

原著論文

石川 悟 内田克紀

膀胱粘膜電気凝固およびホットカップ生検の最適な条件：ブタ膀胱を使った実験

要旨 目的：軟性膀胱鏡を用いた膀胱腫瘍の外来治療を視野に入れて、高周波治療およびホットカップ生検の高周波出力の最適条件を求めるため実験を行った。対象および方法：全身麻酔下ブタ膀胱を用いて検討した。電気凝固した粘膜およびホットカップ生検の標本を肉眼的および組織学的に観察した。結果および結論：電気メスの最適な設定は、粘膜の凝固では30Wから40W凝固波出力が適しており、ホットカップ生検では切開出力あるいは混合出力で40Wから50Wであった。

Optimal power setting of electrocautery for fulguration and hot cup biopsy of the urinary bladder: Experimental study with a pig

Abstract Although transurethral resection of superficial bladder tumors with rigid resectoscopes is already an established treatment, coagulation and hot cup biopsy of tumors with flexible cystoscope on an outpatient basis is not yet widely accepted. In order to know the optimal setting of electrocautery for coagulation and hot cup biopsy of the urinary bladder, we did an experimental study using the urinary bladder of a pig.

石川 悟：日立総合病院泌尿器科

〒317-0077 日立市城南町2-1-1

TEL 0294-23-1111, FAX 0294-23-8421

E-mail satoru.ishikawa@ibabyo.hitachi.co.jp

内田克紀：国際医療福祉大学腎泌尿器外科

Satoru Ishikawa: Department of Urology, Hitachi General Hospital

Katsunori Uchida: Department of Urological Surgery, International University of Health and Welfare

論文受領日, 2002年4月9日; 論文採用日, 2002年5月30日

Under general anesthesia, after the urinary bladder was opened, coagulation and hot cup biopsies were performed under various power settings. The resected urinary bladder and the biopsy specimens were examined grossly and microscopically.

The optimal power of the coagulation was 30-40 watts in the coagulation mode and that of hot cup biopsy was 40-50 watts in the cutting or mixed mode.

Key words 膀胱腫瘍, 電気凝固, ホットカップ生検 tumor of the urinary bladder, coagulation, hot cup biopsy

緒言

表在性膀胱腫瘍は、小さい再発腫瘍でも経尿道的腫瘍切除術(TUR-Bt)が一般的に行われる。TURでは腰椎麻酔の手術で最低数日の入院が必要であり、患者への負担は少ない。小さな再発腫瘍に対しては、膀胱注入麻酔を併用し軟性膀胱鏡を使って外来における治療も可能である。治療手段としては電気凝固^{1),2)}、YAGレーザー照射³⁾、マイクロ波照射を行う方法⁴⁾があるが、それぞれに長所・短所があり、優劣をつけがたい。電気凝固は、手術で一般に用いられる電気メスが使用できるため、非常に汎用性があるが、従来の軟性膀胱鏡は高周波の治療用にデザインされておらず、内視鏡のもれ電流などで正常粘膜の電氣的な傷害をおこす可能性も否定できない。Nd:YAGレーザーの治療も有効であるが、レーザー照射用quartz fiberの耐久

性が悪く、また高価であるため、治療に支障をきたすことがあった³⁾。またレーザー出力が強すぎる場合穿孔の危険性もある。われわれはマイクロ波を治療に用いた経験があるが、術中の疼痛が非常に少ない利点がある反面、電気凝固よりやや時間がかかることと、器具が特殊であり汎用性に乏しい欠点がある⁴⁾。

最近、部品の絶縁化など高周波治療に対応した軟性膀胱鏡が開発され、再発腫瘍の外来における電気凝固治療が広く行われることが期待される。われわれはブタを用いて電気凝固治療およびホットカップ生検の最適な条件を検討した。

材料および方法

生後3カ月雄ブタ(体重60kg)を用い、全身麻酔下に下腹部正中より膀胱前壁を切開、Dソルビトール液を満した上で膀胱後壁粘膜の高周波電気凝固およびホットカップ生検を行った。使用した高周波出力装置はオリンパス製高周波焼灼装置UES-30である。電気凝固はFig. 1に示す高周波凝固子CD-6C-1(外径1.8mm, 棒状電極)を用い、電極を接触させ、出力条件を変えながら2秒間通電した。電気凝固による組織の変化を肉眼的に観察、さらに膀胱を摘出

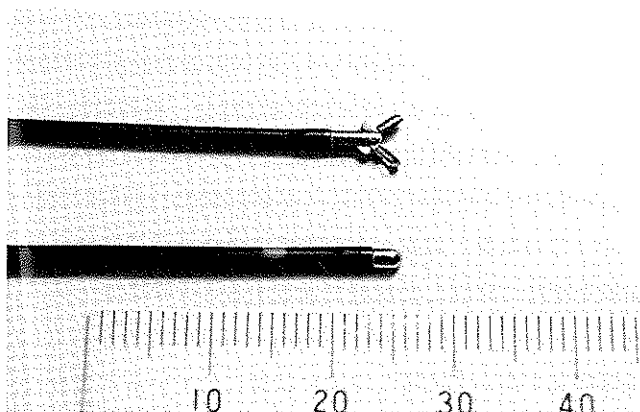


Fig 1 hot cup生検鉗子(上側)と電気凝固電極(下側)

し、凝固部位を組織学的に検討した。ホットカップ生検はFig. 1のようなホットバイオプシー鉗子FD-7C-1(外径1.9mm)を用い、生検鉗子で粘膜を把持し、牽引した上で通電した。切開、ブレンド1(繰返し周期が30-50 μ 秒以下の正弦波電流の休止時間を加味した切開より凝固能を有するモード)、ブレンド2(ポリペクトミーなどに使用し、休止時間を長くしてブレンド1よりさらに凝固能力を有する)と出力条件を変えながら、組織採取までの通電時間、ホットカップ生検の標本の状態、生検後の膀胱壁の状態を肉眼的、組織学的に検討した。また比較のため生検鉗子FB-19SX-1(外径1.9mm)を用いてコールドカップ生検も行い、標本および生検後の膀胱壁を肉眼的、組織学的に観察した。

結果

1. 高周波電気凝固

出力設定を変えて実験を行った結果をTable 1に示す。出力が低い場合は、粘膜の変化に乏しく、高出力の場合は、電極と粘膜の間で放電した。肉眼的ならびに組織学的に最適な条件はノーマル凝固モードでもソフト凝固モードでも30Wから40Wであった(Fig. 2)



Fig 2 電気凝固したブタ膀胱粘膜。40Wで電気凝固を行った。

Table 1 電気凝固の出力と粘膜の変化

モード	出力(W)	通電時間(秒)	インピーダンス(Ω)	電圧(V)	肉眼的所見	組織学的所見
凝固	10	2.1	250	50	ほとんど変化なし	ほとんど変化なし
	20	1.8	300	90	軽度白色変化	粘膜上皮に軽度壊死像
	30	2.1	360-390	120	白色凝固	粘膜下層まで凝固壊死
	40	1.9	420-450	140	白色凝固	粘膜下層まで凝固壊死
	50	2.1	470-500	160	放電生じる	粘膜下層まで凝固壊死

Table 2 ホットカップ生検の実験結果

モード	出力 (W)	通電時間 (秒)	インピーダンス (Ω)	電圧 (V)	肉眼的所見	組織学的所見
ブレンド1	20	10以上	800	180	組織採取少ない	組織採取少ない
	30	5.5	700	200	組織採取十分	組織採取少ない
	40	3	600	220	組織採取十分	標本十分
	50	0.6	750	260	組織採取十分	標本十分
	60	1.6	700	280	組織採取十分	標本の変性強い
ブレンド2	20	4	200	70	組織採取少ない	組織採取少ない
	30	10	200	80	組織採取十分	粘膜うまく採取できず
	40	15	200	90	組織採取十分	標本十分
	50	4.8	200	100	組織採取十分	表面一部変性あり
	60	4	200	110	粘膜の欠損大きい	標本の炭化あり
切開	20	14	500	150	組織採取少ない	組織採取少ない
	30	12	500	190	組織採取十分	標本十分
	40	3.6	500	200	組織採取十分	標本十分
	50	1.8	800	290	組織採取十分	粘膜不明
	60	1.4	800	320	粘膜の欠損大きい	標本なし

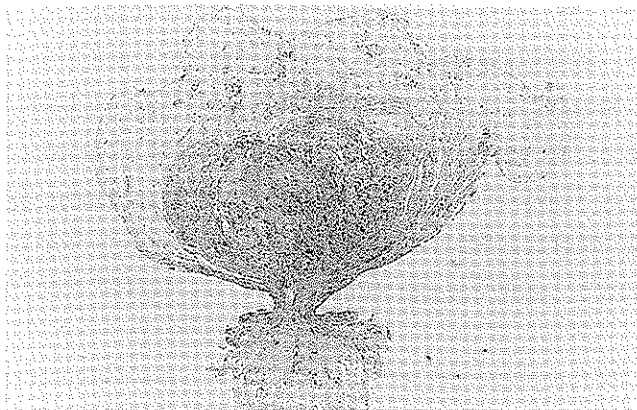


Fig 3 ホットカップ生検で採取した組織. 40Wの切開で行った. 小さな組織であるが, 変性は少なく, 病理検査が十分可能である.

2. ホットカップ生検

実験結果をTable 2に示す. 出力が弱いと組織採取までの時間がかかり, また標本採取量が不十分であり, また出力が強すぎると採取した生検標本の一部の炭化傾向が強くなった. 通電時間, 採取された標本の状態からホットカップ生検の条件として最適なのはブレンド1で30Wから50W, 切開40Wであった. Fig. 3に示すように切除された組織は小さいが, 変性は少なく, 病理検査が十分可能であった. ブレンド2は切除までの時間もかかり, 標本の熱変性も強い傾向があり, ホットカップ生検には不適であると考えられた.

考 察

高周波凝固子 (先端棒状電極) を使った粘膜凝固の実験では, 30~40Wでの凝固モードが適していた. 凝固を行った組織の検討では粘膜下組織まで凝固壊死がおよび, 表在性膀胱腫瘍の治療には十分であると考えられた.

高周波によるホットカップ生検はカップが小さく組織変性して組織診断が無理と考えがちだが, 電流の流れはほとんどがカップに沿ったものであり, 組織学的検査に耐える組織の採取は十分に可能である⁵⁾. 一般には, 電気メスで切除を行うためには放電が必要であり, 放電を起こすと組織が高温状態になり, 組織内の水蒸気爆発を発生させるといわれている^{6,7)}. ホットカップ生検の場合, 組織変性には, 組織とカップ間の放電の有無, および放電が生じるまでの時間が影響すると思われる. 放電を容易に短時間で発生させ, その結果, 組織への熱影響を少なくするためには, 組織を把持し牽引した状態で通電することが必要である. 牽引することにより, カップと組織の接触面積を小さくし, 電流密度を高めて放電しやすい状態にしていると同時に, 機械的な切断を容易にしていると考えられる.

本実験においてはブレンド1で30Wから50W, 切開40Wで短い通電時間で良好な標本採取ができた. 放電の有無は電圧より推測でき, 組織の状態はインピーダンスからも推測することが可能である. 本実験の場合, 良好な放電が生じるのはTable 2のデータより200~260V・500~700 Ω 程度であると推測される.

一方、ブレンド1で60Wのように出力が強すぎる場合は、組織の炭化部分の占める割合が増えて、組織診断できる量が少なくなる。この場合、Table 2のデータでは280V、800Ω以上の電圧およびインピーダンスが示されており、過度の放電で組織の炭化による損傷が進んでいると考えられる。

出力が弱すぎる場合は、Table 2におけるブレンド2の電圧およびインピーダンスで示されるように190V・500Ω未満であり、放電に要する電圧まで達していない。このことから、放電が発生しない、または放電に達するまでに時間を要したため、組織を加熱し蛋白変性を生じさせるのみであり、標本採取量が不十分になったと考えられる。

以上のように、ホットカップ生検を用いて組織学的検査に耐える組織採取を行うには最適な出力を選択し、良好なカップと組織間の放電を生じさせることが必要であると推測される。

外来において膀胱腫瘍の電気凝固治療を行う上では、病理学的な筋層浸潤の有無の判定ができないという問題点が残っているが、初発の時に表在性であることがわかっており、Gradeも高くない症例に対して適応を選べば、非常に有効な治療になりうると思われる。われわれはすでに20例以上の外来での治療経験があるが、1cm以下の腫瘍では膀胱内に局所麻酔剤を注入するだけで問題なく施行できる。さらに大きな腫瘍の場合は、腫瘍基部に局所麻酔剤を注入する方法、また現在開発中のbipolar電極を使用するなどの方法も可能である。ホットカップ生検ではコールドカップ生検に比較して、生検後の出血が少ないため、生検後の視野の確保が容易であり、また患者が帰宅した後の不安などを考慮すると、今後は外来での膀胱粘膜生検の主流になりうる検査であると思われる。

文 献

- 1) Herr HW (1990) Outpatient flexible cystoscopy and fulguration of recurrent superficial bladder tumors. J Urol 144 : 1365-1366
- 2) Wedderburn AW, Ratan P, Birchi BR (1999) A prospective trial fo flexible cystodiathermy for recurrent transitional cell carcinoma of the bladder. J Urol 161 : 812-814
- 3) 石川 悟, 佐々木明, 鶴田 敦, 樋之津史郎, 小磯謙吉 (1993) 軟性膀胱鏡とNd:YAGレーザーを用いた表在性膀胱腫瘍再発の外来治療. 日泌尿会誌 84 (4), 707-710
- 4) 石川 悟, 岩崎明郎, 鈴木正彦, 太田智則, 大谷幹伸, 根本良介, 赤座英之 (1998) 軟性鏡とマイクロウェーブを用いた表在性膀胱腫瘍の外来治療. 平成9年度茨城県がん臨床研究報告書, p1
- 5) Tauberm R (1985) Biopsy-coagulation forceps to simplify biopsy of the bladder. J Urol 133 : 783-758
- 6) 齋藤正男 (1993) 切開と凝固の仕組み. クリニカルエンジニアリング別冊3 電気メスハンドブック, pp22-26
- 7) 戸畑裕志, 無敵剛介 (1993) 電気メスの基本構造. クリニカルエンジニアリング別冊3 電気メスハンドブック, pp27-36