

Aktuelle Medizin

Zur Fortbildung

Hirntod

Hans Werner Pia †

Aus der Neurochirurgischen Klinik
(Direktor: Professor Dr. med. Dr. med. h. c. Hans Werner Pia)
der Justus-Liebig-Universität Gießen

„Leben bedeutet Regulation und Modulation. Tod bedeutet irreversibler Verlust von Regulation und Modulation.“

Der *Tod des Organismus* bedeutet das vollständige und permanente Versagen jeder aeroben und anaeroben Zelltätigkeit, abgesehen von Gewebekulturen, zum Beispiel den berühmten He-La-Zellen von einer in den 50er Jahren verstorbenen Amerikanerin.

Der *Tod des Individuums* bedeutet in der überwältigenden Mehrzahl das irreversible Versagen der Herz- und Atemfunktion. Moderne Intensivtherapie und vor allem künstliche Beatmung führten, beginnend mit der Mitteilung von *Mollaret und Goulon* 1959 zum Syndrom des *Hirntodes*. Durch den Nachweis, daß unter künstlicher Beatmung die autonome

(Zusammenfassung eines Referates vor der Arbeitsgruppe: „Künstliche Lebensverlängerung und genaue Todeszeitbestimmung“ der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften, Vatikanstadt, Oktober 1985, nach dem überraschenden Tod von Professor Dr. med. Dr. h. c. Hans Werner Pia, in Verehrung und Dankbarkeit geringfügig überarbeitet von Professor Dr. med. Rudolf Gross)

Die Kriterien des Hirntodes sind weltweit anerkannt. Neue Forschungen haben unser Wissen über irreversible Versagenszustände des Gehirns mit Schwerpunkt im hypothalamo-hypophysären System und Hirnstamm erweitert und Sonderformen des zentralen Todes herausgestellt. Mit modernen diagnostischen Maßnahmen ist eine sichere Zuordnung und die exakte Todeszeitbestimmung gewährleistet. Das führt zu einer Verbesserung der Indikation zur Organentnahme.

Funktion des Herzens die Zirkulation in den übrigen Organen einschließlich des Rückenmarks für Tage oder sogar länger aufrecht erhalten kann, haben Sterben und Tod des Menschen eine neue Dimension bekommen. Die Diskussion über die Todeszeitbestimmung bei irreversiblen Verlust der Hirntätigkeit oder der kardiorespiratorischen Funktion ist unter Ärzten, Theologen, Philosophen und Juristen nicht abgeklungen. Die Entscheidung für die Einleitung oder Fortsetzung der künstlichen Beatmung ist bei irreversiblen Verlust der Hirntätigkeit eine inhumane und nutzlose Handlung an einem toten Menschen. Bei einer Forderung nach Sistieren der Atem- und Herztätigkeit müssen

Beatmung und andere Maßnahmen an einem lebenden Organismus mit totem Gehirn bis zum Versagen der Herztätigkeit fortgesetzt werden.

Für Neurochirurgen und andere mit akuten primären und sekundären Hirnverletzungen und Hirnerkrankungen befaßte Spezialisten ist das irreversible Versagen der Hirntätigkeit mit dem Tod des Menschen gleichzusetzen. Die Asystolie kann durch keine Maßnahme verhindert werden. Das Gehirn wird durch Autolyse verflüssigt (*totaler Hirninfarkt*). Die durch künstliche Beatmung gewonnene Zeit ist für den Kranken nutzlos und bedeutet für seine Angehörigen eine unzumutbare seelische Belastung und Verlängerung ihres Leidens. Eine solche Maßnahme kann nicht als erforderliche ärztliche *Humanitas* und *Compassio* angesehen werden.

In den vergangenen 20 Jahren sind die medizinischen, ethischen und juristischen Grundlagen des Hirntodes hinsichtlich der Ursache der Hirnschädigung, der Erkennung der Irreversibilität, Voraussetzungen und Kriterien weltweit festgelegt worden. Der Hirntod kann mit klinischen Mitteln zweifelsfrei bestimmt werden. Die Kriterien sind auch für die deutschen Ärzte verbindlich festgelegt

Hirntod

(1, 2). Dennoch gibt es Meinungsverschiedenheiten über die Interpretation des Hirntodes. So zum Beispiel in den USA: Death Act von 1981 (6):

1. Irreversibler Stillstand von Kreislauf und Atmung, und
2. irreversibles Versagen aller Funktionen des gesamten Gehirns einschließlich des Hirnstamms.

Demgegenüber in Großbritannien: Hirntod bedeutet den irreversiblen Verlust der gesamten Hirnstamm-tätigkeit (4).

So muß man nun fragen, ob es zwei Formen – des Todes generell und des Hirntodes speziell – gibt und ob und wie man alle Funktionen des Gehirns einschließlich des Hirnstamms untersuchen kann. Die Schwierigkeiten werden bei Berücksichtigung des Sistierens der Großhirntätigkeit und der des Hirnstammes größer, und schließlich noch komplizierter, wenn ich zu Versagenszuständen des hypothalamo-hypophysären Systems und in verschiedenen Ebenen des Hirnstammes aufgrund eigener Untersuchungen und der meiner Mitarbeiter über mehr als 30 Jahre Stellung nehmen werde (5).

Hirntod

► *Großhirnversagen* bedeutet den Verlust höherer Hirnfunktionen: menschliches Bewußtsein, Verstand, Erfassen und Wahrnehmung. Ein Kranker ohne Großhirn besitzt keine spezifischen menschlichen Eigenschaften. Es resultiert ein Organismus mit erhaltenen biologischen Basisfunktionen: (*apallischer Zustand, persistierender vegetativer Zustand*). Ein solcher Zustand kann über Jahre bestehen bleiben, wie unter anderem die Karen-Quinlan-Tragödie zeigt.

Es ist kein Zweifel, daß der irreversible Verlust der Großhirntätigkeit nicht mit dem Hirntod gleichzusetzen ist. Die Entscheidung über ein

derart grausames Schicksal bei akuten Erkrankungen, Traumen und Sauerstoff-Mangel-Schäden des Gehirns fällt in der Frühphase und ist entscheidend abhängig von Überwachung und Therapie. Unterstützt durch ethischen und legalen Beistand und gesichert durch wiederholte subtile klinische und paraklinische Untersuchungen unter Ausschluß auch des geringsten Zweifels über Natur, Ausmaß und Irreversibilität des Schadens kann und muß man, wie ich glaube, auf alle intensivmedizinischen Maßnahmen verzichten und sich auf normale ärztliche Pflegemaßnahmen beschränken.

► *Irreversible Versagenszustände von Hypothalamus, Hypophyse und Hirnstamm* betreffen das vitale komplexe neurogene und humonale zentrale Regulationssystem des Menschen. Sie entstehen durch primäre direkte und sekundäre indirekte Schädigung bei Trauma, Blutung und raumverdrängenden Prozessen, in der Regel mit erhöhtem intrakraniellen Druck verbunden.

Zur Frage des Hirntodes sollen hier allein akute Syndrome beschrieben werden. Chronische Schäden sind komplexer und berühren nicht unmittelbar unser Problem. *Gemeinsames Zeichen* ist die dynamische Entwicklung von Funktionsausfällen und strukturellen Schäden, beginnend mit Symptomen akuter Reizerscheinungen, übergehend in Lähmungserscheinungen mit Kompensationsminderung, partieller und schließlich vollständiger Dekompensation und dem Hirntod bei irreversibler Substanzschädigung. Mit Ausnahme einer totalen Schädigung ist das funktionelle Dysregulationssyndrom in jedem Stadium, selbst in dem völliger funktioneller Dekompensation, rückbildungsfähig.

► *Akute hypothalamo-hypophysäre Versagens-Syndrome* sind trotz tiefgreifenden Einbruchs in das komplexe Regulationssystem

mit seiner Vielzahl von Basisfunktionen im Zusammenhang mit dem zentralen Tod nicht diskutiert worden. Verschiedene Syndrome sind aus dem eigenen Arbeitskreis beschrieben worden (5).

a) *Lähmungs-Syndrom des hypothalamo-hypophysären antidiuretischen Systems*

Nach gesicherten klinischen, experimentellen und morphologischen Befunden kommt es bei schweren Hirntraumen nach einer Frühphase mit erhöhtem antidiuretischen Hormon (ADH) und Oligurie zu Hormonabfall und Polyurie, Osmolalität-, Wasser- und Elektrolytstörungen, gefolgt von tiefer Hypothermie und Blutdruckabfall. Alle Patienten sterben, wenn ein negativer Vasopressin-Test mit fehlendem Anstieg des adrenokortikotropen Hormons (ACTH) vorliegt und neben dem Ausfall der Verbindungen zwischen Hypothalamus, Hypophysenstiel und -Hinterlappen auch die zum Vorderlappen geschädigt sind.

Wenn letztere intakt sind, das heißt der Vasopressin-Test positiv verläuft, ist ein Überleben die Regel. CT-Untersuchungen zeigen Verlegungen und Blutungen der benachbarten Liquorzisternen. Morphologisch findet man Blutungen und ischämische Läsionen der zugehörigen Teile von Hypothalamus, Hypophysenstiel und Hypophyse. Der Tod erfolgt durch Zusammenbruch von Kreislauf und sekundär der Atmung.

b) *Hyperglykämie*

Die zentrale hypothalamische Hyperglykämie ist ein weiteres spezifisches Syndrom. Blutzucker, Insulin und Glukagon sind extrem erhöht. Insulin beeinflusst den Blutzucker nicht. Das Syndrom ist öfter mit Hyperthermie und Polyurie verbunden. Bei zentraler Hyperglykämie sind die Glukosesensoren des Hypothalamus direkt oder durch Ödem blockiert und reagieren wie bei Glukopenie. Alle Patienten sterben. ▷

Die beschriebenen hypothalamischen Syndrome sind charakterisiert durch eine irreversible Schädigung von Hypothalamus, Hypophyse und ihrer Transmission und lassen sich interpretieren als spezielle Form des Hirntodes, den sogenannten *hypothalamo-hypophysären Tod*. Die hypothalamische Beeinflussung der autonomen Herzfunktion erklärt das frühe Herzversagen und schließt diese Patienten als potentielle Organspender aus.

Akutes Hirnstammversagen

Akute Versagenszustände des Hirnstammes betreffen mit Schwerpunkt die Mittelhirnebene, meist mit Beteiligung des Zwischenhirns, und das verlängerte Mark.

Akute Mittelhirnschäden sind durch übersteigerte ergotrope Reaktionen aller vegetativen und metabolischen Parameter gekennzeichnet. Blutdruck, Puls, Atmung und Temperatur steigen auf Extremwerte an. Die normale Pulsmodulation von 5 bis 30 pro Minute kann Werte von 100 bei einer Pulsfrequenz von 160 bis 180 pro Minute erreichen. Die Temperatur steigt auf 42° C und höher an.

In dieser Phase wird die übersteigerte Irritation lebensbedrohend und führte früher oft zu Dekompensation und Tod, dem *mesenzephalen Tod*. Die medikamentöse Beeinflussung des „vegetativen Sturms“ ist heute in der Regel möglich, ohne daß damit der primäre Schaden beeinflusst wird.

Das bulbäre Versagen und der *bulbäre Tod* sind die häufigste Form des zentralen Todes. Charakteristisches Zeichen ist der Atemstillstand infolge Ausfall der CO₂-Reaktion auf die Atmungsfelder in der Medulla oblongata. Die Asystolie folgt in wenigen Minuten, wenn nicht die künstliche Beatmung eingesetzt oder beibehalten wird. Alle vegetativen Größen sinken ab. Sie verlaufen maschi-

nenmäßig ohne Modulation in Form gerader Kurven. Die Temperatur sinkt kontinuierlich, ihre Regulation fällt aus, sie wird poikilotherm, das heißt sie folgt passiv der Raumtemperatur. Nicht selten ist der *Übergang von einem Mittelhirnsyndrom über ein pontines in ein bulbäres Bild*.

Lokalisierte Schäden des Hirnstammes müssen von den hier zu diskutierenden sekundären Läsionen streng abgegrenzt werden. Sie führen nicht immer zum Tode; bei raumfordernden Prozessen wie Tumoren und Hämatomen sind dank mikrochirurgischer Verfahren und Einsatz von Laser und Ultraschall zum Teil Heilungen möglich.

Evozierte Potentiale und Hirnstammreflexe sowie die Computertomographie sind in der Lage, Art, Ausdehnung und Funktionsausfall der Schädigung zu erkennen und im Verlauf zu verfolgen. Damit ist in allen Grenzfällen durch ausreichende Beobachtung und Kontrolle eine klare Entscheidung über das weitere Vorgehen möglich.

Schlußfolgerungen

Der Hirntod in Verbindung mit akuten schweren Hirnschäden stellt kein einheitliches Syndrom dar, sondern besteht aus einer Reihe kennzeichnender Versagenszustände des hypothalamo-hypophysären Systems und des Hirnstammes. Koma ist allen Zuständen gemeinsam. Die Diagnose stützt sich auf den vollständigen und irreversiblen Ausfall vitaler Basalfunktionen. Betroffen können sein, neben dem bekannten Ausfall der Respiration, der Ausfall der hypothalamo-hypophysären Transmission, von Kreislauf- und Temperatur-, Wasser- und Elektrolyt- sowie Glukose-Regulation.

Es gibt beim zentralen Tod nicht nur ein primäres *apnoisches Koma*, sondern auch ein *primäres asystolisches Koma*.

Gemeinsames Zeichen aller Formen des zentralen Versagens ist der irreversible Zusammenbruch des zentralen, neurogenen und/oder neurohumoralen Regulationssystems.

Der Zusammenbruch des Regulationssystems bedeutet zugleich den Ausfall spezifisch menschlicher Hirnrindenfunktion, das heißt den Tod des gesamten Gehirns. Die Forderung, den kompletten Funktionsverlust des gesamten Gehirns einschließlich des Hirnstammes festzustellen, erscheint danach irrelevant.

Allein bei bulbärem Tod, das heißt dem irreversiblen Ausfall der Atemfunktion und komplettem Verlust der gesamten Hirnstamm-tätigkeit ist durch künstliche Beatmung die Kreislauffunktion des hirntoten Organismus für eine kurze Zeitspanne aufrechtzuerhalten.

Die künstliche Beatmung sollte ausschließlich in geeigneten Fällen für eine Organexplantation vorgenommen werden. Die großen Erfolge der Transplantationschirurgie mit lebensentscheidender Hilfe für eine große Zahl betroffener Kranken sollten gerade uns Ärzte veranlassen, für eine vermehrte Bereitschaft zur Organspende einzuwirken.

Literatur

- (1) Der Hirntod. Eingehende Besprechung der Problematik, in: Verhandlungen. Dtsch. Ges. f. Neurologie Bd. 3 (1985) Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg – (2) Kriterien des Hirntodes. Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirates der Bundesärztekammer. Dtsch. Ärzteblatt 79/14 (1982) 45–55 – (3) Mollaret, P.; Goulon, M.: La coma dépassée. Rev. Neurol. (Paris) 101 (1959) 3–15 – (4) Pollis, C.: ABC of brain stem death. Articles published in Brit. Med. Journal, British Medical Journal (1983) – (5) Pia, H. W.: Primary and secondary hypothalamus and brain stem lesions. Advances in Neurosurgery 13 (1985) 217–253 und Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg – (6) Walker, A. E.: Cerebral death. 2nd. Edit. Urban-Schwarzenberg, Baltimore-Munich (1981)

Anschrift für den Verfasser:

Dr. phil. Lore Pia
Oberhof 6
6300 Gießen