肝癌に対する改良型PMCT電極の有用性の検討

庄野嘉治¹⁾ 田伏克惇¹⁾ 辻 毅¹⁾ 上野昌樹¹⁾ 有井一雄¹⁾ 堂西宏紀¹⁾
 酒部 克¹⁾ 廣井伸行¹⁾ 中瀬隆之¹⁾ 吉田英樹¹⁾ 脇海道孝一²⁾

Microwave Coagulation Therapy for Liver Cancer Using Newly Devised PMCT Electrodes

Yoshiharu Shono¹⁾, Katsuyoshi Tabuse¹⁾, Takeshi Tsuji¹⁾, Masaki Ueno¹⁾, Kazuo Arai¹⁾, Hiroki Donishi¹⁾
 Katsu Sakabe¹⁾, Nobuyuki Hiroi¹⁾, Takayuki Nakase¹⁾, Hideki Yoshida¹⁾ and Koichi Wakikado²⁾

Abstract

Microwave coagulation therapy (MCT) has been shown to be a reliable method for liver cancer. It can control local liver cancer especially less than 3 cm diameter. But the problems of conventional PMCT electrodes that the diameter of tissue coagulation achievable of with a single electrode insertion is limited, multiple electrode insertions were needed and related complications were occurred dose not resolved. We have recently investigated a newly devised PMCT electrode named PERCUPRO®. It can elevate the forward power and decrease the reflecting power. It is coated with Teflon and cooled down system.

This article outlines laboratory experience and clinical experience of MCT using PERCUPRO®, New PMCT electrodes can coagulate larger than previous electrodes in liver. Post-operative complications were not seen in the patients using new type of PMCT electrodes. MCT for Liver cancer using PERCUPRO® electrodes are more effective, useful and safe therapeutic modality for liver cancer compared with conventional PMCT electrodes.

Key words : microwave coagulation therapy, hepatocellular carcinoma, metastatic tumor of the liver

Accepted on Sep.12, 2000

国立大阪南病院外科¹⁾ 〒586-8521 大阪府河内長野市木戸東町2-1

Department of Surgery, Osaka Minami National Hospital

Address : 2-1, Kidohigashi machi, Kawachinagano city, Osaka, 586-8521, Japan

株式会社アズウェルネスコカンパニー²⁾ 〒540-8575 大阪市中央区石町2-2-9

Azwell Inc. NESCO Co. Ltd.

Address : 2-2-9, Koku machi, Chuo ku, Osaka, 540-8575, Japan

はじめに

マイクロ波凝固療法は肝癌に対する局所療法は根治性と低侵襲性を兼ね備えた治療法として普及しており¹⁾、わが国において肝癌治療の一翼を担うまでになった。しかし1回の穿刺における凝固範囲は小さいため、腫瘍径が30mm以下でも従来の針では複数回の凝固穿刺が必要であり断端再発も皆無ではない^{2) 3)}。このため1回の凝固穿刺で広範囲の凝固域が得られる改良型PMCT電極を試作したのでその有用性について報告する。

I. 対象と方法

1. 改良型PMCT電極 (PERCUPRO®)

改良型PMCT電極を図1に示す (PERCUPRO®: Aswell Inc. NESCO Co. Ltd.)。従来型PMCT電極では、低温タイプであっても針自体の金属温度の上昇に伴い周辺凝固組織の付着により、マイクロウエーブエネルギーの減衰が起こり凝固範囲が小さくなり、また組織の付着により抜去が困難であった。以上のことを解決するため16G PMCT電極に先端から約7cmにわたりテフロンコーティングをし、コネクター近傍に還流冷却装置を付加した。更にマイクロウエーブ独自の性質である forward

power と reflecting power の関係を最も効率よくする monopolar antenna に改良した^{4) 5)}。

2. 生体外実験

正常牛肝 (ex vivo, 組織温度34℃) を用いて改良型PMCT電極と従来型PMCT電極で照射条件は80Wとし、照射時間は10分で凝固範囲の比較実験を行った。改良型PMCT電極で凝固を行っている間は4℃の冷水を還流した。凝固範囲は凝固による色調の変化を測定した。

3. 臨床治療

平成12年1月より平成12年6月末までに当科で治療した肝癌19例 (肝細胞癌14例, 転移性肝癌5例), 結節数24個 (肝細胞癌17結節, 転移性肝癌7結節, 平均腫瘍径19.75mm, 最大径35mm) を対象に改良型PMCT電極を用いて治療を行った (表1)。改良型PMCT電極を用いて、超音波ガイド下にて腫瘍の中心を穿通し針先が腫瘍最下端に当たる部位まで穿刺し、照射条件は80Wとし照射時間は約10分とし腫瘍径に応じて照射時間を変更し4℃の冷水を還流しながら凝固した。テフロンコーティングをしているので凝固付着防止のための解離電流 (DC) は不要となった。治療はすべての症例において1回の凝固穿刺で終了した。なおインフォームド

図1
改良型マイクロ波深部凝固用電極

PERCUPRO®: AZWELL Inc. NESCO
Co.Ltd.

コンセメントのもとに行い、効果判定は1, 3ヵ月後に超音波検査とDynamic CTを用いて判定した。

これらの結果を従来型PMCT電極を用いて治療した当施設の結果（症例数39例，結節数52例）と比較検討した。

II. 結果

1. 生体外実験

牛肝の凝固断面を示す（図2）。改良型PMCT電極では55mm×60mmに対して従来型PMCT電極では

28mm×45mmと新型電極の方が明らかに広い凝固範囲を得ることができた。

2. 臨床治療

はじめに改良型PMCT電極を用いて治療した2例についての超音波像を示す（図3）。症例1は腫瘍径35×32mmの転移性肝癌に対して施行した。治療後の凝固範囲は36×40mmであり1回の穿刺で広範囲の凝固を得ることができた。症例2では腫瘍径15×16mmの肝細胞癌に対して施行し、症例1のように32×40mmと広範囲の凝固が得られた。

改良型PMCT電極での治療において、その凝固時間と治療直後の超音波にて評価した凝固範囲について示す（表2）。凝固時間を長くするとともに凝固径は増大しており、最大では12分から15分の凝固時間で平均38mmもの凝固径を得ることができた。

腫瘍径別にみた穿刺凝固回数について改良型PMCT電極を用いたものと従来型電極を用いたものとで比較した（表3）。従来型電極では20mm以下の腫瘍径でも60W，3分を1回として平均穿刺回数3.3回であり腫瘍径が大きくなるに従い、その回数も増加した。一方、改良型PMCT電極では80W，5～15分で1回の穿刺凝固のみであり、腫瘍径別にみた平均総凝固時間ではいずれ

表1 肝癌におけるPMCT症例

		従来型PMCT	改良型PMCT
症例数		39（肝細胞癌39）	19（肝細胞癌14） （転移性肝癌5）
結節数		52	24（肝細胞癌17） （転移性肝癌7）
腫瘍径	20mm以下	30	15
	21～30mm	18	7
	31mm以上	4	2

図2
牛肝（ex vivo）凝固断面

出力：80W，時間：10分間

図3 改良型PMCT電極を用いた凝固範囲

の腫瘍径においても改良型PMCT電極の方が凝固時間の短縮を認めた。

さらにテフロンコーティングしているためDCの通電時間は不要となり凝固組織の付着がなく抜針はスムーズにでき針の回転操作も不要であった。また断端再発については改良型PMCT電極を用いてからは、まだ期間が短いため正確な評価はできないが全例において再発は認めなかった(表4)。

合併症については従来型の方法では39例中胆汁漏1例、急性胆嚢炎1例、穿刺部火傷2例であったのに対して改良型PMCT電極による治療では合併症は全く認めなかった(表5)。

Ⅲ. 考案

マイクロ波凝固装置はマイクロ波メスとして肝切除術に用いられるように開発されその有用性が報告された⁴⁾。その後、肝癌を直接凝固壊死させる方法として脚光を浴び現在においてマイクロ波凝固壊死療法は、肝細胞癌や手術不能な転移性肝癌における局所治療法として高い評価を得ている⁵⁾。

しかし、従来型PMCT電極では1回の穿刺凝固での凝固範囲が小範囲なため腫瘍径に応じて複数回の穿刺を必要とし、手技的に熟達していないと腫瘍辺縁の凝固が不十分であったり、また出血・胆汁漏や針の温度上昇による腹壁火傷などの合併症などの問題も生じる。そこで

表2 改良型PMCTの凝固時間と凝固範囲

凝固時間	凝固範囲
5～6分	21.3mm (n=4)
10分	30.5mm (n=18)
12～15分	38mm (n=2)

穿刺方向に対して垂直方向。
出力：80W，超音波にて測定

表3 肝臓腫瘍径と平均穿刺凝固回数

腫瘍径	従来型PMCT	改良型PMCT
20mm以下	3.3 (30結節)	1 (15結節)
21～30mm	8.3 (18結節)	1 (7結節)
31mm以上	19.5 (4結節)	1 (2結節)
条件	60W・30s×6 (DC15mA×15s, 間欠的)	80W・60s×5～15 (DC不要)

表4 断端再発

従来型PMCT	改良型PMCT
(1年以上, 7年まで経過観察) 6/39例 (15.4%)	(3ヵ月以内) 0/19例 (0%)

表5 合併症

	従来型PMCT	改良型PMCT
胆汁漏	1/39例 (2.6%)	0/19例
急性胆嚢炎	1/39例 (2.6%)	0/19例
穿刺部火傷	2/39 (5.1%)	0/19例

今回これらの問題を解決するために改良型PMCT電極を考案した。マイクロ波の熱エネルギーはRFエネルギーと異なり誘電加熱効果が強く炭化を来さないのが大きな特徴である。しかしそのreflecting powerにより針電極周囲で組織炭化に近い温度上昇をもたらし、水分の蒸散が起こるためマイクロ波エネルギーが減衰したり、針電極に周囲凝固組織が付着することが問題であった。このため針電極先端をテフロンコーティングし、冷却水を還流できるようにしてforward powerを大きくreflect-

ing powerを小さくしたため凝固範囲が球形状となり著明に増大した。

最近の報告では肝細胞癌に対するCool-tip型ラジオ波電極を用いた治療では1回穿刺焼灼で約3.5cm正円形の領域の壊死変化が得ることができ、肝臓局所治療では最良の方法と推奨されている⁶⁾が、今回の結果から改良型PMCT電極はCool-tip型ラジオ波電極と同等の凝固範囲を得ることができた。むしろ、穿刺回数や凝固時間を考慮すると改良型PMCT電極の方がより良好な結果を得ることができると考えることができ、肝臓局所治療においては改良型PMCTはablation therapyとしては最良の治療方法であるといえる。

改良型PMCT電極を用いた肝臓に対するMCTは1回の穿刺にて非阻血下で10～15分で最大径35mmまでの凝固壊死効果が得られ、その有用性が確認できた。改良型PMCT針が導入されてからまだ短期間であるため、今後も経過観察と適応・手技などを考慮し、また針電極のさらなる改良を重ねていく方針である。

まとめ

改良型PMCT電極 (PERCUPRO®) を用いて実験的・臨床的に従来型PMCT電極と比較して凝固範囲・穿刺凝固回数・総凝固時間・合併症についてその有用性が示唆できた。

References

- 1) 日本肝臓研究会：第14回全国原発性肝臓追跡調査報告 (1996-1997). 101-104, 2000
- 2) 田伏克惇, 辻 毅：肝細胞癌に対するマイクロ波凝固治療の展開. 日消誌96：493-501, 1999
- 3) 辻 毅, 田伏克惇, 庄野嘉治, 上野昌樹, 有井一雄, 堂西宏紀, 酒部 克, 廣井伸行, 中瀬隆之, 吉田英樹：原発性肝細胞癌に対する経皮的マイクロ波凝固療法 (PMCT) と再発形式. J Microwave Surg 18：73-78, 2000
- 4) Tabuse K：A new operative procedure of hepatic surgery using a microwave tissue coagulator. Arch Jpn Chir 48：160-172, 1979
- 5) 田伏克惇：原発性肝臓に対する治療戦略. Frontiers in Gastroenterol 5：101-109, 2000
- 6) 椎名秀一朗, 寺谷卓馬, 小尾俊太郎, 佐藤新平, 小池幸宏, 段 佳之, 赤松雅俊, 藤島知則, 吉田英雄, 加藤直也, 今井康雄, 今村雅俊, 浜村啓介, 白鳥康史, 小俣政男, 他：Cool-tip型電極を用いた経皮的ラジオ波焼灼療法による肝細胞癌の治療. 肝臓41：24-30, 2000