

# 腎臓採取マニュアル

九州大学病院 臨床・腫瘍外科 北田秀久

東邦大学腎臓学 相川 厚

## 1. はじめに

心停止あるいは脳死ドナーからの腎臓単独摘出の方法について述べる。他臓器の摘出が同時に行われる場合の腎臓摘出については他稿を参照頂きたい。

あらゆる状況を想定しておく必要があり、それに対応するには基本的な解剖学的知識と技術が不可欠である。

## 2. 摘出に必要な解剖学的知識

手術をするにあたり解剖学的に重要なことは、“層”の理解である。腹部を3つの層にわけて理解すると分かりやすい。これは解剖学的にではなく、あくまでも摘出に際し手技を理解しやすくするためのひとつの考え方である（図1）。

まずは、背側から“骨格筋の層”“大血管・腎の層”“腸管・膈の層”の3つの層を想定する。“骨格筋の層”と“大血管・腎の層”の2層間には基本的に何もなく、この間の剥離に特に問題はない。重要かつ難解に思えるのは“大血管・腎の層”と“腸管・膈の層”の関係の理解である。この2つの層は前述の2層と異なり腹腔・上腸間膜動脈という重要血管でつながっている。

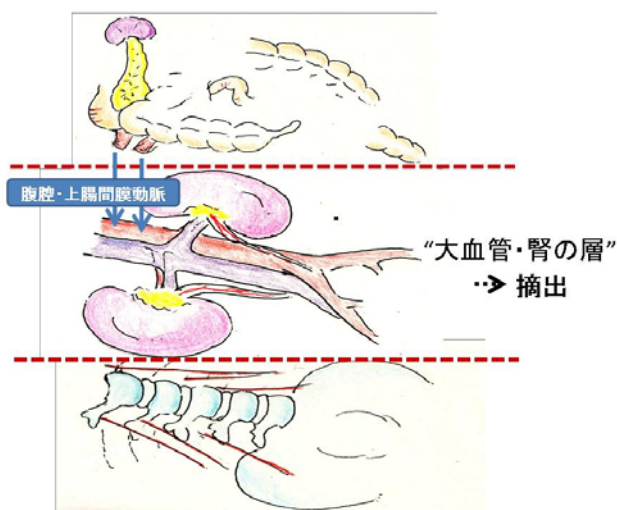


図1. 腎臓を中心に見た腹部の3つの層

### 3. 摘出の実際

摘出操作は大きく2段階に分けて考える。“Cooling まで”とそれ以後の“腎の摘出”である。心停止あるいは脳死ドナーからの腎単独摘出においてはCooling (core + surface) までの操作が異なるが、以後の腎摘出についての操作は共通している(図2)。

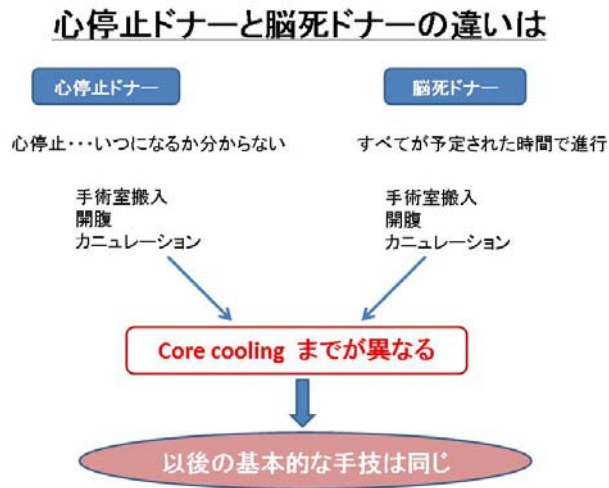


図2. 心停止ドナーと脳死ドナーの違い

#### 4. 心停止ドナーからの腎採取手順：カニューレシヨンのない場合

##### 1) 保存灌流液の準備

UW (University of Wisconsin) 液 1L 中デキサメサゾン 8mg、レギュラーインスリン (ヒューマリン R) 100 単位、抗生薬としてペニシリン G(PCG)2g またはピペラシリン (PIPC) 2g、ヘパリン 4000 単位を入れて、総量で 4~6L の UW 液を 4℃に冷却し、準備をしておく。

ユーロコリンズ液を使う場合はユーロコリンズ液 500ml 中に 50%ブドウ糖液 35ml、ヘパリン 1000 単位を入れて、総量として 4~6L を準備する

##### 2) 開腹

メスにて剣状突起から恥骨上縁までの腹部正中切開で開腹する。止血操作 (電気メス・結紮など) は不要である。

##### 3) 大動脈 (尾側) テーピング・カニューレシヨン

腸管全体を頭側へよけると後腹膜に覆われた下大動静脈が確認できる。左右分岐部近傍の腹部大動脈 (癒着などで認識しにくい場合腸骨動脈でも可) のテーピングを行い、カットダウンの要領で大動脈からのカニューレシヨンをを行う (図 3)。カテーテルはイリゲーションカテーテル、またはダブルバルーンカテーテルを用いる。(T&P: カテーテルが抜けないよう固定がしっかりとでき、なおかつ腎動脈根部を塞がないように適度な長さを挿入することが肝要である。)

4) 大動脈へ留置したカテーテルには前もって 4℃に冷却し調整した UW 液またはユーロコリンズ液を点滴スタンドにつないでおき、留置と同時に灌流を開始する。

5) 横隔膜直下で大動脈をクランプするには、小網を切開、胃を引き下げ食道の右側を走行する大動脈を確認し、クランプをかける (図 3)。

\*上記方法に慣れていない場合には、腸管を腹部上部に脱転、腹部大動脈の周囲の横隔膜を剥離して、腎動脈より中枢にクランプをかけてもよい。(T&P:カテーテル固定は、大動脈の結紮には強度があり、かつ緩みにくい素材が適しているため、umbilical tape を用いている。脳死ドナーでのカニューレシヨンも同様である。)

6) 胸腔内への脱血を行う場合は、横隔膜を切開し、右房へ流入する下大静脈を切開し脱血を行う (図 3)。(T&P: 胸腔内に脱血された血液はしっかりと吸引し、腹腔内へ流れ込まないようにする。)

\*上記方法に慣れていない場合には、脱血用カテーテルを下大静脈に入れ、そのまま脱血するか、吸引管により脱血してもよい。

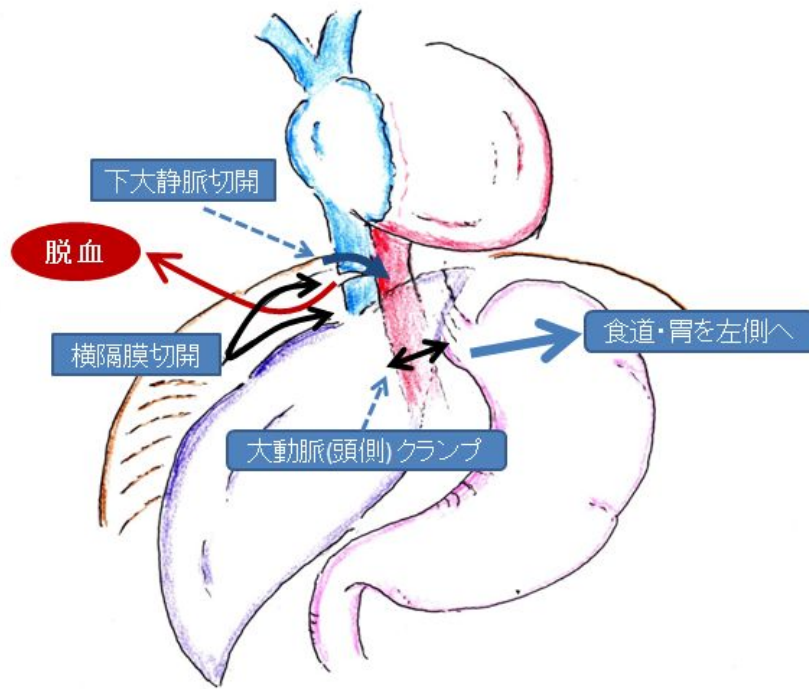


図3. クロスクランプと胸腔内抜血

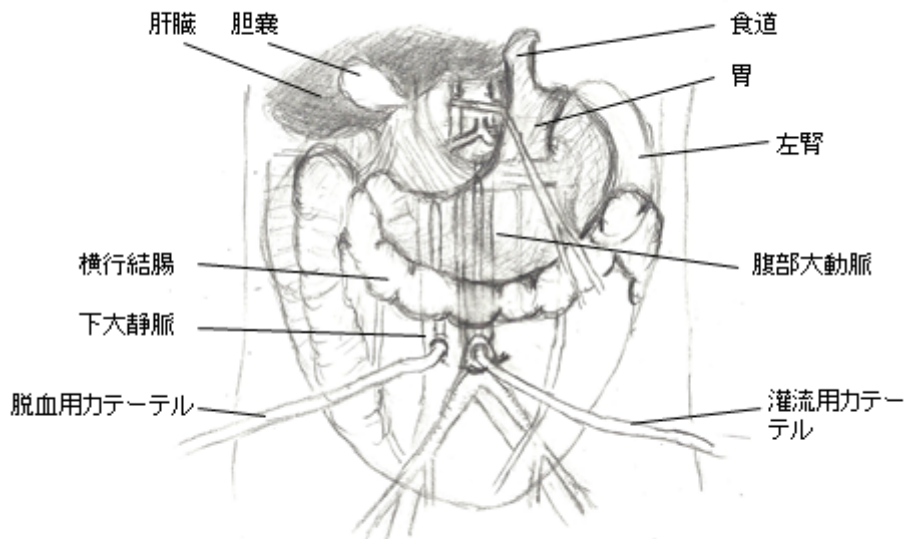


図4 脱血用カテーテルは下大静脈から挿入してもよい。

- 7) “骨格筋の層”と“大血管・腎の層” および“大血管・腎の層”と“腸管・脾の層”は津通常容易に剥離可能である。用手的に腎の腹・背側を十分に剥離、クラッシュアイスで充填する。氷を敷き詰めることで十分に冷却することが肝要である（Surface cooling）。（T&P：このときに十二指腸および上行・下行結腸を十分に受動しておく。同時に上腸管膜動脈の走行を確認しておくことと以後の操作が安全・確実である。）

## 5. 心停止ドナーからの腎採取手順：カニューレションのある場合

- 1) 脳死とされうる状態と診断され、家族が心停止前のカニューレションを承諾したら、鼠蹊部の下部、大腿の大腿動脈を触知する部分に約 3 cmの横切開を加えて、大腿動脈および静脈をテーピングして、大腿動脈へダブルバルーンカテーテル、大腿静脈には脱血用カテーテルを挿入する。心停止後すぐに灌流・脱血を開始する。
- 2) 4-1)同様に開腹し、core cooling が十分に行われていることが確認できれば、すばやく 4-8)の Surface cooling を行う。

## 6. 脳死ドナーからの摘出

- 1) 剣状突起から恥骨上縁までの腹部正中切開で開腹する。このとき脳死ドナーでは当然ながら電気メスによる丁寧な止血操作が必要である。
- 2) 大動脈（尾側）テーピング（下大静脈テーピング）では、トライツの靭帯から後腹膜を縦切開し、回盲部から右傍結腸溝を切開し、さらに左傍結腸溝を切開して、腸管を頭側へよけると後腹膜に覆われた下大動静脈が確認できる。動静脈間の後腹膜を電気メスで切開し、動静脈それぞれのテーピングを行う。（T&P：このとき特に腰動静脈の存在に注意し、むやみに出血させないよう必要に応じて結紮する。動静脈ともに約 2 cm 程度の全周性剥離で十分である。）
- 3) 横隔膜ライン大動脈のテーピングでは小網を切開、胃を引き下げ食道の右側を走行する大動脈をテーピングする。心停止ドナーの場合、このレベルでの大動脈の確認が困難なケースもあるが、脳死ドナーの場合は拍動があるため大動脈の確認は容易である。（T&P：この操作においても腰動脈を損傷しないよう注意が必要であるが、カテーテルを留置する必要があるわけではなくクランプをかけることが目的であるため、テーピングの容易な部位で行えばよい。）
- 4) ここまでの操作が終了した時点で、循環動態管理医に全身へパリン化を依頼する（通常へパリン 10000 単位を静脈内投与）。
- 5) 全身へパリン化後 3 分待って、先にテーピングした末梢側大動脈からのカニューレションを開始する。カットダウンの要領で行えばよいが、心停止ドナーと異なり血流があるため中枢側をしっかりと指ではさみ、血流を遮断しながらカテーテルを挿入する。

(T&P: 心停止ドナーと同様、抜けないよう固定がしっかりとでき、なおかつ腎動脈根部を塞がないように適度な長さを挿入することが肝要である。)

- 6) 大動脈へ留置したカテーテルには冷却した UW 液またはユーロコリンズ液を点滴スタンドからつないでおく。
- 7) 下大静脈への脱血用カテーテル留置が必要な場合も同様にカットダウンの要領で挿入・留置後ウロバッグへつないでおく。それぞれのカテーテルに凝血ができないようにヘパリン 5000 単位注入する。
- 8) ここまでの準備が整ったら横隔膜直下でクロスクランプする。同時に先に準備した UW 液またはユーロコリンズ液による灌流を開始する。胸腔内への脱血が可能な場合は、横隔膜を切開、右房へ流入する下大静脈を切開し脱血を行う。下大静脈からの脱血となる場合は、6)で留置したカテーテルを開放する。すぐに腹腔内へクラッシュアイスを充填し、**surface cooling** も行う。このとき十分に剥離した腎背側へも氷を敷き詰めることでしっかりと冷却することが肝要である。

## 7. 両腎 en bloc 摘出

- 1) 左右の尿管の走行を確認、できるだけ長く摘出できるように腸骨動脈交叉部より膀胱側で切離する。
- 2) 腹部大動脈・下大静脈は **Bifurcation** より中枢部で切離し、この時点で下大動・静脈と左右尿管の断端がみえることになる。
- 3) **Cooling** の剥離段階で確認できる上腸管膜動脈、続いてすぐ頭側にある腹腔動脈の根部をクーパーにて切離する。この操作で“大血管・腎の層”と“腸管・脾の層”が完全に分かれる。
- 4) この時点で両腎・下大動・静脈と左右尿管が確認できている。これらを持ちあげると背側は椎体とのみ付着している。“骨格筋の層”と“大血管・腎の層”の最後の付着部位である。(T&P: そのような状態にまでなっているためには、**surface cooling** の時点で十分な範囲の剥離を行っておく必要がある。)
- 5) 椎体との付着は強固であり、鋭的にクーパーまたはメスで切離していく。(T&P: このとき大血管を損傷することのないよう椎体側で切離するほうが安全である。)
- 6) ここまでの操作で両腎・尿管・下大動静脈を含む“大血管・腎の層”は頭側で大動・静脈とつながっているだけである。
- 7) 十分に尾側へひっぱり、大動脈をできるだけ頭側で、下大静脈は肝下面ぎりぎり切離すると両腎が **en bloc** で摘出される。
- 8) 腸骨動脈を採取する場合には、先に摘出した大動静脈の断端から末梢側の腸骨動脈を左右内・外腸骨動静脈の末梢まで摘出する。できるだけ末梢側まで長めに採取するのが望ましい。**Bench surgery** での血行再建に使用する可能性があるためである。予期せぬ血行再建を要することがあるため、種々の口径の血管が使用可能となるように可及的末

梢側まで摘出しておく方がよい。

## 8. Bench surgery

- 1) 以下の操作は、氷を敷き詰めたベース上でのアイソレーションバッグに UW 液を誘導・満たした中で、左右腎の分離を行う。
- 2) まず摘出された臓器をよく確認する。両腎・尿管、そして大動静脈があるはずである。これらの上下・左右を確認しながら以下の操作にうつる。
- 3) 摘出された腎臓を UW 液で再灌流し、灌流圧や動静脈の血管の損傷がないか確認する。
- 4) 安易に大動脈を切離すると aberrant artery (特に腎上極枝) を損傷してしまう可能性があるため、慎重な操作が必要である。
- 5) 安全にこの操作を行うためには、まず大動脈を背側で縦切開し内腔から血管の分岐を確認するのが有用である。これによって腹腔・上腸間膜・左右腎動脈 (しばしば遭遇する複数腎動脈) が確認できる。この後腹側大動脈も切離し、大動脈を左右に 2 分割する。
- 6) 下大静脈は左腎静脈の根部で切り離し、下大静脈本幹は右腎へ付けておく。これは下大静脈を用いて右腎静脈の延長を行うことができるようにするためである (図 4)。
- 7) 以上で左右腎が分離される。それぞれの腎と腸骨動静脈を UW 液で満たしたアイソレーションバッグに入れ、移植施設へ搬送する。

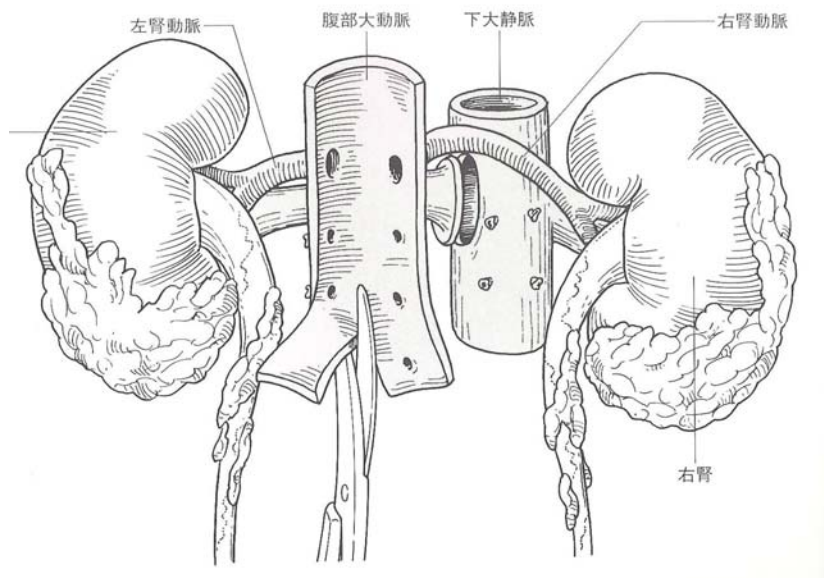


図 5 Bench surgery 腎の分割 (腹部大動脈の背面切開)

大動脈の背面を切開し、腎動脈の分岐部を確認し、パッチをつけるように分離する。左腎静脈は下大静脈の分岐部で切離し、右腎静脈は下大静脈をつけたままとする。Urologic Surgery シリーズ 10 p. 70 図 3 参照

\*右腎静脈の再建は下静脈による延長を行う（図5）。

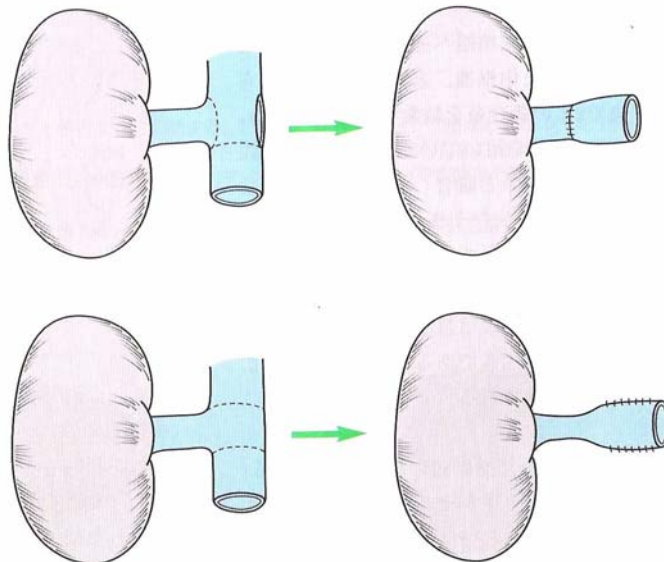


図6 右腎静脈の再建  
下大静脈を形成して行う  
腎移植のすべて、p. 135 図4 参照

## 9. 馬蹄腎の腎採取術と分離、峡部断端処理

### 1) 馬蹄腎の採取術

馬蹄腎採取術は通常の腎採取術と同じく、保存灌流液で *in vivo* で灌流し、*en bloc* で摘出する（図7）。

### 2) 馬蹄腎の分離

腎動脈はそれぞれ大動脈（パッチ）の壁をつけて切離する。腎静脈は通常と同じに右には下大静脈をつけ、左は腎静脈の起始部で切断する（図7）。(T&P: 腎動脈、腎静脈は1本とは限らず、起始部もドナーにより異なる。下極動脈はしばしば総腸骨動脈から分岐している場合があり、損傷しないように注意する。尿管には狭窄部があることがあり、腎外腎盂が拡張していることもあるため、水腎症の程度を確認する。



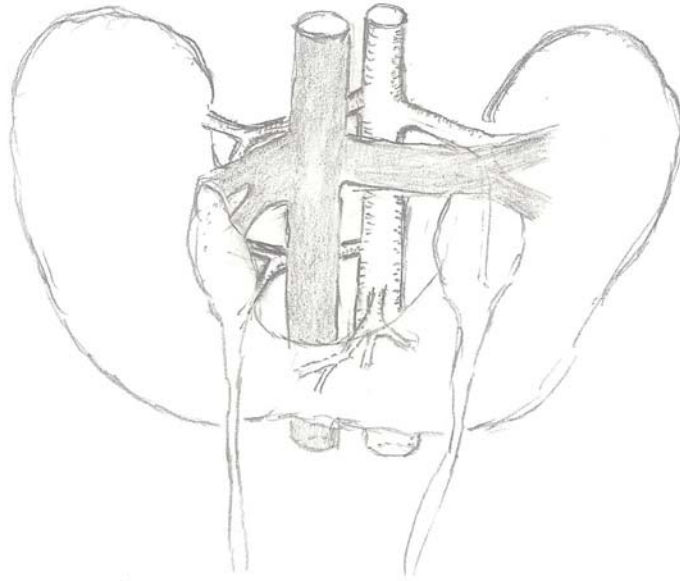


図7 馬蹄腎

### 3) 峡部断端処理

峡部は通常大動脈から直接短い動脈が出ており、ほとんどの場合は結紮、切断するが、損傷に注意する。切断後、実質断端部に腎盂や腎杯、血管の断端がないことを確認し、2-0吸収糸にて、まず実質を貫き、さらに腎被膜に針をかけてマットレス縫合により、実質を被膜で被うようにする（図8a,b）。（T&P：腎部分切除の断端処理法とほぼ同様に行う。）

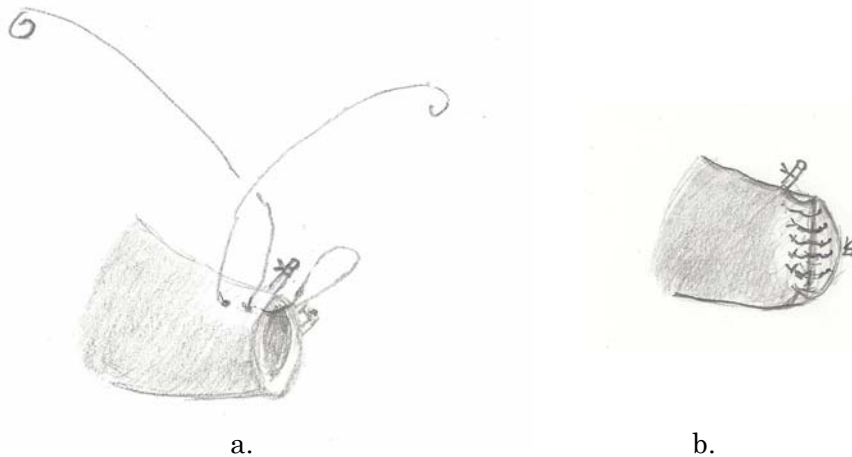


図8 峡部断端処理。

a. 2-0 又は 3-0 吸収糸でマットレス縫合を行う。b. 実質で被膜を被う。