

# 体腔鏡下ドナー腎摘出術

医誠会病院泌尿器科

三宅 修

大阪大学大学院医学系研究科臓器制御医学専攻器官制御外科学(泌尿器科学)

吉村一宏 高原史郎

## はじめに

生体腎移植手術において、本邦で腹腔鏡補助下にドナーからの腎摘出術が初めて行われたのが1995年である<sup>1)</sup>。その当時は、本来健常人であるドナーの安全性を重視すべきで、腹腔鏡下手術は危険であるという意見が一部にあったことは否定できない。しかし米国でも1995年にRatnerら<sup>2)</sup>が腹腔鏡下ドナー腎摘出術を開始して以来、その後全米の各施設から良好な成績が報告されてきた。本邦でも徐々に本手術を実施する施設が増えてきている。その術式には経腹腔的、経後腹膜腔的到達法、ハンドアシスト法併用、ガスレス法(吊り上げ法)などさまざまな方法がある。本稿ではこれらについて概説し、われわれがこれまで行ってきた<sup>3,4)</sup>体腔鏡下ドナー腎摘出術の方法と治療成績についても報告する。

## 方 法

### 1. 気腹法と吊り上げ法

本邦で初めて行われた体腔鏡下ドナー腎摘出術では鈴木ら<sup>1)</sup>が吊り上げ法で行っている。これは、炭酸ガス気腹の移植腎への機能障害を懸念して行われたものである。しかし最近のJacobsら<sup>5)</sup>やHazebroekら<sup>6)</sup>の報告を見ると、気腹による移植腎機能への影響はほとんどないとされている。炭酸ガス気腹のほうが手技的に簡便であるため、気腹下に本手術を行っている施設が最近ではほとんどのものである。われわれも圧を10 cmH<sub>2</sub>Oにして全例気腹下に行っている。

### 2. 到達法

経腹腔的(transperitoneal: TP)、経後腹膜腔的(retroperitoneal: RP)いずれの方法も多く実施されている。これには一長一短がある。操作腔は明らかにTPが大きいので、手術のしやすさという点ではRPより有利である。実際RPで行う際には、腎茎剥離の際、視野確保のため腎を腹側に圧排する操作が加わるが、このときに鉗子やリトラクターで強く押しすぎると、腎実質を損傷しての出血、被膜下血腫などを作ってしまうことがある。しかし、腹腔内臓器損傷や腸管合併症の危険性が少ない右症例では、腎動脈を下大静脈背側まで容易に剥離できるため十分な血管長が確保しやすい、などの点でRPは有利である。

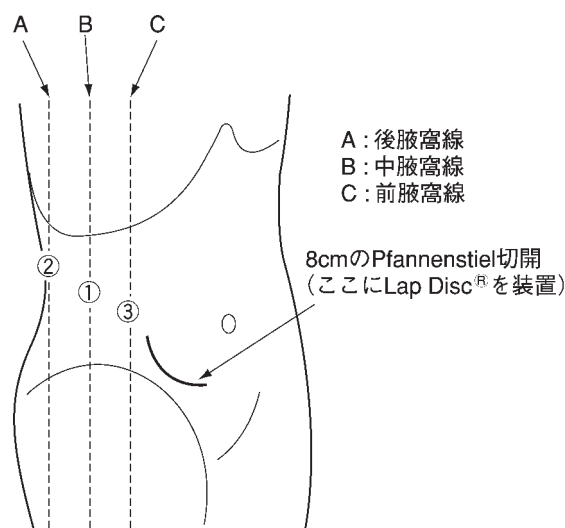


図 1 右症例におけるポートおよび切開の位置

### 3. ハンドアシスト法と純鏡視下手術

ハンドアシスト法(hand assisted laparoscopic surgery: HALS)では7~8 cm 皮膚切開し、ガスがもれないようにLap Disc<sup>®</sup>やGelport<sup>®</sup>などを装着し、ここから術者もしくは助手が手を入れて筋鉤代わりに使用する。術中に不意の出血があった際安全である、腎の摘出が容易で温阻血時間(warm ischemic time: WIT)を短縮できる、などのメリットがある。一方の純鏡視下手術では、摘出時の切開長がHALSに比べ約2 cm 短い5 cm で済むことが唯一有利な点である。われわれは、TPで行う際には操作腔が広いため手術開始時からHALSを併用し、手で良好な術野を確保しながら手術を実施している。RPで行う際は、操作腔が狭いため腎と尿管の剝離がほぼ終了した時点でHALSを用いることが多い。ただしLap Disc<sup>®</sup>を手術途中で装着し、ここからEndo-retractor<sup>®</sup>などの圧排用鉗子を挿入して、腎や腹膜の牽引を行い術野の確保に利用することもある。HALSの利点として、前述の項目以外に、腎を牽引することで血管も長く採取できることもあげられる。われわれは最近ではほぼ全例RPでアプローチし、腎全体の剝離後、腎茎処理時にHALSを併用して用手的に腎を摘出している。

### 4. 摘出時の切開位置

HALSでTPに行う際は、上腹部、下腹部、正中、傍腹直筋部、いずれでも可能と思われる。RPにHALSで行う際は手が邪魔になるため上腹部には無理で、下腹部の傍腹直筋切開やPfannenstiel切開で行うのが一般的である。われわれは、下腹部のちょうど下着に隠れるような位置(図1)に斜切開をおいている。これであれば痛みは軽度で、美容面でも有利と考えている。

## 術 式

最近専ら用いているハンドアシスト法併用後腹膜腔鏡下ドナー腎摘出術(hand assisted retroperitoneoscopic live donor nephrectomy: HARLDN)の術式について概説する。

患者は側臥位腎摘位とし、図1(右症例)のような位置に3本のポートを置く。第1ポートは中腋窩線上、肋骨弓と腸骨稜の midpoint に置く。トロカール挿入前に直視下に後腹膜腔に達し、示指で腸腰筋と腎背側の間にスペースを作ってPDB<sup>®</sup>バルーンを挿入し、後腹膜腔に操作腔を作成する。炭酸ガス気腹圧は10 cmH<sub>2</sub>Oに設定して気腹後、第2、第3ポートを図1の位置において外側円錐筋膜を切開し、腎背側を中心側に向かってGerota筋膜



図 2 右症例における腎茎処理

助手が右腎を牽引し、腎静脈を Endo TA® で遮断したところ(腎動脈はすでに切断されている。)

外で剥離する。尿管、性腺静脈を確認し、これを目安に腎茎方向に Gerota 筋膜を開いて腎門部の剥離を進める。腎動脈は左では大動脈起始部まで、右は下大静脈背側まで剥離する。左側では性腺静脈、腰静脈、副腎静脈に注意しこれらを切断するが、細い場合はできるだけこれを超音波メスで行い、クリップを使用する際は腎静脈からできるだけ離れたところで切断する。後に腎静脈遮断の際のステープラーをかける際邪魔にならないようにするためである。腎静脈は、右は下大静脈流入部まで十分剥離し、左は大動脈を越えて腎背側から見える限り剥離しておく。

腎背側から可能な限りの腎門部、腎周囲剥離を完了してから腎腹側の剥離にかかることがコツで、これによって最初に剥離する腎背側の視野確保が容易となる。尿管を血管交差部まで剥離した後、Gerota 筋膜を腎から剥がすようにして腹側を剥離する。腹側から腎動静脈が見えるまで剥離を続け、腎はこれではほぼ剥離終了である。ここでフロセミド 40 mg を静注しておく。さらに下腹部の図 1 の位置に斜切開 8 cm を置くと、尿管がその直下に見えるため膀胱側のみ結紮し切断する。尿管断端からの尿流出を確認して Lap Disc® を装着する。助手が手を入れて腎茎を指で挟むようにして腎全体を腹側に牽引する。このときに腎動静脈以外に余分な組織が腎に付着していないかを確認しておく。Endo TA® による腎静脈遮断のシミュレーションを行った後、腎動脈は Hemolock® (L サイズ) を 2 本近位端にかけて切断する。続いて腎静脈には Endo TA® (30-2.5) をかけて遮断した後切断し(図 2)、助手が Lap Disc® からそのまま腎を創外に摘出し、直ちに保存液で還流を行う。8 mm のシリコンドレーンを第 1 ポートから挿入し、ポートと切開創は 2 層に閉創し、手術を終了する。

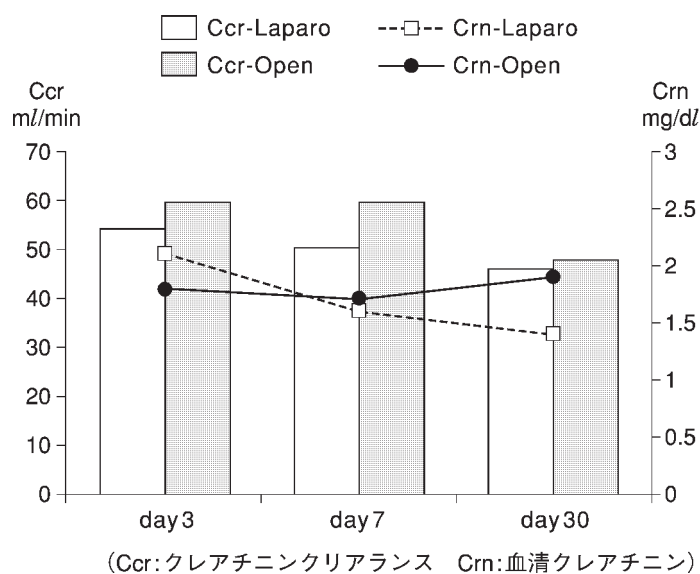
## 自験例における結果と考察

### 1. 手術結果

大阪大学ならびに関連施設では 2001 年 10 月から 2004 年 5 月現在までに 51 例実施した。このうち初期症例 4 例では腎の剥離と尿管切断までを鏡視下に行い、血管の処理の段階で摘出側寄りの上腹部傍腹直筋切開(10 cm)を置いて開腹に切り替えて行っている。その後の症例では TP もしくは RP に HALS を併用して実施している。

表 手術成績(体腔鏡下手術と開腹手術の比較)

パラメーター	体腔鏡下手術	開腹手術	有意差 (non paired-t)
摘出側：症例数	右：5 左：45	右：10 左：10	—
Body mass index(kg <sup>2</sup> /m)	23.1	24.2	NS
手術時間(分)	254	192	p<0.01
出血量(ml)	186	445	p<0.01
温阻血時間(分)	4.0	2.9	NS
歩行(日)	1.7	2.9	p<0.01
経口摂取(日)	1.7	2.7	p<0.01
術後在院日数(日)	13.1	14.7	NS



(Ccr:クレアチンクリアランス Crn:血清クレアチニン)

図 3 移植腎の機能

体腔鏡下手術(Laparo)42例, 開腹手術(Open)20例

手術成績は表の通りである(途中開腹移行症例1例を除く)。このなかでも初期10例(開腹症例を除く)と最近10例の手術時間を単一術者と比較すると前者で261.5分, 後者で206.6分と約55分短縮されている。最近術者を4人に増やして本手術を実施しているが, 4時間程度で実施できている。これを従来の開腹手術と比較すると, 表に記載の通り, 手術時間は開腹で有利, それ以外の出血量, 術後の回復を示す経口摂取, 歩行時期, 在院日数では体腔鏡下手術で有利な結果となっている。

合併症として, 術中腎静脈損傷で開腹手術に移行したのが1例, RPで実施中腹膜損傷のためTPに変更したのが3例, 術後一過性高炭酸ガス血症が1例, 手術操作によると思われる術後レシピエントの尿管狭窄(術後オリジナルの尿管と端々吻合)1例が認められた。輸血症例はなかった。

移植腎の機能については図3に体腔鏡下手術症例42例を開腹手術20例と比較して示す。術後3, 7, 30日目で血清クレアチニン値(Crn)とクレアチンクリアランス値(Ccr)を比較したところ, day 30のCrn値で体腔鏡下群が開腹群より優れていた(p<0.05; non paired-t)。それ以外では両群のいずれのポイントにおいても有意差は認められなかった。

## 2. 考 察

米国では死体腎移植手術の症例は1995年からドナーの数が頭打ちでほとんど増えていないが、生体腎からの移植症例が2000年までの5年で1,500例近く増えている<sup>7)</sup>。2000年には年間約1万例の移植手術のうち生体腎移植手術が占める割合はほぼ50%である。その増加原因の一つとして、ドナー腎摘において鏡視下手術が主流となり、ドナーのストレスが軽減されたことで献腎が増えたことがあげられている<sup>8)</sup>。

本邦では大学病院を中心とする施設で鏡視下のドナー腎摘が行われ報告されている。鈴木ら<sup>9)</sup>は吊り上げ法による経腹膜的な腹腔鏡補助下手術を行っている。気腹によるレシピエントの腎機能障害を懸念してのことであるが、われわれは全例気腹下に手術を行ってきた<sup>3,4)</sup>。結果として、われわれのデータにおいても従来の開腹手術と比較し腎機能において有意差を認めていないことから、特に気腹操作は術後腎機能に影響はないと考えている。

また、われわれはハンドアシスト法を併用している。その理由は、1) 術中の出血に迅速な対処が可能、2) 腎を牽引することでより長い動静脈を獲得できる、3) WITを短縮できる、ことである。特に3)については欧米でもハンドアシスト法併用のほうが純鏡視下手術に比べWITを1分以上短縮できたとする報告があり<sup>9)</sup>、最も重視している。ただし、RPで行う際は手術開始時から手を挿入するとただでさえ狭い操作腔をさらに狭めるため、腎茎処理直前にHALSを併用するほうがよさそうである。

切開位置は、以前行っていた腎癌HALS法の際の上腹部正中切開に比べ、下腹部のPfannenstiel切開のほうが痛みは少ないようで、最近われわれはこの下腹部切開法を用いている。いずれにせよmuscle splittingで後腹膜腔に達するため、純鏡視下より皮膚切開は2cm大きくなるが、患者のストレスを著しく増強するとは考えられない。

合併症ではKavoussi<sup>10)</sup>の110例の報告にもあるが、鏡視下ドナー腎摘出術では尿管に関する合併症が多いとされている。自験例でも術後尿管狭窄のため再手術を行った症例が1例あった。尿管狭窄、尿溢流など尿管合併症は手術操作による尿管の損傷や血流障害が原因と思われる。尿管を鉗子で把持しないこと、尿管周囲の血管を可及的に残すことを心がける必要がある。

さて、ドナー腎摘を行う際には摘出側の決定は非常に重要である。文献上の報告を見ても本邦での発表を聞いても、やはり左の摘出症例が極端に多いという事実がある<sup>9,11,12)</sup>。これは、右側の腎静脈が非常に短く鏡視下手術では十分な長さを確保できないため、どうしても左側の摘出へと流れる傾向にあるからである。実際、開腹手術においてもできれば左側を摘出したいのが術者の本音である。われわれの摘出側決定における優先順位は1) 機能差がある場合不良なほうを、2) 吻合すべき血管の本数が少ないほうを、3) 機能・血管本数とも同条件ならば左を、というものである。左に比べ右は腎静脈に流入する静脈がほとんどなく、むしろ腎茎部の処理は左より容易である。以上のことから、われわれはあまり鏡視下での右側摘出を躊躇していない。最近の症例では左右ともできる限り長く静脈を確保するために、Endo TA<sup>®</sup>を用いている。この自動縫合器は3列ステープルが発射されるだけで、Endo GIA<sup>®</sup>のように3列が二重にかかって間を切断するという機能はない。静脈を下大静脈側で遮断するのみである。Endo GIA<sup>®</sup>では移植腎の静脈にかかったステープルを切り落とす必要があるため、その分静脈が短くなる。したがって、最近では左右とも静脈はEndo TA<sup>®</sup>で遮断し、Endo Scissors<sup>®</sup>で切離している。このEndo TA<sup>®</sup>には先端の首振り機能がなく、下大静脈に平行に遮断してより血管を長く確保するという操作ができないため、開腹手術に比べると得られる長さは短い。そこでTurkら<sup>13)</sup>と同様に、われわれは1例で腹腔鏡用サティンスキー鉗子で右腎静脈を遮断し、切断後、断端を鏡視下に縫合閉鎖した経験がある(図4)。確かにこの方法ならば血管長は開腹手術と変わらない長さが得られるものの、手術時間が長くなるためドナーへの侵襲はやや大きくなる。



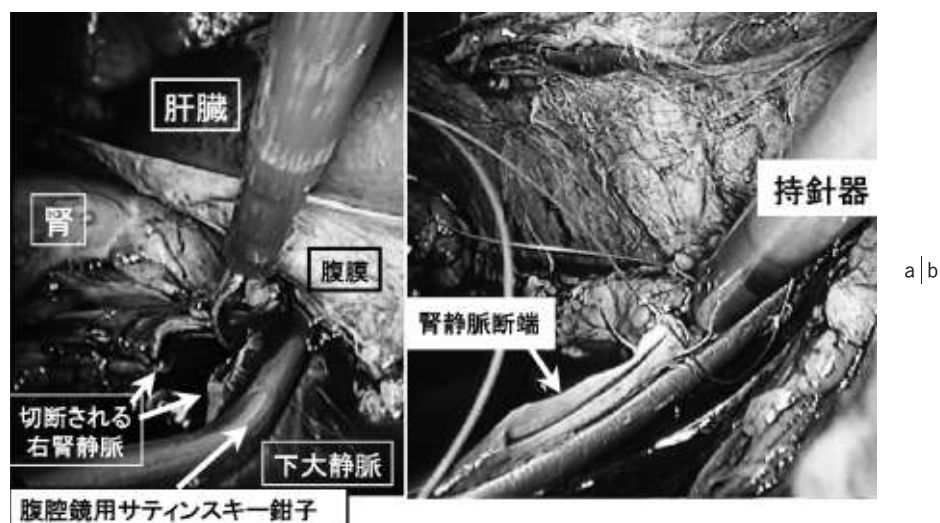


図 4 腹腔鏡用サティンスキー鉗子による右腎静脈遮断と鏡視下での縫合閉鎖

a : 腎静脈遮断後、剪刀で切断している。

b : 鏡視下で静脈断端を 5-0 ノバフィル糸を用い連続縫合により閉鎖

手術時間については体腔鏡下手術のほうが開腹手術より平均で1時間長いですが、最近の症例は3.5時間と短縮してきている。出血量が少なく、術後回復の早い体腔鏡下手術はドナーにとって十分低侵襲治療であると考えられる。

ただし、今後更なる手術手技の習熟によって合併症を減らし、WITを短縮して移植腎機能を良好に保つ努力を重ねる必要がある。

## おわりに

ドナー腎摘で最も重要な点はドナーの安全である。本手術は鏡視下手術の術者として無機能腎または腎腫瘍に対する腎摘出術を完遂できるだけの技量を持った医師のみが行うべき術式である。しかし米国で生体腎移植症例数が増加したように、本邦においても本術式がドナー腎摘で積極的に用いられれば、ドナーの苦痛は軽減され献腎が増えることは十分予想できる。それによってレシピエントである腎不全患者にも大きな福音がもたらされると考える。今後、移植に携わる多くの泌尿器科医、外科医の間に本手術が安全に普及することを切に願うところである。

## 文 献

1. 鈴木和雄, 牛山知己, 石川 晃, 斉須和浩, 新保 斉, 他. 生体腎移植における腹腔鏡補助ドナー腎摘除術の経験. 日泌尿会誌 1996 ; 87 : 748-753.
2. Ratner LE, Giseck LJ, Moore RG et al. Laparoscopic donor nephrectomy. Transplantation 1995 ; 60 : 1047-1049.
3. 三宅 修, 高原史郎, 奥山明彦. 腹腔鏡・後腹膜腔鏡下ドナー腎摘出術. 西日泌尿 2003 ; 65 : 254-258.
4. 三宅 修, 難波行臣, 辻川浩三, 他. 後腹膜腔鏡下ドナー腎摘出術. Jpn J Endourol ESWL 2003 ; 16 : 217-222.
5. Jacobs SC, Cho E, Dunkin BJ, et al. Laparoscopic live donor nephrectomy : the University of Maryland 3-year experience. J Urol 2000 ; 164 : 1494-1499.
6. Hazebroek EJ, de Vos tot Nederveen Cappel R, Gommers D et al. Short term impact of carbon dioxide, helium, and gasless laparoscopic donor nephrectomy on renal function and histomorphology in donor and recipient. Surg Endosc 2002 ; 16 : 245-251.

7. Lind MY, Ijzermans JNM, Bonjer HJ. Open vs laparoscopic donor nephrectomy in renal transplantation. *Br J Urol* 2002 ; 89 : 162-168.
8. Kuo PC, Johnson LB. Laparoscopic donor nephrectomy increases the supply of living donor kidneys : a center specific microeconomic analysis. *Transplantation* 2000 ; 69 : 2211-2213.
9. Kercher K, Dahl D, Harland R, et al. Hand-assisted laparoscopic donor nephrectomy minimizes warm ischemia. *Urol* 2001 ; 58 : 152-156.
10. Kavoussi LR. Laparoscopic donor nephrectomy. *Kidney Int* 2000 ; 57 : 2175-2186.
11. Stifelman MD, Hull D, Sosa RE, et al. Hand assisted laparoscopic donor nephrectomy : a comparison with open approach. *J Urol* 2001 ; 166 : 444-448.
12. Swartz DE, Cho E, Flowers JL, et al. Laparoscopic right donor nephrectomy. Technique and comparison with left nephrectomy. *Surg Endosc* 2001 ; 15 : 1390-1394.
13. Turk IA, Deger S, Davis JW, et al. Laparoscopic live donor right nephrectomy : A new technique with preservation of vascular length. *J Urol* 2002 ; 167 : 630-633.