

内視鏡外科手術における研究と治療の進歩

(3) 泌尿器科領域 ①腎臓

腹腔鏡下移植用腎採取術の現況

東京女子医科大学腎臓外科

ナカジマ イチロウ フチノウエシヨウヘイ
中島 一朗・淵之上 昌平

(受理 平成24年5月16日)

Up-to-date Information on Research and Treatment in Endoscopic Surgery

(3) Urology ① Kidney Disease:

Current Status of Laparoscopic Donor Nephrectomy

Ichiro NAKAJIMA and Shohei FUCHINOUE

Department of Surgery, Kidney Center, Tokyo Women's Medical University

Since the safety of the living donor and stable condition of the allograft function are strongly needed in laparoscopic donor nephrectomy (LDN), the technical procedure of LDN is relatively difficult compared with that of laparoscopic nephrectomy for renal disease. In order to assess the appropriateness of the typical operative procedures in our country, we reviewed our experience in hand-assisted laparoscopic donor nephrectomy (HALDN) and made a comparison between HALDN and retroperitoneoscopic donor nephrectomy (RPDN). We investigated the operative results and risk factors of 850 consecutive HALDN cases in which the operative time was above the median operative time performed between February, 2001, and September, 2011. All procedures were carried out successfully without open conversion or blood transfusion. The mean operative time and the mean estimated blood loss were 144.1 ± 38.1 min, and 39.7 ± 60.8 g, respectively, and there were no major complications in the donor. Multivariate analysis showed that significant risk factors included BMI, male gender, graft weight, number of renal arteries, right nephrectomy and previous epigastric surgery. Comparison between HALDN and RPDN showed that operative time and warm ischemic time in HALDN were comparatively short, and rate of complication and open conversion were nearly equal in both procedures.

These results suggest that LDN is one of the most effective procedures for live donor nephrectomy.

Key Words: kidney transplantation, living donor, laparoscopic donor nephrectomy (LDN), hand-assisted laparoscopic donor nephrectomy (HALDN), retroperitoneoscopic donor nephrectomy (RPDN)

はじめに

腎臓に対する腹腔鏡下手術は、主に腎悪性腫瘍を対象とした腹腔鏡下根治的腎摘除術および腎部分切除術、さらには腎尿管全摘除術などに加えて、生体腎移植におけるドナーを対象とした腹腔鏡下移植用腎採取術もそのひとつと位置づけられ、その応用は多岐に渡っている。しかし腎悪性腫瘍に対する手術と移植用腎採取術とでは根本的な概念が異なる術式

であり、またその手技においても腎血流を遮断して腫瘍切除を行い、腎温存が求められる腎部分切除術などと移植用に腎動静脈を可能な限り長く切離し、かつその遮断は摘出直前でなければならない移植用腎採取術とでは大きな違いがある。

技術認定制度の影響もあって、腎腫瘍を対象とした腹腔鏡下手術が広く普及し始めてきているのに対して、健常なドナーを対象とした腹腔鏡下移植用腎

Table 1 Reasons for right kidney removal

Right kidney procured:	33
Male	8
Female	25
Reasons:	
Causes in the left kidney	10
Causes in the right kidney	18
Aneurysmal/Stenotic renal artery	5/4
Wandering kidney	2
Giant cyst/Angiomyolipoma/A-V fistula	3/1/1
Small size/Less function	1/1
Previous surgical history	5
Sigmoidectomy/Left ureterolithiasis	2/2
Left adrenalectomy	1

採取術はその導入に躊躇する施設もいまだ少なくなく、手術手技においても腎臓への到達法や腎臓の摘出部位、さらには用手補助の有無などによって幾通りかの術式が存在する。そこで本稿においては、自験例を中心として腹腔鏡下移植用腎採取術の現況を解説する。

用語の取り扱い

本論に入る前に、本稿において使用する用語の取り扱いを説明する。内視鏡手術に用いられる用語は、内視鏡外科学会をはじめとした各学会の用語委員会において作成された用語集や、厚生労働省から告示された診療報酬点数表に記載された表現などに準拠して使用されることが通常であるが、それぞれが独自の用語を採用しているため、不統一感は否めない。内視鏡手術ひとつをとっても、内視鏡下手術、鏡視下手術、体腔鏡下手術などの類義語があり、さらに使用する内視鏡によって、腹腔鏡下手術、胸腔鏡下手術、後腹膜鏡下手術などの表現法がある。そこで本稿における術式の表現法は、学術論文等において使用頻度が比較的高い表現を採用することとし、腹腔鏡下手術、腹腔鏡下移植用腎採取術などの表現に統一した。

腹腔鏡下移植用腎採取術

1995年に米国のRatnerらが初めてこの術式を報告して以来¹⁾、術中出血量の減少、術後疼痛の緩和、入院期間の短縮と早期社会復帰などに代表される腹腔鏡下手術の利点と、手術対象が健常者であるという生体間移植の特殊性が見事に合致することで、欧米を中心に瞬く間に普及をとげた。Organ Procurement and Transplantation Network/United Network for Organ Sharingからの報告では²⁾、米国では2007年ですでに生体腎移植ドナー全体に占める腹

腔鏡下手術の割合が90%を超え、従来の開腹下手術は10%以下に減少している。わが国においてもこの傾向は同様であり、1990年代後半から2000年代前半にかけて急速に普及し、2007年で70%以上の生体ドナーに腹腔鏡下手術が行われているが³⁾、年間5症例未満の腎移植実施施設の大多数においては、いまだ導入できていない実態もある。

この術式の導入を躊躇する最大の要因は、従来の開腹術に比較すると手技上の難易度が高いために、健全なドナーの安全性が十分に担保され、かつ移植に支障を来たすことなく摘出できるかに集約され、米国においては、ドナーの死亡例が複数件報告されている事実も存在する⁴⁾。

以上より、本稿においては、自験例を中心に本術式を詳細に検討して、術式としての妥当性を評価した。

1. 手術適応と左右腎の選択

アムステルダム会議の報告書⁵⁾や世界保健機構の指導指針⁶⁾に沿った生体ドナーであり、この術式に精通した施設であるならば、すべての生体腎ドナーが腹腔鏡下移植用腎採取術の対象となる。われわれの施設では、経腹膜的に腎臓に到達しているため、特に上腹部の手術既往例では腹腔内の癒着が危惧されるが、腎臓の左右の選択に検討を要する場合はあるものの、手術適応の判断に影響を与えるものではない。

左右いずれの腎臓を摘出するかの判断は、従来の開腹下手術と同様である。すなわちドナーにより良い腎臓を残すこと、左右差がないなら解剖学上の利点から左腎摘出を原則とすることである。腎動脈数に違いがある際の対応は、各施設によって異なるが^{7)~10)}、われわれは極端な違いがある場合にのみ考慮することとしており、右腎動脈1本に対し、左腎動脈3本以上などのケースである。筆者らは腹腔鏡下移植用腎採取術を850例に対して施行したが、そのうち右腎摘出を選択したのは33例(3.9%)である。その選択理由は、おもに腎動脈の本数に起因するところの左腎に原因ありが10例、ドナーにより良い腎臓を残すための右腎に原因ありが18例、手術既往に由来する5例などであった(Table 1)。

2. 術式の概要

この術式には、腎臓への到達経路が経腹膜か後腹膜か、操作法が用手補助か否か、腎臓をどこから摘出するかなどの違いにより幾通りかの手技が存在し、さらに十分なワーキングスペースが得られる経

Table 2 Laparoscopic donor nephrectomy

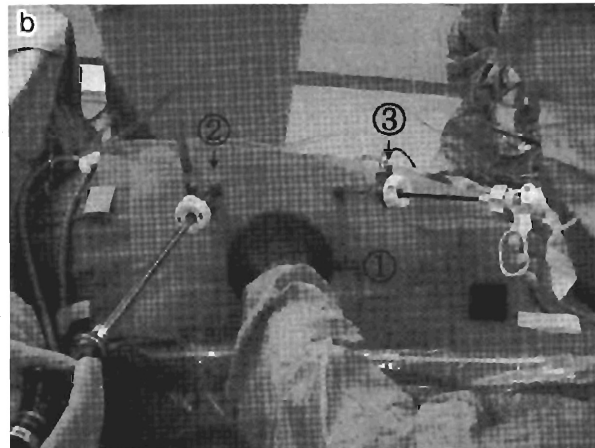
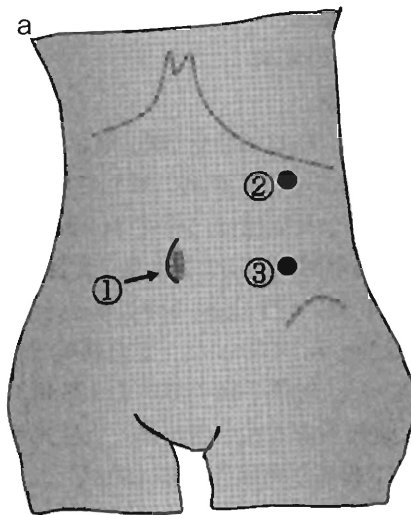
Transperitoneal approach:
Hand-assisted laparoscopic surgery
Not hand-assisted laparoscopic surgery
Robotic surgery ?
Single incision laparoscopic surgery ?
Retroperitoneal approach:
Hand-assisted laparoscopic surgery
Not hand-assisted laparoscopic surgery

Table 3 Advantages and Disadvantages of HALDN* and RPDN**

	HALDN	RPDN
Operative time	short	long
Working space	wide	narrow
Learning curve	fast	slow
Intra-peritoneal complication	exist	rare
Postoperative ingestion	slow	fast

*HALDN: hand-assisted laparoscopic donor nephrectomy.

**RPDN: retroperitoneoscopic donor nephrectomy.

**Fig. 1** Transperitoneal approach with hand-assist—Port placement in left nephrectomy—
① Hand port device (Gel Port), ② 12-mm port (Endoscope), ③ 12-mm port (Ultrasonic scissors).

腹膜到達法においては、ロボット支援手術や単孔式手術の応用も期待されている (Table 2). これらの中でも、経腹膜到達法で、用手補助用のディスクを挿入して操作を行い、その創から腎臓を摘出する用手補助経腹膜的腹腔鏡下移植用腎採取術 (hand-assisted laparoscopic donor nephrectomy : HALDN) と、後腹膜到達法で用手補助をせずに操作を行い、腎臓摘出時に新たな創を造設する後腹膜的腹腔鏡下移植用腎採取術 (retroperitoneoscopic donor nephrectomy : RPDN) が、わが国では代表的術式であり、一般的に指摘されているそれぞれの長所、短所を Table 3 に示す. われわれの施設では、前者の術式を 2001 年 2 月より国内では最初に導入しており^{11)~13)}、また米国においては 1998 年に Wolf らが初めて報告して以降¹⁴⁾、急速に普及し¹⁵⁾、現在では腹腔鏡下移植用腎採取術の約 65% をこの術式が占めていることから²⁾、まず HALDN について自験例をもとに解説し、RPDN については文献的に言及した.

1) HALDN

(1) 左腎採取術

術中体位は右側臥位とし、術者は患者腹側に立ち、腹腔鏡を担当する第一助手も患者腹側で術者に対して患者の頭側に位置する.

臍周囲より 5~6cm の皮膚切開を加えてハンドアシスト用ディスクである Gel Port® (Applied Medical, 米国) を装着後、左手を挿入して腹壁との癒着の有無を検索する. 左前腋窩線上で臍高よりやや頭側寄りに 12mm のポートを挿入し、10mmHg 前後に気腹圧を設定して炭酸ガスを用いた気腹を開始して、彎曲タイプの腹腔鏡を挿入する. 腹腔内を充分に観察後、左前腋窩線上臍高よりやや尾側に 12mm ポートを追加する (Fig. 1a). 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を、Gel Port® より術者の左手を挿入して腹腔内操作を開始する (Fig. 1b).

腹腔内操作は、後腹膜腔への到達、腎周囲と尿管の剝離、血管切離と腎摘出の順に進めるが、その詳

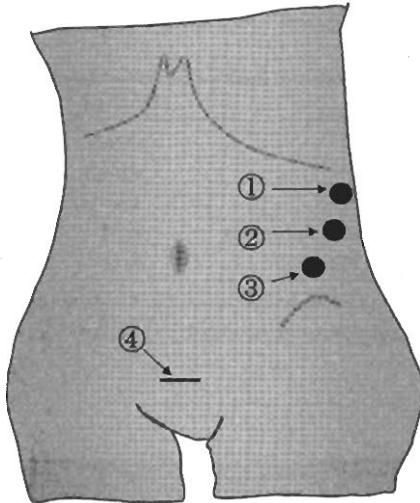


Fig. 2 Retroperitoneal approach without hand-assist
—Port placement in left nephrectomy—
① 12-mm port (Operative port), ② 12-mm port (Endoscope), ③ 12-mm port (Operative port), ④ 50 to 60-mm Pfannenstiel incision.

細は他誌における報告を参照されたい¹⁶⁾¹⁷⁾。

(2) 右腎採取術

術中体位は左側臥位とし、術者は患者腹側に立ち、腹腔鏡を担当する第一助手も患者腹側で術者に対して患者の尾側に位置する。

経腹膜到達法による右腎採取術では、時に肝臓が視野の妨げになるため、このような際には肝臓挙上用のポートを加えた3ポートを必要とし、この点がポート留置における左腎採取術との大きな相違点である。まず左腎採取術と同様に臍を中心とした5~6cmの皮膚切開を加えてハンドアシスト用ディスクを装着する。右前腋窩線上で臍高とほぼ同じ高さに12mmの第1ポートを挿入後、10mmHg前後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、上腹部正中線上で右腎静脈レベルよりやや下の高さに12mmの第2ポートを留置する。最後に、肝臓が視野の妨げになるようであれば、正中線よりやや左側で第2ポートより2~3cm頭側に5mmの第3ポートを留置し、第2ポートより超音波駆動メスを、第3ポートより肝臓挙上用のratchet付き把持鉗子を、Gel Port®より術者の左手を挿入して腹腔内操作を開始する。

腹腔内操作の詳細は、左腎採取術同様他誌を参照されたい¹⁶⁾¹⁷⁾。

2) RPDN

後腹膜到達法で用手補助を用いない左腎採取術の

代表的なポート留置部位と腎摘出創を Fig. 2 に示す。腹腔鏡用のポート1本と操作のポート2本の計3本の12mmポートを留置して手術操作を行い、腎摘出は50~60mmのPfannenstiel切開創からbagを用いて行う。手術操作の詳細は、他誌を参照されたい¹⁸⁾。

3. 術式の評価

腹腔鏡下移植用腎採取術の評価は、自験例におけるHALDNの手術成績を詳細に検討した後、文献的に検索したRPDNの手術成績と比較検討することで、総合的評価を行った。

1) HALDNの成績

(1) 手術対象

われわれは、HALDNを2001年2月より導入し、2011年9月末までに850例に対して施行した。この術式の対象とした症例は、男性344例、女性506例であり、平均年齢は55.5±11.5歳、身長は160.2±8.8cm、体重は59.7±11.1kg、body mass index (BMI)は23.1±3.2kg/m²であった。また複数腎動脈を248例(29.2%)に、腹部手術の既往を195例(22.9%)に認めた。腹部手術既往の内訳は、上腹部手術既往例が26例、下腹部手術既往例が159例、上下腹部手術既往例が10例であった。

(2) 手術成績

850例中、左腎採取術を817例に、右腎採取術を33例に対して行い、全例での平均手術時間は144.1±38.1分で、摘出腎重量は176.5±44.7g、出血量は39.7±60.8gであった(Table 4)。術中開腹に移行した例や、輸血を必要とした例はなく、術後生命に危険を及ぼすようなmajor complicationも皆無であった。創感染、創ヘルニアを中心として23例(2.7%)に軽微な術後合併症 minor complicationを認め(Table 5)、そのうち11例(1.3%)に対して外科的処置を必要とした。その内訳は、ヘルニア根治術9例、血腫除去術1例、イレウス解除術1例であったが、その後の社会生活に支障を来すことはなかった。

一方、摘出した腎臓を移植した後、その機能発現に影響を及ぼす要因を推察することで、ドナー手術としての確実性を検討した。移植後、機能発現が得られない状態をさす primary non-function (PNF)は皆無であったが、機能発現が遅れる delayed graft function (DGF)を21例(2.5%)に認めた。なお、DGFの定義は、移植後第7病日までに透析を一度でも必要とした状態とした。21例中、その原因が拒絶

Table 4 Operative data—Donor operative data—

Operative time (min)	144.1 ± 38.1 (70 ~ 360)
Graft volume (g)	176.5 ± 44.7 (100 ~ 385)
Blood loss (g)	39.7 ± 60.8 (5 ~ 230)
Warm ischemic time (sec)	246 ± 97
Initial urine (sec)	594 ± 754
Conversion to open	0
Blood transfusion	0

Table 5 Donor complications

Major complications	0
Minor complications	
Wound infection	10
Median wound hernia	6
Inferior port site hernia	3
Hematoma	1
Pneumothorax	2
Adhesional ileus	1
	23 (2.7%)

反応に代表される免疫学的要因と考えられた例が10例、複数血管の再建等で阻血時間が延長し、機能発現が遅れたと想定される解剖学的要因例が7例、ドナー手術の影響が要因と考えられた例が4例であった。この4例は、いずれも腹腔鏡下手術導入初期の症例であり、腎静脈の長さが短めで採取され、移植後の腎静脈圧がやや高く、いわゆる out flow block を呈したと考えられる。ただし、機能発現は遅れたものの、機能発現後の腎機能に悪影響を与えるものではなかった。

(3) 手術難易度に影響を及ぼす要因

同一術者による同一術式の手術時間を比較することは、手術の難易度に影響を及ぼす要因を検討する上で最も簡便な方法であろう。筆者は全症例の手術に直接関与していることから、手術時間からみた手術難易度に影響を及ぼす要因を検討した。手術操作に直接関与する要因として、まず術式別では、左腎採取術 143.1 ± 37.6 分、右腎採取術 165.2 ± 43.3 分であり、腎動脈の本数別では、単一腎動脈 138.1 ± 35.5 分、複数腎動脈 158.1 ± 40.4 分、腹部手術の既往別では、上腹部手術既往 165.3 ± 28.5 分、下腹部手術既往 138.9 ± 38.4 分であった (Table 6)。それぞれ右腎採取術、複数腎動脈例、上腹部手術既往例では、統計学的有意差をもって手術難易度が高い傾向を示した。

さらに手術時間と、手術に直接関与する要因に加

Table 6 Correlation between operative time and donor factors (I)

Operative time (min)	144.1 ± 38.1	(n = 850)
Operative procedure		
Left kidney procured	143.1 ± 37.6	(n = 817)
Right kidney procured	165.2 ± 43.3*	(n = 33)
Number of renal arteries		
Single renal artery	138.1 ± 35.5	(n = 602)
Multiple renal arteries	158.1 ± 40.4*	(n = 248)
Previous surgical history		
Epigastric region	165.3 ± 28.5*	(n = 26)
Hypogastric region	138.9 ± 38.4	(n = 159)

*p < 0.01

えて患者背景との相関をも多重 logistic 回帰分析を用いて検討すると、右腎採取術、複数腎動脈例、上腹部手術既往例に加えて BMI、男性、腎重量においても有意差を認め、odds 比はそれぞれ 1.1197, 2.625, 1.00853 であった (Table 7)。

以上より、右腎採取術、複数腎動脈、上腹部手術既往と、患者背景のうち BMI、男性、腎重量などが腹腔鏡下移植用腎採取術の手術難易度に影響を及ぼす要因と考えられる。

2) RPDN との比較

(1) 検索方法

HALDN と RPDN との手術成績を比較するため、systematic review を行った。Search method は、laparoscopic donor nephrectomy/nephrectomies と retroperitoneoscopic/retroperitoneal donor nephrectomy/nephrectomies をキーワードとして、2000 年から 2012 年までに発表された論文を PubMed で検索した。Selection criteria は、HALDN、RPDN いずれも 100 症例以上施行されたすべての論文とし、同一施設から複数回の報告がある場合は最後の報告を採用した。

キーワードによる検索では 631 件の論文が該当し、100 症例以上の HALDN は 17 件で、同一施設の重複を除くと 12 件が対象となった^{19)~30)}。同様に RPDN は 11 件あり、5 件が対象となった^{31)~35)}。両群において Level I (randomized controlled trial) や Level II-1 (controlled trial without randomization) に該当する報告はなく、HALDN と RPDN との比較という観点からはすべて Level II-2 に相当した。

それぞれの群において、手術時間、温阻血時間 (warm ischemic time : WIT)、術中出血量、周術期合併症の頻度、開腹術への移行率を、重み付き平均

Table 7 Correlation between operative time and donor factors (2) —Multivariate logistic regression—

	Coefficient	p-value	95% confidence interval	Odds ratio	Odds ratio 95% confidence limit
BMI	-0.1130	0.0044*	-0.1915 ~ -0.0355	1.1197	1.0362 ~ 1.211
Male	-0.8141	0.0013*	0.383 ~ 1.558	2.625	1.328 ~ 3.853
Age	-0.009090	0.3724	-0.0262 ~ 0.0122	0.993	0.989 ~ 1.030
Graft W	-0.01684	<0.0001*	0.00241 ~ 0.0148	1.00853	1.011 ~ 1.023
Right K.	-2.1744	<0.0001*	-3.1393 ~ -1.2004	8.7973	3.322 ~ 23.088
Renal A.	-0.6730	0.0002*	-1.0299 ~ -0.3243	1.9601	1.383 ~ 2.801
Epigastric	-1.7075	0.0017*	-2.8086 ~ -0.6502	5.5154	1.916 ~ 16.586
Hypogastric	-0.1696	0.5357	-0.7025 ~ 0.3742	1.1848	0.688 ~ 2.019

*p<0.01.

Table 8 Weighted means of operative outcomes in HALDN and RPDN

	HALDN ^{19) ~ 30)}	RPDN ^{31) ~ 35)}
Operating time (min)*	161.8	197.1
Warm ischemic time (sec)*	164.2	191.8
Estimated blood loss (ml)*	61.8	91.5
Perioperative complication rate (%)**	10.9	10.6
Conversion rate to laparotomy (%)**	0.43	0.52
Number of articles	12	5
Total number of patients	3316	957

* Weighted mean with a case number divided by variance used as weight, if variance is known.

**Weighted mean with a case number used as weight, if variance is unknown.

で算出した。ただし標準偏差のある項目は症例/分散を重みとし、標準偏差のない項目は症例数を重みとした。

(2) 検索結果

他施設における報告を統合する meta-analysis を行うには、同一施設内で control を取って比較した結果が必要なことから、それぞれの平均値までは算出できても、両群間を比較検定する統計理論は存在しない。この点を踏まえて結果を考察すると、HALDN では、手術時間、WIT は短く、出血量は少ない傾向を示し、合併症や開腹移行は RPDN とほぼ同等であった (Table 8)。

3) 術式の総合評価

以上より、ドナーの安全性と移植手術にとっての確実性を総合的に評価すると、生体腎移植におけるドナーの手術として、腹腔鏡下移植用腎採取術はその到達法が経腹膜的であろうと後腹膜的であろうときわめて妥当な術式であると判断できる。特にわれわれが実施している HALDN においては、開腹移行例や輸血例が皆無であり、合併症の頻度も低く、移

植成績も良好であることに加えて、手術時間も短く、出血量も少ない傾向を示した。しかし、この術式に精通していない術者や施設においては無論この限りではなく、仮に精通していても、右腎採取術、複数腎動脈例、上腹部手術既往例などに加えて BMI が高く、男性で、腎臓が大きな場合などは、十分な注意が必要となる。

おわりに

腎臓に対する腹腔鏡下手術について、腹腔鏡下移植用腎採取術を中心に解説した。臓器移植は本来、脳死あるいは心停止ドナーから提供された臓器を用いて実施されるのが理想であろうが、生体間移植に依存しなければならない現状もある。そのため健全なドナーの負担を軽減すべく、腹腔鏡下手術がさらに安全性と確実性を兼ね備えて広く普及することが望まれる。

なお、開示すべき利益相反状態はない。

文 献

- 1) Ratner LE, Ciseck LJ, Moore RG et al: Laparo-

- scopic live donor nephrectomy: two cases. *Transplant Proc* **26**: 1047-1049, 1995
- 2) Based on OPTN/UNOS data as of June 30, 2008
 - 3) **Yuzawa K, Kozaki K, Shinoda M et al**: Outcome of laparoscopic living donor nephrectomy: current status and trends in Japan. *Transplant Proc* **40**: 2115-2117, 2008
 - 4) **Matas AJ, Bartlett ST, Leichtman AB et al**: Morbidity and mortality after living kidney donation, 1999-2001: survey of United States transplant centers. *Am J Transplant* **3**: 830-834, 2003
 - 5) **Delmonico F**: Council of the transplantation society, a report of the Amsterdam forum on the care of the live kidney donor, data and medical guidelines. *Transplantation* **79**: 53-66, 2005
 - 6) Human organ and tissue transplantation, report by the secretariat. <http://www.who.int/transplantation/knowledgebase/en> (accessed on November 30, 2011)
 - 7) **Carter JT, Freise CE, McTaggart RA et al**: Laparoscopic procurement of kidneys with multiple renal arteries is associated with increased ureteral complications in the recipient. *Am J Transplant* **5**: 1312-1318, 2005
 - 8) **Husted TL, Hanaway MJ, Thomas MJ et al**: Laparoscopic living donor nephrectomy for kidneys with multiple arteries. *Transplant Proc* **37**: 629-630, 2005
 - 9) **Kacar S, Gurkan A, Akman F et al**: Multiple renal arteries in laparoscopic donor nephrectomy. *Ann Transplant* **10**: 34-37, 2005
 - 10) **Desai MR, Ganpule AP, Gupta R et al**: Outcome of renal transplantation with multiple versus single renal arteries after laparoscopic live donor nephrectomy: a comparative study. *Urology* **69**: 824-827, 2007
 - 11) **中島一朗, 唐仁原全, 川瀬友則ほか**: 生体腎ドナーに対する鏡視下腎摘除術. *日透析医学会誌* **17**: 76-82, 2002
 - 12) **Nakajima I, Tojimbara T, Sato S et al**: Hand-assisted laparoscopic live donor nephrectomy, a single center experience in Japan. *Transplant Proc* **35**: 43-44, 2003
 - 13) **Nakajima I, Tojimbara T, Sato S et al**: Hand-assisted live donor nephrectomy: report of 100 cases. *Transplant Proc* **36**: 1898-1900, 2004
 - 14) **Wolf JS, Tchetchgen MB, Merion D**: Hand-assisted laparoscopic live donor nephrectomy. *Urology* **52**: 885-887, 1998
 - 15) **Wolf JS, Merion RM, Leichtman AB et al**: Randomized controlled trial of hand-assisted laparoscopic versus open surgical live donor nephrectomy. *Transplantation* **72**: 284-290, 2001
 - 16) **中島一朗**: 手術手技. 経腹膜到達法 (ハンドアシスト法). 「腎移植のための腹腔鏡下手術」(寺岡 慧・瀧之上昌平・中島一朗ほか編), pp60-75, 日本医学館, 東京 (2003)
 - 17) **中島一朗**: 手術手技. 生体腎採取術. 鏡視下腎採取術. 「腎移植のすべて」(高橋公太編), pp102-106, メジカルビュー社, 東京 (2009)
 - 18) **Tanabe K, Miyamoto N, Ishida H et al**: Retroperitoneoscopic live donor nephrectomy (RPLDN): establishment and initial experience of RPLDN at a single center. *Am J Transplant* **5**: 739-745, 2005
 - 19) **Buell JF, Hanaway MJ, Potter SR et al**: Hand-assisted laparoscopic living donor nephrectomy as an alternative to traditional laparoscopic living donor nephrectomy. *Am J Transplant* **2**: 983-988, 2002
 - 20) **Heimbach JK, Taler SJ, Prieto M et al**: Obesity in living kidney donors: clinical characteristics and outcomes in the era of laparoscopic donor nephrectomy. *Am J Transplant* **5**: 1057-1064, 2005
 - 21) **Seo SI, Kim JC, Hwangbo K et al**: Comparison of hand-assisted laparoscopic and open donor nephrectomy: a single-center from South Korea. *J Endourol* **19**: 58-62, 2005
 - 22) **Sharma AK, Meier S, Larmeu L et al**: Hand-assisted laparoscopic donor nephrectomy: a low rate of complications. *Prog Transplant* **15**: 271-275, 2005
 - 23) **Fisher PC, Montgomery JS, Jonston WK et al**: 200 consecutive hand-assisted laparoscopic donor nephrectomies: evolution of operative technique and outcomes. *J Urol* **175**: 1439-1443, 2006
 - 24) **Anderson KM, Lindler TU, Lamberton GR et al**: Laparoscopic donor nephrectomy: effect of perirenal fat upon donor operative time. *J Endourol* **22**: 2269-2274, 2008
 - 25) **Chandak P, Kessar N, Challacombe B et al**: How safe is hand-assisted laparoscopic donor nephrectomy? —results of 200 live donor nephrectomies by two different techniques. *Nephrol Dial Transplant* **24**: 293-297, 2009
 - 26) **Kim BS, Yoo ES, Kim TH et al**: Renal function recovery in donors and recipients after live donor nephrectomy: hand-assisted laparoscopic vs open procedures. *Korean J Urol* **51**: 245-249, 2010
 - 27) **Leventhal JR, Paunescu S, Baker TB et al**: A decade of minimally invasive donation: experience with more than 1200 laparoscopic donor nephrectomies at a single institution. *Clin Transplant* **24**: 169-174, 2010
 - 28) **Minnee RC, Bemelman WA, Donselaar van der Pant KA et al**: Risk factors for delayed graft function after hand-assisted laparoscopic donor nephrectomy. *Transplant Proc* **42**: 2422-2426, 2010
 - 29) **Shirodkar SP, Gorin MA, Sageshima J et al**: Technical modification for laparoscopic donor nephrectomy to minimize testicular pain: a complication with significant morbidity. *Am J Transplant* **11**: 1031-1034, 2011
 - 30) **Nakajima I, Iwadoh K, Koyama I et al**: Nine-year experience of 700 hand-assisted laparoscopic donor nephrectomies in Japan. *Clin Transplant* 2012. Mar 26. DOI:10.1111/j.1399-0012.2012.01617.x
 - 31) **Modi PR, Shah VR, Vanikar AV et al**: Impact of retroperitoneoscopic donor nephrectomy on renal allograft in Indian and African recipients. *Transplant Proc* **39**: 723-725, 2007
 - 32) **Bachmann A, Wyler S, Wolff T et al**: Complications of retroperitoneoscopic living donor nephrec-

- tomy: single center experience after 164 cases. *World J Urol* **26**: 549–554, 2008
- 33) **Kohei N, Kazuya O, Hirai T et al**: Retroperitoneoscopic living donor nephrectomy: experience of 425 cases at a single center. *J Endourol* **24**: 1783–1787, 2010
- 34) **Ma L, Ye J, Huang Y et al**: Retroperitoneoscopic live donor nephrectomy: 5-year single-center experience in China. *Int J Urol* **17**: 158–162, 2010
- 35) **Dong J, Lu J, Zu Q et al**: Retroperitoneal laparoscopic live donor nephrectomy: report of 105 cases. *Journal of Huazhong University of Science and Technology Medical sciences = Huazhong keji daxue bao Yi xue Ying De wen ban = Huazhong keji daxue xuebao Yixue Yingdewen ban* **31**: 100–102, 2011
-