

生体腎ドナーに対する鏡視下腎摘出術

中島一朗 唐仁原全 川瀬友則 佐藤純彦 瀧之上昌平 寺岡 慧

要 旨

生体腎ドナーに対する術式として、hand-assist を用いた鏡視下腎摘出術を導入した。そのうち左腎摘出術の適応となる導入初期の 20 症例について手術成績を検討した。出血量の減少、術後疼痛の緩和、美容上の利点などに加え、開腹移行例はなく、経験数に応じた手術時間の短縮が得られ、この術式の安全性や確実性が示唆された。

緒 言

近年、鏡視下手術の発展はめざましく、様々な領域の疾患に対して適応拡大が進行している¹⁾。また、臓器移植の分野における鏡視下手術は、1990 年代より主に米国を中心として生体腎移植術の腎提供者（生体腎ドナー）に対する術式に応用され²⁾、徐々に世界各地に普及しつつある。普及した要因として出血量の減少、術後疼痛の緩和、入院期間の短縮、さらには美容上の利点なども指摘されており、鏡視下手術の最大の特徴である低侵襲性にもとづくものと考えられている³⁾。一方、わが国においては、この術式における手技上の安全性や確実性が確立されておらず、生体腎ドナーという特殊な背景を考慮するとその実施にあたっては慎重にならざるをえないのが現状であり、したがっていまだ従来の開腹術（open surgical live donor nephrectomy, 以下 OpenNx と略）が主流で、限られた施設においてのみ鏡視下手術が導入されている。

そこで、2001 年 4 月よりわれわれの施設において導入した hand assist を用いた経腹的到達法による鏡視下腎摘出術（hand-assisted laparoscopic live do-

nor nephrectomy, 以下 HALapNx と略）について、術式の概要と成績を検討し、わが国における本術式の普及の可能性を探った。

1 対象・方法

1) 対象

2001 年 4 月より 11 月までの導入初期の期間に、鏡視下腎摘出術（HALapNx）の適応と判断した生体腎ドナー 20 症例（男性 8 例、女性 12 例）を対象とした。年齢は 28 歳から 68 歳（ 50.5 ± 11.3 歳）で、身長は 148 cm から 183 cm（ 163.7 ± 9.3 cm）、体重は 43 kg から 100 kg（ 62.2 ± 13.6 kg）であった（表 1）。なおこの期間における HALapNx の適応とした症例は、左腎摘出術の適応となるすべての生体腎ドナーとし、右腎摘出術の適応となる症例は対象から除外した。また生体腎移植術のレシピエントは、全例慢性腎不全にて血液透析中の患者であった。

2) 術式

全身麻酔後、ジャックナイフをかけた右側臥位とし、深部静脈血栓症を予防するため両下肢に間歇的圧迫装置であるフロートロン DVT[®]（Huntleigh, 英国）を装着する。術者は患者腹側に立ち、腹腔鏡を担当する

表 1 生体腎ドナーの背景

症例数	20
性別 男性	8
女性	12
年齢（歳）	50.5 ± 11.3
身長（cm）	163.7 ± 9.3
体重（kg）	62.2 ± 13.6

第一助手も患者腹側で術者の頭側に位置する。腹腔内操作はこの二名で十分であるが、緊急時を想定して患者背側に第二助手を配備する。鏡視下手術では気腹装置やテレビモニターをはじめ超音波駆動メスや電気メスなど各種の機器を使用するため機能的に配置することが重要である (図 1)。

臍周囲より小切開法にて 12 mm の Blant Port™ (US Surgical, 米国) を留置し、10 mmHg 以下に気腹圧を設定して炭酸ガスを用いた気腹を行い、彎曲タ

イプの腹腔鏡を挿入する。腹腔内を十分に観察後、左前腋窩線上で臍高よりやや頭側寄りに 12 mm のポートを挿入して Blant Port™ を抜去する。抜去部の皮膚切開を追加して 5~6 cm の切開創とし腹壁ディスクである Hand Port™ System (Smith & Nephew, 米国) を装着後、左前腋窩線上臍高よりやや尾側にもう 1 本の 12 mm ポートを留置する (図 2)。前腋窩線上頭側のポートより腹腔鏡を、尾側のポートより超音波駆動メスである Harmonic Scalpel™ (Ethicon

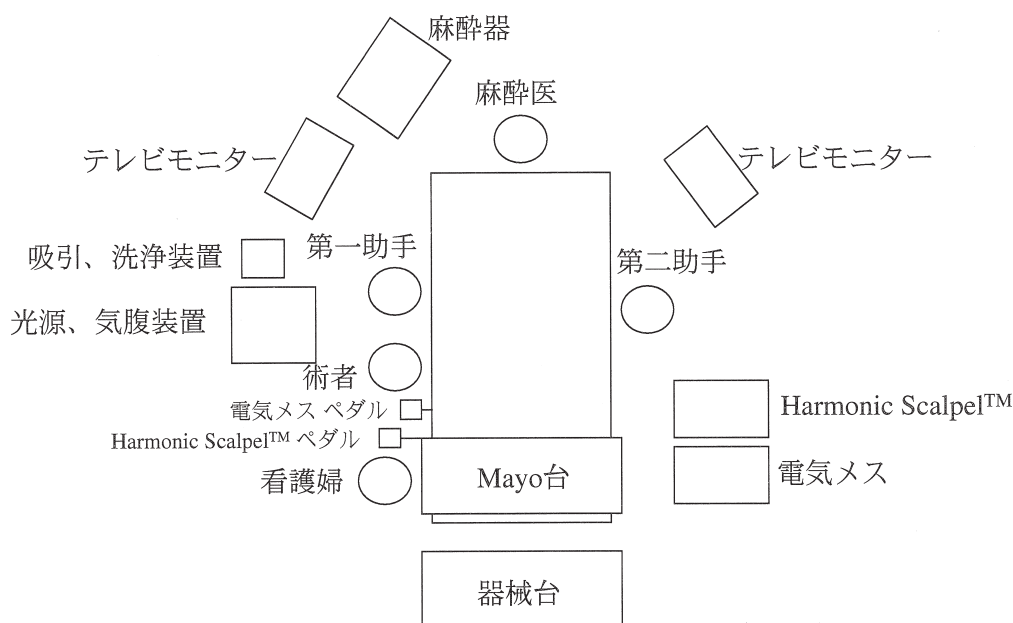


図 1 術者の位置と機器の配置



図 2 術中体位とポート留置部位

①②: 12 mm port ③: Hand Port™ System

Endo Surgery INC, 米国) を, Hand Port™ System より術者の左手を挿入して腹腔内操作を開始する (図 3).

まず, 下行結腸外側の Toldt の白線に沿って壁側腹膜を切開し後腹膜腔に到達する. この切開線は上方は横隔膜結腸靭帯, 時には結腸脾靭帯までとし, 下方は腸骨動脈と尿管との交叉部の先までとする (図 4, a).

尿管を露出し, ネラトンカテーテルにて把持しながら交叉部の先まで遊離する (図 4, b). 腎前面の Gerota 筋膜を切開して脂肪を剥離し腎皮膜を露出する. この露出した腎皮膜部から腎後面に向けて脂肪組織の剥離を進め, その後腎上極を遊離する. 次に腎下極から腎前面, 特に腎茎部にかけての操作は, まず性腺静脈の剥離から開始し腎静脈への合流部を露出する. 性腺静

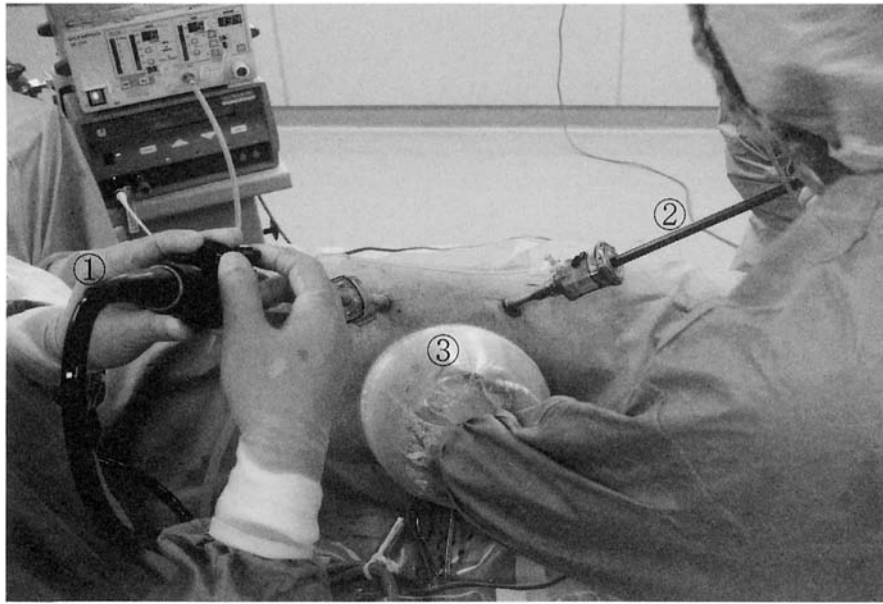


図 3 術中全体像

①: 腹腔鏡 (彎曲タイプ) ②: Harmonic Scalpel™ ③: Hand Port™ System



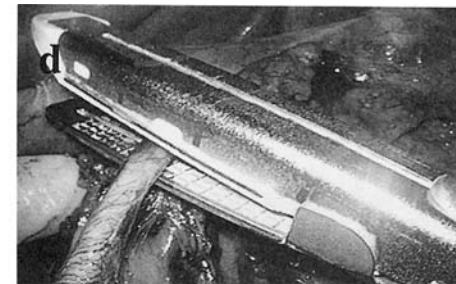
a: 結腸脾靭帯の切開



b: 尿管の剥離



c: 性腺静脈の切離



d: 腎動脈の切離

図 4 腹腔内操作

脈の切離ラインに両側ダブルクリッピングをかけて切離し (図 4, c), 腎静脈周囲の剥離を進める. 腎静脈に流入する副腎静脈も両側ダブルクリッピング後切離すると, この直上に腎動脈が確認できる. 再び腎後面からの視野に切り替え, 腎動静脈を露出する. 腎後面からの視野で腎静脈に流入する腰静脈が確認でき, 可能であれば両側ダブルクリッピング後切離する. 腎静脈の切離ラインは原則として副腎静脈および腰静脈の流入部より下大静脈近傍側としている. この時点で腎動静脈はほぼ完全に遊離されており, back table の準備を整え, マニトールを点滴静注後, 尿管を切離する. 迅速に腎後面からの視野に切り替え, 血管用 Endo stapler を用いて腎動脈, 腎静脈の順に切離し (図 4, d), Hand Port™ System 装着部から腎を摘出する. 洗浄, 吸引後止血を確認し, 細径の information drain を尾側の 12 mm ポートから挿入して腹腔内操作を完了する. 最後に 2 本のポート留置部位と Hand Port™ System 装着部位を閉創して手術を終了する.

3) 手術成績の検討

手術結果を手術時間, 摘出腎重量, 出血量, 輸血および開腹移行の有無, 術後鎮痛薬使用の有無, 術後合併症などと, レシピエントに移植後の成績などから検討した. また手術時間に影響を及ぼす因子を解析するため, 生体腎ドナーの年齢, 性別, 身長, 体重, 腎動静脈の数, 摘出腎重量や手術を執刀した同一術者の手術経験数などと手術時間との相関をそれぞれ検討し, さらに同一術者経験数と手術時間においては learning curve を描出した.

4) 統計学的検討

対応のない二群間を t 検定を用いて検定し, $p < 0.05$ をもって統計学的有意とした. また Learning curve は単回帰分析で決定係数 (R^2) を求め, $p < 0.05$ をもって統計学的有意とした.

2 結果

手術時間は 130 分から 304 分 (214.4 ± 50.5 分), 摘出腎重量は 105 g から 330 g (184.8 ± 63.0 g), 出血量は全例 100 g 以下で, 輸血を必要とした症例や開腹移行例はなく, 術後疼痛の軽減により症例 No.7 以降は術中および術後に用いた硬膜外麻酔を中止とした.

術後合併症については, レシピエントの症例 No.4 に移植尿管血流不全を認め, 第 4 病日に移植尿管・自己尿管再吻合術を施行したが, ドナーにおいてはすべての症例で合併症を併発することはなかった (表 2). また, レシピエントに移植後の成績については, 全例において血流再開直後から immediate function が得られ, 現在生着中である.

手術時間に影響を及ぼす因子の解析として, 生体腎ドナーの年齢, 性別, 身長, 体重, 腎動静脈の数とそれぞれ手術時間との相関を調べたが, いずれの項目とも有意な相関は認められなかった. 一方, 摘出腎重量と手術経験数をそれぞれ二群に分類し手術時間での有意差検定を行うと, 摘出腎重量については 300 g 前後の大きな腎臓群 (308.3 ± 18.9 g, $n=3$) で手術時間は 281.3 ± 19.6 分, その他の腎臓群 (162.9 ± 36.1 g, $n=17$) で 202.6 ± 44.7 分となり, 両群間に統計学的有意差を認めた ($p=0.0086$). また同一術者の手術経験数を前期 10 症例 (No.1~10) と後期 10 症例 (No.11~20) に分類し手術時間での相関を検討してみると, 前期で手術時間は 238.6 ± 39.6 分, 後期で 190.2 ± 50.2 分となり, 両群間に統計学的有意差を認めた ($p=0.0278$) (表 3). 次に同一術者の手術経験数と手術時間で learning curve を描いてみると,

表 2 手術成績

手術時間 (分)	214.4±50.5
腎重量 (g)	184.8±63.0
出血量 (g)	100 ↓
輸血症例	0
開腹移行症例	0
鎮痛・麻酔	No. 7 以降硬膜外麻酔中止
合併症 Donor	なし
Recipient	No. 4: 移植尿管血流不全

表 3 手術時間に及ぼす因子

1) 年齢, 性別, 身長, 体重: 有意差なし	
2) 腎動静脈の数: 有意差なし	
3) 腎重量:	平均手術時間 (分)
	308.3±18.9 g (n= 3) 281.3±19.6*
	162.9±36.1 g (n=17) 202.6±44.7*
4) 手術経験数:	平均手術時間 (分)
	前期 (No. 1~10) 238.6±39.6*
	後期 (No.11~20) 190.2±50.2*

* 有意差あり

手術時間(分)

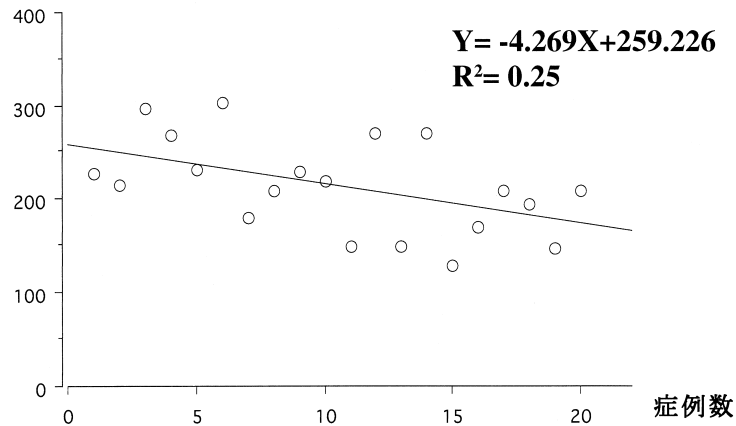


図5 learning curve (症例数と手術時間との相関)

$Y = -4.269X + 259.226$, $R^2 = 0.25$ でゆるやかな負の相関を認めた ($p = 0.0248$) (図5).

3 考察

1991年に米国のClaymanらが腎の良性疾患に対して最初の鏡視下腎摘出術を行い⁴⁾, 1995年にはRatnerらのはじめて生体腎ドナーに対する鏡視下腎摘出術を報告した²⁾. 当時の方法は数本の鉗子を用いて腹腔内操作を行い, 最後に皮膚切開を追加して腎を体外に摘出する, purely laparoscopic technique (以下, pure lapaと略), ないしはstandard laparoscopic nephrectomyといわれる術式であった. その後この術式の最大の問題点である手技上の煩雑さを軽減することにより温阻血時間や手術時間の短縮と安全性や確実性を向上させることを目指して, 腎を体外に摘出するために最後に追加する皮膚切開部を最初から利用する術式が模索され, 腹壁ディスクや超音波駆動メスに代表される周辺機器の改良, 開発と相まって, 1998年にWolfらが生体腎ドナーに対して最初のhand-assistを用いた鏡視下腎摘出術(HALapNx)を報告した⁵⁾. この術式の導入により, 鏡視下手術としての利点は損なうことなく, 温阻血時間や手術時間は, OpenNxには及ばないものの, pure lapaに比較すると著明に短縮され⁶⁾, 近年では生体腎ドナーに対する鏡視下腎摘出術の主流になりつつある⁷⁾. われわれの施設における成績でも, 鏡視下手術としての利点, すなわち出血量は100g以下で輸血を必要とした症例はなく, 術後疼痛の軽減により硬膜外麻酔の併用を中止でき, 美容上も大きな腎臓においてさえも小さ

な手術創で実施可能であった(図6). さらに, 開腹移行例は一例もなくこの術式の安全性や確実性が示唆された. これらの利点に加えて, 平均手術時間は 214.4 ± 50.5 分であり, 特に後期10症例における平均手術時間は 190.2 ± 50.2 分で, learning curveにおいても負の相関曲線を示していることから, 今後OpenNxにも匹敵する手術時間の短縮が期待される. ただし, 大きな腎臓群, 特に300g以上の腎臓群における手術時間は 281.3 ± 19.6 分であり, 平均手術時間より1時間以上もの時間を要している. これは単に剥離面積の問題だけではなく, 術野の確保に難渋したことが大きな要因であり, 鏡視下手術に求められる改良点のひとつと考えられる. また, 今回検討した導入初期の20例は, 左腎摘出術の適応となる症例のみを対象としたが, 術式の確立に伴い腎静脈が短い右腎摘出術についても適応拡大が可能と思われる.

生体腎ドナーに対する鏡視下腎摘出術の合併症としては, 尿管系合併症, 特に尿管損傷と虚血や血栓にもとづく術早期のグラフトロスが代表的であり, それぞれ9~11%, 2~9%と高率に合併するとの報告がある^{8~10)}. われわれの施設では, 術中の気腹圧を可能なかぎり低圧とし, 間歇的に腎のmanipulationを中断することで腎血流の保護に努め, 幸い血流再開後全例にimmediate functionが得られ, 良好な移植腎機能が維持されている. しかし, 導入初期の症例No.4に尿管の血流不全が原因と思われる尿漏れを合併したため, この症例以降尿管の剥離には特に注意を払い, とりわけHarmonic Scalpel™を用いた尿管周囲の剥離においては十分に距離をとり, より慎重に対応するこ



図6 退院時の手術創（摘出腎重量 330 g）

①②: 12 mm port 留置部位 ③: Hand Port™ System 留意部位

ととした。

生体腎ドナーに対する鏡視下腎摘出術の経済性を議論するには、手術に直接関連した費用、入院期間に応じた費用、仕事に従事できないことによる遺失利益などを総合的に検討する必要がある。鏡視下腎摘出術を実施するにあたって最も費用に影響を与えるのは、使い捨ての機器、すなわち DISPOSABLE 製品であり、OpenNx に比較して手術に直接関連した費用がかさむ主たる要素である。しかし、入院期間に応じた費用や仕事に従事できないことによる遺失利益などを総合的に試算すると、鏡視下腎摘出術と OpenNx はその経済性においてほぼ同等であると指摘されている¹¹⁾。

一方、わが国における現行の社会保険制度では、診療報酬として鏡視下腎摘出術が保険適応となるのは腎の良性疾患に対してのみであり（29,600 点）、生体腎ドナーや腎悪性腫瘍に対する保険適応はいまだ認められていない。今後、生体腎ドナーに対する鏡視下腎摘出術を全国的に実施していくことによって、まず社会保険診療報酬制度における適応を得ることがその経済性を議論するにあたっての重要な出発点であると考えられる。

UNOS (the United Network for Organ Sharing Registry) からの報告では、1995 年の米国における腎移植総数は 10,954 件で、そのうち生体腎移植の占める割合は 30% (3,359 件) であったのに対し、1999 年に総数は 12,400 件に増加し、そのうち生体腎移植は 36% (4,474 件) を占めた¹²⁾。Flowers らは生体腎ドナーに対する鏡視下腎摘出術の最大の利点と

して、出血量の減少、術後疼痛の緩和、入院期間の短縮、さらには美容上の改善などがもたらすポテンシャルドナーの発掘であると指摘している¹³⁾。これに対し、わが国の腎移植総数は 1989 年の 838 件をピークとし、その後減少傾向が続いていたが、この数年主に生体腎移植の増加に伴い、総数も回復の兆しを示している。ただし、透析患者が 2001 年には 200,000 人を超え、年間 10,000 人以上の患者が新規に透析導入されている現状にもかかわらず、いまだ 1980 年代のピーク時の総数にすら到達していないのも事実である。わが国における腎移植の普及にあたっては、様々な問題点や課題が指摘されているが、ポテンシャルドナーの発掘も重要な課題である。このような観点から生体腎ドナーに対する鏡視下腎摘出術の意義について考察してみると、ドナーにおける様々な負担の軽減とそれによるレシピエントの精神的重荷からの解放が、わが国における生体腎移植の普及に確実に寄与するものと推察される。

結 語

左腎摘出術の適応ある生体腎ドナー 20 症例に対して、hand assist を用いた鏡視下腎摘出術を施行した。出血量の減少、術後疼痛の緩和、美容上の利点などに加え、開腹移行例はなく、経験数に応じた手術時間の短縮が得られ、この術式の安全性や確実性が示唆された。生体腎ドナーに対する鏡視下腎摘出術の導入は、ポテンシャルドナーの発掘を促し、ひいてはわが国における生体腎移植の普及に寄与するものと推察される。

文 献

- 1) Slim K, Bousquet J, Kwiatkowski F, et al: Analysis of randomized controlled trials in laparoscopic surgery. *Br J Surg*, 84; 610, 1997.
- 2) Ratner LE, Ciseck LJ, Moore RG, et al: Laparoscopic live donor nephrectomy. *Transplantation*, 60; 1047, 1995.
- 3) Schulam PG, Kavoussi LR, Chriff AD, et al: Laparoscopic live donor nephrectomy: the initial 3 cases. *J Urol*, 155; 1857, 1996.
- 4) Clayman RV, Kavoussi LR, Soper NJ, et al: Laparoscopic nephrectomy. *N Engl J Med*, 324; 1370, 1991.
- 5) Wolf JS, Tchetgen MB, Merion RM: Hand-assisted laparoscopic live donor nephrectomy. *Urology*, 52; 885, 1998.
- 6) Slakey DP, Wood JC, Hender D, et al: Laparoscopic living donor nephrectomy: advantages of the hand-assisted method. *Transplantation*, 68; 581, 1999.
- 7) Wolf JS, Merion RM, Leichtman AB, et al: Randomized controlled trial of hand-assisted laparoscopic versus open surgical live donor nephrectomy. *Transplantation*, 72; 284, 2001.
- 8) Philosophe B, Kuo PC, Schweitzer EJ, et al: Laparoscopic versus open donor nephrectomy: comparing ureteral complications in the recipients and improving the laparoscopic technique. *Transplantation*, 68; 497, 1999.
- 9) Fabrizio MD, Ratner LE, Montgomery RA, et al: Laparoscopic live donor nephrectomy. *Urol Clin North Am*, 26; 247, 1999.
- 10) Ratner LE, Montgomery RA, Kavoussi LR, et al: Laparoscopic live donor nephrectomy; the four year Johns Hopkins University experience. *Nephrol Dial Transplant*, 14; 2090, 1999.
- 11) Mackey TJ, Flowers JL, Bartlett ST, et al: Cost comparison of laparoscopic versus open donor nephrectomy analyzing provider charges and productivity loss. *J Urol*, 157(suppl); 156, 1997.
- 12) Rosendale JD, McBride MA: Organ donation in the United States: 1990-1999. *Clinical transplants 2000*; Cecka JM and Terasaki PI (ed), UCLA Immunogenetics Center, Los Angeles, P85, 2000.
- 13) Flowers JL, Jacobs S, Cho E, et al: Comparison of open and laparoscopic live donor nephrectomy. *Ann Surg*, 226; 483, 1997.