

Anaesthesist 2007 · 56:1291–1303  
 DOI 10.1007/s00101-007-1284-8  
 Online publiziert: 17. November 2007  
 © Springer Medizin Verlag 2007

#### Redaktion

H.J. Bardenheuer · Heidelberg  
 H. Forst · Augsburg  
 R. Rossaint · Aachen  
 D. Spahn · Zürich



#### CME.springer.de – Zertifizierte Fortbildung für Kliniker und niedergelassene Ärzte

Die CME-Teilnahme an diesem Fortbildungsbeitrag erfolgt online auf CME.springer.de und ist Bestandteil des Individualabonnements dieser Zeitschrift. Abonnenten können somit ohne zusätzliche Kosten teilnehmen.

Unabhängig von einem Zeitschriftenabonnement ermöglichen Ihnen CME.Tickets die Teilnahme an allen CME-Beiträgen auf CME.springer.de. Weitere Informationen zu CME.Tickets finden Sie auf CME.springer.de.

#### Registrierung/Anmeldung

Haben Sie sich bereits mit Ihrer Abonnementnummer bei CME.springer.de registriert? Dann genügt zur Anmeldung und Teilnahme die Angabe Ihrer persönlichen Zugangsdaten. Zur erstmaligen Registrierung folgen Sie bitte den Hinweisen auf CME.springer.de.

#### Zertifizierte Qualität

Diese Fortbildungseinheit ist mit 3 CME-Punkten zertifiziert von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig. Folgende Maßnahmen dienen der Qualitätssicherung aller Fortbildungseinheiten auf CME.springer.de: Langfristige Themenplanung durch erfahrene Herausgeber, renommierte Autoren, unabhängiger Begutachtungsprozess, Erstellung der CME-Fragen nach Empfehlung des IMPP mit Vorabtestung durch ein ausgewähltes Board von Fachärzten.

Für Fragen und Anmerkungen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung:

**Springer Medizin Verlag GmbH**  
**Fachzeitschriften Medizin/Psychologie**  
**CME-Helpdesk, Tiergartenstraße 17**  
**69121 Heidelberg**  
**E-Mail: cme@springer.com**  
**CME.springer.de**

R. Hömme · G. Neeser

Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Klinikum Augsburg

# Organspende

## Zusammenfassung

Die Transplantation menschlicher Organe ist eine etablierte und meist die einzige lebensrettende Therapie für Patienten im Endstadium eines Organversagens. Derzeit stellt der Mangel an Organen ein großes Problem dar. Die rechtliche Grundlage für eine Transplantation bildet das Transplantationsgesetz (TPG), demzufolge jeder beatmete Patient mit diagnostiziertem Hirntod als potenzieller Organspender in Frage kommt. Im Rahmen des Hirntods kann es zu ausgeprägten Herz-Kreislauf-Reaktionen, Störungen der Thermoregulation, des Wasser- und Elektrolythaushalts, des Endokriniums sowie des Gerinnungssystems kommen. Die organprotektive Therapie beim Spender sowie der Umgang mit dessen Angehörigen stellen besonders hohe Anforderungen an den Intensivmediziner und das Pflegepersonal.

## Schlüsselwörter

Organspende · Hirntod · Transplantation · Transplantationsgesetz · Organprotektive Therapie

## Organ donation

### Abstract

For patients with end-stage organ disease transplantation of human organs is a well-established therapy, and in most cases it is the only life-saving one. But the lack of available organs is a big problem. The legal basis in Germany is the transplantation law (TPG). According to this law, every ventilated patient with diagnosed brain death is a potential organ donor. However, brain death may lead to strong reactions in the patient's cardiovascular system as well as disturbances in thermoregulation, water and electrolyte balance, and the endocrine and haemostatic systems. Thus, protecting the organs of the organ donor and, furthermore, caring for his or her relatives are great challenges for every physician and nurse in the intensive care unit.

### Keywords

Organ donation · Brain death · Transplantation · Transplantation law · Organ protective management

**Im vorliegenden Beitrag werden zunächst die Grundlagen der Transplantationsmedizin, wie Spendersituation, rechtliche Grundlagen, Eignung, Indikationen und Kontraindikationen zur Organspende, vorgestellt. Anschließend wird auf die pathophysiologischen Veränderungen bei Hirntod eingegangen. Diese müssen bekannt sein, damit sie nach dem Hirntod des Spenders erkannt werden können. Je nach geplanter Organentnahme müssen unterschiedliche Maßnahmen ergriffen werden, um die zu entnehmenden Organe in einem möglichst optimalen Zustand zu erhalten und die Entnahme nicht durch ungeeignete oder unterlassene Therapiemaßnahmen zu erschweren oder unmöglich zu machen. Die Therapieziele vor Organentnahme nach Hirntod des Spenders unterscheiden sich dabei grundlegend von denen vor dem Tod des Spenders. Zum Abschluss des Beitrags wird auf die Organentnahme beim hirntoten und beim lebenden Spender eingegangen.**

## Grundlagen der Transplantationsmedizin

Die Transplantation menschlicher Organe ist eine etablierte und meist die einzige lebensrettende Therapie für Patienten im Endstadium eines Organversagens. Die Überlebensrate von Patient und Organen nach Transplantation wurde durch Fortschritte in der Organkonservierung, den operativen Techniken und der Immunsuppression gesteigert, ohne dass bis heute ein 100%iger Erfolg realisierbar wäre.

### Spendersituation

Haupthindernis für eine weitere Zunahme von Transplantationen ist der Mangel an Organen. Mehr als 40.000 Patienten warten in den USA auf eine Transplantation, die gleiche Anzahl wird in Westeuropa auf Wartelisten geführt [18]. In Deutschland wurde 2006 von über 12.000 Dialysepatienten, die auf eine Niere warteten, nur etwa jeder Vierte tatsächlich transplantiert. Auch die Zahl der Patienten, die auf andere Organe warten, überschreitet bei weitem die der Organspender. Trotz des Mangels werden in Deutschland Organe nur bei 40–60% der Hirntoten entnommen. In Österreich lag die Rate an Organspenden 2006 mit 25/1 Mio. Einwohnern deutlich höher als in Deutschland mit 15/1 Mio. Einwohnern. Bemerkenswert sind **▶ starke regionale Unterschiede**, die zwischen 11,4 realisierten postmortalen Organspenden pro 1 Mio. Einwohnern in Hessen und 30,0/1 Mio. in Mecklenburg-Vorpommern lagen.

### Rechtliche Grundlagen

In Deutschland regelt das **▶ Transplantationsgesetz (TPG)** die Spende, Vermittlung und Übertragung von Organen. Danach sind alle Krankenhäuser in die Gemeinschaftsaufgabe Organspende einbezogen und verpflichtet (§11 Abs. 1 und 4, TPG), potenzielle Organspender zu melden und die zur Überprüfung der medizinischen und juristischen Voraussetzungen einer geplanten Organentnahme erforderlichen Auskünfte zu erteilen (§7 TPG; s. Kap. 90).

### Eignung zur Organspende

Grundsätzlich kommt jeder beatmete Patient mit **▶ diagnostiziertem Hirntod** als Organspender in Frage. Die meisten Spender sind Patienten mit isolierter zerebraler Läsion. In den 1990er Jahren führten als Todesursache das Schädel-Hirn-Trauma (55%) und zerebrovaskuläre Prozesse (32%), während Asphyxie oder Ertrinken (4%), kardiovaskuläre Ereignisse (2%) und Intoxikationen (1%) seltene Todesursachen der Organspender waren [16]. Im Jahr 2000 verstarben nach Angaben der Deutschen Stiftung Organtransplantation (DSO) in Deutschland etwa 55% der Organspender an den Folgen von isolierten vaskulären Prozessen (Blutung, Ischämie).

### Indikationen und Kontraindikationen zur Organspende

Absolute Kontraindikationen für eine Organspende sind:

- Maligne Systemerkrankungen
- Übertragbare und für den Empfänger vital bedrohliche Infektionserkrankungen

Die Zahl der auf ein Organ wartenden Patienten überschreitet bei weitem die der Organspender

#### ▶ **Starke regionale Unterschiede**

#### ▶ **Transplantationsgesetz**

Alle Krankenhäuser sind laut Gesetz verpflichtet, potenzielle Organspender zu melden und die erforderlichen Auskünfte zu erteilen

#### ▶ **Diagnostizierter Hirntod**

In allen anderen Fällen muss individuell die Transplantabilität jedes einzelnen Organs geprüft werden. Die Entscheidung und Verantwortung für die Akzeptanz eines Organs liegt bei den Ärzten des regionalen Transplantationszentrums und nicht bei dem Arzt, der den Organspender meldet.

Vorbestehende Erkrankungen und deren Behandlung sollten bekannt sein. Dazu dienen die Fremdanamnese und eine sorgfältige klinische Untersuchung (z. B. nach Mammatumoren oder Lymphknotenvergrößerungen). Insbesondere muss geklärt werden, ob Organfunktionsstörungen schon vor der Hirnschädigung bestanden oder erst im Rahmen der akuten Erkrankung auftraten.

Passagere Nierenfunktionsstörungen mit bekannter und potenziell reversibler Ursache sind keine Kontraindikation zur Organentnahme. Internistische oder neurologische Begleiterkrankungen sowie fortgeschrittenes Alter stellen keine absolute Kontraindikation für eine Organspende dar. Für eine Nieren- und Leberspende gibt es keine Altersobergrenze mehr, für das Herz wird diese mit 50 Jahren angesetzt. Die Eignung richtet sich weniger nach dem Alter des Spenders als vielmehr nach dem Funktionszustand der zur Entnahme vorgesehenen Organe; dies gilt insbesondere für die Lunge als Spenderorgan.

Neben den Nieren eignen sich bei älteren Organspendern v. a. Leber, Herzklappen und Hornhäute zur Spende. Bei besonders dringlicher Indikation für die Transplantation können Organe von Spendern mit abgelaufener ► **Virushepatitis** und positiver Hepatitisserologie Empfängern mit der gleichen Erkrankung übertragen werden.

In den USA wird eine Organentnahme auch von Patienten vorgenommen, bei denen die Intensivtherapie im Konsens aller Beteiligten eingestellt worden ist, nachdem zuvor eine infauste Prognose infolge schwerster zerebraler Schädigung festgestellt wurde. Die Beatmung wird dabei im OP beendet, bis auch der Herzstillstand eingetreten ist. Diese Praxis ist in den USA umstritten [35] und in Deutschland durch die Regelung im TPG untersagt.

### Identifikation eines potenziellen Organspenders

Folgende Voraussetzungen müssen erfüllt sein:

- Hirntod
- Kein Widerspruch bekannt
- Alter 0–80 Jahre (ggf. älter)
- Funktionsfähiges Herz-Kreislauf-System

Kontraindikationen sind:

- Schwere organische Erkrankungen (auch ohne aktuelle Manifestation)
- Schwere übertragbare Infektionen (Bakterien, Pilze, Viren)
- Positive HIV-Serologie
- Maligne Grunderkrankung (ausgenommen primäre Hirntumoren ohne Neigung zu extrakranieller Metastasierung, Basaliome, Carcinoma in situ der Cervix uteri)
- Aktiver i.v. Drogenmissbrauch.

Nach Daten des United Network for Organ Sharing (UNOS) werden in den USA jährlich von etwa 50–60 Verstorbenen mit ZNS-Tumoren Organe zur Transplantation entnommen (etwa 1% aller Spender). ► **Maligne Gliome** metastasieren selten außerhalb des Gehirns, deshalb können Organe zur Transplantation angeboten werden.

Eine Bakteriämie oder Fungämie sind keine absolute Kontraindikation gegen eine Organentnahme [1, 10]. Im Zweifelsfall sollte Rücksprache mit einem erfahrenen Transplantationsmediziner gehalten werden.

Die Deutsche Stiftung für Organtransplantation betreibt Koordinierungsstellen für die Organisation der Organspende (Infobox 1), in denen ► **Transplantationskoordinatoren** rund um die Uhr beratend zur Verfügung stehen. Krankenhäuser mit Intensivstation müssen laut Transplantationsgesetz einen Transplantationsbeauftragten benennen, der u. a. die Beratung von Ärzten in Fragen der Organspende übernehmen soll.

### Pathophysiologische Veränderungen bei Hirntod

Vor Eintritt des Hirntods steht als Behandlungsziel die zerebrale Protektion im Vordergrund. Andere Therapieziele müssen sich dieser Priorität unterordnen. Die Zeitspanne zwischen zerebraler Lä-

Vorbestehende Erkrankungen sollten bekannt sein

Passagere Nierenfunktionsstörungen mit bekannter und potenziell reversibler Ursache sind keine Kontraindikation zur Organentnahme

#### ► Virushepatitis

#### ► Maligne Gliome

Eine Bakteriämie oder Fungämie sind keine absolute Kontraindikation gegen eine Organentnahme

#### ► Transplantationskoordinator

Die Zeitspanne zwischen zerebraler Läsion und Eintritt des Hirntods kann erheblich variieren

► **Aktivierung der Vaguskerne**

► **Cushing-Reflex**

► **Vasoparalyse mit peripherer Vasodilatation**

► **Autonomer Sturm**

Die autonomen Veränderungen sind bei einem raschen Anstieg des intrakraniellen Drucks besonders ausgeprägt

► **Zentraler Diabetes insipidus**

Der Verlust der thalamischen und hypothalamischen Temperaturkontrolle bewirkt einen Abfall der Körpertemperatur

► **Generalisierte proinflammatorische Reaktion**

sion und Eintritt des Hirntods kann erheblich variieren. Intervalle von einigen Stunden bis zu mehreren Tagen sind beschrieben [18, 23, 38]. Bei Ausschöpfen aller Therapieoptionen (Kraniektomie, Barbiturattherapie) muss auch damit gerechnet werden, dass der Hirntod erst nach 1 Woche sicher festgestellt werden kann.

Die Hirnstammschädigung während des Einklemmens („coning“) verursacht eine fortschreitende zerebrospinale Ischämie, die im Großhirn beginnend rostrokaudal in Richtung Pons, Medulla oblongata und Rückenmark fortschreitet. Die Minderdurchblutung löst eine ► **Aktivierung der Vaguskerne** aus – mit Abnahme der Herzfrequenz, des Blutdrucks und des Herzzeitvolumens.

Dehnt sich die Ischämie in Richtung Pons aus, kommt es neben der Vagusstimulation zusätzlich zu einer Sympathikusaktivierung mit Hypertension (► **Cushing-Reflex**) und unregelmäßiger Atmung. Mit Erreichen der Medulla oblongata wird der kardiomotorische Vagus Kern ischämisch. Die Folge ist eine ungebremste sympathische Stimulation mit Tachykardie, erhöhtem arteriellem Druck und Herzzeitvolumen. Der Hirntod setzt im Allgemeinen kurz nach dem „autonomen Sturm“ ein. Schreitet die Ischämie entlang des Rückenmarks fort, kommt es infolge des Ausfalls spinaler sympathischer Leitungsbahnen zur ► **Vasoparalyse mit peripherer Vasodilatation** [33]. Wegen der erheblichen kardiopulmonalen Instabilität vor und während zerebraler Einklemmung kann eine Intervention mit vasoaktiven Substanzen bereits in dieser Phase notwendig werden.

## Herz-Kreislauf- und Lungenfunktion

Zum Zeitpunkt des ► **autonomen Sturms** wurden kurzfristig massive Anstiege der Katecholaminspiegel im Blut (Adrenalin 11-fach, Noradrenalin 3-fach) gemessen [5, 21, 34]. Die dadurch ausgelöste extreme Vasokonstriktion mit Anstieg des systemischen und des pulmonalen Gefäßwiderstands, des arteriellen Drucks und die rasche Zunahme des venösen Rückstroms zum Herzen können in ein passageres Linksherzversagen und ein kardiales oder neurogenes Lungenödem münden. Ventrikuläre Extrasystolen, Brady- und Tachykardien sowie Ischämiezeichen im EKG wurden beobachtet. In Endomyokardbiopsien findet man Hinweise auf Mikroinfarkte als Folge der katecholaminbedingten Kalziumüberladung und des reduzierten koronaren Blutflusses. Besonders ausgeprägt sind diese autonomen Veränderungen bei einem raschen Anstieg des intrakraniellen Drucks [33].

Die Herz-Kreislauf-Reaktionen bei fortgeschrittener zerebraler Einklemmung treten in folgender zeitlicher Abfolge auf:

- Bradykardie, Hypotension
- Tachykardie, Hypertension
- Herzrhythmusstörungen, Ischämiezeichen im EKG (fakultativ)
- Neurogenes Lungenödem (fakultativ)
- Hypotension

## Endokriniem und Temperaturregulation

Die Zerstörung der supraoptischen Neuronen und die Entleerung der Speicher im Hypophysenhinterlappen führen zum ► **zentralen Diabetes insipidus**. Die Sekretion der Hormone des Hypophysenvorderlappens (TSH, ACTH und Wachstumshormon) ist dagegen nicht beeinträchtigt [14, 17, 27]. Als Folge einer reduzierten TSH-Sekretion ist ein Abfall des freien Trijodthyronins (T<sub>3</sub>) nach Hirnstammeinklemmung beschrieben. Der Mangel an Schilddrüsenhormon wird als Ursache für eine verminderte kardiiale Kontraktilität, die Verarmung an energiereichen Phosphaten und einen erhöhten anaeroben Metabolismus nach Eintritt des Hirntods angesehen [29, 34].

Der Verlust der thalamischen und hypothalamischen Temperaturkontrolle bewirkt einen Abfall der Körpertemperatur [30].

Der Hirntod hat darüber hinaus eine ► **generalisierte proinflammatorische Reaktion** zur Folge, wodurch die Immunogenität der transplantierten Organe im Empfänger gesteigert wird [34].

## Spenderkonditionierung

Nach Eintritt des Hirntods zielt die Therapie auf den Funktionserhalt transplantierbarer Organe.

Die pathophysiologischen Folgen des Hirntods wie Vasoparalyse, Thermodyregulation und Fehlsteuerung des Flüssigkeits- und Elektrolythaushalts müssen korrigiert werden.

## Pflege und Monitoring

Für das Pflegepersonal ist die Betreuung eines hirntoten Organspenders belastender als die Pflege anderer Patienten. Gerade wenn der Verstorbene schon längere Zeit auf der Intensivstation gepflegt wurde, wird der Hirntod des Patienten oft als Niederlage angesehen. Als besonders schwierig empfindet der überwiegende Teil der Pflegenden den Umgang mit den Angehörigen des Organspenders. Vor allem Informationsdefizite sorgen für Unsicherheit im Umgang mit dieser Thematik.

Die Pflegemaßnahmen, die vor Eintritt des Hirntods meist auf eine Minimalpflege beschränkt waren (Rückenlage, seltenes Absaugen), müssen wieder intensiviert werden. Für eine optimale Bronchialtoilette sollten gezielte Lagerungsmaßnahmen zur Sekretdrainage in den Atemwegen, intermittierendes Blähen der Lunge und Absaugen im geschlossenen Beatmungssystem eingesetzt werden. Zum Schutz der Hornhäute muss auf einen suffizienten Lidschluss geachtet werden. Invasive Verfahren, wie Ventrikelableitungen, periphere Verweilkanülen und Wunddrainagen sollten als mögliche Infektionsquellen entfernt werden.

Unverändert fortgeführt wird das ► **Monitoring** wie arterielle und zentralvenöse Druckmessung, Temperaturmessung, Pulsoxymetrie und Registrierung der Diurese. Selten wird bei anhaltend hämodynamisch instabilen Spendern ein Pulmonalkatheter zur Steuerung der Volumen- und Katecholamintherapie erforderlich.

Werden neue Gefäßzugänge notwendig, sollten der arterielle Katheter wegen der geringeren Störanfälligkeit während der Organentnahme am linken Arm und der zentrale Venenkatheter wegen der Entnahme von Thoraxorganen über die rechte V. jugularis interna gelegt werden. Ein transurethraler Blasenkatheter wird gegenüber einer Blasenfistel bevorzugt, da er bei der Präparation nach Eröffnung des Abdomens keine Vorsichtsmaßnahmen erfordert.

Der Cuff des ► **Trachealtubus** sollte möglichst weit proximal positioniert werden, um bei der Lungentnahme eine unbeschädigte Trachealmanschette zu sichern (Infobox 2).

## Angehörige

Der Umgang mit den Angehörigen eines hirntoten Patienten und die Bitte um Zustimmung zur Organspende werden von Ärzten und Pflegekräften auf der Intensivstation als außerordentlich belastend empfunden, da hierbei wenig Routine herrscht. Die DSO bietet so genannte EDHEP-Seminare (European Donor Hospital Educational Program) an, in denen eine größere Sicherheit im Umgang mit Angehörigen hirntoter Patienten vermittelt werden soll. Die Koordinatoren der DSO können auch für Gespräche mit den Angehörigen hinzugezogen werden.

## Laborparameter

Laborwerte geben Aufschluss über die Organfunktionen, weisen auf mögliche Kontraindikationen zur Organentnahme hin und ermöglichen eine orientierende Empfängerauswahl. Die virologischen Parameter dienen dem Spenderausschluss oder einer Einschränkung der Empfängerauswahl.

Die frühzeitige Meldung der Blutgruppe an die Transplantationszentrale ermöglicht eine orientierende Empfängerauswahl.

Erforderliche Laborwerte vor Organspende sind:

- Blutgruppe
- Blutbild, evtl. Differenzialblutbild
- Gerinnung (Quick-Wert, PTT, Fibrinogen)
- Kalium, Natrium, Chlorid, Kalzium im Serum
- Harnstoff, Kreatinin im Serum
- Albumin/Protein gesamt, C-reaktives Protein
- ASAT (GOT), ALAT (GPT),  $\gamma$ -GT, Bilirubin (total und direkt), LDH, alkalische Phosphatase
- CK, CK-MB, Troponin I oder T
- Lipase, Amylase, Blutglukose
- arterielle Blutgase [PEEP 5 mbar (500 Pa) bei aktueller  $F_iO_2$  und  $F_iO_2=1$ ]
- Kalium, Natrium, Chlorid im Urin, Urinstatus und -sediment

Die vor Eintritt des Hirntods meist auf eine Minimalpflege beschränkten Pflegemaßnahmen müssen nach dem Hirntod wieder intensiviert werden

### ► Monitoring

Bei der Neuanlage von Gefäßzugängen und Kathetern müssen potenzielle Organentnahmetechniken entsprechend berücksichtigt werden

### ► Trachealtubus

In EDHEP-Seminaren der DSO soll eine größere Sicherheit im Umgang mit Angehörigen hirntoter Patienten vermittelt werden

Die frühzeitige Meldung der Blutgruppe an die Transplantationszentrale ermöglicht eine orientierende Empfängerauswahl

### ► Virologische Untersuchung

Auch ohne Hinweis auf eine Infektion ist die mikrobiologische Untersuchung von Urin und Bronchialsekret erforderlich

Die apparative Diagnostik dient der Erfassung pathologischer Veränderungen oder anatomischer Varianten, die eine Organübertragung erschweren könnten

Zur Gewährleistung optimaler Durchblutungs- und Oxygenierungsbedingungen sollten bestimmte Richtwerte eingehalten werden

**Tab. 1 Differenzialdiagnosen der Hypotension bei Hirntod**

Hypovolämie	
Nebenwirkungen oder Überdosierung von Medikamenten	
Kardiale Dysfunktion	Herzkontusion
	Perikardtamponade
	Folgen des Katecholaminexzesses
	Arrhythmien (z. B. Hypokaliämie, Katecholamine, Myokardischämie)
	Vorbestehende Herzerkrankungen
Hypoxie	
Hoher PEEP	
Hypothermie	

Spezialuntersuchungen wie Insulinspiegel, HbA<sub>1c</sub> und die Infektionsserologie werden nach Absprache und Versand der Blutproben von Laborzentren der Deutschen Stiftung Organtransplantation vorgenommen.

Vor der Organspende notwendige ► **virologische Untersuchungen** sind Bestimmungen von:

- HIV1/2-Antikörper
- HBs-Antigen
- Anti-HBc-Antikörper
- HCV-Antikörper
- CMV-Antikörper

### Mikrobiologische Untersuchungen

Auch ohne klinische Hinweise auf Atem- oder Harnwegsinfektionen sollen Bronchialsekret und Urin mikrobiologisch untersucht werden, da der Nachweis von pathogenen Keimen und die Resistenztestung evtl. zur Ablehnung der Organe führen oder später eine gezielte Therapie ermöglichen können.

### Apparative Diagnostik

Ihr Umfang richtet sich nach der Art der zu entnehmenden Organe und sollte mit dem Transplantationszentrum abgesprochen werden. Ziel ist es, pathologische Veränderungen oder anatomische Varianten zu erfassen, die eine Organübertragung verhindern oder erschweren könnten.

Die typische apparative Diagnostik vor einer Organspende beinhaltet:

- Thoraxröntgen
- 12-Kanal-EKG
- Sonographie des Abdomens (Nieren, Leber, Pankreas)
- Echokardiogramm (Herzgröße, Kontraktilität, Klappenveränderungen, nur bei geplanter Herzentnahme)
- Koronarangiographie bei geplanter Herzentnahme (bei Männern >45 Jahre, bei Frauen >50 Jahre ohne Risiko für Atherosklerose, bei Vorliegen von Risikofaktoren individuell auch <45 Jahre)
- Thoraxröntgen mit einem Film-Fokus-Abstand von 100 cm (Ausmessen der Lungengröße) nur bei geplanter Lungenentnahme

### Therapieziele vor Organentnahme

Oberstes Therapieziel ist, für die transplantierbaren Organe optimale Durchblutungs- und Oxygenierungsbedingungen zu schaffen. Deshalb sollten die Determinanten des systemischen O<sub>2</sub>-Transports folgende Richtwerte aufweisen:

- systolischer Blutdruck 100 mmHg (bei Hypertonikern >100 mmHg)
- zentraler Venendruck etwa 10 mmHg
- p<sub>a</sub>O<sub>2</sub>=100 mmHg,
- arterielle O<sub>2</sub>-Sättigung >95%
- p<sub>v</sub>O<sub>2</sub>>40 mmHg/S<sub>v</sub>O<sub>2</sub>>70%

**Tab. 2** Differenzialdiagnose der Hypovolämie bei Hirntod

Vasoparalyse
Dehydratation (Flüssigkeitsrestriktion)
Osmotische Diurese (Mannitol, Hyperglykämie)
Schleifendiuretika
Diabetes insipidus
Traumabedingter Volumenverlust

- Urinvolumen 100–200 ml/h
- Körpertemperatur >35°C
- arterieller pH etwa 7,40
- Hämoglobinwert ungefähr 100 g/l

### Herz- und Kreislauffunktion

Eine ► **antihypertensive Therapie** mit kurz wirksamen Substanzen wie Urapidil oder Esmolol ist nur bei prolongierter, exzessiver Hypertonie in der Phase der zerebralen Einklemmung erforderlich, um eine Myokardischämie zu verhindern. Bradykardien bedürfen nur selten einer Intervention, falls diese erforderlich wird, kann nur Adrenalin eingesetzt werden, da Atropin wegen des Ausfalls der Vaguskerne nicht wirkt.

Nach Eintritt des Hirntods ist eine hypotensive Kreislaufregulation häufig (■ **Tab. 1**). Die häufigste Ursache einer Hypotension bei isoliertem Schädel-Hirn-Trauma ist die Hypovolämie. Das zentral bedingte Vasomotorenversagen verursacht ein relatives Volumendefizit, das durch aktives Erwärmen des Patienten nach Hypothermie verstärkt wird. Ein weiterer Grund für den Volumenmangel sind Flüssigkeitsrestriktion, Osmotherapie und Diuretikagabe im Rahmen der Hirnödemtherapie sowie ein inadäquat behandelter Diabetes insipidus oder eine Polyurie infolge Hyperglykämie (■ **Tab. 2**).

Die adäquate Behandlung der Hypovolämie besteht in dieser Phase in einer aggressiven Volumensubstitution [2, 32, 38]. Neben Elektrolytlösungen sollten wegen ihrer längeren intravasalen Verweildauer kolloidale Lösungen infundiert werden. Bevorzugt kommen die modernen mittelmolekularen Hydroxyethylstärkelösungen 130/0,4 zum Einsatz, aber auch HES 200/0,5 hat keinen negativen Einfluss auf die Nierentransplantatfunktion [7], wenn die maximal zugelassene Tagesdosierung nicht überschritten wird.

► **Bluttransfusionen** werden bei Hämoglobinwerten unter 80 g/l empfohlen.

45–100% der Organspender benötigen zumindest vorübergehend Vasopressoren oder positiv inotrope Substanzen [30], um die Zielgröße des systolischen Blutdrucks von 100 mmHg zu erreichen. Trotz des Einsatzes von vasoaktiven Substanzen beim Spender ist eine Organentnahme möglich.

Dopamin in einer Dosis von 3–5 µg/kg KG/min gilt in der angloamerikanischen Literatur immer noch als Katecholamin der Wahl beim Organspender, obwohl seine Wirksamkeit in der Prophylaxe des akuten Nierenversagens bei kritisch Kranken nicht nachgewiesen werden konnte und seine Effekte auf die Gewebeoxygenierung im renalen und mesenterialen Stromgebiet umstritten sind [19]. Werden mehr als 10 µg/kg KG/h Dopamin benötigt, ist es sinnvoll, Noradrenalin oder Adrenalin einzusetzen [36]. Grundsätzlich sollte die niedrigst mögliche Dosis gewählt werden, mit der ein systolischer Blutdruck von 100 mmHg erzielt werden kann. Nach ausreichender Volumensubstitution kann oft auf einen Vasopressor verzichtet werden [38].

Die Indikation für kreislaufwirksame Medikamente sollte stets neu überdacht werden, da insbesondere β-Agonisten über eine Downregulation der β-Rezeptoren die Funktion des transplantierten Herzens verschlechtern können [24]. Ihr Einsatz ist nur bei reduzierter Herzleistung indiziert.

► **Arrhythmien** als Folge von Läsionen des Reizleitungssystems nach dem Katecholamin Sturm sind häufig und meist therapieresistent. Elektrolytstörungen sollten behandelt werden, bei hämodynamisch wirksamen ventrikulären Rhythmusstörungen können Lidocain oder Amiodaron, bei supraventrikulären Rhythmusstörungen kann Amiodaron gegeben werden [29].

### Lunge

Das therapeutische Vorgehen hängt davon ab, inwieweit die Lunge für eine Transplantation in Frage kommt.

Bei schwerem, neurogenem Lungenödem, Lungenkontusion, Aspiration oder Atemwegsinfektionen scheidet die Entnahme der Lunge meist aus. Ziel der Beatmung ist es in diesem Fall, mit mini-

### ► Antihypertensive Therapie

Atropin ist beim hirntoten Patienten mit Bradykardie wirkungslös

Die adäquate Behandlung der Hypovolämie nach Hirntod besteht in einer aggressiven Volumensubstitution

### ► Bluttransfusion

Auch trotz des Einsatzes von vasoaktiven Substanzen beim Spender ist eine Organentnahme möglich

β-Agonisten können über eine Downregulation der β-Rezeptoren die Funktion des transplantierten Herzens verschlechtern

### ► Arrhythmie

### ► PEEP-Werte

Bei zur Transplantation vorgesehener Lunge muss die Behandlungspriorität in Richtung auf eine Volumenrestriktion geändert werden

### ► Inspiratorischer Spitzendruck

Die Flüssigkeitsbilanz bei geplanter Lungentnahme sollte bei Hyperhydratation negativ gestaltet werden

### ► Normokapnie

### ► Metabolische Azidose

In bis zu 80% der Fälle besteht ein Diabetes insipidus infolge eines ADH-Mangels

### ► Hypovolämie

### ► Elektrolytimbalance

Die Zufuhr von Natrium muss durch Gabe natriumarmer oder -freier Elektrolytlösungen vermindert werden

malen hämodynamischen Nebenwirkungen eine ausreichende arterielle Oxygenierung zu erzielen. Hohe ► **PEEP-Werte** [ $>1000$  Pa ( $>10$  mbar)] sollten wegen ihrer potenziell negativen Effekte auf die Organperfusion zugunsten einer erhöhten  $F_iO_2$  vermieden werden.

Kommt dagegen die Entnahme der Lunge in Betracht, muss angesichts der geringen Zahl transplantierbarer Lungen die Behandlungspriorität in Richtung auf eine Volumenrestriktion geändert werden. Die generalisierte Entzündungsreaktion nach Eintritt des Hirntods bewirkt eine Steigerung der Permeabilität der alveolokapillären Membran [34]. Eine Verschlechterung der Nierenfunktion ist dabei in Kauf zu nehmen. Die Beatmung sollte die Lunge möglichst wenig traumatisieren und zugleich Atelektasen verhindern. Tidalvolumina von 6–8 ml/kg idealem Körpergewicht minimieren die Scherkräfte für das Lungengewebe und sollen eine sekundäre Lungenschädigung verhindern. Der ► **inspiratorische Spitzendruck** wird auf maximal 3000 Pa (30 mbar) begrenzt, der PEEP-Wert auf 1000–1500 Pa (10–15 mbar) und die  $F_iO_2$  auf den niedrigsten Wert eingestellt, der einen  $p_aO_2$  von 100 mmHg erzielt. Minderbelüftungen können durch Rekrutierungsmaßnahmen wie intermittierendes Blähen und/oder bronchoskopische Sekretabsaugung behoben werden.

Die Flüssigkeitsbilanz bei geplanter Lungentnahme sollte bei Hyperhydratation bewusst negativ gestaltet werden [26]. Eine Verschlechterung der Nierenfunktion durch Volumenrestriktion ist hierbei in Kauf zu nehmen, aber nicht zu erwarten.

Voraussetzungen zur Lungenspende sind (nach [11]):

- Alter  $<55$  Jahre
- Unauffälliges Röntgenbild der Lunge
- $p_aO_2/F_iO_2 >300$  mmHg bei PEEP von 500 Pa (5 mbar)
- Kein Thoraxtrauma mit Lungenkontusion
- Kein Hinweis auf Aspiration oder Infektion (Bronchoskopie)
- Grampräparat des Bronchialsekrets ohne Bakterien oder Leukozyten
- Kein massiver Raucher ( $<20$  „pack-years“)

### Säure-Basen-Haushalt

Eine respiratorische Alkalose, wie sie während Hyperventilation zur Hirndrucktherapie entstehen kann, verschlechtert die Gewebeoxygenierung. Nach Feststellung des Hirntods sollte deshalb ► **Normokapnie** angestrebt werden.

Oft wird bei Hirntoten eine ► **metabolische Azidose** beobachtet, deren Ursache möglicherweise in der Begünstigung des anaeroben Stoffwechsels infolge  $T_3$ -Mangels liegt [29]. Eine symptomatische Behandlung mit Trometamol (Tris-Puffer) oder Natriumbikarbonat kommt nur bei pH-Werten  $<7,20$  in Betracht, wenn negative Effekte auf die Herzfunktion befürchtet werden.

### Niere, Wasser- und Elektrolythaushalt

Bei den meisten Organspendern kann die Diurese mit aggressiver Volumenzufuhr und ggf. Katecholaminen in Gang gebracht werden. Bleibt die Diurese trotz eines mittleren arteriellen Drucks von 70 mmHg unter 2 ml/kg KG/h, können kleine Dosen Furosemid (10 mg i.v.) oder Mannitol (0,5 g/kg KG) die Urinausscheidung fördern [37].

In bis zu 80% der Fälle besteht ein Diabetes insipidus infolge eines ADH-Mangels [6]. Unbehandelt können durch die erheblichen Flüssigkeitsverluste eine ► **Hypovolämie** und ► **Elektrolytimbalancen** auftreten, was sich negativ auf die Funktion der transplantierten Organe auswirken kann [8].

Folgende Befunde weisen auf einen Diabetes insipidus hin:

- Urinmenge  $>300$  ml/h
- Natriumkonzentration im Serum  $>150$  mmol/l
- Serumosmolalität  $>310$  mosmol/l
- Urinosmolalität  $<300$  mosmol/l
- spezifisches Gewicht des Urins  $<1,005$
- Natriumkonzentration im Urin  $<20$  mmol/l

Die Therapie des Diabetes insipidus besteht initial im quantitativen Ersatz des Urinvolumens unter Beachtung der darin enthaltenen Mengen an Elektrolyten. Die Zufuhr von Natrium muss durch Gabe natriumarmer oder -freier Lösungen (Halbelektrolytlösung NaCl 0,45%, Glukose 5%) vermindert werden.

Liegt keine Hyperglykämie vor, sollten glukosehaltige Lösungen bevorzugt werden, da so die intrahepatischen Glykogendepots aufgefüllt und die Leberfunktion nach Transplantation verbessert werden sollen [25].

Eine Hyperglykämie kann die Polyurie weiter verstärken. Dysfunktionen von Pankreastransplantaten als Folge erhöhter Glukosespiegel im Serum von Organspendern sind beschrieben [13]. Durch Insulingabe sollte der Glukosespiegel zwischen 80 und 150 mg/dl gehalten werden [40].

Überschreitet die Urinproduktion 300 ml/h (etwa 5 ml/kg KG/h), sollte DDAVP (Desamino-D-Arginin-Vasopressin, Desmopressin®) 1–4 µg alle 6–12 h i.v. gegeben werden. Seine antidiuretische Wirkung hält 6–20 h (HWZ 90–160 min) an. Vasopressin als zweite antidiuretische Substanz hat verglichen mit DDAVP eine mehr vasopressorische Wirkung und kann bei Bolusinjektion Organischämien auslösen. Es sollte nur kontinuierlich (20–120 µg/kg KG/min) appliziert werden (HWZ etwa 15 min [6, 36]).

### Schilddrüsenfunktion

Die Bedeutung erniedrigter Spiegel von Schilddrüsenhormon bei Organspendern wird nicht einheitlich gewertet. Eine Arbeitsgruppe fand erniedrigte Serumspiegel von Thyroxin (T4) und Trijodthyronin (T3) bei unverändertem TSH-Spiegel tierexperimentell [21] und bei Organspendern [22]. Die Abnahme der Schilddrüsenwerte wurde für die Verschlechterung der Myokardfunktion bei Hirntoten verantwortlich gemacht [5]. Es ist jedoch unklar, ob eine Substitution der Schilddrüsenhormone vorgenommen werden muss. Die Substitution von T3 beim Organspender hat kein verbessertes Endergebnis beim Empfänger zur Folge [12, 17, 27, 31].

Bei ► **therapierefraktärer Kreislaufinsuffizienz** schlägt das UNOS die Gabe von T3 vor (4 µg als Bolus, danach 3 µg/h) [29].

### Nebennierenrinde

Die routinemäßige Substitution von Kortisol ist, außer bei längerer Vorbehandlung mit Dexamethason, nicht notwendig [14]. Allerdings bewirkt die Gabe von Kortisol eine Abschwächung der Zytokinausschüttung im Rahmen der systemischen Inflammationsreaktion nach Eintritt des Hirntods. Eine Therapie mit Kortikoiden soll auch die Immunantwort des Empfängers auf die Transplantation abschwächen [28]. Vom UNOS werden bei Spendern mit eingeschränkter Lungenfunktion eine hochdosierte Methylprednisolongabe (15 mg/kg KG, wiederholt nach 24 h) empfohlen und danach eine verbesserte Oxygenierung und eine erhöhte Ausbeute an Lungentransplantationen berichtet. Im europäischen Raum wird zur Abschwächung der Entzündungsreaktion häufig eine niedrig dosierte Therapie mit Hydrokortison (10 mg/h i.v.) durchgeführt, wodurch der Katecholaminbedarf abnimmt [20].

### Vasopressin

Arginin-Vasopressin wird zur Therapie eines Diabetes insipidus eingesetzt. Bei niedriger Dosierung (1 E als Bolus, danach 0,5–4 E/h) wurde in mehreren Untersuchungen eine deutliche Dosisreduktion an Katecholaminen gesehen, ohne dass negative Auswirkungen auf die Transplantatfunktion beobachtet wurden [28].

### Insulin

Nach dem Hirntod fallen die Insulinspiegel ab und führen zu einer Reduktion der intrazellulären Glukosekonzentration [34]. Die Blutglukosespiegel sind als Folge der Stressantwort, der Gabe von Katecholaminen und Kortison oft erhöht. Durch Insulingabe sollte der Glukosespiegel zwischen 80 und 150 mg/dl gehalten werden [40].

### Hypothermie

Durch den Ausfall des Hirnstamms geht die Fähigkeit zur Temperaturregulation verloren (► **Poikilothermie**). Die Wärmeproduktion nimmt als Folge des reduzierten Stoffwechsels und der fehlenden muskulären Aktivität ab, die Wärmeabstrahlung infolge der Vasodilatation zu [28, 34]. Eine Hypothermie muss verhindert werden.

Eine primäre Hypothermie muss vor Feststellung des Hirntods ausgeschlossen sein.

Eine Hyperglykämie kann die Polyurie weiter verstärken

Durch Insulingabe sollte der Glukosespiegel zwischen 80 und 150 mg/dl gehalten werden

Eine routinemäßige Substitution von Schilddrüsenhormonen wird nicht empfohlen

► **Therapierefraktäre Kreislaufinsuffizienz**

Im europäischen Raum wird zur Abschwächung der Entzündungsreaktion häufig eine niedrig dosierte Therapie mit Hydrokortison durchgeführt

Vasopressingabe in niedriger Dosierung führt zu einer deutlichen Dosisreduktion an Katecholaminen

Die Blutglukosespiegel nach Hirntod sind oft erhöht

► **Poikilothermie**

Frischplasma und Thrombozytenkonzentrate sollten abhängig von der klinischen Blutungsneigung transfundiert werden

Anästhesist und Operateure müssen das Vorliegen einer regelrechten Hirntoddiagnostik und des Einverständnisses zur Organentnahme überprüfen

Bei chirurgischer Stimulation kann es auch beim Hirntoten zu Muskelbewegungen infolge intakter spinaler Reflexe kommen

#### ► Erythrozytenkonzentrate

Der Anästhesist muss sich mit den Chirurgen über das geplante Vorgehen bei der Organentnahme absprechen

#### ► Mediane Schnittführung

#### ► Präservationslösung

## Gerinnung

Nach zerebralen Läsionen muss mit Gerinnungsstörungen gerechnet werden, da Plasminogenaktivatoren und fibrinolytische Substanzen aus dem thromboplastinreichen Hirngewebe freigesetzt werden.

Auch Störungen der Blutgerinnung nach vorangegangener Massivtransfusion erhöhen die Blutungsneigung beim Organspender. Frischplasma und Thrombozytenkonzentrate sollten abhängig von der klinischen Blutungsneigung transfundiert werden. Von Antifibrinolytika wird wegen des erhöhten Risikos von Mikrothromben in Spenderorganen und schlechteren Ergebnissen nach der Transplantation abgeraten [6, 38].

## Organentnahme

### Hirntote Spender

Die Organentnahme sollte nach der formellen Feststellung des Hirntods und Abschluss aller organisatorischen Maßnahmen (Datenübermittlung an das Transplantationszentrum, Organisation eines Operationssaals, Koordination aller Explantationsteams) so zügig wie möglich erfolgen.

Anästhesist und Operateure müssen sich davon überzeugen, dass eine regelrechte Hirntoddiagnostik und das Einverständnis zur Organentnahme (ggf. mit Einschränkungen) in den Krankenunterlagen dokumentiert sind.

### Präoperative Vorbereitung

Falls nicht schon im Rahmen der Intensivtherapie eine Antibiotikatherapie begonnen wurde, sollte vor Beginn der Operation ein geeignetes Antibiotikum (z. B. Zephalosporin der 3. Generation und Metronidazol oder eine Kombination aus Ureidopenizillin und  $\beta$ -Laktamase-Inhibitor) i.v. gegeben werden.

Der Spender wird in Rückenlage gelagert, um den Operationsteams den besten Zugang zum Operationsfeld zu verschaffen.

Obwohl bei Hirntoten naturgemäß eine Narkose nicht notwendig ist [41], kann es bei chirurgischer Stimulation zu Muskelbewegungen infolge intakter spinaler Reflexe kommen [15, 39]. Diese Bewegungen können als zentrale Reaktionen auf (Schmerz-)Reize missdeutet werden und das OP-Personal erheblich verunsichern. Deshalb sollten diese spinalen Reflexe durch Muskelrelaxanzien ausgeschaltet werden.

Darüber hinaus können Blutdruckanstiege durch Stimulation von Nozizeptoren beobachtet werden, die in erster Linie durch eine spinal vermittelte Vasokonstriktion und durch humorale Mechanismen ausgelöst werden [39, 41]. Durch den Einsatz volatiler Anästhetika (Isofluran, Sevofluran) oder Vasodilatoren (Nitroglyzerin, Urapidil) lassen sie sich unterdrücken [9, 41].

### Operationstechnik

Manipulationen an den Organen und großen Gefäßen haben erhebliche Auswirkungen auf die Herz-Kreislauf-Funktion (z. B. Rhythmusstörungen, Katecholaminausschüttung, Schwankungen des venösen Rückflusses). Die Volumenverluste während des Eingriffs sind hoch. Daher sollten ► **Erythrozytenkonzentrate** bereitgestellt werden. Bei zu frühzeitiger Auskühlung des Spenders drohen Gerinnungsstörungen.

Der Anästhesist muss sich über das geplante Vorgehen bei der Organentnahme mit den oft aus verschiedenen Zentren angereisten Chirurgen absprechen. Dazu gehört auch der gelegentliche Einsatz von Prostazyklin (z. B. 500  $\mu$ g 1–2 min vor Organperfusion als Bolus i.v.), Mannitol 20% (100–125 ml i.v.) oder Furosemid (20–100 mg i.v.).

Eine Multiorganentnahme ist ein ausgedehnter Zweihöhleneingriff und dauert mehrere Stunden. Abdomen und Thorax werden über eine ► **mediane Schnittführung** vom Jugulum bis zur Symphyse eröffnet und die zu entnehmenden Organe dargestellt. Die rechte A. iliaca und die Aorta ascendens werden kanüliert und die Aorta unterhalb des Zwerchfells angeschlungen. Am Ende der Präparation wird eine systemische Antikoagulation mit 20.000–30.000 E Heparin i.v. eingeleitet. Danach werden die Abdominalorgane mit mindestens 4–5 l einer auf 4–7°C gekühlten ► **Präservationslösung** (UW-, HTK- oder Brettschneider-Lösung) perfundiert, wobei die Aorta nach kranial in Höhe des Zwerchfells abgeklemmt wird. Zeitgleich beginnt über die aortale Kanüle die Perfusion des Herzens

**Infobox 1: Wichtige Kontaktdaten**

Koordinierungsstellen für die Organisation der Organspende: DSO-Donor,  
Tel.: 0800-3763667

**Infobox 2: Wesentliche Maßnahmen bei Monitoring und Pflege**

Sie sind:

- Arterieller Katheter
- Zentraler Venenkatheter (evtl. Mehrlumenkatheter)
- Blasendauerkatheter/Diurese
- Kontinuierliche Temperaturmessung (Cave: Hypothermie)
- Pulsoxymetrie
- Proximale Positionierung des Trachealtubus
- Lidschlusskontrolle

mit kardioplegischer Lösung. Die venöse Drainage erfolgt in der Regel über die V. cava inferior zwischen rechtem Vorhof und Lebervenen. Alle Organe werden darüber hinaus oberflächengekühlt.

Unmittelbar vor der Entnahme des Herzens oder des Herz-Lungen-Pakets werden alle zentralen Katheter zurückgezogen. Die Beatmung wird per Hand fortgeführt, die Lungen werden nahezu bis auf die totale Lungenkapazität gebläht, der Trachealtubus ohne Cuffentlastung zurückgezogen, um die Lunge gedehnt zu halten und den Eintritt von Sekret zu vermeiden. Die Trachea wird mit einer Klemme verschlossen und durchtrennt. Damit endet die Verantwortung des Anästhesisten im Rahmen der Organentnahme.

Zu Recht verweist das TPG darauf, dass die Organentnahme und alle mit ihr zusammenhängenden Maßnahmen unter Achtung der Würde des Organspenders in einer der ärztlichen Sorgfaltspflicht entsprechenden Weise durchgeführt werden müssen (§6 Abs. 1 TPG). Dies verpflichtet alle an der Organentnahme Beteiligten zu entsprechendem Handeln. Dazu gehören nach der Organentnahme der operative Verschluss der Körperhöhlen, das Entfernen von Kathetern und Beatmungstubus sowie die Reinigung des Leichnams.

## Lebendspender

Der Anteil transplantierte Nieren, die von lebenden Spendern stammen, hat nach Angaben der Deutschen Stiftung Organtransplantation von 2,6% im Jahr 1991 auf 19% im Jahr 2006 zugenommen. Von 1063 Lebertransplantationen im Jahr 2006 wurden 92-mal Teile der Leber von lebenden Spendern entnommen.

Die Narkoseführung bei der Organentnahme aus einem lebenden Spender und dessen postoperative Betreuung unterscheiden sich grundsätzlich nicht von einer vergleichbaren Operation an Nieren, Leber oder Lunge. Vor Entnahme einer Niere werden an den meisten Zentren 20–100 mg Furosemid, 100 ml Mannitol 20% und 2000–5000 E Heparin i.v. verabreicht. Auf eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr in der perioperativen Phase ist wegen der Gefahr einer passageren Niereninsuffizienz zu achten.

Um postoperative Komplikationen beim Spender möglichst zu verhindern, muss der ► **Schmerztherapie** hohe Aufmerksamkeit gewidmet werden. Eine thorakale Periduralanalogie als die effektivste Form der postoperativen Schmerztherapie sollte mit dem Patienten besprochen werden [4].

## Korrespondenzadresse

**Dr. G. Neeser**

Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Klinikum Augsburg  
Stenglinstraße 2, 86156 Augsburg  
gertraud.neeser@klinikum-augsburg.de

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Die Verantwortung des Anästhesisten im Rahmen der Organentnahme endet mit der Durchtrennung der Trachea

Die Narkoseführung und postoperative Betreuung des lebenden Spenders sind den Maßnahmen bei einer vergleichbaren Operation ähnlich

► **Schmerztherapie**

## Literatur

2. Bodenham A, Park GR (1989) Care of the multiple organ donor. *Intensive Care Med* 15: 340–348
5. Cooper DKC, Novitzky D, Witcomb WN (1989) The pathophysiological effects of brain death on potential donor organs, with particular reference to the heart. *Ann R Coll Surg Engl* 71: 261–266
8. Finfer S, Bohn D, Colpitts D et al. (1996) Intensive care management of paediatric organ donors and its effect on posttransplant organ function. *Intensive Care Med* 22: 1424–1432
11. Gabbay E, Williams TJ, Griffiths AP et al. (1999) Maximizing the utilization of donor organs offered for lung transplantation. *Am J Respir Crit Care Med* 160: 265–271
12. Goarin JP, Cohen S, Riou B et al. (1996) The effects of triiodothyronine on hemodynamic status and cardiac function in potential heart donors. *Anesth Analg* 83: 41–47
14. Gramm HJ, Meinhold H, Bickel U et al. (1992) Acute endocrine failure after brain death? *Transplantation* 54: 851–857
16. Grenvik A (1992) Brain death and organ transplantation. A 40 year review. *Opusc Med* 37: 33–41
18. Jenkins DH, Reilly PM, Schwab CW (1999) Improving the approach to organ donation: a review. *World J Surg* 23: 644–649
20. Marik PE, Zaloga GP (2002) Adrenal insufficiency in the critically ill: a new look at an old problem. *Chest* 122: 1784–1796
24. Pagano D, Bonser RS, Graham TR (1995) Optimal management of the heart-lung donor. *Br J Hospital Med* 53: 522–525
27. Perez-Blanco A, Caturla-Such J, Canovas-Robles J et al. (2005) Efficiency of triiodothyronine treatment on organ donor hemodynamic management and adenine nucleotide concentration. *Intensive Care Med* 31: 943–948
28. Phongsaram PV (2004) Critical care pharmacy in donor management. *Prog Transpl* 14: 105–113
29. Powner DJ, Hernandez M (2005) A review of thyroid hormone administration during adult donor care. *Prog Transpl* 15: 202–207
30. Powner DJ, Hendrich A, Lagler RG et al. (1990) Hormonal changes in brain dead patients. *Crit Care Med* 18: 702–708
32. Robertson KM, Ryan Cook D (1990) Perioperative management of the multi-organ donor. *Anesth Analg* 70: 546–556
34. Smith M (2004) Physiologic changes during brain stem death – Lessons for management of the organ donor. *J Heart Lung Transplant* 23: S217–22
35. Steinbrook R (2007) Organ donation after cardiac death. *N Engl J Med* 357: 209–211
36. Stocker R, Rohling R (1997) Aufrechterhaltung der Homöostase beim Organspender. *Schweiz Med Wochenschr* 127: 1044–1050
38. Van Bakel AD (1997) The cardiac transplant donor: identification, assessment, and management. *Am J Med Sci* 314: 153–163
40. Wood KE, Becker BN, McCarthey JG et al. (2004) Care of the potential organ donor. *N Engl J Med* 351: 2730–2739

**Das komplette Literaturverzeichnis ...**

... finden Sie in der elektronischen Version dieses Beitrags unter [DerAnaesthesist.de](http://DerAnaesthesist.de)

# CME-Fragebogen

**Bitte beachten Sie:**

- Antwortmöglichkeit nur online unter: **CME.springer.de**
- Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online individuell zusammengestellt.
- Es ist immer nur eine Antwort möglich.

**Hinweis für Leser aus Österreich und der Schweiz**

**Österreich:** Gemäß dem Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) der Österreichischen Ärztekammer werden die auf CME.springer.de erworbenen CME-Punkte hierfür 1:1 als fachspezifische Fortbildung anerkannt.

**Schweiz:** Der Anaesthetist ist durch die Schweizerische Gesellschaft für Anaesthesiologie und Reanimation mit 1 Credit pro Modul anerkannt.

**Welche Aussage über das Transplantationsgesetz (TPG) ist falsch? Das TPG**

- regelt die Spende von Organen.
- sieht vor, dass nur Kliniken der höchsten Versorgungsstufe Organspender melden.
- regelt die Vermittlung von Organen.
- verpflichtet die Behandelnden, die für eine geplante Organentnahme erforderlichen Auskünfte zu erteilen.
- regelt die Übertragung von Organen.

**Welche der folgenden Bedingungen ist keine Kontraindikation gegen eine Organspende?**

- Schwere organische Erkrankung.
- Passagere Nierenfunktionsstörung mit bekannter und potenziell reversibler Ursache.
- Positive HIV-Serologie.
- Schwere übertragbare Infektion.
- Aktiver i.v. Drogenmissbrauch.

**Welche Symptomatik ist nicht typisch im Verlauf einer zerebralen Einklemmung?**

- Bradykardie und Hypotension.
- Tachykardie und Hypertension.
- Herzrhythmusstörungen.
- Hyperthermie.
- Neurogenes Lungenödem.

**Auf welche Maßnahme kann bei der Pflege und dem Monitoring eines hirntoten Organspenders am ehesten verzichtet werden?**

- Regelmäßige Kontrolle des Lidschlusses.
- Invasive Blutdruckmessung über einen arteriellen Katheter.
- Zentralvenöse Druckmessung über einen zentralen Venenkatheter.
- Ventrikelleitung.
- Registrierung der Diurese über einen Blasendauerkatheter.

**Auf welche Untersuchung kann vor einer geplanten Multiorganentnahme am ehesten verzichtet werden?**

- Blutbild mit Gerinnungsparametern.
- CMV-Antikörper-Bestimmung.
- Röntgenthoraxaufnahme.
- Koronarangiographie bei geplanter Herzentnahme.
- CT von Thorax und Abdomen.

**Welches Medikament ist Mittel der Wahl bei einer Bradykardie eines hirntoten Patienten?**

- Effortil.
- Atropin.
- Adrenalin.
- Noradrenalin.
- Dobutamin.

**Welche Aussage zur Volumentherapie eines Organspenders trifft zu?**

- Auf kolloidale Infusionslösungen muss wegen einer möglichen Nierenschädigung verzichtet werden.

- Eine Transfusion von Blutprodukten findet beim Organspender aus Kostengründen nie statt.
- Zielwert bei der Steuerung der Volumentherapie ist ein ZVD > 15 mmHg.
- Bei geplanter Lungenspende ist besonders auf eine positive Volumenbilanz zu achten.
- Der Volumenersatz bei Diabetes insipidus sollte durch natriumarme oder -freie Lösungen erfolgen.

**Bei einem 35-jährigen Patienten mit einem isolierten schweren Schädel-Hirn-Trauma mit zerebralen Kontusionen und generalisiertem Hirn-ödem besteht eine Hypotonie (RR=80/40 mmHg). Welche Ursache ist am wahrscheinlichsten?**

- Hoher PEEP.
- Hypoxie.
- Kardiale Dysfunktion.
- Hypovolämie.
- Medikamentennebenwirkung.

**Mit welchem Tidalvolumen sollte die Beatmung eines Multiorganspenders erfolgen?**

- 3 bis 5 ml/kg, bezogen auf das tatsächliche Körpergewicht.
- 6 bis 8 ml/kg, bezogen auf das ideale Körpergewicht.
- 9 bis 11 ml/kg Körpergewicht.
- > 10 ml/kg, bezogen auf das ideale Körpergewicht.
- Das Tidalvolumen, das einen arteriellen CO<sub>2</sub>-Partialdruck von 30 bis 35 mmHg garantiert.

**Welcher der folgenden Befunde ist typisch für einen zentralen Diabetes insipidus?**

- Serumosmolalität < 310 mosmol/l.
- Urinosmolalität > 300 mosmol/l.
- Spezifisches Gewicht des Urins > 1,005.
- Natriumkonzentration im Serum < 150 mmol/l.
- Urinmenge > 300 ml/h.

Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate auf **CME.springer.de** verfügbar. Den genauen Einsendeschluss erfahren Sie unter **CME.springer.de**

