
日本移植学会・脳死分割肝移植推進委員会事業

脳死分割肝移植ガイドライン Ver. 1.0, 2017/11/20

ワーキンググループメンバー（五十音順）

名古屋大学 移植外科	小倉 靖弘
京都大学 肝胆膵移植外科	海道 利美
国立成育医療研究センター 臓器移植センター	笠原 群生
東京女子医科大学 消化器外科	小寺 由人
北海道大学 臓器移植医療部	嶋村 剛
国立成育医療研究センター 臓器移植センター	阪本 靖介
東京大学 肝胆膵外科・人工臓器移植外科	阪本 良弘
慶応義塾大学 一般・消化器外科	篠田 昌宏
山口大学 消化器・腫瘍外科	永野 浩昭
自治医科大学 移植外科	水田 耕一
岡山大学 肝胆膵外科	八木 孝仁
九州大学 消化器・総合外科	吉住 朋晴

目次

1. ガイドライン作成の背景
2. 脳死分割肝移植ドナー適応指針
3. 脳死分割肝移植レシピエント適応指針および臓器分配システム
4. 分割肝移植手術手技マニュアル
5. 参考文献

1. ガイドライン作成の背景

脳死分割肝移植は 1989 年に Pichlmayr, Bismuth, Emond らが報告した手技であり、脳死肝移植のドナープールを拡大する一方法である。欧米では小児肝移植における待機死亡率を軽減するために積極的に脳死分割肝移植が適応されている¹⁻³。また、欧米の諸外国では、分割可能と考えられるドナー条件（ドナー基準）、また脳死分割肝移植に適した、あるいは適さないレシピエント条件（レシピエント基準）を明確化した上で、脳死分割肝移植を優先した臓器分配システムを構築し実施している⁴⁻⁷。

一方、本邦における脳死肝移植における現状は、絶対的に臓器提供数が不足していること、脳死肝移植レシピエントは重症例が多いこと、臓器阻血時間を短縮する臓器分配システムがないことなど、分割肝移植を推進していく上で解決すべき問題点が多く、本邦における脳死移植状況に適した脳死分割肝移植医療の基盤整備が急務である⁸。一方、脳死分割肝移植に伴い生じうる不利益も考慮に入れる必要がある。脳死全肝移植と比較して、分割肝手術に伴う臓器提供病院や他臓器チームへの負担、阻血時間延長・small-for-size graft に起因する graft viability の低下、脈管・胆管再建に関する不利益に起因する外科的合併症が増加する危険性があり、特にこれらの不利益を被りうる成人肝移植症例を実施する施設と脳死分割肝移植実施に関して共通認識を持つことが重要である。そこで、日本移植学会にて脳死分割肝移植推進委員会を組織し、本邦における脳死分割肝移植医療を円滑、かつ効率的に施行できようよう基盤となるガイドラインを作成した。ガイドラインは 1) 脳死分割肝移植ドナー適応指針、2) 脳死分割肝移植レシピエント適応指針および臓器分配システム、3) 分割肝移植手術手技マニュアルの 3 項目において、諸外国における状況を文献的に考察するとともに、本邦にて実施された脳死分割肝移植症例の検討を加え作成された。

2. 脳死分割肝移植ドナー適応指針

諸外国における分割可能なドナー条件として、年齢・BMI・ICU 管理期間・肝機能・脂肪肝の有無・血清ナトリウム値・昇圧剤使用の有無がレシピエントの生命予後に影響を与えうる因子として考慮されている^{4-7, 9-11}。年齢上限は 40~50 歳までが一般的である。ICU 管理期間が長い場合は適さないが、禁忌事項ではない。肝機能として AST/ALT 値が正常上限の 2~3 倍までを上限とし、組織学的に脂肪肝は軽度までとされている。血清ナトリウム値、昇圧剤使用の有無は通常脳死全肝移植の際に考慮されうる上限が、分割可能かどうかの判断においても重要となる。解剖学的異常として、門脈分岐異常や肝動脈が複数となる場合は慎重に分割可能かどうかを判断し、片葉、特に左葉が萎縮している場合には分割肝を実施しない。

韓国など、好条件ドナー（年齢 40 歳未満、体重 50 kg以上、ICU 管理期間 5 日以内など）の場合には強制的に分割肝移植を進めるシステムを構築しており、分割肝移植における小児優先臓器提供を推進している。

右葉・左葉に分割する場合にはグラフトサイズが特に重要となる。標準肝容積を体表面積や体重より推定し、レシピエント体重との比較でグラフト・レシピエント体重比 (Graft-to-Recipient Weight Ratio, GRWR)が 1.0%を目安としている^{12,13}。阻血時間の延長等による分割肝グラフト viability 低下を考慮し、生体肝移植における GRWR 下限値である 0.8%よりも高い設定である。

表 1 に諸外国における主な脳死分割肝移植ドナー基準を提示する。

本邦における脳死分割肝移植ドナー基準として、諸外国における基準に照らし合わせながら判断することが妥当と考えられる。ICU 管理期間に関しては、本邦において発生する脳死ドナーは ICU 管理期間が総じて長い傾向にあるため、ICU 管理期間を基準として設けることは難しいと思われる。その他の採用されている頻度の高い項目として、年齢、体重、肝機能、昇圧剤の使用状況が挙げられ、それらの項目を本邦における脳死分割肝移植ドナー基準の項目として採用し、「年齢 50 歳未満、AST/ALT 正常値上限 3 倍以下、昇圧剤使用 1 剤以下」を一つの目安として提案する。

3. 脳死分割肝移植レシピエント適応指針および臓器分配システム

レシピエント条件において脳死分割肝移植に適した基準なるものは存在せず、分割肝移植に適さず全肝グラフトが望ましい病態において分割肝移植を回避する基準整備が妥当である。諸外国において、分割肝移植を回避する病態としてドナー・レシピエント間のサイズミスマッチ（レシピエント>>ドナー）、高度門脈圧亢進症症例、再移植症例、高齢者などが挙げられている^{14,15}。MELD スコア高値の症例は分割肝移植を回避することが望ましいが、ドナー条件の良い全肝を MELD スコアの高い症例に分配することなく、逆に MELD スコアの低い症例に分割肝を分配することは、MELD スコアに基づいた臓器分配システム、いわゆる“sickest first liver allocation”においてレシピエント選択に不公平が生じるため、一概に結論を出すことは困難である。なお、右三区域グラフトの分配に関しては small-for-size graft となりうる可能性は低いため、MELD スコアに左右される必要はないと考えられる。

以上より本邦において脳死分割肝移植レシピエント適応基準・禁忌を規定することは困難であり、個々のレシピエント施設における判断に委ねられる。分割肝移植の場合には阻血時間が延長し更なる graft viability の低下を招く恐れがあるために搬送時間を考慮して、欧米諸国においては阻血時間が 6~8 時間以内となるようレシピエント選定がなされている^{16,17}。阻血時間短縮は意図的にできうる唯一の分割肝グラフトの viability を保つ方法であるため、最大限の努力をすべきである。本邦における Extended criteria donor 使用症例のレシピエント予後の検討において冷阻血時間が 10 時間を超える場合には有意差を持って予後不良因子であると報告されている¹⁸。地域性を考慮した臓器分配ではない本邦においては、「予測されうる冷阻血時間が 10 時間を超える場合」には分割肝移植を慎重に考慮すべきであると提案する。

4. 分割肝移植手術手技マニュアル

1. 分割肝移植におけるグラフトタイプ

分割肝手術手技には外側区域と右三区域に分割する方法と、左葉と右葉に分割する方法がある¹⁹（**図 1**）。前者においては、内側区域における切離ラインを柔軟に変更することにより外側区域の肝重量をレシピエント体格に応じ変更することが可能となる。また、右三区域を用いる場合には内側区域領域の肝動脈血流支配に伴い血流不全をきたしうる可能性があるため、分割後に内側区域を予防的に切除することも念頭に置く必要がある。左葉と右葉に分割する際には中肝静脈を左葉に付随させることが通常であるが、Broering らが報告した中肝静脈を中央で離断し、静脈壁欠損部位を血管グラフトにてパッチ状に修復する方法は、機能的に小さくなりうるグラフトの outflow を十分に確保するうえで有用な方法である²⁰⁻²²（**図 2**）。

2. 分割肝移植における分割方法

分割肝移植の方法は、生体肝移植ドナー手術と同様に体内で分割する体内分割法(in-situ split procedure)と、全肝臓を体外に取り出し、back tableにて分割する体外分割法(ex-situ split procedure)に大別され、それぞれの手術手技には利点欠点がある^{23, 24}。体内分割法は血流のある状態で手術操作を行うため、肝動脈・門脈・肝静脈の脈管処理の同定が容易である。しかし、肝臓分割に伴う手術操作時間の延長、術中出血量増加が脳死ドナー循環動態に悪影響を及ぼす可能性があり、他臓器摘出を伴う場合は他臓器摘出チームと十分に協議し施行する必要がある。わが国では脳死下臓器摘出術前管理においてメディカルコンサルタントの緻密な治療管理がなされており、諸外国と比較して一脳死ドナーから多くの臓器提供が行われるように努力がなされている。このような状況から他臓器摘出チーム・脳死臓器提供施設の負担を考慮し、基本的には体外分割法を選択している。

3. 分割肝手術手技に関して把握すべき解剖学的異常

脳死肝臓分割手術において、他の肝臓手術と比較して大きく異なる点は二つある。術前に詳細な画像評価が行われていないことと、体外分割法の場合には血流のない状態で肝離断を要することである。脈管・胆管構造を術野で把握しながら手術を進めていかねばならず、肝臓の区域構造、脈管・胆管の走行を解剖学的に十分に習熟しておく必要がある。本邦では、脳死分割肝手術直前に超音波検査を施行するため、術前に脈管構造物の分岐形態を把握することを心がける。また、開腹時の脈管の状態も重要である。高齢者、高エネルギー外傷などのドナーの場合、主要血管の動脈硬化や内出血、解離を認める場合があり、相対的禁忌となりうるため、肉眼的所見も慎重に把握する必要がある。外側区域と右三区域に分割する場合は umbilical fissure vein、左葉と右葉に分割する場合は前区域から中肝静脈にドレナージする肝静脈分枝の走行や血管径を把握しておく必要がある。S3領域をドレナージする左肝静脈が IVC 流入部から離れて中肝静脈に流入する場合には相対的に分割肝手技は禁忌である。胆管の走行形態の変異に関しては、左葉よりも右葉で多く認められる。①右前区域胆管、右後区域胆管、左肝管の3管合流する場合、②右前区域胆管と左肝管が合流した後、右後区域胆管が肝外で流入する場合、③右後区域胆管が左肝管に合流する場合、④左側胆管において B2 と B3 が別々に分岐している場合に注意を要する²⁵ (図3)。術前評価において門脈系の走行異常を確認した場合は、過去の報告からも胆管異常走行を合併していることが多い²⁶。分割前の摘出肝臓の胆管から造影剤を注入して行う胆道造影は胆管走行の把握に有用である。摘出肝臓を別室の手術台に移動させ、術中透視装置(Cアーム)を用いて行う胆道造影は10分程度で撮影と評価が可能であるため(造影剤と造影用チューブは持参)、体外分割法に

においては積極的に実施すべきである。門脈については右門脈本幹を形成するか否かを把握することは肝要であり、右前後区域枝と門脈左枝が同時に分岐するタイプ、いわゆる trifurcation type の場合は、必ず右葉系グラフトに門脈本幹が付随するようにしなければならない。右前区域枝が門脈臍部より肝内で分岐する場合は分割してグラフトを採取することは禁忌である（図 4）。肝動脈の走行形態の異常での分割禁忌になることはない。また、肝動脈瘤を認める場合は無条件に分割手技は禁忌となる。左胃動脈から左肝動脈が分岐する場合、上腸間膜動脈から右肝動脈が分岐する場合などがあり、術前超音波検査にて把握しておく必要がある。左胃動脈から分岐する左肝動脈を認めた場合は、可及的に長く腹腔動脈幹近くまで採取することにより、レシピエント手術において動脈吻合を容易にする。外側区域と右三区域に分割する方法において umbilical fossa の右側に沿う肝切離ラインには二通りある（図 5）。Trans-umbilical approach は trans-hilar approach と比較してより S4 領域の血流支配が遮断され、また胆管切離部位もより末梢となり胆管吻合口が複数となる頻度が高い²⁷。S4 領域の支配血管が分割肝手術により切離され再建されなければ、S4 領域は術後壊死や胆汁漏などの胆管合併症（S4 領域関連合併症）を発症する恐れがある（図 6）²⁸。S4 領域関連合併症は右三区域グラフト使用症例において約 20% 近くの頻度で起こり、重篤な合併症やグラフト不全につながる恐れがあるため、分割手術の際の肝門部剥離において中肝動脈の有無や走行を考慮した手技が重要となる²⁹。レシピエント体内で再灌流後に S4 領域の血流不全が疑われる場合には S4 領域を予防的に切除する方法がとられる。

標準的体外分割法（外側区域および右三区域に分割する方法）

1. 肝静脈剥離（図 7）

肝上部下大静脈切離部内腔より各々の肝静脈出口を観察しながら、左肝静脈・中肝静脈合流部を確認する。合流部前面の肝実質を鋭的にメスにて一部切離しながら左肝静脈流入部を中肝静脈より確保しておく。左肝静脈に流入する umbilical fissure vein や V4 の枝に関しては、肝切離時に 3-0 あるいは 4-0 結紮糸にて結紮・切離をする。レシピエントが年長児の場合には、内側区域の一部を外側区域グラフト側につけることによりグラフト重量の増加が得られるため、umbilical fissure vein や V4 の枝をグラフト側に含めるように切離ラインを決定する²⁷。なお、肝実質離断後に左肝静脈流入部切離後の静脈壁欠損部を閉鎖するが、単純閉鎖では中肝静脈内腔の狭窄を来す場合には静脈血管グラフトを用いてパッチ状に閉鎖する（図 8）。下大静脈、中肝静脈は右三区域グラフトに付随させる。

2. 肝十二指腸間膜剥離（図 9）

門脈・肝動脈・胆管の各々について切離断端より肝門部の方向へと剥離操作を行うが、肝十二指腸間膜の左側のみには剥離操作を加えることが重要である。門脈は肝十二指腸間膜の背面からアプローチし門脈左枝の分岐を確認する。尾状葉枝を 4-0 結紮糸にて結紮・切離することにより門脈左枝が授動され、レシピエント手術の際に有利となる。左右肝動脈が分岐する部位まで固有肝動脈を剥離しておく。中肝動脈が左肝動脈より分岐している場合には、中肝動脈の走行を確認すべく頭側へと剥離を進めておく。

3. 肝実質切離（動画 10）

肝実質の切離を開始する。切離ラインは肝鎌状間膜の約 5 mm 右側とし、左肝静脈流入部から門脈臍部右側の左肝管切離予定部まで肝実質表面をメスにて鋭的に約 5 mm の深さで切離する。左肝静脈・門脈左枝・左肝動脈を切離し、臍帯テープなどを用いて、左肝静脈切離部位から門脈左枝切離部位までアランチウス管にテープを添わせる形でハンギングを行いながら肝実質切離を進める。肝実質切離は、ペアン鉗子にて圧挫後に残った索状物を両側共に 3-0 あるいは 4-0 結紮糸にて結紮・切離していく。また、2-3mm の索状物は分割肝手術時間の短縮のためにチタン製血管クリップを用いて切離する。径が 5 mm 以上の肝静脈分枝は 5-0, 6-0 プロリン糸にて縫合閉鎖する。

4. 胆管切離（図 11）

肝実質切離が肝門部まで到達したら、胆管切離へと移る。総胆管切離部よりゾンデを挿入し、左右胆管分岐の状態を確認する。左肝管へとゾンデを挿入し、hilar plate ごとメスにて鋭的に切離する。なお、胆管周囲の組織に関しては血流障害を来す危険性が高いため、剥離は最小限にとどめる。開口部が複数認められる場合には、両側の胆管切離断端よりゾンデを挿入し、それぞれの開口部がどの分枝にあたるかを確認、また 5-0 プロリン糸にて胆管切離断端にマーキングをおいておく。胆管造影検査や色素を用いて胆管を描出することで、より安全に胆管走行を把握することが可能である。胆管走行の変異は右側に多く認められるため、総胆管は通常、右のグラフトに付随させる。また、通常総胆管への動脈血流は右肝動脈より供給されるため、総胆管は右側に付随させるのが妥当である³⁰。

5. 脈管・胆管の分配

レシピエント原疾患や血管の状態、たとえば門脈血栓や動脈血栓症を併発しているなど、によって肝静脈・門脈・肝動脈・胆管の切離位置が決定されるが、一般的に左門脈および右肝動脈は対側脈管に比べて長く採取することが可能であるため、門脈本幹は右三区域グラフトに、固有肝動脈は左外側区域グラフトに付帯する形で分

割することとなる。また、IVCは尾状葉とともに右三区域グラフト側に付帯する。胆管の走行形態の変異は、左葉よりも右葉で多く認められるため、総胆管は右三区域グラフト側に付帯する。

6. 肝離断面の処理（動画 12）

再度、門脈より冷臓器保存液を灌流しながら、肝静脈をクランプし圧をかけることで肝離断面からの漏出を確認し、5-0 プロリン糸等にて可能な限り縫合閉鎖を行う。二次分枝以上のグリソン鞘切離断端は5-0 プロリン糸にて追加して縫合閉鎖しておく。さらに、胆管から冷臓器保存液を注入し肝離断面からの漏出を確認し、追加で縫合閉鎖を行う。Put-in 前に肝離断面にフィブリン糊を塗布しておく。この際、脈管断端にフィブリン糊がかからないようにガーゼで保護し慎重に行う。

左葉および右葉分割する方法

左葉および右葉へと分割する場合には、中肝静脈を左葉へつけて分割することが一般的である。この場合に、右葉切離面には右前区域領域より中肝静脈にドレナージするV5およびV8の切離断端が表出することとなるが、血管径が5mmを超える場合には可能な限り、レシピエント手術において血管グラフトを用いて血行再建を行う必要がある。脈管・胆管の分配に関しては優先順位の高いレシピエント側の必要性に応じて配分が決定される³¹。一般的には、上記のごとく外側区域および右三区域に分割する方法と同様に、右葉グラフト側に門脈本幹・総胆管・IVC（尾状葉）、左葉グラフト側に固有肝動脈が分配される。本邦において現在まで7例の脳死ドナーに対して左葉（中肝静脈あり）・右葉（中肝静脈なし）の分割方法が施行されたが、各々の症例における脈管・胆管の分配は表2のごとく、門脈・胆管の分配において優先順位の高かった左葉グラフト使用症例に門脈本幹・総胆管が分配される傾向にあった。特に総胆管が付帯されなかった右葉グラフト症例2例において、分割肝手術中に後区域胆管が認識されずに accidental ligation となり、レシピエント手術の際に吻合されず、のちに胆管再吻合を施行する結果となった。またそのうちの1例では複数個の胆管吻合口に起因する胆汁漏を合併した⁸。脈管・胆管は優先順位の高いレシピエント側に有利になるように分配することを基本とし、施設間で個々のレシピエント状況に応じて配分を決定することが望ましい。

参考文献

- 1 Pichlmayr R, Ringe B, Gubernatis G, Hauss J, Bunzendahl H. Transplantation of a donor liver to 2 recipients (splitting transplantation)--a new method in the further development of segmental liver transplantation. *Langenbecks Arch Chir.* 1988;373: 127-130.
- 2 Bismuth H, Morino M, Castaing D, et al. Emergency orthotopic liver transplantation in two patients using one donor liver. *The British journal of surgery.* 1989;76: 722-724.
- 3 Emond JC, Whittington PF, Thistlethwaite JR, Alonso EM, Broelsch CE. Reduced-size orthotopic liver transplantation: use in the management of children with chronic liver disease. *Hepatology.* 1989;10: 867-872.
- 4 <https://optn.transplant.hrsa.gov>
- 5 <http://www.odt.nhs.uk>
- 6 <https://www.eurotransplant.org/cms/>
- 7 Choi Y, Lee KW, Hong G, Kim H, Park MS, Suh S, Yoo T, Lee HW, Yi NJ, Suh KS. Status and current problems in the allocation system for pediatric liver transplantation in Korea. *J Korean Soc Transplant.* 2012;26: 196-201.
- 8 Sakamoto S, Kasahara M, Ogura Y, Inomata Y, Uemoto S, Japanese Liver Transplantation S. Current status of deceased donor split liver transplantation in Japan. *J Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2015;22: 837-845.
- 9 Cardillo M, De Fazio N, Pedotti P, et al. Split and whole liver transplantation outcomes: a comparative cohort study. *Liver Transpl.* 2006;12: 402-410.
- 10 Mabrouk Mourad M, Liossis C, Kumar S, et al. Vasculobiliary complications following adult right lobe split liver transplantation from the perspective of reconstruction techniques. *Liver Transpl.* 2015;21: 63-71.
- 11 Wilms C, Walter J, Kaptein M, et al. Long-term outcome of split liver transplantation using right extended grafts in adulthood: A matched pair analysis. *Ann Surg.* 2006;244: 865-72; discussion 72-73.
- 12 Azoulay D, Castaing D, Adam R, Savier E, Delvart V, Karam V, et al. Split-liver transplantation for two adult recipients: feasibility and long-term outcomes. *Ann Surg.* 2001;233:565-574.

-
- 13 Lee WC, Chan KM, Chou HS, Wu TJ, Lee CF, Soong RS, et al. Feasibility of split liver transplantation for 2 adults in the model of end-stage liver disease era. *Ann Surg.* 2013;258:306-311.
 - 14 Nadalin S, Schaffer R, Fruehauf N. Split-liver transplantation in the high-MELD adult patient: are we being too cautious? *Transpl Int.* 2009;22: 702-706.
 - 15 Hong JC, Yersiz H, Busuttil RW. Where are we today in split liver transplantation? *Curr Opin Organ Transplant.* 2011;16: 269-273.
 - 16 Ghobrial RM, Yersiz H, Farmer DG, et al. Predictors of survival after In vivo split liver transplantation: analysis of 110 consecutive patients. *Ann Surg.* 2000;232: 312-323.
 - 17 Yersiz H, Shaked A, Olthoff K, et al. Correlation between donor age and the pattern of liver graft recovery after transplantation. *Transplantation.* 1995;60: 790-794.
 - 18 Furukawa H, Taniguchi M, Fujiyoshi M, Oota M, Japanese Study Group of Liver T. Experience using extended criteria donors in first 100 cases of deceased donor liver transplantation in Japan. *Transplant Proc.* 2012;44: 373-375.
 - 19 Rodriguez-Davalos MI, Arvelakis A, Umman V, et al. Segmental grafts in adult and pediatric liver transplantation: improving outcomes by minimizing vascular complications. *JAMA Surg.* 2014;149: 63-70.
 - 20 Broering DC, Schulte am Esch J, Fischer L, Rogiers X. Split liver transplantation. *HPB.* 2004;6: 76-82.
 - 21 Broering DC, Wilms C, Lenk C, et al. Technical refinements and results in full-right full-left splitting of the deceased donor liver. *Ann Surg.* 2005;242: 802-812, discussion 12-13.
 - 22 Gundlach M, Broering D, Topp S, Sterneck M, Rogiers X. Split-cava technique: liver splitting for two adult recipients. *Liver Transpl.* 2000;6: 703-706.
 - 23 Renz JF, Emond JC, Yersiz H, Ascher NL, Busuttil RW. Split-liver transplantation in the United States: outcomes of a national survey. *Ann Surg.* 2004;239: 172-181.
 - 24 Vagefi PA, Parekh J, Ascher NL, Roberts JP, Freise CE. Outcomes with split liver transplantation in 106 recipients: the University of California, San Francisco, experience from 1993 to 2010. *Arch Surg.* 2011;146: 1052-1059.

-
- 25 Choi JW, Kim TK, Kim KW, et al. Anatomic variation in intrahepatic bile ducts: an analysis of intraoperative cholangiograms in 300 consecutive donors for living donor liver transplantation. *Korean J Radiol* 2003;4:85-90.
- 26 Takeishi K, Shirabe K, Yoshida Y, et al. Correlation between portal vein anatomy and bile duct variation in 407 living liver donors. *Am J Transplant* 2015;15:155-160.
- 27 de Ville de Goyet J, di Francesco F, Sottani V, Grimaldi C, Tozzi AE, Monti L, Muiesan P. Splitting livers: Trans-hilar or trans-umbilical division? Technical aspects and comparative outcomes. *Pediatr Transplant*. 2015;19:517-526.
- 28 Kimura K, Yoshizumi T, Itoh S, Harimoto N, Motomura T, Harada N, Nagatsu A, et al. Efficacy of recombinant thrombomodulin for DIC after deceased donor liver transplantation: a case report. *Surg Case Rep*. 2016;2:81.
- 29 Sepulveda A, Scatton O, Tranchart H, et al. Split liver transplantation using extended right grafts: the natural history of segment 4 and its impact on early postoperative outcomes. *Liver Transpl*. 2012;18: 413-422.
- 30 Stapleton GN, Hickman R, Terblanche J. Blood supply of the right and left hepatic ducts. *Br J Surg* 1998;85:202-207.
- 31 Hashimoto K, Quintini C, Aucejo FN, Fujiki M, Diago T, Watson MJ, et al. Split liver transplantation using Hemiliver graft in the MELD era: a single center experience in the United States. *Am J Transplant*. 2014;14:2072-2080.

謝辞

本稿において使用した図・動画は King's College Hospital, London, UK の M. Rela 教授、および Queen Elizabeth Hospital, Birmingham, UK の P. Muiesan 教授、また ESOT 開催の split liver hands-on course の教材より提供いただいた。