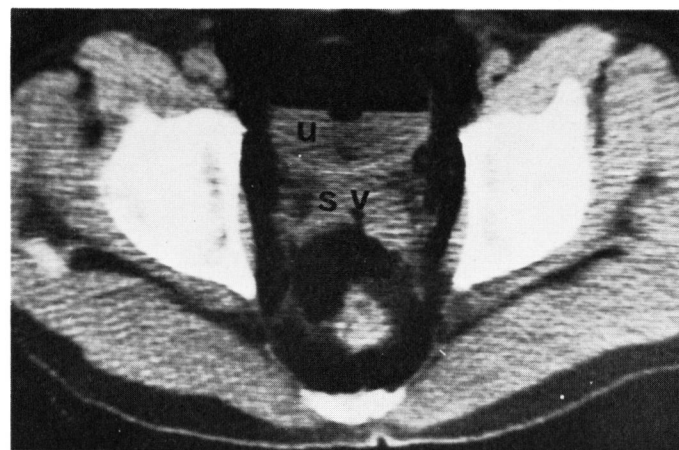


Fig. 18. 同症例の同部位での仰臥位気体注入CT像。検査中に貯留した尿(U)のため, 膀胱底部と精のう腺の境界が不鮮明である。精のう腺(SV)。

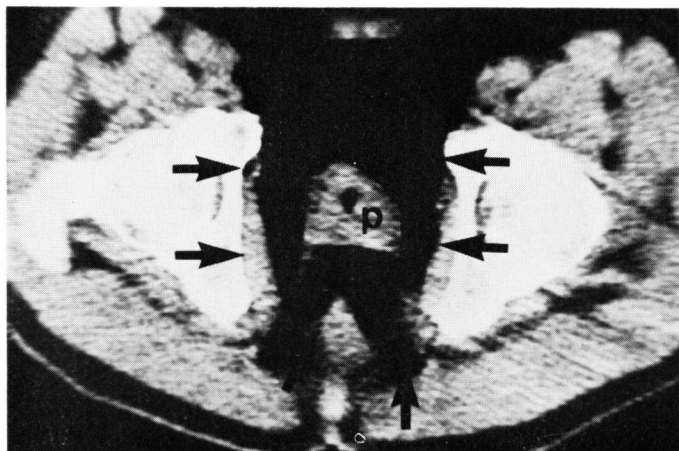


Fig. 19. 同症例の前立腺 (P) の腹臥位気体注入 CT 像. 前立腺周囲に気体の侵入を認める (矢印).

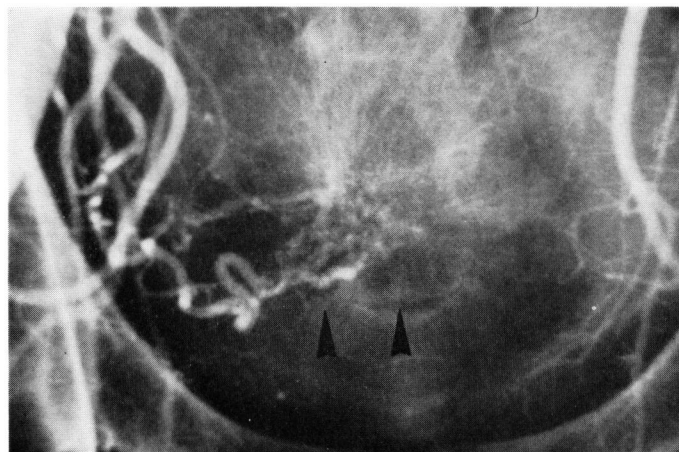


Fig. 21 a. 症例 4. 35歳男性の膀胱腫瘍の骨盤動脈造影.

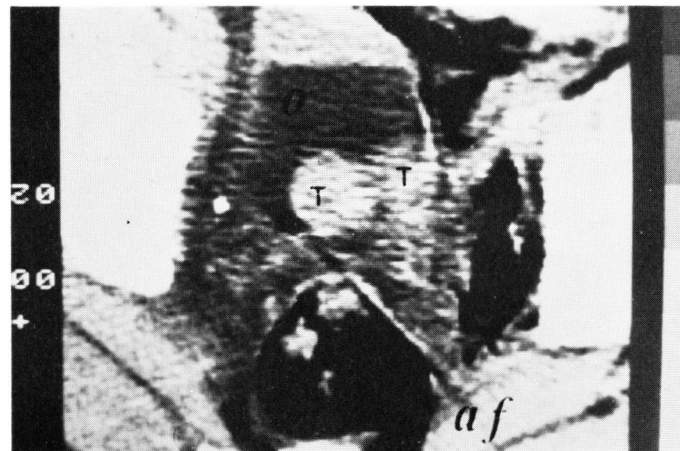


Fig. 20. 症例 3. 71歳男性. 膀胱腫瘍 (移行上皮癌, grade II, stage A) の腹臥位気体注入 CT 像. 膀胱底部には2個の腫瘍 (T) を認める. 腸ガスと腸蠕動のために artifact (af) を認める. 膀胱に注入されたオリーブ油 (O).

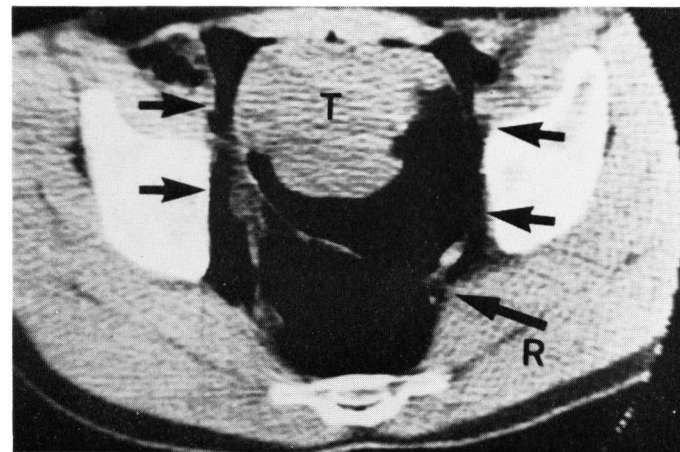


Fig. 21 b. 同症例の腹臥位気体注入 CT 像. 膀胱内には巨大な腫瘍 (T) を認めるが, 気体は膀胱周囲に十分に侵入している (矢印).

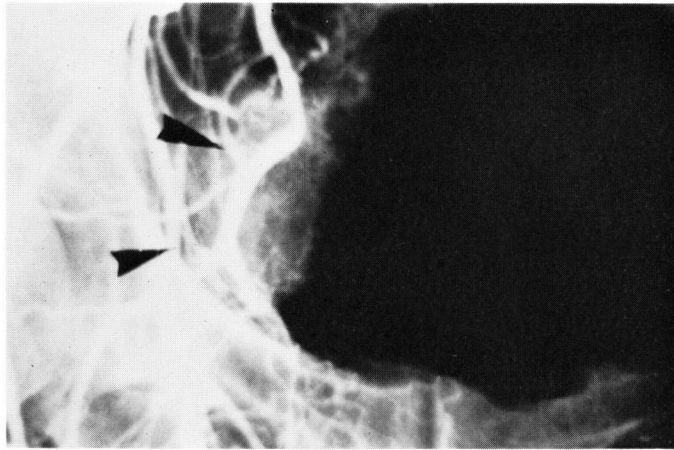


Fig. 22 a. 症例 5. 75歳男性. 膀胱腫瘍の骨盤動脈造影. 矢印の如く膀胱壁外での異常血管の増生が認められる.

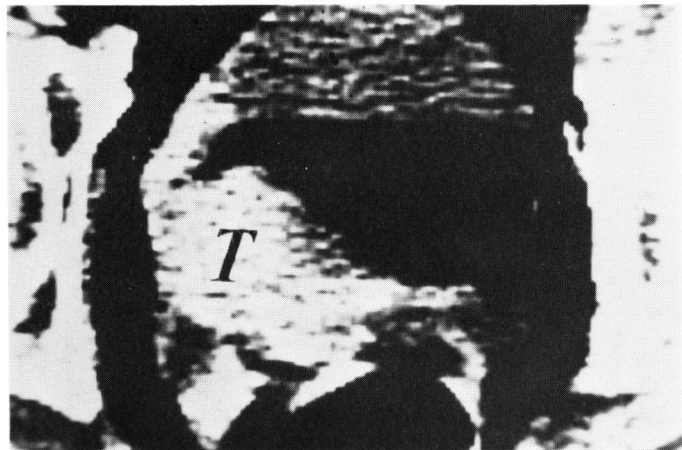


Fig. 22 c. 同症例のウインドウ幅40の拡大CT像. 腫瘍 (T).

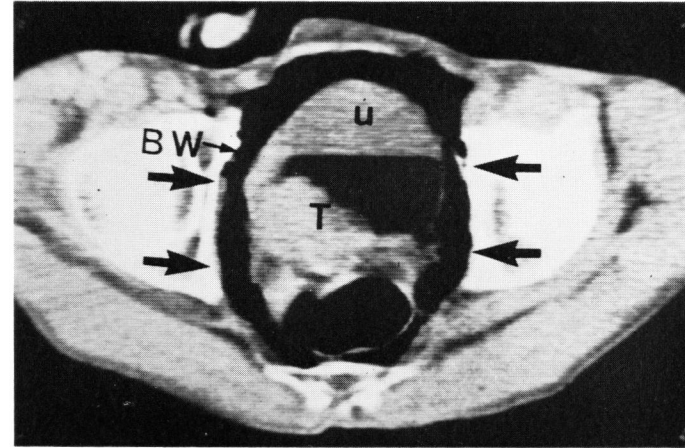


Fig. 22 b. 同症例の腹臥位気体注入CT像. 矢印の如く左右の膀胱周囲への気体の侵入は十分に認められるが、右側の膀胱内には大きな腫瘍 (T) を認め、膀胱壁 (BW) は浮腫状に肥厚している。尿 (U), 直腸 (R), 滅菌オリーブ油 (O).

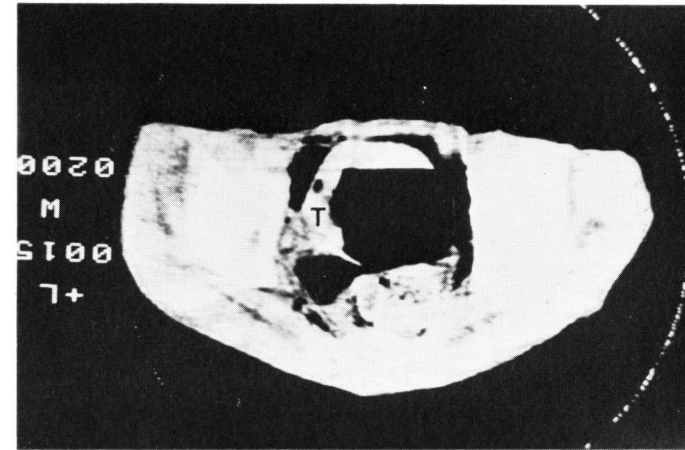


Fig. 22 d. 同症例のCPDD (シスプラチン) 450 mg 投与 2 カ月後の同部位の腹臥位気体注入CT像. 膀胱内に突出した腫瘍は明らかに縮少を認めたが、膀胱周囲への浸潤がうたがわれた。腫瘍 (T).

腺の形態に差異は認めなかった。

2. low stage の膀胱癌の気体注入 CT 像

症例 3 は 71 歳の男性で血尿を主訴として来院し、膀胱鏡検査で右尿管口後方に母指頭大の乳頭状で広基性の腫瘤を 2 個認めた。気体注入 CT 像 (Fig. 20) ではオリブ油で充填された膀胱底部に 2 個の腫瘤が認められた。膀胱周囲組織に気体の侵入が認められることから low stage の膀胱癌と診断した。手術により膀胱、精のう腺、前立腺は一塊として容易に摘出することができた。病理組織学的には移行上皮癌, grade II stage A であった。

3. 巨大な膀胱癌の気体注入 CT 像

症例 4 は 35 歳男性で、5 年前から肉眼的血尿をくり返していた。膀胱鏡検査では右側壁より発生したと思われる巨大な乳頭状の腫瘤がみられた。排泄性腎盂造影では右側は無機能腎で、骨盤動脈造影剤では右側の膀胱動脈の蛇行と造影剤のうっ滞像 (Fig. 21, a) を認め、stage C の膀胱癌と診断された。腹臥位の気体注入 CT 像 (Fig. 21, b) では、巨大な腫瘤は膀胱頂部から発生しているように見え、膀胱壁の辺縁は平滑に連続し、左右の膀胱周囲組織および直腸前壁と膀胱底部との間隙には気体の十分な侵入が認められた。以上の所見から、腫瘤は巨大であるが周囲組織への浸潤は少ないものと考え、手術を施行したが、膀胱、精のう腺、前立腺はともに周囲組織との癒着もなく摘出することができた。腫瘤は右尿管口あたりより発生した stage A で有茎性のものであった。病理組織学的にも移行上皮癌, grade 1, stage A であった。

4. High stage の膀胱癌の気体注入 CT 像

症例 5 は 75 歳男性で血尿を主訴として来院し、膀胱鏡検査では右側壁に浸潤性の鶏卵大の腫瘤を認めた。膀胱造影においても同部位に大きな陰影欠損像を認め、排泄性腎盂造影では右側は水腎症、尿管が認められた。また、骨盤動脈造影 (Fig. 22, a) では膀胱壁外における異常血管の増生を認め、stage C の膀胱癌と診断した。腹臥位の CT 像 (Fig. 22, b) では腫瘤は右側壁に一塊として認められ、腫瘤の存在する側の膀胱壁は肥厚し、ウィンドウ幅 40 の CT 像 (Fig. 22, c) では肥厚した膀胱壁は腫瘤と同じ濃度を有していた。左右の膀胱周囲組織には気体の十分な侵入が認められたが、精のう腺、直腸前壁への浸潤が強く疑われたため、CPDD (cis-diaminedichloroplatinum) による抗癌療法をおこなった。CPDD 450 mg 投与 2 カ月目の同部位での腹臥位気体注入 CT 像 (Fig. 22, d) では、膀胱内に突出した腫瘤は治療前と比較して明らかに減少しているのが認められた。しかし、腫瘤側の膀胱壁

は依然として肥厚し、右側の膀胱周囲組織への気体の侵入が粗であることなどから、膀胱内への突出した腫瘤の縮小はみられたが、膀胱外への癌の浸潤はさらに進行しているものと推測された。本症例は膀胱癌の化学療法の効果判定には膀胱鏡検査や膀胱造影のみでは、不十分であることを示唆している。

考 察

前立腺疾患の臨床検査法には、主観的ではあるが直腸内触診という簡便で優れた方法がある。その反面、この方法では客観性、再現性に乏しく、経験が診断を左右するという欠点がある。他方、客観的な方法としては、逆行性尿道造影法、精のう腺造影法、一般的ではないが前立腺造影法⁴⁾などがあげられるが、いずれも前立腺疾患の診断と言う点でその全体を把握できるまでには至っていない。近年、超音波断層法や X 線横断断層法 (CT) の導入によって前立腺疾患の診断および前立腺重量の推定がおこなわれるようになった。骨盤腔内の臓器である膀胱、精のう腺、前立腺の CT は呼吸性移動による artifact も少なく、周囲組織および隣接臓器との解剖学的な関係を明確に描写することができるなどの利点を有している。

EMI 値について Engelshoven ら (1977)¹⁴⁾ は 35 例の前立腺の EMI 値は 19~32、平均 25 であり、年齢差はなかったと述べている。私は正常前立腺の平均 EMI 値は 22.7、前立腺肥大症 14.6、前立腺癌 24.7 と言う結果を得 (Table 7)¹⁵⁾、正常前立腺と前立腺癌との間には EMI 値において有意の差は認めなかったが、前立腺肥大症とは有意差を認めた。この差はおそらく肥大症と癌とで、その血流量に差があるためであろうと考えられる。このことから前立腺肥大症と前立腺癌は X 線吸収度の差によりある程度鑑別できる可能性があると考えられた。

前立腺重量推定法に関しては、Sukov (1977)¹⁶⁾ は前立腺を球体と考え、超音波断層法により前立腺被膜と前立腺実質とを区別し、前立腺実質いわゆる内腺のみの横径と前後径とを計測して平均し、球体容積算出の公式を用いて前立腺重量を推定した。また、彼らは CT 像から同様の方法によって前立腺の容積を推定したところ、CT の方が超音波断層法で求められた容積よりも過剰に算出されたと述べている。確かに CT 像では前立腺被膜 (外腺) をも含めた前立腺径が計測される。そのために、容積を算出する際に摘出肥大前立腺の重量との間に差が生じるのは当然のことである。しかしながら、CT でも超音波断層法でも、また逆行性尿道造影法でもいずれも平面図からだ円体を推定す

るのであるから、それぞれのフィルムに出現した前立腺像の径を測定する際には、その端をどこまでにするかにより、さらに誤差を生じる可能性がある。CT では前立腺実質とその周囲組織との間にX線吸収係数の差がない場合は前立腺像の境界をどこに決めるかが問題となる。

元来、前立腺は球体 (Thumann³³, King⁷, Sukov¹⁵), または円体 (著者) に近いと仮定しても、多くは膀胱内突出型や中葉性肥大を伴った側葉性肥大症であることから、膀胱内に突出した種々の形態をした前立腺の容積を1つの換算式で算出することは理論的に無理である。しかし、私は前立腺の容積を求めるにあたり、1つでも多くの情報をもとに算出する方が実測値に近いと考え、 $\frac{\pi}{6} A \times B \times C$ なる換算式を用い前立腺の容積を算出した。

つぎに、膀胱癌の stage 診断には膀胱鏡検査をはじめ、種々の膀胱造影法、リンパ管造影法 (Wajsmann 1975)¹⁶、骨盤動脈造影法、膀胱内外に気体を注入しておこなう断層撮影法 (Gil-Vernet 1962)¹⁷、超音波断層法などがある。しかし、いずれも単独では決定的な stage 診断とは言えない。Kenny ら (1972)¹⁸ は種々の stage 診断を併用しておこなった 105 人の膀胱癌に対して、23% が over staged, 33% が under staged で、全体としては56%の誤診があったと述べている。骨盤動脈造影法については、Lang ら (1969)¹⁹ は low stage の膀胱癌の stage 診断の適中率は低いが高 stage では94% 適中したと報告している。同時に、Nilsson ら (1968)²⁰、Taylor ら (1965)²¹ も high stage の膀胱癌の診断には骨盤動脈造影法が有用であると述べている。本邦では、御厨ら (1965)²² が血管像進度分類をおこない、それぞれの stage の特徴的なX線所見を報告した。また、白石ら (1974)²³ も同法は進行した膀胱癌症例に対しては stage 診断が優れていると報告している。以上、諸家の意見を総合すると、stage C~D の膀胱癌の診断には骨盤動脈造影法が有用であると考えられる。

最近、Hamlin ら (1979)²⁴ は膀胱内に0.6%のレノグラフィン 60 ml を注入し、また、Seidemann ら (1977)^{25,26}、(1978)²⁸ は膀胱内に炭酸ガスを注入して、DIP を併用して CT 像を膀胱癌の stage 診断に応用している。私も気体注入 CT 法による stage 診断を試みたが、その経験から本法の利点および欠点は以下のものであると考えられた。すなわち、CT による検査法の利点は、1) 膀胱、精のう腺、前立腺および、それらの臓器を取り囲む軟部組織との解剖学的関係が他のどの検査法よりも明確、鮮明に描写される。

2) 種々の抗癌療法の効果判定に、患者に苦痛を与えることなく反復して施行することができる。3) 私のおこなった気体注入 CT は膀胱内外および前立腺周囲に気体を注入することにより、癌の膀胱外への浸潤の程度を知る上に多くの情報を提供してくれる。同法により、stage B, stage C, stage D のそれぞれの stage を区別することが可能であるため、根治的手術の適応を決める上でその正確さが増すものと考えられる。

本法に使用する造影剤に関しては、Hamlin は S 状腸が膀胱と重ならない程度に、膀胱内に造影剤を充満させることが肝要であると述べている。膀胱内に注入する物質には positive contrast material (ウログラフィン) よりも negative contrast material (炭酸ガス、空気) の方が私の経験では膀胱壁の厚みの程度と連続性をみる上に有利であると考えられた。

CT 施行時の患者の体位については、腹臥位と仰臥位とでおこなったが、仰臥位のみで施行すると検査中に腫瘍と同じ程度のX線吸収度を有する尿が貯留するために、膀胱底部に発生した腫瘍の形態を判断することができなくなることがあり、これを避けるためと注入した気体を膀胱底部間隙に充分侵入させる目的で腹臥位でも施行した。

一方、本法の欠点と注意すべき事項としては、膀胱、前立腺周囲に気体を十分に注入することができなかった場合、および膀胱容量の少なくなった進行癌や、膀胱炎症の強い症例で、膀胱内を気体で充満させることが困難な症例においては、CT 像から誤まった情報が提供され、誤診のおそれがある。これらのことを避けるために、必ず1~2枚試し撮りするのは勿論であるが、膀胱内の腫瘍を正確にスキャンするために、CT 検査前にX線テレビ装置で膀胱造影をおこない、テレビ画像を通じて腫瘍の存在する部位を患者の体にマークしておく。このマークを中心にスキャンすれば、腫瘍を正確にスキャンできるし、検査時間を短縮することができる。しかし、膀胱腹膜反転部に発生した腫瘍すなわちスキャン方向と接線方向に発生した腫瘍の stage 診断は本法では困難であると考えられた。

結 語

全身用 CT-EMI スキャナー 5005/12 を用いて、正常前立腺、前立腺炎、前立腺肥大症、前立腺癌患者に対して CT を施行し、それぞれの形態的特徴について検討した。また、CT 像と尿道造影像から前立腺の重量を推定することを試みた。膀胱癌に対しては、気体注入 CT を施行し、膀胱癌の stage 診断に本法が有用

であるか否かを骨盤動脈造影法と併用して検討した。その結果は以下のごとくである。

1) 正常前立腺, 初期前立腺肥大症と初期前立腺癌の形態は半月形を呈していた。

2) 進行した前立腺肥大症の形態は円形に近い半月形であった。

3) 前立腺癌の形態は総体的に縦長のつり鐘形が多かった。

4) 前立腺癌の抗男性ホルモン療法の効果判定にCTは有用であった。

5) 前立腺癌のEMI値は正常前立腺のそれと有意差がなかったが, 前立腺肥大症との間には有意差を認め, これは肥大症と癌とでその血流量に差があるためであろうと考えられた。

6) 前立腺重量推定法としては, CT像から得られた前立腺の最大横径(A), 最大前後径(B), および逆行性尿道造影法から得られた前立腺の縦径(C)を用いて, だ円体の公式 $\frac{\pi}{6} A \times B \times C$ 換算式として前立腺の容積を算出した。さらに, 前立腺を球体として算出した容積と比較したところ, 前者が後者よりも優れていた。

8) 気体注入CT法は, 骨盤動脈造影法と同様 high stage の膀胱癌の stage 診断に有用なため, 根治手術の適応を決定する上での重要な検査法であると思われる。また, この方法では患者にとって苦痛が少なく, 反復しておこなえるため抗癌剤による治療の効果判定に有用であると考えられた。

稿を終えるにあたり, 御指導ならびに御校閲くださいました大阪医科大学泌尿器科学教室教授宮崎 重および同放射線医学教室教授赤木弘昭に深く感謝の意を表しますとともに, CT検査に際して御協力下さいました西上英昭先生, 漢那憲聖技師に感謝の意を表します。

なお, 本論文の要旨は, 第66回日本泌尿器科学会総会および第28回, 第29回泌尿器科中部連合総会において発表した。

文 献

- Burkhardt u. Floercken: Dtsch. Z. Chir., 105: 110, 1910. (黒田恭一: 日 泌 尿 会 誌, 43: 83, 1952. より引用)
- Thumann, R. C.: Estimation of the weight of the hyperplastic prostate from the cystogram. Am. J. Roent., 65: 593, 1951.
- 高安久雄・石山脩二: 腹膜後腔気体送入法及び膀胱後方気体送入法に就いて. 日泌尿会誌, 44: 87, 1953.
- 杉浦 式・長谷川進: 前立腺のX線学的研究. 日泌尿会誌, 62: 467, 1971.
- 渡辺 決・ほか: 超音波断層法による前立腺診断. 日泌尿会誌, 59: 273, 1968.
- 渡辺 決: 経直腸の超音波断層法の開発と応用. 日泌尿会誌, 65: 613, 1973.
- King, W. W., et al.: Current status of prostatic echography. J. A. M. A., 226: 444, 1973.
- Miller, S. S. and Garvie, W. H. H.: The evaluation of prostate size by ultrasonic scanning: a preliminary report. Brit. J. Urol., 45: 187, 1973.
- Ambrose, J. and Hounsfield, G. N.: Computerized tranverse axial tomography. Brit. J. Radiol., 46: 148, 1973.
- Watanabe, H., et al.: Transrectal ultrasonography of the prostate. J. Urol., 114: 734, 1975.
- 小野秀太: 前立腺癌のCT, 泌尿紀要, 25: 429, 1979.
- 宮崎 重・ほか: 医療機器診断, CT-Scanner(6)-1. 男性生殖器. 臨床科学, 15: 675, 1979.
- Engelshoven, J. M. A. and Kreel, L.: Computed tomography of the prostate. J. Comput. Assist. Tomogr., 3: 45, 1979.
- Sukov, R. J., et al.: Computed tomography and transabdominal ultrasound in the evaluation of the prostate. J. Comp. Assist. Tomogr., 1: 281, 1977.
- Wajsman, Z.: Evaluation of lymphangiography for clinical staging of bladder tumor. J. Urol., 114: 712, 1975.
- Gil-Vernet, J. M. and Gosalbez, R.: Bladder tomography: the use of air intra-and perivesically in the radiologic study of bladder tumors. J. Urol., 88: 312, 1962.
- Kenny, G. M., et al.: Current results from treatment of stages C and D bladder tumors at Roswell Park Memorial Institute. J. Urol., 107: 56, 1972.
- Lang, E. K., et al.: The accuracy of preoperative staging of bladder tumors by arteriography a 5-years study. J. Urol., 95: 363, 1966.
- Nilsson, J. and Boijesen, E.: Angiography in the diagnosis of tumors of the urinary bladder. Acta radiol., 57: 241, 1962.
- Tayler, M., et al.: Preliminary report of new method for the staging bladder carcinoma

- using triple contrast technique. *Brit. J. Radiol.*, **38**: 667, 1965.
- 21) 後厨修一・ほか：泌尿器科領域の悪性腫瘍に対する血管撮影の意義. 臨床放射線, **10**: 275, 1965.
- 22) 白石恒雄：膀胱癌の浸潤度診断における骨盤動脈撮影の意義. 西日泌尿, **36**: 188, 1974.
- 23) Hamlin, D. J. and Cockett, A. T. K.: Computed tomography of bladder: staging of bladder cancer using low density opacification technique. *Urology*, **13**: 331, 1979.
- 24) Seidelmann, F. E., et al.: Computed tomography of gas-filled bladder, method of staging bladder neoplasms. *Urology*, **9**: 337, 1977.
- 25) Seidelmann, F. E., et al.: Computed tomographic staging of bladder neoplasms. *Radiol. Clin. North. Am.*, **15**: 419, 1977.
- 26) Seidelmann, F. E., et al.: Accuracy of CT staging of bladder neoplasms using the gas-filled method: report of 21 patients with surgical confirmation. *Am. J. Roentgenol.*, **130**: 735, 1978.

(1980年1月8日迅速掲載受付)