

# SOP Hirntod („irreversibler Hirnfunktionsausfall“)

Julian Bösel, Björn Ellger



In dieser Rubrik stellen wir Standard Operating Procedures (SOPs) für häufige, intensivmedizinisch relevante Prozesse vor. Die Form ist eher im Sinne einer Schablone zu verstehen als – durchaus subjektiv gefärbte – Anregung, eigene, auf lokale Gegebenheiten adaptierte stationsinterne SOPs zu entwerfen und zu implementieren.

## Einleitung zur SOP Hirntod

Gleich vorausgeschickt: Der Begriff „Hirntod“ sollte gemäß aktueller Empfehlung nicht mehr verwendet werden. Wir haben ihn nur noch einmal wegen seiner weiten Verbreitung und seines Wiedererkennungswertes für die Überschrift verwendet. Stattdessen wird der Begriff „irreversibler Hirnfunktionsausfall“ (IHA) empfohlen, der bereits wesentliche Teile seiner Definition enthält. Diese ist der endgültige, nicht umkehrbare Ausfall der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms und damit gleichbedeutend mit dem Tod des Menschen.

Die Situation des drohenden oder eingetretenen IHA kann auf allen Intensivstationen entstehen, auf denen Patienten mit schweren Hirnschädigungen beatmet werden. Dies sind durchaus nicht nur Neuro-Intensivstationen, sondern z.B. auch internistische Stationen mit Patienten mit hypoxischem Hirnschaden nach Herzstillstand und Reanimation oder chirurgische Stationen mit Poly- und damit evtl. auch Schädel-Hirn-Trauma-Patienten, und – seltener – pädiatrische Intensivstationen. Die Hirnschädigung kann

- primär (das Gehirn direkt betreffend, z.B. spontane Hirnblutung, Schädel-Hirn-Trauma) oder
  - sekundär (das Gehirn indirekt betreffend, z.B. Herzstillstand und Reanimation mit nachfolgend hypoxischem Hirnschaden und Hirnödemen) sein
- und wird zusätzlich in
- supratentoriell (Großhirn) und
  - infratentoriell (Kleinhirn und Hirnstamm) eingeteilt.

Nur die Situation, in der ein Patient mit solchen Hirnschäden massiven Ausmaßes mechanisch invasiv beatmet und ggf. mit Kreislaufmedikamenten unterstützt wird, lässt die Feststellung des IHA zu.

Die Richtlinien zur zweifelsfreien Feststellung des IHA wurden 2015 neu fortgeschrieben; die Neuerungen beinhalten v.a. neue Qualifikationsanforderungen an die durchführenden Ärzte, neue ergänzende (apparative) Methoden und detaillierter ausformulierte Vorschriften zum Untersuchungsablauf [1]. Auch die IHA-Protokolle wurden erneuert. Aktuelle Versionen müssen auf jeder Intensivstation vorgehalten werden.

Die Feststellung des IHA ist zunächst ganz unabhängig von einer Organspende zu sehen, auch wenn der IHA die zwingende Voraussetzung für und eine häufige Assoziation mit einer Organspende ist. Die Feststellung des IHA kann auch rein der Beendigung einer Intensivtherapie dienen. Sie erfolgt in drei Hauptschritten:

1. Feststellung der Voraussetzungen,
2. Feststellung des klinischen Hirnfunktionsausfalls (Koma, Hirnstamm-Areflexie, Apnoe) und
3. Feststellung der Irreversibilität.

Letztere kann eine Wiederholung der klinischen Testung nach je nach Hirnschädigung und Patientenalter unterschiedlichem Zeitintervall oder eine ergänzende (apparative) Zusatzdiagnostik bedeuten.

Die folgende SOP stützt sich auf die aktuellen Richtlinien [1] und ist auf allen Intensivstationen und bei allen Patienten anwendbar (► **Abb. 1**). Eine sehr empfehlenswerte und praxisnahe Darstellung der Umsetzung dieser IHA-Richtlinien ist der Artikel von Brandt et al. [2]. Die Themen Organspende, organprotektive Therapie, Transplantationskandale, Angehörigengespräch, Recht/Ethik/Philosophie von Hirntod und Hirntodfeststellung werden nicht im Detail behandelt.

Patient mit V.a. irreversiblen Hirnfunktionsausfall (IHA)

Voraussetzungen

Voraussetzungen nach Richtlinie gemäß § 16, Abs. 1, Satz 1 und § 3, Abs. 2, Satz 2 des Transplantationsgesetzes von 2015 für IHA prüfen und, soweit beeinflussbar, herstellen:

- 1 ▶ beatmeter Intensivpatient mit akuter schwerer Hirnschädigung
- 2 ▶ keine anderen (systemischen) Ursachen für Hirnfunktionsausfall
- 3,4 ▶ formale Hirntodfeststellung durch 2 vom OS-Team unabhängige Fachärzte (FA) (mind. einer Neurologe oder Neurochirurg), mehrjährige Erfahrung mit hirngeschädigten Intensivpatienten, Erfahrung in der IHA-Diagnostik, kontextspezifische Qualifikationen bei Irreversibilitätsnachweis
  - ▶ Feststellung IHA ab Beginn 3. LJ: FA Neuro + FA andere mit IHA-Diagnostik in WBO
  - ▶ Feststellung IHA bis vollendetes 2. LJ: FA Neuro + FA Pädiatrie oder FA Neuropädiatrie + FA andere mit IHA-Diagnostik in WBO

Voraussetzungen erfüllt?

nein

ja

Erwachsene

Diagnostik IHA ab dem 3. LJ

klinische Diagnostik

- ▶ Koma
- 6 ▶ Hirnstamm-Areflexie
- 7 ▶ Apnoe

Kinder

5 Diagnostik IHA bis 2. LJ

klinische Diagnostik

- ▶ Koma
- 6 ▶ Hirnstamm-Areflexie
- 7 ▶ Apnoe

Zusatzdiagnostik

- ▶ DDS
- ▶ EEG/AEP
- 8 ▶ PS, SPECT

klinischer Hirnfunktionsausfall?

nein

ja

9 Irreversibilitätsnachweis

primär supratentorielle Hirnschädigung

sekundäre Hirnschädigung

primär infratentorielle Hirnschädigung

Neugeborenes bis 28 Tage

Kind 29 Tage bis 2. LJ

sofort

nach ≥ 12 h

sofort

nach ≥ 72 h

obligat, keine Wartezeit

nach ≥ 72 h

nach ≥ 24 h

Zusatzdiagnostik

- 10 ▶ DDS/CTA/PS, SPECT
- 11 ▶ EEG/AEP/SEP

klinische Diagnostik

- ▶ Koma
- 6 ▶ Hirnstamm-Areflexie
- 7 ▶ Apnoe

Zusatzdiagnostik

- ▶ DDS
- ▶ EEG/AEP
- 8 ▶ PS, SPECT

klinische Diagnostik

- ▶ Koma
- 6 ▶ Hirnstamm-Areflexie
- 7 ▶ Apnoe

Zusatzdiagnostik

- ▶ DDS
- ▶ EEG/AEP
- 8 ▶ PS, SPECT

12 Dokumentation und wechselseitige Bestätigung in IHA-Protokoll

IHA zweifelsfrei festgestellt?

nein

ja

13 IHA festgestellt

→ Angehörigengespräch, ggf. organprotektive Therapie, OS, ggf. Einstellen der Intensivtherapie

▶ **Abb. 1** Algorithmus irreversibler Hirnfunktionsausfall. 1–13 siehe Kapitel „Erläuterungen“.

AEP: akustisch evozierte Potenziale; CTA: CT-Angiografie; DDS: Doppler/Duplexsonografie; EEG: Elektroenzephalografie; ECMO: extrakorporale Membranoxygenierung; FA: Facharzt; IHA: irreversibler Hirnfunktionsausfall; OS: Organspende; PS: Perfusionszintigrafie; LJ: Lebensjahr; RiLi: Richtlinie; SEP: somatisch evozierte Potenziale; SPECT: Single-Photon-Emissions-CT; SSW: Schwangerschaftswoche.

## Erläuterung zur SOP Hirntod

1. Der Hirnschädigung können traumatische, ischämische, hämorrhagische, inflammatorische oder infektiologische, metabolische, hypoxische u. a. Mechanismen zugrunde liegen. Die Endstrecke ist meist ein massives Hirnödem mit Einklemmung. Der drohende oder eintretende IHA zeigt sich oft an tiefem Koma, einseitig oder (später) beidseitig erweiterter Pupille, Strecksynergismen, Blutdruckanstieg und folgend dauerhaftem Blutdruckabfall, Abfall der Körpertemperatur, einem Diabetes insipidus und Sistieren des Atemantriebs. Bei infratentoriellen oder sekundären Hirnschädigungen kann diese Abfolge verändert, verzögert oder unvollständig zu beobachten sein. Auch sind diese Zeichen beim tief analgosedierten, beatmeten Intensivpatienten nicht immer (früh) erkennbar. Zur initialen Überprüfung des Verdachts und dann natürlich zur Durchführung der Diagnostik müssen Analgetika und Sedativa gestoppt werden. Spinale und periphere Automatismen und auch Muskel-eigenreflexe können lange erhalten bleiben und den unerfahrenen Kliniker (und insbesondere Angehörige) verwirren (Lazarus-Phänomen).
2. Ursachen für das klinische Bild eines Komats können z. B. Kreislaufinsuffizienz, Hypothermie, metabolische Entgleisungen, Einfluss von zentral dämpfenden Medikamenten oder Relaxanzien sein. Letztere müssen lange genug abgestellt sein. Für manche Medikamente können Blutspiegel laborchemisch bestimmt werden, aber nicht unbedingt zuverlässig. Außerdem kann die Verstoffwechslung individuell unterschiedlich sein und nicht unbedingt Rückschlüsse auf die Konzentration im Hirngewebe zulassen. Ein Rückschluss von Spiegeln auf Wirkung ist nicht möglich, daher wird die Bestimmung von Medikamentenspiegeln oder Spiegeln von Metaboliten nicht empfohlen. Benzodiazepine und Opiate können ggf. antagonisiert werden. Im Zweifelsfall muss der Perfusionsstillstand des Gehirns nachgewiesen werden.
3. Die beiden den IHA feststellenden Ärzte dürfen im Falle einer Organspende des Patienten nicht an der Entnahme oder der Übertragung der Organe (Organspende-Team) beteiligt sein oder der Weisung der an jenen Maßnahmen beteiligten Ärzte unterstehen.
4. In den meisten Fällen muss bei der IHA-Diagnostik mind. ein Facharzt für Neurologie oder Neurochirurgie dabei sein. Bei Kindern (3.–14. Lebensjahr) sind ein Facharzt für Kinder- und Jugendmedizin und ein Facharzt für Neurologie oder Neurochirurgie erforderlich, es sei denn der erstgenannte hat den Schwerpunkt Neuropädiatrie. Für Neugeborene und Kinder bis zum vollendeten 2. Lebensjahr gelten besondere Regeln und die Erfordernis der Erfahrung mit dem unreifen Gehirn [1]. In jedem Fall müssen beide IHA-Diagnostiker Fachärzte sein und mehrjährige Erfahrung mit hirngeschädigten Intensivpatienten haben.
5. Alter nach 37. Schwangerschaftswoche (SSW) postmenstruell bis zum vollendeten 2. Lebensjahr.
6. Wenn nicht die komplette klinische Diagnostik möglich ist (z. B. bei Verletzungen oder Glasauge kein Lichtreflex, Kornealreflex, Okulozephalreflex testbar), ist zwingend eine ergänzende (apparative) Zusatzdiagnostik erforderlich.
7. Die Überprüfung des Atemantriebs (Apnoetest) erfolgt nach Präoxygenierung durch Hypoventilation. Die Eigenatmung ist erloschen, wenn ausgehend von einem normalen, temperaturkorrigierten  $\text{PaCO}_2$  (ein  $\text{PaCO}_2$  zwischen 35–45 mmHg muss unmittelbar vor Beginn des Apnoetests dokumentiert sein) auch bei Anstieg des  $\text{PaCO}_2$  auf mind. 60 mmHg keine Eigenatmung einsetzt. Der Apnoetest kann auch bei extrakorporaler Oxygenierung (z. B. ECMO) durchgeführt werden, indem der  $\text{PCO}_2$  auf mind. 60 mmHg eingestellt wird (auch hier muss der Anstieg auf  $> 60$  mmHg durch eine Blutgasanalyse dokumentiert werden). Wenn ein Apnoetest nicht möglich ist oder der Ausgangs- $\text{PaCO}_2 > 45$  mmHg beträgt (z. B. bei schwerer COPD), ist zwingend eine apparative Zusatzdiagnostik erforderlich, z. B. der Nachweis des Hirn-Kreislauf-Stillstandes.
8. Perfusionsszintigrafie (PS) oder Single-Photon-Emissions-CT (SPECT) nach 2. klinischer Prüfung und nach der vorgesehenen Wartezeit (siehe Richtlinie Anm. 6 und 9 [1]).
9. Die Irreversibilität ist immer nachzuweisen. Dies ist möglich durch eine Wiederholung der klinischen Untersuchung nach einem definierten Zeitintervall oder durch eine apparative Zusatzdiagnostik. Der Zeitpunkt dieses Irreversibilitätsnachweises muss nach der klinischen Untersuchung liegen und auch entsprechend dokumentiert werden. Bei kombinierten Hirnschädigungen ist die höhere Anforderung der jeweiligen Hirnschädigung zu wählen (siehe Richtlinie Anm. 9 [1]). An die apparative Zusatzdiagnostik gibt es dezidierte Qualitätsanforderungen, die unbedingt einzuhalten und zu dokumentieren sind [1].
10. CT-Angiografie erst ab 18. Lebensjahr.
11. Medianus-SEP (somatisch evozierte Potenziale) erst ab dem vollendeten 2. Lebensjahr.
12. Beim Ausfüllen der aktuellen IHA-Protokolle unbedingt sehr präzise und ausführlich arbeiten, Zeiten genau eintragen, 4-Augen-Prinzip beachten, wechselseitig per Unterschrift bestätigen, bei ergänzender Untersuchung muss der durchführende Arzt gesondert ausfüllen und unterschreiben sowie einen Befund darüber in der Patientendokumentation ergänzen.
13. Im Angehörigengespräch sollte der IHA mitgeteilt und dieser Zustand erklärt werden, weil oft das Verständnis fehlt (Patient wird häufig nicht als tot empfunden, spinale Automatismen können verwirren, Irreversibilität muss überzeugend dargestellt werden etc.). Im Weiteren ist zu klären, ob die Durchführung

einer Organspende gewünscht und möglich ist. Solange diese Möglichkeit besteht, muss eine organprotektive Therapie durchgeführt werden, d. h. eine optimale Intensivtherapie mit dem Ziel der suffizienten Organperfusion und -oxygenierung. Wird eine Organspende abgelehnt oder kommt nicht infrage, ist es geboten, die Intensivtherapie zu beenden [3, 4].

### Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

### Über die Autoren



#### Julian Bösel

Prof. Dr. med., FNCS, Leiter der Sektion Akut- und Intensivneurologie des Universitätsklinikums Heidelberg.



#### Björn Ellger

Prof. Dr. med., Direktor der anästhesiologischen Kliniken des Klinikums Westfalen.

### Korrespondenzadresse

#### Prof. Dr. med. Julian Bösel

Neurologische Klinik  
Universität Heidelberg  
Im Neuenheimer Feld 400  
69120 Heidelberg  
Julian.Boesel@med.uni-heidelberg.de

### Literatur

- [1] Bundesärztekammer. Richtlinie gemäß § 16 Abs. S. 1 Nr. 1 TPG für die Regeln zur Festlegung des Todes nach § 3 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 TPG und die Verfahrensregeln zur Feststellung des endgültigen, nicht behebbaren Ausfalls der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms nach § 3 Abs. 2 Nr. 2 TPG, Vierte Fortschreibung. Dtsch Arztebl 2015. doi:10.3238/arztebl.2015.rl\_hirnfunktionsausfall\_01
- [2] Brandt SA, Walter U, Schreiber SJ. Anwendung der aktuellen Richtlinie zur Feststellung des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls. Intensivmed up2date 2016; 12: 17–40
- [3] Deutscher Ethikrat. Stellungnahme „Hirntod und Entscheidung zur Organspende“. Im Internet: <http://www.ethikrat.org/dateien/pdf/stellungnahme-hirntod-und-entscheidung-zur-organspende.pdf>; Stand: 01.06.2017
- [4] Moskopp D. Hirntod. Konzept – Kommunikation – Verantwortung. 1. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2015

### Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-112312>  
Intensivmedizin up2date 2017; 13: 245–248  
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York  
ISSN 1614-4856