

Praktisches Vorgehen bei der Organspende*

Practical approach to organ donation

J. Kötteritzsch, M. Ragaller und H. Theilen

Klinik und Poliklinik für Anästhesie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus der TU Dresden (Direktorin: Prof. Dr. Th. Koch)

► **Zusammenfassung:** Um eine Organspende durchführen zu können, ist eine Vielzahl von Voraussetzungen zu erfüllen. Da es sich in aller Regel um Organe handelt, die ein Spender nach Bestätigung seines Hirntodes zur Transplantation freigibt, muss die Vorgehensweise zur Hirntoddiagnostik in allen Einzelheiten bekannt sein und korrekt durchgeführt werden. Zudem muss die Zustimmung des Patienten zur Organentnahme unmittelbar durch einen vorhandenen Organspendeausweis oder aber mittelbar durch Feststellung des mutmaßlichen Willens des Patienten bzw. Verstorbenen unter Zuhilfenahme der Aussagen naher Angehöriger vorliegen. Nach regelrechter Durchführung dieser Logistik gilt es, durch gezielte intensivtherapeutische Maßnahmen die für die Organspende vorgesehenen Organe in einem möglichst optimalen funktionellen Zustand zu erhalten. Hierfür ist die Kenntnis aller nach Hirntod auftretenden möglichen pathophysiologischen Veränderungen des Organismus notwendig, um ihnen möglichst gezielt entgegentreten zu können. Zuletzt muss auch der operative Ablauf der Organexplantation bekannt sein, um auch hier einer möglichen perioperativen Funktionsverschlechterung der potenziellen Spenderorgane vorzubeugen. Diese vier Säulen des praktischen Ablaufes der Organspende werden in der vorliegenden Übersichtsarbeit im Detail erläutert.

► **Schlüsselwörter:** Organspende – Hirntodbestimmung – Transplantationsgesetz – Organerhaltende Therapiemaßnahmen – Organexplantation.

► **Summary:** To realize the donation of organs following brain death, a multitude of prerequisites have to be fulfilled. First of all, the proceeding of brain death diagnosis must be known in detail and has to be performed with great accuracy. In addition, the consent of the patient or brain dead person to organ donation has to be given, either in form of an organ donor card or according to the statement of the next of kin considering his conjectural will. After the accomplishment of these details specific intensive care measures must be indicated to keep all organs in an optimal state. Therefore, it is indispensable to be familiar with all impending systemic or organ-specific disorders induced by pathophysiolo-

gical processes following brain death before initiating specific treatment. Lastly, the surgical procedure must be well-known to prevent any organ impairment that might occur during organ explantation. These four cornerstones of organ donation are discussed in the review article here submitted.

► **Keywords:** Organ donation – Diagnosis of brain death – Transplantation law – Organ Preservation – Organ Explantation.

1. Einleitung

Die Organspende bedingt vor der praktischen Durchführung den Umgang mit einem in vieler Hinsicht sehr schwierigen Themenbereich, der durch unsensible Herangehensweise sehr rasch zu heftiger Abwehr insbesondere der „nicht-medizinischen Öffentlichkeit“ führt. Dies ist umso problematischer, als in aller Regel nicht die Organspender selbst, sondern vor allem die Angehörigen unter den damit verbundenen Umständen zusätzlich leiden können. Dabei gilt es zu beachten, dass nicht nur die für die Organspende notwendigen medizinischen Voraussetzungen einzuhalten sind, sondern auch in erheblicher Weise ethische und zwischenmenschliche Angelegenheiten mit Bedacht angegangen werden müssen. Um eine Organspende in jeder Hinsicht erfolgreich zu gestalten und damit die Akzeptanz dieses Verfahrens, mit dem wirklich medizinische Hilfe geleistet werden kann, positiv zu beeinflussen, ist es besonders für das beteiligte medizinische Personal eminent wichtig, das dazu notwendige Procedere genau zu kennen und entsprechend einzuhalten. Bevor eine Organspende initiiert werden kann, sind mehrere Voraussetzungen zu erfüllen:

- ein potenzieller Organspender muss bekannt sein, d.h. die Hirntoddiagnostik muss abgeschlossen sein bzw. die Lebendorganspende muss in allen rechtlichen und medizinischen Einzelheiten geklärt sein,
- die Zustimmung des Organspenders muss vorliegen,

* Rechte vorbehalten

- das für die Transplantation vorgesehene Organ muss in einem ausreichend funktionsfähigen Zustand sein.

Eine weitere Besonderheit ist die anästhesiologische Vorgehensweise während der Organexplantation, die ebenso durch mangelnde Kenntnis verschiedener, nach Hirntod auftretender Phänomene zu erheblichen Problemen beitragen kann.

Diese Voraussetzungen und die „Narkoseführung“ zur Organentnahme sollen im Folgenden in den notwendigen Einzelheiten besprochen werden.

2. Voraussetzungen für die Organspende

Die Lebendorganspende ist eine Besonderheit, die den Umfang der vorliegenden Übersichtsarbeit überschreitet. Um die Besonderheiten dieses Verfahrens kennenzulernen, wird auf die entsprechenden Gesetzesbestimmungen, insbesondere des § 8 des Transplantationsgesetzes (TPG) sowie auf die Website des „Forum Organspende und Transplantation“ (www.transplantation-information.de) verwiesen. Es existieren diesbezüglich zudem länderspezifische Ausführungsgesetze sowie einige, nach wie vor noch nicht sicher geklärte versicherungsrechtliche Aspekte, die in diesem Zusammenhang einen absolut individuellen Umgang mit der Problematik erfordern. Der Handel mit Spenderorganen, d.h. auch der Kauf, ist in Deutschland per strafrechtlicher Androhung nach § 17 TPG verboten. Zudem gilt gemäß Bundesgerichtshofsurteil vom 17.2.2004: „Die Krankenkasse hat grundsätzlich nicht für die Kosten einer im Ausland vorgenommenen Organtransplantation aufzukommen, wenn sich der Versicherte das Spenderorgan unter Umgehung des in Deutschland nach dem Transplantationsgesetz maßgeblichen Vergabesystems beschafft.“

2.1. Hirntodbestimmung

In § 3 Abs. 1 des TPG vom 5. November 1997 (BGBL.I S.2631) ist festgelegt, dass „...die Entnahme von Organen... nur dann zulässig ist, wenn der Tod des Organspenders nach Regeln, die dem Stand der Erkenntnisse der medizinischen Wissenschaft entsprechen, festgestellt ist...“. Bereits 1964 wurde auf dem Deutschen Chirurgenkongress erstmals ein Diagnoseschema zur Hirntodbestimmung diskutiert. Die ersten Entscheidungshilfen zur Feststellung des Hirntodes wurden in Deutschland dann 1982 vom Wissenschaftlichen Beirat der Bundesärztekammer unter Leitung des Neurochirurgen H. Kuhlendahl formuliert. „Die Erfahrung, dass ein wesentlicher diagnostischer Unterschied zwischen primär supratentoriellen beziehungsweise infratentoriellen Hirnschädigungen gemacht werden muss, veranlasste 1986 die erste Fortschreibung des Kriterienkataloges. Der technische Fortschritt, insbesondere bei den neurophysiologischen und nuklearmedizinischen Verfahren und die Einführung der transkraniellen Dopplersonographie, erforderten in den Jahren 1991 und 1997 die zweite und dritte Fortschreibung der Entscheidungshilfen“ (Zitat: Vorwort der Kriterien des Hirntodes in der 3. Fortschreibung 1997). Es existiert jedoch in Bezug auf die Hirntodbestimmung und die gültigen Kriterien kein Gesetzestext. Wie in der Einleitung beschrieben, „...sind die folgenden Richtlinien Entscheidungshilfen für den Arzt. Bei ihm liegt die unteilbare Verantwortung für die Feststellung des Hirntodes...“. Der Hirntod als solcher ist definiert als Zustand der irreversibel erloschenen Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms. Dabei wird durch kontrollierte Beatmung und adaptierte medikamentöse Verfahren die Herz- und Kreislauffunktion noch künstlich aufrechterhalten. Das diagnostische Vorgehen zur Feststellung des Hirntodes umfasst:

• die Erfüllung der Voraussetzungen,

• die Feststellung der klinischen Symptome Bewusstlosigkeit (Koma), Hirnstamm-Areflexie und Atemstillstand (Apnoe),

• den Nachweis der Irreversibilität der klinischen Ausfallsymptome.

Zu den Voraussetzungen gehören:

- das Vorliegen einer akuten, schweren primären oder sekundären Hirnschädigung. (Bei den primären Hirnschädigungen ist zwischen supratentoriellen und infratentoriellen Schädigungen zu unterscheiden),
- der Ausschluss von Intoxikation, dämpfender Wirkung von Medikamenten, neuromuskulärer Blockade, primärer Unterkühlung (Körpertemperatur < 32°C), Kreislaufschock, Koma bei endokriner, metabolischer oder entzündlicher Erkrankung als mögliche Ursache oder Mitursache des Ausfalls der Hirnfunktion im Untersuchungszeitraum.

Primäre Hirnschädigungen, insbesondere Hirnverletzungen, intrakranielle Blutungen, Hirninfarkte, Hirntumoren oder akuter Verschluss-Hydrozephalus, betreffen das Gehirn unmittelbar und strukturell. Bei primären infratentoriellen Prozessen ist auf die Besonderheiten der Symptomfolge zu achten, die den Nachweis eines Null-Linien-EEGs oder des zerebralen Zirkulationsstillstandes (siehe unten) zwingend erforderlich machen.

Sekundäre Hirnschädigungen betreffen das Gehirn mittelbar über den Stoffwechsel und können die Folge z. B. von Hypoxie, Hypoglykämie, von kardial

► bedingt Kreislaufstillstand oder protrahiertem Schock sein.

Der Ausschluss von Intoxikation bzw. Medikamenteneinfluss erfolgt durch genaues Studium der Patientenkurve unter Berücksichtigung der applizierten Medikamente und ihrer bekannten Plasmaverweildauer. Bei nicht sicher abschätzbarer Konstellation, beispielsweise nach Applikation von Benzodiazepinen in der Initialphase der Versorgung eines polytraumatisierten Patienten vor Feststellung des Hirntodes, sollte eine Bestimmung der Plasmakonzentration des entsprechenden Medikamentes erfolgen. Schwierig bleibt, eine Grenzdosis festzulegen, da zum einen eine Plasmakonzentration nur bedingt Rückschlüsse auf die effektiv am Rezeptor wirksame Konzentration zulässt und zum anderen eine hohe interindividuelle Schwankbreite hinsichtlich Wirksamkeit und notwendiger Plasma- bzw. Rezeptorkonzentration besteht.

Der Patient darf zudem kein metabolisches oder endokrines Koma aufweisen, zudem muss eine Kreislaufinstabilität im Sinne eines Schocks ausgeschlossen sein. Als diesbezügliche Festlegung hat sich ein Blutdruck von > 100mmHg während der Phase der Hirntodbestimmung etabliert.

Die klinischen Symptome des Ausfalls der Hirnfunktion umfassen den gleichzeitigen Nachweis einer tiefen Bewusstlosigkeit (Koma), den Ausfall aller Hirnstammreflexe sowie den vollständigen Ausfall der Spontanatmung trotz entsprechendem Reiz.

Die tiefe Bewusstlosigkeit definiert einen Zustand, in dem jegliche zentral gesteuerte Antwort auf einen äußeren Reiz wie Ansprache, Berührung, Bewegung oder Schmerzreiz unterbleibt. Spontane Laute oder gezielte Bewegungen fehlen und auch ein heftiger Schmerzreiz kann keine zentral gesteuerte Antwort auslösen. Unbedingt unterschieden werden müssen hierbei Spontanbewegungen als Ausdruck spinaler Reflexaktivität auf einen von außen wirkenden Reiz, der sich z.B. in Kopfdrehen, Extensions- und Pronationsbewegungen u.v.m. äußern kann. Verschiedene Ursachen dieses Phänomens werden gegenwärtig diskutiert. Zum einen kann es sich um eine hypoxisch bedingte Hyperexzitabilität spinaler Neurone handeln, die zudem von der Kontrolle rostraler Neuronen des Gehirns entkoppelt sind, aber auch ein mechanischer Einfluss auf die Spinalwurzelnerven wird angenommen [1].

Der Ausfall der Hirnstammreflexe wird durch folgende Untersuchungen dokumentiert:

- Lichtstarre beider ohne Mydriatikum mittel- bis maximal weiter Pupillen (N. oculomotorius; Cave: Adrenalin ist auch in systemischer Applikation ein potenzielles Mydriatikum)

- Fehlen des okulo-zephalen Reflexes (N. trochlearis, N. abducens, N. vestibularis)
- Fehlen des Kornealreflexes (N. trigeminus, N. facialis)
- Fehlen von Reaktionen auf Schmerzreize im Trigeminusbereich (Hier soll eine Kreislaufreaktion bzw. Bewegung auf den Schmerzreiz unterbleiben, da im Gegensatz zum Schmerzreiz an Thorax, Abdomen oder Extremitäten keine spinale Reflexaktivität induziert werden kann.)
- Fehlen des Pharyngealreflexes (N. glossopharyngeus, N. hypoglossus)
- Fehlen des Trachealreflexes (komplexes Reflexmuster mit Hirnstammbeziehung).

Sollte der okulo-zephale Reflex wegen einer Instabilität der Halswirbelsäule nicht prüfbar sein, kann alternativ der vestibulo-okuläre Reflex untersucht werden. Das bedeutet, den äußeren Gehörgang mit Eiswasser zu spülen, was bei Bestehen einer Hirnstammfunktion eine Augenbewegung induziert. Beim hirntoten Patienten hingegen wird keine Bewegung zu beobachten sein.

Neben diesen Untersuchungen zur Hirnstammreflexie wird zusätzlich ein Apnoetest gefordert. Dieser bestätigt den Untergang der Funktion des Atemzentrums in der Medulla oblongata, ein Bereich, der den Übergang vom Gehirn zum Rückenmark kennzeichnet und als eines der untersten und phylogenetisch ältesten Funktionszentren des Gehirns betrachtet werden kann. Voraussetzung zur Durchführung dieses Tests ist die kontinuierliche Aufrechterhaltung einer adäquaten Oxygenierung, die durch zweierlei Verfahren – auch in Kombination anwendbar – gesichert werden kann:

1. ausführliche Präoxygenierung vor Beginn des Tests
2. apnoeische Oxygenierung durch Insufflation von Sauerstoff via Tubus mittels Sonde (z.B. Absaugkatheter).

Die Kombination beider Verfahren empfiehlt sich bei Patienten, bei denen im Rahmen ihrer Grunderkrankung mit einem längeren Aufenthalt auf der Intensivstation mit Beatmungsnotwendigkeit oder wegen spezifischer pulmonaler Vorerkrankungen mit Oxygenierungsproblemen zu rechnen ist. Nach durch Blutgasanalyse nachgewiesinem CO₂-Partialdruckanstieg auf Werte >60 mmHg (>8kPa) darf keine Spontanatmung nachweisbar sein. Eine auch noch so geringfügige Atemanstrengung darf per inspectionem nicht zu beobachten sein. Alternativ kann auch bei sehr niedrig eingestelltem Triggerwert am Respirator die Auslösung eines maschinellen Atemzuges ausgeschlossen werden. Diese ▶

► Variante ist beispielsweise bei Notwendigkeit der Beatmung unter einem hohen endexspiratorischen Druck (PEEP) infolge einer schweren pulmonalen Erkrankung anzuraten, da ansonsten eine erhebliche Verschlechterung der Oxygenierung die Folge sein könnte, was eine potentielle Organspende deutlich gefährdet. Für Patienten, die sich infolge einer vorbestehenden Lungenerkrankung an einen erhöhten CO₂-Wert adaptiert haben, gibt es aktuell keine Empfehlungen hinsichtlich erhöhter CO₂-Partialdrucke. Hier sollte auf den Apnoetest verzichtet werden und alternativ obligatorisch der zerebrale Zirkulationsstillstand durch ergänzende Verfahren (trans-

kranieller Doppler, zerebrale Perfusionsszintigraphie) nachgewiesen werden [6]. Die Erfüllung der Voraussetzungen und alle geforderten klinischen Symptome müssen übereinstimmend und unabhängig von zwei qualifizierten Ärzten festgestellt und auf dem Protokollbogen (Abb. 1) dokumentiert werden. Jeder an der Diagnostik beteiligte Arzt hat hierbei sein eigenes Protokoll anzufertigen. Bei möglicher Organspende dürfen diese beiden Ärzte auch in keiner Weise an der Transplantation der Organe beteiligt sein. Diese klinische Untersuchung ist zur Feststellung des Hirntodes bei Erwachsenen und Kindern > 2 Jahre mit primärer supratentorieller bzw. sekundärer Hirnschädigung ausreichend. Dies hat jedoch zur Folge, dass die Untersuchung in einem zeitlichen Abstand von 12 Stunden, der sogenannten Schwebef- oder Beobachtungszeit, bei sekundärer Hirnschädigung nach 72 Stunden, nochmals vollständig wiederholt werden muss. Diese Regelung zeigt ein mehr als hinreichendes Maß an diagnostischer Gründlichkeit. Sie wurde jedoch auch initiiert, um kleineren Krankenhäusern ohne Möglichkeit der apparativen Ergänzungsuntersuchung die Möglichkeit zu eröffnen, die Hirntodbestimmung durchzuführen. Die Schwebefzeit und damit auch die zweite klinische Untersuchung können jedoch nach durchgeföhrter apparativer Ergänzungsuntersuchung entfallen. Nach erfolgter klinischer Hirntoddiagnostik und den unten genannten Kriterien der Ergänzungsuntersuchungen entsprechend ausgefallener Diagnostik kann der Hirntod durch beide Untersucher ausgesprochen und auf dem Protokoll dokumentiert werden, ohne die Beobachtungszeit abzuwarten.

Die zweimalige Bestätigung des Hirntodes nach entsprechender Beobachtungszeit gilt jedoch nicht für Kinder < 2 Jahre und bei infratentorieller Hirnschädigung. Hier muss eine ergänzende apparative Untersuchung erfolgen. Bei Frühgeborenen < 37 Wochen Gestationsalter sind die Hirn-

Protokoll zur Feststellung des Hirntodes										
Name _____ Vorname _____ geb.: _____ Alter: _____										
Klinik: _____										
Untersuchungsdatum: _____ Uhrzeit: _____ Protokollbogen-Nr.: _____										
1. Voraussetzungen:										
1.1 Diagnose _____										
Primäre Hirnschädigung: _____ supratentoriell _____ infratentoriell _____										
Sekundäre Hirnschädigung: _____										
Zeitpunkt des Unfalls/Krankheitsbeginns: _____										
1.2. Folgende Feststellungen und Befunde bitte beantworten mit ja oder nein										
Metabolisches oder										
Intoxikation	ausgeschlossen: _____	endokrines Koma	ausgeschlossen: _____							
Relaxation	ausgeschlossen: _____	Schock	ausgeschlossen: _____							
Primäre Hypothermie	ausgeschlossen: _____	Systolischer Blutdruck	_____ mmHg							
2. Klinische Symptome des Ausfalls der Hirnfunktion										
2.1 Koma _____										
2.2 Pupillen weit / mittelweit										
Lichtreflex beidseits fehlt _____ 2.5 Trigeminus-Schmerz-Reaktion beidseits fehlt _____										
2.3 Okulo-zephaler Reflex beidseits (Puppenkopf-Phänomen) fehlt _____ 2.6 Pharyngeal-/Tracheal-Reflex fehlt _____										
2.4 Korneal-Reflex beidseits fehlt _____ 2.7 Apnoe-Test bei art. p _a CO ₂ _____ mmHg erfüllt _____										
3. Irreversibilitätsnachweis durch 3.1 oder 3.2										
3.1 Beobachtungszeit:										
Zum Zeitpunkt der hier protokollierten Untersuchungen bestehen die obengenannten Symptome seit _____ Std.										
Weitere Beobachtung ist erforderlich										
mindestens 12/24/72 Stunden										
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">ja</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">nein</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">Datum</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">Uhrzeit</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">Arzt</td> </tr> </table>						ja	nein	Datum	Uhrzeit	Arzt
ja	nein	Datum	Uhrzeit	Arzt						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">ja</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">nein</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">Datum</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">Uhrzeit</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">Arzt</td> </tr> </table>						ja	nein	Datum	Uhrzeit	Arzt
ja	nein	Datum	Uhrzeit	Arzt						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">ja</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">nein</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">Datum</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">Uhrzeit</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">Arzt</td> </tr> </table>						ja	nein	Datum	Uhrzeit	Arzt
ja	nein	Datum	Uhrzeit	Arzt						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">ja</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">nein</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">Datum</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">Uhrzeit</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding-bottom: 5px;">Arzt</td> </tr> </table>						ja	nein	Datum	Uhrzeit	Arzt
ja	nein	Datum	Uhrzeit	Arzt						
3.2.3 Zerebraler Zirkulationsstillstand beidseits festgestellt durch:										
Dopplersonographie: _____ Perfusionsszintigraphie: _____ Zerebrale Angiographie: _____										
Datum _____ Uhrzeit _____ untersuchender Arzt: _____ Name _____ Unterschrift _____										
Abschließende Diagnose:										
Aufgrund obiger Befunde, zusammen mit den Befunden der Protokollbogen Nr. _____, wird										
der Hirntod und somit der Tod des Patienten festgestellt am: _____ um _____ Uhr.										
Untersuchender Arzt: _____ Name _____ Unterschrift _____										
<small>Für die geforderte zweimalige Untersuchung ist je ein Protokollformular auszufüllen. Befundkatalog aus: „Kriterien des Hirntodes“, gem. Stellungnahme der Arbeitsgruppen des Wiss. Beirates der BÄK und Arbeitsgem. der Wiss. Med. Fachges., DAB 79 (1982), H. 14, S. 45 – Fassung 1997 – DAB 94, Heft 19 (97)</small>										
<small>Art.-Nr. 02280 Deutscher Ärzte-Verlag GmbH, 50859 Köln, Dieselstraße 2, Telefon (02234) 7011-0, Telefax (02234) 7011470</small>										

Abb. 1: Protokoll zur Feststellung des Hirntodes, als Download verfügbar über www.dso.de

► todkriterien überhaupt nicht anwendbar. Hier kann eine Hirntoddiagnostik bis zum Erreichen des entsprechenden Lebensalters nicht durchgeführt werden.

Als technische Untersuchungsverfahren sind geeignet:

- EEG
- transkraniale Dopplersonographie (nicht bei Kindern < 28 Tage Lebensalter)
- Hirnperfusionszintigraphie.

Akustisch evozierte Potentiale sind bis auf Patienten mit primär infratentoriellen Hirnschädigungen prinzipiell auch anwendbar, sie haben sich aber wegen ihrer schwierigen Durchführbarkeit und höheren Artefaktanfälligkeit wenig durchgesetzt.

Das EEG soll in Anlehnung an die Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für klinische Neurophysiologie abgeleitet werden und muss von einem darin erfahrenen Arzt kontrolliert und beurteilt werden. In einer 30-minütigen, möglichst artefaktfreien Aufzeichnung muss ein Null-Linien-EEG nachweisbar sein.

Mit der transkranialen Dopplersonographie bzw. der Hirnzintigraphie soll ein zerebraler Zirkulationsstillstand nachgewiesen werden. Dies wird bei der Dopplersonographie durch eine oszillierende Strömung, den sogenannten Pendelfluss sichtbar, bei der Perfusionsszintigraphie durch eine fehlende Darstellung der zerebralen Gefäße. Nächere technische und apparative Details finden sich in den entsprechenden Publikationen der Bundesärztekammer, auch via Internet (www.bundesaerztekammer.de/30/Richtlinien/Richtlinien/Hirntod/index.html; Stand: 24.07.1998).

Es ist wichtig, dass, wie von der Bundesärztekammer gefordert und über die Deutsche Stiftung Organtransplantation (DSO) organisiert, jederzeit rufbereite Konsiliardienste für die Hirntoddiagnostik durch die Organisationszentrale der jeweils zuständigen Koordinierungsstelle zur Verfügung stehen. Die jeweilige Kontaktadresse bzw. – Telefonnummer kann der Homepage der DSO (www.dso.de) entnommen werden.

2.2. Richtlinien zur Organspende gemäß Transplantationsgesetz

Am 1. Dezember 1997 ist das „Gesetz über die Spende, Entnahme und Übertragung von Organen“ (Transplantationsgesetz – TPG) in Kraft getreten. Dieses Gesetz gilt gemäß § 1 Abs. 2 nicht für Blut und Knochenmark sowie embryonale und fetale Organe und Gewebe, obwohl es sich hierbei streng genommen auch um Organspender handeln könnte.

Nach den vom Europarat veröffentlichten Angaben liegt Deutschland im Jahr 2003 mit 13,8 postmortalen Organspendern je Million Einwohner im Mittelfeld europäischer Staaten: Großbritannien mit 12,1, Schweden mit 12,8, die Schweiz mit 13,2, Polen mit 13,7, Dänemark mit 13,9, Slowenien mit 14,0 und die Niederlande mit 14,9 postmortalen Organspenderinnen und -spendern je einer Million Einwohner. Bei der in Deutschland geltenden "Erweiterten Zustimmungslösung" können bei einer schriftlichen Zustimmung zur Organentnahme (ab 16 Jahren) einem Menschen, bei dem der Hirntod festgestellt wurde, Organe und Gewebe entnommen werden. Wenn keine schriftliche Zustimmung vorliegt oder wenn der Hirntote jünger als 16 Jahre alt ist, müssen die Angehörigen eine Entscheidung treffen, entsprechend dem "mutmaßlichen Willen" des Hirntoten. Auf diese besondere Tatsache sollte der Arzt die Angehörigen unbedingt hinweisen. Bei Kindern sind diesbezüglich natürlich die Aussagen der Eltern bindend. Es sollte nicht die Zustimmung des Angehörigen dokumentiert werden, sondern „...Der Angehörige hat bei seiner Entscheidung einen mutmaßlichen Willen des möglichen Organspenders zu beachten...“ (§ 4 Abs. 1 TPG). Die Frage, welche Angehörige zur Entscheidung herangezogen werden dürfen, beantwortet das TPG folgendermaßen: „Nächste Angehörige im Sinne dieses Gesetzes sind in der Rangfolge ihrer Aufzählung Ehegatte, volljährige Kinder, Eltern oder, sofern der mögliche Organspender zur Todeszeit minderjährig war und die Sorge für seine Person zu dieser Zeit nur einem Elternteil, einem Vormund oder einem Pfleger zustand, dieser Sorgeinhaber, volljährige Geschwister, Großeltern.“ Allerdings sollte in den letzten zwei Jahren laut Gesetz ein persönlicher Kontakt bestanden haben. Es ist auch zulässig, die Entscheidung über die mögliche Organspende beispielsweise mittels Patientenverfügung auf eine in diesem Personenkreis nicht genannte Person zu übertragen.

Haben die potenziellen Organspender oder ihre Angehörigen bei Zulassung zur Organspende keine Einschränkungen gemacht, kann eine Multiorganentnahme erfolgen. Gemäß TPG kann die Zulassung zur Organspende jedoch auch auf einzelne Organe beschränkt bleiben.

Die Entscheidung, wer das Gespräch mit den Angehörigen führt, obliegt der Einschätzung der den potenziellen Organspender behandelnden Ärzte. Die Voraussetzungen der Hirntodfeststellung und das klinische Syndrom des Hirntodes müssen vor einem Gespräch mit Angehörigen über eine potentielle Organspende von wenigstens einem Arzt nachgewiesen sein. Das Gespräch selbst muss laut § 4 ▶

► Abs. 2 in Ablauf, Inhalt und Ergebnis protokolliert werden. Die DSO stellt auf ihrer Website dafür ein standardisiertes Protokoll als Download zur Verfügung. Laut Leitlinien zur Organspende sollte das Gespräch der diensthabende Oberarzt oder der dienstälteste Arzt der Abteilung führen, um „...die Bedeutung der Situation und des Anliegens zu unterstreichen.“

Es gibt sowohl Gründe für als auch gegen ein Gespräch zwischen unmittelbar behandelndem Arzt und Angehörigen zur Klärung der Frage, ob eine Organspende in Frage kommt. So ist die genauere Kenntnis des Verletzungsmusters und damit die optimale Möglichkeit, den Angehörigen die unwiderruflich letale Hirnschädigung erklären zu können, ein wichtiger Grund für den unmittelbaren Kontakt. Dem wird entgegengestellt, dass die Angehörigen möglicherweise bei dem behandelnden Arzt nicht sicher sind, ob dieser vielleicht eine Organspende mit der Tatsache verbündet, nicht alles medizinisch Mögliche für ihren betroffenen Verwandten zu unternehmen.

Es existiert gemäß § 11 TPG ein Vertrag zwischen verschiedenen Krankenkassen, der Deutschen Krankenhausgesellschaft und der Bundesärztekammer mit der DSO, dass diese Stiftung als Koordinierungsstelle für Organtransplantation zu betrachten ist. Dies dient dem Ziel, eine strikte Trennung zwischen Organentnahme einerseits und Organvermittlung andererseits zu initiieren. Die DSO übernimmt ab dem Moment des festgestellten Hirntodes und einer möglichen Organspende das weitere Procedere zur Organisation und Vermittlung der dann notwendigen Maßnahmen und ist entsprechend früh zu informieren. Die Telefonnummern der zuständigen regionalen Koordinierungsstellen können ebenfalls der Homepage der DSO entnommen werden. Es ist jedoch zu beachten, dass das Transplantationsgesetz die Krankenhäuser zur Meldung potentieller Organspender an die Transplantationszentren verpflichtet, sofern die medizinischen Voraussetzungen gemäß den „Richtlinien zur Feststellung des Hirntodes“ erfüllt sind, auch wenn eine Organspende bei Ablehnung durch den Verstorbenen nicht durchgeführt werden darf. Dies dient auch der Datenerhebung zur Erfassung und ggf. zur Verbesserung der Spendebereitschaft in der Bevölkerung. Die DSO hat neben ihren organisatorischen Aufgaben auch in vielerlei Hinsicht den Auftrag der Öffentlichkeitsarbeit übernommen. Vom Moment der Feststellung des Hirntodes nach erfolgter Zustimmung zur Organspende übernimmt der Beauftragte der DSO die Koordinierung der Organverteilung, die in Europa via Eurotransplant mit Sitz in Leuven, Belgien, erfolgt. Von ihm werden auch die notwendigen Untersuchungen zur HLA-Klassi-

fizierung sowie die Untersuchung zur Transplantationsfähigkeit in Frage kommender Organe organisiert. Er hat die Aufgabe, die wichtigen laborchemischen Untersuchungen sowie ggf. eine ergänzende apparative Diagnostik (z.B. Echokardiographie, Sonographie des Abdomens, Röntgen-Thorax) in die Wege zu leiten. Der Stationsarzt sollte hier durch seine lokalen Kenntnisse spezifischer innerklinischer Abläufe helfend zur Seite stehen. Die Hauptaufgabe des behandelnden Arztes nach festgestelltem Hirntod besteht insbesondere darin, für die Aufrechterhaltung ausreichender organerhaltender Therapiemaßnahmen zu sorgen, damit die potenziellen Spenderorgane nicht durch systemische Prozesse wie beispielsweise eine Minderperfusion so stark geschädigt werden, dass sie nicht mehr transplanterbar sind.

Unbedingt zu beachten ist die Tatsache, dass bei nicht-natürlicher Todesursache, d.h. beispielsweise bei jedem traumatisch bedingten Hirntod, vor Organentnahme die Zulassung vom zuständigen Staatsanwalt einzuholen ist. Dieser muss erst klären, ob die Organentnahme und die damit verbundenen Eingriffe möglicherweise einem Aufklärungsbedarf zur Ermittlung der Todesursache oder etwaiger anderer eine mögliche Straftat betreffender Tatsachen entgegenstehen. Diese Aufgabe wird jedoch vom Organspendebeauftragten der DSO übernommen.

3. Organprotektive Therapiemaßnahmen

Nach wie vor ist weltweit die Warteliste von dringenden Organempfängern deutlich länger als die Zahl potenzieller bzw. durchgeföhrter Organspenden. Aufgrund dieser Tatsache, aber auch anderer ethischer Überlegungen ist es essenziell, bei bestehender Zulassung zur Organspende Sorge dafür zu tragen, dass durch gezielte medizinische Maßnahmen die Organe des Spenders transplanterfähig bleiben. Dies ist die nach Feststellung des Hirntodes und Zulassung zur Organspende vordringliche Aufgabe des Intensivmediziners und auch des Pflegepersonals, das hier ebenso eine entscheidende Funktion innehat.

Als absolute Ausschlusskriterien für eine Organspende gelten zurzeit:

- HIV-Infektion
- floride Tuberkulose
- Sepsis bei nachgewiesenen multiresistenten Bakterien
- nicht kurativ behandeltes Malignom.

(Ausnahme: Spinaliome, Basaliome, primäre Hirntumore bis auf anaplastische Astrozytome, anapla- ▶

► stische Oligodendroglione Grad C und D, Glioblastoma multiforme, Medulloblastome sowie einige andere seltene maligne Tumore des ZNS).

Relative Ausschlusskriterien sind Hepatitis-Infektionen, da hier ggf. eine Organspende auf bereits infizierte Träger erfolgen könnte.

Folgende Faktoren schließen eine Organspende nicht absolut aus, müssen aber im Einzelfall bedacht werden:

Ein hohes Lebensalter des Spenders spricht nicht unbedingt gegen die Entnahme und Übertragung von Organen. Entscheidend ist nicht das kalendarische Alter, sondern der Funktionszustand der Organe.

Bei einer bösartigen Tumorerkrankung des Spenders ist eine Organspende möglich, wenn kein Risiko besteht, die Krebserkrankung mit der Transplantation zu übertragen, z.B. nicht metastasierender Hauttumor.

Ist die Funktion der Organe eingeschränkt, muss geklärt werden, ob diese Funktionsverluste schon vor der Hirnschädigung bestanden haben oder erst danach aufgetreten und eventuell reversibel sind. Bei strittigen Entscheidungen sollte man in jedem Fall die letzte Entscheidung, ob eine Organspende in Frage kommt, dem DSO-Koordinator überlassen. Hier sind

sehr detaillierte Konsensusdokumente des Europarats über die Akzeptanz von Organspendern mit Hirntumoren publiziert worden, die dieser kennt. Eine weitere Darstellung ist über die Website der DSO (Informationsordner-Organspende, www.dso.de) abrufbar.

Die sogenannte organprotektive Therapie beginnt mit der Feststellung des Hirntodes und wird bis zur Organexplantation zur Erhaltung der Transplantationsfähigkeit aller Organe fortgeführt. Um diese Therapie zielgerichtet und möglichst wenig invasiv durchführen zu können, ist es wichtig, die potenziellen systemischen bzw. organspezifischen Probleme, die nach Ausfall der Hirnfunktionen einschließlich Hirnstamm auftreten können, zu kennen. Die wichtigsten pathologisch relevanten Veränderungen sind in **Abbildung 2** aufgeführt. Die im folgenden erläuterten Therapieansätze bei auftretenden Dysregulationsepisoden nach eingetretenem Hirntod sind in **Abbildung 3** zusammengefasst.

Eine erhebliche Stabilisierung der Gesamtsituation ist allein schon durch die Aufrechterhaltung einer Normovolämie möglich. Dies sollte auch durch ein erweitertes hämodynamisches Monitoring mittels Pulse Contour Cardiac Output System (PICCO) oder sogar Pulmonalarterienkatheter erfolgen, um die ►

Pathologisch relevante Veränderungen der Hämostase bei eintretendem Hirntod

► Hämodynamik

- ausgeprägte hyper- und hypotensiven Entgleisungen
- kardiale Arrhythmen
- Hypovolämie

► Renale Funktionsstörungen

- Diabetes insipidus bei ADH-Mangel, ggf. in Kombination mit stattgehabter Mannitol-Therapie

► Pulmonale Funktionsstörungen

- Freisetzung inflammatorischer Mediatoren mit potenziellem „capillary-leakage“, dadurch Ventilations- und Diffusionsstörungen

► Metabolisch-endokrine Funktionsstörungen

- Hypothyreose
- Nebennierenrindenunterfunktion
- Elektrolytstörungen, v.a. renal bedingt
- Hyperglykämie

Abb. 2

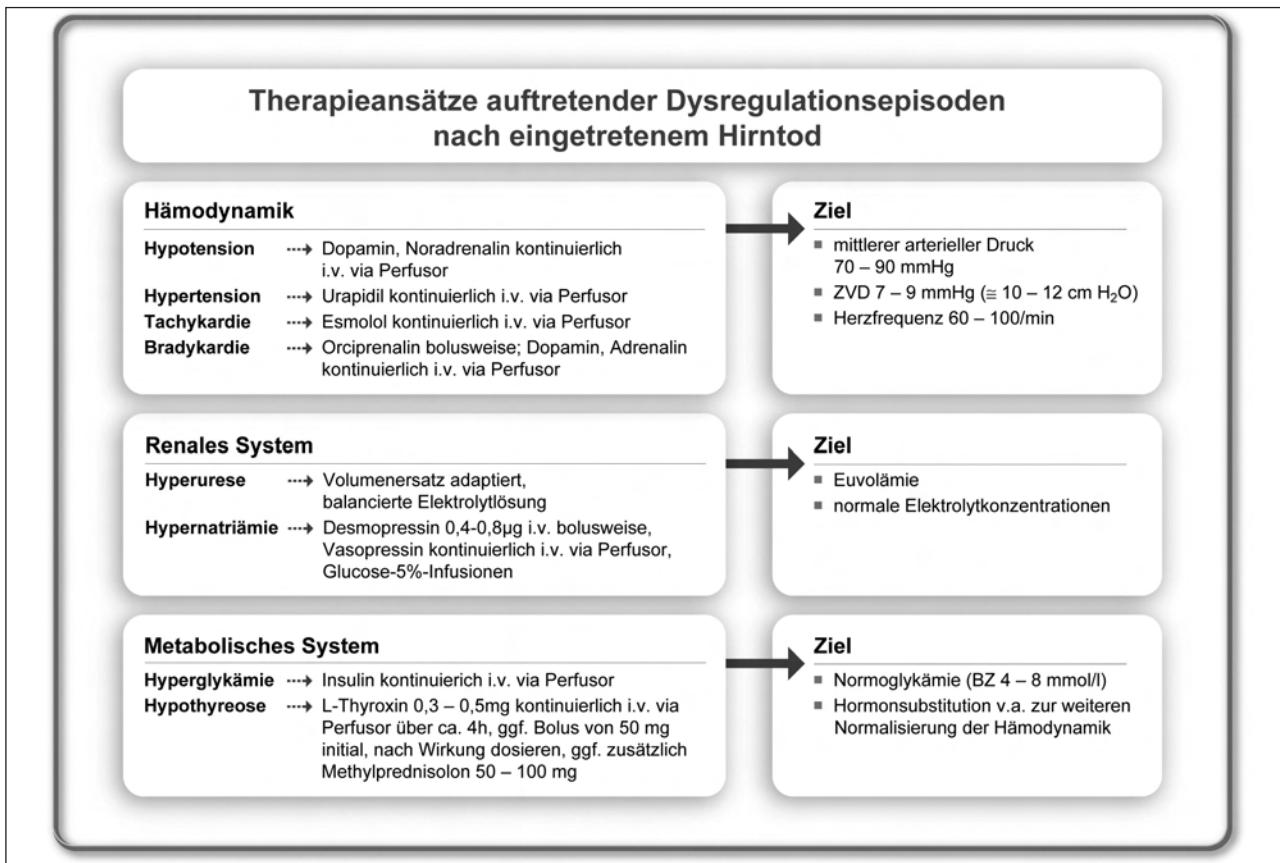


Abb. 3

► intravasale Volumensituation exakt steuern zu können. Der PICCO-Katheter bietet hier den Vorteil, zum einen nicht positiv arrhythmogen zu wirken und zum zweiten das extravasale Lungenwasser bestimmen zu können. Diese Größe ist wichtig, um die Lungenfunktion so zu erhalten, dass auch dieses, meist sehr empfindliche und deshalb oft nicht mehr transplantierbare Organ in einem möglichst optimalen Funktionszustand bleibt. Als hämodynamische Zielgrößen gelten hierbei:

- MAP 70 – 90 mmHg
- ZVD 7 – 9 mmHg (\approx 10 – 12 cm H₂O)
- ITBV 800 ml/m².

Sollte trotz adäquater Volumensubstitution eine Hypotonie fortbestehen, sollte eine Katecholamintherapie indiziert werden. Hier ist in erster Linie Noradrenalin zu nennen, aber auch Dopamin kann eine ausreichende Stabilisierung ermöglichen. Dopamin ist eher bei einer bestehenden Bradykardie anzusetzen, da bei oft notwendigen Dosierungen von um die 10µg/kg/h auch eine tachykardisierende Wirkung zu erwarten ist. Deshalb scheidet diese Wahl bei bereits bestehender Tachykardie eher aus. Zudem wird durch Dopamin eine Arrhythmogenität induziert, was bei bestehender Prädisposition zu bedenken ist.

Auch hier gilt der Kernsatz: So wenig Katecholamine wie möglich! Es kann ähnlich wie bei einem septischen Schock die Katecholamindosis durch die zusätzliche Gabe von Glukokortikoiden reduzierbar sein. Diese ist insbesondere unter Berücksichtigung des oft bestehenden und auch zentral bedingten Hypokortisolismus (Ausfall der ACTH-Sekretion) eine wichtige Therapiemaßnahme.

Ein regelmäßig bei Patienten mit schwersten Hirnverletzungen zu beobachtendes Phänomen ist die nicht selten kaum mehr kontrollierbare Diurese. Diese wird durch einen zentralen Diabetes insipidus, oft in Kombination mit Hyperglykämie (osmotische Diurese) und ggf. Hypothermie ausgelöst. Infolge dessen entstehen ausgeprägte Volumen- und Elektrolytunbalanzen. Vor allem mit Entstehung einer schweren Hypernatriämie können potenzielle Spenderorgane erheblich gefährdet werden. Dabei wird vor allem die Leber oft in Mitleidenschaft gezogen. Hier ist neben der Volumenersatztherapie eine gezielte Hormonsubstitution indiziert, d.h. die Gabe von Vasopressin via Perfusor oder Desmopressin, das wegen seiner erheblich längeren Wirkdauer auch in Einzeldosen i.v. appliziert werden kann. Es muss beachtet werden, dass eine vorangegangene Therapie mit Mannitol die Wirksamkeit von Vaso- bzw.

► Desmopressin über eine noch wirksame ADH-Rezeptor-Blockade deutlich reduzieren kann. Die Volumenersatztherapie richtet sich auch nach der Elektrolytsituation. Bei ausgeprägter Hypernatriämie wegen zentralem Diabetes insipidus muss eventuell Glukose-5%-Lösung infundiert werden, natürlich unter häufiger Kontrolle und ggf. Korrektur der Blutglukosekonzentration. Ansonsten ist Vollelektrolytlösung indiziert. Von kolloidalen Stärkelösungen sollte Abstand genommen werden, da darunter die renale Organfunktion leidet [2].

Zudem sollten auch weitere Hormondefizite ausgeglichen werden. Es fanden sich Hinweise, dass durch eine regelrechte Hormonsubstitution ein positiver Einfluss auf die Anzahl erhaltbarer Spenderorgane besteht [2,3]. Des Weiteren sollte eine bestehende Hyperglykämie durch entsprechende Insulinmedikation, ggf. i.v. via Perfusion, behandelt werden. Der Zielwert liegt bei < 180mg% (8,0 mmol/l).

Die Körpertemperatur sollte > 35°C liegen, da andernfalls v.a. Gerinnungsstörungen auftreten. Zudem wird die Diurese inadäquat angeregt.

4. Anästhesieführung zur Organentnahme

Die Aufgaben des Anästhesisten bei der Organspende beginnen mit der Übernahme des Patienten auf der Intensivstation und beinhalten prinzipiell die Fortführung der begonnenen Therapie zur Aufrechterhaltung der Homöostase und damit die weitere Gewährleistung der Funktionsfähigkeit der Organe bis zur Entnahme. Mit der Übernahme des Patienten ist der Anästhesist verpflichtet, die entsprechenden Dokumente, wie die ordnungsgemäß ausgefüllten Hirntodprotokolle, den Totenschein sowie die Einverständniserklärung des Patienten respektive der Angehörigen zur Organspende auf Vollständigkeit zu überprüfen. Auch wenn der Transplantationskoordinator die Organspende formal regelt und mitbetreut, ist man als Anästhesist verpflichtet, sich dieser Dokumente zu versichern.

Besondere Gefährdung besteht beim Transport des Spenders von der Intensivstation in den Operationsaal. Bei fehlender Kapnometrie können in dieser Phase unbemerkt Ventilationsprobleme auftreten, die bei akzidenteller Luxation des Tubus zur Hypoxie führen oder bei Hypo- bzw. Hyperkapnie durch Einwirkung auf die erythrozytäre Sauerstoffbindungskurve Änderungen in der Homöostase verursachen können. Zudem wird durch Lagerungsmaßnahmen nicht selten die via Perfusion laufende hämodynamisch wirksame Medikation beeinflusst mit der Folge, hyper- bzw. hypotensive Zustände zu provozieren.

Nicht erst mit Beginn der Organentnahme stellt sich die Frage, ob und wenn ja, welche Art der „Narkose“ zu dieser „Operation“ notwendig ist. Grundlegende Ziele einer Narkose sind Hypnose, Analgesie, Relaxation und die Verminderung bzw. das Ausschalten der Reflexaktivität. Hierzu werden unter anderem Inhalations- und Injektionsanästhetika sowie Opioide verwendet, deren Hauptwirkort das Gehirn ist. Nach Eintreten des Hirntodes sind die Gesamtfunctionen des Großhirns, Kleinhirns und des Hirnstammes des Patienten irreversibel erloschen. Das heißt, im Zustand der Dezerebration findet weder eine kortikale Schmerzempfindung noch –verarbeitung statt. Das eigentliche Zielorgan der Anästhetika und Analgetika ist nicht mehr funktionsfähig. Basierend auf diesem Hintergrund gibt es eine eindeutige Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesärztekammer vom Mai 2001, wonach es:

„...nach dem Hirntod keine Schmerzempfindung mehr gibt. Deshalb sind nach dem Hirntod bei Organentnahmen keine Maßnahmen zur Schmerzverhütung (z.B. Narkose) nötig. Die Tätigkeit eines Anästhesisten bei der Organentnahme – zu Maßnahmen wie z.B. der künstlichen Beatmung, der Kontrolle der Herzaktivität und des Kreislaufs sowie der notwendigen Ruhigstellung der Muskulatur – dient ausschließlich der Erhaltung der Funktionsfähigkeit der zu entnehmenden Organe.“

Eine Narkose im eigentlichen Sinne ist demnach nicht notwendig. Zu entnehmen ist dieser Stellungnahme, dass während der Organentnahme eine Ruhigstellung der Muskulatur notwendig ist. Die nicht selten auftretenden Muskelkontraktionen sind spinal vermittelte Muskelreflexe und Automatismen, zum Teil mit komplexen Abläufen. Sie treten als Muskeleigenreflexe (z.B. Bizeps-, Trizepsssehnenreflexe), als Fremdreflexe (z.B. Kremasterreflex, Babinski-Zeichen), als komplexe Reaktionen wie Streck- und Beugesynergismen sowie als spontan erscheinende Bewegungen wie das Lazarus-Phänomen auf. Auch vegetative Reaktionen wie Hypertonie, Tachykardie und Schwitzen werden insbesondere bei chirurgischen Manipulationen beobachtet. Die Ursachen dieser Reaktionen und Reflexe können eindeutig der spinalen Ebene zugeordnet werden. Durch den Verlust der hemmenden Wirkung übergeordneter Zentren treten einerseits überschließende Reaktionen auf. Die erhaltene Heterogenität der Rückenmarksperfusion und der unterschiedliche Zeitabstand zum Hirntod erklären andererseits die interindividuelle Vielfältigkeit der muskulären Automatismen. Ähnliche muskuläre und vegetative ►

► Erscheinungen auf äußere Reize können auch bei Patienten mit kompletter Durchtrennung des Rückenmarks, beispielsweise im Rahmen eines Traumas, hervorgerufen werden. Hier ist ebenso wie bei Hirntoten die Reizweiterleitung zum somatosensorischen Cortex als übergeordneter Kontrollinstanz unterbrochen.

Die Unterdrückung und Therapie dieser spinalen Reflexe ist eine der wichtigsten Aufgaben des Anästhesisten während der Organentnahme. Er gewährleistet die Sicherung der durch überschießende hämodynamische Reaktionen gefährdeten Organe und schafft damit optimale Entnahmeverhältnisse. Auch sollte die psychische Belastung des Operationspersonals durch Muskelkontraktionen des Spenders (Lazarus-Phänomen) nicht außer Acht gelassen werden. Geeignet zur Therapie muskulärer Reflexe sind wie bei einer Narkose Muskelrelaxantien. Autonome Kreislaufreaktionen (Tachykardie, Hypertonie und Schwitzen), ausgelöst durch eine spinal induzierte, über den Grenzstrang via Nebennierenmark ausgelöste Katecholaminfreisetzung auf peripheren Reize, können durch Applikation von Opioiden abgeschwächt werden. Ebenso sind kurzwirksame Medikamente wie Betablocker (Esmolol) und Antihypertensiva (Urapidil) geeignet, die kardiozirkulatorische Antwort zu kontrollieren. Die Gabe von Opioiden wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Im Prinzip ist aufgrund des Verlustes des zentralen Nervensystems und damit des Verlustes des Hauptwirkortes von Opioiden deren therapeutische Wirksamkeit umstritten, zumal Medikamente mit gezielter Wirkung zur Verfügung stehen. Andererseits sind Opioidrezeptoren auch auf peripherer und spinaler Ebene lokalisiert und damit können bei entsprechender Stimulation autonome Reaktionen unterdrückt werden. Insbesondere eine Reflextachykardie kann durch direkte Hemmung des Sinusknotens wirksam verhindert werden. Weiterer Vorteil der Opiode gegenüber kardiozirkulatorisch wirksamen Medikamenten ist die günstigere hämodynamische Stabilität bei ohnehin bestehender, in dieser Phase meist hypotoner Kreislaufdysregulation. Auf Inhalations- und Injektionsnarkotika zur Unterdrückung spinaler Reflexe sollte aufgrund der peripheren Nebenwirkungen wie negativer Inotropie und Erniedrigung des peripheren Widerstands ganz verzichtet werden.

Die weiteren Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Homöostase orientieren sich an den bereits genannten Zielen bzw. Normalwerten. Kardiozirkulatorisch befindet sich der Organspender meist in der Phase der Vasoparalyse. Die Therapie der Intensivstation fortsetzend ist eine differenzierte Applikation von Volumen und Katecholaminen fortzuführen, orientie-

rend an den hämodynamischen Zielparametern. Seltener kann die Transfusion von Erythrozytenkonzentraten oder Fresh-Frozen-Plasma notwendig werden. Ebenso richtet sich die kontrollierte Beatmung nach den Zielen Normokapnie, normaler pH-Wert und normale Oxygenierung. Bei der Entnahme der Lunge sollte man insbesondere auf eine inspiratorische Sauerstoffkonzentration von kleiner 0,4 sowie das empfohlene Atemzugvolumen von 6 bis maximal 8 ml/kg Normalgewicht achten. Ein PEEP sollte induziert werden, jedoch 5-7mbar nicht überschreiten. Wasser-, Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalt sind engmaschig zu kontrollieren und ggf. auftretende Abweichungen zu therapieren.

5. Überblick über das operative Vorgehen bei Organentnahme

Im Allgemeinen verläuft die Organspende als Multiorganentnahme, meist sind mehrere Explantationsteams daran beteiligt. Der Spender wird mit ausgelagerten Armen auf dem Operationstisch gelagert. Vor Eröffnung des Abdomens und des Sternum wird eine antibiotische Prophylaxe verabreicht. Die Sternotomie und Laparotomie reichen von der Fossa jugularis bis zum Os pubis. In dieser Phase der chirurgischen Manipulationen werden über die Aktivierung spinaler Reflexe vasoaktive Substanzen ausgeschüttet, die häufig zu Tachykardie und durch Anstieg des systemischen Widerstandes zur Hypertonie führen. Die gemessene Höhe der Katecholaminspiegel korreliert nicht zwangsläufig mit dem Anstieg der kardiovaskulären Parameter. Die Therapie sollte – wie bereits erwähnt – mit Opioiden und situativ mit kurzwirksamen kardiovaskulären Medikamenten erfolgen. Gleichzeitig wird die Gabe von Muskelrelaxantien zur Unterdrückung muskulärer Reflexe dringend empfohlen. Nach Eröffnung des Sitzes erfolgen die sorgfältige Inspektion und anschließende Präparation der Organe. Im Rahmen mechanischer Manipulationen durch Kompression großer Gefäße insbesondere bei der Präparation der Leber muss auch weiterhin mit Blutdruckschwankungen gerechnet werden. Ausgeprägte Hypotonien und Bradykardien bis hin zum Herzstillstand können bei der Präparation des Pankreas entstehen. Ursächlich hierfür ist die Freisetzung vasoaktiver Substanzen und Entzündungsmediatoren. Während dieser Phase kann es zudem zu einem erheblichen Blutverlust kommen, der entsprechend mit Volumen und ggf. der Transfusion von Erythrozytenkonzentraten ausgeglichen werden muss. Dabei sollte man versuchen, sich ggf. via Betrachtung des Säure-Basen-Haushaltes und Zeichen der inadäquaten peripheren Gewebeoxigenierung ein Bild über eine ▶

► möglicherweise transfusionspflichtige Lage zu machen. Einen festen Transfusionstrigger kann man in dieser Situation auch unter Berücksichtigung der nicht mehr interpretierbaren Kreislaufparameter nicht benennen. Die Indikation für gerinnungsaktive Plasmen besteht nicht. Gleichzeitig mit der Präparation der abdominalen Organe wird das Perikard eröffnet, um Herz und Lunge zu beurteilen. Hierbei können schwere Herzrhythmusstörungen auftreten. Einige Autoren empfehlen das Bereitlegen steriler Paddles zur Defibrillation. Ist die Organpräparation beendet, wird die V. portae kanüliert und über diesen Zugang Heparin injiziert. Anschließend erfolgen die Kanülierung der Aorta abdominalis, ascendens sowie der A. pulmonalis. Danach werden Vena cava superior et inferior und das linke Herzohr eröffnet, nachfolgend kommt es zu einem ausgeprägten Blutdruckabfall. Mit dem nahezu gleichzeitigen Clamping der Aorta abdominalis beginnt die Ischämiezeit. Die Organe werden durch eine Druckperfusion mit einem entsprechenden Konserverungsmittel gespült. Zusätzlich wird der Sitz mit steriler kalter NaCl-Lösung gekühlt. Mit der Hypotension durch Kanülierung bzw. Eröffnung der großen Gefäße kommt es zu einer schweren Kreislaufdepression, zu Herzrhythmusstörungen, zu Kammerflimmern und schließlich zur Asystolie. Die anästhesiologischen Maßnahmen werden mit dem Crossover-clamping eingestellt. Der ZVK sollte vor der Entnahme des Herzens zurückgezogen werden. Anschließend werden bei natürlichem Tod Tubus und sämtliche Gefäßkatheter entfernt. Eine Ausnahme zu diesem Procedere ergibt sich bei der geplanten Entnahme der Lungen. Die Lunge sollte nach Explantation des Herzens intermittierend beatmet und abschließend nochmals gebläht werden. Mit dem Verschluss der Trachea kann der Tubus dann zurückgezogen werden. Eine zweite Ausnahme stellt die angeordnete Obduktion bei nichtnatürlicher Todesursache des Patienten dar. Hier sollten sämtliche Zugänge belassen werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine Narkose im eigentlichen Sinne zur Organentnahme nicht erforderlich ist. Die Anästhesie beschränkt sich auf die Unterdrückung bzw. Ausschaltung spinaler Reflexe mittels Opioiden und Muskelrelaxantien. Wichtigste Aufgabe des Anästhesisten ist die Erhaltung der Funktionsfähigkeit der zu entnehmenden Organe durch Aufrechterhaltung der Homöostase und Sicherstellung der Organperfusion und -oxygenierung.

6. Wichtige Websites

Im Folgenden sind einige Websites genannt, auf denen eine Vielzahl von wichtigen Informationen

bzw. Texten zur Organspende nachgeschlagen werden können. Hier sind die Gesetzestexte zum Transplantationsgesetz im Originalwortlaut, vervollständigt durch entsprechende länderspezifische Ergänzungen, abgebildet. Auch können hier Texte zu speziellen Fragestellungen, beispielsweise zur Lebendorganspende, die hier nicht erörtert wurden, nachgelesen werden. Zudem werden auf diesen Seiten die für die entsprechenden Regionen in Deutschland zuständigen Koordinationszentren mit Telefonnummern angegeben. Weiterhin können hier wichtige Formulare einschließlich des gültigen offiziellen Formulars zur Hirntoddiagnostik und zum Protokoll des Angehörigengesprächs heruntergeladen werden. Insbesondere die Website der Informationsstelle Transplantation und Organspende des Forums Organspende und Transplantation (www.transplantation-information.de) bietet neben Gesetzestexten auch eine Vielzahl von Informationen zu ethischen Fragestellungen und Hilfestellungen für die Angehörigen, aber auch für Ärzte und Pflegepersonal, die in der Situation besonderen emotionalen Belastungen ausgesetzt sind. Besonders zum Umgang mit Angehörigen werden wichtige Hinweise geboten, um diese Ausnahmesituation besser bewältigen zu können.

www.bundesaerztekammer.de
(Stichwort Transplantationsgesetz)

www.dso.de
(Deutsche Stiftung Organtransplantation)

www.transplantation-information.de
(Forum Organspende und Transplantation)

Literatur

1. Saposnik G, Maurinfo J, Bueri JA. Movements in brain death. Eur J Neurol 2001;8:209-213.
2. Wood KE, Becker BN, McCartney JG, D'Allesandro AM, Coursin DB. Care of potential organ donor. N Engl J Med 2004;351:2730-2739.
3. Mauer D, Nehammer K, Bösebeck D, Wesslau C. Die organprotektive Intensivtherapie bei postmortalen Organspendern. Intensivmed 2003;40:574-584.
4. Sinner B, Graf BM. Anästhesie zur Organentnahme. Anaesthesist 2002;51:493-513.
5. Szabo G. Physiologic changes after brain death. J Heart Lung Transplant 2004;23(Suppl 1):223-226.
6. Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirates der Bundesärztekammer: Kriterien des Hirntodes. Dtsch Ärztebl 1997;94:A1296-A1303.

Korrespondenzadresse:

Priv.-Doz. Dr. med. habil. Hermann Theilen
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie
und Intensivtherapie
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, TU-Dresden
Fetscherstraße 74
01307 Dresden, Deutschland
Tel.: + 49 351 458 2785, Fax: + 49 351 458 4336
E-Mail: Hermann.Theilen@uniklinikum-dresden.de



ANTWORTEN CME 6 | 07

HEFT 6/2007

- | | |
|-------------------|--------------------|
| Frage 1: d | Frage 6: a |
| Frage 2: d | Frage 7: e |
| Frage 3: b | Frage 8: a |
| Frage 4: c | Frage 9: a |
| Frage 5: d | Frage 10: e |

DGAI / BDA - Geschäftsstelle
Roritzerstraße 27, D-90419 Nürnberg
Tel.: 0911 933780, Fax: 0911 3938195,
E-Mail: dgai@dgai-ev.de, http://www.dgai.de
E-Mail: bda@dgai-ev.de, http://www.bda.de

Geschäftsleitung
Priv.-Doz. Dr. med. Alexander Schleppers, Dipl.-Sozw. Holger Sorgatz

Sekretariat:
Klaudja Atanasovska 0911 9337821
Monika Gugel 0911 9337811
Alexandra Hisom, M.A. 0911 9337812
E-Mail: dgai@dgai-ev.de, E-Mail: bda@dgai-ev.de

Rechtsabteilung
Dr. iur. Elmar Biermann, Ass. iur. Evelyn Weis

Sekretariat:
Gabriele Schneider-Trautmann (A - K) 0911 9337827
Claudia Wentzel (L - Z) 0911 9337817
E-Mail: BDA.Justitiare@bda-ev.de

Buchhaltung / Mitgliederverwaltung
Kathrin Barbian 0911 9337816
Karin Rauscher 0911 9337815
E-Mail: DGAI.Mitgliederverw@dgai-ev.de
E-Mail: BDA.Mitgliederverw@dgai-ev.de

BDA - Referate:
Referat für Versicherungsfragen
Ass. iur. Evelyn Weis
Roritzerstraße 27, D-90419 Nürnberg
Tel.: 0911 9337817 oder 27, Fax: 0911 3938195
E-Mail: BDA.Versicherungsref@bda-ev.de

Referat für Krankenhausmanagement und -ökonomie
Priv.-Doz. Dr. med. Alexander Schleppers
Keltenweg 9c, D-65843 Sulzbach
Tel.: 06196 580441, Fax: 06196 580442
E-Mail: Aschleppers@t-online.de

Referat für den vertragsärztlichen Bereich
Elmar Mertens Bürozeiten: 9.00 - 13.00 Uhr (Mo. - Fr.)
Niedergelassener Anästhesist
Trierer Straße 766, D-52078 Aachen
Tel.: 0241 4018533, Fax: 0241 4018534
E-Mail: bda-Mertens@T-Online.de

MULTIPLE-CHOICE-FRAGEN (CME 11/2007)

1. Welche Aussage zur Feststellung des eingetretenen Hirntodes ist richtig?

- Das Verfahren nach supra- oder infratentoriellen Hirnschädigungen ist identisch
- Die Untersuchung auf eine nachweisbare Schmerzreaktion kann durch Auslösen eines intensiven Schmerzreizes am Torso des Patienten erfolgen
- Die Hirntoddiagnostik erfordert einen minimalen arteriell-systolischen Blutdruck von 120mmHg, um zum Zeitpunkt der Diagnostik einen Schock ausschließen zu können
- Die Induktion eines Schmerzreizes am thorakalen oder abdominalen Situs des Patienten ist ungeeignet, da hier die Auslösung spinaler Reflexe eine noch vorhandene zerebrale Aktivität vortäuschen könnte
- Der zentrale Venendruck zum Zeitpunkt der Diagnostik muss \leq 14mmHg sein, um den Apnoetest durchführen zu können.

2. Welche Aussage ist richtig?

Vor Beginn der Hirntoddiagnostik muss ausgeschlossen sein

- Intoxikation
- neuromuskuläre Blockade
- Unterkühlung
- schwere Sepsis
- infratentorielle Hirnschädigung
 - nur 1 und 2 sind richtig
 - nur 1, 2 und 4 sind richtig
 - nur 1, 2 und 3 sind richtig
 - 1, 2, 4 und 5 sind richtig
 - alle sind richtig.

3. Welche Aussage ist falsch?

Der Ausfall der Hirnstammreflexe wird durch folgende Untersuchungen dokumentiert:

- Lichtstarre beider ohne Einfluss eines Mydriatikums mittel bis maximal weiter Pupillen
- Fehlender Kornealreflex
- Fehlende Muskeleigenreflexe
- Fehlender Trachealreflex
- Fehlender Pharyngealreflex.

4. Welche Aussage zum Apnoetest ist falsch?

- a) Bei einer bereits vor dem zum möglichen Hirntod führenden Ereignis bestehenden schweren Lungenfunktionsstörung kann auf den Apnoetest verzichtet werden, wenn ergänzende apparative Untersuchungen den zerebralen Zirkulationsstillstand belegen
- b) Nach Erreichen des CaO_2 von 60mmHg (8kPa) sollte der Patient immer vom Respirator diskonnektiert werden, um den fehlenden Atemantrieb untersuchen und belegen zu können
- c) Vor der Untersuchung eines nicht mehr nachweisbaren Atemantriebes sollte beim vorher lungengesunden Patienten durch entsprechende Hypoventilation ein arterieller CO_2 -Partialdruck von mindestens 60mmHg (8kPa) induziert werden
- d) Eine apnoeische Oxygenierung durch Sauerstoffinsufflation via liegendem Tubus kann hilfreich sein, eine hinreichende Oxygenierung zum Zeitpunkt des Apnoetests zu gewährleisten
- e) Der Patient kann bei sehr niedrig eingestelltem Triggerwert am Respirator konnektiert verbleiben, um den Apnoetest trotz bestehender schwerer Lungenfunktionsstörung noch durchführen zu können.

5. Welche Aussagen sind richtig?

- Ursachen der Heterogenität spinaler Reflexe und Reaktionen sind
1. Verlust der hemmenden Wirkung übergeordneter Kontrollinstanzen
 2. Verschiedene zeitliche Abstände zum Hirntod
 3. Erhaltene periphere Schmerzrezeptoren und damit Schmerzempfinden
 4. Heterogenität der Rückenmarksperfusion
 - a) 1 und 2 sind richtig
 - b) 1, 2 und 3 sind richtig
 - c) 2, 3 und 4 sind richtig
 - d) 1, 2 und 4 sind richtig
 - e) alle sind richtig.

6. Welche Aussagen sind richtig?

- Zur Verkürzung der Schwebezeit können folgende technischen Untersuchungsverfahren angewandt werden:
1. somatosensibel evozierte Potenziale (einmalige Ableitung)
 2. Elektroenzephalogramm (einmalige Ableitung)
 3. frühe motorisch evozierte Potentiale (einmalige Ableitung)
 4. transkraniale Dopplersonographie
 5. Hirnszintigraphie
 - a) nur 1 und 2 sind richtig
 - b) nur 1, 2 und 4 sind richtig
 - c) nur 1, 2 und 3 sind richtig
 - d) nur 2, 4 und 5 sind richtig
 - e) alle sind richtig.

7. Welche Aussage ist richtig?

- Die postmortale Organspende in Deutschland ist
- a) zurzeit geregelt als erweiterte Zustimmungslösung
 - b) zurzeit geregelt als Widerspruchslösung mit Einspruchsrecht der Angehörigen
 - c) zurzeit geregelt als Informationslösung (Nachfrage bei Angehörigen im Zweifelsfall)
 - d) zurzeit geregelt als Widerspruchslösung
 - e) gesetzlich nicht geregelt.

8. Welche Aussagen sind richtig?

Welche pathophysiologisch-klinischen Probleme können nach eingetretenem Hirntod auftreten?

1. Hyperglykämie
2. kardiale Arrhythmien
3. Hypothermie
4. hypertensive Krise
5. ausgeprägte Hypotonie
 - a) nur 1 und 2 sind richtig
 - b) nur 1, 2 und 4 sind richtig
 - c) nur 1, 2 und 3 sind richtig
 - d) nur 2, 4 und 5 sind richtig
 - e) alle sind richtig.

9. Welche Aussagen sind richtig?

Welche der folgenden Begleiterkrankungen sind ein absolutes Ausschlusskriterium für eine Organspende?

1. Hepatitis B
2. septischer Schock
3. nicht kurativ behandelbares extrazerebrales Malignom
4. HIV-Infektion
5. generalisierte Arteriosklerose
 - a) nur 1 und 2 sind richtig
 - b) nur 3 und 4 sind richtig
 - c) nur 1, 2 und 3 sind richtig
 - d) nur 2, 4 und 5 sind richtig
 - e) alle sind richtig.

10. Welche Aussage ist richtig?

Folgende Dokumente sind vor der Organentnahme auf Vollständigkeit zu überprüfen:

- a) Hirntodprotokolle, Totenschein, Einverständniserklärung des Patienten bzw. der Angehörigen
- b) Totenschein, Nulllinien-EEG, Einverständniserklärung des Patienten bzw. der Angehörigen
- c) Nachweis des zerebralen Perfusionsstillstandes, Nulllinien-EEG, Einverständniserklärung des Patienten bzw. der Angehörigen
- d) Nachweis des zerebralen Perfusionsstillstandes, Totenschein, Einverständniserklärung des Patienten bzw. der Angehörigen
- e) Nachweis des zerebralen Perfusionsstillstandes, Hirntodprotokolle, Einverständniserklärung des Patienten bzw. der Angehörigen.