

Das Konzept des Hirntodes wurde in Europa zwischen 1952 und 1960 entwickelt

Eine Übersicht zur Historie

D. Moskopp

Klinik für Neurochirurgie, Vivantes Klinikum im Friedrichshain, Berlin

Schlüsselwörter

Hirntod

Zusammenfassung

Es besteht vielfach die unzutreffende Auffassung, der Hirntod sei 1968 an der Harvard Medical School und ausschließlich zur postmortalen Akquise von Spenderorganen „erfunden“ worden. Demgegenüber lässt sich belegen, dass das Konzept des Hirntodes zwischen dem 27. August 1952 (Ibsen-Tag) und dem 11. März 1960 (Wertheimer-Tag) in Europa entwickelt wurde, und dass seinerzeit die postmortale Organakquise keine Rolle spielte.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Dag Moskopp
 Direktor der Klinik für Neurochirurgie
 Vivantes-Klinikum im Friedrichshain
 Landsberger Allee 49, 10249 Berlin
 dag.moskopp@vivantes.de

Keywords

Brain death

Summary

There are assumptions, that brain death was „invented“ at the Harvard Medical School in 1968 for the single purpose to harvest organs. It needs to be clarified, that the concept of brain death has been evolved in Europe between August 27th, 1952 (Ibsen's day) and March 11th, 1960 (Wertheimer's day) entirely unrelated to the harvesting of organs for transplantation.

The concept of brain death has been evolved in Europe from 1952 to 1960: A historical survey

Nervenheilkunde 2017; 36: 423–432
 eingegangen am: 21. Oktober 2016
 angenommen am: 9. Januar 2017

führt, die die Primärliteratur kaum kennen, die nie auf einer Intensivstation waren, geschweige denn, je einer Feststellung des Hirntodes beigewohnt haben, sondern die vermeinen, in gewisser Analogie vom „üblichen Versterben“ außerhalb von Intensivstationen her argumentieren zu können (► Abb. 2). Das erscheint aber kaum möglich, denn es sind intensivmedizinische Kenntnisse zum Verständnis des „Hirntod-Konzeptes“ unerlässlich. Der Hirntod lässt sich allerdings ansatzweise begreifen, wenn man bereit ist, nachzuvollziehen, wie sich alles entwickelt hat.

Einleitung

Wenn der Autor die „Entwicklung des Hirntod-Konzeptes“ mit dem „Rollen einer Schneekugel“ vergleicht, dann hat er zunächst Verstreutes zu einer Geschichte gefügt – vereinfachend und aus einer privilegierten Sicht ex post. Ihm ist die Vernetzung von Daten in einer Weise möglich, an die in den 1950er-Jahren nicht zu denken war. Ein heuristisches Faszinosum liegt allerdings darin, dass es sich auf den Tag genau festlegen lässt, wann diese „Schneekugel“ ins Rollen kam, welche Arbeitsgruppen diese Kugel „weiter gerollt“ haben und wann diese Schneekugel dann auch in einer Art fertig war, dass ihrem Wesen nichts mehr hinzugefügt zu werden brauchte. Dabei bleibt es unbenommen, dass im weiteren Verlauf nach Maßgabe neuer apparativer Diagnosemethoden der Umgang mit dem Konzept akzidentell anzupassen war und dass später medizinrechtliche Einordnungen stattfanden. Die Entwicklung dieses außerordentlichen Phänomens zwischen dem 27.8.1952 (Ibsen-Tag) und dem

Es wird vielfach vertreten, der Hirntod (engl.: brain death) sei 1968 allein zur Organakquise zwecks Transplantation an der Harvard Medical School „erfunden“ worden (1). Insbesondere der Philosoph Hans Jonas und die ihn Zitierenden argumentieren so (21). Bis in die jüngste Zeit findet sich diese Sichtweise auch in deutschen Gremien (10, 11). Dass sich dies anhand der vorliegenden Publikationen nicht bestätigen lässt, sondern dass die Orte der Handlungen in Europa lagen, dass die Entwicklungsperiode aus den behaupteten 1960er- tatsächlich in die 1950er-Jahre zu verlegen ist, und dass die Protagonisten verschiedenen Fachdisziplinen angehörten – vor allem aber, dass die „Feststellung des

Hirntodes“ und die „postmortale Organspende“ historisch sowie konzeptionell getrennt zu betrachten sind, sei nachstehend dargestellt.

Ein Diskurs erscheint deswegen lohnend, weil sich die Diskussionen um den Hirntod oft von derjenigen der Anfänge unterscheiden: Ging es damals um biologische Phänomene, deren pathophysiologische Herleitung und die Übernahme von persönlicher Verantwortung in Kenntnis der intensivmedizinischen Gegebenheiten, so lassen sich heutzutage nicht selten Stellvertreterdiskussionen beobachten, mit Streit um Zuständigkeiten, Gremien, juristische Formalismen und Bezeichnungen. Diese werden zum Teil von Personen ge-

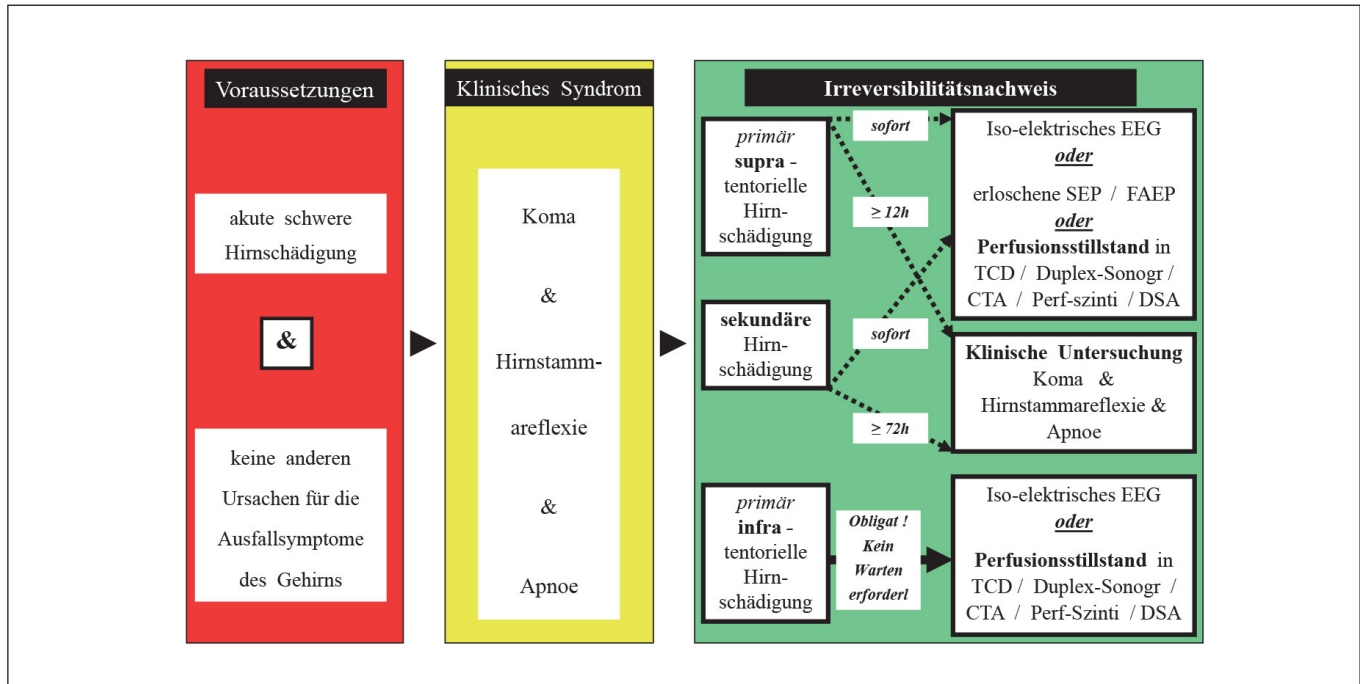


Abb. 1 Prinzip der Feststellung des Hirntodes in Deutschland ab dem vollendeten zweiten Lebensjahr (40): Drei Stufen sind in festgelegter Folge und abhängig von der zugrunde liegenden Erkrankung abzuarbeiten (Voraussetzungen, klinisches Syndrom, Unwiederbringlichkeitsnachweis). Die vorgeschriebenen Protokollbögen werden von zwei Untersuchern unabhängig voneinander ausgefüllt. Einer ist Facharzt für Neurochirurgie oder Neurologie; bis zum 14. Lebensjahr ist einer ein besonders spezialisierter Kinderarzt (z. B. Neuropädiater). Solche Untersuchungen werden in Deutschland bei Erwachsenen mehr als 2000-mal pro Jahr dokumentiert. Wegen der Unreife des Nervengewebes nach der Geburt, wird vor der Vollendung des 731. Lebens-tages ggf. Vergleichbares in altersangepasster Form durchgeführt und eigens

protokolliert (40). Wegen der Seltenheit (< 20 Fälle pro Jahr) wird hierauf nicht weiter eingegangen; CTA = Computertomografie-Angiografie (venöse Kontrastmittelapplikation); DSA = digitale Subtraktionsangiografie (arterielle Kontrastmittelapplikation); die Untersuchung wird gelegentlich mit dem Argument einer „fehlenden rechtfertigenden Indikation“ von Radiologen abgelehnt; EEG = Elektroenzephalogramm; FAEP = frühe akustisch evozierte Potenziale (nicht bei Läsionen der hinteren Schädelgrube); Perf-Szinti = Perfusions-Szintigrafie; SEP = somatosensibel evozierte Potenziale (nicht bei Läsionen der hinteren Schädelgrube oder etwa des Halsmarkes); TCD = transkranielle Dopplersonografie

11.3.1960 (Wertheimer-Tag) findet sich bisher kaum gebührend beschrieben (► Abb. 3).

Eine neue Form der intensivmedizinischen Langzeitbeatmung und ihre Folgen

Zum Verständnis des Vergleiches, wann genau diese „Schneekugel“ definitiv in ein strukturiertes Rollen kam, muss man sich nach Kopenhagen in das Jahr 1952 versetzen (32): Eine Polio-Epidemie mit landesweit über 5700 Erkrankten prägte vielerorts das Bild in dänischen Krankenhäusern. Es bestand dort in diesem Jahr bei etwa 2500 Fällen eine Beatmungspflicht infolge von Lähmungen der Atemmuskulatur (spino-bulbäre Paralyse). Im allgemeinen

Gebrauch zur „intensivmedizinischen Langzeitbeatmung“ war das Konzept der intermittierenden Unterdruckbeatmung (INPV) durch „eiserne Lungen“. Durch diese Beatmungsform lässt sich aber nicht immer, auch nicht bei unbeschädigten Lungen, Kohlendioxid hinreichend aus dem Blut eliminieren; außerdem sind die oberen Atemwege dabei nicht gegenüber endotrachealen Aspirationen geschützt. Blut-pH und CO₂ in der Ausatemluft wurden kaum gemessen. Schwere Azidosen mit Bluthochdruck, Zyanose, Schwitzen sowie endotracheale Schleimverhalte wurden oft nicht adäquat adressiert.

Louise Reisner-Sénélar (32) hat hierzu beispielhaft publiziert: Am Sonntag, dem 26.8.1952, wurde die 12-jährige Vivi E. mit schwerer Polio-Lähmung von zuhause in das Blegdamshospital in Kopenhagen mit Fieber, Kopfschmerzen und Nackensteife

eingeliefert. Ein Lungenflügel war nach klinischen und radiologischen Kriterien kaum ventiliert. Es bestand eine vitale Gefährdung durch absehbare endotracheale Aspirationen mit Asphyxiefolge.

Infolge der Tatsache, dass seit Anfang Juli 1952, dem Beginn der dänischen Polio-Epidemie, 27 von 31 ähnlich Erkrankter im Blegdamshospital verstorben waren, war der Klinikchef, Henry Cai Lassen, bestrebt gewesen, die Behandlung derart schwerer Polio-Fälle zu optimieren. Bereits tags zuvor hatte er sich dazu mit seinem Stab und dem freiberuflichen, 37-jährige Anästhesisten Björn Aage Ibsen getroffen. Dieser war im Februar 1950 von der Harvard Medical School nach Kopenhagen zurückgekehrt. Er kannte die Publikation des Klinikers Albert Bower und des Ingenieurs V. Ray Bennett (8) vom Los Angeles County Hospital, die zeigen konnten, dass durch

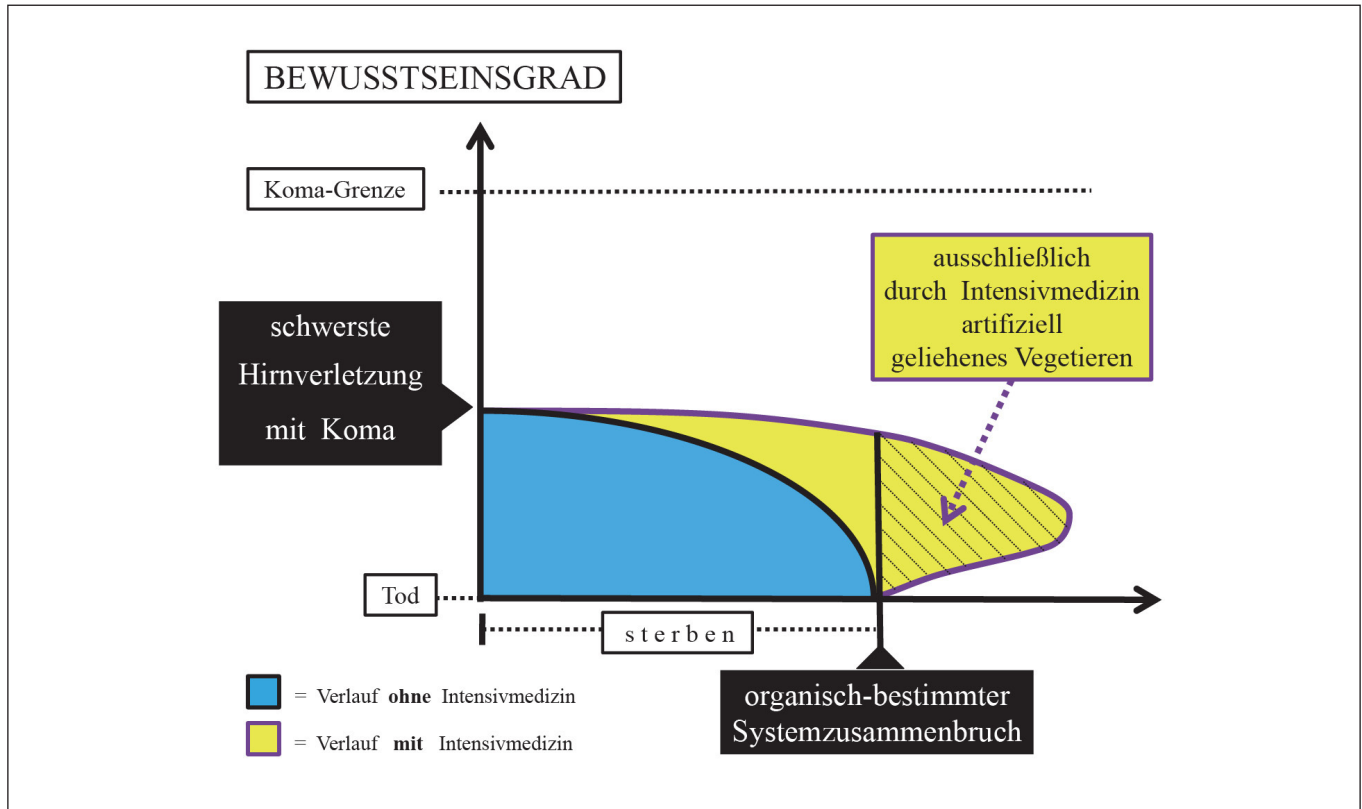


Abb. 2 Zum Vergleich des artifiziell hinausgezögerten Vegetierens eines Menschen unter intensivmedizinischer Beatmung (gelb) – jenseits jedweder Überlebenschance infolge der individuellen Verletzungsschwere bis zum unwiederbringlichen Zusammenbruch des „Regulationsgefüges Mensch“ im fiktiven Vergleich des Krankheitsverlaufes ohne Intensivtherapie (blau). Der organisch bestimmte Umstand eines nicht abwendbaren Systemzusammenbruchs ist nur ex post festzumachen; ex ante besteht bis zur zweifelsfreien Gewissheit des Unabwendbaren durch die Feststellung des Hirntodes die grundsätzliche Verpflichtung zur Lebensrettung, welche vielfach durch moderne Intensivmedizin auch gelingt. Nicht medizinische Vergleiche zum „natürlichen Sterbevorgang“ nach einer Feststellung des Hirntodes enthalten oft unvereinbare Querstände, weil bei solchen Patienten unter „natürlichen Be-

dingungen“, d. h. ohne maschinellen Ersatz der fehlenden Atemfunktion, zweifelsfrei bereits früher die Herz-Kreislauf-Funktion unwiederbringlich zusammengebrochen wäre. Oder anders gesagt: Zeitraum und Gegenstand solcher nicht medizinischen Diskussionen zu biologischen Phänomenen nach Feststellung des Hirntodes sind als „nach“ – oder „nicht natürlich“ – zu bezeichnen. Dabei handelt es sich ausschließlich um intensivmedizinische Komplexsituationen, für die die deutsche Sprache das Wort „sterben“, das etymologisch in die Wortgruppe um „starr“ gehört, ursprünglich nicht vorgesehen hat und wegen fehlender Gegebenheit auch nicht vorsehen konnte. Das sprachliche Problem ist im Französischen oder für Übersetzungen aus dem Französischen nicht geringer, denn „la mort du cerveau“ kann beides bedeuten: „der Tod des Gehirns“ und „das Absterben des Gehirns“.

Vermeidung einer Hyperkapnie in der Langzeitbeatmung die Letalität der zu beatmenden Polio-Patienten von 84% auf 21% gesenkt wurde. Am Blegdamshospital gab es seit Mai 1951 ein Gerät zur Messung des Kohlendioxidgehaltes in der Ausatemluft (Brinkman Carbovisor). Lassen hatte vorgeschlagen, dass Ibsen seinen Behandlungsansatz (Wechsel von INPV auf IPPV) zeitnah an einem schweren Polio-Fall in Kopenhagen demonstrieren sollte (20).

Am Montag, dem 27.8.1952, wurde also Vivi in das Behandlungszimmer verbracht, in dem sich der Stab von Lassen versammelt hatte. Vivis Zustand war kritisch, die Körpertemperatur betrug mittlerweile

40,2°C. Die HNO-ärztliche Tracheotomie in Lokalanästhesie (ab 11.15 h) verlief zeitraubend und komplikativ. Vivi wehrte sich, drohte wegen eines Bronchospasmus zu ersticken und konnte in diesem Zustand nicht beatmet werden. Die meisten Kollegen zogen sich daraufhin zurück, weil sie die Behandlung für gescheitert hielten. Ibsen übernahm den Fall, nachdem offenbar verschiedene Maßnahmen – inklusive Absaugversuchen mit einem „Ureterkatheter“ erfolglos geblieben waren: Abfall von O₂- und Anstieg von CO₂-Sättigung im Blut, pH bei 7,32, Herzfrequenz 150/Min. Ibsen wandte daraufhin geläufige Verfahren aus dem OP an: verabreichte ab 13.17 h repeti-

tiv 100 mg Thiopental i.v., applizierte über das Tracheostoma einen blockierbaren Tubus, saugte endotracheal ab und beatmete Vivi kontinuierlich von Hand mit Sauerstoff und intermittierendem Überdruck (IPPV) mittels eines „Waters-to-and-fro-Systems“ mit Kohlendioxidabsorber (32). Die Krankengeschichte der Folgestunden liest sich wie ein Krimi: intermittierende Unterdruckbeatmungen an der „eisernen Lunge“ mit konsekutiven Hyperkapnie-Phasen erbrachten ebenso klinische Verschlechterungen wie manuelle Hyperventilationen mit Hypokapnie-Perioden. Letztlich ging es Vivi nur unter kontinuierlicher IPPV per Hand bei Normokapnie

Begriffsklärung

Hirntod

Zum Verständnis des Folgenden bedarf es der Bereitschaft, zwischen Begriff und Bezeichnung zu unterscheiden: Die beiden Bezeichnungen „Hirntod“ und „endgültiger, nicht behebbarer Ausfall der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms nach § 3 Abs 2 Nr. 2 Transplantationsgesetz (TPG)“ (24, 40) konnotieren im Deutschen denselben Begriff. Für diesen Begriff wird lediglich der Kürze wegen die Bezeichnung „Hirntod“ verwandt. Inhaltlich gemeint ist aber stets das, was in der Richtlinie (40) unter der längeren Bezeichnung niedergelegt wurde. ►Abbildung 1 enthält eine Übersicht zur Feststellung des Hirntodes, wie es seit dem 9. 4. 1982 üblich ist.

Der Gesetzgeber (24), dem bis heute eine juristische Definition des „Todes“ fehlt, hatte 1997 im TPG mit der längeren medizinischen Bezeichnung für den Zustand des „Hirntodes“ im Wesentlichen auf eine Wortwahl aus der Habilitationsschrift des Wiener Neurologen Franz Gerstenbrand (15) zurückgegriffen (9). Der Wissenschaftliche Beirat (40) hat im Jahr 2015 diese längere Bezeichnung aus dem TPG übernommen und die Bezeichnung „Hirntod“, die er in fünf vorangegangenen Publikationen seit dem 9. 4. 1982 verwandt hatte, verlassen.

Formal findet sich eine Bezeichnung „Gehirntod“ zwar bereits 1908 beim Bonner Pathologen Hugo Ribbert (33) und die ihn Zitierenden schrieben auch bisweilen „Hirntod“.

Aber Ribbert konnotierte damals unter dieser Bezeichnung etwas anderes als wir: Sein Begriff steht in der Nähe eines vorintensivmedizinischen Phänomens, das von dem Vitalisten Xavier Bichat (7) im situativen Kontext von Paris des Jahres 1800 beschrieben wurde. Demgegenüber wird heute mit „Hirntod“ eine Gegebenheit bezeichnet, die ausschließlich auf Intensivstationen zur Beobachtung kommt. Aus diesem Grund hatte Franz Gerstenbrand (15) dieses neue Phänomen „Hirntod“ als „ein Produkt der modernen Reanimationstherapie“ eingeordnet, das nur unter artifizialen, intensivmedizinischen Bedingungen festzustellen ist. Mit ►Abbildung 2 soll verdeutlicht werden, was in etwa gemeint ist.

Das Phänomen des Hirntodes kam in den 1950er Jahren neu auf. Weltweit wurde hierzu auf diversen Ebenen (z. B. Zeitfolgen, Kriterien, Tests, Bezeichnungen) nach einem angemessenen Umgang gerungen. Für die Verwendung der Bezeichnung „Hirntod“ zu dem heutigen Begriff argumentierte im Deutschen wahrscheinlich als erster der Rechtsmediziner Wolfgang Spann, Freiburg/München (36; Frowein pers. Mitt.). Nachdem sich dann der Kölner Neurochirurg Reinhold A. Frowein dieser Bezeichnung angeschlossen hatte (er benutzte von 1962 bis 1970 die Bezeichnung „cerebraler Tod“), ist das Wort „Hirntod“ in Deutschland seit 1970 üblich und schließlich umgangssprachliches Allgemeingut geworden (14).

neut eingeliefert: zuckerkrank mit Pneumokokken-Sepsis – sie verstarb nach zweieinhalb Tagen im Alter von 31 Jahren.

Als eine der Leistungen Ibsens in der Akutrettung Vivis ist zu würdigen, dass er ihre Eigenatmung medikamentös komplett ausschaltete, um suffizient und CO₂-adaptiert beatmen zu können. Die Eigenatmung galt seit alters her als elementares und unverzichtbares Lebenszeichen (Genesis 2,7). Bis dahin hatte man ärztlicherseits – auch bei Operationen – versucht, den eigenen Atemtrieb aufrecht zu erhalten und zu unterstützen, aber nicht vollständig auszuschalten. Mit dieser neuen Beatmungsform war also bei Vivi E. ein Versterben im 12. Lebensjahr abwendbar gewesen. Andere Erkrankte profitierten noch stärker von den sich verbessernden Reanimationsmaßnahmen und Beatmungstechnologien, sodass die Lyoner Arbeitsgruppe schon damals von „glücklichen Umständen“ (circonstances heureuses) sprach (39).

Es entwickelten sich aber auch problematische Konstellationen, wie die von Vivi mit Überleben in bleibender Behinderung. Darüber hinausgehend zeigte sich bei einigen der kritischen Patienten, die unter INPV zuvor zweifelsfrei an pulmonalen oder kardiovaskulären Komplikationen verstorben wären, die aber unter IPPV zunächst weiter vegetierten, im Verlauf ein zuvor niemals beobachteter Zustand.

Beiträge der Neurochirurgie während der 1950er-Jahre

Ein Jahr nach dem Paradigmenwechsel in der Langzeitbeatmung publizierten die Neurochirurgen John Riishede und Sven Ethelberg (34) aus dem Städtischen und Universitäts-Krankenhaus Aarhus am 1.9.1953 über fünf beatmete Intensiv-Patienten mit Zeichen der transtentoriellen Herniation auf der Grundlage intrakranieller Raumforderungen, bei denen im beidseitigen Carotis-Angiogramm verschiedene Formen funktioneller Obliterationen des Internakreislaufes zur Darstellung kamen, wohingegen die Kopfschwarte (Extrakreislauf) noch gut durchblutet war: Bei vier dieser fünf Patienten kam es zwischen

nachhaltig besser: sie wurde rosig, ruhig und war dann – eben von Hand – suffizient per IPPV zu beatmen. Diese Rekompensation einer vital bedrohlichen Pathophysiologie durch Ibsen am 27.8.1952 mittels einer aspirationsverhindernden Beatmung über die oberen Luftwege, hat Eindruck beim Klinikchef Lassen hinterlassen: bei Louise Reisner-Sénélar (32) findet sich dieses Datum als „Ibsen-Tag“ eponymisiert. Innerhalb von drei Tagen – ab dem 1.9.1952 – ließ Lassen alle entsprechenden Polio-Patienten des Blegdamshospitals mit IPPV beatmen (23). Hierzu war die Neueinstellung von etwa 500 Studenten und

Pflegekräften erforderlich, denn der später meist genutzte „Universal-Respirator“ des Schweden Carl-Gunnar Engström war seinerzeit noch nicht universell verfügbar. Es ließ sich in Analogie zu den Polio-Patienten aus Los Angeles auch für Kopenhagen zeigen, dass durch den Wechsel von INPV auf IPPV die Letalität von etwa 90% auf 25% gesenkt werden konnte. Vivi wurde bis Januar 1953 ganztägig von Hand IPPV beatmet, dann intermittierend und ab 1955 per IPPV-Respirator, 1959 wurde sie aus dem Krankenhaus tetraplegisch entlassen. Sie war zeitlebens vom Respirator und von fremder Hilfe abhängig. 1971 wurde sie er-

Abb. 3

Analogie der Entwicklung des Hirntod-Konzeptes in Europa mit der Entstehung einer „Schneekugel“, die am 27.8.1952 in Kopenhagen durch die Aktion von Björn Ibsen (32) losgetreten wurde und die seit der Entscheidung von Pierre Wertheimer (39) am 11.3.1960 in Lyon im Wesentlichen in der heute konzipierten Form als abgeschlossen bezeichnet werden kann.

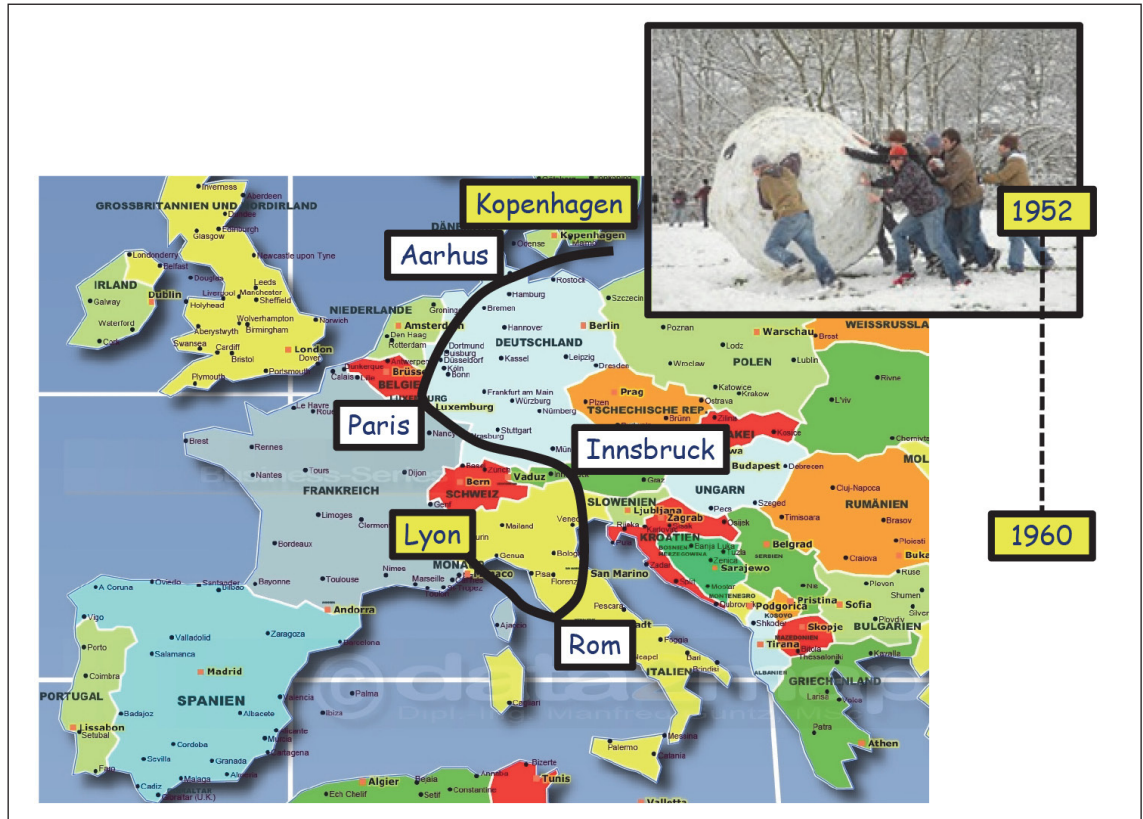


Foto: Mit Genehmigung von Magister Andreas Pöschek, Wien.

zwei Stunden und drei Tagen post-angiografisch zum Herz-Kreislauf-Stillstand. Bei dem fünften Patienten mit dekompensierendem Meningeom lag offenbar eine suffiziente Rest-Kollateralisation vor: unmittelbare Operation, Erholung zu guter Wachheit und Verlegbarkeit, Tod am 24. post-Op-Tag durch Lungenembolie. In allen Obduktionen fanden sich keine strukturell-anatomischen Carotisverschlüsse. Diese Konstellation war insofern neu, als dass seit der Publikation von Ramsay Hunt (18) zur klinischen Symptomatologie des Carotisverschlusses und deren angiografischem Nachweis intra vitam durch die Gruppe um Egas Moniz (29) lediglich deren thrombotischer Verschluss als Ursache für einen fehlenden Blutfluss angenommen wurde. Hinsichtlich dieser nicht thrombotischen Obduktionsbefunde blieb den Autoren unklar, ob man vasokonstriktorische Spasmen, eine reflektorische Verminderung der Hirndurchblutung durch Reizung entsprechender Rezeptoren im Hirnstamm oder einen erhöhten intrakraniellen Druck als ursächlich für die intra-vital dokumentierten Obliterationen der hirnersorgenden

den Arterien annehmen sollte (34). Ähnliche angiografische Befunde bestätigten im Mai 1956 Stig Löfstedt und Gösta von Reis (25) aus dem Stockholmer Södersjukhuset anhand von sechs Beatmungsfällen (supra- und infra-tentorielle Pathologien). Sie berichteten, dass bei diesen Patienten die Temperaturregulation und schließlich die Herz-Kreislauf-Funktion nach zwei bis 26 Tagen zusammengebrochen sei. Die Stockholmer Gruppe favorisierte den erhöhten intrakraniellen Druck als ursächlich für das Sistieren der Hirndurchblutung. Als nicht europäischer Beitrag zu derartigen Befunden zwischen Februar 1953 und September 1955 ist die Publikation von vier beatmeten Komapatienten mit erhöhtem intrakraniellen Druck durch die Neurochirurgen, Norman E. Horwitz und Rembrandt H. Dunsmore (17), aus dem Hartford Hospital (Hartford/Connecticut) zu nennen.

Heute wissen wir, dass die Entwicklung des dekompensierenden intrakraniellen Druckes noch komplexer ist: Bereits bei niedrigeren Druckwerten, als denjenigen des arteriellen Mitteldruckes, werden an Prädispositionsstellen Liquorabflusswege

und Drainagevenen verlegt; die resultierenden Druckanstiege münden schließlich in einen Teufelskreis, an deren Endpunkt der Verschluss der hirnersorgenden Arterien steht.

Beobachtungen zur Pathologie aus Paris und Basel zwischen 1956 und 1958

Wohingegen das Neue bezüglich der Konzeption des Hirntodes darin liegt, die unwiederbringliche, vollständig verlorene funktionelle ZNS-Leistung zu definieren und den Hirntod als „endgültigen, nicht behebbaren Ausfall der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms“ festzumachen, der ausnahmslos sowohl den Strukturverlust des intrakraniellen ZNS – als dann auch in einen nicht abwendbaren Zusammenbruch des Gesamtorganismus nach sich zieht, hat man damals diese Nuance grundsätzlich noch nicht vornehmen können: Man hat also Patienten in tiefsten Komata und in

Tab. 1 Über vier frühe Fälle intra-vitaler Hirnautolysen bei Patienten, die nach Dokumentation der Befunde aus heutiger Sicht als „hirntot“ einzuordnen sind und die damals weiter beatmet wurden (6, 28, 35); BDH = Beatmungsdauer im belastbar zu unterstellenden Zustand des Hirntodes; BUP = Basel, Pathologie des Universitätsspitals; IGE = Dekompensation nach infekt-getriggelter Epilepsie; PCB = Paris, Hôpital Claude Bernard; PPS = Paris, Hôpital de la Pitié Salpêtrière

Beobachtungszeitpunkt	Krankenhaus	Alter (Jahre)	Geschlecht	Krankheit	BDH (Tage)	Erstautoren	Publikationsjahr
2/1956	PCB	8	w	IGE	11	Mollaret (28)	1959
3/1957	PPS	17	w	IGE	2	Bertrand (6)	1959
6/1957	PCB	15	w	IGE	7	Mollaret (28)	1959
1958	BUP	8	m	Unfall	25	Scheidegger (35)	1961

Stadien, die heute nahelegen, dass bei einem Teil solcher Patienten der intrakranielle Raum nicht mehr durchblutet wurde, weiterbeatmet. Konsequenterweise war dann auch „intra vitam“ mit strukturellen Folgen am intrakraniellen Nervengewebe zu rechnen. Grundsätzlich finden sich hierzu ab Februar 1956 Belege aus Arbeitsgruppen in Paris und Basel. Beschrieben wurden darin Jugendliche und hervorgehoben wurde fast immer das hohe Ausmaß der intravitalen Autolyse – insbesondere im Kleinhirnbereich (► Tab.). Der Münchner Rechtsmediziner Wolfgang Eisenmenger (12) hat das Grundsätzliche des damals Neuen später einmal wie folgt charakterisiert: „Als empfindlichstes Organ gegenüber Sauerstoffmangel erwies sich das Großhirn und speziell Nervenzellen der Rinde, also der entwicklungsgeschichtlich jüngste Bereich des zentralen Regulationssystems, der zugleich das morphologische Substrat für das Spezifische des Menschseins, nämlich das Bewusstsein, bildete. Den erstaunten Pathologen boten sich Befunde, die man bis dahin nicht für möglich gehalten hatte, nämlich anatomisch zerfallene, in Auflösung begriffene Gehirne bei anatomisch intaktem Restkörper mit mehr oder weniger erhaltenen Atem- und Kreislauffunktionen.“

Der Baseler Pathologe Siegfried Scheidegger (35) dokumentierte unter Fall SN 1387/58 den Obduktionsbefund eines knapp 8-jährigen Jungen mit posttraumatischem Herzstillstand für „wenige Minuten“: Bei diesem Knaben, der nach einem

Verkehrsunfall über 25 Tage in „völliger Dezerebration“ mit einem Engström-Apparat beatmet worden war, fanden sich makroskopisch „ausgedehnte Erweichungen und teilweise Verflüssigung von Stammganglien, Kleinhirn, Rückenmark, Brücke; erhalten sind noch Leptomeninx des Gehirns und des Rückenmarks“; und mikroskopisch „ausgedehnte Enzephalomalazien und Myelomalazien, vollkommene Erweichung und Verflüssigung großer Hirnabschnitte“ (35). Ähnliches war zuvor aus Paris von den Gruppen um Pierre Mollaret und Ivan Bertrand (Hôpitaux Claude Bernard et de la Pitié Salpêtrière) anhand von infektiologischen Fällen berichtet worden (6, 28). Die Gruppe um den Neurochirurgen William E. Hunt (Columbus/Ohio) prägte für den Zustand der „intra-vitalen Hirnautolyse“ infolge einer Weiterbeatmung im Zustand des Hirntodes auf der Grundlage von Experimenten an Hunden später die Bezeichnung „respirator brain“ (19). Verflüssigte Anteile von Groß- und Kleinhirnpartikel wurden in Folge dieser „intra-vitalen Hirnautolyse“ bei Obduktionen im Spinalkanal gefunden – eine zuvor nie beobachtete Befund-Konstellation (9).

1956: „Promethäisches Gefälle“ und „Phänomen der Brücke von Avignon“

Spätestens durch die Tatbestände mit fehlender Kontrastierung hirnvorsorgender

Arterien unter maschineller Beatmung sowie der postmortalen Dokumentationen konsekutiver Hirnautolysen „intra vitam“ legten bei den Beteiligten kurz nach Etablierung der maschinellen Beatmung mit intermittierendem Überdruck (IPPV) das Empfinden nahe, dass qualitativ eine neue Dimension in die Intensivmedizin Einzug gehalten hatte.

Im Jahr 1956 hatte Günther Anders (3) darauf hingewiesen, dass der Mensch vielfach Techniken entwickelt habe, deren Konsequenzen er nur unzureichend antizipiert hatte und denen er im gegebenen Fall auch nur bedingt gewachsen gewesen sei. In Anlehnung an den Mythos von der Entwendung des göttlichen Feuers durch Prometheus, nannte Anders ähnlich geartete Phänomene „promethäische Gefälle“. Gewisse Folgezustände nach maschineller Langzeitbeatmung lassen sich analog betrachten.

Im Bild gesprochen gleicht moderne Intensivtherapie einer „Brücke“: Patienten sollen vom Ufer der Krankheit über die Brücke spezialisierter Intensivmedizin an das Ufer der Gesundheit gelangen. Wie ist aber zu verfahren, wenn eine solche Brücke mitten im Fluss aufhört, eine Brücke zu sein? Ganz anschaulich ist ein solcher Notstand anhand der „Brücke von Avignon“ zu verdeutlichen: Nach einer Naturkatastrophe von 1660 bricht sie mitten im Fluss ab. Über diese Brücke wird das andere Ufer der Rhône nicht mehr erreicht. Es entstand die Frage, wie in solchen Situationen dann mit intensiv-medizinischen Patienten angemessen, nachvollziehbar und würdevoll zu verfahren sei?

Antworten von Papst Pius XII am 24.11.1957 auf Fragen des Anästhesisten Bruno Haid

In welchem Ausmaß die vorgeschilderten Daten synoptisch im Jahr 1956 einsehbar waren, ist unbekannt. Dokumentiert ist aber, dass der damals 41-jährige Anästhesist Bruno Haid (Universitätsklinik Innsbruck) im Oktober 1956 im Rahmen des 9. Internationalen Kongresses der Italienischen Gesellschaft für Anästhesiologie in

Rom unter der Präsidentschaft von Piero Mazzoni wahrnehmen konnte, dass sich dort Papst Pius XII den Fragen der Gabe von starken Schmerzmitteln bei unheilbar Erkrankten und Sterbenden angenommen und entsprechend maßvolle Gaben aus bester Absicht konzidiert hatte, selbst wenn diese dann das Leben verkürzen. Daraufhin wagte sich Bruno Haid – in seiner Funktion als Präsident der Österreichischen Gesellschaft für Anästhesiologie – nunmehr selbst Fragen zur Fortführung der Beatmung in augenscheinlich aussichtsloser Situation an den Papst zu richten: „Darf oder soll der Anästhesiologe, wenn der Zustand der tiefen Bewusstlosigkeit sich auch nach mehrtägiger Anwendung künstlicher Atmung nicht ändert, den Beatmungsapparat abschalten, noch ehe der Stillstand der Zirkulation eingetreten ist, diesen dadurch in wenigen Minuten herbeiführend?“ (16). Auch im Jahr 1957 zeigte sich das katholische Kirchenoberhaupt medizinischen Fragen gegenüber in bemerkenswerter Konkretion und Sachkenntnis aufgeschlossen: Er lud die Gruppe der Innsbrucker Ärzte um Bruno Haid nach Rom ein und beantwortete am 24.11.1957 die vorstehende Frage in französischer Sprache mit „ja“ (31): „il faut répondre affirmativement ...“. Der Papst übertrug dabei das Engramm des „exitus letalis animae“ im Sinne der Ars moriendi-Tradition, nämlich des „Ausganges der stofflosen Seele aus dem physisch zurückbleibenden Körper“ (26) auf die Gegebenheiten moderner Intensivmedizin mit dann noch zunächst weitergeführter maschineller Beatmung. Er konzidierte, dass bei Zuständen, in denen die „Seele offenkundig den Körper verlassen hat“ („séparation complète et définitive de l'âme et du corps“), auch den Bitten der Angehörigen auf Einstellen der intensivmedizinischen Maßnahmen vor einem Stillstand des Herzens nachgekommen werden darf („le médecin interrompe ses tentatives“). Er bestätigte in dieser außergewöhnlichen Rede in Rom auch, dass es Sache der Ärzte sei, den Tod zu definieren und ihn festzustellen – dies sei nicht Aufgabe der Kirche („Il appartient au médecin ... de donner une définition claire et précise de la ‚mort‘ et du ‚moment de la mort‘ d'un patient, qui décide en état d'inconscience. ... La constatati-



Foto: Abdruckgenehmigung durch akj, Berlin

Abb. 4 Holzschnitt zu Martin Luthers (26) „Sermon von der Bereitung zum Sterben“: Verdeutlicht wird die Anschauung, dass die „Seele“ stofflos den physikalischen Körper im Augenblick des Todes verlässt, von einem Engel abgeholt wird, um letztlich in Gottes Hand überzugehen: „exitus letalis animae“.

on ... n'appartient pas à la compétence de L'Église.“) (► Abb. 4).

Die Gruppe um Pierre Wertheimer publiziert zum „Tod des Nervensystems“

Am 17.1.1959 publizierte die interdisziplinäre Gruppe um den Begründer der Neurochirurgie in Lyon, Pierre Wertheimer (38) aus dem Hôpital Neurologique, über das geschilderte Problem, nämlich dass sich aus der Weiterentwicklung moderner Reanimationsmaßnahmen und der Anwendung maschineller Beatmungsformen für Intensiv-Patienten unter Dauerbeatmung mit Engström-Respiratoren einerseits zwar günstige klinische Effekte ergeben können, andererseits aber Zustände, die nach klinischen und elektrophysiologischen Kriterien dem entsprechen, was wir heute unter „vollständigem, unbehebbarer Verlust aller Hirnfunktionen“ verstehen.

Die von Wertheimer im Jahr 1959 gewählte Bezeichnung „Tod des Nervensystems“ („mort du système nerveux“) ist für den heutigen Begriff „Hirntod“ etwas zu weitreichend, weil man sehr wohl hirntot sein kann, sich aber für etwa 36 bis 48 Stunden noch ausschließlich extrakraniell verschaltete spinale Reflexmuster finden können. Wertheimer hatte damals klinisch noch zusätzlich erloschene Rückenmarksfunktionen mit allgemeinem Reflexverlust, eine Poikilothermie, fehlende kardiale Reaktionen im Atropintest sowie negative oculo-cardiale Reflexe beschrieben. Elektrophysiologisch berichtete diese neurochirurgisch arbeitende Gruppe (zusätzlich zu den Oberflächen-EEGs) über die hirnelektrische Stille in Thalamusregionen – erfasst durch invasive Tiefenableitung nach Bohrlochtrepanationen. Für die Elektrophysiologie, inklusive des Verlustes evozierter Potenziale („activité cérébrale évoquée), zeichnete damals Michel Jovet verantwortlich (22). Bereits 1959 wirft Wertheimer die Frage der Beendigung einer Beat-

mungstherapie nach Feststellung dieses „mort du système nerveux“ auf. Er beantwortet sie aber erst in der Folgepublikation (38, 39).

Neun Monate nach der Publikation der Gruppe um Wertheimer erschien im Oktober 1959 die Publikation der Pariser Neurologen, Pierre Mollaret und Maurice Goulon (27) aus dem Hôpital Claude-Bernard, zu demselben Phänomen (Ausfall der gesamten ZNS-Funktionen) unter der Bezeichnung „coma dépassé“ (überschrittenes Koma) anhand der Beschreibung von 23 Fällen. Auch diese Bezeichnung, „coma dépassé“, erscheint nicht ganz glücklich gewählt, weil man üblicherweise unter Koma (Bewusstlosigkeit) Zustände fasst, aus denen man grundsätzlich wieder erwachen kann. Mollaret sah darüber hinaus das „coma dépassé“ nicht als gleichbedeutend mit dem Individualtod an, wie wohl er den klinischen Zustand des „coma dépassé“ mit dem eines „physiologischen Herz-Lungen-Präparates“ gleichsetzte („le coma dépassé est l'équivalent clinique de la préparation coeur-poumon du physiologiste“). Infolge seiner Gewissensentscheidung und im Bewusstsein der päpstlichen Legitimation eines Therapieabbruches in derlei aussichtsloser Situation, hat damals Mollaret als Klinikdirektor Patienten im „coma dépassé“ bis zum Zusammenbruch der Herz-Kreislauf-Funktion maschinell weiter beatmen lassen: „Man sehe mir nach, dass ich mich mit der Geste eines pollice verso weder einverstanden geben konnte, noch wollte“ („je n'ai encore pu, ni voulu, consentir le geste du *pollice verso“ – *Caesarische Geste, ob ein Gladiator überleben oder sterben sollte). Diese Arbeit enthält keinen Hinweis über den Nachweis eines zerebrovaskulären Stillstandes für die Zustände des „coma dépassé“. Ebenfalls 1959 waren die Auswirkungen des Verlustes der Hirnfunktionen auf das Elektroenzephalogramm anhand von neun Fällen auch durch die Arbeitsgruppe um den bessarabischen Rumänen, Hermann Fischgold (Hôpital de la Pitié Salpêtrière, Paris), monografisch zusammengefasst worden (13).

Fazit für die Praxis

Es findet sich vielfach die unangemessene Anschauung, das Hirntodkonzept sei – quasi punktförmig – mit der Publikation aus der Harvard Medical School vom 5.8.1968 – und einzig zum Ziel der Organspende (die im Publikationstext nicht erwähnt wird) erstmals definiert worden (10, 11, 21). Der unausgesprochene Anlass zu der damaligen „Ad-hoc-Publikation“ aus Boston waren die Herztransplantationen zu Dezemberbeginn 1967 durch Christiaan Barnard (5) in Kapstadt und Adrian Kantrowitz in New York. Sie trugen offenkundige Querstände – etwa zu den Basic Principles der Deklaration von Helsinki (1964) – in sich (41, Appendix 2). Kritische Analysen offenbaren viel Unausgereiftes an diesen medial fast ikonografisch stilisierten Herztransplantationen. Zur zweiten Transplantation eines Herzens von einem „anencephal“ geborenen Baby aus Philadelphia auf ein 19 Tage altes Baby mit Tricuspidalatresie liest sich der Briefwechsel zwischen der emeritierten Kinderkardiologin der Johns Hopkins University, Helen Taussig, und dem Herzchirurgen des Maimonides Hospital of Brooklyn, Adrian Kantrowitz, erschütternd (37). Auf der Grundlage der Publikationen der Bundesärztekammer (BÄK) zu Hirntod und Organspende, hätten die ersten Herztransplantationen nicht stattgefunden.

Zwischen 1952 und 1960 ist der von der Organspende unabhängige Hirntodbegriff entstanden. Für diese Prozedur, die im März 1960 vollendet war, nämlich mit der Konsequenz des Therapieabbruches (auch bei noch schlagendem Herzen) für den Fall eines festgestellten Hirntodes (gleichbedeutend mit Individualtod), haben unabhängig von jedweden Gedanken an Organspende europäische Anästhesisten, Neurochirurgen, Neurologen, Neurophysiologen, Pathologen, Rechtsmediziner, Röntgenärzte und als Seelsorger der damalige Papst, Pius XII, Verantwortung übernommen. Die Primärliteratur wurde allerdings vielfach nicht im anglo-amerikanischen Idiom, sondern in Dänisch, Schwedisch, Deutsch und Französisch publiziert. Sicherlich sind die vorstehend geschilderten Gegebenheiten deswegen zwar weniger bekannt geworden, sie sind aber fraglos geschehen und belastbar publiziert.

Weltweit erster Therapieabbruch nach Feststellung des „Hirntodes“

Für den 11.3.1960 berichtete die Gruppe um Pierre Wertheimer (39) weltweit erstmalig darüber, dass sie nach Feststellung des „Hirntodes“ (jetzt auch als „mort de l'encéphale“ bezeichnet) bei dem 13-jährigen Verkehrsunfallopfer Yves P. die künstliche Beatmung bei noch schlagendem Herzen beendet habe: „arrêt du respirateur artificiel“. Der „Hirntod“ war nach klinischen, elektrophysiologischen und angiografischen Kriterien (bei auslösbaren peripheren Muskeleigenreflexen) sowie nach einer Probetreppe wegen Okzipitalfraktur ohne Hämatomnachweis, anderthalb Tage nach der Einlieferung festgestellt worden. Wertheimer argumentierte in dieser Publikation (in Kenntnis der Bedenken seines Pariser Kollegen Mollaret) dafür, dass bei „coma dépassé-Patienten“, bei denen durch suffiziente Vier-Gefäß-Angiografie ein zerebrovaskulärer Stillstand belegt ist, ein „Überleben“ ausgeschlossen sei, der festgestellte „Hirntod“ mit dem Individualtod gleichzusetzen ist, und die Therapie beendet werden kann, auch wenn das Herz noch schlägt. Er greift dabei auch Mollarets Bezeichnung vom intensivmedizinischen Herz-Lungen-Präparat auf. Wertheimer argumentierte, dass ein erhöhter intrakranieller Druck, zu denen er Messungen von bis zu 100 cm H₂O (~ 75 mm Hg) angab, arterielle Druckwerte von 70 bis 80 mm Hg egalisiere und damit als ursächlich für den zerebrovaskulären Stillstand anzunehmen ist.

Er schildert die misslichen Umstände von Hirntoten unter maschineller Weiterbeatmung in einer noch heute nachvollziehbaren Form: „Es erscheint uns vergeblich, bei derartig Erkrankten oder Verletzten den Herzstillstand abzuwarten, wenn sich nur noch die Augen entzünden und die Extremitäten den Aspekt oder den Geruch eines Kadavers bieten. Das starre Beharren auf Weiterbeatmung wirkt in dieser Situation als grausam der Familie gegenüber, und stellt letztlich eine peinliche Überbeanspruchung der Pflegekräfte dar. Des Weiteren blockiert man damit nutzlos Atemmaschinen, von denen wir nur wenige haben.“ (39).

Bei Wertheimer findet man erstmals die faktische Umsetzung dessen, was Papst Pius XII am 24.11.1957 offiziell für diejenigen Zustände konzidiert hatte, in denen „die Seele den Körper definitiv und vollständig verlassen hat: ... der Arzt darf seine Verfahren einstellen“ bevor der Herzstillstand eingetreten ist. In Analogie zur Eponymsierung des 27.8.1952 als „Ibsen-Tag“, wäre der 11.3.1960 für diesen Kontext also „Wertheimer-Tag“ zu nennen. Mit diesem Fallbericht aus Lyon war das Hirntod-Konzept im heutigen Sinne dem Wesen nach gefasst und veröffentlicht, inklusive der daraus zu ziehenden einen wesentlichen Konsequenz, nämlich derjenigen des Therapieabbruches. Das andere Thema, Organspende, spielte für keine der vorgenannten Arbeitsgruppen damals eine Rolle.

Erste postmortale Organtransplantation bei schlagendem Herzen in Löwen

Die weltweit erste Organtransplantation (Nieren) von einem Spender mit schlagendem Herzen nach Feststellung des „Hirntodes“ fand am 3.6.1963 in Löwen/Belgien statt (4, 41): Bei einem 12-jährigen Mädchen wurde nach schwerer Schädel-Hirn-Verletzung der Zustand des „coma dépassé“ festgestellt. Der damals 29-jährige Guy Alexandre war 1962 aus Boston von der Gruppe um Joseph Edward Murray (Nobelpreis 1990) mit zeitgemäßen Kenntnissen zur Immunsuppression an das katholische Hôpital Saint Pierre zu seinem Chef, Jean Morelle, nach Löwen zurückgekehrt. Nach Feststellung des „coma dépassé“ durch den Klinikchef explantierte dieser bei schlagendem Herzen am 3.6.1963 und Guy Alexandre transplantierte unmittelbar daraufhin im neben liegenden Operationsaal (2). In diesem Sinne wurden in Löwen bis 1966 mindestens acht weitere Transplantationen durchgeführt (41). Heutzutage wird allerdings obligat darauf geachtet, dass nicht der Explantierende selbst den Hirntod bestimmt: Feststellung des Hirntodes und Organspende sind historisch, konzeptionell und personell getrennte und zu trennende Angelegenheiten.

Einbindung des Hirntod-Konzeptes in den medizinisch-rechtlichen Alltag

Das neue Phänomen des Hirntodes hat weltweit eine Diskussion bezüglich seiner medizinisch-rechtlichen Einbindung hervorgerufen: Wohingegen in einigen Ländern, wie Großbritannien, die entsprechende Umsetzung grundsätzlich in Händen der Ärzteschaft bleiben sollte, hat der Strafrechtler Claus Roxin (Göttingen/München) bereits 1969 auf dem deutschen Chirurgenkongress in München juristisch verbindliche Richtlinien zur Bestimmung des Todeszeitpunktes gefordert. Es hat bis 1982 gedauert bis hierzu „Entscheidungshilfen“ im Deutschen Ärzteblatt publiziert wurden. Mit dem TPG von 1997 wurde dann die Bundesärztekammer vom Gesetzgeber verpflichtet, „Richtlinien“ zu erstellen. In der Folgepublikation des Wissenschaftlichen Beirates ist das 1998 umgesetzt worden (14, 40). Formal-juristisch ist bis heute allerdings unklar, ob diese Richtlinie „Gesetzcharakter“ hat oder ob sie als „vorgezogenes Fachgutachten“ einzuordnen sei.

Interessenkonflikt

Ich bin bezüglich dieser Ausarbeitung von niemandem abhängig oder um irgendetwas gebeten worden. Ich habe hierzu keine finanzielle oder andersartige geldwerte Zuwendung erhalten. Wertvolle Hinweise erhielt ich dankenswerterweise von den Herren em. Univ.-Prof. Dr. Heinz Angstwurm, Neurologie/München, Univ.-Prof. Dr. Karsten Fischer, Politikwissenschaft/München, em. Univ.-Prof. Dr. Reinhold A. Frowein, Neurochirurgie/Köln, Priv.-Doz. Dr. Günter Jautzke, Pathologie/Berlin, Univ.-Prof. Dr. Christoph Lang, Anästhesie/Erlangen, cand. med. Mats Moskopp, Physiologie/Dresden, em. Univ.-Prof. Dr. László Solymosi, Neuroradiologie/Würzburg) und von Priv.-Doz. Dr. Jo Zander, Anästhesie/Dortmund. Die vorgelegte Ausarbeitung geht auf einen Vortrag am 4. 10. 2016 bei seiner Exzellenz, Herrn Erzbischof Dr. Heiner Koch, Berlin, zurück, dort im Dialog mit Herrn Dr. Axel Rahmel, medizinischer Vorstand der DSO/Frankfurt am Main,

und Herrn Univ.-Prof. Dr. Eduard Schockenhoff, Moraltheologie/Freiburg.

Literatur

1. Ad Hoc Committee of the Harvard Medical School. A definition of irreversible coma. JAMA 1968; 205: 85–88, 337–340.
2. Alexandre GPJ. From early days of human kidney allotransplantation to prospective xenotransplantation. In: Terasaki PI (ed.) History of Transplantation: Thirty-Five Recollections. Los Angeles (California): UCLA Tissue Typing Laboratory 1991; 340.
3. Anders G. Die Antiquiertheit des Menschen. 1. Über die Seele im Zeitalter der zweiten industriellen Revolution. München: CH Beck 1956/2010, 16 ff.
4. Anonymus. Deux malades survivent depuis plusieurs semaines à la greffe d'un rein prélevé sur un cadaver – Contribution importante d'un jeune chercheur belge. La Libre Belgique 1963; 10–11: 1.
5. Barnard CN. The operation: A human cardiac transplant: an interim report of a successful operation performed at Groote Schuur Hospital, Cape Town. South Afr Med J 1967; 41: 1271–1274.
6. Bertrand J, Lhermitte F, Antoine B, Ducrot H. Nécroses massives du système nerveux central dans une survie artificielle. Rev Neurol 1959; 101: 101–115.
7. Bichat X. Recherches physiologiques sur la vie et la mort. Paris: Brosson, Gabon et Cie – Faksimile der 4. Auflage. Paris: GF-Flammarion 1880/1994.
8. Bower AG, Bennett VR. Investigation on the care and treatment of poliomyelitis patients. Ann West Med Surg 1950; 10: 561–582, 686–716.
9. Cervos-Navarro J, Schneider H (Hrsg.). Hirntod. Pathologie des Nervensystems I. W. Doerr et al: Spezielle pathologische Anatomie. Redigiert von G. Ule. Berlin: Springer 1980/2013; 131 ff.
10. Deutsche Bischofskonferenz (Hrsg.). Hirntod und Organspende. Glaubenskommission Nr. 14. Bonn 2015.
11. Deutscher Ethikrat (Hrsg.). Hirntod und Entscheidung zur Organspende. Stellungnahme. Berlin: Druckcenter Berlin GmbH 2015.
12. Eisenmenger W. Definition und Feststellung des Todes. Rechtsmedizin 1991; 1: 1–7.
13. Fischgold H, Mathis P. Obnubilations, comas et stupeurs. Études encéphalo-graphiques. EEG Clin Neurophysiol, Suppl 11. Paris: Masson & Cie 1959.
14. Frowein RA, Firsching R. Geschichte der neurochirurgischen Hirntod-Diagnose in Deutschland. Unveröffentlichter Vortrag (PS 2.01) auf der 55. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie in Köln 2004.
15. Gerstenbrand F. Das traumatische apallische Syndrom. Klinik, Morphologie, Pathophysiologie und Behandlung. Wien: Springer 1967, 16.
16. Haid B. Religiös-sittliche Fragen betreffend die Wiederbelebung (Resuscitation, Reanimation). Der Anaesthetist 1958; 7: 241–243.
17. Horwitz NH, Dunsmore RH. Some factors influencing the nonvisualization of the internal carotid artery by angiography. J Neurosurg 1956; 13: 155–164.

18. Hunt JR. The role of the carotid arteries in the causation of vascular lesions of the brain, with remarks on certain special features of the symptomatology. *Am J Med Sci* 1914; 147: 704–713.
19. Hunt WE, Meagher JN, Friemanis A, Rossel CW. Angiographic studies of experimental intracranial hypertension. *J Neurosurg* 1962; 29: 1023–1032.
20. Ibsen BA. The anesthetist's viewpoint on the treatment of respiratory complications in poliomyelitis during the epidemics in Copenhagen 1952. *Proc R Soc Med* 1954; 47: 72–74.
21. Jonas H. Gehirntod und menschliche Organbank: Zur pragmatischen Umdefinierung des Todes. In: Jonas H (Hrsg.). *Technik, Medizin und Ethik. Praxis des Prinzips Verantwortung*. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1968 ff; pp 219, 224, 228 ff.
22. Jouvét M. Diagnostic électro-sous-corticographie de la mort du système nerveux central au cours de certains comas. *Électroencéphalogr Clin Neurophysiol* 1959; 11: 805–808.
23. Lassen HCA. A preliminary report on the 1952 epidemic of poliomyelitis in Copenhagen. *The Lancet* 1953; i: 37–41.
24. Lilie H (Hrsg.). *Gesetz über die Spende, Entnahme und Übertragung von Organen und Geweben (Transplantationsgesetz – TPG)*. Schriftenreihe Medizin-Ethik-Recht. 2. Auflage. Halle 2012; 8.
25. Löfstedt S, von Reis G. Intracraniella laesionis med bilateralt upphävd kontrastpassage i a. carotis interna. *Opuscula Medica (Stockh)* 1956; 1: 199–202.
26. Luther M. Ain Sermon von der Beraitung tzum Sterben. Nadler J (Hrsg.). *Augsburg – mit einem später kolorierten Holzschnitt im Stile des anonymen Petrarca-Meisters* 1520.
27. Mollaret P, Goulon M. Le coma dépassé. Mémoire préliminaire. *Rev Neurol (Paris)* 1959; 101: 3–15.
28. Mollaret P, Bertrand I, Mollaret H. Coma dépassé et nécroses nerveuses centrales massives. *Rev Neurol* 1959; 101: 116–139.
29. Móniz E, Lima A, de Lacerda R. Hémiplegies par thrombose de la carotid interne. *Press Méd* 1937; 45: 977–980.
30. Moskopp D. *Hirntod. Konzept – Kommunikation – Verantwortung*. Stuttgart: Thieme 2015; 160–163.
31. Pius XII. Response à trois questions de morale médicale sur la réanimation. *Acta Apostolica Sedis* 1957; 49: 1027–1033.
32. Reisner-Sénélaer L. *Der dänische Anästhesist Björn Ibsen – ein Pionier der Langzeitbeatmung über die oberen Luftwege (Dissertation)*. Frankfurt/Main: Medizinische Fakultät der Johann Wolfgang von Goethe-Universität 2009.
33. Ribbert H. *Der Tod aus Altersschwäche*. Bonn, Verlag von Friedrich Cohen 1908; 28, 77.
34. Riishede J, Ethelberg S. Angiographic changes in sudden and severe herniation of brain stem through tentorial incisura. Report of five cases. *Arch Neurol Psychiatry* 1953; 70: 399–409.
35. Scheidegger S. Histopathologie der Bewußtseinsstörungen. In: Staub H, Thölen H (Hrsg.). *Bewußtseinsstörungen – Symposion Januar 1961, St. Moritz, Schweiz*. Stuttgart: Thieme 1961.
36. Spann W, Liebhardt E. Reanimation und Feststellung des Todeszeitpunktes. *Münch Med Wschr* 1966; 108: 1410–1414.
37. Taussig HB. Briefe vom 16. Januar und 26. Februar 1968 an „Dr. Adrian Kantrowitz, Director of Surgical Services, Maimonides Hospital of Brooklyn, 4802 Tenth Avenue, Brooklyn 19, New York“. Alan Mason Chesney Medical Archives. Helen B. Taussig Collection.
38. Wertheimer P, Jouvét M, Descotes J. À propos du diagnostic de la mort du système nerveux dans les comas avec arrêt respiratoire traités par respiration artificielle. *Presse Médicale* 1959; 67: 87–88.
39. Wertheimer P, de Rougemont J, Descotes J, Jouvét M. Données angiographiques relatives à la mort de l'encéphale au cours des comas avec arrêt respiratoire (Comas dites dépassés). *Lyon Chirurgical* 1960; 56: 641–648.
40. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesärztekammer. Richtlinie gemäß § 16 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 TPG für die Regeln zur Feststellung 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. *Deutsches Ärzteblatt* vom 30. März 2015.
41. Wolstenholme GEW, O'Connor M. *Ethics in medical progress – with special reference to transplantation*. Boston: Little Brown & Co 1966.