

膵臓採取術

国立病院機構千葉東病院臨床研究センター 剣持 敬

1. はじめに

膵臓は支配する動脈系，門脈系を肝臓，小腸と共有する．したがって，脳死ドナーからの膵臓の採取にあたり，肝臓や小腸を同時に採取する場合には，血管の切離部位や採取方法につき肝臓，膵臓，小腸各臓器摘出チームは手術前に摘出手順と切離血管の位置について確認しておくことが重要である．さらに開腹しクロスクランプ前の各臓器の授動操作の際にも，各臓器摘出チームは切離血管の位置確認を行う．また膵臓の採取は1) 小児などで多臓器（胃，小腸，肝臓，膵臓，腎臓など）一括（en bloc）の採取，2) 肝臓と膵臓を en bloc で採取，3) 膵臓を単独で採取，4) 膵臓と腎臓を en bloc で採取，するが存在する．本項では現在脳死ドナーからの臨床の現場で最も多く行われている膵臓，腎臓を en bloc で採取する方法につき記すとともに，膵臓単独で採取する場合についても記す．上記1) 2) に関しては，肝臓の採取の項を参照されたい．

2. 膵臓採取手順（膵臓，腎臓を en bloc で採取する方法）

脳死ドナーから多臓器を採取する場合どの臓器が採取可能かにより，採取の手順や方法にバリエーションがあるが，膵臓と腎臓が en bloc で採取される場合が多い．しかしその場合でも以下のバリエーションが存在する，1) 肝臓，小腸の採取がある場合，2) 小腸採取がなく肝臓採取がある場合（最も多い），3) 肝臓，小腸の採取がない場合，などである．

- 1) 腹部臓器のみでは胸骨下部～恥骨，胸部臓器採取もある場合胸骨上縁～恥骨（電気メス）の正中に皮切を入れる．開腹は通常肝臓チームが行うが，膵臓チームも協力して行う．肝臓採取がない場合には膵臓チームが行う．
- 2) 肝臓，小腸，膵臓チームにより採取可能かの判断を行い，JOT コーディネーターに伝える．
- 3) 小腸採取可能の場合は小腸チームにより，小腸，上行結腸の一部の授動操作が行われる．血管は上腸間膜動静脈(SMA, SMV)から右結腸動静脈(RCA, RCV)が分岐する部よりも末梢側で腸間膜を切開，SMA, SMV の切離予定部位を露出する．
- 4) 肝臓チームにより視診，触診，迅速肝生検などが行われ，肝臓採取可能かの判断がされる．
- 5) 大網を切開し，大網腔を開き，膵前面を視触診し，膵臓の採取可能かどうかの決定する．
- 6) 下部大動脈，下大静脈の剥離（カニューレション準備）の操作に移る．ただし下大静脈のカニューレションは肺を摘出しない場合には，胸部下大静脈を切離するため不要である．手技については肝臓採取の項を参照されたい．(T&P: 大動脈剥離操作)

では腰動脈2~3本を結紮ないしはヘモクリップで処置し出血させない。))

- 7) 肝左葉を横隔膜より剥離, 食道・胃接合部を左側によけ, 左右の横隔膜脚を切開し, 腹部大動脈を露出し周囲より十分に剥離する. この部で大動脈にテーピングする. この操作は通常肝臓チームにより行われるが, 膵臓チームも協力する. 肝臓採取がない場合には膵臓チームが行う. (T&P: 食道への切り込みに注意する. 大動脈のテーピング後, 鉗子が周るかどうかをシミュレーションしておく.))
- 8) 肝臓授動操作に続き, 膵臓チームが授動操作を行う. このときに肝臓チームがどこで動脈, 門脈を切離するかを膵臓チームと話し合っ決定する. 通常は胃十二指腸動脈(GDA)を総肝動脈(CHA)から分岐後5mm くらいの部, CHAを腹腔動脈(CeA)から脾動脈(SPA)が分岐した後1から1.5cmの部で切離する. (図1) 門脈は膵臓上縁より5mm 肝側の位置で切離する. 肝臓採取がない場合には, 固有肝動脈(PHA)で動脈を切離, 門脈は肝門部で切離する. (T&P: GDA 剥離, CHA 剥離の際, 膵臓の損傷に注意, 膵臓は意外に上まで来ている.))

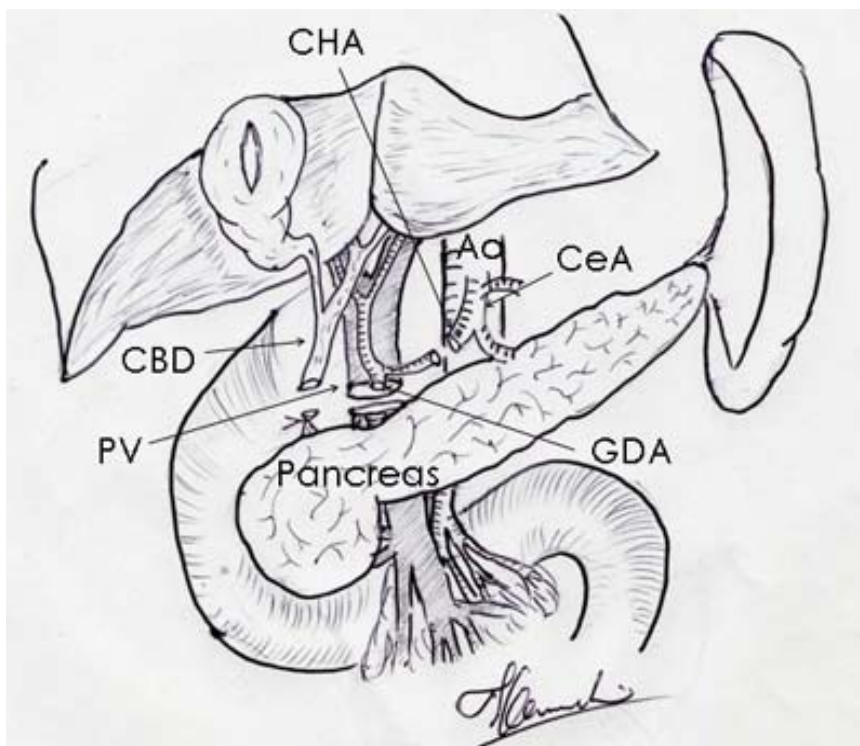


図1. 肝臓採取における動脈, 門脈, 胆管の切離位置

- 9) 後腹膜より両側腎臓の授動を行う. クロスクランプ後クラッシュアイスが腎の裏面に入り冷却するように広く授動しておく.
- 10) ヘパリン 400U/kg を静脈内に投与 (ドナー施設麻酔医による), 約3分待つて大動脈カニューレーションを行う. また下大静脈にも脱血管を挿入する. 手技については肝臓採取の項を参照されたい. (T&P: カニューレーションチューブの固定はウンブリカ

ル（臍帯）テープの結紮だけではしっかり固定されないこともあるため、心配な場合にはもっとも太い絹糸（2号、1-0など）で結紮し、固定を追加する。）

- 11) クロスクランプ・灌流開始。クランプ、灌流法の詳細は肝臓採取の項を参照されたい。
- 12) クラッシュアイスを腹腔内、特に肝周囲、臍前面、腎後面に入れ、臓器の冷却を行う。各臓器の灌流状態を確認する。灌流には冷 UW 液を用い、肝、臍、腎の灌流には通常 2L～3L が必要である。（T&P：灌流状態が悪い時は、チューブのねじれや物理的閉塞がないかを確認する。）
- 13) 最初に小腸を採取する。次いで肝臓を採取する。肝臓採取の際には、胆管は臍臓側では結紮する。（T&P：胆嚢壁の切開、洗浄操作は、胆石、胆砂、胆嚢炎がある場合などでは肝臓チームと協議して行うかどうかを決定する。）
- 14) 臍臓・腎臓 en bloc 採取操作に移る。
 - ① 横行結腸間膜を結腸付近で切離し、結腸全体を腹腔下部または腹腔外に遊離する。脾湾曲部で脾臓と結腸が近く、内臓脂肪の多い例では結腸に損傷を起こさないよう十分に気をつける。（T&P：結腸に近づきすぎないこと。結腸を強く牽引しないこと。腹腔外へ遊離した結腸への器械的損傷に注意すること（器械を術野周囲に放置しない）。）
 - ② 胃を前庭部、幽門輪付近で GIA を用いて離断し、胃脾間膜、大網を胃壁付近で切離し、腹腔外に展開する。続いて空腸を Treitz 靭帯よりやや肛側で GIA を用いて離断する。
 - ③ 続いて小腸間膜を腸管付近で切離し、結腸と同様に腹腔外に展開する。小腸が採取されている場合にはこの操作は不要である。この操作も腸管損傷しないように丁寧に行う。（T&P：結腸と同様のことに注意する。）
 - ④ 脾臓を後腹膜から遊離し、臍後面を脾動静脈とともに切離して大動脈左縁まで脱転する。
 - ⑤ 十二指腸を後腹膜より剥離（Kocher maneuver）し、大動脈右縁まで脱転する。
 - ⑥ 両側尿管を可及的に膀胱付近で切離する。切離時にモスキートペアンで尿管切離端を把持して、腎の前面に牽引するように操作を進め尿管の損傷を回避する。（T&P：尿管が移植後虚血に陥らないように、尿管周囲組織をつける（つるつるにしない）こと。）
 - ⑦ 両側の腎臓を後腹膜より剥離、脱転し、左側は大動脈左縁、右側は下大静脈の裏面まで剥離を進めておく。これで、臍臓、十二指腸、脾臓、両側腎臓が遊離され、大動脈と下大静脈のみで固定されている状態となっている（図2）。
 - ⑧ クロスクランプを外し、大動脈の裏面を、椎骨表面の腱を露出するように切離してゆく。この時に en bloc に採取する臓器、組織を確実に浮かせて進めることが重要である。またカニュレーションチューブは適宜抜去する。（T&P：確実に椎骨前

面に沿って鉗を進める.)

- ⑨ 頭側～尾側へ椎骨に沿って剥離してゆき，下部大動脈，下大静脈のカニューレーションの部まで至れば，この部で大動脈，下大静脈を切離し，膵臓，十二指腸，脾臓，腎臓が en bloc に採取される. (T&P：尾側から頭側への剥離でもよい.)

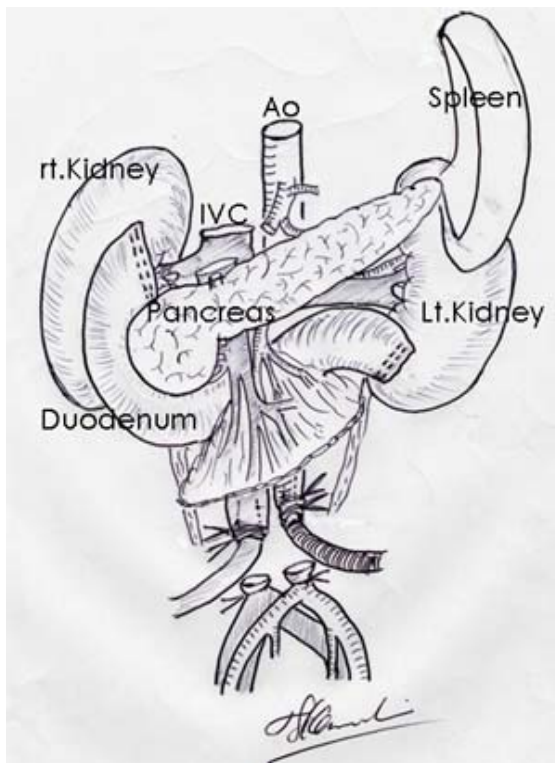


図2. 膵臓，十二指腸，脾臓，両側腎の en bloc 採取

3. 膵臓採取手順（膵臓を単独で採取する方法）

膵臓の単独採取の手技は，ほとんど前述した膵臓，腎臓を en bloc で採取する手技に準じて行うが，大動脈の切離をドナー腹腔内で行うため，腎動脈を損傷しないように採取することが重要である。

- 1) 開腹～小腸，肝臓摘出までは前述の膵臓，腎臓を en bloc で採取する手技（手順1～13）と同じである。
- 2) 膵臓の採取操作に移る。
 - ① 横行結腸間膜を結腸付近で切離し，結腸全体を腹腔下部または腹腔外に遊離する。脾湾曲部で脾臓と結腸が近く，内臓脂肪の多い例では結腸に損傷を起こさないよう十分に気をつける. (T&P：結腸に近づきすぎないこと。結腸を強く牽引しないこと。腹腔外へ遊離した結腸への器械的損傷に注意すること（器械を術野周囲に放置しない）。小腸・結腸を損傷した時には縫合する。)
 - ② 胃を前庭部，幽門輪付近で GIA を用いて離断し，胃脾間膜，大網を胃壁付近で切

離し、腹腔外に展開する。続いて空腸を Treitz 靭帯よりやや肛側で GIA を用いて離断する。

- ③ 続いて小腸間膜を腸管付近で切離し、結腸と同様に腹腔外に展開する。小腸が採取されている場合にはこの操作は不要である。この操作も腸管損傷しないように丁寧に行う。(T&P: 結腸と同様のことに注意する。)
- ④ 脾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まで脱転する。
- ⑤ 大動脈周囲の神経節と線維組織を丁寧に切離し、上腸間膜動脈 (SMA) を露出、更にその頭側にある腹腔動脈 (CeA) を露出する。この時に左腎動脈も同定し、露出する。(T&P: 硬い組織であるので無理せず、少しずつ進める。少なくとも SMA 分岐部の下面が同定されれば、反対側からつなげられる。)
- ⑥ 十二指腸を後腹膜より剥離 (Kocher maneuver) し、大動脈右縁まで脱転する。
- ⑦ 大動脈右縁まで剥離を進め、SMA, CeA を右側から露出する。また右腎動脈も同定、露出しておく。
- ⑧ SMA の分岐部下縁で大動脈壁に切開を加え、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。(T&P: 腎動脈の損傷に注意する。)
- ⑨ 大動脈を椎骨表面の腱を出すように切離し、大動脈クランプ直下で大動脈を完全に切離し、膵臓・十二指腸・脾臓が採取される。

4. バックテーブルでの膵臓、腎臓の分離

膵臓・腎臓が en bloc で摘出された場合、バックテーブルにて、膵臓と腎臓の分離操作が必要である。流れは膵臓・十二指腸・脾臓の膵グラフトと両側腎の腎グラフトに分離する、その後腎臓を左右に分離する。

- 1) バックテーブルに設置されたベイスン (スラッシュアイスを入れ、その上にアイソレーションバッグを置き、UW 液を満たす) に採取グラフトを置く。
- 2) ドナー腹腔内にあったような位置で膵臓、十二指腸、脾臓、両側腎、尿管、大動脈、大静脈を展開する。(T&P: 腎臓が一回転していたり、脾臓が一回転していたりしないように十分に観察する。)
- 3) 大動脈後面中央を頭側より切離する。この時点で内腔に CeA と SMA の分岐部を確認し、十分なパッチが取れるように切離を進める。(T&P: 大動脈の真後ろ正中で切離する。)
- 4) 両側腎動脈を確認する。腎動脈は左右 1 本ずつとは限らないため、十分に注意する。
- 5) SMA 分岐部と腎動脈分岐部 (左右の高い方) の間で大動脈を渡り、切離する。
- 6) 膵グラフト側の大動脈を牽引し、SMA, CeA を損傷しないように剥離、切離してゆく。(T&P: 助手に両側腎を抑えるように把持してもらおうと良い。)

- 7) 下大静脈は肝臓採取後であればこの時点で腎臓側に落ちているため問題ないが下大静脈の存在にも気を配って分離操作を進める。
- 8) SMA, CeA 以外に膵グラフトと腎グラフトの間の組織は重要なものはなく, 剥離, 切離操作で分離できる. (T&P: 常に腎臓が回らないことを確認し, 尿管の位置 (下に牽引しておくとい) に注意する.)
- 9) 次いで両側腎の分離に移る. まず大動脈の真後ろで大動脈を開く. 両側の腎動脈の分岐を確認し損傷しないように, 大動脈前面を切離し, 大動脈を分離する.
- 10) 下大静脈も真後ろで切離し, 両側腎静脈を確認する. 肝臓採取後の場合は頭側の下大静脈断端近くに両側腎静脈分岐部がある.
- 11) 腎静脈を損傷しないように下大静脈前面を切離し, 下大静脈を分離する.
- 12) 分離された大動脈と下大静脈を両側に牽引するように把持し, 脂肪組織, 周囲組織を分離してゆく. この際, 尿管近くに行かないように注意する. また腎動脈, 腎静脈が蛇行している場合もあるため丁寧に分離を進める.

5. 腸骨動脈, 静脈の採取

肝臓, 膵臓が同時に採取された場合, 膵臓移植のためには, 動脈, 静脈ともに血行再建が必要となる. そのために, ドナーの腸骨動脈, 腸骨静脈を採取する.

- 1) すでに腹腔内臓器は採取されているため, 大動脈と下大静脈へのカニューレーションの部より頭側の血管は採取されている.
- 2) 両側の腸骨動脈を外腸骨動脈, 内腸骨動脈ともに可及的に末梢まで剥離し採取する.
- 3) 同様に腸骨静脈を外腸骨静脈, 内腸骨静脈ともに可及的に末梢まで剥離し採取する. 肝臓チームや小腸チームも血管グラフトを必要とすることもあり, 通常膵臓チームは片側の動脈, 静脈持ち帰ることが多い.

6. パッキングと搬送

バックテーブルのベイスン上で分離された膵グラフトは, 敷いてあるアイソレーションバッグで包み, UW 液を満たしてパッキングする. この中に腸骨動静脈グラフトも入れるとよい. さらに外側をアイソレーションバッグまたは滅菌ビニールバッグにて二重に包装し, クーラーボックス内に収納する. 膵腎同時移植の場合は 1 腎臓も同時に搬送するが, 腎臓は別に専用容器または膵グラフトと同様の方法で収納する.