

厚生労働科学研究費補助金（難治性疾患等克服研究事業
（免疫アレルギー疾患等予防・治療研究事業 移植医療研究分野））
分担研究報告書

「心臓摘出のアニメーション・e-ラーニング作成およびシミュレーション指導」

研究分担者 氏名 福嶋教偉 所属・役職 大阪大学・寄付講座教授
研究分担者 氏名 小野 稔 所属・役職 東京大学・教授
研究協力者 氏名 齊藤 綾 所属・役職 東京大学・講師

A. 研究目的

臓器移植法改正後、臓器提供数が急速に増加しており、提供側・移植側での医療体制確立が求められる。我が国では1ドナーから多くの臓器が摘出される特徴がある。従って、心臓、肺、肝臓、膵臓、腎臓が同時に摘出される多臓器摘出となるため手術の難易度が高く、現場での教育が困難であり、一部の経験ある術者でなければ手術の遂行が難しい現状がある。

本研究では安全かつ確な多臓器摘出に向けての教育プログラムを確立する中で、心臓摘出の手技を確立し、教育のための心臓摘出のアニメーション・e-ラーニング作成およびシミュレーション指導を行うことである。

B. 方法

1. 心臓移植施設の摘出担当者、日本移植学会の臓器採取マニュアル作成委員会などと心臓摘出手技について検討し、作成した心臓移植摘出マニュアルを研修用に改変し、2の実践の前に若手移植医に対して講義を行った
2. 1の手技に従いながら、他の臓器の分担研究者とともに、若手心臓血管外科医の前で、豚を用いて心臓摘出を行い、引きついて10組の若手移植医がブタを用いて多臓器提供における心臓摘出の実践をおこなった。
3. ドナーの情報を得て、心臓移植後の心機能（グラフト不全）に影響する因子を検討した

C. 結果

1. 基本的な手技をまとめ、心臓移植摘出マニュアルを改変した
2. 講義・デモ後に、若手移植医が心臓摘出の実践を行ったが、摘出術中に心停止をきたしたチーム、肺動静脈に切り込んだチーム、逆に十分な心房・上下大静脈の吻合ラインを確保できなかったチームなどがあつた。また、心停止から摘出終了までに10分以上要していたチームが多かつた
3. ドナーの情報を得て、ドナー年齢、摘出時のアドレナリン・ノルアドレナリンの使用、虚血時間などが心臓移植後の心機能と相関する傾向があつた

D. 考察

心臓摘出の手技は机上では普段の心臓血管外科手術と比較して難しくないと思われる術式であるが、多臓器提供になった場合、普段組まないチームと手術をすること、肺や肝臓との間で切離線の競合があること、豚は人に比べて小さいことなどから、半分近いチームで心臓摘出に課題が残つた。

大人数のところでデモを行っても、研修者が手技を細部まで観察することはできないため、本研究の目的であるアニメーションなどを用いた、わかりやすい採取手技のDVDが必要であると考えられた。また、今回のような研修会をもっと頻回に行う必要があると考えられた。

E. 結論

心臓移植摘出マニュアルを改変し、講義、デモと実践の研修を行った。知識は高まったが、実践では、半分近いチームで心臓摘出に課題が残つた。アニメーションを用いた摘出手技を示したDVDと研修会の必要性が明らかとなつた。

A. 研究の目的

臓器移植法改正後、臓器提供数が急速に増加しており、提供側・移植側での医療体制確立が求め

られる。我が国では1ドナーから多くの臓器が摘出される特徴がある。従って、心臓、肺、肝臓、膵臓、腎臓が同時に摘出される多臓器摘出となる

ため手術の難易度が高く、現場での教育が困難であり、一部の経験ある術者でなければ手術の遂行が難しい現状がある。

本研究では安全かつ確かな多臓器摘出に向けての教育プログラムを確立する中で、心臓摘出手技を確立し、教育のための心臓摘出のアニメーション・e-ラーニング作成およびシミュレーション指導を行うことである。

研究方法

1. 心臓採取マニュアルの作成

心臓移植施設の摘出担当者、日本移植学会の臓器採取マニュアル作成委員会などと心臓摘出手技について検討し、以下の心臓移植摘出マニュアルを作成した

2. 教育用アニメーション DVD の作成

初年度は 1 の手技に従いながら、他の臓器の分担研究者とともに、教育用アニメーション作成のために、豚を用いて心臓摘出を行った

3. 心臓採取術の講義と確認テスト

次年度は、4 の実践の前に若手移植医に対して講義を行い、その後、以下の内容の確認テストを施行した

第 1 回心臓摘出シミュレーション 確認テスト

氏名 出身大学 卒業年次

心臓の臓器摘出に際して

- 1) 開胸時、心嚢液が血性であった。対処法は？
- 2) 奇静脈を剥離時に出血を来した。対処法は？
- 3) 臓器剥離中に徐脈となり、血圧が低下した。対処法は？
- 4) 臓器剥離中に頻脈となり、血圧が低下した。対処法は？
- 5) 剥離中に、左上大静脈の遺残を発見した。対処法は？
- 6) 肺の摘出もある場合、肺静脈を傷つけないようにするため、どのように工夫するか？
- 7) 心停止後左心耳を切開し、ドレナージをしたが、遺流が悪く、左心室が拡張してきた時の対処法は？

4. 若手心臓血管外科医の実地研修

1 の手技に従いながら、他の臓器の分担研究者とともに、若手心臓血管外科医の前で、豚を用いて心臓摘出を行い、引きついて 10 組の若手移植医がブタを用いて多臓器提供における心臓摘出の実践をおこなった。

5. 心臓移植後の心機能(グラフト不全)に影響する因子の検討

ドナーの情報を得て、心臓移植後の心機能(グラフト不全)に影響する因子を検討した

C. 研究結果

1. 心臓採取マニュアルの作成

心臓採取マニュアル

脳死患者は除神経状態にあるために、丁寧にゆっくりと手術台に移動し、できる限り血圧の低下を起こさないようにする。両上肢はシーツなどで包んでベッドに固定する。体毛がある場合には、体幹前面・陰部・鼠径部を剃毛する。消毒は、前頸部から体幹・両鼠径部まで行う。皮膚切開を胸骨切痕から恥骨レベルまで行うことができるようにドレーピングをする。中心静脈カテーテルは内頸静脈から留置されていることが多いが、浅く引き抜けるように固定をはずしておく。

JOTN コーディネーターがご家族の意志の最終確認を行い、摘出前に手術室内の全チームへ承諾が得られていることを伝えることになっている。摘出手術に関わる全員が黙祷を行い、摘出手術が開始される。胸部では、心臓チームと肺チームが交互に剥離操作ならびに臓器評価を進め、同時並行で腹部では、肝臓チームを中心に剥離操作・臓器評価が行われる。限られた術野に胸部 2 名、腹部 2~3 人が立ち、胸部と腹部の操作が同時並行で進むため、胸部と腹部のチームは声を掛け合い、お互いに譲り合いながら操作を進めることを心がける。メディカルコンサルタントが摘出手術まで立ち会っていない場合には、心臓チームの責任者が中心者となって血行動態を含めた管理に注意を払い、呼吸循環管理を行っている麻酔科医等とよくコミュニケーションをとり、安全に摘出手術が進行するように配慮する。

胸骨正中切開を行うが、腹部正中切開とつながることが普通である。心膜を縦切開して、ペアンなどで吊り上げる(皮膚に縫合しない)。心臓表面、特に冠状動脈を視診および触診で確認し、外表奇形や冠動脈硬化がないことを確認する。SVC は奇静脈が見える程度まで剥離して、テープまたは 2 号の絹糸を回しておく。損傷に注意しながら IVC を心嚢内でできる限り剥離して、テープまたは 2 号の絹糸を回しておく。上行大動脈から弓部近位部まで剥離しておくとの後の摘出が容易となる。

腹部を含めた摘出予定臓器の剥離が完了してからヘパリン(4~5mg/kg)を投与する。ACT は通常

測定していない。大動脈基部に心筋保護液灌流用針を立てる。肺の提供がある場合には、肺チームがフラッシュ液灌流用カニューレを肺動脈主幹部の遠位にタバコ縫合をかけてから挿入する(図1)。

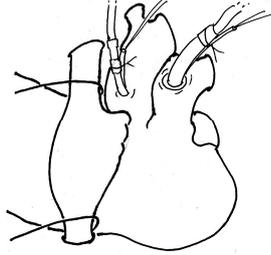


図1

中心静脈カテーテルを呼吸循環管理医に浅めに引き抜いてもらう。ここで、各臓器チームが必要とするドナー血液を心筋保護液灌流用針などから採血する。肺提供がある場合には、大動脈遮断に先立ちプロスタグランジンが PA 内へ投与されるが、血圧は必ず著しく低下するが特に処置は行わない。

SVC を奇静脈流入部で結紮する。IVC を横隔膜上ギリギリで長い鉗子で遮断して IVC・RA 接合部を大きく切開する。大動脈遮断はできる限り上行遠位部で行い、心筋保護液を投与する。肺フラッシュ液も引き続き投与されるために、左心耳を大きく切開してフラッシュ液のドレナージを行う(図2)。



図2

日本では心保存液として Celsior を使用することが多く、20~30ml/kg を投与している。60~80mmHg の灌流圧で投与する。投与中はアイススラッシュを心嚢内に入れて心筋温を下げるようにする。この間、RA および左心耳からのドレナージ液を2系統の吸引を利用してしっかりと吸引する。

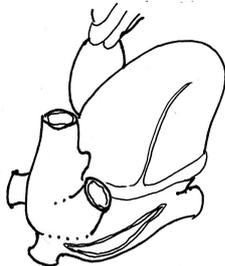


図3

投与終了後、SVC を長めに切断する。IVC・RA

切開線から背側に向かい LA に到達する。LA/PV 間の切離線は肺提供がある場合には、PV のカフをある程度残すように気をつける。左回りに左心耳の付け根まで進み、次に右回りに LA を切離する(図3)。

LA 頭側では、右 PA を損傷しないように気をつける。上行大動脈を長めになるように遮断鉗子の手前で切離する。十分な長さを確保するために、遮断鉗子はずして弓部で切離してもよい。PA 切離線は肺提供がある場合には、主幹部の天井を残すようにする。ここでは左 PA へ切り込みすぎないように注意する。最後に大血管後面の結合織を切離して摘出は完了する(図4)。

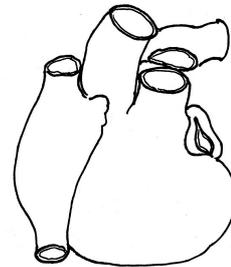


図4

バックテーブルで冷生食または冷保存液を用いて血液を洗い落とし、卵円孔の有無を確認する。搬送用ビニール袋へ入れて、心臓が浸る程度に冷保存液の残りを入れて空気を十分に抜いてから二重に縛る。ビニール袋詰めをさらに2回行ってもよいし、2重にビニール袋詰めを行って、これを密閉式滅菌金属容器に入れてもよい(図5)。

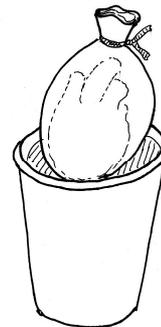


図4

3重袋または密閉式金属容器を大型のアイスボックスに入れて周囲に氷または保冷剤を詰めて位置を安定させてしっかりフタを閉じる。安全のためにベルトをさらに回してもよい。

Pitfall

肺の提供がある場合、肺静脈には切り込まず、数 mm 程度の左房カフを必ず残すようにする。肺の提供がある場合には、特に左肺動脈に切り込まないように気をつける。

下大静脈の遮断は横隔膜に鉗子をしっかりと押し当てて行い、下大静脈のカフを心臓側に残

すようにすると移植が行いやすい。

2. 教育用アニメーション DVD の作成

初年度は 1 の手技に従いながら、他の臓器の分担研究者とともに、教育用アニメーション作成のために、豚を用いて心臓摘出を行い、現在 DVD 作成中である

3. 心臓採取術の精義と確認テスト

次年度は、4 の実践の前に若手移植医に対して、添付のようなスライドも父いて講義を行い、その後、以下の内容の確認テストを施行した

昭和 56 年～平成 18 年卒の心臓血管外科医(計 9 名：平成 10 年以降 5 名)が受講し、確認テストを行った。

心臓の臓器摘出に際して

1) 開胸時、心嚢液が血性であった。対処法は？

正答は、心臓の外傷(大動脈解離を含む)の有無のチェックと癌性・結核性を疑う際には、細胞診を行う。ほぼ全員、上記いずれかを回答。

2) 奇静脈を剥離時に出血を来した。対処法は？

正答は、出血部の上下を結さつ又は taping(場合によっては縫合止血)で、全員正答。

3) 臓器剥離中に徐脈となり、血圧が低下した。対処法は？

正答は、心臓を直接ペースング(体外ペースングは無効なことが多い)を行う。それでも血圧が上がらなければ、可能な限り、輸血・アルブミンの補液を行う。剥離操作の中止、出血のチェックという回答があったが、剥離を中止しても徐脈は治らないことが多く、出血では一般的に頻脈となる。アトロピンという回答が 1 名あったが、脳死者の徐脈にはアトロピンは無効である。

4) 臓器剥離中に頻脈となり、血圧が低下した。対処法は？

正答は、心肺の圧迫による心臓への還流血の減少、心臓の操作による上室性頻脈が多いので、まず剥離操作を中止する。出血も頻脈の原因となるので、胸部・腹部で出血がないかを確認する。加えて、輸血・アルブミン投与を行う。

除細動を行うという回答があったが、電気的除細動は心筋を傷害するので、可能な限りしない方がよい。まず原因の除去に努める。ほぼ全員正答。

5) 剥離中に、左上大静脈の遺残を発見した。対処

法は？

正答は、まず他に先天性奇形はないかを調べ、冠静脈洞の異常の有無を確認した上で、taping する(左右の交流があり、右上大静脈が充分太ければ、その際に結さつしても良い)。先天性奇形、還流部のチェックをしないで結さつと回答した人が 6 名あった。

6) 肺の摘出もある場合、肺静脈を傷つけないようにするため、どのように工夫するか？

正答は、鋏の先を可能な限り心臓側に向け、左右肺静脈を観察しながら切離する。全員正答。

7) 心停止後左心耳を切開し、ドレナージをしたが、還流が悪く、左心室が拡張してきた時の対処法は？

正答は左房下面を切開する。ザルドレンなどの挿入と回答した人が 5 名いたが、ザルドレンで心房(特に心耳)を損傷したり、ザルドレンを吸引する吸引管がなかったり(ザルドレンを採取セットに入れていない施設も多い)するので、時間的にも左房下面の切開が確実である。

4. 若手心臓血管外科医の現地研修

1 の手技に従いながら、他の臓器の分担研究者とともに、若手心臓血管外科医の前で、豚を用いて心臓摘出を行い、引きついて 10 組の若手移植医がブタを用いて多臓器提供における心臓摘出の実践をおこなった。

摘出術中に心停止をきたしたチーム、肺動静脈に切り込んだチーム、逆に十分な心房・上下大静脈の吻合ラインを確保できなかったチームなどがあった。また、心停止から摘出終了までに 10 分以上要していたチームが多かった

5. 心臓移植後の心機能(グラフト不全)に影響する因子の検討

心臓移植後の 10 年生存率は 90%であり、30 日以内死亡は 1 例のため、グラフト不全の有意な因子を検討することはできなかった。諸家の文献的考察と、移植後早期のグラフト不全を、機械的補助の使用、アドレナリンの使用、1 週間以上のカテコラミンの使用と定義すると、下記のような因子が考え、大阪大学での心臓移植症例で検討すると、以下のような因子がグラフト不全に影響すると考えられたので、概説する

1) 心筋障害・心病変の存在

脳死完成時の多量のカテコラミンの放出(catecholamine storm)・心停止の影響、胸部外傷による心挫傷、心肺蘇生(特に開胸マッサージ)、

あるいは脳死前にすでに存在した心病変などにより、脳死心においては程度の差はあるものの、心筋障害が存在することが予測される。

脳死前にすでに存在した心病変については、修復可能な先天性心疾患（心室中隔欠損、心房中隔欠損、動脈管開存など）、心機能が保たれ修復可能な弁膜症（大動脈狭窄症、三尖弁閉鎖不全など）、1-2 本程度の冠動脈バイパス手術を要する冠動脈疾患などは、移植前に心機能を評価した上で、心臓ドナーとして妥当か判定する。肥大心（心室壁厚 15 mm 以上）は虚血に弱いため、慎重に適応を判断する。

心筋障害・心病変の程度を測るには、スワンガンツカテテルによる血行動態指標や冠動脈造影ができることが望ましいが、我が国ではそのような検査を行えることはほとんどないので、カテコラミン必要投与量、心エコーによる心機能評価、心電図などを用いている。

一般に脳疾患治療中は脳浮腫予防のため、患者は脱水状態となっていることが多く、心臓は hyperdynamic になっていることが多い。従って、十分な輸液により中心静脈圧を適正範囲に維持した後に、血行動態・心機能評価を行う必要がある。また、ヘモグロビン濃度、電解質、酸塩基平衡状態が適正に維持されていることを確認することも重要である。ドナー管理のところに詳細を記載したが、脳死ドナーでは抗利尿ホルモン (ADH) を使用して、尿崩症、末梢血管の tone の低下、アドレナリン受容体の親和性の低下を補正してから、心機能を評価することが望ましい。

カテコラミン投与量に関しては、施設によって許容上限が異なるが、一般にはドーパミンにして 15 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ 以下、アドレナリン、ノルアドレナリンを必要としないことが条件とされる。統計的に有意差はないが、ドーパミン勘算で 15 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ 以上、ノルアドレナリンの使用例で、グラフト不全の症例が多い傾向にある。

心肺蘇生を要したドナーの場合でも、蘇生後の経過・脳死前からの心疾患の有無な調査した上で、心機能が改善していれば、心臓ドナーとして妥当な場合が多い。

我が国では心肺蘇生を要したドナー心が多く移植されているが、必ずしもグラフト不全と相関はない。しかし、総虚血時間が長く、高齢ドナーか

らの移植は現在あまり行われていない

2) 総虚血時間 (Total Ischemic Time ; TIT)

ドナー心が血行遮断されてから、レシピエントに移植され、血行が再開されるまでの時間、いわゆる TIT と術後死亡率には正の相関関係が認められている。したがって、TIT は短ければ短いほど成績がよいということになるが、一般的には 4 時間が一応の適応限界とされてきた。実際、国際心肺移植学会 (ISHLT) の統計報告でも 6 時間を超えると移植後の予後に影響すると報告されている。

しかしながら、施設によってはこれ以上の TIT を受け付けているところもある。特に小児の心移植においては 8 時間を超えても問題ないとの報告が多い。TIT を延長する試みとしては、数多くの実験が報告され、それぞれに良好な結果が報告されている。特に保存液の改良や白血球除去 terminal cardioplegia の使用により、より長い TIT を許容する施設が増加している。

我が国では、各交通機関の活用により、心虚血時間は 5 時間以内にできており、TIT 単独での有意差はでていない。ただ、心筋肥大、高齢のドナーでは 4 時間以上を超える場合は、辞退している施設が多い

3) 高齢者ドナー

一般的に高齢者ドナーにおいては、冠動脈硬化、心肥大、弁膜疾患などによる器質的病変により心筋ダメージを受けている危険性が若年者ドナーに比べて高く、Young らの報告ではドナー年齢が 50 歳以上のレシピエントは、ドナー年齢 50 歳以下のレシピエントに比し、有意に術後の生存率が低かったと報告している。また本年の ISHLT 統計では移植後 1 および 5 年後においてドナー年齢は有意の危険因子であったと報告している。さらに心臓移植後慢性期の最大の問題点である心移植後冠動脈病変の発生においてドナー年齢は有意の危険因子であったとの報告も認められる。したがって、高齢者ドナーにおいては冠動脈造影、心エコーによる注意深い心評価が重要である。欧米では、男性 50 歳以上、女性で 45 歳以上のドナーにおいては冠動脈造影をルーチンに施行することが推奨されており、有意の冠動脈狭窄を有するドナー心の利用は禁忌とされている。Laks らは、有意の冠

動脈狭窄を有する症例においても、心移植時にバイパス術を併用しこれを積極的に利用し良好な急性期成績を得たと報告しているものの、これらの遠隔期冠動脈病変の推移は不明である。判断が困難なのは、冠動脈病変を有しているものの有意狭窄でない場合の適応判定である。これについては、各移植センターにおいて、対応するレシピエントの状態、年齢などを考慮して適応が決定されることになるが、こういった場合、移植後冠動脈病変の進展が促進されるとの危惧があることを十分に年頭におく必要がある。

4) 体格差・性差

一般に、ドナー体重が、レシピエントの体重の80%以上あることが、必要条件とされている。しかし、レシピエントの肺血管抵抗、肺動脈圧が高値である場合はレシピエント体重を上回るドナーからの移植が望ましいとされている。さらに、女性のドナーから男性のレシピエントへの移植では、術後の graft failure が他の組み合わせに比し、高率であるとの報告がある。したがって、この組み合わせではさらに必要体重を高めに設定する必要がある。また、身長、体重からのみでは必ずしも、心臓のサイズを規定できるものではなく、最終評価段階における心臓のサイズの評価も極めて重要である。

5) 感染症

細菌感染症に関しては、明らかな敗血症状態、あるいは弁膜上に vegetation が認められる場合以外は、禁忌とはならないとされている。血液培養検査で陽性となった場合でも、グラム陽性菌であれば、transmission されることはないとの報告が多い。一方、グラム陰性菌や真菌が血液培養で陽性に検出された場合は、高率にレシピエントに transmission され敗血症や、縦隔炎をきたしたとの報告が認められる一方で、こういった場合でも、特に術後生存率に差異は認めなかったとの報告も認められる。近年の左室補助人工心臓のポケット感染では、移植を行い、装置を取り除くことが唯一の治療法であり、移植後も特に高率の感染症の発生を認めていないとの経験から、こういった細菌感染ドナーでも積極的に利用しようという施設も認められてきている。

ウイルス感染では、HIV、B型肝炎表面(HBs)抗原陽性ドナーは禁忌とされている。B型肝炎に関しては core 抗体陽性の場合、B型肝炎ウイルス抗体製剤を使用することで対応している。

C型肝炎ウイルス(HCV)抗体が陽性の場合、約80%程度の確率でウイルス感染から肝炎を発症し、有意に術後生存率に影響を与えたとの報告があり、欧米では抗体陰性のレシピエントに対しては禁忌としている施設が多い。我が国では、HCV陽性ドナーからの心臓移植は認められていない

D. 考察

心臓摘出の手技は机上では普段の心臓血管外科手術と比較して難しくないと思われる術式であるが、多臓器提供になった場合、普段組まないチームと手術をすること、肺や肝臓との間で切離線の競合があること、豚は人に比べて小さいことから、半分近いチームで心臓摘出に課題が残った。

大人数のところでもデモを行っても、研修者が手技を細部まで観察することはできないため、本研究の目的であるアニメーションなどを用いた、わかりやすい採取手技のDVDが必要であると考えられた。また、今回のような研修会をもっと頻回に行う必要があると考えられた

E. 結論

心臓移植摘出マニュアルを改変し、講義、デモと実践の研修を行った。知識は高まったが、実践では、半分近いチームで心臓摘出に課題が残った。アニメーションを用いた摘出手技を示したDVDと研修会の必要性が明らかとなった。

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Fukushima N, Extended criteria donors (ECD) in heart transplantation. Marginal Donors, Editors: Asano T, Fukushima N, Kenmochi T, Matsuno N, Schpringer Japan 2014 (in press)
- 2) Fukushima N, History of marginal donors in the world. Marginal Donors, Editors: T Asano T, Fukushima N, Kenmochi T, Matsuno N, Schpringer Japan 2014 (in press)
- 3) Fukushima N, Management of extended criteria donor. Marginal Donors, Editors: Asano T, Fukushima N, Kenmochi T, Matsuno N, Schpringer Japan 2014:
- 4) Fukushima N, Donation after cardiac death for heart transplantation. Marginal Donors, Editors: Asano T, Fukushima N, Kenmochi T, Matsuno N, Schpringer Japan 2014 (in press)
- 5) Fukushima N, Ono M, Saiki Y, Kubota S, Tanoue

- T, Minami M, Konaka S, Ashikari J. Japanese Strategies to Maximize Heart and Lung Availabilities: Experience from 100 Consecutive Brain-Dead Donors. *Transplant Proc.* 45; 2871-2874, 2013.
- 6) Fukushima N Chapter 2: Donor Assessment and Management for Maximizing Organ Availability. *Organ Donation and Organ Donors: Issues, Challenges and Perspectives.* Nova Science Publishers, Inc 2013
 - 7) Fukushima N, Ono M, Saiki Y, Minami M, Konaka S, Ashikari J. Donor evaluation and management system (medical consultant system) in Japan: experience from 200 consecutive brain-dead organ donation. *Transplant Proc.* 45(4):1327-30, 2013.
 - 8) Konaka S, Shimizu S, Iizawa M, Ohkawara H, Kato O, Ashikari J, Fukushima N. Current status of in-hospital donation coordinators in Japan: nationwide survey. *Transplant.* 45(4): 1295-300, 2013.

2. 学会発表

- 1) Fukushima N. Donor Assessment and Management for Maximizing Organ Availability. CAST 2013 (Kyoto)
- 2) Fukushima N, et al. Heart donation in Japan before and after revision of Japanese Transplantation Act. ISODP2013 (Sydney)
- 3) Fukushima N, et al. Trial of education program of In-hospital coordinators in Japan. ISODP 2013 (Sydney)
- 4) Fukushima N. Current Status of Deceased Organ Transplantation in Japan. 13th Japan Russia International Symposium (Osaka)

他

G. 知的財産権の出願・登録取得状況(予定を含む)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案特許
なし
3. その他
特になし