マイクロ波の泌尿器科疾患への応用

第2報 膀胱癌に対する経尿道的マイクロ波腫瘍凝固法

秋田大学医学部泌尿器科 (主任: 土田正義教授)

原 田 忠

THE APPLICATION OF MICROWAVE SURGICAL TREATMENT TO UROLOGICAL DISEASES Microwave Coagulation Procedure for Urinary Bladder Tumor

Tadashi Harada

Department of Urology, Akita University School of Medicine, Akita, Japan

(Director: Prof. S. Tsuchida)

A new applicator was prepared for microwave coagulation of urinary bladder tumor. The urinary bladder of the dog was irradiated experimentally with a microwave energy of 2450MHz, to examine thermal distribution after the irradiation and to confirm the safety of the procedure. Furthermore, 21 patients with urinary bladder tumor were treated by this technique.

The results obtained were as follows:

- 1) In the bladder wall, a semispherical portion of 1cm in radius of the tissue which contacted with radiator was heated by microwave energy to 50°C or more.
- 2) The bladder mucosa changed in color to white immediately after the microwave irradiation. Histological examination revealed a recovery of the mucosal layer, submucosal bleeding and fibrosis in six weeks.
- 3) Microwave coagulation procedure was performed in 21 patients with transitional cell carcinoma of the urinary bladder. Seventeen patients, except for 4 patients who received radical cystectomy, showed a complete response, although within several months, 2 patients subsequently showed recurrence in a different part of the bladder. Histological examination of the excised specimen revealed complete eradication of the tumor in two patients. In the remaining 2 patients with high stage tumor (T4), vivid tumor cells in the urethra or vaginal wall were noted.
- 4) Although technical difficulties and severe complications were not encountered, transient urinary frequency and calcification of the bladder wall were noted.

The results of this study indicate the possibility of the microwave coagulation procedure not only for superficial bladder tumor, but also for invasive tumors.

要旨: 表在性膀胱腫瘍に対して、2,450MHzのマイクロ波を用いて内視鏡で観察しながら凝固するアプリーケーターを作成、犬膀胱に照射し、その熱分布、安全性を実験的に検討した。さらに21例の膀胱癌を対象に本法を施行し、次の結果を得た。

1) マイクロ波照射により、ラジエータに接触した膀胱組織は熱を発生した。出力100Wで20秒間照射すると、粘膜面に直径2cmの円形の50°C以上の熱分布を認めた。そしてこの熱作用は、膀胱筋層を越えて膀胱漿膜面まで及んでいた。

2) 膀胱粘膜は照射直後には白色に変性したが、炭化は認められなかった。照射1週間後には白変した粘膜の周囲は、出血および浮腫を認めた。組織学的検討では粘膜筋層は変性、壊死に陥っており、周囲組織には出血、炎症性浸潤を認めた。6週間後には粘膜は修復されたが、12週間後には筋層には出血、炎症、軽度の繊維化を認めた。

3) 21例の膀胱癌患者に対し、本法を施行し、膀胱全摘を施行した4例を除き、17例にCRを得たが、うち2例に再発を認めた。膀胱全摘を施行した2例の摘出標本の組織学的検討では、腫瘍は完全に壊死に陥っていた。残る2例はT₄の膀胱癌で治療効果の及ばなかった尿道、腔壁に viable な腫瘍細胞が残存

していた。

4) 合併症としては、6例に術後一過性の頻尿と1例に壊死した膀胱壁に石灰化を認めたが、重篤な穿孔、出血などは皆無であった。

5) 以上の結果から、本法は表在性膀胱腫瘍ばかりでなく筋層に浸潤した腫瘍に対しても安全で有効な保存治療法となる可能性を有していると考えられた。

1. 緒 言

マイクロ波の泌尿器科領域への応用については、私たちはすでに膀胱癌に対するマイクロ波を用いた hcpertthermia 療法¹⁾、前立腺疾患に対するマイクロ波凝固療法について報告した^{2)~4)}。この他には前立腺肥大症に対し経直腸的にマイクロ波を照射し、42℃前後に加温する試みが Yerushalmi ら⁵⁾により報告されているに過ぎない。

今回、私は経尿道的に膀胱腫瘍を熱凝固し、壊死に陥らせ治療する方法を確立する目的で、犬膀胱を用い、マイクロ波凝固実験を行い若干の知見を得たので報告し、併せて本法を臨床的に施行した膀胱癌21例の治療成績と代表的症例を供覧する。

2. 実験的検討

1) 使用機器：使用したマイクロ波発振装置は、周波数2,450MHz、最大出力110Wの Microtaze HS-15M (平和電子製)である。経尿道的膀胱腫瘍凝固用アプリータの構造は、外径3.5mmの同軸ケーブル(2.5D2V)の先端に radiator を取り付けてある。radiator は電極間距離4mmの二つの電極からなっており、同軸ケーブルの芯線は先端の電極、外被線は基部の電極と結線されている。膀胱鏡は、外套23Fr.の working channel および heaver が装置されたもの(オリンパス社製 U-C2116)を使用した (Fig. 1)。

2) 方法：本法の安全性を確認するため、マイクロ波照射時の熱分布測定実験と、膀胱壁凝固後の局所の変化を経時的に膀胱鏡および組織学的に観察する慢性実験の二つを行った。

a) 熱分布測定：体重9~14kgの雌犬5頭を用いた。ペントバルビタール25mg/kgを静脈内投与し麻酔後、犬を背臥位に固定した。下腹部正中切開を加え膀胱に達し、膀胱前壁に約2cmの縦切開を加えた。切開創からアプリータを挿入し、膀胱三角部のほぼ中心にアプリータの電極が粘膜に密着するように設置した。粘膜面での熱の広がり測定する目的で、radiator の中心部と密着した粘膜、およびそれより5, 10, 15mm 外方の粘膜に針状サーミスタプローベを刺入した。次いでマイクロ波照射を行い、経時的に温度変化を測定

Fig. 1 Cystoscope with an applicator for the microwave coagulation of urinary bladder tumors.

した。次いで熱の深達度を測定するためアプリータと密着した膀胱粘膜、膀胱壁のほぼ中央の筋層、膀胱漿膜面、直腸漿膜面および直腸内腔の5箇所サーミスタプローベを刺入し、温度を測定した (Fig. 2)。マイクロ波の照射は出力100Wで20秒間とし、照射終了後および0.5, 1, 1.5, 2, 3分後に、芝浦製サーミスタ温度計 (P-56) を用いて温度変化を測定した。なおマイクロ波の照射および温度計測中は膀胱内に生理食塩水を充填した状態で実験を行った。また設置したサーミスタプローベとマイクロ波照射との間に、干渉のないことをあらかじめ確認してから本実験を行った。

b) 膀胱鏡所見および組織学的検討：体重15~20kgの雌犬4頭を用い、25mg/kgのペントバルビタールを静脈内投与後、背臥位に固定し実験を行った。尿道から膀胱鏡を挿入し、膀胱鏡の working channel からアプリータを膀胱内に挿入し、膀胱三角部の中心にアプリータを密着し、出力100W、照射時間20secの熱凝固を加えた。その後、1週間毎に静脈麻酔下で膀胱鏡で局所および尿管口の状態を12週間まで観察した。組織学的検討は、経尿道的にマイクロ波凝固を行った後に、2頭は術後1週間、他の2頭は12週間後に屠殺し、膀胱、直腸を摘出し、HE染色で検討した。

3) 成績

a) 温度分布：照射直後 radiator に最も近接した部分の粘膜温度は 93.7 ± 2.6 (mean $\pm$ S.D.)℃で最も高く、radiator から5mm離れた粘膜では 60.3 ± 5.1 ℃、1cm離れた粘膜では 50.0 ± 3.5 ℃、1.5cm離れた粘膜では 43.8 ± 1.5 ℃であった。経時的に次第に温度は下降

Table 1 Thermal distribution (n=5, mean±S.D. °C)

Point	Before	Time after microwave radiation (sec.)					
		0	30	60	90	120	180
A	37.0	94.5 ±1.38	69.3±4.8	60.7±4.1	55.7±2.9	52.5±2.4	47.7±4.4
B	37.0	60.25±5.1	56.5±2.7	54.5±1.7	52.0±1.4	50.5±1.3	47.2±1.0
C	37.0	50.0 ±3.6	48.8±3.8	48.0±2.9	47.0±2.5	44.3±1.7	41.0±3.4
D	37.0	43.8 ±1.5	43.5±1.7	43.0±2.3	42.5±2.4	42.3±2.2	40.3±1.9
E	37.0	70.5 ±11.4	63.2±5.9	58.3±4.5	54.5±3.0	51.8±2.8	47.5±5.2
F	37.0	60.5 ±6.2	59.0±5.4	55.7±4.5	52.8±3.8	50.8±3.0	47.2±5.3
G	37.0	54.7 ±7.6	54.0±7.7	51.2±7.6	49.0±6.8	47.8±6.1	45.1±4.1
H	37.0	37.0 ±0	37.0±0	37.0±0	37.0±0	37.0±0	37.0±0

A : mucosa contact with the applicator

C : mucosa 10 mm distant from the point A

E : muscle layer of the bladder

G : outer wall of the rectum

B : mucosa 5 mm distant from the point A

D : mucosa 15 mm distant from the point A

F : outer wall of the bladder

H : rectum

Fig. 2 Diagrams of animal experiments for thermal distribution study.

Fig. 3 Thermal distribution of the bladder mucosa after microwave irradiation.

A; mucosa contact with the applicator. B; mucosa 5mm distant from the point A. C; mucosa 10mm distant from the point A. D; mucosa 15mm distant from the point A.

したが、2分後もアプリケータから5mm 以内の粘膜は50℃以上の温度を示していた (Table 1, Fig. 3)。

加温の深達度についてみると、照射直後膀胱粘膜は94.5±1.4℃、膀胱筋層では70.5±11.4℃、膀胱漿膜面では60.5±6.2℃、直腸漿膜面では54.7±7.6℃と上昇したが、直腸温度は37℃と不変であった。上昇した温度は、時間とともに次第に下降したが、膀胱粘膜、筋層、膀胱漿膜面では2分後も50℃以上の温度を示した (Table 1, Fig. 4)。

b) 膀胱鏡所見および組織学的検討：マイクロ波照射直後は、radiator の当てられた部分に直径約1cm の白変した粘膜を認めたが、1週間後には、その変色部

Fig. 4 Thermal distribution of the bladder wall in vertical section after microwave irradiation.

A; mucosa contact with the applicator. E; muscle layer of the bladder. F; outer wall of the bladder. G; outer wall of the rectum. H; the rectum.

分の径は若干大きくなり、周囲は発赤し、粘膜の浮腫も軽度認められた。しかし3週目からは次第にその部分も縮小してくる傾向を認め、6週後には完全に粘膜は修復され、他の粘膜と区別がつかなくなった (Fig. 5)。

1週間後の摘出標本は、膀胱粘膜および筋層は、凝固壊死に陥っていた。膀胱を覆う漿膜にも熱作用が及んでおり、その部分には腸間膜が癒着していた。12週後には粘膜は完全に修復されていたが、凝固された粘膜下筋層には出血が認められ、軽度の繊維化が認められた (Fig. 6)。

3. 臨床的検討

1) 対象および治療効果判定：1985年4月から1987年2月までに膀胱移行上皮癌と診断され、当院でマイクロ波凝固法あるいは腔内照射療法で治療した患者は52名である。これらのうちマイクロ波凝固法を単独で、あるいは腔内照射療法とマイクロ波凝固療法の併用を行い、6カ月以上の経過観察を行い得た症例は男性17例、女性4例である。これら21例の年齢分布、初発再発別、腫瘍径、腫瘍の個数は表2に示した通りである。これらを対象に治療効果、術後の再発および副作用について検討した。マイクロ波凝固療法と併用して施行された治療法は経膀胱鏡的照射法 (intracavitary regional irradiation, 以下 IRI と略す)⁷⁾、全膀胱粘膜照射 (intracavitary whole bladder mucosal irradiation, 以下 IWI と略す)⁸⁾、膀胱全摘出術であり、これ

らの内訳は表4に示した。また本法施行1～2週後に、膀胱全摘出術を施行した4例については摘出標本を観察した。

治療効果の判定は治療1～3週間後に膀胱鏡、IVP、CT、Echo、生検、細胞診によって評価し、さらに再発については2～3カ月毎に膀胱鏡、生検を施行し検討した。

膀胱鏡で腫瘍が消失し、生検で陰性化した症例は complete response (CR)、50%以上の縮小は partial response (PR)、50%未満の縮小あるいは変化の認められなかった例は no change (NC) と判定した。

2) マイクロ波凝固方法：患者は、硬膜外あるいは腰椎麻酔下に膀胱鏡用テーブルに載石位に固定する、キシロカインゼリー2%を尿道に注入した後、前述の膀胱鏡を挿入する。water channel から注水し、膀胱を充満させ膀胱内を観察する。使用する注水液は TUR 時に使用する特殊な灌流液を使用する必要はなく、蒸留水、生理食塩水いずれでもよい。

滅菌したアプリータを working channel から膀胱内に挿入し、先端の radiator を腫瘍に密着させるが、二つの電極の間に heat spot が作られるのでこの部分を凝固しようとする中心部に密着させるとよい。この状態で足踏みスイッチを押し、通常約30秒間マイクロ波を照射する。照射15秒頃からアプリータ周囲の腫瘍あるいは膀胱粘膜は、白色に変化し始め、次第にその範囲も広がってくるので、凝固されている部分が cystoscope を通して確認できる。組織の炭化は見られず穿孔などの危険は少ないが、凝固された組織は膨化、脱落したり、組織中の水分が沸騰し、小さな爆発音を発生することがある。

なお Microtaze HS-15には予め照射時間を設定できるタイマーが付いているのでこれを30秒に設定しておけば、余分な照射は防ぐことができる。これで半径1cmの部分は50℃以上に加熱できるが、腫瘍の大きさ、個数に応じてアプリータを移動させながらマイクロ波凝固を繰り返す。

以上でマイクロ波凝固療法は終了するが、術後尿道カテーテルは3日間留置し、抜去する。

3) 治療成績：21症例に対し、25回のマイクロ波凝固治療法が何ら支障なく施行された。

1回の治療時間は約45分程度であったが、小さな腫瘍であれば15分程度で終了した。caudal block のみで外来通院で治療した症例は、2例であったが、術後カテーテルを留置せず帰宅させ何ら問題はなかった。ま

Fig. 5 Cystoscopic photographs in animal experiments.

A ; immediately after the microwave irradiation, the bladder mucosa changes in color to white. B ; one week after microwave irradiation, edema and submucosal bleeding were noted. C ; three weeks after microwave irradiation, thermal degenerative mucosa decreased in size. D ; six weeks after microwave irradiation, the bladder inucosa almost regenerated.

Fig. 6 Histological findings in animal experiments 2 weeks after microwave coagulation.

Table 2 Patients

Age (y. o.) Cases	30-39 1	40-49 2	50-59 8	60-69 4	70-79 5
Primary or recurrent Cases	Primary 16		Recurrent 5		
Tumor size Cases	<1cm 4		1-3cm 11	3cm< 6	
Number of tumors Cases	1 8		2-4 6	5< 7	

た TUR 時に認められる，閉鎖神経刺激による不随意な運動は，本法施行中には全く認められなかった。

膀胱全摘出術を施行した 4 例を除いた 19 例に CR を得たが，このうち 2 例に 4 カ月および 6 カ月後に異所性再発を認めた。これらに対しては再度マイクロ波凝

Table 3 Clinical stage and histological grade

	G1	G2	G3	Total
T ₁	8	6	1	15
T ₂	0	0	1	1
T ₃	0	3	0	3
T ₄	0	0	2	2
Total	8	9	4	21

Table 4 Treatment and results

treatment	Cases	eradication	recurrence after treatment
MRC	5	5	0
MRC and IRI	4	4	1
MRC and IWI	4	4	0
MRC, IRI and IWI	4	4	1
MRC, IWI and TC	4	2	0

MRC ; microwave regional coagulation. IRI ; intracavitary tarytary regional irradiation. IWI ; intracavitary whole bladder mucosal irradiation. TC ; total cystectomy.

Table 5 Complications

Pollakisuria	6
Calcification	1
Bleeding	0
Perforation	0

固，腔内照射⁷⁾を施行し腫瘍は消失した。

膀胱全摘出術を施行した4例のうち2例の腫瘍は完全に壊死に陥っていることが摘出標本で明らかとなった。そしてマイクロ波凝固による熱作用は筋層まで及んでおり，広範に壊死を伴った変性を認めた(Fig. 7)。残る2例はいずれもT₄の症例であり，1例は膀胱三角部から尿道にかけて，他の1例は切除された腔壁にviableな腫瘍細胞を認めたが，治療された部分の膀胱壁の腫瘍細胞は壊死に陥っていた。

術中，出血，穿孔など重篤な合併症は皆無であったが，腰椎麻酔が不十分であった3症例では照射中膀胱部に灼熱感を訴えることがあった。術後のIVPで1例に軽度の腎盂腎杯の拡張を認めたが，3カ月後に再検したところ改善していた。

超音波検査法では，腫瘍およびその周囲粘膜は照射直後にhyper echoicとなった。そして術後2～3週から腫瘍は縮小，脱落したが，膀胱壁は肥厚した状態を示していた。しかし数カ月後にはほぼ正常の膀胱像が得られた (Fig. 8)。

Fig. 7 Histological findings after microwave coagulation of a patient with urinary bladder tumor.

Fig. 8 Echogram in microwave coagulation. A ; before treatment. B ; during procedure, tumor shadow changed hyper echoic with microwave coagulation. C ; immediately after the procedure, coagulated tumor decreased in size.

術後の合併症としては，穿孔，出血などの重篤なものはいずれもみられなかったが，IWIを併用した6症例で，術

Fig. 9 Cystoscopic photographs of urinary bladder tumor.

A; befor treatment. B; immediately after microwave coagulation. C; two weeks after microwave coagulation. D; Four weeks after microwave coagulation.

後一過性の頻尿と排尿痛を認めた。しかし大部分の症例は数週間以内に軽快した。その他、マイクロ波凝固し、壊死に陥った膀胱粘膜に6ヵ月後、石灰化を生じた症例が1例認められた。これに対しては経尿道的に超音波破碎を施行し、軽快した。

代表的症例を供覧する。患者は血尿を主訴とした66歳の男性である。膀胱鏡検査で左側壁に直径2cmの乳頭状有茎性の腫瘍を認めた。生検組織は、Grade 2 (in three grading) の移行上皮癌であった。CT および超音波撮影では筋層への浸潤を認めず、clinical stage T1であった。そこで以下の方法によってマイクロ波腫瘍凝固治療を行った。

本症例に対しては、約30秒間のマイクロ波照射を3回施行したが、腫瘍および腫瘍茎の周囲の粘膜直径2cmの範囲が白変し、凝固された (Fig. 9-A, B)。2週後の膀胱鏡検査では、腫瘍の一部は既に壊死脱落し、

縮小していたが、粘膜の白変部分は多少大きくなっており、その周辺は充血し、発赤していた (Fig. 9-C)。4週間後には、腫瘍は全て脱落し、腫瘍が存在した部分は小さな潰瘍を作り、その周囲の白変粘膜は縮小していた (Fig. 9-D)。8週後には、ほとんど粘膜は修復され、点状に発赤を認めるのみであったが、12週後には粘膜は完全に修復され、他の粘膜と区別がつかなくなった。

凝固当日は若干の膀胱部痛を認めたが、鎮痛剤の服用で消失し、第2病日目から何ら処置を必要となかった。第3病日にはFoley catheterを抜去したが、頻尿、排尿痛も認められず術後14日で退院となった。

術後約2年経過したが、定期的に行われた膀胱鏡、生検、細胞診では再発を認めず、良好に経過している。

4. 考 案

表在性膀胱腫瘍に対する経尿道的切除法 (以下TURと略す)は、比較的安全で膀胱を保存できるので一般に受け入れられているが、それでも出血、穿孔あるいは手術に伴う癌細胞の播種などの危険性を有している。また腫瘍が筋層まで浸潤している場合には、TURの適応ではないと考えられており、膀胱部分切除術や、膀胱全摘出術が行われている。これらの方法はTURに比べると手術侵襲が大きく、術後尿路変更を余儀なくされる場合もあるので quality of life の面からは、必ずしも優れた方法とは言えない。そこで私はより安全でかつ膀胱を保存できる治療法の確立を目指して、膀胱腫瘍のマイクロ波による熱凝固療法を考案した。

血流のない static phantom を用いた基礎的実験⁶⁾からマイクロ波の熱作用は、照射するマイクロ波の強度、照射時間を調節することによって制御できることを既に報告している。今回の犬膀胱を用いた凝固実験では、既報の static phantom を利用した実験成績とほぼ同じ程度の熱分布が得られた。

組織を42~45℃に加温する、いわゆるハイパーサーミア療法では血流がある dynamic phantom と、血流のない static phantom では、血流によって熱が放射されるため熱分布が異なってくると言われている⁷⁾。しかし本法では42~45℃よりも高い温度で組織を凝固しているので、凝固された部分の血流は遮断されるため static phantom と dynamic phantom との間でほぼ同じ結果になるものと考えられた。

今回の動物実験によりマイクロ波凝固法は、その安全性が確認され、実際の臨床応用を試みたが、その施

行に際して、大きな支障はなく、出血、穿孔などの重篤な合併症も認められなかった。

マイクロ波による腫瘍凝固法は、膀胱を保存的に治療する TUR あるいはそれに付随して行われる経尿道的電気凝固術（以下 TUEC と略す）に似ている。しかし、これとは異なっていくつかの利点を有している。本法の最大の利点は、熱作用が広く、そして深くまで及ぶことである。TUEC ではその発熱部が切除ループ接触部のみに集中し、その接触部の組織は炭化するが、熱作用を広く、深くまで及ぼせることは難しい。それは切除ループから生体内を通して流れる電流が、ループと生体接触部では十分に集束しているが、それを離れると、拡散し電流の密度は小さくなるためである。これに対し、今回のマイクロ波凝固法ではラジエーター周囲に球状の電界が形成され、その部分で発熱するため、組織の熱分布も球状となる。今回の実験照射条件、すなわち出力100W で20～30秒間照射すると、直径2cm の球状の組織が50℃以上に加熱されることが解った。しかしアプリケーションを今回施行したように、膀胱粘膜に圧着して使用した場合は深さ1cm の組織まで半球状に加熱できることになる。

このように、本法はある程度の深さまで熱作用を及ぼすことができるので表在性膀胱腫瘍ばかりでなく筋層まで浸潤した腫瘍に対しても治療の可能性を有している。膀胱全摘出術を施行した標本においてもその熱作用が筋層を越えて作用することが判明した。

臨床的検討で直腸に熱による障害を引き起こしたと考えられた症例は1例もなかった。しかし Kronester¹⁰⁾は、熱による組織の障害は、膀胱よりも腸管の方が感受性が高いと報告しており本法を施行するにあたっては注意を要するところであろう。

腫瘍組織に凝固壊死を発生させるには、温度と作用時間の両者が重要な因子と考えられるが、今後膀胱壁、直腸、子宮および腫瘍細胞の熱に対する感受性を検討しどの程度の熱でどのくらい時間を作用させれば最小の障害で、最大の効果をあげることができかねるか検討する必要がある。

最近、レーザー光の熱作用を内視鏡的に応用し、膀胱癌の治療を行う方法が Hoffstetler¹¹⁾、Beisland¹²⁾により報告されている。Beisland らによれば Nd YAG レーザーを用いると組織中に深く熱作用が及ぶので表在性腫瘍ばかりでなく筋層に浸潤した腫瘍も治療の可能性があると述べている。しかし彼らによれば直径1.5cm 以上の腫瘍はレーザー治療だけでは困難

であったと述べている。本法は5cm 以上の腫瘍の治療も可能であった。

本法では組織温度が100℃以上には上昇しないため、組織の炭化がみられず穿孔の危険性は少ないので、より安全性が高いと考えられる。今回の動物実験および臨床的検討でも穿孔したものは皆無であった。壊死に陥っても穿孔がおこらない原因は明確ではないが、おそらく組織の炭化がみられないため、組織の機械的強度が保たれており、穿孔を起こす前に周囲から組織が修復されるためではないかと考えられる。

さらに本法は出血しないので、高齢者や出血傾向を伴った患者にも安全に施行できる。

TUR あるいは TUEC を行う場合、時に高周波電流による危険性、すなわちペースメーカーを埋め込まれた患者への悪影響、あるいは閉鎖神経刺激による大腿の不随意運動、対極板の不良による熱傷などの危険を有している。しかし、本法ではこのような問題は殆どないものと思われ、術中の ECG モニターにも全く影響を認めなかった。また TUR あるいは TUEC の場合の灌流液は、電解質液は使用できないが、本法の場合は生理食塩水でも蒸留水でもかまわず施行できるので便利である。

この他、本法は腫瘍を切除せずに直接熱凝固するので癌細胞の播種の危険性は低くなると考えられるし、癌治療に対するいわゆるハイパーサーミア効果あるいは免疫による抗腫瘍効果も期待できる。

TUR と比較し本法の唯一の欠点は、浸潤度を診断するための切除標本を得られないことである。しかしながら、最近超音波検査による浸潤度の診断が高い精度でできるようになってきた¹³⁾ので、これに代えることもできるし、診断のための標本を必要とする場合には、TUR による試験切除を行ってから本法をすればこの問題は解決する。

副作用としては、頻尿が主なものであったが、頻尿のみられた症例は、膀胱全粘膜照射を併用した症例であり、放射線による影響と考えられた。

今後、TUR、レーザー凝固法、また既に報告した経膀胱鏡的コバルト照射法、膀胱全粘膜照射法などの治療法と比較検討し、それらの特徴をうまく組合せ利用すれば、より安全で効果的な膀胱腫瘍に対する、保存的治療法になるものと思われる。

結 語

表在性膀胱腫瘍に対して、2,450MHz のマイクロ波を用いて凝固するアプリケーションを作成し、犬膀胱に照

射し、安全性を実験的に検討した。さらに21例の膀胱癌を対象に本法を施行し、以下の結果を得た。

1) マイクロ波照射により、ラジエーターに接触した膀胱組織は熱を発生した。そしてこの熱作用は、膀胱筋層を越えて膀胱漿膜面まで及んだ。

2) 膀胱粘膜は照射直後には白色に変性したが、炭化は認められなかった。組織学的検討では粘膜筋層は変性、壊死に陥っており、周囲組織には出血、炎症性浸潤を認めた。6週間後には粘膜は修復されたが、筋層には出血、炎症、軽度の繊維化を認めた。

3) 21例の膀胱癌患者に対し、本法を施行し、膀胱全摘を施行した4例を除き、17例にCRを得たが、うち2例に再発を認めた。膀胱全摘を施行した2例の摘出標本の組織学的検討では、腫瘍は完全に壊死に陥っていた。

4) 合併症としては、6例に術後一過性の頻尿と1例に壊死した膀胱壁に石灰化を認めたが、重篤な穿孔、出血などは皆無であった。

以上の結果から本法は表在性膀胱腫瘍ばかりでなく筋層に浸潤した腫瘍に対しても安全で有効な保存治療法となる可能性を有していると考えられた。

稿を終えるにあたり、御指導をいただいた恩師土田正義教授に深謝いたします。

文 献

- 1) 原田 忠, 佐藤貞幹, 餌取和美: 膀胱癌に対するマイクロ波腔内照射療法の試み. 西日泌, 47, 1047—1051, 1985.
- 2) Harada, T., Nishizawa, O., Etori, K., Noto, H., Kumazaki, T. and Tsuchida, S.: Microwave surgical treatment of disease of prostate. Urology, 26, 572—576, 1985.
- 3) Harada, T., Etori, K., Kumazaki, T., Kigure, T. and Nishizawa, O.: Microwave surgical treatment of disease of the prostate. J. Urol., 135, 247A, 1986.
- 4) Harada, T., Tsuchida, S., Nishizawa, O., Kigure,

e, T., Noto, H., Etori, K. and Kumazaki, T.: Microwave surgical treatment of the prostate: Clinical application of microwave surgery as a tool for improved prostatic electroresection. Urol. Int., 42, 127—131, 1987.

- 5) Yershalmi, A., Fisherlovitz, Y., Singer, D., Reiner, I., Arielkly, J., Abramovici, Y., Catsenelson, R., Levy, E. and Shai, A.: Localized deep microwave hyperthermia in the treatment of poor operative risk patients with benign prostatic hyperplasia. J. Urol., 133, 873—876, 1985.
- 6) 原田 忠: マイクロ波の泌尿器科疾患への応用. 第1報. アプリケーターおよびファントムに関する基礎的検討. 日泌尿会誌, 投稿中.
- 7) 原田 忠: 膀胱癌に対する経膀胱鏡的腔内照射治療. 日泌尿会誌, 投稿中.
- 8) 原田 忠: Remote afterloading system (RALS) を用いた膀胱癌に対する全粘膜照射法. 照射方法および治療効果予報. 日泌尿会誌, 投稿中.
- 9) 望月篤子, 斉藤正男: 電磁波加温に用いるファントム. 癌, 温熱療法, p. 53, 篠原出版, 東京, 1982.
- 10) Kronester, A., Steahler, G., Weinberg, W. and Keidisch, E.: Gefardung des darmes bei endoskopischer bestrahlung von harnblasen tumoren mit dem neodym-YAG-Laser. Urologe, 20, 305—309, 1981.
- 11) Hofstetter, A. and Frank, F.: A novel endoscope for radiation of bladder tumors. Fortschr Med., 97, 232, 1979.
- 12) Beisland, H.O., Sander, S. and Fossberg, E.: Neodymium: YAG laser irradiation of urinary bladder tumors. Urology, 25, 559—563, 1985.
- 13) Nakamura, S. and Nijima, T.: Staging of bladder cancer by ultrasonography: A new technique by transurethral intravesical scanning. J. Urol., 124, 341—344, 1980.

(1987年7月3日受理)