

臨床報告

東京医科大学初の脳死下臓器提供を経験して  
The first experience of organ transplantation from a brain-dead donor  
in Tokyo Medical University

諸角純也<sup>1)</sup> 太田祥一<sup>1)</sup> 東彦弘<sup>1)</sup>  
黒木雄一<sup>1)</sup> 新井隆男<sup>1)</sup> 三島史朗<sup>2)</sup>  
行岡哲男<sup>2)</sup>

Junya MOROZUMI<sup>1)</sup>, Shoichi OHTA<sup>1)</sup>, Hikohiro AZUMA<sup>1)</sup>,  
Yuichi KUROKI<sup>1)</sup>, Takao ARAI<sup>1)</sup>, Shiro MISHIMA<sup>2)</sup>,  
Tetsuo YUKIOKA<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>東京医科大学八王子医療センター救命救急センター

<sup>2)</sup>東京医科大学救急医学

<sup>1)</sup>Emergency and Critical Care Medicine, Tokyo Medical University Hachioji Medical Center

<sup>2)</sup>Emergency and Critical Care Medicine, Tokyo Medical University

**【要旨】** 今回、当救命救急センターでは東京医科大学（以下、大学）初（本邦では58例目）となる脳死下臓器提供（法的脳死判定では59例目）に、著者は救急医および主治医として来院時より総合的な患者管理に携わった。ドナー管理では臓器移植に適した安定した状態に臓器を保護する必要があり、専門的な知識や管理が要求され、主治医および当該診療科の対応だけでは困難に思われた。臓器提供は法律の遵守やその高い専門性ゆえに特殊業務と捉えられることもあるが、当該診療科にとっては日頃従事している通常業務の一端にすぎない。しかし、ドナー管理に必要な高い専門性は、多くの日常業務に支障をきたす可能性が考えられ、ドナー施設全体での移植医療への理解および体制作りによる移植業務の分担が必要と考えられた。当センターには移植外科医および移植コーディネーターが常勤し、今後の臓器移植の発展の可能性が十分に秘められている。また、当救命救急センターでは重症患者の救命が極めて困難と予測される場合、患者本人の臓器提供への意思表示の確認や、家族の臓器提供への理解を求めるといったオプションを提示している。こうした個々の部署が移植医療に対する理解の向上に努め、さらに本学全体で移植医療への体制作りを行うことにより、移植医療への取り組みはさらに強化されると考えられた。

2008年2月25日受付、2008年4月3日受理

キーワード：脳死、法的脳死判定、脳死下臓器提供、臓器移植

（別冊請求先：〒193-0998 東京都八王子市館町1163 東京医科大学八王子医療センター 救命救急センター 諸角 純也）

Tel: 042-665-5611（内線：7797）

## はじめに

1997年10月16日、「臓器の移植に関する法律」(以降「臓器移植法」)が施行された。この後、初めて臓器移植が行われたのは1999年2月で、以降2007年7月現在までに57例(法的脳死判定は58例)を数えている。2007年7月現在までに行われた臓器移植は脳死下、心停止下あわせて約2千例(心臓:48件、肺:37件、肝臓:42件、腎臓:2,014件、膵臓:41件、小腸:3件)である。これに対し、臓器移植ネットワークを介して、現在では約1万2千人の臓器移植希望者(心臓:99人、肺:133人、肝臓:165人、腎臓:11,746人、膵臓:150人、小腸:2人)の登録が行われている。

今回われわれは58例目の臓器移植(法的脳死判定では59例目)に主治医として携わったので、その経過について本人および家族の許可の範囲内で報告し、本学での今後の脳死下臓器提供の課題について検討した。

## 症 例

症例: 男性

既往歴: 甲状腺疾患にて約20年前に垂全摘出。

入院時現症: 平成19年8月、外出先にて倒れ、当救命救急センターに救急搬入、くも膜下出血と診断された。初期治療中に意識レベルがJCS II-20からIII-200に低下、循環動態も悪化し経口気管挿管、人工呼吸管理、昇圧薬(ドパミン)を開始し、同日集中治療室に入室した。この際、患者本人の所持品から臓器提供意思表示カードを確認し、ひとまず家族に返却した。

入院経過: 入院2日目、自発呼吸消失、瞳孔散大、脳幹反射消失し、脳死の臨床徴候を認めた。脳波および聴性脳幹反応(Auditory Brain-stem Response, 以下ABR)を施行し、脳波は徐波波形、ABRはI~III波を認めた。家族に検査結果と継続加療の方針を説明した。同時に法的脳死判定の可能性について説明し、臓器提供意思表示カードの所持を再度確認し、家族の同意について検討を求めた。また、同日中に移植コーディネーターに連絡し、一般的な臓器提供に関する説明の必要性を伝えた。

入院4日目、当センターの法的脳死判定委員を招集し、主治医より症例報告を行った。また、主治医と移植コーディネーターが家族と面会し、一般的な臓器提供に関する説明を行った。

入院5日目朝、脳波が平坦脳波(Electrical Cerebral

1. 深昏睡
2. 瞳孔が固定し、瞳孔径が左右とも4mm以上であること。
3. 脳幹反射の消失
4. 平坦脳波

①以上の4つの判定基準項目に係る検査を1回行い、それらの項目のすべてが満たされている場合には、臨床的脳死と判断(診断)する。

②法的脳死判定を前提に臨床的脳死の判断(診断)を行う場合には、必ずしも無呼吸テストを行う必要はない。

③臨床的脳死の判断を行う医師の資格は規定されていない。

図1 臨床的脳死の判断(診断)

Silence; ECS)に変化したため、法的脳死判定委員会に臨床的脳死判定を依頼した。同日13時より臨床的脳死判定が行われ、午後3時50分臨床的脳死と診断された(図1)。家族に診断結果を伝えた後、午後10時30分に来院され、家族に移植コーディネーターとともに法的脳死判定および脳死下臓器提供について説明、同意を得て承諾書を作成した。承諾書作成後、法的脳死判定委員会に法的脳死判定を依頼し、翌日午前8時から法的脳死判定を開始する予定となった。しかし、深夜になり血圧が徐々に低下し、昇圧薬を追加投与(バソプレシン、ノルアドレナリン、ドブタミン)および増量して血圧を維持し、この経過を法的脳死判定委員会に伝えた。

入院6日目、午前4時05分から1回目の法的脳死判定が開始された(図2)。所要時間は1時間50分で午前5時55分に終了した。この後直ちに臓器移植ネットワークでは、移植のためのレシピエントおよび摘出チームの選定が行われた。臓器移植法の規定通り、1回目終了から6時間後の午前11時55分より2回目の脳死判定が開始され、午後1時23分に終了し脳死が確定された。脳死確定直後、移植コーディネーターを介して臓器移植ネットワークから、レシピエントに通達が行われた。家族に法的脳死判定の結果と患者死亡時刻を伝え、移植コーディネーターを交えて、再度臓器提供の同意を得、さらにマスコミへの公表内容を打ち合わせした。午後8時、ドナー施設として、当該診療科および脳死判定医、副センター長による記者会見を院内で行った。午後9時、臓器移植ネットワークから移植管理のため1名医師が派遣され、主治医とともにドナー管理に携わった。午後10時頃より臓器摘出チーム(北海道大学、東北大学、東京大学、東京女子医科大学)が到着し、各自でドナーの診察を行った。診察の結果、心臓、右肺、膵臓、左右腎臓の5臓器を摘出する予定となった。

入院7日目、ドナーは午前3時手術室に入室した。

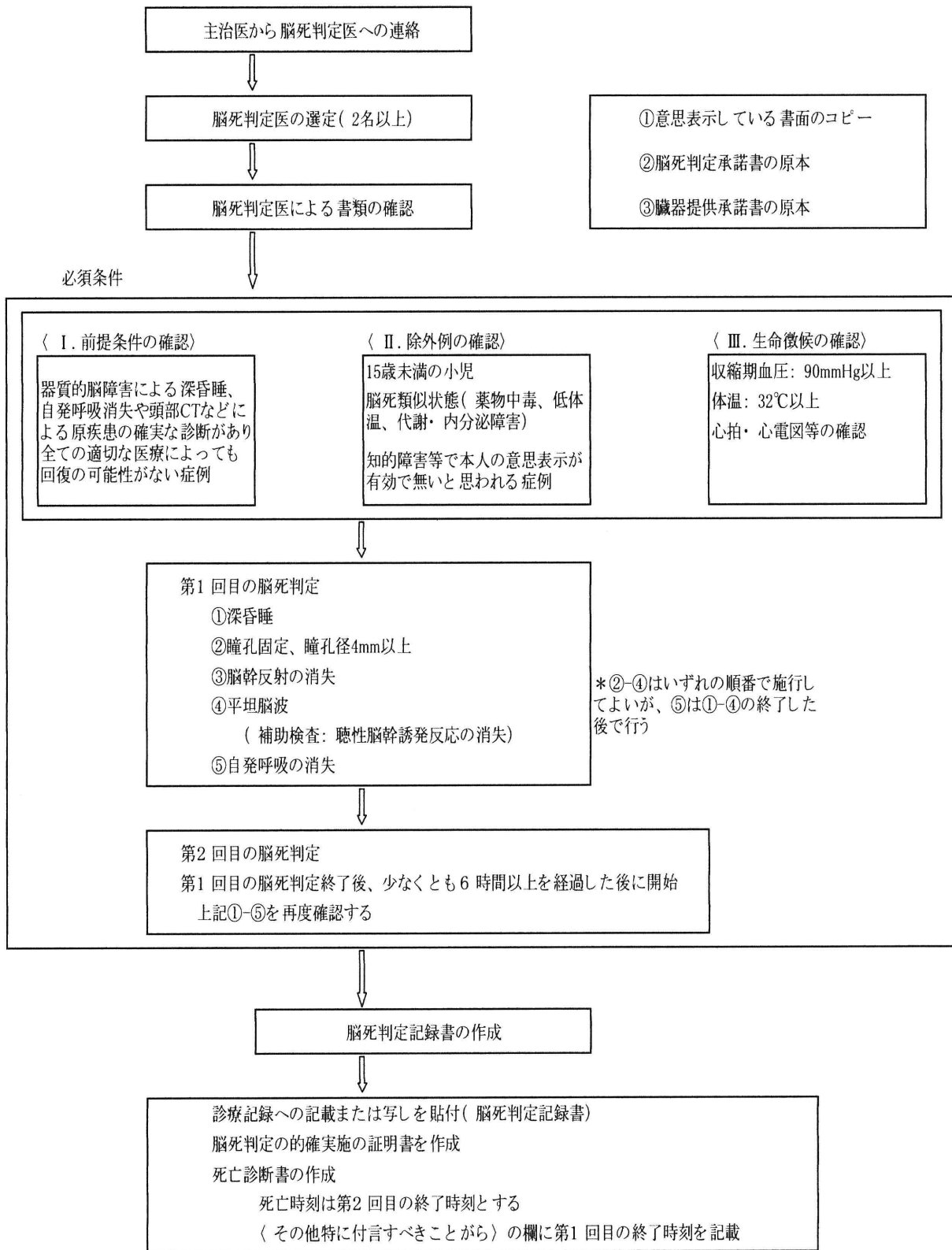


図2 法的脳死判定のフローチャート

当センターから外回り看護師2名、麻酔科医2名が臓器摘出手術に協力した。手術全体の進行は移植コーディネーターが、阻血時間が最も短い心臓に合わせ

ながら調整を行った。さらに、各チームが携帯電話でレシピエント施設側の手術進行状況を把握していた。開腹後すぐに腹水や腫瘍がないことを確認し、予定して

いた摘出臓器の最終評価が行われた。その後、大動脈が遮断され、午前5時27分に心臓が摘出され、次いで肺(午前5時40分)、脾臓、左右腎臓(午前5時41分)の順で摘出された。予定通り臓器が摘出された後、摘出チームにより体内に異物の残存が無いことを確認

した後閉創し、午前6時47分に手術が終了した。臓器摘出チームは各自で臓器のトリミングを行った後、移植コーディネーターが手配した交通手段で各施設へと戻った。東京大学はパトカー先導のタクシー、東北大学は電車、北海道大学は電車と飛行機、東京女子医

入院初日	東京医科大学八王子医療センター到着(もも下出血の診断にて集中治療室に入院)
第2病日	自発呼吸消失、腱反射消失 主治医: 家族に臓器提供意思表示カードの確認を行う
第3病日	状態変化なし 主治医: 移植コーディネーター(以下Co)へ質問のため連絡 Co: 日本臓器移植ネットワークへ質問を確認
第4病日	状態変化なし 10:00 主治医: 脳死のため、家族の来院を確認 13:00 脳死判定委員会: 臨時脳死判定委員会開催(13:40終了) 13:45 主治医およびCo: 家族と面会し、一般的な臓器提供に関する説明(脳死下提供・心停止後提供)
第5病日	状態変化なし 9:00 主治医: 臨床的脳死判定を脳死判定委員会に依頼 15:00 脳死判定委員会: 臨床的脳死判定(~15:50) 16:00 主治医: Coに臨床的脳死診断を連絡 17:00 主治医: 家族に連絡し、臓器提供の同意を口頭で得る 19:50 脳死判定委員会: Coと打ち合わせ 8月17日午前8時から法的脳死判定を開始する予定となる 21:45 家族: 病者 21:50 Co: 家族に脳死下臓器提供に関する説明 22:31 Co: 承諾書作成(脳死判定・臓器摘出: 心臓、肺、肝臓、腎臓、脾臓、小腸…本人意思)にする 22:50 Co: IHLAおよび感染症検査用採血→東京女子医大へ搬送
第6病日	血圧不安定→ドパミン・ビドレシリン・ノルアドレナリン開始、輸液速度を早める 1:30 主治医: 脳死判定委員会へ法的脳死判定の早期開始を依頼 管理当直医(脳死判定委員)と、検査部臓器検査技師に集合を依頼し、到着次第実施の方向となる 2:15 主治医: 検査部へ技師派遣連絡→対応可の返事を得る 2:35 主治医: 臓器検査担当技師が病院に向ったとの連絡を得る 2:40 主治医: 脳死判定委員に技師確保の連絡を入れ、早期判定開始が可能となる 3:57 脳死判定委員会: 第1回目の法的脳死判定開始 5:55 脳死判定委員会: 第1回目法的脳死判定終了→判定基準を満たしていると判定 8:50 Co: センター責任者(副センター長および事務部長)へ経過と今後についての打ち合わせ 10:20 家族: 病者 10:30 Co: 家族と現状経過報告および今後の予定を説明 11:40 病院事務: 家族へ控え室を案内(理事室・B4西病棟) 11:55 脳死判定委員会: 第2回目の法的脳死判定開始 13:23 脳死判定委員会: 第2回目法的脳死判定終了→基準を満たしており脳死と確定 13:30 主治医: 家族へ法的脳死判定結果報告 14:30 家族: 面会 15:45 Co: 特別会議室にて病院へ現状経過報告と今後の予定について報告(下記) 16:40 Co: 家族と面会し、マスコミへの公表内容の確認 17:30 Co: 病理医と術中検体についての対応依頼 20:30 病院+主治医: 院内記者会見 21:40 Co: 家族に移植予定患者を報告 21:45 心臓移植予定チーム代表Dr到着 21:55 心臓移植予定チーム ドナー診察 23:20 脾臓・腎臓移植予定チーム(北海道大学)到着 23:50 心臓移植予定チーム(東京大学)到着 23:55 肺移植予定チーム(東北大学)到着
第7病日	0:15 腎臓移植予定チーム(東京女子医大)到着 0:15 腹部臓器(腎臓・腎臓) ドナー診察 0:25 肺チームDr ドナー診察 1:30 摘出チーム手術室への機材搬入および準備開始 2:00 摘出チームによる合同ミーティング 2:30 手術機材展開 3:00 ドナーICUより手術室へ 3:37 執刀 4:00 腹水および胸腹部臓器に腫瘍等の異常無しと判断し病理への依頼なし 4:13 心臓の最終評価 OK 4:22 右肺の最終評価 OK 4:45 脾臓・腎臓の最終評価 OK 4:55 全身ヘパリン化23ml(0.4ml/kg) 5:15 大動脈遮断 5:16 灌流開始 5:27 心臓摘出 5:33 心臓摘出チーム手術室退室→5:41搬送開始(パトカー先導+タクシー) 5:40 肺摘出 5:41 脾臓・腎臓摘出 5:53 肺摘出チーム手術室退室→6:04搬送開始(タクシー+電車) 6:10 脾臓・腎臓摘出チーム手術室退室→6:19搬送開始(タクシー+飛行機) 6:10 腎臓摘出チーム手術室退室→6:20搬送開始(タクシー) 6:28 閉胸・閉腹終了 6:47 胸部、腹部レントゲン撮影(機材等の残存確認) 6:47 手術終了 7:00 ドナー手術室退室 8:00 手術室担当コーディネーター手術室退室 10:00 主治医+Co: 献花・お見送り

図3 脳死下臓器提供までの主な時間経過

科大学はタクシーが手配されていた。午前7時に集中治療室に帰室し、身支度を整えた後に家族が面会、主治医より手術の経過を報告した。午前10時、出棺し当センター退院となった(図3)。

費用：今回の脳死下臓器提供では、諸経費を含め総額約240万円の費用がかかった。主な内訳は、法的脳死判定後の輸血や点滴、検査などのドナー管理のため

の脳死下臓器提供管理料、臓器摘出のための移植用臓器採取術費(時間外・深夜加算含)であった。これらの費用は臓器移植ネットワークが算出し、各移植実施側に請求し当センターに支払われた。また、マスコミや家族の対応に関わる人員などの人件費や家族が遠方のため院内の個室を提供した費用などを当センターが当初負担し、後に臓器移植ネットワークに補助金と

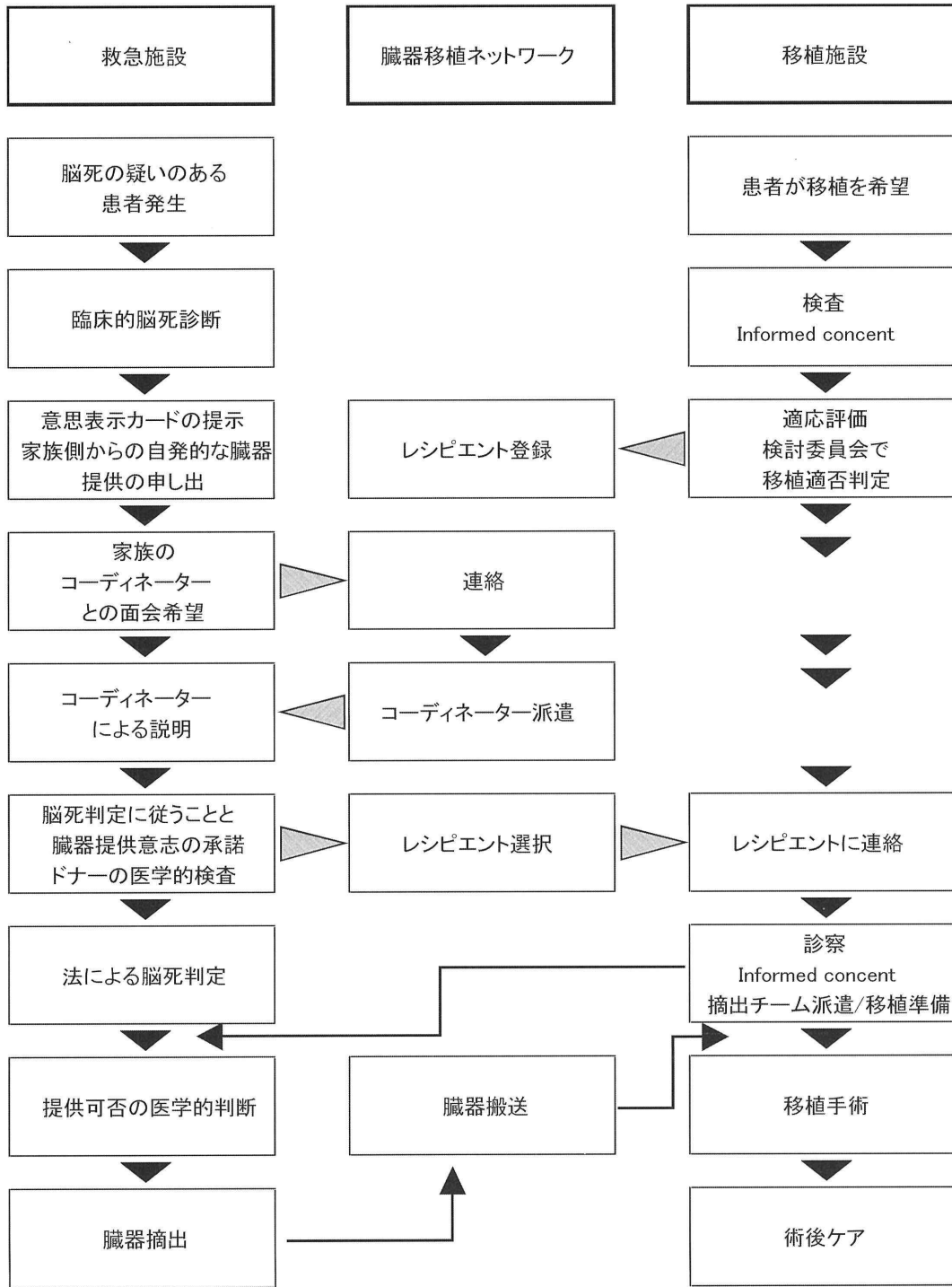


図4 脳死判定から臓器摘出までのフローチャート

して請求した (上限 200 万円)。

経過: レシピエントの手術結果や術後経過は、移植コーディネーターを通じてドナー家族および主治医に随時報告されている。また、退院したレシピエントが、地方新聞で経過報告や臓器移植への感謝を実名で述べており、同様に移植コーディネーターからドナー家族や主治医にも報告されている。

### 考 察

今回、われわれ救命救急センターは救急医および当該診療科の主治医として、来院時より総合的に患者管理に携わったが、ドナー施設で初療から法的脳死判定および臓器摘出までのドナー管理に携わる医師は主に、主治医、法的脳死判定医、臓器摘出前のドナー管理医、臓器摘出中のドナー管理医である<sup>1-4)</sup>。法律上、主治医は法的脳死判定医や臓器摘出前のドナー管理医、臓器摘出中のドナー管理医を兼任することは問題ない。実際に過去の事例では、臓器摘出前のドナー管理まで主治医が行うことが多く、脳死下臓器提供は主治医がすべての業務の中心となっているのが現状である<sup>45)</sup>。一方、法的脳死判定医は移植臓器摘出術と密接に関係する行為は行うべきではなく、臓器摘出中のドナー管理医の兼任は禁じられているため、救急医や集中治療医がドナー管理に関わる場合が多い<sup>12)</sup>。

当センターでは平成2年度に脳死判定委員会が組織され、過去に1度、委員会によるシミュレーションが行われている。今回は事前に脳死判定委員を招集し、症例報告を行い臨床的脳死診断後の対応について協議した。また、当センターには移植コーディネーターが通常職員として常勤し、臓器移植ネットワークから派遣された移植コーディネーターとともに24時間体制で臓器移植のコーディネートをを行った (図4)。今回の事例では、常駐している移植コーディネーターだけでなく、臓器移植ネットワークから派遣された数名の移植コーディネーターとも連携をとることで、臓

器摘出チームの選定、移動手段の算段、手術時間の決定や手術室の管理、さらにはドナー家族の心情などに関して多くの情報を共有することができた。また、移植コーディネーターからは過去の事例の資料や経験に基づいた助力も得ることができ、こうした連携が脳死下臓器提供を円滑に進めることができた重要な要因と考えられた<sup>6)</sup>。

ドナー管理の目標は、臓器摘出まで各臓器の灌流状態を最前に保つことにあり、脳死患者は嫌気性解糖が進行し的確な補助がなければ約20%は6時間以内に、50%は24時間以内に心停止をきたす<sup>78)</sup>。欧米では脳死確定後は脳死管理を熟知した医師やスタッフがドナー管理を担うが、経験の少ない日本では救急医や集中治療医が中心となってドナー管理を行うのが現状である<sup>5)</sup>。そのため、臓器の提供施設マニュアルでは、臓器提供に望ましい全身状態の目安が公表され、救急医あるいは集中治療医は可能な限りその目安のなかで管理を行う (図5)。また、循環維持のための昇圧薬 (カテコラミンやバソプレシン) の投与についてマニュアルでは肝、腎、脾の血流低下を招くと言及されており、臓器保護の観点から昇圧薬の高濃度投与は控え、アルブミンなどの投与により循環血液量を増やして血圧を確保することが望ましい<sup>9)</sup>。本症例では、深夜の血圧低下に対し、ドパミン、ドブタミン、ノルアドレナリン、バソプレシンを投与することにより血圧を維持し、脳死確定以降はアルブミンを大量に投与することで、徐々に昇圧薬の減量を行うことができた。また、昇圧薬の投与量や種類により臓器がダメージを受けると、その結果として移植不可と判断されることもあり、本症例では各昇圧薬の投与量が多いことなどを理由に肝の移植は断念された。移植臓器をより良い状態に保つためには、さらに精度の高いドナー管理が要求された。

臓器提供は法律の遵守やその高い専門性ゆえに特殊業務と捉えられがちだが、ドナーが発生した時点で

心拍数	60-120 回/分	PaO <sub>2</sub>	70-100 mmHg
収縮期血圧	90 mmHg 以上	PaCO <sub>2</sub>	35-45 mmHg
平均体血圧	60 mmHg 以上	SaO <sub>2</sub>	95% 以上
中心静脈圧	8-12 cm H <sub>2</sub> O	pH	7.35-7.45
体温	36-38°C	Hct	30% 以上
尿量	1.0-3.0 ml/kg/時間	血清 Na 値	130-155 mEq/L
血糖値	60-150 mg/dL		

図5 法的脳死判定後のドナー管理 (臓器の提供に望ましい検査値)

当該診療科にとっては日頃従事している通常業務の一端となる<sup>10)</sup>。しかし、日常の救急業務に加わる、こうした臓器提供に関わる業務は、救急医療に従事する医師が積極的に移植医療に取り組むことができない要因にもなりかねない。そのため、救急医はもとより、ドナー施設全体として移植医療に理解がなければ、業務に対する肉体的あるいは精神的なジレンマが発生し、移植医療という通常業務にも支障を生じる可能性がある。実際に今回の事例では、救急診療（ホットライン対応）の上ですべての臓器提供業務に対応するには、主治医以外の医師との協働が必要で、移植コーディネーターの助力があったにもかかわらず、主治医および当該診療科だけの移植業務への取り組みは困難に思われた。こうしたジレンマに対応するため、現在本学に組織されている脳死判定委員会以外に、移植専門医師を中心としたドナー管理チーム、ドナー家族に精神的な対応を行うカウンセラー、その他の対応を担う病院事務チーム、臓器移植業務を統轄するチームなどを整備し、全学あげて移植医療に取り組む必要があると考える。日本だけでなく、世界で移植希望者に対し臓器提供者の相対的不足が問題とされ、多様化する移植医療は今後さらに必要性が増加する医療である<sup>11)</sup>。当センターでは移植外科医および移植コーディネーターが常勤し、本学における移植医療の発展の可能性を十分に秘めている。そのため、個々の部署が移植医療に対する理解を深めよう努めることで、本学としての移植医療への取り組みはさらに強化されると考えられる。

重症救急患者の救命が極めて困難と予測される場合、われわれは本人の臓器提供への意思表示の確認や臓器提供における家族の理解を求めるといったオプションを提示している。また現在、救急集中治療領域における終末期医療について議論されており、救急医による臓器提供提示は終末期医療のオプションとして、今後の移植医療に大きく関わっていくと考えられる。

## 結 語

今回、われわれは本学初（本邦では58例目）の脳死

下臓器提供（59例目の法的脳死判定）について報告した。臓器提供には、様々な専門知識が要求されるため、個々の専門チームによる移植医療への体制づくりが必要とされた。本学全体で臓器移植に対する理解を深め、対応力を向上させることにより、本学の移植医療への取り組みはより強化されると考えられた。

## 文 献

- 1) 島崎修次、相川直樹、青木信彦、市川雅邦、唐沢秀治、菊池耕三、小中節子、塩野 茂、田中秀治、寺岡 慧、徳永尊彦、西山謹吾、貫井英明、前川剛志、横田裕行：臓器提供施設マニュアル；平成11年度厚生省厚生科学研究費補助施設（免疫・アレルギー等研究事業、臓器移植部門）「脳死体からの多臓器の摘出に関する研究」報告書。ヤマモト企画1999
- 2) 法的脳死判定マニュアル：厚生省厚生科学研究費特別研究事業「脳死判定手順に関する研究班」平成11年度報告書。日本醫時事新報社1999
- 3) 山本尚子：臓器移植施行から2年；我が国における現状と将来への展望。心臓 **13**：787-789, 1999
- 4) 寺岡 慧：脳死臓器移植のシステム。日本臨床 **63**：1879-1887, 2005
- 5) 西山謹吾：日本における脳死下臓器提供 第1例目の経験から。救急医学 **24**：1808-1811, 2000
- 6) 山崎美子：脳死からの臓器提供手術 高知赤十字病院の場合。看護管理 **9**：926-30, 1999
- 7) 嶋村 剛、陳 孟鳳、鈴木友己、谷口雅彦、工藤岳秋、下国達志、伊藤東一、古川博之、藤堂 省：ICUにおける脳死ドナー管理。Organ Biopsy **9**：21-32, 2002
- 8) Stark JL, Reiley P, Osiecki A, Cook L: Attitudes affecting organ donation in the intensive care unit. JAMA **261**：2222, 1989
- 9) Yoshioka T, Sugimoto H, Uenishi M, Sakamoto T, Sadamitsu D, Sakano T, Sugimoto T: Prolonged hemodynamic maintenance by the combined administration of vasopressin and epinephrine in brain death—A clinical study. Neurosurgery **18**：565, 1986
- 10) 行岡哲男：救急医療における組織・臓器提供—その原理的思索の試み—。日救急医学会誌 **17**：247-255, 2006
- 11) 田中紘一、伊藤 仁ほか：わが国の移植医療における臓器・組織・細胞供給—その現状と今後—。医学のあゆみ **222**：109-112, 2007