

(Aus dem Institut für Gerichtliche und Soziale Medizin der Universität Halle a. d. S.  
Direktor: Prof. Dr. *Schrader*.)

## **Die Todeszeitbestimmung aus dem Ablauf der Totenstarrekontraktion des Herzens und der dadurch bedingten Plasmaverschiebung.**

Von  
Dr. med. habil. **Albert Ponsold**,  
Dozent.

Mit 1 Textabbildung.

### **Einleitung.**

Der Herzstillstand erfolgt bei Eintritt des Todes in der Diastole. Als bald danach setzt die Totenstarre der Herzmuskulatur ein.

Diese kann nach *Volkhardt* unter Umständen bereits nach *10 Minuten* eintreten. *Brouardel* fand nach  $\frac{1}{2}$  *Stunde* eine vollständige Starre. Auch *Aschoff* gibt an, daß die Totenstarre zu diesem Zeitpunkt beginnen kann. *Strassmann* fand nach *1 Stunde* den linken Ventrikel schon bedeutend schwächer gefüllt als bei Frischuntersuchungen.

Als durchschnittlicher Zeitpunkt für das erkennbare Einsetzen der Totenstarre ist demnach etwa *1 Stunde* nach dem Tode anzunehmen.

Die Lösung der Totenstarre kann nach *12 Stunden* eintreten, aber auch erst nach *24 Stunden*, oder gar erst nach *Tagen*.

Die Feststellung der Totenstarre des Herzens wird durch Besichtigen und Betasten des Muskels (*Meixner*: „An den Vorhöfen ist die Starre wenigstens für das *Tastgefühl* nicht feststellbar“) getroffen. Hierdurch ist es zwar möglich, das Vorliegen einer Starre bzw. das Fehlen einer solchen festzustellen, nicht aber den Grad der Ausprägung, höchstens im ersten Beginn (*Volkhardt*: „Daß der Eintritt der Totenstarre ein allmählicher ist, ist auch bei einer *Abtastung* gut zu fühlen. Das allmähliche Härterwerden zieht sich über *10 Minuten* bis über *1 Stunde* hin“). Im allgemeinen kann aber der Unterschied zwischen der noch im Gang befindlichen und der vollendeten Kontraktion durch Betasten nicht genau erfaßt werden. So machte z. B. *Aschoff* die Beobachtung, daß (*1 Stunde* nach dem Tode) die Totenstarre vorhanden (= vollendete Kontraktion) war, sich nach Härtung des Muskels jedoch herausstellte, daß die Starrekontraktion noch nicht vollendet war (= noch im Gang befindliche Kontraktion), denn es bestand eine *Lichtung* (in der linken Kammer) und in der *Lichtung* fand sich *Blut*. Weder die *Lichtung* noch die *Blutfüllung* waren durch Betasten festzustellen gewesen.

Wir haben daher den Ablauf der Totenstarre des Herzens auf eine andere Weise zu erfassen versucht, nämlich vom *Blut* her.

### Die Entmischung des Herzblutes und die Plasmaverschiebung.

Die Totenstarre des Herzens besteht in einer Kontraktion der Muskelfasern; sie läuft also in Form einer Systole ab. Hierdurch wird der Inhalt, das Herzblut, ausgetrieben, aber nur aus der linken Kammer, nicht auch aus der rechten, denn hier stellt das Capillarnetz des Lungengewebes gegenüber der schwachen Muskulatur der rechten Kammer einen Widerstand dar, der durch die Totenstarrekontraktion nicht oder nur zu einem ganz geringen Teil überwunden werden kann. Der Entleerung der linken Kammer hingegen in die Aorta stehen keine Hindernisse entgegen.

Es bleibt also die rechte Kammer gefüllt, und zwar annähernd in dem Ausmaße wie bei Eintritt des Todes. Dasselbe ist auch bei den Vorhöfen der Fall.

Die Entleerung der linken Kammer hingegen erfolgt nun nicht in dem Augenblick, wo die Totenstarre einsetzt, wie man das bisher anzunehmen geneigt war, sondern sie erstreckt sich, wie unsere Untersuchungen zeigen, über einen langen Zeitraum, etwa über 18—24 Stunden, d. h. bis zu dem Zeitpunkt, wo die Kontraktion als Vorgang in die Kontraktion als Zustand ausläuft.

Diese Allmählichkeit des Ablaufs hat nun zur Folge, daß die Totenstarrekontraktion nicht auf ein Blut einwirkt, das seit Eintritt des Todes unverändert geblieben ist, sondern auf ein mehr oder weniger entmischtes Blut, d. h. auf ein solches, das in seine Plasma- und Blutkörperchenbestandteile geschieden ist.

In welchem zeitlichen Verhältnis steht nun diese Entmischung zu dem Ablauf der Starrekontraktion? Ist die Entmischung noch im Gange oder ist sie bereits vollendet<sup>1</sup>, wenn die Totenstarrekontraktion einsetzt?

Unsere Fälle von Frühsektion (2—3 Stunden nach dem Tode) haben gezeigt, daß hierbei bereits eine Änderung des Plasma-Blutkörperchenverhältnisses eingetreten war. Es ist also zu dieser Zeit nicht Blut in seiner ursprünglichen (= vitalen) Zusammensetzung entleert worden, sondern ein solches, das bereits in der Entmischung begriffen war, denn nur dadurch läßt sich die bereits erfolgte Eindickung (= Plasmaverschiebung) erklären. Die Entmischung ist also beim Einsetzen der Totenstarre auch schon weitgehend fortgeschritten, so daß innerhalb der ersten 6 Stunden die Plasmaabnahme eine *gleichmäßige* (etwa 2—3% pro Stunde) ist. Wäre das nicht der Fall, dann würde der Plasmaverlust von Stunde zu Stunde zunehmen entsprechend der Zunahme der Entmischung.

Da bei Rückenlage der Leiche der Plasmaanteil des Herzblutes in den Bereich der Ausflußbahn der linken Kammer zu liegen kommt, wird zunächst nur Plasma entleert und hernach erst Blutkörperchensediment.

<sup>1</sup> Sie ist z. B. bereits vollendet, wenn eine Gerinnung eintritt.

### Die Plasmaverschiebung und die Eindickung des Herzblutes.

Diese Art der Entleerung (zunächst Plasma, alsdann Blutkörperchensediment) hat zur Folge, daß das Herzblut durch die Plasmaabnahme eine Eindickung erfährt. Diese Eindickung läßt sich quantitativ erfassen, und zwar nach dem Hämatokritprinzip (Zentrifugieren von Blut in Capillarröhrchen bis zur Volumenkonstanz der sich abscheidenden Plasma- und Blutkörperchenanteile).

Zur Entnahme des Blutes<sup>1</sup> aus dem Herzen werden nach Freilegung des Herzens die Arterien in Höhe des Sinus transversus pericardii mittels einer Gefäßklemme abgeklemmt, so daß der Inhalt der Herzhälften bei Manipulationen am Herzen sich nicht in die Aorta bzw. in die Art. pulmonalis hinein entleeren kann. Eine Unterbindung der Lungenvenen ist nicht erforderlich, weil ein Zurückströmen des Herzblutes in die Lungen hinein nicht erfolgt. An der rechten Herzhälfte werden die Hohlvenen an ihrer Einmündung in den Vorhof abgeklemmt. Das Blut wird nun aus jeder Herzhälfte getrennt entnommen, nicht jedoch getrennt aus Vorhof und Kammer, da postmortal Kammer- und Vorhofblut nicht getrennt bleiben, weil die Klappen nach dem Tode insuffizient sind.

Die Blutentnahme erfolgt durch Absaugen mittels einer Wasserstrahlpumpe.

Von dem entnommenen Blut werden nach gründlicher Durchmischung desselben Proben in Capillarröhrchen aufgefangen und in diesen zentrifugiert. Aus dem Volumen des sich über dem Blutkörperchensediment abscheidenden Plasmas in seiner Beziehung zur Gesamtlänge des in Capillarröhrchen aufgefangenen Blutes wird der jeweilige Plasmagehalt bestimmt.

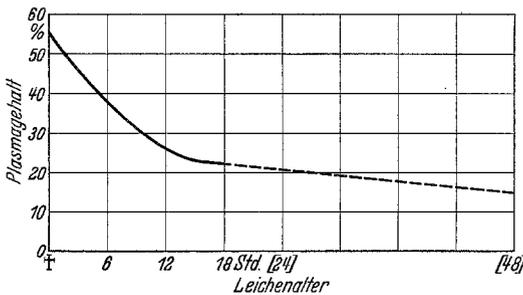
Bei der Bewertung des Plasmaverlustes ist neben dem festgestellten postmortalen Plasmagehalt derjenige Plasmagehalt zu berücksichtigen, der bei dem jeweiligen Individuum zu Lebzeiten bestanden hat. Dieser kann nämlich, je nach Geschlecht, ein verschiedener sein: bei Männern etwa 53% des Blutes mit einer Schwankungsbreite von  $\pm 7$  und bei Frauen 58% mit einer Schwankungsbreite von  $\pm 5$ . Unter Zugrundelegung eines Durchschnittswertes von 55% ergibt sich eine Schwankungsbreite von  $\pm 10\%$ . Der Plasmagehalt, der zu Lebzeiten bei dem Blute der zu untersuchenden Leiche bestanden hat, läßt sich annähernd aus dem Blute der *rechten* (!) Herzhälfte bestimmen.

Die Tatsache, daß zunächst Plasma und alsdann Blutkörperchen entleert werden, ist jedoch nicht dahin aufzufassen, als setzten sich die Blutkörperchen mit einer scharfen Grenze gegen das Plasma ab, sondern es besteht ein allmählicher Übergang, wobei aber in dem ventral gelegenen Teil des Blutes das Plasma überwiegt und in dem dorsalen der Blutkörperchenanteil. Dementsprechend ist auch die Eindickung zunächst eine stärkere, da ja vorwiegend Plasma aus dem Herzen entleert wird, und sie nimmt dann allmählich ab entsprechend der allmählichen Abnahme des Plasmagehaltes zu den dorsalen Teilen des

<sup>1</sup> Die nähere Beschreibung dieser Technik ist zu finden in meiner Arbeit: „Die Feststellung der Eindickung und Verdünnung des Blutes an der Leiche“. Dtsch. Z. gerichtl. Med. 26.

Herzblutes hin. Der Plasmagehalt nimmt daher innerhalb der ersten 6 Stunden um etwa 3% pro Stunde ab, in den nächsten 6 Stunden um etwa 2% und in den darauffolgenden 6 Stunden nur noch um etwa 1% pro Stunde (siehe Kurve!).

Dem anfänglich stärkeren Plasmaabfall entspricht der Ablauf einer geringeren Zeitspanne, während hernach einer geringeren Plasmaabnahme der Ablauf einer größeren Zeitspanne entspricht. Dementsprechend kann sich die individuelle Schwankungsbreite von  $\pm 10$  in den ersten Stunden als Fehlerquelle in der Bestimmung der Todeszeit weniger ( $\pm 3$  Stunden) auswirken als gegen Ende des Ablaufes der Totenstarre ( $\pm 10$  Stunden).



Entsprechend der Zunahme des Leichenalters Abnahme des Plasmagehaltes am Blute der linken Herzhälfte.

Plasmagehalt und Anzahl der Stunden nach dem Tode.

Plasmagehalt %	Nach dem Tode Stunden
40	6
30	12
20	18

Aus dieser Art der Abnahme des Plasmagehaltes läßt sich die Todeszeit nur unter gewissen Voraussetzungen bestimmen, und zwar folgenden:

Daß nicht schon zu Lebzeiten ein individuell extrem niedriger oder hoher Plasmagehalt vorgelegen hat bzw. daß das Blut in der Agone keine Veränderung hinsichtlich seines Plasmagehaltes erfahren hat, also keine vitale Reaktion im Sinne einer Verdünnung oder Eindickung. Besonders häufig ist die Verdünnung, z. B. beim Verblutungstod als sekundäre Hydrämie, bei der CO-Vergiftung usw. Dagegen kommen Shocktod, Verbrennungstod, mit Krämpfen einhergehender Erstickungstod als Prototypen für die Eindickung praktisch seltener in Frage.

Die vitale Reaktion ist insofern zu berücksichtigen, als eine erfolgte Eindickung ein höheres, eine Verdünnung ein geringeres Leichenalter vortäuschen würde. Wenn aber eine vitale Reaktion am Blute nicht eingetreten ist, wie beim *plötzlichen Tod aus natürlicher Ursache*, z. B. Herzschlag, Schlaganfall oder bei schlagartig (ohne Agone) eintretendem gewaltsamen Tod, dann läßt sich das Leichenalter aus der Beschaffenheit des Herzblutes bestimmen.

Zu den beiden Voraussetzungen kommen noch zwei weitere, nämlich die der *Integrität des Herzmuskels* und die des *Flüssigbleibens des Blutes*. Ist ein Herzmuskel von Schwielen durchsetzt oder liegt gar ein Herz-

aneurysma vor, so kommt die Totenstarrekontraktion nur bedingt zur Auswirkung; ist das Blut geronnen, so läßt sich der Plasmagehalt nach dem Hämatokritprinzip nicht bestimmen.

Schließlich ist für die Todeszeitbestimmung aus der Plasmaverschiebung Voraussetzung, daß die Leiche sich nach dem Tode in *Rückenlage* befunden hat. Bei Bauchlage sedimentiert das Herzblut in umgekehrter Richtung. Die Blutkörperchen sammeln sich im Bereiche der Ausflußbahn der linken Kammer, und es erfolgt entsprechend der Starrekontraktion eine Austreibung von Blutkörperchen und somit eine Verdünnung des im Herzen zurückbleibenden Blutes.

### Zusammenfassung.

1. Alsbald nach dem Eintritt des Herzstillstandes erfolgt eine *Entmischung* des Herzblutes im Sinne der Abscheidung der Blutkörperchen und des Plasmas.

Das Plasma sammelt sich im Bereiche der Ausflußbahn der Kammern.

2. Dieser Zustand bleibt an der *rechten* Herzhälfte bestehen (Schwäche der Kammermuskulatur gegenüber dem Widerstand des Lungencapillargebietes sowie Verhinderung des Rückflusses infolge Überfüllung der Hohlvenen), an der *linken* Herzhälfte tritt jedoch durch die Totenstarre eine Kontraktion der linken Kammer ein.

3. Diese Kontraktion führt zu einer Entleerung des Herzinhaltes in die Aorta, d. h. zunächst des Plasmas, alsdann des Blutkörperchensedimentes. Die Plasmaverschiebung hat eine *Eindickung* des *Herzblutes* der linken Herzhälfte zur Folge.

4. Der Grad dieser Eindickung wird volumenometrisch (Hämatokritprinzip) erfaßt. Hieraus, und zwar aus dem prozentual errechneten Plasmagehalt, wird das Leichenalter bestimmt. Je ausgeprägter die Eindickung, desto höher das Leichenalter. Die Eindickung erreicht jedoch nach 18—24 Stunden ihre stärkste Ausprägung, über diese Zeit hinaus können also Zeitbestimmungen nicht durchgeführt werden.

5. Voraussetzung für diese Art der Todeszeitbestimmung aus dem Herzblut ist, daß nicht schon zu Lebzeiten ein vom Durchschnitt erheblich abweichender Plasmagehalt (Hydrämie bzw. Bluteindickung) vorgelegen hat, daß keine Gerinnung eingetreten ist; ferner, daß am Herzen die Muskulatur nicht durch krankhafte Vorgänge ihre Kontraktionsfähigkeit eingebüßt hat und schließlich, daß sich die Leiche in der Zeit zwischen Todeseintritt und Blutentnahme in Rückenlage befunden hat.

### Literaturverzeichnis.

- Aschoff*, Beitrag zur pathologischen Anatomie. 1916 — Dtsch. med. Wschr. 1920, Nr 16. — *Aust.* Pflügers Arch. 39 (1886). — *Buday*, Z. klin. Med. 1895, 28. — *Eckstein*, Dtsch. med. Wschr. 1920, Nr 16 — Pflügers Arch. 181, 185. — *Försterling*,

Dtsch. Z. gerichtl. Med. **46**, 229. — *Fuchs*, Z. Heilk. Path.-anat. Abt. **21** (1900). — *Langendorf*, Pflügers Arch. **55** (1894). — *Mangold*, Pflügers Arch. **188**, 303 (1899); **205** (1921) — Hamburger Tagung der Dtsch. physiol. Ges. **1920** — Erg. Physiol. **25** (1926). — *Meirowsky*, Pflügers Arch. **78** (1899); **78** (1900). — *Meixner*, Wien. klin. Wschr. **1919**, Nr 4 — Dtsch. Z. gerichtl. Med. **2** (1925) — Totenstarre u. Herz **2**, 408. — *Merkel, K.*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **15** (1930). — *Naumann*, Pflügers Arch. **169** (1917). — *Nippe*, Z. gerichtl. Med. **18**, 113, 114 (1932). — *Oberzimmer*, Virchows Arch. **236**, 225—242 (1922). — *Rothberger*, Pflügers Arch. **1902/1903**; **99** (1903). — *Sandborg*, Pflügers Arch. **22** (1880). — *Strassmann*, Vjschr. gerichtl. Med. **1894**; **13**, III. F. (1896); **51** (1889). — *Volkhardt*, Beitr. path. Anat. **62**, H. 3 (1916). — *William, Mac*, J. of Physiol. **27** (1901).

*Aussprache zum Vortrag Ponsold:* Herr *Werkgartner*-Wien beobachtete bei der Obduktion fauler Leichen oft sehr große Herzen mit reichem Blutgehalt. Dieser Befund widerspricht der Meinung des Vortragenden, daß nach dem Aufhören der Starre eine neuerliche Vermehrung des Blutes im Herzen nicht stattfindet.

## Zur Frage der Totenstarre des Herzens.

Von

Dozent Dr. **Philipp Schneider**, Göttingen<sup>1</sup>.

Die Totenstarre des Herzens ist heute für den gerichtlichen Mediziner und pathologischen Anatomen eine schon seit Jahrzehnten bekannte und feststehende Tatsache, um deren Erforschung sich eine Reihe von Fachleuten besondere Verdienste erworben haben. Ich verweise hier vor allem auf die Arbeiten von *E. v. Hoffmann*, *F. Strassmann*, *Volkhardt*, *Aschoff* und *Meixner*, sowie auf die Ergebnisse tierexperimenteller Studien, welche *Fuchs*, *Rothberger*, *Eckstein* u. a. m. angestellt haben. Trotz der Beleuchtung der Frage von verschiedenen Gesichtspunkten sind doch noch einzelne wenn auch kleine Lücken zur Ergänzung unserer Kenntnisse auszufüllen, die hauptsächlich Fragen betreffen, die dem Gerichtsarzt als Obduzenten bedeutungsvoll sind. Zum Verständnis meiner bisherigen Ausführungen ist der Zusammenhang der allgemeinen Muskelstarre mit der Herzstarre und der eigenartige, gesonderte Ablauf der letzteren kurz zu erwähnen.

Da jede Muskulatur ob quergestreift oder glatt der Starre zugänglich ist, ergibt sich zwanglos die natürliche Regel, daß auch das Herz in einem durchaus gesetzmäßigen Ablauf von der Totenstarre befallen und demnach sein Zustand nach dem Tode sich jeweils ändern wird. Es verstößt daher gegen die wissenschaftliche Einsicht der Gegenwart,

<sup>1</sup> Zur Zeit des Vortrages am Institut für gerichtliche und soziale Medizin in Berlin.