

腎移植認定医 第13回集中教育セミナー
2017年7月16日
京都

生体腎ドナー採取術



田邊一成
東京女子医科大学 泌尿器科

生体腎移植術における移植腎採取術の 現状とピットフォール

- 生体腎移植術における移植腎採取術の現状
- 生体腎移植術における移植腎採取術の術式とピットフォール

生体腎移植術における移植腎採取術の ガイドライン

生体ドナーへの主治医の説明義務

医療の基本の立場からは健常である生体腎移植ドナーに侵襲を及ぼすような医療行為は望ましくない。やむを得ず行う場合にはドナー候補者の身体的、心理的、及び社会的擁護に最大限努めなくてはならない。

1. 原則、親族(6親等以内の血族と配偶者および3親等以内の姻族)に限定する。
2. 自己意思による腎提供であることの確認を書面でうける必要がある。
3. 腎提供前に、十分な身体的、心理的評価と社会的背景に関する評価を精神科医などの第三者も関与する形で受けさせなければならない。
4. ドナー評価に必要な項目と評価結果について説明を受ける際に、腎提供手術関連の危険に加え、腎提供後の健康状態、腎機能低下の影響、社会生活に与える影響について十分な説明をする必要がある。また、レシピエントの原疾患が再発の可能性が高い時や、家族性因子を考慮する疾患の際には、ドナー候補者にその内容を説明することが望まれる。
5. 腎提供後も心身の健康を維持し、残存腎機能を良好に維持していることを確認する腎機能評価に加え、禁煙、体重管理などの日常生活上の留意事項、血圧、耐糖能、脂質などを含めた総合的評価を定期的に継続して行う必要がある。

生体ドナー適応：基本ガイドライン基

準

アムステルダムフォーラム基準を参考に、日本人の特性を考慮したうえで従来行われてきた腎移植成績などを勘案して作成した基本ガイドライン*

*ガイドライン策定合同委員会(日本移植学会と日本臨床腎移植学会)に日本腎臓学会・腎移植推進委員会が協力しており、日本透析医学会・日本糖尿病学会の専門的立場からの意見も参考として作成

- 年齢は20歳以上で70歳以下
- 以下の疾患、または状態を伴わないこと
 - ・全身性活動性感染症 ・HIV 抗体陽性 ・クロイツフェルトヤコブ病
 - ・悪性腫瘍(原発性脳腫瘍および治癒したと考えられるものを除く)
- 血圧は 140/90mmHg 未満
- 肥満がない
 - ・BMI は 30Kg/m² 以下。高値の際は25 Kg/m² 以下への減量に努める
- 腎機能は、GFRが80ml/min/1.73m² 以上
 - (インスリンクリアランスまたはアイトープ法、クレアチニンクリアランスで代用可)
- タンパク尿は24時間蓄尿で150mg/day 未満、あるいは150mg/gCr 未満、またはアルブミン尿が30mg/gCr 未満
- 糖尿病(耐糖能障害)はないこと
 - 早朝空腹時血糖値で126mg/dL 以下でHbA1c(NGSP) 値で6.2%以下。
 - 判断に迷う際にはO-GTT 検査を行い評価することが望ましい。
- 器質的腎疾患がない
 - (悪性腫瘍、尿路感染症、ネフローゼ、嚢胞腎など治療上の必要から摘出された腎臓は移植対象から除く)

日本移植学会：生体腎移植のドナーガイドライン(2014年6月掲載)
<http://www.asas.or.jp/ist/pro/pro3.html>

生体ドナー適応：Marginal Donor基準

「基本ガイドライン基準」に合致しない時の対応として、わが国で長期間行われてきた生体腎移植実績とその長期成績を勘案して作成されたMarginal Donor基準

- 年齢は80歳以下とするが身体年齢を考慮する
- 血圧は、降圧薬なしで140/90mmHg 未満が適正であるが、降圧薬使用例では130/80mmHg以下に厳格に管理され、かつ尿中アルブミン排泄量が30mg/gCr未満であること。また高血圧による臓器障害がないこと(心筋肥大、眼底の変化、大動脈高度石灰化などを評価)
- 肥満があっても BMI は 32 Kg/m² 以下(高値の際は25 Kg/m² 以下への減量に努める)
- 腎機能は、GFRが70ml/min/1.73m² 以上(インスリンクリアランスまたはアイトープ法、クレアチニンクリアランスで代用可)
- 糖尿病は、経口糖尿病治療薬使用例ではHbA1c が6.5%(NGSP) 以下で良好に管理されていること(インスリン治療中は適応外である。アルブミン尿は30mg/gCr 未満であること)
- 臨床的に確認できない腎疾患(検尿異常のないIgA 腎症など)は器質的腎疾患に含めない
- 評価開始時は上記基準を満たさないが、血圧管理、糖尿病管理、BMI は正などにより上記基準に達すれば生体腎移植ドナー候補者としてとすることができる
- このMarginal donor 基準を逸脱する生体腎移植ドナー候補者から強い腎提供希望があったとしても、腎提供後にドナーに不利益な腎障害などの出現する可能性がきわめて高いことを十分に説明し、腎移植が行われないように努力する必要がある

日本移植学会：生体腎移植のドナーガイドライン(2014年6月掲載)
<http://www.asas.or.jp/ist/pro/pro3.html>

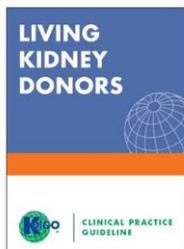
What is KDIGO?



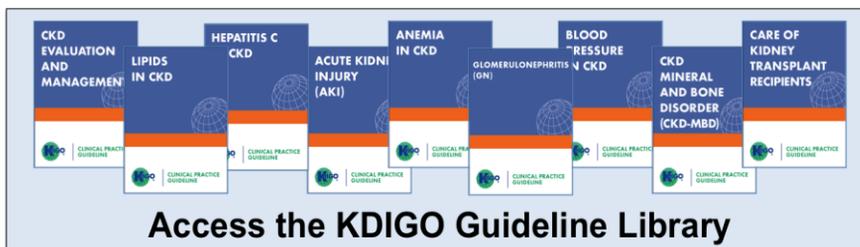
An independently incorporated nonprofit foundation, governed by an international board.

www.kdigo.org

CLINICAL PRACTICE GUIDELINES



Clinical Practice Guidelines are international evidence-based guidelines in nephrology developed by KDIGO.



Access the KDIGO Guideline Library

<http://kdigo.org/home/guidelines/>

KDIGO Mission Statement

To improve the care and outcomes of kidney disease patients worldwide by promoting coordination, collaboration, and integration of initiatives to develop and implement clinical practice guidelines.

CHAPTER 16

16章:ドナー腎摘出に適した手術方法と予想される結果

16.3:ドナーの腎摘除に適した手術方法として、十分な技術を持つ術者による「ミニオープン」手術、腹腔鏡手術、用手補助下腹腔鏡手術を計画すべきである。しかし、ドナーが過去に広範囲の手術を受け、癒着が多い等の特殊な場合には、観血的腎摘除術(側腹部から又は開腹手術)を検討してもよい。(2D)

16.4:ロボット手術やシングルポート手術は、現時点では生体ドナーの腎摘除の標準的な方法ではなく、十分な技術と経験を持つ術者が、ドナーから同意を得た場合のみ行われるべきである。(Not Graded)

16.5:致死性又は非致死性の出血合併症を生じる可能性があるため、腹腔鏡下ドナー腎摘除術中の腎動脈の結紮に、体内用結紮クリップ(Hem-o-lokクリップ等)を使用するのは禁忌である。生体ドナーの腎摘除術時の動脈結紮には、必ず組織の貫通固定(血管壁内での縫合結紮やステープル等)を用いる。(Not Graded)

CHAPTER 16

16章:ドナー腎摘出に適した手術方法と予想される結果

16.7: 一般に、腎実質、血管、尿路に無症状の異常は腎提供の禁忌とならないが、「より正常な方の」腎をドナーに残し、異常がある方の腎を移植に使用するのが望ましい。(Not Graded)

16.8: 単発性(Bosniak分類)腎嚢胞は合併症や腎機能障害のリスクを高めないため、生体腎提供の禁忌とならない。対側の腎を提供しなければならない理由がある場合は、単発性小嚢胞がある腎をドナーに残す。(Not Graded)

16.10: 経過観察中にBosniak分類で高度の嚢胞又は腎細胞癌が見つかった場合、別の選択肢として患側の腎を提供せず標準的な治療法として部分切除術を受けることも可能であることも十分に説明し、同意を得た上で、腎の全摘及び腎提供を提案すること。(Not Graded)

腎を提供せず標準的な治療法として部分切除術を受けることも可能であることも十分に説明し、同意を得た上で、腎の全摘及び腎提供を提案すること。(Not Graded)

16.11: 3本以上の動脈を有する生体ドナー腎の摘出はケースバイケースで判断し、十分な経験を持つチームが行うこと。(Not Graded)

16.12: 両側腎動脈のアテローム硬化性疾患又は両側腎動脈口の線維筋性形成異常は、生体腎提供の禁忌とみなす。(Not Graded)

生体腎移植術における移植腎採取術の現状

- 開腹移植腎採取術
- 腹腔鏡下移植腎採取術

生体腎移植ドナー手術統計

表 18 生体腎移植の手術情報

90%以上は腹腔鏡手術と考えられる。

約50%が完全後腹膜鏡下と考えられる。

ドナー手術方法【任意項目】

開創	54 (4.0%)
完全腹腔鏡	96 (7.0%)
用手補助腹腔鏡 (HALS)	223 (16.3%)
完全後腹膜鏡	260 (19.0%)
用手補助後腹膜鏡 (HARS)	186 (13.6%)
未入力	547 (40.0%)

腎移植臨床登録集計報告 (2014年)

生体腎移植術における移植腎採取術の現状

生体腎
(n=1,366)

95%以上は腹腔鏡手術で合併症なし。

入院期間はほぼ8日前後である。

ドナー術後在院日数

平均±SD (日)	8.1±3.9
7日未満	361 (26.4%)
7～14日未満	658 (48.2%)
14～21日未満	87 (6.4%)
21～28日未満	4 (0.3%)
28日以上	5 (0.4%)
未入力	251 (18.4%)

腎移植臨床登録集計報告 (2014年)

生体腎移植術における移植腎採取術

- 最も重要なことは、手術の安全、将来にわたるドナー腎機能の維持などを含めたドナーの安全の確保である。
- 移植腎機能を良好に保つこととともに残腎機能も良好に保つことが重要である。

腹腔鏡下移植腎採取術

- 経腹腔的アプローチ
- 経後腹膜腔アプローチ
- Pure laparoscopic approach
- Hand-assisted approach

腹腔鏡下移植腎採取術の術式

- Retroperitoneal pure laparoscopic approach
- Transperitoneal hand-assisted approach
- Transperitoneal pure laparoscopic approach
- Retroperitoneal hand-assisted approach

Advantages and Disadvantages in Laparoscopic Donor Nephrectomy: Transperitoneal vs. Retroperitoneal Approach

	transperitoneal	retoroperitoneal
Working space	wide	narrow
Dissection of renal vessels	bit difficult	easy
Right nephrectomy	difficult	easy
Intestinal injury	possible	no
Post op. recovery	relatively slow	rapid
Resumption of oral intake	relatively slow	rapid
Post op. pain	moderate	mild
Technical difficulties	easy	Relatively difficult

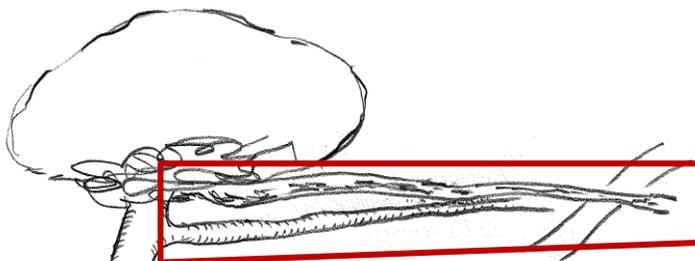
経腹腔アプローチ

経腹腔アプローチ

- 体位は側臥位（多くは軽いジャックナイフ）
- ポートは通常の腎摘出術とほぼ同じ
- 腸管（左は下行結腸、右は十二指腸）の剥離、受動を行い腎下極でpsoas muscleを見出し、腎下極を持ち上げて腎門部血管が見えやすいようにする。
- 腎血管、尿管を剥離する。
- 腎臓を剥離し摘出できるようにする。
- 尿管、腎血管を切離し腎を摘出する。

Transperitoneal Approach

尿管と性腺静脈を一緒に摘出すると尿管の血流はまず問題なし



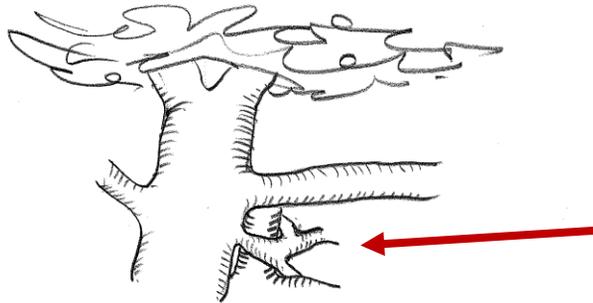
Transperitoneal Approach Vascular Dissection

下極をスネーク鉗子などで挙上し、腎門部が立体的にわかりやすい状況にして剥離する。



Transperitoneal Approach Vascular Dissection

左腎静脈の分枝は非常に多いが、全てきちんと処理しないといけない。経腹膜腔アプローチの場合、大動脈に張り付いた腰静脈や腎動脈に巻き付いている静脈分枝などは処理しにくいことが多い。



Transperitoneal Approach Right Nephrectomy

右腎採取術の場合の問題点としては腎動脈がIVCの裏側になることからかなり剥離しづらくなってしまうことがある。

Transperitoneal Approach Extraction of the kidney

- 摘出は術者によってさまざまであり、摘出直前に側腹部に5cm程の皮切をおき、直接腎臓をつかんで摘出することが多い。一部の施設ではプラスチックバッグに入れて摘出するところもある。
- また、ハンドアシストの場合はハンド挿入部からの摘出となる。

経後腹膜腔アプローチ

後腹膜アプローチの利点、欠点

利点：

- 腹腔内臓器に対する損傷がほとんどない。
- 腹腔内癒着がないため術後イレウスの合併がほとんどない。
- 術後飲食開始など消化管機能の回復が早い。
- 術後の疼痛が軽度である。

欠点：

- 操作腔が比較的狭く技術的にやや難しい

腎ドナーに対する経後腹膜的腹腔鏡下腎採取術の手順

- 体位は足を延ばした側臥位で手術台はフラット
- ポート設置
- 後腹膜腔のバルーンによる展開
- 腎血管、尿管の剥離
- 腎周囲の剥離
- 腎血管の前面、腹膜との間の剥離
- Phan n enstiel 皮膚切開
- 尿管切断
- 腎血管の切断
- バックによる腎の摘出

経後腹膜腔的アプローチ

- 体位は側臥位（多くはフラットな側臥位）
- ポートは通常の腎摘出術とほぼ同じ
- 後腹膜腔をバルーンによって拡張する。
- 腎血管、尿管を剥離する。
- 腎臓を腎被膜で剥離し摘出できるようにする。
- 尿管、腎血管を切離し腎を摘出する。

後腹膜腔アプローチの女子医大データ

Patients' Characteristics

- July 2001- June 2015
- Number of cases: 952
- Female/Male: 624/328
- Left/Right: 913/39
- Average age of donor: 55.7 y/o
- Average of BMI: 22.3%

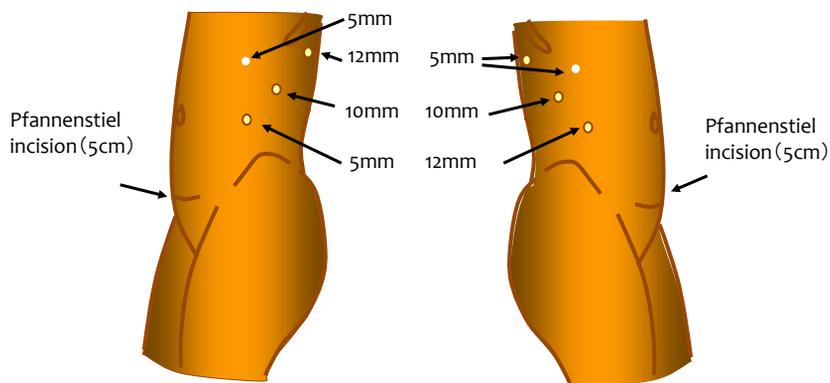
Clinical Data of RPDN at TWMU

- ◆ Open conversion: 1 case (due to previous surgery)
- ◆ Average retrieval time: 118 minutes (a single staff surgeon)
- ◆ Warm ischemic time: 4.9 minutes
- ◆ Estimated blood loss: 43 grams
- ◆ Average length of renal artery: 3.8 cm
- ◆ Average length of renal vein: 3.9 cm

Clinical Data of RPDN at TWMU

- Slow graft function (Scr. More than 3.0mg/dl at 4th POD): 10 cases (1.1%)
- Delayed graft function (need HD except rejection, heart failure, aHUS, or any operative causes): none
- Pain killer usage: 139/952 (14%)
- Serum creatinine levels: 1.4mg/dl (POD4), 1.4mg/dl (POD7), 1.5mg/dl (POD14)

Position of Camera and Working Ports



患者の体位と気腹の条件

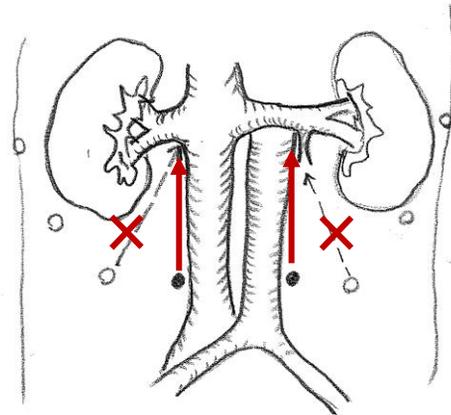
- 体位はフラットな手術台
- 両足は曲げないで伸ばして、ベッド側の足に対して反対側はやや背側にずらすような状態として枕などでパッキングして固定する。
- 足を曲げないことにより下腹部の横切開から取り出す時に膝が邪魔にならない、また下肢の静脈血栓症を予防しやすい。
- 気腹圧は10mmHgを超えないようにする。

患者の体位



ポート挿入時のポイント

左腎臓採取術の場合、左手は可能な限り正中側に設置する。
右腎臓採取術の場合、右手は可能な限り正中側に設置する。



経後腹膜的腎移植ドナー腎採取術のポイント

全体の解剖学的オリエンテーション

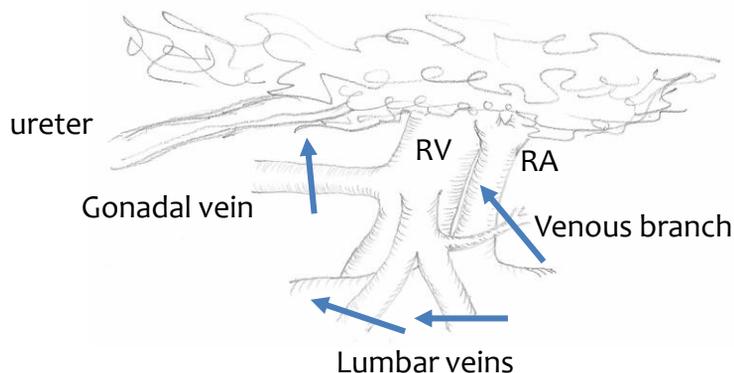
後腹膜腔における正常解剖（特に血管系）の熟知
と内視鏡画像の正確な判断

経後腹膜的腎移植ドナー腎採取術のポイント

腎動静脈の剥離

- 丁寧かつ安全な操作で腎動静脈を剥離する。
- Aberrant arteriesに注意しておく。
- 左では特に大動脈周囲を腎上極の分枝に注意。
- 右ではIVC側面を腎上極から下極まで検索
- 不測の事態に対して、常に血管鉗子、GIAを準備しておく。

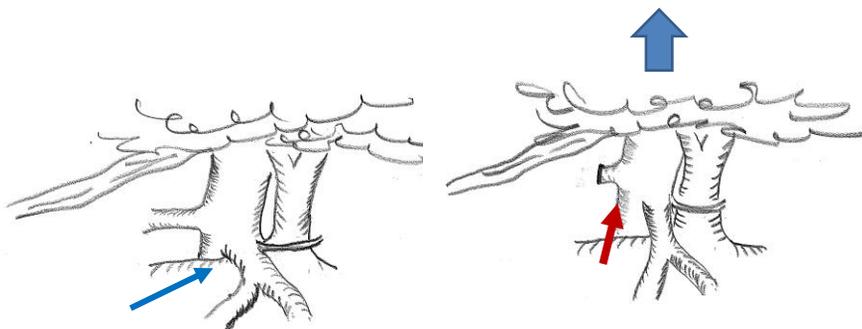
腎静脈の分枝の処理の仕方



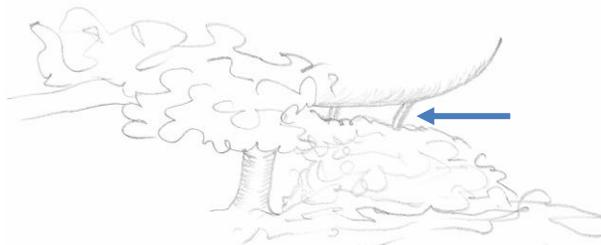
腎静脈の分枝の処理の仕方

腰静脈が大動脈に張り付いている場合

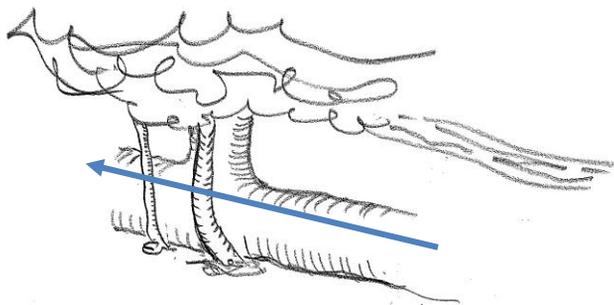
大動脈に腰静脈が張り付いていると腰静脈の処理が非常にしにくいため、最初に性腺静脈を切断すると腎門部が浮き上がりやすくなり腰静脈が大動脈表面から浮き上がり処理しやすくなる。



Aberrant Vessels (Left)



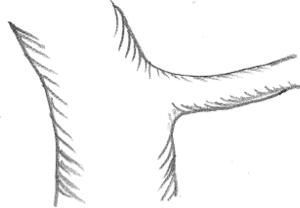
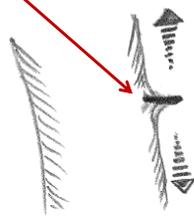
Aberrant Vessels (Right)



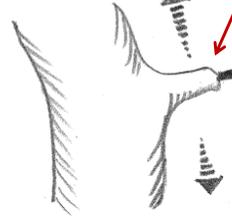
腎門部血管、尿管の剥離

シーリングデバイスによる血管分枝の安全な切断の仕方

本幹の壁近くをシーリングすると本幹に引っ張りの力が加わった時シーリング部に直接引っ張り圧が加わりはずれてしまい出血する。



本幹の壁から少なくとも5mmは離れたところでシーリングすると本幹に引っ張りの力が加わってもシーリング部に直接引っ張り圧がかからないため安全



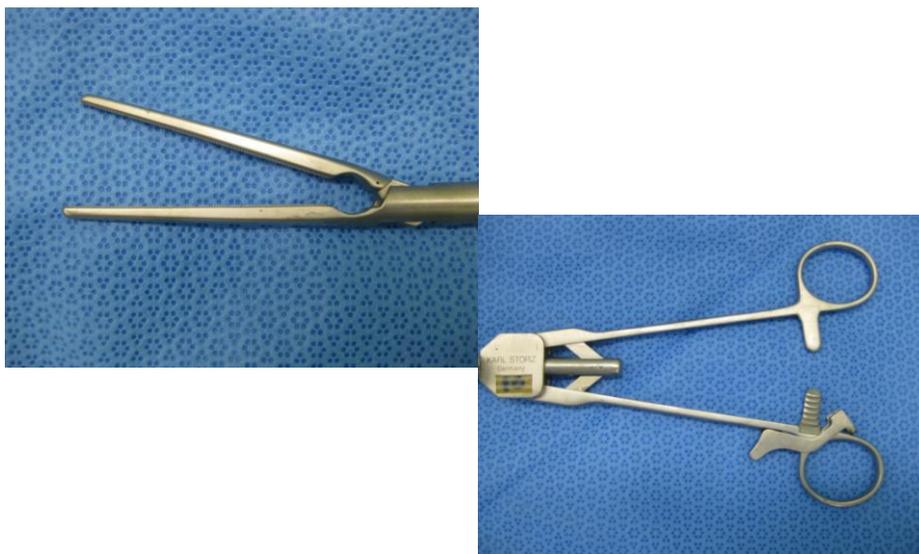
腎門部剥離に際し大出血などの緊急事態が発生した時に使用する血管鉗子とGIA

- 腎門部剥離に際し大出血などの緊急事態が発生した時には腎門部を動静脈を一塊として血管鉗子やGIAを用いて止血する。
- この状態で出血をコントロールして対応を考える。

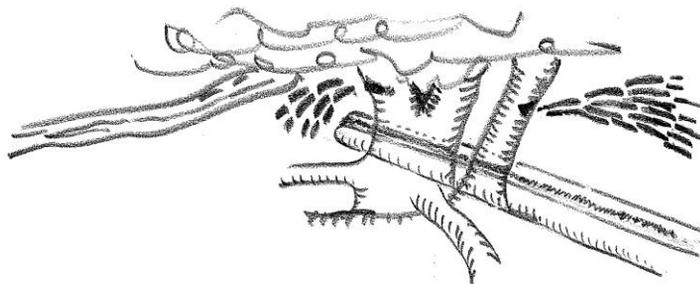
腎門部剥離に際し大出血などの緊急事態が発生した時に使用する血管鉗子とGIA



腎門部剥離に際し大出血などの緊急事態が発生した時に使用する血管鉗子



腎門部剥離に際し大出血などの緊急事態が発生した時に使用する血管鉗子の使い方

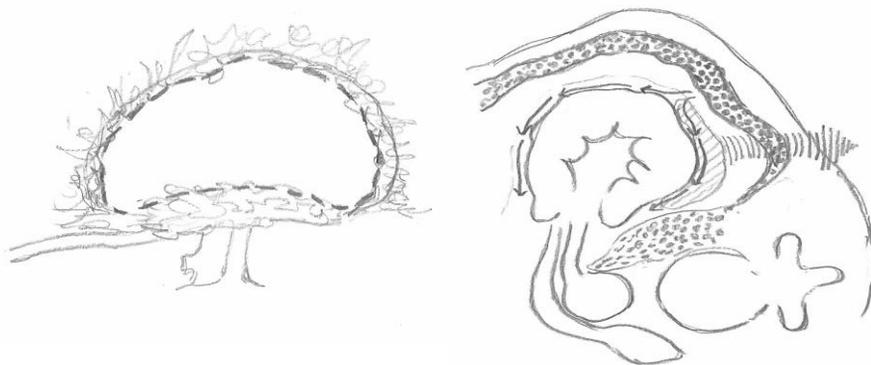


経後腹膜的腎移植ドナー腎採取術のポイント

腎臓を腎周囲脂肪と腎皮膜の間で剥離

- Gerota筋膜のなかで腎周囲脂肪と腎皮膜の間で剥離するが、腎後面の腎周囲脂肪を切除しそこから腎臓を手前に引き出すようにして腎周囲脂肪と腎皮膜の間で剥離する。
- 鋭的に剥離することが原則。
- 腎に過度の圧迫を加えない。
- 腎皮質に熱損傷を加えないように注意する。
- 特に、腎周囲脂肪と腎被膜の癒着が強固である場合、正しい剥離面をみながら鋭的に切開することが重要である。

Removal of Posterior Aspect of Peri-renal Fat



腎周囲脂肪の切除と剥離

**腎周囲脂肪と腎皮膜の剥離困難例の剥離
(内臓脂肪が多い大柄のドナー、腎重量は360g)**

経後腹膜的腎移植ドナー腎採取術のポイント

腎動脈、静脈の離断

- GIAの使用が原則
- 腎動脈は大動脈から3-5mmは断端を残して切断する。

腎動脈、静脈のGIAによる切断

Hem-o-lok Ligating Clips Must Not Use in Ligating the Renal Artery During Laparoscopic Donor Nephrectomy

News

Hem-o-lok Ligating Clips

It has come to UNOS' attention that some UNOS members are continuing to use the Weck Hem-o-lok® Non-absorbable Polymer Ligating Clip during laparoscopic

2006年、FDAはドナー腎採取術でヘモロックの使用を禁忌とした。

理由は術後ICUなどでヘモロックの滑脱事故が頻発しドナーの死亡例が続いたためである。

[Click here](#) to view the current FDA link. Scroll down to Recalls and Field Corrections Devices – Class II. It is important that you share this information with staff at your institution.

From ASTS Homepage

American Journal of Transplantation 2012; 12: 829-834

Regulatory Failure Contributing to Deaths of Live Kidney Donors

A. L. Friedman, T. G. Peters and L. E. Ratner

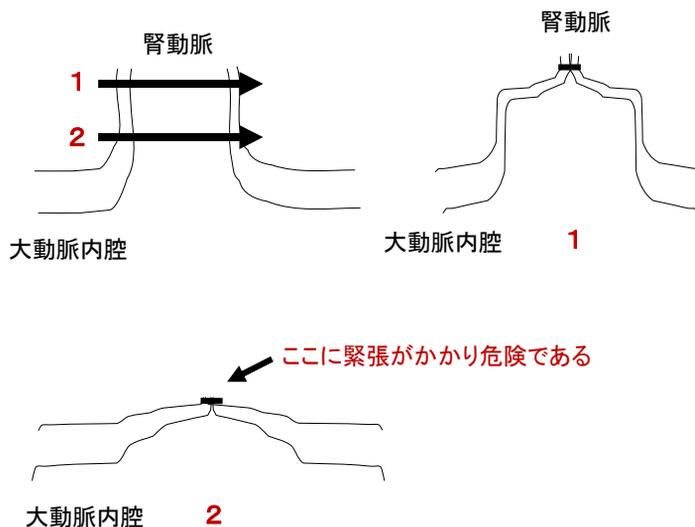
Hemorrhagic deaths of living kidney donors from failure of vascular clips used on the renal

2006年、FDAはドナー腎採取術でヘモロックの使用を禁忌としたが、その後も米国で2例、インドで1名のドナーの死亡例が報告された。

2012年、再度ヘモロックの使用は禁忌であることを警告。

least in part, to preventable deaths. Information which was disseminated was neither complete nor timely. A corrective plan, funded by oversight agencies and the Hem-o-lok manufacturer, is proposed. All surgeons operating on a living organ donor must select vascular control techniques that entail tissue transfixion and assure a safe operative recovery. The Hem-o-lok and other surgical clips must not be used to control the donor renal artery.

腎動脈の切断位置について



後腹膜腔アプローチドナー腎採取術 における想定されるトラブル

- 腹膜の損傷：
腹腔にプラスチック留置針を置き損傷部はクリップで閉鎖する。
- 腎動静脈本幹、および分枝からの出血：
圧迫、タコシール、血管鉗子による腎門部の一括止血
- 尿管の損傷、切断：自己尿管の使用
- 腎皮膜の損傷：ひどいときはタコシールで覆う
- 腎血管切断時のトラブル：落ち着いて処理する。
- 腎の体外への摘出時のトラブル：落ち着いて処理する。

血管損傷時の対応原則

- 慌てずにまずは軽く圧迫する。強く圧迫するとさらに血管の損傷を起こすため注意すべき。
- 出血が小ぶりになるのを待って出血部を確認し対応を考える。
- 出血が圧迫でもコントロールできないときは血管鉗子を腎門部にかけてとりあえず出血のコントロールを行う。

トラブル症例の対応の1例

腎移植ドナー腎採取術の術前ショートブリーフィング

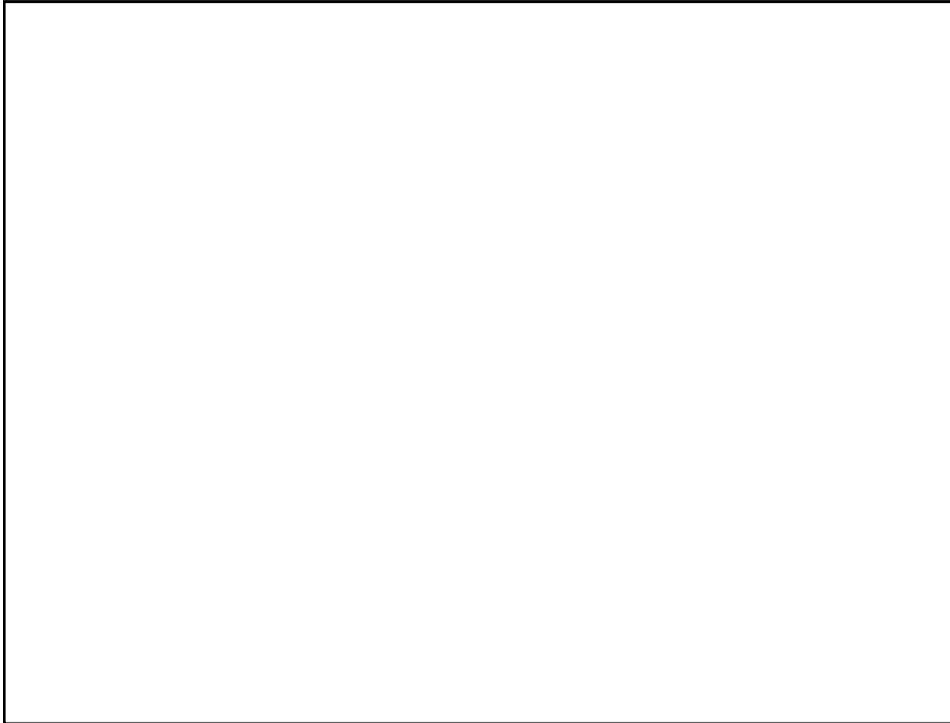
想定されるトラブルに対しては普段から対処法を考え、準備しておき適切に対応することが必要

- 手技、手順の確認
- 出血に対する対応。
 - 腎血管用血管鉗子ないしはGIAステープラーの準備。
 - 静脈出血のためのタコシールの準備
 - 還流液と腎臓還流の準備をしておく
 - 開腹術の機材の準備をしておく
 - GIA malfunctionに対する対処
 - 大出血のときの輸血の対応準備確認（場所、人員など）
- 腸管損傷時の対応
 - 損傷の程度、場所によるが基本的にはprimary closureで対応
- ヘモロックの使用は禁忌である。

腎移植ドナー腎採取術のポイント Take Home Messages

- ドナーの安全がすべてに優先される。
- 正確な解剖の知識のうえに画像の的確な判断を行い、丁寧かつ安全な内視鏡手術操作を心がける。
- 腎臓への負荷を少なくするような操作をすべきである。
- 想定されるトラブルに対しては普段から対処法を考え、準備しておき適切に対応することが必要である。
- ヘモロックの使用は禁忌である。





腎ドナーに対する腹腔鏡下腎採取術のポイント

- 全体の解剖学的オリエンテーション
正常解剖の熟知と内視鏡画像の正確な判断
- 患者の体位と気腹の条件
側臥位、足は延ばしておく。気腹は10mmHg以下の低圧
- 腎動静脈の剥離
丁寧かつ安全な操作で腎動静脈を剥離する。
Aberrant arteriesに注意。
左では特に大動脈周囲を腎上極の分枝に注意
右ではIVC側面を腎上極から下極まで検索
万一のための血管鉗子、GIAを準備しておく
- 腎臓をGerota筋膜の内側で剥離
Gerota筋膜のなかに入り腎皮膜の表面で剥離。
鋭的に剥離することが原則。
腎に過度の圧迫を加えない
- 腎動脈、静脈の離断
GIAあるいはTAの使用