

心停止・脳死ドナーからの多臓器摘出手術 －腎臓摘出手技を中心に－

2017-2-17:
第12回集中教育セミナー 神戸コンベンションセンター

国立病院機構・米子医療センター 外科
杉谷 篤

本日の要旨

1. 最近の献腎提供の現状
2. Super Rapid Techniqueの特徴
3. ドナーチームの構成(摘出道具と灌流・保存液)
4. In-situ cannulationの前提事項とその手技
5. 心停止ドナーでIn-situ cannulationをした場合の腎摘出手技
6. Bench surgeryで腎臓を分離する手術手技
7. In-situ cannulationができなかった場合の腎摘出手技
8. 脳死ドナーにおけるIn-situ cannulation
9. 脳死ドナーで腎単独摘出をする場合
10. 脳死ドナーにおける小腸・肝臓・膵臓・腎臓摘出手技
11. 脳死ドナーにおける肝臓・膵臓分離
12. ブタを用いた膵臓・腎臓摘出手技



杉谷篤、他:3.腎移植術と腎採取術 2)腎(臓器)採取術 ①死体腎(全臓器を含む)
腎と透析Vol.80増刊号 診療指針2016, pp678-688. 東京医学社 2016

『心停止・脳死ドナーからの多臓器摘出手術』

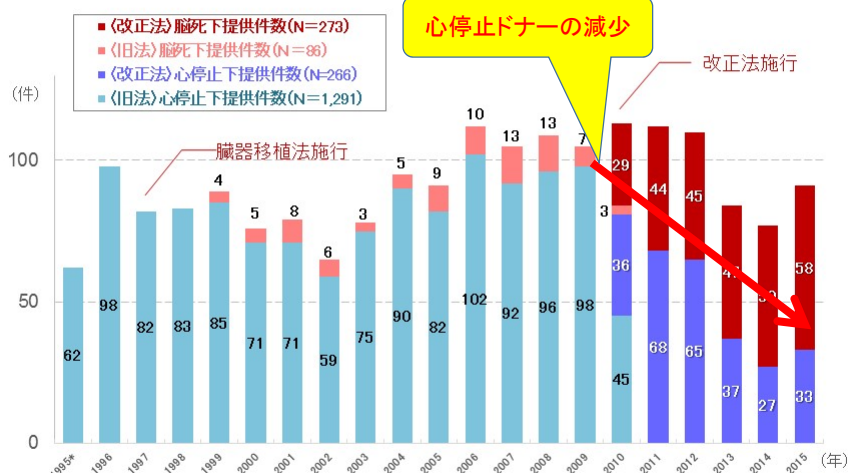
最近の献腎摘出の特徴

- 移植医療の変化と世代交代によって、腎臓を含めた多臓器の摘出・保存方法が変化している。
 - 最近、2例の心停止ドナー、2例の脳死ドナーからの腎臓提供・摘出も経験したので、変遷も含めて最近の摘出手技を供覧する。
 - 心停止ドナー**は、病室で大腿動静脈からのIn-situ cannulationを行うことができる場合と脳死を経ない心停止やCrush caseなど、開腹後にcannulationを行って灌流する場合があるが、摘出手技そのものはいずれも「Super Rapid Technique」で行っている。
 - 脳死ドナー**は循環動態が安定していて、開腹下でIn-situ cannulationを行ってから摘出手術を開始する。
- ①心停止ドナーのIn-situ cannulation
 - ②カニューレーションをした時の腎摘出・分離・保存方法
 - ③カニューレーションしない時の腎摘出方法
 - ④脳死ドナーでの腎単独摘出方法
 - ⑤脳死ドナーでの多臓器摘出方法



臓器提供件数の年次推移

(1995.4~2015.12)



* 1995年は、日本腎移植ネットワーク発足後の4~12月



『心停止・脳死ドナーからの多臓器摘出手術』

欧米と日本におけるMaastricht criteriaの比較							
	Maastricht category 原版表現	臓器提供 の場所	心停止のコント ロール	欧米	欧米での例数と 提供、移植可能 な臓器	死戦期状態 (心肺停止含む)	日本
Category1	Death on arrival	Emergency Room	uncontrolled NHBD	心停止状態でERIに搬入、蘇生不能と判断し、治療せず臓器提供		不明	心停止状態でERIに搬入、蘇生不能と判断し、治療せず臓器提供
Category2	Unsuccessful resuscitation	Emergency Room	uncontrolled NHBD	脳蘇生不能だが、挿管して治療継続中に不意の心停止	少し(腎、肺、肝)	悪い	脳蘇生不能だが、挿管して治療継続中に不意の心停止
Category3	Awaiting cardiac arrest	ICU, Operating Room	controlled NHBD	脳死と診断後、呼吸器停止、心停止を待機	ほとんど(腎、肺、肝、脾)	短い	法的脳死診断と家族承諾で呼吸器停止、心停止を待機
Category4	Cardiac arrest in a brain-death donor	ICU	uncontrolled NHBD	脳死と診断後していたが、不意の心停止		中等度の死戦期障害	法的脳死診断はしていたが、不意の心停止
Category5	Unexpected cardiac arrest in intensive care (Prolonged hypotension)	ICU	uncontrolled NHBD	脳死ではないので治療継続中に不意の心停止		長い死戦期低血圧	
Category6 (Japanese Category6)	Clinical brain death, and Unexpected cardiac arrest in intensive care	ICU	uncontrolled NHBD			長い死戦期低血圧	一般的脳死でありながら治療継続中に不意の心停止

Super Rapid Techniqueの特徴

- ドナーチームは最小限かつ必要な装備と人員構成にしておく。
- 摘出に際しては臓器を愛護的に扱い、無駄のない動きで、manipulationを最小限にして、かつ短時間に終了する。
- 臓器の灌流・冷却については、比較的少量のUniversity of Wisconsin (UW)液 1-1.5Lを用いる。
- 動脈内灌流で行うcore coolingと同時に、腹腔内に氷冷水を入れて臓器表面から冷却するsurface coolingを重視している。
- In-situ cannulationやポンプ強制灌流に固執することなく、**落差灌流**で行う。
- 心停止ドナー**からの献腎摘出のみならず、**脳死ドナー**からの多臓器摘出、心停止ドナーからの膵・腎摘出にも応用できる。

『心停止・脳死ドナーからの多臓器摘出手術』



米子医療センター
の摘出機材

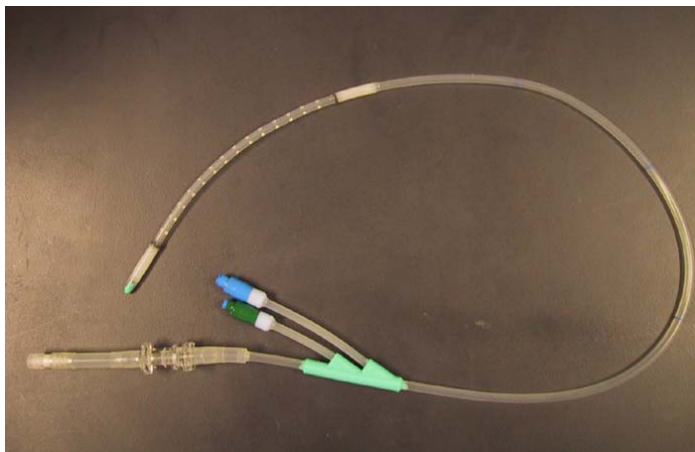
(スーツケースと
クーラーボックス)







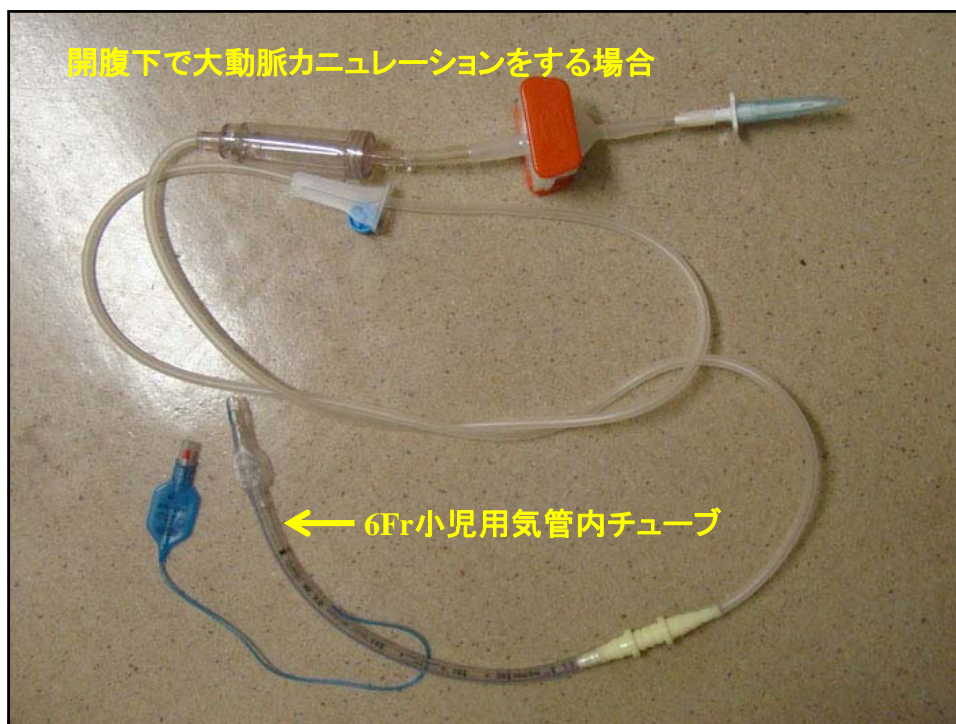
ダブルバルーン
カテーテル



32F 静脈脱
血カニューラ



『心停止・脳死ドナーからの多臓器摘出手術』



Is the organ shortage an artificial crisis . . .

Introduction *J. Wadström (Sweden)*

Session 1: ...because we are trying to transplant too many patients?
Debate
Chair: J.L.R. Forsythe (UK)
W. Van Biesen (Belgium)
H-U. Meier-Kriesche (USA)

Session 2: ...because we are not effective enough in seeking transplantable organs?
Chair: J. Wadström (Sweden)

(i) Expanding the use of living donors
Introduction *J. Wadström (Sweden)*
Expanding acceptable relationships – unrelated/non-directed exchanges *A.J. Matas (USA)*
Circumventing incompatibility *K. Tanabe (Japan)*

(ii) Expanding the use of deceased donors
Chair: M.L. Nicholson (UK)
Introduction *M.L. Nicholson (UK)*
NHBD: technical advances and outcomes *A. Sugitani (Japan)*
NHBD: impact on donor shortage *F. De/monica (USA)*
Old-for-old, expanded criteria donors *U.A. Frei (Germany)*

- 杉谷篤、他:3.腎移植術と腎採取術 2)腎(臓器)採取術 ①死体腎(全臓器を含む)腎と透析Vol.80増刊号 診療指針2016、pp678-688. 東京医学社 2016
- 杉谷篤:III.1-5脳死ドナーからの臓器摘出と保存:隣臓移植のための臓器摘出と保存、pp121-134. 丸善 2012
- 杉谷篤:III.2-2心停止ドナーからの臓器摘出と保存:隣臓同時移植のための臓器摘出と保存、pp164-173. 丸善 2012

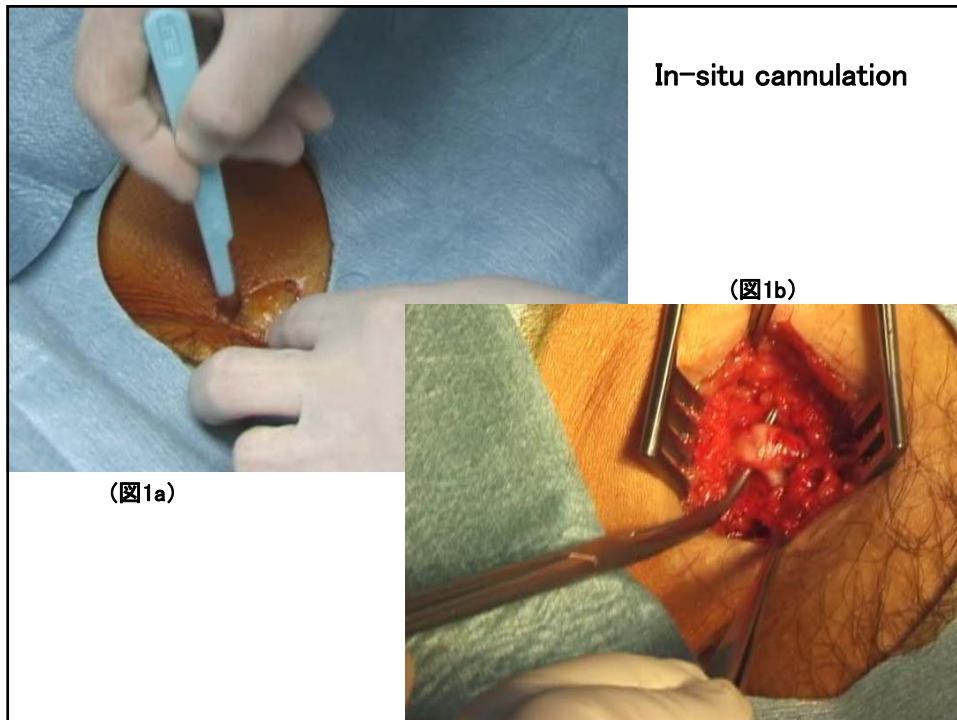
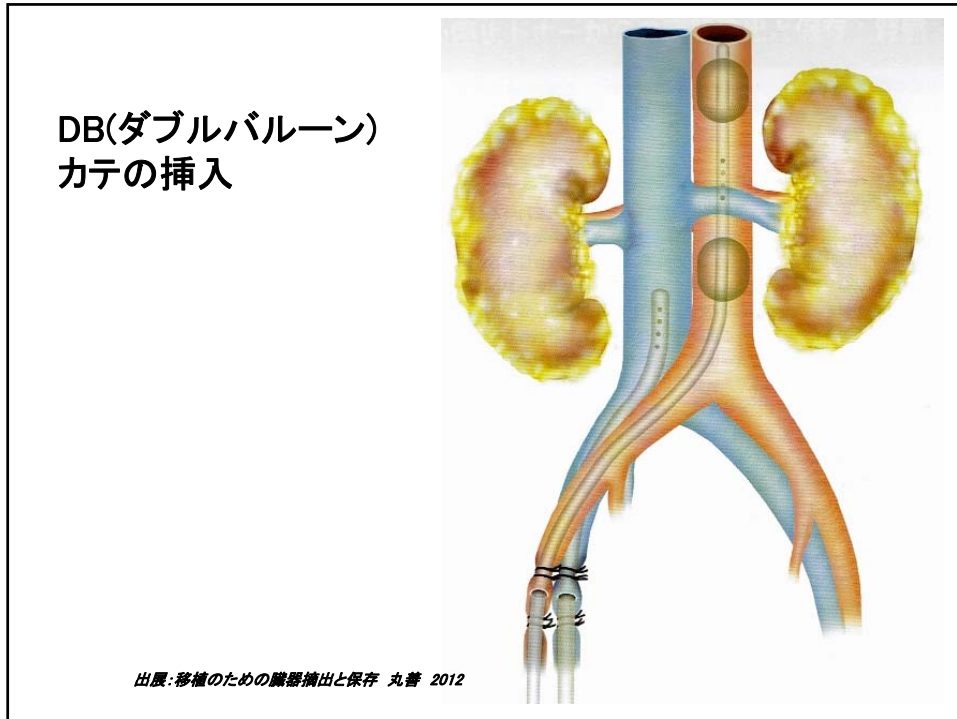
『心停止・脳死ドナーからの多臓器摘出手術』

In-situ cannulationの前提事項とその手技(1)

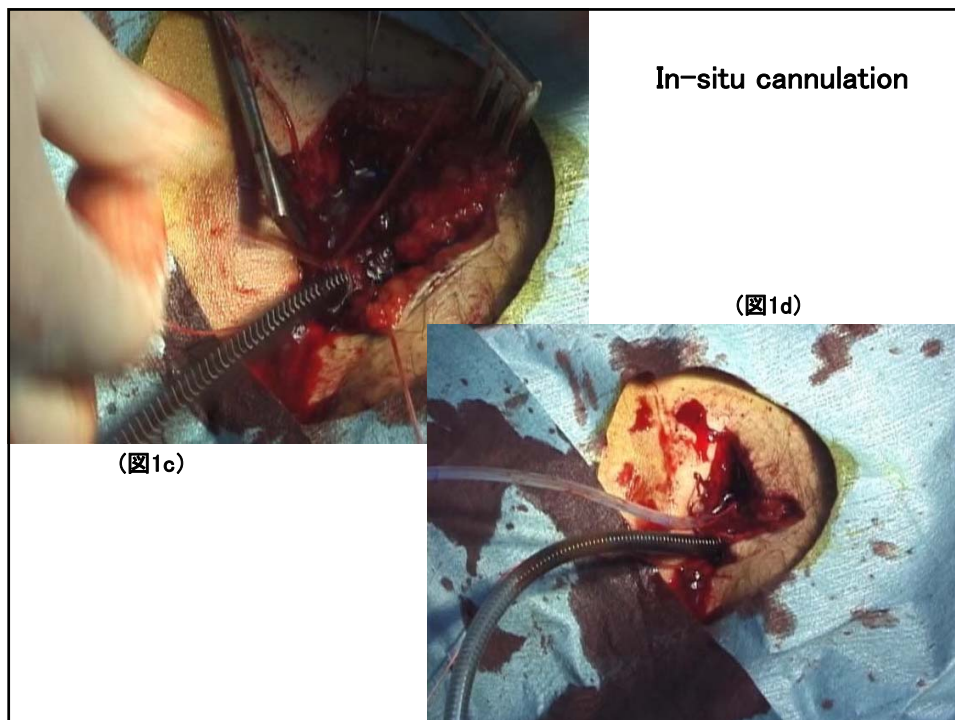
- 摘出医、移植医はドナーとドナー家族に**敬意**を払い、提供病院、主治医、コーディネーターの要望に合わせ、負担はかけない。
- 臨床的に**脳死診断**がされていなければ、In-situ cannulation、ヘパリン投与はできない。
- 心停止に近い時のIn-situ cannulation、Respirator offは移植腎機能をよくするが、主治医の決定事項で、できない場合がほとんどである。
- 臨床的に**脳死診断**がされ**心停止を迎える**場合、あらかじめ家族の承諾を得たうえで、血圧が50mmHg以下に低下すると、ベッドサイドにおいて大腿動静脈からIn-situ cannulationを行う。
- 鼠径部を約3cm横切開し(図1a)、cut downの要領で末梢側は結紮し、中枢側にテーピングしてから、**大腿動脈**からダブルバルーン・カテーテルを挿入する(図1b)。
- 始める前にバルーンを清潔水で膨張させ、注入量と漏れがないことを確認し、体表上で剣状突起直上に先端バルーンが来るように目測して、おおよそその**挿入距離**に印を付けておく。

In-situ cannulationの前提事項とその手技(2)

- 挿入したらカテーテルを固定して**ヘパリン20,000単位**を注入し、UW液を開始するまでは点滴セットに生食水を連結しておく。2個のバルーンを膨らませると腹腔動脈の頭側と腸骨動脈分岐部との間の大動脈が分離・灌流されることになる。
- 脱血ラインは、**大腿静脈**を同様にcut downして(図1c)、心臓外科手術で用いる体外循環用の太いスパイラルカテーテルを下大静脈まで十分に挿入固定し、通常の蓄尿バッグに連結しクランプをかけておく(図1d)。
- ドナーチームを2つに分けて、手術室で手洗いをして摘出手術に備える1名とドナー病室の近くで目立たぬように待機し、死亡宣告後、UW液の灌流を開始し手術室に搬送する1名に仕事を分担しておく。
- 手術室では、清潔操作で持参した手術器械を展開し、開腹後ただちに**腹腔内に入れる**氷冷ラクテックと腎臓を分離する**bench surgery用**の氷冷ラクテックを2個のベースンに入れて準備しておく。
- 病棟では、心停止に続いて主治医の**死亡宣告後**、必要であれば検死や看取りの時間をとってから、大動脈内のバルーンを膨らませて冷却したUW液を高さ1mから自然落下させて**灌流を開始し**、脱血ラインを開放してからドナーを手術室にできるだけすみやかに搬送する。



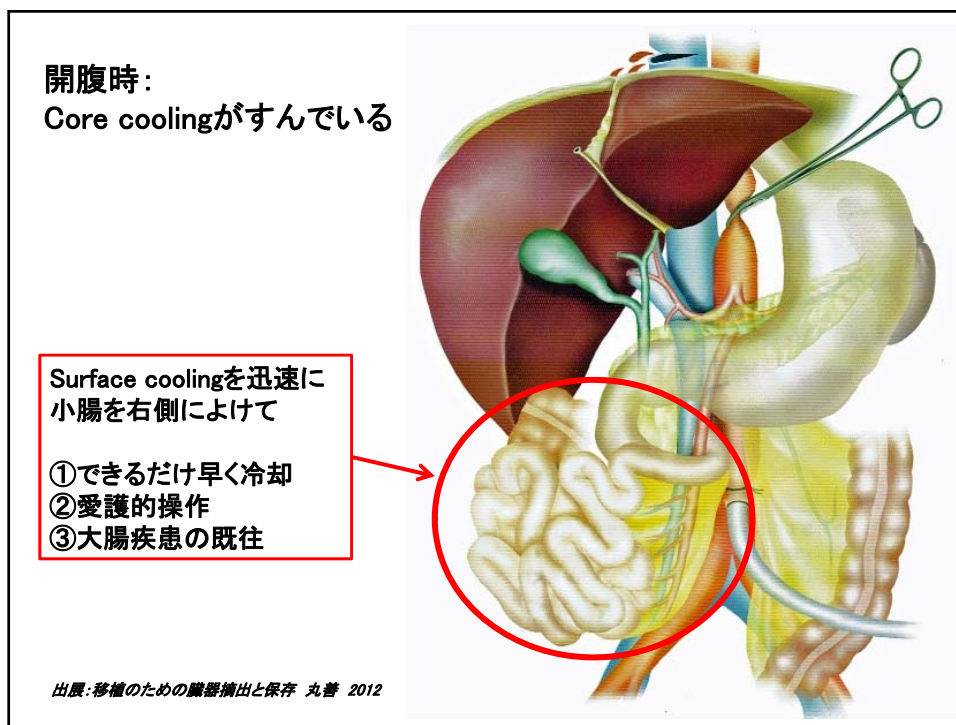
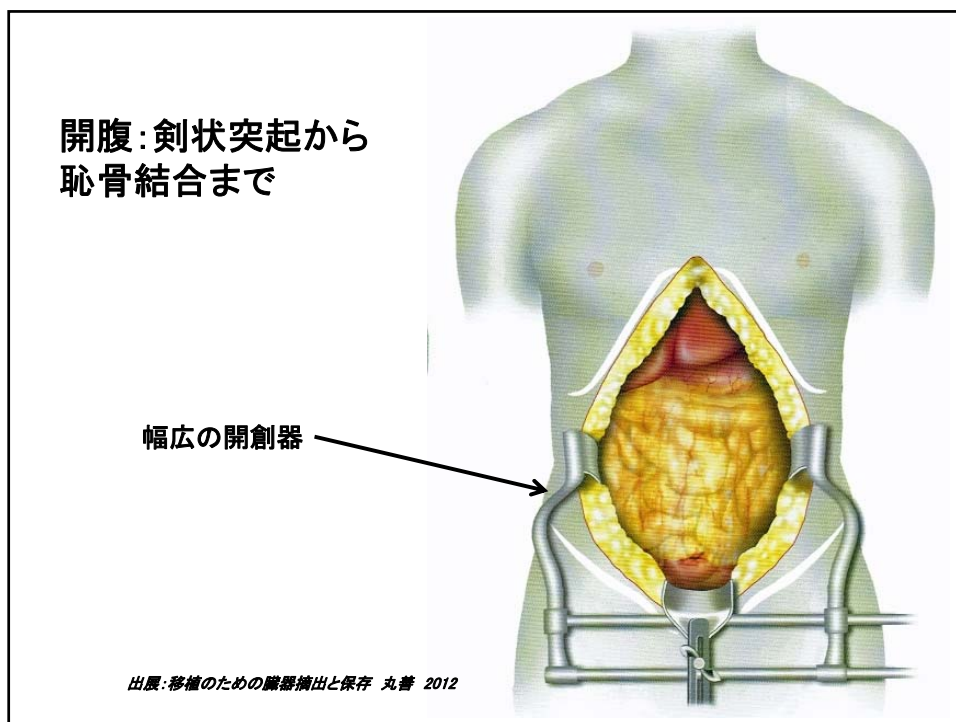
『心停止・脳死ドナーからの多臓器摘出手術』



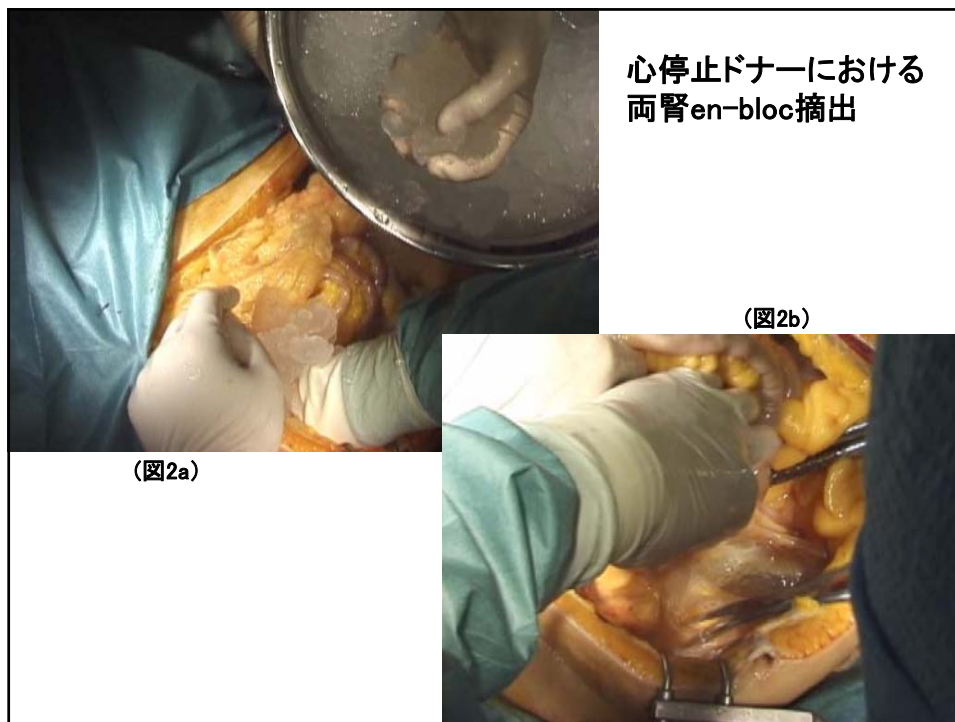
心停止ドナーでIn-situ cannulationをした場合の腎摘出手技(1)

- 剣状突起から恥骨結合までの**腹部正中切開**で開腹し、癒着、損傷がないこと、腸管・肝臓の表面が灌流されて白色調になっていることを確認する。用手的に右腎、左腎を腎周囲組織ともども背側の腸腰筋から剥離して氷水を入れるポケットを作成する。
- 大ベースンに入れた氷冷水を素早く腹腔内に入れ、腹腔内臓器の**表面冷却 (surface cooling)**を行う(図2a)。特に腎の背側と、小網を切開して胃背側の網嚢に氷冷水をすみやかに入れることが重要である。氷冷水が十分に臓器に接触するように手で攪拌すると、数分で腹腔内全体が冷却されるので、水分のみを吸引しながら必要な視野を確保して、ただちにSuper Rapid Techniqueで摘出にかかる。
- 助手に**小腸**を腸間膜ごと大きなタオルで確実に包んでよけてもらう。
- 右腎を遊離した部位から連続して**上行結腸外側**を剥離し右尿管を確認(図2b)、骨盤腔内で十分な長さをとって膀胱側にペアン鉗子をかけ、結腸間膜と後腹膜を切開しながら周囲組織とともに右腎側へ剥離する。
- **肝彎曲部**から連続してKocherizationをする要領で脾頭部を剥離すると、右腎前面から下大静脈、**大動脈右側**まで剥離することができ、上腸間膜動脈と腹腔動脈の右側の確認もできる。
- 同様に、左腎を遊離した**脾彎曲部**から連続して下行結腸、S状結腸を遊離し左尿管にペアンをかけて結腸間膜を切開しながら左腎方向へ剥離する。

『心停止・脳死ドナーからの多臓器摘出手術』



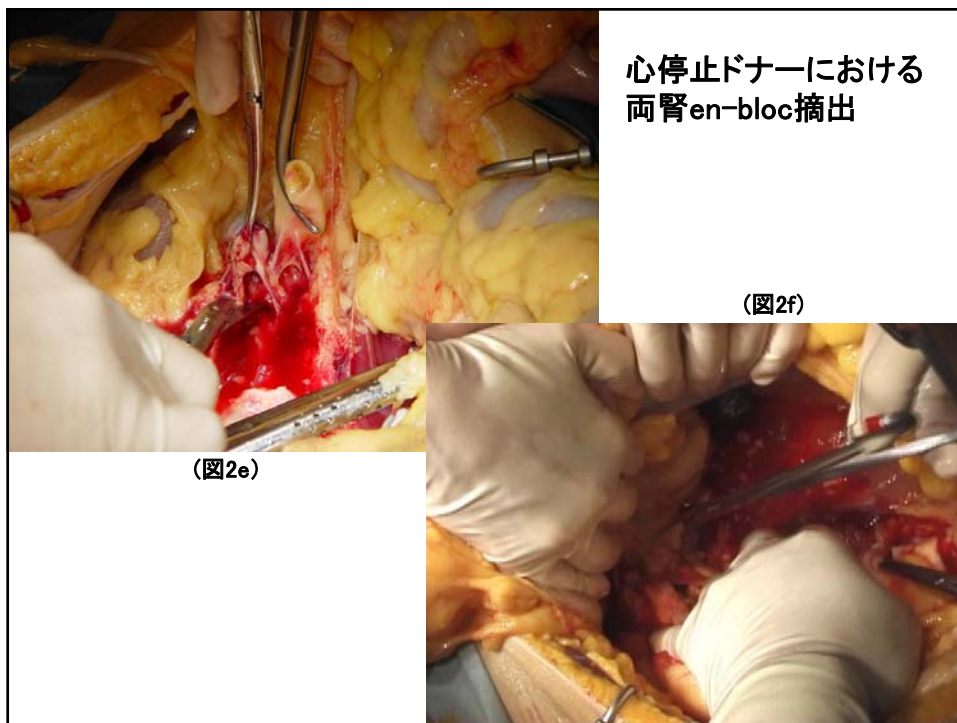
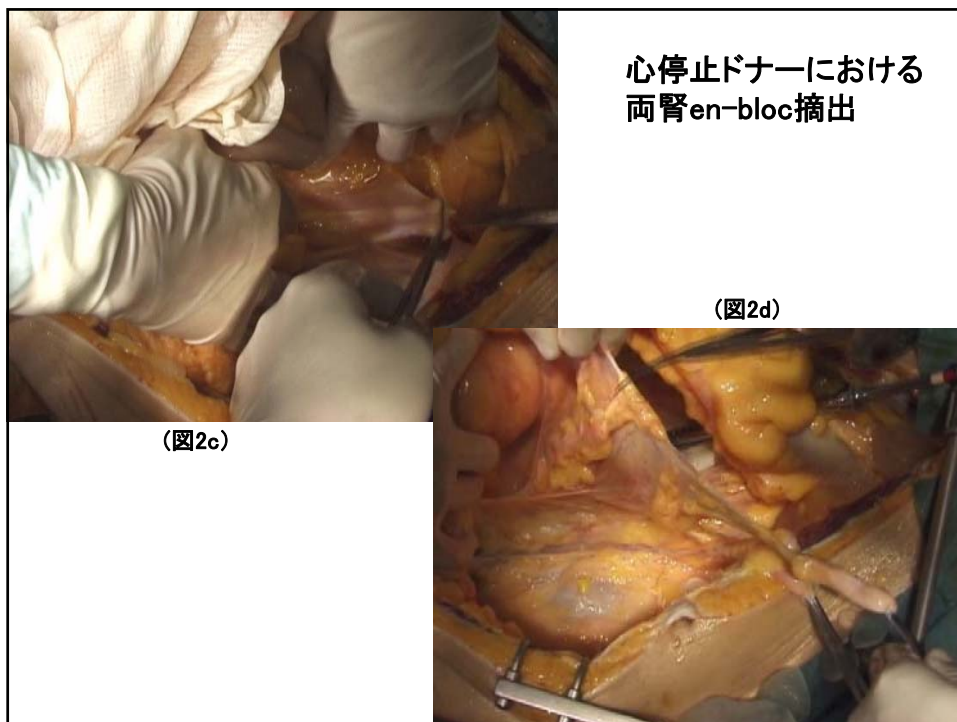
『心停止・脳死ドナーからの多臓器摘出手術』



心停止ドナーでIn-situ cannulationをした場合の腎摘出手技(2)

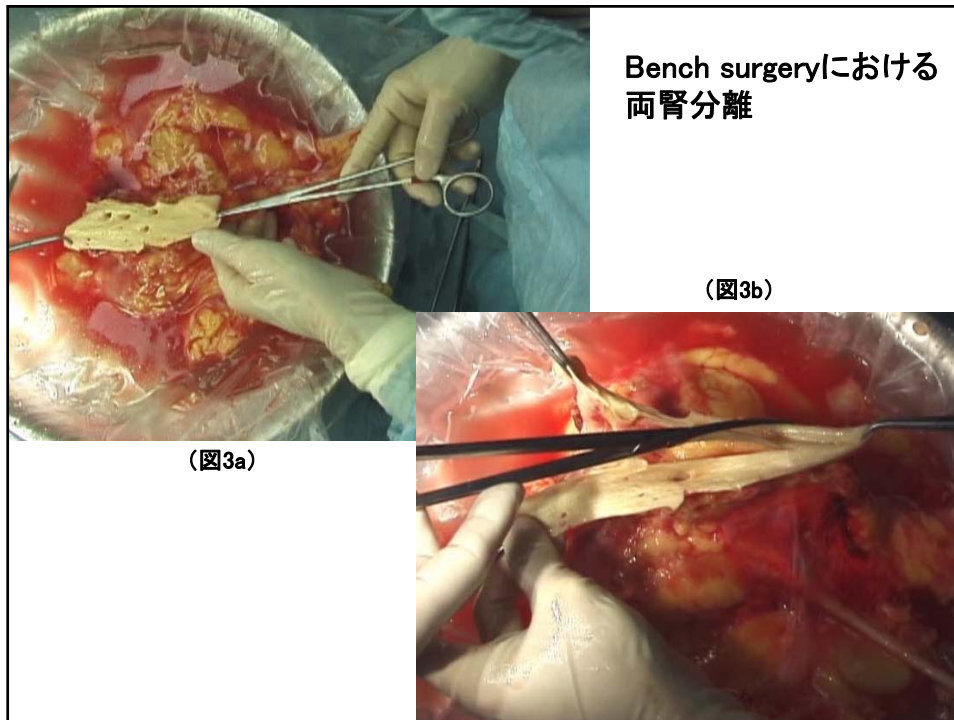
- 小腸、十二指腸、膵臓を助手に**挙上**してもらいながら、視野を尾側に移し、腸骨動脈分岐部直上の大動脈内腔にあるダブルバルーン・カテーテルごとペアン鉗子を2本かけ、その間で**大動脈とカテーテルを離断**する(図2c)。
- 同じ高さで**下大静脈を離断**し、頭側にペアン鉗子をかけておく。このとき、内腔のスパイラルカテーテルは離断できないので、下大静脈から引き出して尾側においておく。
- 左右の尿管にかけたペアン鉗子と両側腎臓を助手に挙上、保護してもらい(図2d)、術者は大動脈、下大静脈にかけた2本のペアン鉗子を左手で把持し、右手のセーレで**大動脈、下大静脈背側**を椎体からいっきに頭側に切離する(図2e)。
- このようにして大血管背側が十分に頭側に剥離できたら、4本のペアンをもとの位置にもどし、助手に小腸間膜を挙上してもらい、**大動脈前面**を頭側に向けて下腸間膜動脈、上腸間膜動脈、腹腔動脈を根部で離断する(図2f)。
- 十分に小腸、膵臓、結腸間膜を上を持ち上げてもらい、大動脈前面を神経叢ごと頭側に向かって切っていく。
- 左腎前面から肝下部下大静脈が見えるので、腎静脈合流部より頭側で切離、そのままの高さで横隔膜脚、腹腔動脈より頭側の**大動脈を離断**すると、左右腎臓がen-blocで摘出されることになる。

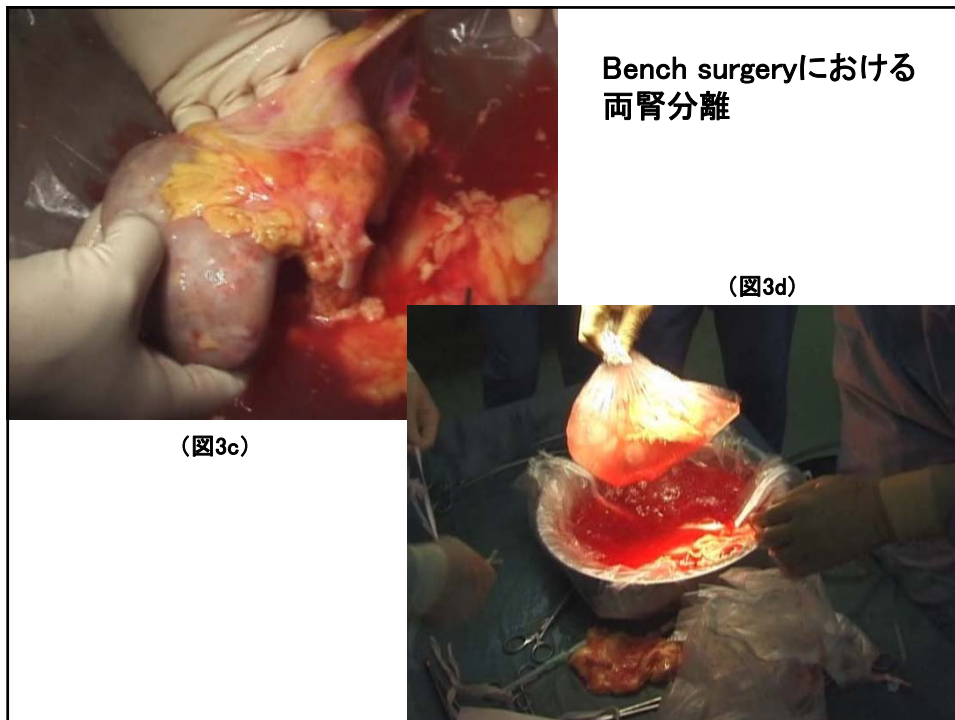
『心停止・脳死ドナーからの多臓器摘出手術』



Bench surgeryで左右の腎臓を分離する手術手技

- 周囲組織とともに一塊で摘出された腎臓は、氷冷水を入れた別のベースンの中で左右に分離する。
- まず、両腎をうつ伏せの状態において、大動脈を背側から腰動脈の間で縦切開して、内腔を観察する。動脈硬化の程度、腎臓の主動脈、副動脈の位置と本数を確認し、それらを損傷しないように内側から大動脈腹側を縦切開して二分する(図3a)。
- 次に、臓器全体を仰向け状態に戻して腹側から観察して、左腎静脈にカフをつけて下大静脈から切離し(図3b)、短い右腎静脈に下大静脈全長をつけるようにする。
- 最後に小さな動脈分枝を損傷しないようにして動静脈の間の結合織を切離すると、左右の腎臓が安全に分離できる。それぞれの腎臓の腎周囲組織を剥離して腎実質の灌流状態、損傷の有無をチェックする(図3c)。
- サイズと重さを計測したら、滅菌小腸バッグに入れて、残ったUW液を加え、さらに氷冷水をいれた2層目の小腸バッグにいれてから(図3d)、アイスボックスのなかに収納して搬送する。このとき、バッグに空気が入ると腎臓が冷えないし、腎臓が直接、氷に触れると凍傷を起こすので、十分な保存液に浸水しておくこともコツのひとつである。





ビデオ供覧

- ベッドサイドでのIn-situ cannulation
- In-situ cannulationをしたときの両腎en-bloc摘出
- ベンチ手術での両腎分離

心停止ドナーでIn-situ cannulationができなかった場合(1)

- In-situ cannulationができなかった場合には、死亡宣告と看取りの後、急いで手術室に搬送する。
- ただちに開腹下でcannulationを行うが、このとき我々はダブルバルーン・カテーテルではなく、**小児用の6Fr気管内チューブ**を代用し、MERAのコネクターを用いてUW液の点滴・灌流セットに接続している。
- 開腹して大動脈を確認し、**腸骨動脈分岐部直上**を素早く2cm剥離する。臍帯ヒモを通して助手に渡し、結紮の準備をしてもらい、術者の左手は大動脈を把持しておく。
- 約2cm尾側にペアン鉗子をかけて末梢側を遮断し、左手指との間の大動脈に切開を加えて、右手で気管内チューブを挿入し、助手に大動脈ごと結紮してもらい、さらにチューブそのものも結紮固定する。
- 小児用気管内チューブは、先端が斜めになっていて挿入しやすく、かつ大動脈内腔を損傷しにくい、カフの部分で臍帯ヒモの結紮がかかりやすい、先端孔と側孔が開いており灌流しやすい、ダブルバルーンと異なり位置の確認が不要で、バルーンを膨らませる手間もない、そして安価である。

心停止ドナーでIn-situ cannulationができなかった場合(2)

- 灌流を開始したら、小網をあけて横隔膜脚を確認し、その下に走る大動脈に腹腔動脈より頭側の位置で**大動脈鉗子**をかける。これでダブルバルーンを膨らませたときと同様の灌流をすることができる。
- 小網をあけて胃小弯、食道を確認し、それを**左によけて**食道裂孔に指をいれ、横隔膜脚を上げると、その下の胸部大動脈が触れるのでここに思い切って脊椎に当たる気持ちでクランプをかけるのがコツである。
- 脱血に関しては、剣状突起右側の肝上部横隔膜を切開して右胸腔をのぞき込み、肝上下大静脈を切開して**右胸腔に脱血**、吸引するようにしている。
- これは、腹部下大静脈の切開、脱血をしないので、血液が腹腔内に流出して視野を妨げると腹腔臓器が温まってしまうことを回避する方法で、時間も短縮することができる。

『心停止・脳死ドナーからの多臓器摘出手術』

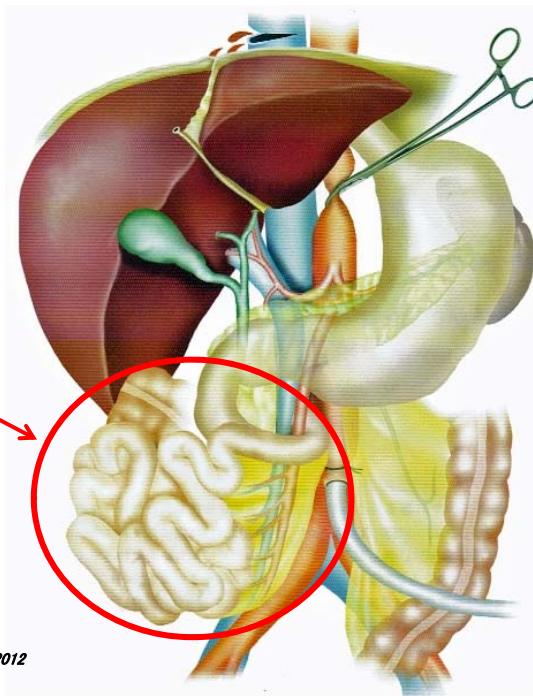
心停止ドナーでIn-situ cannulationができなかった場合(3)

- ただちに氷冷水を入れて**表面冷却**をし、In-situ cannulation のときと同様にen-bloc摘出をする。
- いずれの場合でも、摘出時間を短くすることと臓器や組織の接触・操作をできるだけ減らすことが大切である。血管を切り始めるとまもなく腎臓にはcore coolingもsurface coolingもされていないことになり、さらに過度のmanipulationは術者や助手の手で臓器を温めることにもなるので、摘出に手間取るほど温阻血が加わり、Delayed graft functionやPrimary non-functionの原因となる。
- Cannulation以外の結紮は必要ない。とはいえ、急ぐ操作の途中で絶対に腸管を損傷してはいけない。ドナーが高齢の場合などは**便秘、大腸憩室炎の既往**があつて腎前面の剥離の時に大腸を損傷しやすい。
- また、腎摘出が終わったら、**腹腔内を視診・触診**して、肝臓癌、胃癌、大腸癌、膵臓癌、子宮癌などの異常がないことを確認しておく。このことも消化器系の疾患を見慣れていないと、分かりにくいポイントであるが、はっきりとした腫瘤の有無や異常を確認するだけでよい。疑わしければ、一部生検して迅速組織標本で確認してもらう。
- また、血管の末梢側にかけたペアン鉗子は、腎臓摘出後に血管を結紮してから確実に回収し、閉腹前に**定数カウント**をしておく。閉創は生体手術のときと同様にきれいな連続縫合で行い、さらにテープを貼ってドナーのご遺体を清拭している。脳死ドナーの場合、胸部・腹部の正中創は2層の皮下埋没縫合で閉じることになっている。

開腹下でのIn-situ
cannulation
=Aorta cannulation

Surface coolingを迅速に
小腸を右側によけて

- ①できるだけ早く冷却
- ②愛護的操作
- ③大腸疾患の既往



出展:移植のための臓器摘出と保存 丸善 2012

ビデオ供覧

- In-situ cannulationができないときの献腎摘出

最近の実例

ドナー：57歳女性(153cm、44kg)、多系統萎縮症

2016/〇/9 18:05

日本臓器移植NWから杉谷に、鳥取県内の病院で心停止ドナー発生の第1報あり。多系統萎縮症で長期入院中、家族より臓器提供の申し出あり。

挿管、点滴もされておらず、胃瘻(PEG)が設置されている。臨床的脳死判定はできず、In-situ cannulationもできない。自然経過で呼吸停止、心停止を待ち、死亡宣告、看取りのあとの灌流・摘出のケースとなる。

酸素濃度の調整、昇圧剤、ヘパリン使用、心マもできない。

レシピエント1：53歳女性、156cm、45kg、透析歴13年

レシピエント2：58歳男性、166cm、70kg、透析歴25年

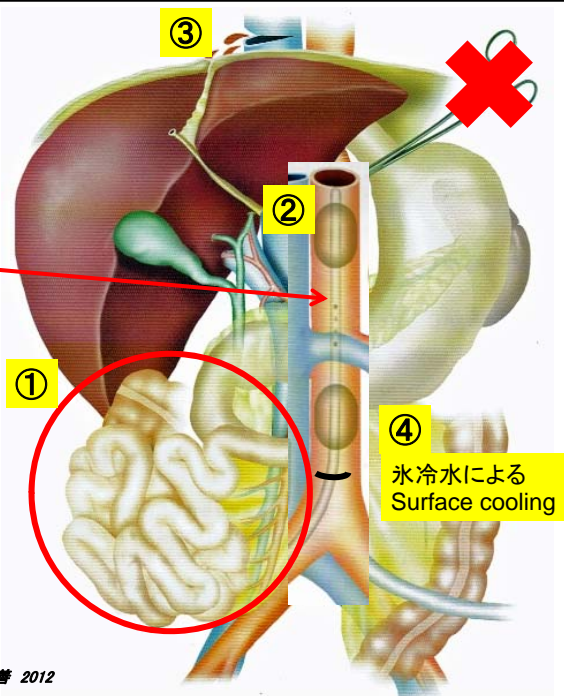
最近の実例

2016/〇/10

18:00	除脈、拍動が微弱になったとの連絡あり。手洗い、摘出体制へ 杉谷が手洗い、谷口Drと看護師、GCoで搬送、UCoは病棟・家族対応
18:45	主治医による心停止確認、 死亡宣告
18:52	ドナー、手術室入室(搬送時間:7分)
18:57	消毒、ドレーピング、黙禱ののち、摘出手術開始。 PEGはそのままにして正中切開で 開腹 、小腸をよけて下部大動脈から DBカテ を挿入・固定
19:03	DBカテのバルーンで閉鎖したのち、 ヘパリン20cc (2万単位)を注入し、 生食50cc で プッシュ
19:04	UW液で 灌流を開始 、腹腔内に氷冷水を入れ、右胸腔で脱血(TIT:19分) 肝臓、小腸の灌流は良好、PEGの汚染なし、虫垂切除部が一部癒着
19:29	両腎一塊で摘出(摘出時間:25分) ベンチで左右腎に分離し、体外灌流はせず、それぞれをパッキング
20:24	腹腔内を検索ののち、2層と皮膚の埋没縫合で閉腹、手術終了。機材カウントもOK。 (手術時間:87分)
20:33	ポータブルXpで異常なきことを確認
20:43	ドナー退室、2人の看護師によって病棟へ

最近の実例

開腹下での
Aorta cannulation
(DBカテーテル)



出展:移植のための臓器摘出と保存 丸善 2012

脳死ドナーにおけるIn-situ cannulation(1)

- “In-situ”という言葉は「**本来の場所で**」という意味であるが、臓器摘出の場面で使う“In-situ cannulation”は、心停止ドナーの場合は、病室で心停止直前に大腿動静脈から灌流用のダブルバルーン・カテーテルと脱血用のカニューラを挿入留置することを言い、心停止後の開腹下でのcannulationと分けている。
- 脳死ドナー**の場合は、開腹下で拍動している大動脈にカニューラを挿入留置することを指すので、“In-situ cannulation”という言葉は、「まだ血流がある場所、部位でのカニューレーション」という意味であろう。欧米では脳死ドナーがほとんどで、脳死、開腹下でのカニューレーションを“In-situ cannulation”と呼んでいた。
- 本邦の脳死ドナーでは、摘出前の管理がきめ細かく行われていて、摘出手術直前や開始後にドナーが急に循環不全を呈したりする“Crush case”はほとんどない。ベンチ手術の準備をして、灌流液はUniversity of Wisconsin(UW)液を1mの高さにつるし、灌流セットを術野までのばしておく。
- 摘出手術は、胸部チームと腹部チームの執刀医がそれぞれ皮膚切開を加えることで開始される。腹部チームは、大動脈に灌流用、また、右胸腔への脱血をさせて下大静脈に脱血用のカニューレーションを行うことが多い。

脳死ドナーにおけるIn-situ cannulation(2)

- 開腹したら、小腸を大きな柄付きガーゼにくるんで軽く右側によけて**大動脈の拍動**を触知し、総腸骨動脈の分岐部直上の後腹膜を電気メスで切開する。大動脈壁を長さ2-3cmにわたり露出して、2本のテーピングをする。
- 下腸間膜動脈が分岐するときは結紮切離し、テープの間に腰動脈が出る場合は左右の腰動脈にそれぞれヘモクリップをかけておく。大動脈の右側を走行する下大静脈を同じ高さで露出し、同様に2本のテーピングしておく。
- 胸部チームと合わせて**全身ヘパリン化**がすんだら、カニューレーションを行う。麻酔医にヘパリン約300U/kgを静脈内に投与してもらい、約1分待って大動脈カニューレーションを始める。
- 下部大動脈にかけておいた2本のテープのうち、末梢側のテープを用いて腸骨動脈分岐部直上の大動脈を結紮する。
- その2cm中枢側の大動脈を左手の第1指、第2指の指先でしっかりとつまみ、約1cmの横切開を加える。**大動脈用カニューラ**または6Frの気管内チューブを代用し、大動脈内に留置して血管とカニューラをしっかりと結紮する。その際、カニューラをあまり深く挿入すると腎動脈の灌流が悪くなるので注意する。
- 同様にして、**脱血用カニューラ**を下大静脈に挿入固定し、蓄尿バッグに接続しておく。これで、In-situ cannulationが終了する。

脳死ドナーからの腎単独採取術

- In-situ cannulationが終了したら、大動脈クランプと腎臓冷却の準備をしておく。
- 小網をあけて胃小弯、食道を確認し、それを左によけて食道裂孔に指をいれ、横隔膜脚を上げると、その下の**胸部大動脈の拍動**が確認できるので、これにテーピングしておく。
- また、両側腎臓の背側を剥離して氷冷水を入れるためのポケットを作成しておく。胸部チームと調整して、大動脈にクランプをかけて、UW液の灌流を開始して血管内冷却(**Core cooling**)をする。
- その後ただちに、ベースンに用意しておいた氷冷水を腹腔内と腎背側に入れて、臓器の表面から冷却する表面冷却(**Surface cooling**)を行う。
- 脱血用カニューラのクランプを解除して、下大静脈から腹腔内臓器を灌流して自然廃液させる。胸部チームが同意すれば、横隔膜直上の下大静脈を切開して、**右胸腔内に脱血**させることもできる。
- その後、**両側腎をen-blocで摘出**する手技は前述の心停止ドナーからの摘出の場合とまったく同様である。

脳死ドナーからの小腸・肝臓・膵臓・腎臓の摘出手技

—腹部臓器摘出手技の変遷—

- 米国の脳死ドナーからの腹部臓器摘出方法は、腎臓のみ摘出していた時代、肝臓を摘出ようになってからのstandard technique、rapid technique、super rapid techniqueと変遷した。
- 膵臓摘出の必要からen-bloc肝膵摘出法が行われるようになり、さらに小腸摘出が先行するようになった。
- 本邦の脳死ドナーの場合、各臓器の摘出チームと協議して、米国と同様な方法で摘出している。
- 特徴として、摘出時間短縮のために門脈カニューレーションをしないこと、臓器の操作・扱いをできるだけ少なくすること、不意の心停止にも対応できる工夫をしていることがあげられる。

『心停止・脳死ドナーからの多臓器摘出手術』

脳死ドナーからの小腸・肝臓・膵臓・腎臓の摘出手技

－小腸、肝臓、膵臓摘出手技の実際(1)－

- 脳死ドナーの場合は、心臓・肺の胸部チームとともに胸骨上縁から恥骨までの**開胸、開腹**を同時に行う。開腹したら、腹水がないこと、癒着、汚染、後腹膜血腫などがいないことを確認する。小腸を摘出すると判断したら、腹腔内の操作・扱いを最小限にする。手技で手間取ったり、肝周囲を扱うと、小腸は容易に浮腫を起しviabilityは悪化する。
- Treiz靭帯から回腸末端までを濡れた大きなガーゼで覆って**愛護的に右側によけておき**、腸骨動脈分岐部直上の大動脈前面を露出し約2cmの間隔で2本、テーピングをしてカニューレシヨンの準備をしておく。小腸を元の位置にもどして、上腸間膜静脈のsurgical trunkとその高さで上腸間膜動脈を露出しておく。これが小腸の血管切離線となるが、テーピングをすると血流が悪くなる可能性があるため、剥離だけにしておく。
- 全身ヘパリン化をしてから腹部臓器の灌流までは、前項で述べたのと同様に行う。灌流状態を確認し、**小腸も良好と判断したら**、上腸間膜動脈と上腸間膜静脈を離断する。このときに膵頭部の下膵十二指腸動脈を損傷しないように、第1空腸動脈と中結腸動静脈を膵臓側に残すことがコツである。Treiz靭帯から50cmぐらい離れてGIAで小腸を離断(図4a)、右側結腸をGIAで離断して、腸間膜根部を切離し、回盲弁を付けて小腸を摘出する。

脳死ドナーからの小腸・肝臓・膵臓・腎臓の摘出手技

－小腸、肝臓、膵臓摘出手技の実際(2)－

- 心臓の摘出を待っていて、**肝臓・膵臓**の一塊摘出を始める。摘出操作は1本の鈍なセーレで行い、刃先を動かして切る操作と同時に、組織を押して切るという操作が重要である。
- 胃小弯側の血管を前庭部小弯側で一括して結紮切離し、結紮糸を肝側へ牽引しながら食道・胃接合部まで胃壁よりを剥離する。大網、短胃動静脈、後胃動脈を胃壁寄り切離し**胃を完全に遊離する**。幽門輪直上をGIAで切離する(図4b)。
- 右側結腸からS状結腸までの腸間膜を腸管付着部で切離し、また後面のfusion fasciaも切離して**全結腸を遊離する**。膵臓を後腹膜から遊離し、膵後面を脾動静脈とともに切離して大動脈左縁に到達する(図4c)。
- 腹腔動脈、上腸間膜動脈、左腎動脈が大動脈から分岐するところは強靱な神経節と線維組織に被覆されており、腸間膜根部を左手で把持し、硬い索状物として触れる上腸間膜動脈の左縁を露出し、根部の**大動脈壁に小切開**を加えて、内腔を見ながら両側腎動脈に十分なパッチを残すようにして大動脈を背側まで切離する。

脳死ドナーからの小腸・肝臓・膵臓・腎臓の摘出手技

-小腸、肝臓、膵臓摘出手技の実際(3)-

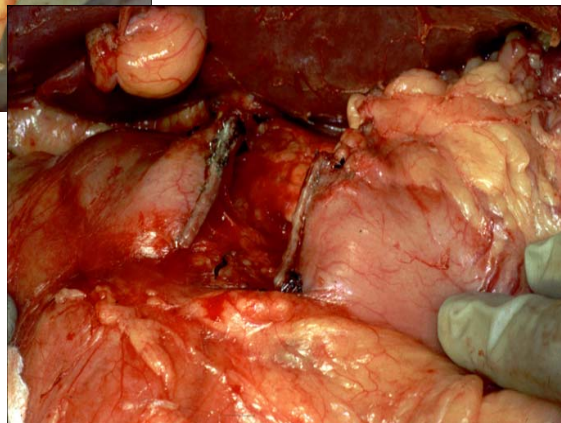
- 右胸腔内の肝上部下大静脈と肝下部下大静脈を両側腎静脈の分岐部直上で切離する。右横隔膜を大きく腹側から背側に切離し右腎前面を剥離、右副腎の上半分を肝側に付けるようにして切離し、肝臓の右半分を遊離する。
- 左胃動脈の結紮系と膵脾を左腕でかかえるようにして右側に牽引しながら左横隔膜を切離して肝臓の左半分を脊椎から起こしてくると**肝臓が膵・脾・十二指腸**、主要な動静脈と一塊となって摘出される。
- 小腸を摘出しない場合には**、肝臓周囲の剥離を優先し、胆道系の洗浄をすることもある。肝左葉を授動し、左右の横隔膜脚を切開し、この部で大動脈にテーピングしておく。
- 肝十二指腸間膜の膵上縁で総胆管を同定し、膵臓側は結紮し、肝臓側は開放しておく。胆嚢底部に小切開を加え、バルブシリンジを用いて生理食塩水約100mlにて胆嚢、総胆管を洗浄する。
- 幽門輪とTreitz靭帯から約15cmの空腸にテーピングしておく。小腸間膜を左手で把持し、根部にテーピングしておく。以後は、小腸を摘出する場合と同様で、小腸間膜は根部で離断すればよい(図4d)。



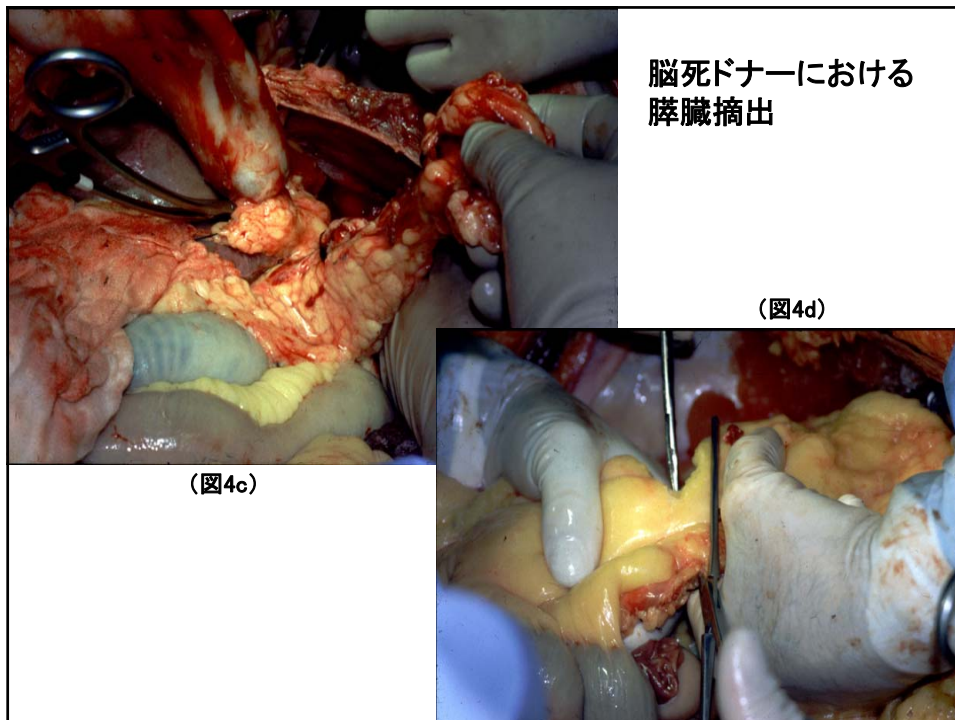
(図4a)

脳死ドナーにおける
膵臓摘出

(図4b)



『心停止・脳死ドナーからの多臓器摘出手術』

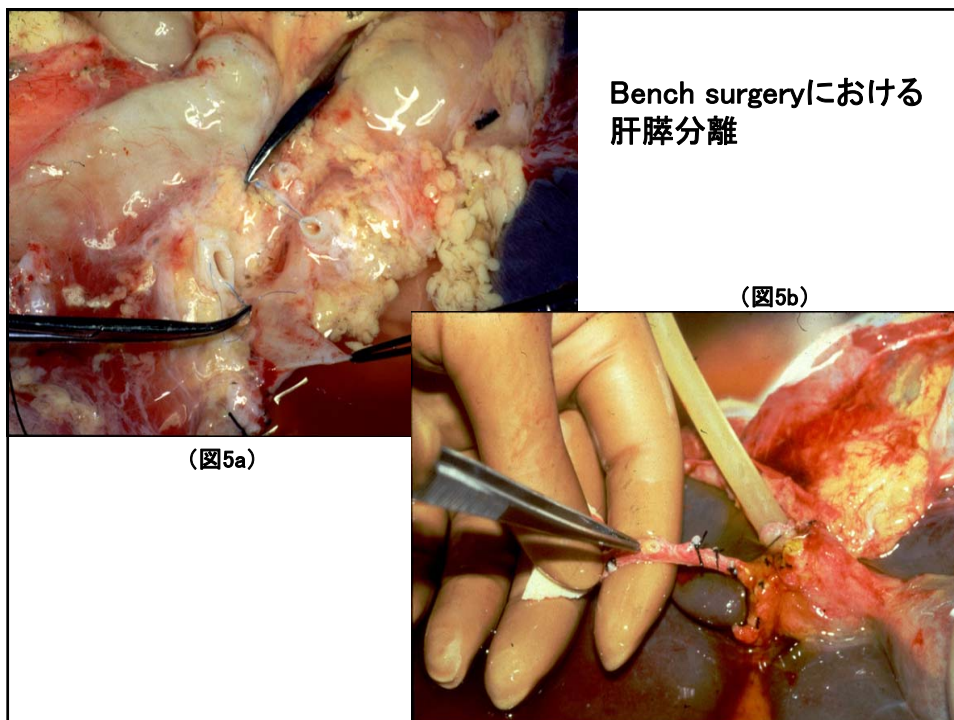


脳死ドナーからの小腸・肝臓・膵臓・腎臓の摘出手技

—Back tableにおける肝膵分離法—

- **肝臓・膵臓を一塊で摘出したとき**、Back tableで両者を分離する。脾動脈を腹腔動脈から分岐したすぐ末梢側で切離し、非吸収糸を付けておく(図5a)。肝動脈をさらに肝側へ向かって剥離し胃十二指腸動脈を根部で切離する。上腸間膜動脈と腹腔動脈を分離する。
- 膵上縁のレベルで総胆管と肝動脈の後面を検索して門脈を同定する。上腸間膜静脈と脾静脈の合流部より肝側で、肝臓側に十分な長さを与えるようにして門脈を切離する。これで肝と膵は分離される。
- 肝臓と膵臓のチームの協議によって、動脈を総肝動脈と胃十二指腸動脈で切離する場合、固有肝動脈で切離する場合もある。肝臓側の門脈に点滴用のチューブを挿入固定し、bench surgeryでの灌流とレシピエントに移植する際のUW液洗浄に用いる(図5b)。冷やしたUW液1Lを用いて、門脈から800ml、肝動脈から200ml灌流して肝実質を再度灌流冷却するとともに、肝静脈からの流出液の流量と色調を見ておく。
- 清潔なビニール袋に冷えたUW液を満たし、摘出臓器と腸骨動静脈を入れて、さらに外層を二重にビニール袋で包み、砕いた氷を満たしたクーラーボックスに収納する。膵臓はこれ以上の操作はしないで、腸骨動静脈グラフトとともにUW液に浸水保存して二重にビニール袋に包んでクーラーボックスに入れる。

『心停止・脳死ドナーからの多臓器摘出手術』



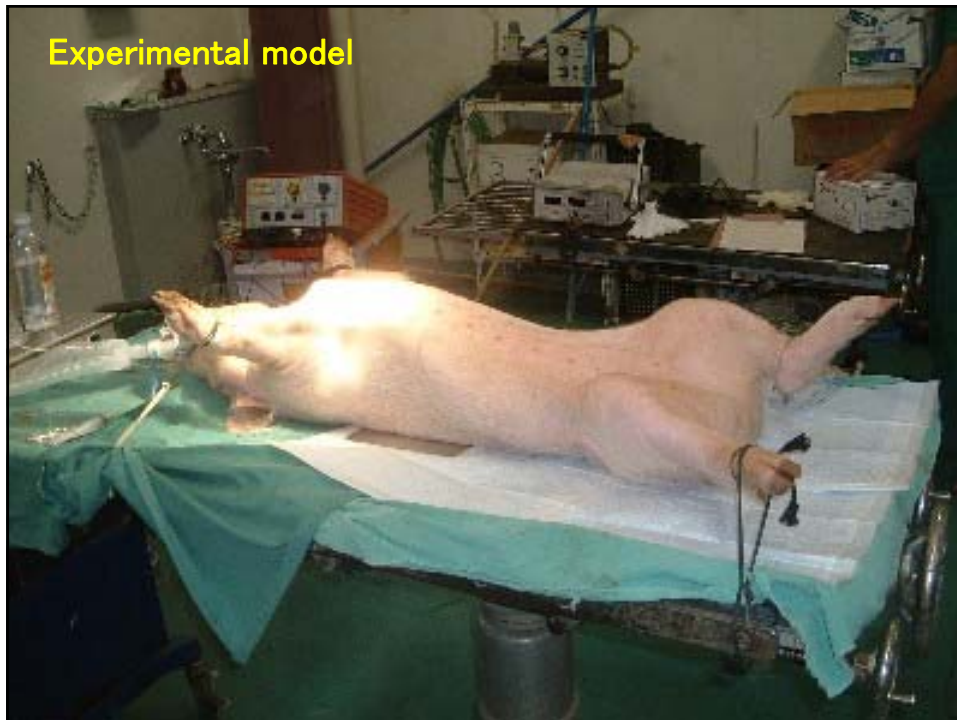
脳死ドナーからの小腸・肝臓・膵臓・腎臓の摘出手技

－膵臓、両腎en-bloc摘出－

- 肝臓が単独で摘出された場合には、**膵腎をen-blocで摘出して**、ベンチで膵と両腎、左右腎分離を行う。
- 膵臓・腎臓の摘出の場合、まず膵臓を摘出してにおいて両腎を一塊で摘出する方法と、膵臓・両腎を一塊で摘出してそれぞれを分離する方法がある。
- すでに**肝臓が摘出された場合**は、肝動脈、門脈、総胆管は離断されている。幽門部と空腸をGIAで離断、小腸間膜を切離、膵頭部を大動脈右壁まで授動、膵体尾部と脾臓を大動脈左壁まで授動、上腸間膜動脈根部から斜めに大動脈を離断して膵臓が摘出される。
- その後、両腎の一塊摘出は前項の記述と同様である。膵臓、腎臓の摘出後、**左右の腸骨動脈**を十分な長さで採取する。
- 左右の動脈グラフトは二分して肝と膵にそれぞれ供与する。同様にして、左右の腸骨静脈を採取し二分する。膵臓の場合、門脈の延長グラフトとして用いる。

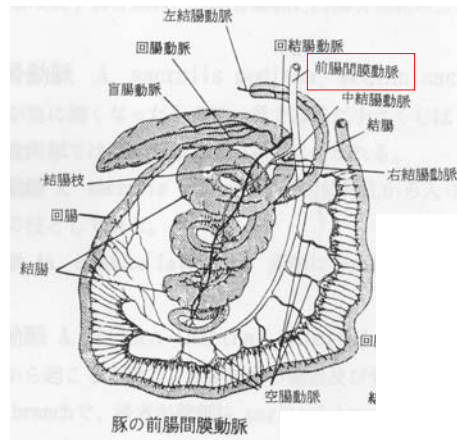
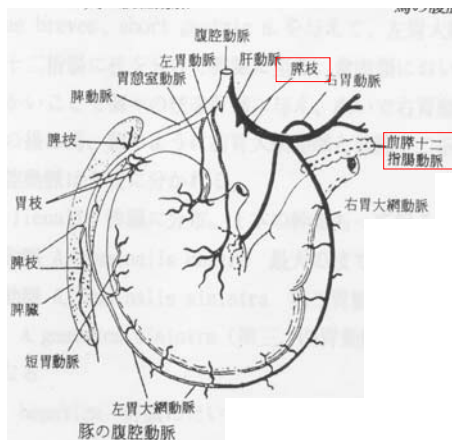
ビデオ供覧

- ブタを用いた膵臓、両腎摘出手技



『心停止・脳死ドナーからの多臓器摘出手術』

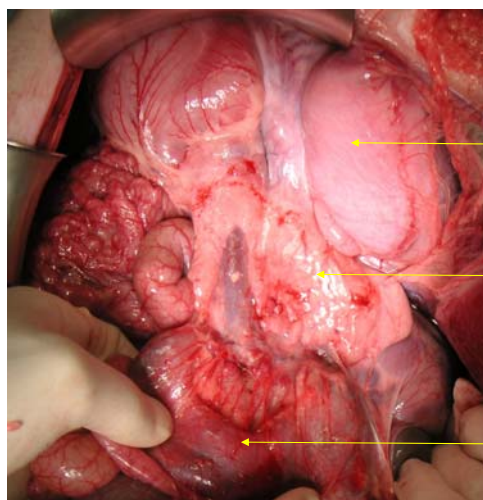
ブタの解剖(家畜比較解剖学より)



ヒトとの解剖の相違

- ①横行結腸間膜が短く、生理的に脾の前面と癒着している。
- ②脾臓は頭部・鉤部が大きく、体尾部は後腹膜に固定されていない。
- ③上行結腸、下行結腸が後腹膜に固定されていない。

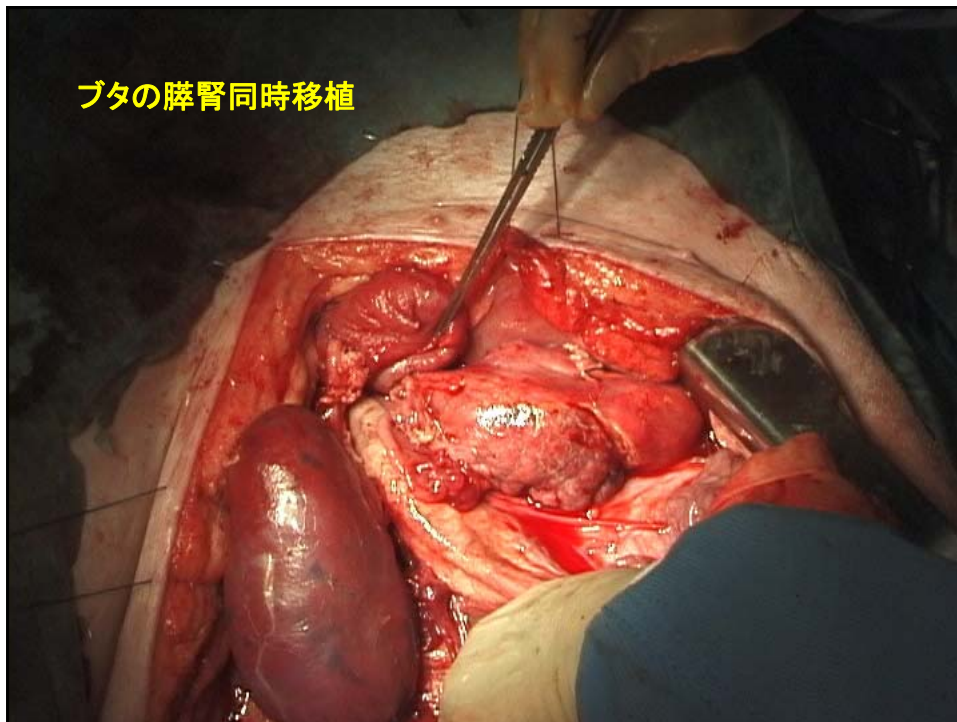
ブタの解剖(横行結腸間膜を剥離したところ)



ヒトとの解剖の相違

横行結腸間膜が短く、生理的に脾の前面と癒着している。

『心停止・脳死ドナーからの多臓器摘出手術』



新しい臓器保存方法

LifePort: 体外での低温持続灌流装置



新しい臓器保存方法

シンポジウム 15

我が国における機械灌流保存の導入とその意義

セッション日時: 2月17日(金) 10:00~11:30

セッション会場: 第4会場(神戸国際会議場 5F 501)

「心停止腎臓利用へのさらなる挑戦【基礎】」

…特に腎臓においては、従来の低温による死体内灌流や低温持続灌流保存のみならず、温度にこだわり常温での死体内灌流、*ex vivo*常温持続灌流保存が行われている。…

これから移植医をめざす人へ

- 基本練習(結紮、切開、剥離、縫合、吻合)の反復
- 外科的局所解剖の熟知
- 一般消化器外科、血管外科、泌尿器科領域の手術の見学・経験
- 生体腎移植のドナー、レシピエント手術の見学・経験
- 臓器摘出手術の見学、助手、外科医の“眼”を養う
- ブタを用いた腎臓、膵臓摘出のトレーニング
- 理論や歴史的変遷の勉強
- 摘出ビデオなどによるイメージトレーニング
- 臓器摘出手術の術者