

腎細胞癌に対する経皮的ラジオ波焼灼術を用いた腎温存療法

— 4 症例 7 腫瘍の治療経験 —

辛島 尚, 井上 啓史, 島本 力
山崎 一郎, 鎌田 雅行, 執印 太郎
高知大学医学部泌尿器科学教室

CONSERVATIVE THERAPY BY PERCUTANEOUS RADIOFREQUENCY
ABLATION OF RENAL CELL CARCINOMAS
—THERAPEUTIC EXPERIMENTS OF FOUR PATIENTS
WITH SEVEN RENAL TUMORS—

Takashi KARASHIMA, Keiji INOUE, Tsutomu SHIMAMOTO,
Ichiro YAMASAKI, Masayuki KAMADA and Taro SHUIN
The Department of Urology, School of Medicine, Kochi University

We report 7 renal cell carcinomas in 4 patients treated by percutaneous image-guided radiofrequency ablation (RFA). The mean age of the patients was 59 years (male : 2, female : 2). All 4 were imperative cases. Two patients (5 tumor) had hereditary multiple renal cell carcinomas with von Hippel-Lindau (VHL) disease. The other two patients had sporadic renal cell carcinomas. RFA was performed guided by computed tomography under conscious sedation with local anesthetics. The mean size of the treated tumors was 4.5 (1.8–8.1) cm. Impedance-regulated RF energy from a generator at 94 (45–130) watts was applied at 11 (8–14) min intervals. The average procedure time was 91 (45–165) minutes. The maximum tissue temperature reached 82 (56–91)°C immediately after ablation. Three of the 7 lesions (42.9 %) were locally well controlled during the mean follow-up period of 6.3 (4–9) months. The two patients with VHL disease developed visceral metastasis after RFA. There were no major complications. Minor complications encountered included flank pain, nausea, perinephritic hematoma and fever. Although percutaneous image-guided RFA showed limited success in large or central renal tumors, the therapy against small exophytic renal tumors would be well tolerable and successful.

(Hinyokika Kiyo 52 : 241-247, 2006)

Key words : Renal cell carcinoma, Radio frequency ablation, Conservative therapy

緒 言

ラジオ波焼灼術 : Radiofrequency ablation (RFA) の歴史は, 1891年に D'Arsanval¹⁾ が, 肝臓におけるラジオ波の熱発生原理を報告したのをはじめとし, 1990年に Rossi ら²⁾ が動物モデルの肝腫瘍に対して治療を行った。その後, 1999年に McGovern ら³⁾ が腎細胞癌に対しての治療経験を報告したことにつづく。近年になって腎細胞癌に対する RFA の治療経験が海外から多数報告されているが, 本邦においてはいまだわずかな報告しかない。今回われわれは腎細胞癌 4 症例, 7 腫瘍に対して経皮的 RFA を施行したので, 報告する。

症 例

Table 1 に症例の一覧を示した。平均年齢 59 (46–81) 歳, 男性 2 例, 女性 2 例の計 4 例であった。

症例 1 と症例 2 は von-Hippel Lindau 病に伴う遺伝性多発性腎細胞癌, 症例 3 は両側同時発生例, 症例 4 は高齢かつ原因不明の胸水に伴う呼吸機能障害を認めたため本治療を選択した。4 例ともいわゆる imperative case であった。焼灼した腫瘍数は 1 から 3 個, 腫瘍長径の平均は 4.5 (1.8–8.1) cm, 合計 7 腫瘍のうち 2 腫瘍は腎中心部 (Central : C) に存在し, 5 腫瘍は辺縁部 (Exophytic : E) に存在していた。

RFA 施行 5 から 7 日前に, iodized oil (リピオドルウルトラフルイド®) : 99.5% エタノール (5 : 1) 混合液による選択的腫瘍動脈塞栓術 (TAE) を施行した。全症例において, TAE もしくは RFA 直前に腫瘍の経皮的針生検を行い, 病理組織学的に腎細胞癌であることを確認したうえで, CT ガイド下に RFA を行った。焼灼は 17 G, 2–3 cm 焼灼長のシングルプローブ針と Cool-tip RF ジェネレーター (Cool-Tip RF System®, Radionics 社) を用い, 通常出力は 40 W よ

Table 1. Characteristics of patients treated with RFA for renal cell carcinoma

Case	Age	Gender	PS	Diagnosis	Target laterality	No. of target tumors	Tumor size (cm)	Location	Underlying disease/Past history
1	53	F	1	Bilat. RCC	Rt.	3	①3.8×3.0 ②3.6×3.3 ③1.8×1.4	①C ②E ③E	VHL Lt nephrectomy Rt partial nephrectomy
2	46	M	1	Bilat. RCC	Lt.	2	①8.1×7.4 ②3.8×3.2	①C ②E	VHL Rt TAE
3	57	F	0	Bilat. RCC	Rt.	1	5.6×4.6	E	Rt renal arteriosclerosis
4	81	M	1	Lt. RCC	Lt.	1	4.7×4.0	E	Respiratory disorder
Mean	59 (46-81)		0-1			1.75 (1-3)	4.5 (1.8-8.1)		

PS: performance status, C: central, E: exophytic, VHL: von Hippel-Lindau disease, TAE: transarterial embolization.

Table 2. Results of the therapy with RFA for renal cell carcinoma

Case	Days before TAE	Max. power (watt)	Max. temp. (°C)	Ablation time (min)	Procedure time (min)	Complications	Tumor size (cm) after RFA (3M)	Follow up (M)	Local control	Outcome
1	5	130	86	12	75	Flank pain Nausea	①3.8×3.0 ②2.6×2.0 ③1.9×1.6	5	①× ②○ ③×	Lung mets, Pancreas mets
2	—	130	80	12	80	Hemato-	①8.7×7.9 ②4.5×4.0	4	①× ②×	Tumor growth, Lung mets
3	6	128 (120-130)	81 (56-91)	10.5 (8-12)	165	Fever	4.2×3.7	7	○	Controlled
4	7	67 (45-82)	83 (82-84)	12.3 (11.5-14)	45	—	3.7×3.2	9	○	Controlled
Mean	6 (5-7)	94 (45-130)	82 (56-91)	11 (8-14)	91 (45-165)		4.2 (1.9-8.7)	6.3 (4-9)	42.9%	

TAE: transarterial embolization, ○: success, ×: failure.

り開始し、1分ごとに10Wずつ上昇させ、初期インピーダンスより20Ω上昇した時点を中心点（いわゆる break）となるよう設定した。標的溫度を60℃以上とし、焼灼完了の目安は腫瘍内のバブル形成や腫瘍造影効果の消失を指標にし、各症例の最高出力（Max power）、プローブ針先端の最高温度（Max temp）、一回の焼灼時間（Ablation time）、手術時間（Procedure time）を記録した（Table 2）。疼痛コントロールは、ペンタゾジン15mg、塩酸ヒドロキシジン25mgの筋肉注射による前投薬と1%キシロカイン局所麻酔にて疼痛コントロールを行った。術3カ月後に、CTもしくはMRIにて画像評価を行い、2方向での腫瘍サイズ計測、造影効果、リビオドールの残存にて局所制御としての効果判定を行った。

症 例

患者1：53歳、女性

既往歴：VHL病、小脳血管芽腫摘除術、網膜血管腫光凝固術、脊髄血管芽腫摘除術

現病歴：1998年に左腎細胞癌の診断に対して左腎摘除術を施行、2001年に右腎細胞癌に対してマイクロ波を用いた右腎部分切除術を施行された。2003年に右腎

局所再発を認め、2度にわたってTAEを行い保存的に対処していたが、腫瘍の増大傾向を認めたため2004年当科入院となった。

臨床経過：画像上、右腎門部に1カ所（腫瘍①）および右腎外側に2カ所（腫瘍②、③）の計3カ所に腫瘍を認めた。RFA施行5日前に右腎外側の2腫瘍に対してリビオドール、99.5%エタノール混合液をそれぞれ5ml（②）と1ml（③）使用し、TAEを施行した。腎門部腫瘍（①）は、以前のTAEにより微細な側復血行路による栄養をされており、塞栓術は施行できなかった。17G、2cm焼灼長のプローブ針を使用し、最高出力は平均130W、最高温度は平均86℃、焼灼時間は平均12分、手術時間は75分であった。腎外側の1腫瘍（②）に対しては、十分な焼灼を行え、術前3.6×3.3cmあった腫瘍径は術3カ月後に2.6×2.0cmと縮小し、明らかな造影効果を認めず、十分なりビオドールの残存を認めた。しかし、腎門部腫瘍①は、周囲に大血管が存在していたため、また、腎外側腫瘍③は腹壁が近かったため疼痛が強くなり十分な焼灼が行えなかった。術後、一過性の局所の疼痛と嘔気を認めたが保存的加療で改善した。

2腫瘍においてコントロールが不十分であったが、

腎摘除術による透析導入を患者が希望されなかったため、5ヵ月後、開腹下に再度 RFA を施行した。腎門部腫瘍①は近傍に怒張した静脈が多数認められ、十分な焼灼は行えなかった。初回 RFA 8ヵ月後、腓頭部転移を認め、腓頭十二指腸切除を行った。また、初回 RFA 後15ヵ月後現在、腎門部腫瘍①は残存しており増大傾向であり、多発性肺転移を術後も認めている。

患者2: 46歳, 男性

既往歴: VHL病, 脊髄血管芽腫摘出術, 小脳血管芽腫摘除術

現病歴: 前医にて2001年に VHL 病と診断され、2002年に手術不能右腎細胞癌に対して、腎動脈本幹の TAE を施行された。2003年に両側腎細胞癌のコントロール目的に当科紹介となった。右腎細胞癌は、過去の TAE により比較的控制されていた。左腎摘除術による透析導入を希望されないため、左腎細胞癌に対しては TAE により保存的に対処していたが、腫瘍の増大傾向を認めたため、2004年再度当科入院となった。

臨床経過: 過去の動脈塞栓術ならびに動静脈瘻の存在のため RFA 直前に TAE は行えなかった。左腎中心部(腫瘍①)ならびに下極(腫瘍②)の2腫瘍に対して 17 G, 3 cm 焼灼長のプローブ針を使用し、経皮的 RFA を施行した。最高出力は平均 130 W, 最高温度は平均 80°C, 焼灼時間は平均12分, 手術時間は80分であった。術3ヵ月後の評価で、腫瘍①は 8.1×7.4 cm から 8.7×7.9 cm, 腫瘍②は 3.8×3.2 cm から 4.5×4.0 cm といずれも増大していた。4ヵ月後、同2腫瘍に対して再度 RFA を施行したが、初回 RFA 後13ヵ月現在、腫瘍①は 9.7×8.8 cm, 腫瘍②は 5.2×4.3 cm と増大しており、多発性肺転移を認めている。

患者3: 57歳, 女性

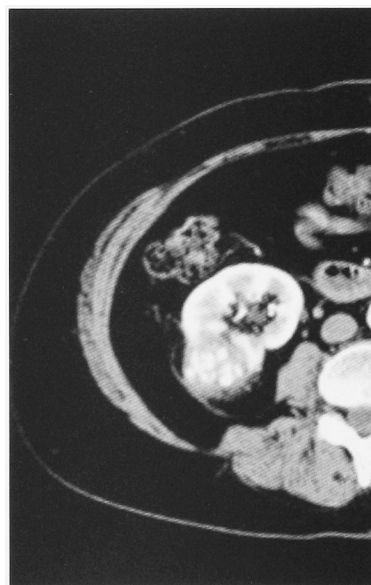
既往歴: 右腎動脈硬化症, 右萎縮腎, 高度肥満

現病歴: 2004年に両側腎細胞癌の診断のもと前医より当科紹介となった。

臨床経過: 両側とも T1a であったが、左腎細胞癌は腎中極に存在し、腎盂に接していたため腎摘除術を予定した。右腎はやや萎縮しており血管造影上、右腎動脈本幹の腎動脈硬化が原因と思われた。右腎部分切除に伴う透析導入の危険を回避するため、右腎細胞癌に対しては FRA を選択した。右腎細胞癌は腎下極にあり腫瘍径は 4.2×3.6 cm, 腎盂とは接していなかった。FRA 6日前に、リビオドール、エタノール混合液 12 ml にて TAE を施行し、3 cm 焼灼長のプローブ針を用い、計5回の穿刺ならびに焼灼を行った。最高出力は平均 128 W, 最高温度は平均 81°C, 焼灼時間は平均10.5分, 手術時間は165分であった。術前 5.6×4.6 cm あった腫瘍径は、術3ヵ月後の評価で 4.2



a



b

Fig. 1. CT scan of right renal cell carcinoma of case 3 before RFA (a). Follow-up CT scan at 6 months demonstrating shrunken and no further contrast enhanced tumor with residue of Lipiodol (b).

×3.7 cm と縮小し、明らかな造影効果も認めておらず、リビオドールの残存も継続していた (Fig. 1)。術後、発熱と白血球ならびに CRP の一過性上昇を認めたのみであった。RFA 1ヵ月後に、全身麻酔下で左根治的腎摘除術を施行した。術後補助療法として、インターフェロン- α 500万単位を週3回行っている。術後7ヵ月現在、局所再発ならびに遠隔転移を認めていない。また、初診時 113.6 ml/min あったクレアチニンクリアランスは、48.8 ml/min と低下したが、透析導入を必要としていない。

患者4: 81歳, 男性

既往歴：陳旧性胸膜炎

現病歴：2004年に、左腎腫瘍ならびに右胸水の精査目的にて当科紹介入院となった。

臨床経過：画像上、左腎細胞癌と診断したが、胸水は原因不明であった。高齢であることに加え、右胸水および陳旧性胸膜炎に伴う著しい呼吸機能障害を認めたため外科的治療は断念し、RFAを選択した。RFA施行7日前にリピオドール、エタノール混合液5mlを用いTAEを施行した。2cm焼灼長のプローブ針を使用し、計3回の穿刺ならびに焼灼を行った。最高出力は平均67W、最高温度は平均83°C、焼灼時間は平均12.3分、手術時間は45分であった。術後合併症は認めなかった。術前4.7×4.0cmあった腫瘍径は、術3カ月後の評価で3.7×3.2cmと縮小した、造影効果は乏しく、リピオドールの十分な残存を認めた。術後補助療法として、インターフェロン- α 300万単位を週2回行っている。RFA術後9カ月現在、局所再発ならびに遠隔転移を認めていない。

Table 2に各症例の結果の詳細をまとめた。4例(7腫瘍)に対してCTガイド下経皮的RFAを行った。症例1, 3, 4に対して、RFA施行5～7日前にTAEを行った。症例2は、過去の塞栓術の影響で選択的塞栓可能な栄養血管が存在しなかったため、TAEを行えなかった。最高出力は平均94(45～130)W、最高温度は平均82(56～91)°C、焼灼時間は平均11(38～14)分、手術時間は平均91(45～165)分であった。術前平均4.5(1.8～8.1)cmの最大腫瘍径は、術後3カ月の画像評価にて平均4.2(1.9～8.7)cmであった(有意差なし)。平均観察期間6.3(4～9)カ月で局所制御が可能であったのは、症例1の1腫瘍(腫瘍②)と症例3および4の合計3腫瘍、いずれもExophyticタイプあり、局所制御率は42.9%であった。Exophyticタイプに限っては、3/5腫瘍、局所制御率は60%であった。合併症として、重篤なものはなく、症例1に疼痛と嘔気、症例2に腎被膜下血腫、症例3に術後微熱を認めたが、いずれも保存的な加療のみで軽快した。

考 察

ラジオ波は電磁波の一種であり、医療用には460～480kHzの周波数のものが使用されている。RFAシステムは、ラジオ波を発生させるジェネレーター。ラジオ波を体内に誘導する焼灼プローブ針およびラジオ波を回収する対極板から構成されている。焼灼プローブ針を目的部位に穿刺して通電を開始すると、焼灼プローブ針の非絶縁部から対極板に向かってラジオ波が流れる。その際、組織抵抗(インピーダンス)による摩擦熱(ジュール熱)と誘電加熱を利用し、組織を変性壊死させる治療法である⁴⁾。近年低侵襲かつ治療の

簡便・正確さから悪性腫瘍に対するRFAは急速に普及している。腎腫瘍に対しても海外を中心に79～100%と高い局所制御率が報告されている(Table 3)。外方へ突出している小腫瘍が理想的な対象で、5cmまでの外方突出型は完全焼灼が可能、3cm以上の内方突出型は不可能ではないが、完全焼灼は困難とされている。われわれの経験でもこれと矛盾しない結果であった。しかし、外方突出型でも近傍に消化管が存在する場合は、熱障害による腸管穿孔の可能性がある。また、症例1の腫瘍③のように腹壁に近い腫瘍は、外方突出型の小腫瘍であっても焼灼時に疼痛が強くなり、局所麻酔のみでは十分な焼灼ができない場合がある。

RFAによる細胞組織障害は、約40°Cまでは、可逆性変化であり細胞はホメオスタシスを維持できる。46°Cで細胞の不可逆性変化をきたすが、壊死は起こらない。50～52°Cでは、わずか4～6分で腫瘍細胞の細胞障害(殺細胞)効果を認める。60°Cを超えると瞬間的な細胞死が誘発される。105°Cを超えると沸騰しガス産生、炭化をきたす。ガス蒸散をさけつつ50～100°Cに到達、維持するのがポイントのようである¹⁹⁻²²⁾。文献上、ジェネレーターの最高出力を50～200Wに設定することで、最高温度は60～94°C、1回の焼灼に2～50分を費やしており、かなりのばらつきがある。しかし、共通することは、平均腫瘍径1.7～3.5cmの小径の腫瘍を対象としていることで、高い局所制御率を得ていることである(Table 3)。

穿刺ならびに焼灼における補助機器として最も一般的に使用されているのがCTである。穿刺針の位置、早期の合併症発見に貢献する。その他、超音波を用いる方法もあり、焼灼の様子がリアルタイムに観察でき、被曝を受けない長所を有す。一方、焼灼により穿刺針周囲組織がハイパーエコーを呈し、ついでマイクロバブルの発生が見られる。これにともない腫瘍と正常腎との境界が不鮮明となり、特に深部での画像を妨げ、穿刺針の位置変更や最焼灼が困難となる短所がある¹⁷⁾。両者の長所を生かし、CTと超音波の併用の工夫も報告されている⁶⁾。近年、MRIガイドによる手技が普及してきている。矢状断や冠状断画像が得られ、さらには組織コントラストがより鮮明にみえる長所があり^{16,18)}、経皮的RFAに有用な補助機器となるであろう。

腎細胞癌に対するTAE併用の意義に関しては、現在のところ確立した見解はないが、肝細胞癌においてその有用性が報告されている。RFAは、低い周波数(460～480kHz)により電極針の周囲が炭化されることなくゆるやかに広い範囲を焼灼できる。その反面、血流による冷却効果を受けやすく脈管近傍の腫瘍を残存させる欠点がある²³⁾。この欠点を防止するために

Table 3. Reports of the therapy with RFA for renal cell carcinoma

Author	Year	n (tu- mors)	TAE (n)	Tumor size (cm)	Imaging procedures	Max. power (Watt)	Temp. (°C) Max.: M Target: T	Abla- tion time (min)	Gener- ator	Compli- cations (n)	Local control (%)	Follow up (M)
de Baere ⁵⁾	2002	5 (5)	—	3.3 (3-4)	US (4) CT (1)	—	94 M	15	Radi- onics	Hematoma (1) Hematuria (2)	100	Median 9 (6-18)
Pavlovich ⁶⁾	2002	21 (24)	—	2.4 (1.5-3)	US (9) CT+US (15)	50	100 T	10-12	RITA	Hematoma (1) Collateral damage (4) Psoas pain (2) Skin numb- ness (2)	79	2
Ogan ⁷⁾	2002	15 (16)	—	2.4 (1.4-3.6)	CT (13) Laparo. (3)	150	105 T	5-8	RITA	Hematoma (1)	93	4.9 (1-13)
Su ⁸⁾	2003	29 (35)	—	2.2 (1-4)	CT	90	100 T	10-10.5	RITA RTC	Liver injury (1) Pneumonia (1) Hematoma (8)	100	9 (0-23)
Farrel ⁹⁾	2003	20 (35)	—	1.7 (0.9-3.6)	US (22) CT (5) Open (8)	—	—	12-20	Radi- onics RITA	Flank pain or pares- thesia (3) Fluid collection (1)	100	9 (1-23)
Mayo- Smith ¹⁰⁾	2003	32 (32)	—	2.6 (1-5)	US (2) CT (36)	141 (96-164)	78.1 (59-96) M	9.2 (3-14)	Radi- onics	Hematoma (2) Skin mets (1)	81 (97)	9 (1-36)
Roy- Choudhury ¹¹⁾	2003	8 (11)	—	3 (1.5-5.5)	CT (5) US (8)	150-200	>60 M	12	Radi- onics	Discomfort (3) Infarction (2)	88 (7/8)	17.1 (10-26)
Gervais ¹²⁾	2003	34 (42)	—	3.2 (1.1-8.9)	CT (33) US (8) CT→US (1)	—	105 T	12	Radi- onics RITA	Hemor- rhage (3) Ureteral stricture (1)	86	13.2 (3-42.6)
Iguchi ¹³⁾	2004	11 (15)	1	2.3 (0.7-3.5)	CT	60.4 (20-110)	>60 M	11.8 (2-50)	Radi- onics	Macro- hematuria (1) Hematoma (4)	93	4.8 (1-13)
Zagoria ¹⁴⁾	2004	22 (24)	—	3.5 (1-7)	CT (22)	—	81 M	6-12	Radi- onics	Hematoma (12) Pneumo- thorax (1)	91	7 (1-35)
Veltri ¹⁵⁾	2004	13 (18)	—	2.5 (1.5-7.5)	US	—	100 T	15-25	RITA	Hematoma (1)	94 (≤3.5 cm)	14 (3-34)
Lewin ¹⁶⁾	2004	10 (10)	—	2.3 (1.0-3.6)	MR	1.45 A	>60 M	12-15	Radi- onics	Hematoma (2)	100	25 (1.6-41.7)

バルーンカテーテルや TAE により肝動脈血流を遮断した後, RFA を施行することにより 1 回の穿刺でより大きな焼灼範囲を得られることが報告されている^{24,25)} 特に, 大きな腫瘍において肝細胞癌の再発率を低下させたことが報告されている²⁶⁾ TAE に用いる塞栓物質にはリピオドールやゼラチンスポンジなどがあるが, RFA との併用においては一定の見解はない. 切除不能腎細胞癌に対するリピオドールとエタノール混合液を用いた腫瘍塞栓術の報告は古くから存在し²⁷⁾, 現在もなお使用されている²⁸⁾ われわれの

経験上, リピオドールとエタノール混合液による TAE は, 後の RFA 時に単純 CT にて高吸収域としてとらえることができ, 穿刺の指標となる長所がある. 一方, CT 上高吸収域を呈するがために造影効果による効果判定が困難なことも事実である. そこで, われわれはリピオドールの腫瘍内残存を効果判定の 1 つの指標としている. 塞栓後, 何日目に RFA を行うかについても一定の見解はない. 肝細胞癌において血流が遮断されている TAE 同日に RFA を行う工夫などがなされている²⁹⁾

機器の改善とテクニックの確立により大きな合併症は非常に稀である。血腫、肉眼的血尿、疼痛、鎮痛薬による副作用などが主なものであるが、いずれも保存的加療で対処可能なことが多い。稀なものとして皮膚転移¹⁰⁾、尿管狭窄¹²⁾、気胸¹⁴⁾の報告がある。顕微鏡的血尿は共通した合併症であるが治療の必要はない²⁹⁾

経皮的 RFA は、腎細胞癌に対して短時間かつ安全に行える有効な治療選択肢となりえる。また、複数回にわたって治療が行えるのも大きな長所である。しかし、適応に限界があるのも事実である。われわれの検討でも、局所制御が可能であったのは、いずれも 5 cm 未満の外方突出型 (Exophytic) の腫瘍であった。一方、局所制御不良であったのは内方突出型もしくは比較的大径の腫瘍、小径および外方突出型であっても腹壁や消化管に近接した腫瘍であった。今後、適応基準の設定ならびに疼痛予防の工夫が必要と考えられた。

結 語

腎細胞癌 4 例、7 腫瘍に対して RFA 療法を行った。症例によっては低侵襲かつ良好な局所制御が可能であるが、その適応に関しては慎重に検討する必要があると考えられた。

文 献

- 1) D'Arsanval MA : Action physiologique des courants alternatifs. *CR Soc Biol* **43** : 283-286, 1891
- 2) Rossi S, Fornari F, Pathies C, et al. : Thermal lesions induced by 480 KHz localized current field in guinea pig and pig liver. *Tumori* **76** : 54-57, 1990
- 3) McGovern FJ, Wood BJ, Goldberg SN, et al. : Radio frequency ablation of renal cell carcinoma via image guided needle electrodes. *J Urol* **161** : 599-600, 1999
- 4) 谷川 昇, 澤田 敏, 米虫 敦, ほか : Inner-vision **17** : 15-17, 2002
- 5) de Baere T, Kuoch V, Smayra T, et al. : Radio frequency ablation of renal cell carcinoma : preliminary clinical experience. *J Urol* **167** : 1961-1964, 2002
- 6) Pavlovich CP, Walther MM, Choyke PL, et al. : Percutaneous radio frequency ablation of small renal tumors : initial results. *J Urol* **167** : 10-15, 2002
- 7) Ogan K, Jacomides L, Dolmatch BL, et al. : Percutaneous radiofrequency ablation of renal tumors : technique, limitations, and morbidity. *Urology* **60** : 954-958, 2002
- 8) Su LM, Jarrett TW, Chan DY, et al. : Percutaneous computed tomography-guided radiofrequency ablation of renal masses in high surgical risk patients : preliminary results. *Urology* **61** : 26-33, 2003
- 9) Farrell MA, Charboneau WJ, DiMarco DS, et al. : Imaging-guided radiofrequency ablation of solid renal tumors. *AJR Am J Roentgenol* **180** : 1509-1513, 2003
- 10) Mayo-Smith WW, Dupuy DE, Parikh PM, et al. : Imaging-guided percutaneous radiofrequency ablation of solid renal masses : techniques and outcomes of 38 treatment sessions in 32 consecutive patients. *AJR Am J Roentgenol* **180** : 1503-1508, 2003
- 11) Roy-Choudhury SH, Cast JE, Cooksey G, et al. : Early experience with percutaneous radiofrequency ablation of small solid renal masses. *AJR Am J Roentgenol* **180** : 1055-1061, 2003
- 12) Gervais DA, McGovern FJ, Arellano RS, et al. : Renal cell carcinoma : clinical experience and technical success with radio-frequency ablation of 42 tumors. *Radiology* **226** : 417-424, 2003
- 13) 生口俊浩, 安井光太郎, 金澤 右, ほか : 腎腫瘍に対するラジオ波凝固療法の初期成績. *臨放* **49** : 542-546, 2004
- 14) Zagoria RJ, Hawkins AD, Clark PE, et al. : Percutaneous CT-guided radiofrequency ablation of renal neoplasms : factors influencing success. *AJR Am J Roentgenol* **183** : 201-207, 2004
- 15) Veltri A, De Fazio G, Malfitana V, et al. : Percutaneous US-guided RF thermal ablation for malignant renal tumors : preliminary results in 13 patients. *Eur Radiol* **14** : 2303-2310, 2004
- 16) Lewin JS, Nour SG, Connell CF, et al. : Phase II clinical trial of interactive MR imaging-guided interstitial radiofrequency thermal ablation of primary kidney tumors : initial experience. *Radiology* **232** : 835-845, 2004
- 17) Goldberg SN, Solbiati L, Hahn PF, et al. : Large-volume tissue ablation with radio frequency by using a clustered, internally cooled electrode technique : laboratory and clinical experience in liver metastases. *Radiology* **209** : 371-379, 1998
- 18) Shingleton WB and Sewell PE Jr : Percutaneous renal tumor cryoablation with magnetic resonance imaging guidance. *J Urol* **165** : 773-776, 2001
- 19) Goldberg SN, Gazelle GS, Solbiati L, et al. : Radiofrequency tissue ablation : increased lesion diameter with a perfusion electrode. *Acad Radiol* **3** : 636-644, 1996
- 20) Goldberg SN, Walovitch RC, Straub JA, et al. : Radio-frequency-induced coagulation necrosis in rabbits : immediate detection at US with a synthetic microsphere contrast agent. *Radiology* **213** : 438-444, 1999
- 21) Goldberg SN, Gazelle GS and Mueller PR : Thermal ablation therapy for focal malignancy : a unified approach to underlying principles, techniques, and diagnostic imaging guidance. *AJR Am J Roentgenol* **174** : 323-331, 2000
- 22) Gazelle GS, Goldberg SN, Solbiati L, et al. : Tumor

- ablation with radio-frequency energy. *Radiology* **217**: 633-646, 2000
- 23) 大崎往夫, 木村 達, 喜多竜一, ほか: 肝細胞癌に対する経皮的ラジオ波熱凝固療法 (RFA) の検討. *肝臓* **42**: 22-28, 2001
- 24) 山崎隆弘, 黒川典枝, 白橋 斉, ほか: 肝動脈バルーン閉塞下ラジオ波熱凝固療法. *肝臓* **41**: 425, 2000
- 25) Buscarini L, Buscarini E, Di Stasi M, et al.: Percutaneous radiofrequency thermal ablation combined with transcatheter arterial embolization in the treatment of large hepatocellular carcinoma. *Ultraschall Med* **20**: 47-53, 1999
- 26) 前田雅子, 木村誠志, 中井資貴, ほか: 肝細胞癌に対する経皮的ラジオ波熱凝固療法 (RFA) の検討: TAE 併用の意義について. *臨放* **48**: 930-934, 2003
- 27) Park JH, Jeon SC, Kang HS, et al.: Transcatheter renal arterial embolization with the mixture of ethanol and iodized oil (Lipiodol). *Invest Radiol* **21**: 577-580, 1986
- 28) Park JH, Kim SH, Han JK, et al.: Transcatheter arterial embolization of unresectable renal cell carcinoma with a mixture of ethanol and iodized oil. *Cardiovasc Intervent Radiol* **17**: 323-327, 1994
- 29) 堀田彰一, 中村英明, 藤田朋紀, ほか: 肝血流遮断下に高周波凝固 (RFA) 療法を施行した肝細胞癌の2症例. *肝臓* **41**: 580-581, 2000
- 30) Gervais DA, McGovern FJ, Wood BJ, et al.: Radio-frequency ablation of renal cell carcinoma: early clinical experience. *Radiology* **217**: 665-672, 2000

(Received on June 15, 2005)
(Accepted on October 20, 2005)