

対象者は承諾手続きにおけるキーパーソンを中心に連絡を取ることが多いが、場合によっては、退院後に家族内の関係性や役割、個々の機能に変化が生じ、キーパーソンが変わることもある。移植コーディネーターは継続的な関わりの中でそれを見極め、個々のドナー家族の状況に十分配慮し支援を行う。

臓器提供後の家族支援は、レシピエントの経過報告と臓器提供や死別に対する心情把握と支援が主となる。ドナー家族が日常の生活に戻る過程において、他者からの心ない言葉や誹謗中傷、移植医療に関する不確かな情報を見聞きした場合、ドナー家族は自分達の判断が間違っていたのかと気持ちが揺れ動き混乱することがある。移植コーディネーターは、ドナー家族の喪失感に配慮しつつ、臓器提供がドナー家族にとってどのような意味を持つか、またどのように考えているかに意識を向け関わりを持つことが重要である。家族成員のその時の心境を正確に把握し、効果的な支援（正しい情報提供、レシピエント経過報告、感情の共感、承認、支持など）を適切に実践することが求められる。

第1章 一般科目

コーディネーターの役割と体制

臓器提供病院における臓器提供システム

名取良弘 株式会社麻生飯塚病院脳神経外科 部長

<はじめに>

臓器提供病院において、臓器提供を円滑に行うには体制整備が重要である。多くの病院で取り組まれている内容は、脳死下臓器提供の際に要求される脳死判定委員会・虐待防止委員会・倫理委員会などの委員会システムの整理、マニュアル作りと定期的なシミュレーションの実施である。しかしながら、これらの取り組みだけでは、脳死や救命困難な患者に対応している医師にサポートできるシステムが出来ていないといえない。本稿では、本来、臓器提供病院に求められている、『臓器提供の意思確認』（以下、オプション提示）を標準的に行なうことを中心に本院で取り組んできたシステムを述べる。なお、本システムは臓器提供の同意を得ることが目的ではないことは、敢えて確認されたい。

<オプション提示の現状>

救命を目的としている病院の医師にとって、オプション提示を主治医が行う仕事であるという認識は殆ど無い。経験の無さなど多くのマイナス要因が更に追加される。本来、患者家族に配慮した高いレベルでのオプション提示は、主治医ではなく病状説明に同席している臓器提供コーディネーター（以下、Co）が主治医からの救命困難な説明の後に行うべきと考えるが、本邦の今日の現状では困難なため、主治医が代行しているのが実情である。現在実施しているベテランの医師の手法を教授されても、初心者が真似できる訳はなく、経験者の行っている方法の水平展開は困難と考えられる。

一医師ではなく、病院全体で広く取り組むことが重要であり、そのためには何らかの定型化（標準化）が重要と考えられた。

<オプション提示の標準化>

臓器提供についての医師への再教育を行うことは現実的に困難であるし、仮に行えたにせよ個々の医師が臨床の現場でオプション提示を積極的に行う保証は無い。また、間違った知識や誤解を患者家族に伝える可能性も高く、混乱も予想される。

『病院における医療の根本は救命であることを踏まえた上でオプション提示を行なう』ということが担保されるシステムとして当院で考えたのは、2005年4月に作製された「福岡県からのお知らせ」という行政作成のパンフレットの採用であった。この採用により、院内の医師は、病気の状態（救命困難である点）の説明を行い、患者家族から心停止時の蘇生を希望しないなどの返事を受けた後に、「現状の患者さん家族に渡すために作られた行政作成のパンフレットです。ご一読ください。」とのみ告げてパンフレットを渡すという方法

が取れるようになった。

更に、主治医の負担軽減目的よりも患者家族への精神的負担軽減の目的で、主治医から返事を求めないことも追加した。

また、行政作製のパンフレットを容易に手に入れることが出来るように院内のPCネットワーク上からパンフレットがダウンロード出来るようにした。

<情報収集の方法と結果>

病院内でオプション提示が行われた情報を集約するにはそれなりの労力を要す。今回は、パンフレットをダウンロードする同じページに、報告ページを作製し情報収集に利用した。2006年10月から運用を開始したシステムで、2010年12月末までに92例のオプション提示報告があり、このうちの9例で臓器提供の申し出があり、7例で実際の臓器提供が行われた。

患者家族にパンフレットを渡すのみのオプション提示は、正確にはオプション提示とは言えないのかもしれない。しかし、パンフレットを渡した症例の約1割からの臓器提供希望という結果から、患者家族からの申し出のきっかけになっていることに間違いは無い。

<まとめ>

オプション提示の標準化を行い実践したが、作成したシステムも完全ではない、常にフィードバックを行い、病院の身の丈にあった最善のシステムを求め、改善するという品質マネジメントシステム(QMS)の感覚を持って日々推進することが最も重要と考える。

第1章 一般科目

コーディネーターの役割と体制

諸外国における臓器移植推進システム

篠崎尚史 東京歯科大学市川総合病院角膜センター センター長

1960年代に幕を開けた臓器移植は、今日に至るまで世界中で、供給が需要を上回ったことはないであろう。世界各国において法・提供システムなどの違いから、それぞれの国の臓器提供数・移植数にバラツキはあるが、総じて言えることは、どの国も提供不足という状況にあるということである。世界で最も移植手術が行われているアメリカにおいても、人口100万人当りの臓器提供数が世界一のスペインにおいても、決して足りてはいないのである。そして、これまでの移植医療の成績から見て、臓器移植という医療の意義を否定するものはいないだろう。そうすると必然的に、臓器移植を推進するにはどうしたらよいかという流れになるのである。

ここでは、諸外国における臓器移植推進システムとして、Donor Action Program (DAP) と、Transplant Procurement Management (TPM)について紹介する。まず、DAPについてであるが、DAPを紹介するにあたり、まず述べておきたいのが、「何をするか」と「どう活かすか」という2つの視点両方が必要であり、それこそがDAPの本質であるということである。

では、「何をするか」という部分であるが、施設合意が得られ、院内に精通した担当者・委員会が設置された段階で、2つの調査を実施する。1つが、Hospital Attitude Survey (HAS: 医療従事者意識調査)で、もう1つがMedical Record Review (MRR: カルテレビュー)である。HASは、その施設のスタッフ個人の臓器移植に対する考え方、知識、どんなことにストレスを感じているか、提供システム・教育プログラムについての要望などを分析するツールである。MRRは、その症例がどういった理由により臓器提供に至らなかったのかを分析するツールである。以上の調査結果を、国際データベースに入力・分析することで、他施設、他国と比較し特徴を把握することができる。

これまで述べた部分が「何をするか」であり、前述の調査を行っただけでは臓器提供数が伸びることは、当然、ない。ここからは「どう活かすか」について述べる。HASでは、ニーズを把握することができ、ニーズに応じたセミナーなどを企画することができる。MRRでは、分析から浮かび上がる提供に至らない理由の中に、改善の余地のあるものを見出すことができる。これらから、その施設特有のボトルネックを外していく作業こそが、臓器提供増加への道なのである。脳死の兆候が確認されており状態がコントロール下にある症例で、家族に臓器提供の機会があることが告げられていない場合、多くは臓器提供に至らないであろう。この場合のボトルネックは、オプション提示の未実施である。このような状況から、オプション提示がされる状況にすることが提供数増加に大事なことであり、DAP

はそこまでの道筋のヒントを与えてくれるものである。

ついで、TPM についてであるが、これはスペインを人口当たりの臓器提供数世界一に導いたシステムである。端的に説明するならば、質の高いコーディネーターを養成することで、提供施設の負担を軽減し提供数を増加させるシステムである。臓器提供施設に、ポテンシャルドナーの見分け、脳死判定の補助、ドナー管理のできる人材を配置することで施設の負担を軽減し、同時にその人がコミュニケーションスキルを身に付け患者家族のケアを請け負う。まさしく、有能な院内コーディネーターを教育し、各施設に配置するシステムである。提供施設からすると、的確に臓器提供に協力するという観点からメリットのあるシステムになっているのである。

今回紹介した DAP、TPM の両方に共通することは、臓器移植推進機関と提供施設がパートナーシップを築いているという点である。手段は違えど、提供施設とコミュニケーションを図り、スムーズに臓器提供ができるような体制を構築する。このことが、臓器提供推進モデルとして、世界各国が導入し始めている由縁であろう。

第1章 一般科目

移植医療の普及啓発

社会的位置づけ

福嶋教偉 大阪大学医学部附属病院移植医療部 副部長

2010年7月に「臓器移植に関する法律」の一部を改正する法律が施行され、脳死臓器提供数が飛躍的に増加したが、いまだに脳死及び死体からの臓器移植の医療が日本の社会に受け入れられているとは言いがたい。臓器移植が日本に定着するには、ただ単に法律をつくれればいいというのではなく、法律の規定されている規制や手続き、あるいは医療関係者や患者を含めた国民の認識、コーディネーターとしての役割さらに、ドナーやレシピエントそして、その家族の精神的サポートなど、様々な要因が絡み合い移植という社会的な行為が完成するのである。

移植医療が定着しない原因の一つとして和田心臓移植に代表される移植医療に対する国民的な不信がいまだに残っていることがある。また、日本人の生活が変化し、いわゆる宗教的に死体臓器提供を反対する意見は減少傾向にあるが、いまだに一般的に臓器提供は社会犠牲のように考えられていることも一因であろう。

移植医療、特に臓器提供の現状を正確に一般国民に伝えることは、移植医療に対する不信感を払拭すると同時に、臓器提供したい、臓器提供したくない、臓器移植を受けたい、臓器移植を受けたくないという4つの権利がすべて対等であることを一般国民に理解してもらうには重要である。

まず、和田心臓移植の時に問題視された、①レシピエントに心臓移植の必要があったか、②ドナーが本当に脳死であったのか、③レシピエント・ドナー並びにその家族にきっちりインフォームドコンセント（IC）がとられていたかなどの問題が現在の制度で、いかに解決されたかを一般国民に啓発することが重要である。我が国では、①脳死臓器移植の登録をするには、中央の委員会の承認が必要であり、厳格なレシピエント適応判定を行っていること、②世界的にも最も厳格な法的脳死判定基準が定められ、主治医でも移植医でもない専門医が脳死判定を行っていること、③レシピエント・家族へのICが各施設で整備されたこと、④ドナーご家族へのICは提供施設・移植施設とは独立した日本臓器移植ネットワークに所属する、又は移植を受けたドナーコーディネーターが行っていることを、個人情報に注意しながら、正しく一般国民に伝えることが重要である。

その上で、移植医療の功罪を含め、臓器移植を必要とする疾患を持った患者の状況、良臓器移植の手続き、臓器移植後の成績を客観的に啓発することで、我が国における移植医療の必要性を一般国民に理解してもらうことが重要である。

一般国民への具体的な普及啓発の方法は別項を参考にしてもらいたいが、メディアやホームページなどによる非特定多数への啓発に加えて、学校教育も非常に重要である。先に述べた移植に関する4つの権利が対等になるには、周囲の意見の付和雷同するのではなく、

自分の意見を自分で考え、他人に宣言できるような資質を育成するような教育も重要である。

我が国では、医師を含めた医療関係者の教育機関で、移植医療を扱った講義・研修が少ないことも、臓器移植が普及しない原因の一つである。臓器移植について、脳死について、臓器提供についての正しい知識を、医療関係者に啓発することも重要である。

最後に移植医療の普及啓発を行うことで、移植医療に限定された課題だけでなく、ICの重要性、看取り医療の重要性、家族を失った悲嘆家族のケアの必要性、被虐待者の発見・救済、救急医療における様々な課題、小児医療の様々な課題など、我が国の医療全体を改善するような課題を一般国民に啓発するという社会的役割もあることを申し添える。

第1章 一般科目
移植医療の普及啓発
普及啓発

雁瀬美佐 社団法人日本臓器移植ネットワーク

移植医療は、善意による死後の臓器提供が無くては成り立たないため、医療の枠組みを越え、非常に高い社会性を帯びている。患者や医療関係者のみならず、国民一人ひとりの理解が必要なことから、普及啓発は大変重要である。国内での脳死臓器提供は、臓器移植法施行後 12 年半の間に、のべ 86 例であった。年間 8000 人以上の方が臓器提供し、2 万人を超える方が移植を受けている米国でも、常に国を挙げて普及啓発や教育・制度改革を行っており、移植医療における普及啓発の重要性を伺い知ることができる。

社団法人日本臓器移植ネットワークは、死後の臓器提供に関するあっせん事業と普及啓発事業を主な柱としており、平成 9 年 10 月 16 日の臓器移植法施行以来、一人でも多くの方々に、移植で救える命への理解と臓器提供に関する意思の表示にご協力いただけるよう、普及啓発に努めてきた。

普及啓発は、移植コーディネーターによる地域での病院啓発と都道府県コーディネーター、行政・臓器バンク、患者団体、市民支援団体などと協同して幅広く展開する一般啓発がある。一般啓発として、次のような取り組みが挙げられる。

① 移植に関する正しい知識の普及：知らない方に不利益にならないような環境作り

臓器移植に関するパンフレットやポスターの作成・配布、ホームページでの情報発信、企業などの社会貢献事業との共同によるグリーンリボンキャンペーンでの PR、脳死臓器提供事例の情報公開など。

② 臓器提供に関する意思表示の促進：書面による意思表示と家族承諾の環境整備

意思表示カード・シールの配布、被保険者証や運転免許証での意思表示の促進、意思登録システムの整備など。

③ 子どもたち、学生への教育：互いの意思が尊重できる家族と社会の成立

全国の中学 3 年生に対する小冊子の配布、小・中学校でのポスター掲示、学校やイベントでの講演や学生の受け入れなど。

特に、平成 21 年 7 月に、臓器移植法が改正され、平成 22 年 1 月 17 日に、まず「親族優先提供」が可能となり、臓器を提供する意思表示に併せて、親族に優先的に臓器を提供する意思が表示できることとなった。親族優先に関する条件は大変厳しく、正しく理解をしたうえで「親族優先」の意思表示ができるよう、ポスター・チラシ、ホームページでの告知、意思表示カード設置場所でのポップの設置を行った。意思登録サイトでの選択肢の追加も行った。

また、7 月 17 日の改正法全面施行後は、本人の意思が不明な場合でも家族の承諾があれ

ば脳死で臓器を提供できるようになり、15歳未満の方からの脳死臓器提供が可能となった。法改正前は、脳死での提供には本人の書面による意思表示が必要だったため、本人意思の実現に向けた意思表示カード・シールの配布などに取り組んできたが、法改正後は、家族が臓器提供について判断する時に、迷いや不安のないよう、意思表示欄が設置される保険証や運転免許証への本人意思の記載の促進やインターネットによる意思登録の促進などに注力することとなった。15歳未満の方でも、臓器を提供したくない意思は有効とされることとなり、臓器提供意思登録システムもプログラムの改修を行うなど、意思表示に関する環境も変化してきている。

また、法改正後の臓器移植普及推進月間（平成22年10月）には、グリーンリボンキャンペーン2010のメッセンジャーで、8年も前から自分の意思を表示しているタレントの関根麻里さんが登場するポスターやDVDを作成し、新聞広告や東京メトロの駅・病院・イベント会場でのポスター掲示などを通じて、全国の多くの方に家族と話し合っておくことの大切さを明るく伝えることに努めた。

平成20年の内閣府世論調査では、臓器移植に「関心がある」と答えた方が60.2%で、関心を持った理由は、「テレビ・ラジオで話題になっているから」が70.0%と最も高く、「新聞・雑誌で話題になっているから」（53.6%）の順になっている。今後もACジャパンなどの協力を得ながら、テレビやラジオ、新聞などのマスメディアを通じて国民に広く理解を求めていかなければならない。

法改正からわずか5ヶ月間に24例もの脳死臓器提供があった。法改正後の家族承諾による脳死臓器提供の報道が非常に大きかったため、国民の関心が高まったと考えられる。このように、臓器移植が公平・公正に行われていることが知られることも重要である。

臓器移植に関する「提供する」「提供しない」「移植を受ける」「移植を受けない」それぞれの意思が、誰からの強制もなく自由に選択でき、その意思が尊重される社会を構築するために、今後も一層の普及啓発が必要である。

第1章 一般科目

移植医療の普及啓発

世論調査、臓器提供意思表示カード

雁瀬美佐 社団法人日本臓器移植ネットワーク

平成9年10月16日に臓器移植法が施行され、臓器移植法の基本理念でもある“本人意思の尊重”には、臓器提供意思表示カード・シールが重要な役割を担ってきた。国内での脳死臓器提供には、本人の書面による意思表示が必要とされたが、意思表示カード・シールには、「臓器を提供しません」という項目もあり、いわゆる「ドナーカード」ではなく、臓器を提供してもいい方にも提供したくない方にも、自分の意思を表示していただく「意思表示カード」であることの周知に努めてきた。意思表示カードは、自治体役所窓口、保健所、郵便局などの公共機関に設置すると共に、都道府県バンクや、患者団体等と協同して、街頭配布やイベント・成人式で配布するなど、一人でも多くの方の目に触れ、“死後に臓器を提供することで命を救う移植医療”について知っていただき、大切な家族と話し合い、自分の意思をきちんと表示していただけるよう取り組んできた。平成11年1月には、大手コンビニエンスストア（ローソン）の協力により全国店舗での設置が行われ、意思表示カードが24時間身近に手に入る環境となり、意思表示カードの配布は前進した。また、保険証や運転免許証の裏面の欄外に貼付して意思を表示する意思表示シールの作成・配布、保険証への意思表示欄設置、インターネットによる意思登録サイトの開設など、意思表示の方法は徐々に拡大した。

しかしながら、臓器移植に関心を持ち、意思を表示しようとする方を増やすことは容易ではなく、内閣府の世論調査によると、意思表示カードなどの所持率は平成10年の2.6%（実際の記入率：1.1%）から平成16年の10.5%（6.5%）まで順調に上昇した後は、平成18年7.9%（4.8%）、平成20年8.4%（4.2%）にとどまっている。また、実際の記入率が5～6割であることも、普及啓発を行う上での課題であった。

平成22年7月17日、改正臓器移植法が全面施行され、本人の意思が不明な場合でも家族の承諾により臓器提供できるようになり、このことにより、15歳未満の方からの脳死臓器提供も可能となった。本人の臓器を提供したい意思の表示が重要であったカードの在り方から、提供したくない意思の担保がより重要となり、臓器提供意思表示カードの内容も変更された。また、改正法では、臓器提供に関する意思を保険証や運転免許証に記載できるようにすることも明示しており、家族が判断に迷わないためにも、終末期における臓器提供に関する意思は、誰もが考え、よく話し合い、自分の意思を伝え、表示しておくことがますます重要となる時代を迎える。

内閣府の世論調査によると、平成10年に脳死後に臓器を提供したいという方は31.6%で、提供したくない方（37.6%）より少なかったが、平成20年には提供したいという方は43.5%で、提供したくない方（24.5%）を大きく上回っている。今後も、この本人意思が尊重され、

家族が迷いや不安のない判断ができるように、意思表示の環境整備を含め、さまざまな普及啓発に取り組まなければいけない。

- 〔図〕 旧意思表示カードと新意思表示カード、
- 〔図〕 世論調査：意思表示カード所持率・記入率

平成22年7月に変更された新しい意思表示カード




〈 1. 2. 3. いずれかの番号を○で囲んでください。〉

- 私は、脳死後及び心臓が停止した死後のいずれでも、移植の為に臓器を提供します。
- 私は、心臓が停止した死後に限り、移植の為に臓器を提供します。
- 私は、臓器を提供しません。

(1又は2を選んだ方で、提供したくない臓器があれば、×をつけてください)
【心臓・肺・肝臓・腎臓・膵臓・小腸・眼球】

〔特記欄: _____〕

署名年月日: _____年 _____月 _____日 

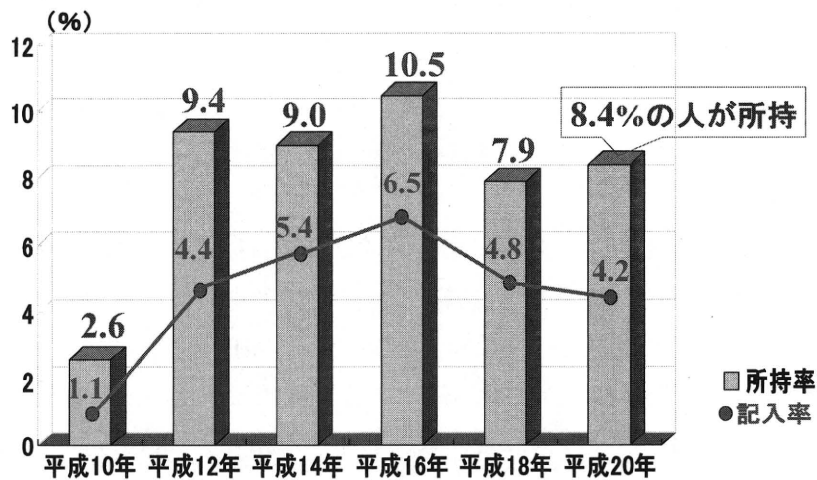
本人署名(自筆): _____

家族署名(自筆): _____

【様式見直しのポイント】

- 改正法の趣旨を踏まえ、「臓器提供の意思表示を行う欄」を見直し、1から3のいずれかに○をつける形とする。
- 「提供臓器の意思表示を行う欄」について、「提供したくない臓器に×」をつける形とする。
(分かりやすさの観点から、提供したくない臓器の欄を別途設け、提供意思に関する欄と分ける)
- 「特記欄」を設け、親族優先提供の意思や組織(皮膚、心臓弁、血管、骨など)提供の意思を自筆で記入できるようにする。(パンフレットに、脳死後に提供可能な臓器・心停止後に提供可能な臓器を明記する)
- 臓器移植に関する情報に容易にアクセスできるようにするため、カードをパンフレットとあわせて配布することとするとともに、カード本体には問い合わせ先を記載する。→カード付きリーフレット

世論調査にみる所持率の推移



第2章 基礎医学

移植に関わる臓器・組織の解剖・整理

心臓・心臓弁

小野 稔 東京大学医学部附属病院心臓外科 教授

心臓は胸郭の中央部から左寄りの縦隔に位置し、前面は胸骨によって守られている。胸骨正中切開を行うと、頭側には胸腺および脂肪組織があり、尾側には心嚢膜（または心膜：pericardium）が見えてくる。胸腺や脂肪組織の背側には上行大動脈がある。心嚢膜は心臓の大部分を包んでいる。心嚢内には心嚢液が少量あり心嚢と心臓の潤滑液として機能している。心不全や心臓の感染・炎症が起ると心嚢液が増加する。心臓手術後や心臓の炎症の既往があると心臓が心膜へ強く癒着するために、胸骨正中切開や心膜切開に際しては心臓を損傷しないための注意深い操作が必要になる。

ヒトの心臓は2心房・2心室であるが、左右対称ではない。横隔膜側から見て心臓は時計回り方向に約45度回転した位置にある。胎生期には心房が頭側で心室が尾側に並んでいるが、最終的には前方から見て約60度反時計方向へ回転した位置となる。そのため、心膜を切開すると右心房（RA）・右心室（RV）・上行大動脈が見え、左心室や左心房は正面から見えない。

RAへは上大静脈（SVC）が頭側から下大静脈（IVC）が尾側から合流していて、それぞれ上半身・下半身の静脈血を受けている。RAから三尖弁を介してRVへ還流し、RVから肺動脈弁を介して肺動脈（PA）主幹部へ送られる。主幹部は左右の主肺動脈に分岐し、酸素化され血液は左右の肺静脈（PV）から左心房へ還流している。左の主肺動脈は長さが短く、心嚢内からは見えない。右の主肺動脈は長く、上行大動脈およびSVCの背側を通して右肺へ向かう。

左心房（LA）は心嚢内で背側に位置している。左右のPVは通常上下の2本ずつであるが、3本ある場合もある。LAからは僧帽弁を介して左心室（LV）へ還流し、LVから大動脈弁を通して全身へ動脈血が駆出される。大動脈弁直上の大動脈はバルサルバ洞と呼ばれ、3つのヒップ様の膨隆部分がある。左右のバルサルバ洞のほぼ中央付近から左右の冠状動脈が出ている。

左冠動脈は0.5~1cm長の主幹部の後に、左前下行枝（LAD）と左回旋枝（LCX）に分岐する。LADは冠動脈の中で最も重要な枝でLVの前壁と中隔前部を灌流する。LCXは主にLVの側壁を灌流する。右冠動脈（RCA）はRVとLVの後下壁・中隔後部を灌流する。

4つの心臓弁は相互に隣接した位置関係にある。線維三角と呼ばれる線維組織が介在し、大動脈弁と僧帽弁の間には左線維三角、大動脈弁・僧帽弁・三尖弁に囲まれた三角地帯には右線維三角がある。肺動脈弁直上にも大動脈と同様の膨隆構造があり、大動脈右バルサルバ洞は肺動脈基部とは心筋と薄い線維組織で隔てられている。僧帽弁には腱索と呼ばれる線維性の吊り上げ構造があり、パラシュートのように弁を支えている。主要な腱索は乳

頭筋から出ている。三尖弁にも同様な腱索構造がある。

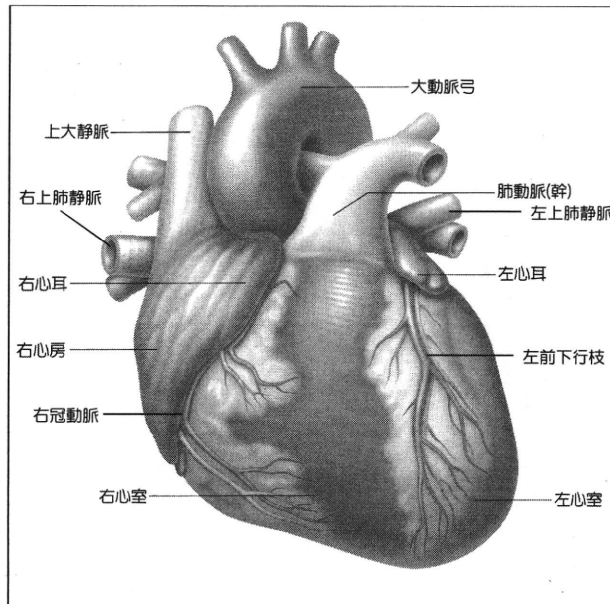


図 1: 心臓を前面から見た図

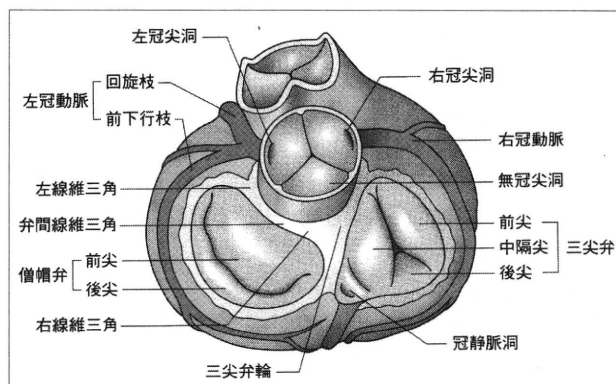


図 2: 4つの心臓弁とその周辺解剖

第2章 基礎医学

移植に関わる臓器・組織の解剖・生理

肺

佐渡 哲 東北大学病院呼吸器外科 助手

肺は体内に酸素を取り込む唯一の臓器である。胸郭内に心臓を中央に挟んで右肺、左肺がある。通常、右肺は3葉（上・中・下葉）、左肺は2葉（上・下葉）に分かれている。肺は呼吸によって膨張、収縮できるように、胸腔内に浮いた状態にある。ただ、肺動脈、肺静脈、気管支によって心臓、気管とつながっている。

肺は酸素を取り込むために気道を通して外界に開いている。空気は口腔、咽頭、喉頭を通り、声帯を超えて気管内に入る。気管は頸部から胸郭内に入り、気管分岐部で左右に分かれる。左右に分かれた気管は左右主気管支となり肺につながる。右気管支は上葉につながる気管支（上幹）と中・下葉につながる気管支（中間幹）に分かれ、中間幹は中葉につながる気管支（中葉支）と下葉につながる気管支（下幹）に分かれ各肺葉にのびている。左主気管支は上葉につながる気管支（上幹）と下葉につながる気管支（下幹）に分かれて各肺葉につながる。各肺葉に入った気管支はさらに分岐を繰り返し、気管から23回の分岐を経て肺胞となる。肺移植での気道の吻合は左右主気管支で行われる。

心臓の右心室から肺動脈に送り出された血流は、左右に分かれた肺動脈（主肺動脈）を介して左右の肺に流れ込む。肺動脈は肺内でさらに分岐し肺胞壁の毛細血管となる。気道を通じて肺胞に到達した酸素を肺胞壁の毛細血管で血中に取り込み、また血中の二酸化炭素を毛細血管で肺胞に排出する。毛細血管を通り酸素化された血流は両肺とも2本の肺静脈（上肺静脈と下肺静脈）に収束され左心房に流れ込み、左心室のポンプ機能で全身に送り出される。肺移植では肺動脈の吻合は左右の主肺動脈で行われる。肺静脈は、肺摘出時に上・下肺静脈がつながっている左心房の位置で切除され（左心房カフの作成）、移植時肺静脈は1つの吻合（ドナーの左心房カフとレシピエントの左心房）でつながる。

肺機能検査はおもに肺の気道系を評価する検査である。肺活量は最大の一回換気量であり、肺の機能的な大きさを表している。（肺の実際の大きさは肺活量に残気量を加えた全肺気量である。）性別、年齢、身長から予測される標準肺活量に対して実測値の肺活量の割合が80%未満のときを拘束性換気障害という。一秒量は一秒間に排出できる換気量である。肺活量に対する一秒量の割合を一秒率という。一秒率が70%未満のときを閉塞性換気障害といい、気道の狭窄の存在を示唆する。気道の狭窄の評価にはさらにフローボリューム曲線が有用である。

肺移植ではドナーとレシピエントの適合性を検討するとき、一般に肺活量で評価を行う。脳死ドナーは肺機能検査を行うことが不可能なので、年齢、性別、身長から予測される標準肺活量を使い、これがレシピエントの標準肺活量の±20%となるようにレシピエント候補

が選ばれる。

肺毛細血管での血液の酸素化能の評価には動脈血酸素分圧 (PaO₂) を用いる。室内気 (酸素濃度約 20%) で呼吸したときの PaO₂ の正常値は 80-100mmHg である。一方、室内気吸入で PaO₂ が 60mmHg 以下のときを低酸素血症という。脳死ドナー肺の機能的な評価において PaO₂ の値は非常に重要である。100%酸素吸入下の PaO₂ が 300mmHg 以上のとき、肺移植に適している肺の機能 (酸素化能) があると判断される。

全身の各臓器から心臓に戻った静脈血はすべて肺を通り酸素化される。つまり、心臓から全身に送り出される血流量と肺動脈を通過して肺だけに送り出される血流量は等しい。このように肺の血流は非常に豊富であるが、肺動脈の圧は体動脈圧に比べ非常に低く平均 15mmHg (体動脈圧の約 1/6) である。肺毛細血管は酸素を取り込みやすくするために非常に薄くなっているため、肺血管の圧が高くなると肺は浮腫になりやすいことから肺血流が低い圧で流れていることは理にかなっている。

第2章 基礎医学

移植に関わる臓器・組織の解剖・生理

肝臓

古川博之 旭川医科大学消化器病態外科 教授

1) 肉眼的解剖

肝臓は重さ1.0-1.3kgと腹部で最大の臓器であり、右上腹部に位置し、横隔膜直下、右肋骨下部背面に位置する。肝臓は、横隔膜、腹壁、大血管、上部消化管との間にある間膜によって固定されている。肝臓に特徴的なことは、2本の流入血管が存在することであり、血流の20%を酸素が豊富な肝動脈が担い、80%を胃、小腸、大腸、膵臓、脾臓からくる栄養豊富な血流と一緒に門脈が担う。肝臓から出ていく血管としては肝静脈がある。また、肝臓では、胆汁という消化液が作りられ、胆管を通過して十二指腸に流入するが、この胆管より側方に胆嚢という袋が出ており、肝臓に付着し、胆汁を一時的に貯めて濃縮する働きがある。食物が消化管内を通ると、胆嚢が収縮し十二指腸に胆汁が放出され、脂肪の吸収を助ける。肝臓は、血管や胆管の分岐により左葉と右葉の2つに分かれる。通常、胆のう床（胆のうが肝臓に付着しているところ）と下大静脈を結ぶレックス・カントリー（Rex-Cantle）線が肝臓の左葉と右葉の分かれ目となる。さらに、クイノー（Couinaud）は、肝臓を8の区域に分けて記載しており、肝切除の際にどの部分の肝臓を切除するかは、これら分類による肝臓の解剖の理解をしておく必要がある。また、血管や胆管の解剖も多くの変異があり、肝移植手術において、どの血管を吻合するかを知る上にも重要である。

2) 顕微鏡学的解剖

肝組織の最小構造単位を肝小葉と言ひ、直径1~2mm、長さ1~2mmの六角柱ないし多角柱である。肝小葉の中心を中心静脈が通り、そこから辺縁に向かって、肝細胞索が放射状に並ぶ。六角形の角にはグリソン鞘あるいは門脈管が通る。グリソン鞘は、肝動脈、門脈、胆管、リンパ管の枝が中を通り、結合組織に覆われている。類洞は、肝細胞索の間を通る毛細血管であり、肝細胞は類洞面に基底膜がなく、多数の微絨毛を持ち、類洞内皮は隔膜のない師板孔を多数もっており、栄養豊富な門脈血との物質交換が非常に効率よく行えるような構造になっている。また、肝細胞と類洞内皮細胞の間にはディッセ腔が存在し、星細胞が存在する。ディッセ腔は、肝リンパの起始部であり、全身のリンパ液の15~20%がここで産生される。肝細胞は、類洞面と反対側の肝細胞との間に毛細胆管を形成しており、これが胆汁の起こりとなる。毛細胆管は、血流とは逆中心静脈からグリソン鞘に向かって流れ、小葉間胆管を形成して、さらに太い胆管へと集まっていく。クッパー細胞は、肝類洞内に存在するマクロファージで、消化管から門脈を通過して入り込む抗原やエンドトキシンなどをとらえて、細胞内で消化する。

3) 肝臓の機能

肝臓は、代謝の中心的役割を担う化学工場であり、500近い機能が存在する。糖質、脂質、タンパク質の代謝に重要な役割を果たしており、ここで生成した物質を貯蔵し、必要に応じて各臓器にこれらの物質を輸送する。なかでもグリコーゲンの合成、リポタンパク質の合成、血漿タンパク質の合成、血液凝固因子の生成は特に重要である。肝臓は胆汁を合成して、十二指腸へ分泌する。胆汁は、小腸での脂肪の消化を吸収を助けるとともに、カルシウムや不要となったビリルビンの排泄経路でもある。

薬物や毒物も肝臓で代謝あるいは解毒され、胆汁として排泄されたり、腎臓から排泄されたりする。また、肝臓はビタミンの貯蔵庫であり、ビタミンA、D、B12は、肝臓に貯蔵される。鉄もフェリチンとして貯蔵される。

以上のように、肝臓の機能があまりに多岐にわたっているため、肝機能を評価することは、容易ではない。通常用いられる肝機能検査は、血清総ビリルビン、アルブミン、プロトロンビン時間などである。血清ビリルビン値は、肝臓の抱合と排泄の指標で、血清アルブミン値とプロトロンビン時間は、蛋白合成の指標である。アルブミンは比較的長期、プロトロンビン時間は比較的短期のタンパク合成能を表す。これらの値が肝硬変の重症度分類であるチャイルド分類の主要因子となっており重要である。

肝臓の中で一番数の多い細胞が肝細胞であり、肝臓の3分の2を占める。残りの細胞は、クッパー細胞や星状細胞、類洞・血管内皮細胞、胆管細胞などであり、肝臓はこれらの細胞とこれらを支えるマトリックス構造からなる。光学顕微鏡で見ると、肝臓は周辺の門脈域とそれぞれの小葉の中心に位置する中心静脈からなる小葉からなりたっている。しかし、機能の面から見ると、肝臓は小葉からなっている。肝動脈も門脈も門脈領域(ゾーン1)から小葉に入り、類洞を通過して、終末肝静脈(ゾーン2)に流入する。間に入る肝細胞がゾーン2を形成する。小葉を肝臓の機能的単位と見なすことの利点は、と小葉(lobular)の配列からは説明できないたくさんの血管や胆管の病変の形態的パターンとゾーンの配置を説明するのに便利である。

肝臓の門脈領域は、支持するマトリックスと少量のコラーゲンからなるゆるい間質の中に組織された小さな静脈、動脈、胆管、とリンパ管よりなる。門脈領域に流入する血液は、類洞を通過して分配され、小葉のゾーン1から3までを通り、終末肝静脈に流入する。分泌される胆汁は、反対方向で、ゾーン3から1の逆流パターンで流れる。類洞は血漿は自由に流れることができるが、細胞成分は入れないようにしているいろいろな大きさの窓を持った独特な内皮細胞によって裏打ちされている。このように、血漿は内皮細胞の下にあるディッセ腔で肝細胞と直接の接触することになる。

肝細胞は、明らかに極性を有する。肝細胞の底部外側側では、ディッセ腔を裏打ちしてマイクロビリで豊に並んでいる。それは、栄養や蛋白や他の分子の受動的活動的取り込みを伴う細胞内性やpinocyticな活動を示している。肝細胞の頂点の極は、canaliculr膜を形成しており、これを通じて胆汁の成分が分泌されている。肝細胞のcanaliculliは、細かいネットワークを形成しており、これは門脈領域の近くで、胆管の要素と融合する。

クッパー細胞は、通常、類洞腔内に存在し、体内で最も大きな固定マクロファージのグループを作っている。星状細胞は、ディッセ腔に存在し、活性化されなければ顕著でない。活性化されると線維とマトリックスを形成する。赤血球は、小葉を流れる血液として類洞内にとどまる。しかし、白血球は、内皮細胞の間や周りを通ってディッセ腔に移動できる。そこから門脈領域にも移動できる。そこで、リンパ管を通過して、循環に戻ることができる。

肝細胞は、ホメオスターシスと健康を維持するためにたくさんの大切な役割を果たしている。これらの機能は、最も本質的な血清蛋白の合成(アルブミン、キャリアー蛋白、凝固因子、たくさんのホルモンや成長因子)、胆汁とそのキャリアーの産生(胆汁酸、コレステロール、レシチン、フォスフォオリピッド)、栄養素の調節(グルコース、グリコーゲン、脂質、コレステロール、アミノ酸)そして、胆汁や尿に排泄するために、脂溶性物質の代謝と抱合(ビリルビン、アニオン、カチオン、薬

剤)を行っている。肝機能を評価するこれらの活動の測定は、これら機能の多様性と変化性のため複雑である。最も通常用いられる肝機能検査は、血清ビリルビン、アルブミン、プロトロンビン時間である。血清ビリルビン値は、肝臓の抱合と排泄の指標であるし、血清アルブミン値とプロトロンビン時間は、蛋白合成の指標である。ビリルビン、アルブミン、プロトロンビン時間の異常は、肝機能障害の典型である。率直な肝不全は、生命と矛盾する。肝機能は、機械的ポンプや透析膜や注入されたホルモン・蛋白・成長因子の調合によって助けるには、あまりに複雑で多種多様である。

このように肝臓は500近い機能を有しており化学工場といわれるが、機能上大きなものは、①炭水化物・脂肪・タンパク質などの代謝とこれらの貯蔵、特にアルブミンや凝固因子の産生 ②アンモニアなど有害物質の解毒 ③胆汁の産生 ④免疫がある。

健康な肝臓は、かなりの予備能力と再生能力を持っており、肝臓を一部切除しても、1ヶ月で必要な大きさに戻ることができる。しかし、肝炎や肝硬変などの障害肝では再生がほとんど起こらない。機能低下がある程度以上進行すると元に戻ることは出来ず、これら機能の欠損から様々な症状を呈し肝不全に至る。