

## **A - Einführung in die Pathologie; Historische Hintergründe; Tod**

### Etimologie, historischer Überblick, Wirkungsbereich der Pathologie

#### **1. Was bedeutet das Wort „Pathologie“?**

- 'Pathos' = Krankheit, Leiden, Leidenschaft; 'logos' = Wort, Sinn, Vernunft, Lehre. Pathologie bedeutet also wörtlich ‚die Lehre vom Leiden‘ oder ‚Krankheitslehre‘.

#### **2. Womit beschäftigt sich die Pathologie, was ist ihr Wirkungsbereich?**

- Die Pathologie als diagnostisches Fach umfasst die Erforschung von Ursachen (Ätiologie), von Entstehungsmechanismen (Pathogenese), der Verlaufsform und den Auswirkungen von Krankheiten einschließlich der jeweiligen Vorgänge im Körper (Pathophysiologie), von sichtbaren Veränderungen (Pathomorphologie) und Verläufen von Krankheiten mit morphologischen Methoden und verknüpft sie mit den klinischen Symptomen, sprich sie bestimmt die kliniko-pathologische Zusammenhänge.
- Die reine (routine) Diagnostik umfasst die Erfassung der krankhaften (pathognomischen) mikro- und makroskopischen Veränderungen der bereits bekannten Krankheiten, während die pathologische Forschung sich mit der Aufdeckung der morphologischen Veränderungen der Krankheiten, deren klinischen Symptome zwar bekannt, aber deren Morphologie noch unbekannt ist, beschäftigt.
- Die Pathologie erfasst also die Krankheit mittels Analyse der strukturellen Veränderungen des menschlichen Körpers und das mit einer Auflösung von 10-100nm – auch in echtem physikalischen Sinne.

#### **3. Welche sind die Eckpfeiler in der frühen Geschichte der Medizin?**

- Im alten Griechenland wurden die ersten Grundsteine der modernen Medizin gelegt. Arisztotelesz (384 – 322 v. Chr.) hat in seinem Buch Problemata Physica Krankheiten bzw. Symptome beschrieben (z.B. er hielt das Niesen für die Befreiung des Gehirns von bösen Geistern/Gedanken ). Hippokratesz (Kos, 460-377 v.Chr.) ist die bedeutendste Person und Vertreter der sog. Rationalen Medizin. Als erster postuliert er, dass die Ursache von Krankheiten keine übernatürliche Mächte, sondern natürliche Prozesse sind. Er griff Empedoklesz (483 – 424 v. Chr.) Lehre auf und führte die Vier-Säfte-Lehre ein, die besagt, dass Gesundheit auf dem Gleichgewicht der vier Säfte Blut (haima), Schleim (phlegma), gelbe Galle (chole) és a schwarze Galle (melanina chole) beruht. Ein Ungleichgewicht (dyscrasia) führt zu Krankheit. Die Worte Eukrasie – Dyskrasie benutzen wir bis heute (z.B. plasmozelluläre Dyskrasie), desweiteren können wir die Beschreibungen der menschlichen Psyche und des Verhaltens auch auf die vier Wörter zurückführen (Sanguiniker, Phlegmatiker, Choleriker, Melancholiker). Die Humoralpathologie („Säftelehre“) des Hippokrates wurde zu dem grundlegenden Krankheitskonzept, die bis ins 19. Jahrhundert von Bedeutung blieb und auch später in den Zeiten der modernen Medizin eine Rolle spielte (z.B. corpora non agent nisi soluta / fixata /Ehrlich/). Im alten Griechenland

wurden keine Obduktionen durchgeführt, was gewissermaßen, die damalige Sichtweise beschränkte.

- Im alten Ägypten war die Eröffnung des Körpers nicht verboten, schon alleine wegen der Vorbereitung für die Mumifikation der Verstorbenen. Im Rahmen dessen wurden 'zufällige' Beobachtungen an inneren Organen gemacht. Im 3. Jahrhundert v. Chr. hat in Alexandria Herophilus sogar anatomische Obduktionen durchgeführt, Erasistratos (ca. 310 – 250 v. Chr.) hinterließ eine komplette makroskopische Beschreibung der Leberzirrhose. Zusammenfassend suchte diese Kultur die Ursache der Krankheiten in den Veränderungen der parenchymatösen Organe, was wir Solidarpathologie nennen und die erst 2000 Jahre später nach der Renaissance ihre Bedeutung wieder erlangte.
- Das römische Reich hatte keine neuen Erkenntnisse, dafür aber einige bedeutende Personen hervorgebracht, wie z.B. Celsus (14 v. Chr. – 38 n. Chr.), der die bisher geltende Hauptsymptome der Entzündung beschrieb: (rubor, tumor, calor, dolor). Galenus (130 – 200 n. Chr.) versuchte die damaligen anatomischen, physiologischen und pharmakologischen Erkenntnisse zu vereinen, aber seine Thesen waren dogmatisch; Obduktionen wurden hier ebenfalls nicht durchgeführt. Die Medizin des westlichen Mittelalters blieb recht unberührt von allen Erkenntnissen, die es zuvor einmal gegeben hatte. Nur wenige lateinische Schriften aus dem Altertum hatten überlebt, das Griechische ging verloren. Lediglich klösterliche Heilkräuterkunde wurde betrieben, sodass man diesen Abschnitt als Klostermedizin zusammenfassen kann (dabei herausragend Hildegard von Bingen). Im arabischen Raum erfuhr die Antike Medizin noch einmal eine Blüte, da arabische Mediziner auf ihr aufbauend auch zu neuen Erkenntnissen kamen. Die Araber entwickelten Spezialistentum und z. B. auch Krankenhäuser von einer Qualität, wie sie im Westen erst im 19. Jahrhundert wiederzufinden waren. Ein Teil des heute vorhandenen Wissens über die griechische Medizin wurde auf Arabisch festgehalten und später wieder ins Griechische übersetzt. Einer der bedeutendsten Ärzte dieser Zeit war der Perser Avicenna, seine Schrift Qanun galt seit dem 12. Jahrhundert als ein Standardwerk der Medizin.

#### **4. Welche sind die Eckpfeiler in der Entstehung der modernen Medizin?**

- Mit dem Aufkommen des Humanismus in der Renaissance wurde der theologische und dogmatische Einfluss auf die Medizin schwächer. Einen großen Entwicklungsschub gab es auf dem Gebiet der beschreibenden Anatomie. *Mundino de Luzzi* (ca. 1276 – 1326) an der Universität von Bologna war der erste, der öffentliche Sektionen durchführte und sein Buch *Anathomia* war die erste moderne Arbeit zu diesem Thema. Die Entfaltung der modernen Medizin basiert auf der neuen Sichtweise der Renaissance, die den Menschen, die Natur, die Kunst, die den Menschen in den Mittelpunkt setzt und auf dem Interesse für die menschliche Anatomie. Papst *Sixtus IV.* (1471 – 1484) erlaubte für die Universitäten in Padua und Bologna die Untersuchungen am menschlichen Körper. Rembrandt hatte diese Tätigkeit in seinem Bild *Tulp doctor* (1632) festgehalten. *Leonardo da Vinci* (1452 – 1519) fertigte 750 künstlerische und wissenschaftliche anatomische Zeichnungen.

*Vesalius* (1514 – 1564, wirkte in Padua und Bologna) veröffentlichte 1564 das Buch *De Humani Corporis Fabrica Libri Septem* in sieben Bänden, welche das erste moderne zusammenfassende Anatomiebuch ist. *William Harvey* (1578 – 1657) entdeckte als erster den Blutkreislauf und beschrieb diesen in seinem Buch *Excercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis animalibus* (1628, Frankfurt). Die Verbreitung der anatomischen Obduktion führte zur Beobachtung immer mehr Veränderungen an den Organen. Diese Erkenntnisse veröffentlichte *Giovanni Battista Morgagni* (1682 – 1771) in seinem Buch *De sedibus et causis morborum per anatomen indagatis* (1761, 'Über den Sitz und Ursache der Krankheiten, aufgespürt durch die Anatomie'). Die revolutionäre Neuheit war, dass er die Krankheitssymptome mit den organischen Veränderungen, die er während der Obduktion fand, in Zusammenhang brachte und erklärte.

- Im selben Jahr beschrieb *Augenbrugger* die lang vergessene ( durch *Corvisar*, der napoleons Arzt war, verbreitete) Perkussion, und später *Laennec* (1781 – 1826) die benutzung des Stethoskops. Obwohl nach dem ersten, durch *Antoni van Leewenhoek* (1632 – 1723) entwickelten Mikroskop man angefangen hatte die krankhaften Veränderungen des gewebes zu untersuchen (*Bichat*, 1771 – 1802), blieb die Obduktion und die Klinikopathologie der bestimmende Zweig in der Entwicklung der modernen Medizin. Die Kulmination fand sich in den zwei Wienern medizinischen Schulen, dessen Leiter *Karl Rokitansky* war. Sein einfluss ist am besten in dem Spruch festgehalten, der auf den Wänden des Obduktionssaales steht: *'Fons floritionis medicinae modernae in anatomia pathologica querendus est'. Hic mortui vivos docent...* Der erste ungarische Arzt, der diese Lehre verbreitete war (1944), *Arányi Lajos*, ein Schüler *Rokitanskys*.
- Ab der zweiten Hälfte des XIX. Jahrhunderts leistete eine neue Methode und Sichtweise der der Entwicklung der Obduktion/der Pathologie und damit der Medizin gesellschaft.
  - 1838 *Müller*, Proffessor der Berliner Universität beschrieb die mikroskopischen Unterschiede zwischen normalem und krankem Gewebe.
  - 1939 *Schleiden és Schwann* (Jena) erschaffen das Zellkonzept (alle Organismen sind aus Zellen aufgebaut, welche die kleinste Einheit darstellt).
  - 1939 beginnt *Rudolf Virchow* (1821 – 1902) seine medizinische Ausbildung.
- Die Entwicklung des Mikroskops schreitet auch weiter voran und dank der Werke von *Abbe*, *Köhler* und *Zeiss* entstehen die modernen Mikroskope, die uns bis heute begleiten. Das Zellkonzept und die neuen Mikroskope erlaubten *Wirchow* die Gründung des neuen biologischen Konzepts: der Zellularpathologie. Die Zellularpathologie ist die Lehre, nach der Krankheiten auf Störungen der Körperzellen bzw. ihrer Funktionen basieren und welche zu Veränderungen führen, die mikroskopisch sichtbar sind. Dies ist die Lehre der deskriptiven (mikroskopischen ) Morphologie, welche bis zur Mitte des XX Jahrhunderts als Ergänzung der Makroskopie diente, die erklärende und bestimmende Richtung der Forschung und schließlich die bestimmende diagnostische Methode wurde. Etwa seit der mitte des XX Jahrhunderts wurde si durch die Histochemie, ab den '70ern durch die Immunhistochemie, ab den '80 ern durch die Zytometrie (statische und

Durchflusszytometrie) sowie der in situ Hybridisation und anderen molekularen Methoden ergänzt. Obwohl diese Methoden in der modernen Pathologie unumgänglich sind, bildet die Basis auch der modernen Pathologie die seit ca. 150 Jahre bestehende Lichtmikroskopie. Die neueste Herausforderung der Pathologie ist die prädiktive Pathologie, die die Aufgabe hat, nicht nur die Krankheit zu diagnostizieren, sondern durch die Bestimmung bestimmter Genmutationen oder Expressionsmustern zu entscheiden, ob eine bestimmte zielgerichtete (sog. „targeted“) Therapie für den Patienten in Frage kommt.

## **Hauptbereiche und Methodik der diagnostischen Pathologie**

### **5. Welche sind die Hauptbereiche der diagnostischen Pathologie?**

- *Histopathologie*::  
Die Untersuchung von Gewebe oder Organen mittels Lichtmikroskopie. Die Untersuchung kann an diagnostischen Biopsien oder an therapeutischen und/oder diagnostischen Resektaten erfolgen.
- *Zytopathologie* :  
Lichtmikroskopische Untersuchung von Zellen/Zellsuspensionen zu diagnostischen Zwecken. Hat zwei Formen:
- *Exfoliativzytologie*:  
Das „Abblättern“ von Zellen (spontan oder durch Abnahmemitteln) von den Untersuchungsgebieten (meist Schleimhäute) ( z.B. Zervixzytologie (gynäkologische Krebsvorsorge), desweiteren Bürstenbiopsien der Bronchialschleimhaut, der Mundschleimhaut; Spülflüssigkeiten z.B. Magen, Harnblase etc.)
- *Aspirationszytologie*:  
Feinnadelaspiration/Feinnadelbiopsie der tiefergelegenen Organe (Schilddrüse, Pankreas, Leber); oft CT- oder Ultraschallgesteuert
- *Autopsie*::  
Obduktion der durch eine natürliche Ursache verstorbener Person zur Bestimmung der Todesursache, der Grundkrankheit, der Begleitkrankheiten und der Wirksamkeit der zugeführten Therapie. Die Autopsie ist streng juristisch geregelt.

### **6. Welche sind die Hauptuntersuchungsmethoden der diagnostischen Pathologie?**

- Lichtmikroskopie ( + Fluoreszenz-, Polarisationsmikroskopie),
- Zyto-, Histochemie
- Immunhistochemie,
- Elektronenmikroskopie,
- in situ Hybridisierung – Interphasen-Zytogenetik,
- ergänzende molekulare Methoden (PCR-basierte, Sequenzierungen, etc.),
- Durchflusszytometrie (DNA-Gehaltsbestimmung, Phänotypisierung)

## Kriterien des Todes, Leichenschau und Todeszeichen, SIDS

### **7. Was bedeutet der Tod und welche sind die Kriterien des Todes?**

Als Tod bezeichnet man den im Anschluss an das Sterben auftretenden Zustand, in dem die Lebensvorgänge eines Bioorganismus weitgehend oder vollständig erloschen sind.

Dabei unterscheidet man:

*Klinischer Tod:* Er tritt mit dem Aufhören von Atmung und Herzschlag ein (*Herztod*)

*Hirntod:* Er tritt ein, wenn alle Hirnfunktionen irreversibel ausgefallen sind, es mit medizinischen Apparaten jedoch gelingt, die Herz-Kreislauf- und Lungenfunktion langfristig aufrechtzuerhalten.

*Biologischer Tod:* Er tritt ein, nachdem alle Organ- und Zellfunktionen irreversibel erloschen sind.

Eine Person wird als tot betrachtet wenn:

- 1.) ein irreversibles Herz- und Kreislaufstillstand (Herztod) besteht, und
- 2.) die zerebralen Funktionen irreversibel ausfallen (Hirntod).

Bei künstlicher Beatmung und Aufrechterhaltung des Kreislaufs gilt die Person als tot bei:

- 1.) tiefer Bewusstlosigkeit (Koma),
- 2.) bei vollständig fehlenden Hirnstammreflexen (Areflexie),
- 3.) bei fehlender Spontanatmung mind 10 Minuten lang, oder bei  $p\text{CO}_2 \geq 60$  Hgmm (Apnoe),
- 4.) Null-Linie im EEG.

Feststellung des Hirntodes – *Dritte Fortschreibung der „Richtlinien zur Feststellung des Hirntodes“ des Wissenschaftlichen Beirates der Bundesärztekammer vom 9. Mai 1997*

„Der Hirntod wird definiert als Zustand der irreversibel erloschenen Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms. Dabei wird durch kontrollierte Beatmung die Herz- und Kreislauffunktion noch künstlich aufrechterhalten.“

Der Hirntod kann durch eine primäre (unmittelbare Schädigung des Parenchyms) oder durch sekundäre (Ischämie, Hypoxie) Schädigung entstehen. Der Hirntod wird durch den Organtod des Gehirns terminiert und ist damit identisch mit dem Tod des Individuums (Individualtod). Die klinische Diagnose des Hirntodes kann durch apparative Messmethoden unterstützt werden.

Die Feststellung des Hirntodes erfolgt in drei Schritten:

1. Ausschluss anderer Ursachen. Der Hirntod kann nicht festgestellt werden, wenn einer der folgenden Umstände besteht:

- a) Vergiftung, Medikamenteneinwirkung, neuromuskuläre Blockade;
- b) Schockzustand;

- c) Metabolisches oder endokrines Koma;
- d) Unterkühlung (Rektaltemperatur zum Zeitpunkt der Untersuchung unter 35 °C);
- e) Einige entzündliche neurologische Erkrankungen. (z.B. Hirnstammenzephalitis, Polyneuritis cranialis).

2. Sicherstellung des vollständigen Ausfalls jeglicher Hirnfunktionen: Feststellung aller unten genannten Symptome:

- a) Tiefe Bewusstlosigkeit [Fehlen der Spontanmotorik (Epilepsie, extrapyramidale Bewegungsstörungen), fehlender Rigor, Spasmus, dekortikale o. dezerebrale Haltung]. Das Vorhandensein von spinalen Reflexen schließt den Hirntod nicht aus.
- b) Folgende Hirnstammreflexe können nicht ausgelöst werden:

- I. Pupillenreflex,
- II. Kornealreflex,
- III. trigemino-faziale Schmerzreaktion,
- IV. vestibulo-okularer Reflex. Kann durch kalorische Reizung oder durch sog. Puppenaugen-Phänomen hervorgerufen werden. Bei der kalorischen Reizung wird 50ml Eiswasser in den äußeren Gehörgang injiziert. Nach 30 Sekunden kann man einen gleichgerichteten langsamen Nystagmus sehen. Ohne Augenbewegungen ist dieser Reflex ausgefallen. Zwischen der Reizung beider Gehörgänge müssen mindestens 15 Minuten liegen. Für das Puppenaugenphänomen muss man den Kopf 30° anheben und plötzlich zur Seite bewegen. Physiologisch bewegen sich die Augenäpfel innerhalb der Orbita seitlich mit. Wenn der Reflex fehlt, folgen die Augen passiv der Bewegung des Kopfes. (beim Verdacht auf Fraktur der Halswirbel oder bei kraniospinalen Verletzungen darf diese Untersuchung nicht durchgeführt werden),
- V. Hustenreflex durch Reizung des Rachens, der Trachea oder der Bronchien.

- c) Fehlt die Spontanatmung, kann man die Lähmung des zentralen Atemzentrums mit dem Apnoe-Test beweisen: den arteriellen pCO<sub>2</sub> muss man auf den physiologischen Level von 38-42 mmHg erhöhen und danach 10 Minuten mit 100% Sauerstoff beatmen. Durch 4 bis maximal 10minütige Diskonnexion des Beatmungsschlauchs vom Endotrachealtubus bei gleichzeitiger endotrachealer O<sub>2</sub>-Gabe, wird unter fortlaufender BGA-Kontrolle eine Hyperkapnie (pCO<sub>2</sub> bis 60 mmHg) provoziert. Diese löst bei physiologischer Hirnstammfunktion eine durch die zentralen Chemorezeptoren des Atemzentrums hervorgerufene, reflektorische Inspiration aus (Spontanatmung). Bei Ausfall der Stammhirnfunktion im Rahmen des Hirntodes fällt der Apnoe-Test negativ aus, es findet keine Spontanatmung statt.

3. Nachweis der irreversiblen Schädigung der Hirnfunktionen.

Bis zum Nachweis einer irreversiblen Schädigung der Hirnfunktionen muss man nach ärztlichen Richtlinien alles unternehmen, um den Patienten am Leben zu erhalten und zu heilen.

- a) Die Feststellung des Hirntodes beruht in erster Linie auf der klinischen Symptomatik. Verlässt man sich nur auf die Symptomatik und den Krankheitsverlauf, dann muss man folgende Beobachtungszeiträume einhalten:

- I. Bei Erwachsenen und Kindern ab 3 Jahren nach primärer Hirnschädigung 12h, nach sekundärer Hirnschädigung 72h;
- II. ab der 5 Lebenswoche bis zum dritten Lebensjahr in beiden Fällen 24h;
- III. bei Neugeborenen bis zu der 5. Lebenswoche in beiden Fällen 72h.

Während dieser Beobachtungszeit müssen alle Symptome, die auf den vollständigen Ausfall der Hirnfunktionen hindeuten, kontinuierlich nachweisbar sein. Die Kontrolle dieser Symptome erfolgt alle 4h.

- b) Neben den klinischen Symptomen kann man zur Feststellung des Hirntodes auch apparative Messmethoden einsetzen (die Auswahl erfolgt nach dem persönlichen Einschätzen des Arztes):

- I. Wiederholte transkraniale Doppler-Untersuchung ( in Abstand von 30 Min.): kein Nachweis eines zerebralen Kreislaufs, die systolische Maximalgeschwindigkeit erreicht nicht 50 cm/s in der Art. cerebri media.;
- II. Tc 99m HMPAO-Perfusionsszintigramm: keine intrakranielle Aktivität;
- III. Vier-Gefäß-Angiographie: negativer cerebrale Angiogramme.

Wenn die oben genannten Untersuchungsmethoden einer oder mehrerer den Hirntod beweisen, kann auf die unter a) aufgeführten Beobachtungszeiträume verzichtet werden..

Die nachfolgenden Untersuchungsmethoden beweisen alleine den Hirntod nicht, aber sie können ergänzend zur Feststellung des Hirntodes angewandt werden:

- IV. somatosensible evozierte Potentiale (SEP): fehlen beidseits bei Läsionen des kraniospinalen Übergangs und höher ( Querschnittsläsion muss ausgeschlossen sein);
- V. akustisch evozierte Potentiale (AEP): fehlen beidseits, oder allenfalls Nachweis der I. Welle (Os temporails-Fraktur muss ausgeschlossen sein).

## **8. Was sind die supravitalen Reaktionen und welche Beispiele gibt es?**

Man bezeichnet damit Vorgänge, die im Sterbeprozess ablaufen, speziell während der Phase des intermediären Lebens, also nach Eintritt des Individualtodes beziehungsweise des Lösens eines Organs oder Zellverbandes aus dem Organismus, aber noch vor dem Absterben der letzten Zelle (abhängig von der Sensibilität des Gewebes gegenüber O<sub>2</sub> –Mangel):

- Beweglichkeit der Spermien,
- die mitotische Aktivität der Basalzellen der Haut/Haarwurzel bleibt über Stunden erhalten (postmortaler Haarwachstum),
- die Haut und einige innere Organe können port mortem transplantiert werden,
- auslösbare Muskelkontraktionen z. B. der Pupillen (Adrenalin o. Azetylcholin Mydriasis bis 30h, Miosis bis 48 h) oder der Skelettmuskulatur (Muskelzuckungen 1-2h, idiopathischer Wulst 13h).

**9. Welche sind die Ziele der Obduktion und die gesetzlichen Grundlagen für eine Obduktion (in Deutschland)?**

- Ziele und Aufgaben einer Autopsie/Sektion/Obduktion=innere Leichenschau:
  - Feststellung von Krankheiten und der Todesursache
  - Ausbildung von Ärzten
  - medizinische Fort- und Weiterbildung
  - Erforschung von Krankheiten
  - Qualitätskontrolle der klinischen Diagnostik und Therapie
  - Kriminologische und rechtliche Aspekte (Rechtsmedizin)
  - Erkennung familiär-genetischer Erkrankungen
  - Epidemiologische, sozialmedizinische, Versicherungs- und Versorgungrechtliche, sowie seuchenpolizeiliche Aspekte
  - Feststellung klinisch unbekannt gebliebener Leiden
- Auf bundesgesetzlichen Grundlage können die zuständigen Behörden derzeit eine Obduktion anordnen
  - Gemäß §§ 87ff. StPO (strafprozessuale bzw. gerichtliche Sektion)
  - Gemäß § 26 Abs. 3 Infektionsschutzgesetz
  - Gemäß § 3 Abs. 2 Ziff. 2 Feuerbestattungsg (Feuerbestattungssektion)
  - Gemäß §§ 103 ff. SGB VII (sozialversicherungsrechtliche Obduktion)
- Neben diesen Rechtsgrundlagen für gesetzlich geregelte Obduktionen finden ohne ausdrückliche gesetzliche Grundlage Obduktionen in den Instituten der Pathologie:
  - Klinisch-wissenschaftliche Obduktionen
  - Anatomische Obduktionen
  - Privatversicherungsrechtlich begründete Obduktionen
  - Obduktion im Auftrag der Totensorgenberechtigten (Privatsektion)
- Die klinische Obduktion, sprich die Obduktion im Krankenhaus Verstorbener (an einer natürlichen Todesursache) hat keine einheitliche Rechtsgrundlage in der Bundesrepublik Deutschland. Es gibt eine Erlassregelung der Krankenhausträger (im Allgemeinen niedergelegt in den Krankenhausaufnahmebedingungen). Es folgt dem Genehmigungsverfahren: a) Widerspruchsregelung, b) Informationsregelung, c) Zustimmungsregelung. Angestorbt ist ein Obduktionsgesetz analog zum Transplantationsgesetz. Ein solches gesetz ist umgesetzt in Berlin (s.u.)
- Die Durchführung der klinisch-wissenschaftlichen Obduktionen wird im Berliner Gesetz (GVBl. 1996, Nr 32, S.237ff) §3 Abs 3 geregelt. Die klinische Sektion ist nicht zulässig, wenn:
  - Sie erkennbar dem Willen des Verstorbenen widerspricht
  - Der Verstorbene eine einmal dokumentierte Zustimmung zur Sektion gegenüber dem Arzt zurückgenommen hat,
  - Die nächsten Angehörigen nach dokumentierter Information über die beabsichtigte Sektion innerhalb von 8 Tagesstunden (7-22h) widersprochen haben
  - Der Verstorbene aufgrund seines Glaubens oder seiner Weltanschauung die innere Leichenschau ablehnte oder Angehörige dies mitteilen oder



- Meinungsverschiedenheiten über die Durchführung einer Sektion unter widerspruchsberechtigten Angehörigen gleichen Grades bestehen
  - Nächste Angehörige sind der Reihe nach der Ehegatte, volljährige Kinder, die Eltern, volljährige Geschwister oder die Person, mit der der Verstorbene in einer auf Dauer angelegte Lebensgemeinschaft gelebt hat. Als vorrangig gilt der Angehörige, der im Falle des Ablebens entsprechend den Angaben im Behandlungsvertrag benachrichtigt werden soll.
- Obduktion in Ungarn: (1997. 164.Gesetz)
  - I. Pflichtobduktion:
    - perinataler Tod: alle Totgeburten nach der 24. SSW bzw. über 30 cm / 500 g. und alle Lebendgeburten, die innerhalb 168h pp. versterben
    - Berufskrankheit
    - Transplantation Spender oder Empfänger
    - Implantatträger bei hohem Implantatwert
    - chronische Grundkrankheit ohne eindeutige Todesursache
    - Feuerbestattung
    - Lehr- und Forschungszwecke
    - Angehörigenanfrage
  - II. die Obduktion **keine Pflicht**, falls die folgenden Bedingungen eindeutig erfüllt werden:
    - natürliche Todesursache
    - eindeutige Todesursache
    - keine neue Informationen erwartet
    - Kliniker und Pathologe einverstanden
    - bei Feuerbestatungen kann man ebenfalls auf eine Obduktion verzichten, falls II. eindeutig erfüllt wird.

## 10. Welche sind die frühen Todeszeichen?

- a) *Leichenblässe/Totenblässe - Pallor mortis*. Tritt etwa 15 Minuten nach dem Kreislaufstillstand ein, da das Blut in die abhängende Körperpartien absickert. Beim einer Rückenlage des liegenden Patienten werden als erstes das Gesicht und die Schleimhäute wachsfarben, blass.
- b) *Totenflecken - Livoris(es) mortualis(es)*. Es gibt zwei Formen.
  - *Livores hypostatici – hypostatische Totenflecken*: erscheinen 30 – 60 nach Eintritt des Todes, zeigen das Vollbild nach 12h. Das Blut sammelt sich in den abhängenden Körperpartien. Es sind handtellergröße, livid-rote, wegdrückbare Flecken, nach Hautschnitt entleert sich Blut, welches sind in den Gefäßen befindet. Bei Intoxikationen mit CO oder CN sind sie hellrot (Oxyhämoglobin), mit Kalium-Chlorat (KClO<sub>3</sub>) oder Nitrit (NaNO<sub>2</sub>) bräunlich (Methämoglobin).
  - *Livores ex imbibitione*: entstehen 4 – 6h nach Eintritt des Todes als astartige livide Zeichnungen um die Venen. Nach der Hämolyse der Erythrozyten durchtränkt

(imbibiert) das freiwerdende Hämoglobin die Gefäßwände und das umgebende Gewebe. Sie sind nicht wegdrückbar, nach Hautschnitt bluten sie nicht und sind mit einem Wasserstrahl nicht auswaschbar.

- c) *Totenstarre - Rigor mortis*. Entsteht durch die postmortale Muskelkontraktion ca 4h nach dem Eintritt des Todes, zuerst am Myokard, an der glatten Muskeln des GIT und der Haarwurzeln, dann an der Kaumusculatur, Nacken-, Rumpf- und Muskulatur zuerst der oberen, dann der unteren Extremität zur 24h p.m. Sie bleibt 48h bestehen und löst sich in der o.g. Reihenfolge auf (Nysten-Regel). Ursache: die irreversible Schädigung der Zellmembran führt zum  $Ca^{++}$  Einstrom und Ausbildung von Aktin-Myosin-Komplexen, die beim Fehlen von ATP sich nicht auflösen/relaxieren können. Die Auflösung erfolgt erst mit der späteren Proteindegradation infolge der Zersetzungsprozessen. Löst man die Totenstarre mit Gewalt/mechanischer Einwirkung, so kann diese nicht mehr wiederhergestellt werden.
- d) *Algor mortis - Auskühlung des Leichnams*. Nach dem Eintritt des Todes mit dem Abbruch des Stoffwechsels gleicht sich die Temperatur des Leichnams an die Umgebungstemperatur an (in Extremfällen kann sie so steigen). Übergangsweise kann die Temperatur des Leichnams ebenfalls steigen (Hypertermia postmortalis) wenn massive Krämpfe zum Tode führten (Tetanus, Eklampsie, Strichin-Intoxikation).
- e) *Cruor postmortalis – Todesgerinsel*. Entstehen ca. 15 Minuten nach dem Eintritt des Todes, in der regel in den Herzkammern und in den großen (venösen) Gefäßen. Das rote Todesgerinsel beinhaltet alle Blutbestandteile, während das gelbe Todesgerinsel aus Fibrin nach der Sedimentation der roten Blutkörperchen entsteht (typisch für das rechte Herz). Die Oberfläche der Todesgerinsel ist immer glatt, glänzend, feucht, weich-elastisch und sie klebt nicht an der Gefäßwand (im Gegensatz zum in vivo entstandenen Thrombus).

#### **11. Welche sind die späten Todeszeichen?**

- a) *Austrocknung - Exsiccatio postmortalis*. Ursache: die Regulation des Wasserhaushaltes hört mit dem Tod auf.
- b) *Selbstverdau - Autodigestio postmortalis*. Ursache: aus den irreversibel geschädigten Zellen treten Abbauenzyme heraus, besonders stark in den Organen mit hohem Enzymgehalt oder nach Ausbleiben der üblichen Schutzmechanismen bzw. regurgitation des Mageninhaltes (z.B. *Gastromalazie, Ösophagomalazie, Pneumomalazie, Autodigestion des Pankreas und der Nebennieren*).
- c) *Heterodigestion - Putrifikation*. Große Mengen von Darmbakterien zersetzen das Gewebe, wodurch Gase ( $SH_2$ ,  $CO_2$ ) entstehen, die die Bauchwand vorwölben. Sie bilden mit dem aus den Erythrozyten herausgelösten Hgb Schwefelhämoglobin (Mesenterium, Bauchwand, Unterseite der Leber) und führen so zu grünlich-bräunlicher Verfärbung des angrenzenden Gewebes (*pseudomelanosis postmortalis*), die Gasbläschen verursachen in der Leber löchrige Veränderungen (*emphysema postmortale hepatis*).

- d) *Mazeration*. Bei Leichnamen, die in einer wässrigen Umgebung verstorben sind, löst sich die Haut in breiten Lappen ab: intrauteriner Fruchtod (Foetus maceratus), oder bei Wasserleichen (o. Leichen, die kurz nach dem Tod ins Wasser gelangten).
- e) *Adipocere – Fettwachsbildung*: in alkali- (Na, K) bzw. erdmetallreichen (Ca, Mg) Erde bilden sich mit den bei dem Körperzerfall entstehenden Fettsäuren Alkali- oder Metallseifen, die z.B. bei Ca- und Mg-seife zur Vergrößerung des Leichnams führen kann.
- f) *Mumifizierung - Mumificatio*. Bei extrem hohen Temperaturen und geringer Luftfeuchtigkeit (z.B. Wüste) trocknet der Leichnam schnell aus. Sowohl die Autogestion als auch die Heterodigestion bleiben aus und das Leichnam trocknet ohne Verrottung/Putrifikation ein.

**12. Was ist der plötzliche Kindstod (sudden infant death syndrome /SIDS/) und was sind seine Charakteristika?**

- Der plötzliche unerwartete Tod eines gesunden Säuglings.
- Tritt zwischen der 2. Woche bis 1.Lebensjahr auf, am häufigsten im 2.-4. Monat
- In der Regel kann auch eine ausführliche postmortale Untersuchung die Todesursach nicht feststellen.
- Hauptrisikofaktoren:
  - Schlafen in Bauchlage,
  - Überwärmung,
  - Frühgeburt, niedriges Geburtsgewicht,
  - Schlechte soziale Umstände,
  - Junge, unverheiratete Mutter mit kurzen Abständen zwischen den Schwangerschaften,
  - Nikotin-/Alkohol-/Drogenmissbrauch der Mutter,
  - Der gemeinsame Nenner könnte eine Unterentwicklung des Regionen des Hypothalamus sein, die in die kardiovaskuläre Regulation involviert sind
  - In 10% liegt eine kongenitale metabolische Störung vor (Carnitin – MCAD-Mangel),
  - Pathologische Mundflora (Staphylokokken – Enterobakterien),
  - Mangel an pathologischen Obduktionsbefunden
  - Zeichen von Infektionen der oberen Atemwege, fibrinoide Nekrose der Stimmbänder,
  - Großer Thymus mit Petechien,
  - Fötale Hämatopoese in der Leber.