Review

腎細胞癌に対するマイクロ波組織凝固装置を用いた 後腹膜鏡下腎部分切除術

藤本 清秀 穴井 智 田中 宣道 平山 暁秀 平尾 佳彦

Retroperitoneoscopic partial nephrectomy for renal cell carcinoma by using a microwave tissue coagulator

Kiyohide Fujimoto, Satoshi Anai, Nobumichi Tanaka, Akihide Hirayama and Yoshihiko Hirao

Abstract

Recently partial nephrectomy is often indicated for treating small renal cell carcinoma (RCC) and is considered as a standard surgery for stage T1a RCC in terms of the favorable oncological outcomes comparative with radical nephrectomy. Particularly, non-ischemic partial nephrectomy by using a microwave tissue coagulator (MTC) is the most simple and safe nephron-sparing surgery. Besides, partial nephrectomy using an MTC is very suitable for laparoscopic surgery in selected patients.

We reviewed our surgical procedures and 24 RCC patients who underwent retroperitoneoscopic partial nephrectomy by using an MTC.

Key words: microwave tissue coagulator, retroperitoneoscopic partial nephrectomy, renal cell carcinoma

Accepted on Mar. 6, 2012

奈良県立医科大学泌尿器科 〒634-8522 奈良県橿原市四条町840

Department of Urology, Nara Medical University
Address: 840 Shijo-cho, Kashihara, Nara, 634-8522, Japan
Tel: 0744-22-3051 Fax: 0744-22-9282
E-mail: kiyokun@naramed-u.ac.jp

緒 言

腎細胞癌に対する患側腎温存治療の1つに腎部分切除術があるが、さらに低侵襲な腹腔鏡手術との組み合わせによる術式の確立を試みてきた。本稿では、小さな腎細胞癌に対するマイクロ波組織凝固装置を用いた後腹膜鏡下腎部分切除術における我々の手技と治療成績について概説する。

I. 腎細胞癌に対する外科治療の変遷

1980年代はCTによる画像診断の技術進歩と普及の時代であったが、当時はすべての腎癌の標準治療は根治的腎摘除術であった。1990年代には検診や画像検査の普及によって偶然発見される小径腎細胞癌が増加し、それに伴って患側腎温存の意義が提唱され開腹腎部分切除術が適応される症例が少しずつ増加してきた。我々も、1993年からマイクロ波組織凝固装置を用いた腎部分切除術を開始した¹⁾。一方、2000年代には限局性腎細胞癌の低侵襲治療として腹腔鏡下腎摘除術が広く普及したため、限局性腎細胞癌に対しては開腹腎部分切除術と腹腔鏡下腎摘除術のいずれかを選択することが多くなった。近年では、腎機能と予後の再評価から局所再発が低率で、根治的腎摘除術と比べて予後が変わらない腎部分切除術がT1a腫瘍（腫瘍径 ≤ 4 cm）の標準治療として認識され²⁾、さらに腎機能の温存により心血管系リスクが低下することで生存率も向上することが示され、T1b腫瘍（ $4 < \text{腫瘍径} \leq 7$ cm）でも一定の条件を満たせば腎部分切除術が適応される³⁾⁴⁾。近年の腹腔鏡手術の定着とともに、腹腔鏡下腎部分切除術が選択される症例も増加し、さらに今後はロボット手術症例の増加も予想される。

一方、腎血流を遮断し冷阻血で行うのが一般的な腎部分切除術であるが、短時間での切除・縫合操作が可能な場合は温阻血で施行される症例も多い。また、無阻血で行う場合はマイクロ波組織凝固装置を用いた腎部分切除術が汎用されており、我々は外方突出型の径3 cm以下の腎細胞癌ではマイクロ波組織凝固装置を用いた後腹膜鏡下腎部分切除術を行っている。

II. マイクロ波組織凝固装置による後腹膜鏡下腎部分切除術

マイクロ波組織凝固装置は、マイクロ波が伝播する含水組織だけを深部まで均一に非炭化凝固させる。本器を腎部分切除術に用いる利点は、切除に先立ち腫瘍を包囲凝固することで腫瘍の播種や残存を抑制できること、無阻血手術のため最大限の腎機能温存が可能なが挙げられる。しかし、後腹膜鏡下腎部分切除術には技術的な課題として、安全かつ正確な穿刺と出血に対する対応が求められる。無阻血であるため、出血をできるだけ起こさないように穿刺・凝固と切除を行うことがポイントとなる。

1. トロカー留置とアプローチ

側臥位ないし腎体位をとり、後腹膜アプローチ（後腹膜鏡下）で行う。トロカーは内視鏡用と術者操作用5 mmの2本を側腹部に留置し、必要に応じて助手操作用5 mmを1本追加する。

後腹膜腔を用指のあるいはバルンダイレーターで拡張後、腎の外縁から円錐外側筋膜、Gerota筋膜、腎周囲脂肪組織を切開し腫瘍を同定する。腫瘍の位置によって、腹膜や腎周囲脂肪組織の剥離を追加する。腎中部や下極の腫瘍では腫瘍周囲だけの剥離で十分であるが、上極の腫瘍では穿刺のため腎に適度の可動性が生じるまで剥離する。腎門部近傍の腫瘍では腎動脈や尿管を同定しておき、埋没型の腫瘍で出血が予想される場合は腎動脈にブルドック鉗子を掛けられるようにしておく。

2. 穿刺と凝固

腹腔鏡用のプローブは5 mmの先端角度可変型を使用する。使用する針電極の長さは腫瘍径や実質内への深さから決定するが、腫瘍径の1/2～2/3程度の長さが適切で、マイクロ波の設定は出力55～60 W、凝固30秒、解離15秒にしている。

Dynamic CTで、腫瘍の位置、腫瘍径、実質内の深さ、形態（多房性、嚢泡性）、腫瘍偽被膜とマージンの状態を確認する。特に腫瘍底では、腎洞脂肪組織や腎錐体との位置関係、腎盂腎杯との距離を確認し、腫瘍偽被膜を損傷することなく切除できるような穿刺ラインをイメージしておく。Fig. 1の症例では、造影CT早期相（Fig. 1B）で皮質層とBertin柱（矢印）における葉間動脈や弓状

Figure 1 Abdominal CT

A: plain, B: early phase of enhancement; columnna renalis as bertin column including aa. et vv. interlobares or arcuatae is enhanced (arrow) and medulla renalis is not enhanced (arrow head), C: excretion phase of enhancement; pyramis renalis in the medulla renalis connecting to renal calices was enhanced (arrows) and renal sinus fat tissue where aa. et vv. interlobares are penetrating is indicated by an arrow head.

Figure 2 Abdominal enhanced CT

Although a hilar tumor on the early-phase images seems to be adjacent to renal artery (arrows), changing enhancement phases (A→B→C) reveals that the tumor is fully surrounded by renal parenchyma (arrow heads).

動静脈に留意し、髓質層（矢頭）では腎杯との距離を把握しておく。また、排泄相（Fig. 1C）では腎錐体から腎杯への造影剤の流れ（矢印）や、腎洞脂肪（矢頭）内の葉間動静脈の走行を確認する。腎門部に近い腫瘍では、腎動脈や尿管の走行と腫瘍との位置関係を正確に理解しておく。Fig. 2のように、腎門部の腫瘍が一見腎動脈（矢印）と接しているように見えるが、撮像のタイミングとスライスを少し変えると（A→B→C）、腫瘍は腎実質に囲まれていることがわかる（矢頭）。一方、完全埋没型（Fig. 3）や偽被膜を欠き境界が不明瞭な浸潤性腫瘍は本

手術の適応としない。

穿刺は側方や手前の刺入角を把握しやすいところから開始し、腫瘍辺縁から7～8mm離れた正常実質を約5mm間隔で腫瘍底部を狙って穿刺する。腫瘍ぎりぎりを穿刺すると、切除に際して腫瘍偽被膜を損傷する。凝固を繰り返すうちに組織が収縮し、腫瘍自身が腎実質から突出してくるので穿刺し易くなる。穿刺孔から出血がみられても、穿刺凝固を進めるうちに自然に止血することが多いが、止血しない場合は、出血の見られる穿刺孔の周囲に、穿刺方向や針長を変えて凝固を追加する。不十分な

Figure 3 Abdominal enhanced CT of a completely buried tumor in the left kidney (arrow head)

Figure 4 Abdominal enhanced CT of a right renal tumor (white arrow head)

A: An early-phase image shows aa. interlobares (arrows) and the tumor sustained by renal cortex, B: A late-phase study shows contrast-medium enhancement of pyramis renalis and collecting systems (black arrow head). Virtual imaging of aa. et vv. interlobares or arcuatae are drawn in white solid.

凝固で出血させるより確実に凝固すべきである。

3. 切除

凝固組織を鋭的あるいは鈍的に剥離しながら、腫瘍を核出するように切除すると、腎盂腎杯の開放を回避できる。また、腫瘍底が髓質の腎錐体に存在する場合は底部に太い血管は見られないが、腎杯間で腎洞脂肪組織や腎盂に近いところでは葉間動静脈や弓状動静脈が流入するため、切除に際しては画像所見を把握しておく。Fig. 4の症例では、造影CT早期相 (Fig. 4A) で葉間動脈 (矢印) の走行が確認でき、腫瘍底は皮質内に留まっていることがわかる。排泄相 (Fig. 4B) では腎錐体から腎盂腎杯への造影剤の描出が見られ (黒矢頭)、葉間動脈や弓状動静脈の走行をイメージしておく。

切除に際して出血がみられる場合は、その周囲に凝固を追加する。また、切除面から少々出血があっても、速やかに腫瘍切除を終えてから止血の方が容易である。

Oozing程度であれば5分ほど圧迫すると止血するが、圧迫で止血されなければ最小限のバイポーラ電気凝固を加え、それでも止血しない場合は、3～0程度の吸収糸でマットレス縫合する。

4. 腎の修復

腎盂腎杯が開放されていれば吸収糸でwater-tightに縫合する。通常、切除面の実質再接合は加えず、腎周囲脂肪組織を充てるだけである。ドレンチューブを切除部近傍の後腹膜腔に留置して、トロカー創を閉鎖する。

Ⅲ. マイクロ波組織凝固装置を用いた後腹膜鏡下腎部分切除術の臨床成績

2003年から2010年の間に本術式を施行した24例の患者背景は、男性16例、女性8例、平均年齢 58 ± 18 (33～77) 歳、平均腫瘍径 22 ± 7 (15～40) mm、患側は右10例/左14例、腫瘍部位が腎中部10例/腎下極14例であった。手術時間中央値は182 (120～266) 分、出血量中央値は10 (5～750) mLであった。観察期間中央値43 (9～118) ヶ月で、局所再発、転移再発、および死亡例は認めていない。また、尿漏、出血、創感染、腸閉塞、腎機能低下など、術後合併症も認めた症例もなかった。

Ⅳ. 考 察

近年、T1a腫瘍の治療成績は全摘術と比べて遜色のな

い良好な予後が明らかとなり⁵⁾⁻¹⁰⁾、腎細胞癌に対する腎部分切除術は標準治療となっている。さらに、腎部分切除術を安全に行うための手技や機器が開発され、腎部分切除術の方法は、開腹と腹腔鏡、阻血と無阻血、あるいはマイクロ波やレーザーなど各種energy sourceの利用など、その手技は多様化している。一般的には腎血流遮断と腎冷却による阻血下での部分切除術が基本であるが、腎機能を最大限温存するため、血流遮断を必要としないマイクロ波組織凝固装置¹⁾や出血の軽減を図るための超音波駆動メスやレーザー凝固装置など、様々な手術機器が利用されている。いずれの術式にしろ、腎部分切除術のポイントは手術が容易で、根治性と出血や尿漏など合併症の回避とさらに腎機能温存で確実にいえるかどうかのポイントとなる。

腎癌の根治性については、正常組織マージンの検証で、Li ら¹¹⁾は腎摘除術を施行したT1腫瘍の病理標本を検討し、82例のうち10例(12.2%)に5mm以内の被膜外浸潤を認め、4例(4.9%)に多発病変(satellite lesion)であったと報告している。文献的には、選択的適応症例で切除マージンを5mm程度に設定した場合の断端陽性率は3~12%であるが、実際の局所再発率は0~数%にとどまる報告が多い¹²⁾⁻¹⁵⁾。また、Lapini ら¹⁶⁾の報告では、選択的適応症例107例の腫瘍核出術でも局所再発率や生存率は部分切除術と同等であり、切除断端を凝固すれば核出術でも問題ないとしており、結局マージンにおける微小浸潤やsatellite lesionの臨床的意義は低いと考える。マイクロ波組織凝固装置による部分切除術では切除マージンを7~8mmに設定しており、組織凝固も伴うため、

マージン対応では最も確実な方法であるといえる。

腎機能への影響については、血流遮断法の場合は20分程度の阻血なら温阻血でよく、ヘパリンや抗凝固剤は不要で、マンニトールの点滴のみでよい。30分以上の阻血が見込まれる時は冷阻血を行うが、マイクロ波組織凝固装置による無阻血切除の最大の利点は、阻血時間や縫合による腎機能への悪影響を気にしなくてよいことである。

腎部分切除術で留意すべき合併症として、術後出血や尿漏があるが、術式による大差はない¹⁾⁻³⁾⁸⁾⁹⁾。術中出血に関しては、気腹による腹腔鏡下血流遮断法が最も出血を制御し易く、血流遮断を加えず行うマイクロ波組織凝固による切除でも同様である。ただし、合併症の評価法には統一基準がなく、術式による比較を文献だけで行うことは困難であり、術式の違いよりむしろ術者や施設の経験量が関係し、特に腹腔鏡手術ではこの影響が大きいと思われる。また、最近では腎動脈本幹から腫瘍血管を剥離し超選択的に血流遮断する方法やロボットによる腎部分切除術も行われている。多様な術式の優劣を付けることは困難であり、症例に応じた術式の選択が大切である。

結 語

腎機能にとっては無阻血手術が望ましく、小さな腫瘍には腹腔鏡手術がふさわしい。マイクロ波組織凝固装置を用いて行う後腹膜鏡下腎部分切除術は、小径腎細胞癌に対する優れた低侵襲性手術である。

References

- 1) Hirao Y, Fujimoto K, Yoshii M, Tanaka N, Hayashi Y, Momose H, Samma S, Okajima E, Uemura H, Yoshida K, Ozono S: Non-ischemic nephron-sparing surgery for small renal cell carcinoma: complete tumor enucleation using a microwave tissue coagulator. *Jpn J Clin Oncol* **32**: 95-102, 2002
- 2) 藤本清秀, 田中宣道, 平尾佳彦: マイクロ波組織凝固装置を用いた腎部分切除術-術後再発と残腎機能. *泌 紀* **51**: 511-515, 2005
- 3) Lane BR, Fergany AF, Weight CJ, Campbell SC: Renal functional outcomes after partial nephrectomy with extended ischemic intervals are better than after radical nephrectomy. *J Urol* **184**: 1286-1290, 2010
- 4) Weight CJ, Larson BT, Gao T, Campbell SC, Lane BR, Kaouk JH, Gill IS, Klein EA, Fergany AF: Elective partial nephrectomy in patients with clinical T1b renal tumors is associated with improved overall survival. *Urology* **76**: 631-637, 2010
- 5) Hafez KS, Fergany AF, Novick AC: Nephron sparing surgery for localized renal cell carcinoma: impact of tumor size on patient survival, tumor recurrence and TNM staging. *J Urol* **162**: 1930-1933, 1999
- 6) Lee CT, Katz J, Shi W, Thaler HT, Reuter VE, Russo P: Surgical management of renal tumors 4 cm or less in a contemporary cohort. *J Urol* **163**: 730-736, 2000
- 7) Fergany AF, Hafez KS, Novick AC: Long-term results of nephron sparing surgery for localized renal cell carcinoma: 10-year followup. *J Urol* **163**: 442-445, 2000
- 8) Uzzo RG, Novick AC: Nephron sparing surgery for renal tumors: indications, techniques and outcomes. *J Urol* **166**: 6-18, 2001
- 9) Novick AC: Laparoscopic and partial nephrectomy. *Clin Cancer Res* **15**: 6322S-6327S, 2004
- 10) Joniau S, Vander Eeck K, Van Poppel H: The indications for partial nephrectomy in the treatment of renal cell carcinoma. *Nat Clin Pract Urol* **3**: 198-205, 2006
- 11) Li QL, Guan HW, Zhang QP, Zhang LZ, Wang FP, Liu YJ: Optimal margin in nephron-sparing surgery for renal cell carcinoma 4 cm or less. *Eur Urol* **44**: 448-451, 2003
- 12) Herr HW: Partial nephrectomy for unilateral renal carcinoma and a normal contralateral kidney: 10-year followup. *J Urol* **161**: 33-35, 1999

- 13) Piper NY, Bishoff JT, Magee C, Haffron JM, Flanigan RC, Nubtuebs A, Van Oiooel HP, Thompson IM, Harmon WJ: Is a 1-CM margin necessary during nephron-sparing surgery for renal cell carcinoma? *Urology* **58**: 849-852, 2001
- 14) Sutherland SE, Resnick MI, MacLennan GT, Goldman HB: Does the size of the surgical margin in partial nephrectomy for renal cell carcinoma really matter? *J Urol* **167**: 61-64, 2002
- 15) Zucchi A, Mearini L, Mearini E, Costantini E, Vivacqua C, Porena M: Renal cell carcinoma: histological findings on surgical margins after nephron sparing surgery. *J Urol* **169**: 905-908, 2003
- 16) Lapini A, Serni S, Minervini A, Masieri L, Carini M: Progression and long-term survival after simple enucleation for the elective treatment of renal cell carcinoma: experience in 107 patients. *J Urol* **174**: 57-60, 2005