

Über die Absterbeerscheinungen der Skelettmuskulatur, insbesondere über die Totenstarre in gerichtlich-medizinischer Beziehung*).

Von
Med.-Rat Prof. Dr. Th. Lochte, Göttingen.

Seit etwa 150 Jahren hat man den Erscheinungen, die sich an der Muskulatur des menschlichen Körpers nach dem Tode abspielen, das größte Interesse entgegengebracht. Das Wissensgebiet ist so umfangreich geworden, daß es notwendig ist, es zu umgrenzen, wenn ich in dem Rahmen eines Vortrages darüber berichten soll.

Ich möchte mich nur mit der Skelettmuskulatur des erwachsenen Menschen beschäftigen. Es soll also die Skelettmuskulatur der Frucht und des Neugeborenen unberücksichtigt bleiben.

Wir wollen uns ferner nur mit denjenigen Fragen beschäftigen, die für den Gerichtsarzt von Interesse sind, also mit den praktisch wichtigen Fragen, ob der Tod wirklich eingetreten ist oder ob etwa Scheintod vorliegt; ob sich aus der Totenstarre ein Rückschluß auf die Zeit des Todes oder auf die Todesursache ziehen läßt; ob der Tod in der vorgefundenen Lage und Haltung des Körpers eingetreten ist oder ob sich die Haltung des Körpers oder seiner Glieder nach dem Tode aus inneren Ursachen verändert hat.

Die kataleptische Totenstarre soll Gegenstand eines besonderen Vortrages sein. Mit diesen Einschränkungen möchte ich an meine Aufgabe herantreten.

Nach Eintritt des Todes beobachten wir drei zeitlich aufeinanderfolgende Erscheinungen an der Leiche:

1. Eine Erschlaffung der Skelettmuskulatur (primäre Erschlaffung), ihr folgt
2. ein Erstarren der Muskeln, die sog. Totenstarre; darauf folgt
3. das Schwinden der Totenstarre und ein Wiedererschlaffen der Muskeln (sekundäre Erschlaffung).

Jeder dieser drei Vorgänge bedarf einer gesonderten Betrachtung.

*) Referat, erstattet auf der XII. Tagung der Deutschen Gesellschaft für gerichtliche und soziale Medizin in Leipzig, September 1922.

1. Die primäre Erschlaffung der Muskeln nach dem Tode.

Die Erschlaffung der Skelettmuskulatur kommt zuerst nach Eintritt des Todes zur Beobachtung. Mit dem Aufhören des Lebens und mit dem Erlöschen des Herzschlages und der Atmung ist die Muskulatur aber noch nicht tot. Ebenso wie wir an anderen Teilen des Körpers noch Lebensäußerungen wahrnehmen (peristaltische Bewegung des Darmes, Bewegungen an den Flimmerhaaren der Epithelien der Luftwege, Bewegung der Samenzellen), ebenso nehmen wir auch noch Lebensäußerungen an der Skelettmuskulatur wahr. Die Muskulatur ist reizbar, und zwar reagiert sie sowohl auf elektrische, wie mechanische und chemische Reize.

Die elektrische Erregbarkeit der Muskeln.

Die elektrische Erregbarkeit der peripheren Nerven¹⁾ erlischt bereits im Laufe von etwa 1—2 Stunden nach dem Tode. Die direkte elektrische Erregbarkeit der Muskeln erlischt in der Regel in 1 $\frac{1}{2}$ —3 Stunden, sie kann unter Umständen noch 5—6 Stunden und länger (in einem Falle Nystens bis zu 27 Stunden p. m.) erhalten sein. Es sind sehr zahlreiche Untersuchungen besonders an Enthaupteten vorgenommen, so von *Bichat*, später von *Nysten*, *Dittrich*, *Kölliker*, *Eppinger*, *Rosenthal*, *Onimus*, schließlich von *Jeanselm* und *Lermoyez*. In einem von den letzteren beobachteten Falle handelte es sich um eine Frau, die in wenigen Stunden an der Cholera gestorben war; 20 Minuten nach dem Tode bestand ein absoluter Verlust der Muskelerrbarkeit.

Die Durchströmung der Blutgefäße mit erwärmten, sauerstoffhaltigem Blute hat zur Folge, daß die bereits erloschene Muskelerrbarkeit wiederkehrt. Einen solchen Versuch hat bereits 1832 *James Philipp Kay* unternommen, später (1854) hat *Brown-Séguard* diese Versuche mit positivem Erfolge wiederholt.

Es lag der Gedanke nahe, den Ausfall der elektrischen Reizung zur Feststellung des Todes zu verwenden. Die dahin gehenden Versuche haben aber zu keinem praktischen Ergebnis geführt, denn bei erloschener Erregbarkeit kann das Individuum zwar ein totes sein; es bleibt aber die Frage offen, ob nicht die Erregbarkeit und damit das Leben unter geeigneten Bedingungen zurückgerufen werden kann; vor allem bleibt es bei vorhandener Erregbarkeit zweifelhaft, ob das Individuum lebt oder ob der Tod vor kurzem eingetreten ist.

Noch weniger können wir einen sicheren Schluß auf den Zeitpunkt des Todes ziehen, wie das *Onimus* (S. 641 a. a. O.) zu tun versucht hat, da der Zeitpunkt des Verschwindens der elektrischen Erregbarkeit von

¹⁾ Die elektrische Erregbarkeit des Rückenmarkes erlischt wenige Minuten nach dem Tode. (Vgl. *Kölliker*, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. 1851, S. 45.)

zahlreichen, nicht immer leicht übersehbaren Bedingungen abhängig ist¹⁾.

Die mechanische Erregbarkeit der Muskeln.

Durch *mechanische* Reizung der Skelettmuskulatur entsteht eine Zusammenziehung der gereizten Stelle (eine idiomuskuläre Kontraktion). *Robin* sah nach mechanischem Reize der Brustmuskulatur noch nach 6 Stunden Kontraktionen und *Fubini* an den Extremitätenmuskeln noch 9 Stunden nach der Hinrichtung. *Chiari* konnte bei einem 24jährigen Weibe, die an einer bilateralen Hinter- und Seitenstrangdegeneration im Hals- und Brustmark gelitten hatte, noch 13 Stunden nach dem Tode am M. biceps des linken Armes durch queres Kneifen zwischen zwei Fingern bis 1,5 cm hohe Kontraktionswülste hervorrufen, die nach etwa 10 Minuten verschwanden.

Die mechanische Erregbarkeit der Muskeln hat *Zsakó* 1916 für die Zeitbestimmung des Todes zu verwerten gesucht. Er schlug mit dem Klopffhammer den Radius, die Interessei, die Tibia usw. entlang und stellte fest, daß Bewegungserscheinungen an den Muskeln 90—120 Minuten nach Eintritt des Todes auslösbar waren; an einzelnen Muskeln dauerte die Reizbarkeit manchmal 4 Stunden nach dem Tode. *Puppe* hat diese Angaben bestätigt (Dtsch. med. Wochenschr. 1920, Nr. 14/15).

Zsakó gibt an, daß er einmal bei einem Selbstmordfalle bestimmen konnte, daß der Tod schon vor 3 Stunden eingetreten war. Indessen dürfte die Frage doch wohl nicht so einfach zu entscheiden sein²⁾.

Die Schwierigkeiten entsprechen denjenigen, die sich bei elektrischer Prüfung ergeben.

Die chemische Erregbarkeit.

Die *chemische* Erregbarkeit der Muskeln ist bisher niemals zum Gegenstand gerichtlich-medizinischer Untersuchungen gemacht worden. Sie wird durch die Untersuchungen *Kußmauls* erläutert, der in die Blutgefäße Chloroform spritzte und danach intensive Erstarrung der von diesen Gefäßen versorgten Muskulatur bemerkte.

Spontane Bewegung bei Choleraleichen.

Für den Gerichtsarzt ist es von Interesse, daß während des Stadiums der Erschlaffung der Muskulatur spontane Bewegungen vorkommen können.

¹⁾ Die Untersuchungen von *Rosenthal* ergaben, daß die postmortale elektrische Reizbarkeit nach chronischen Krankheiten rascher schwindet, als nach akuten Fällen; daß sie an der Leiche kräftiger Personen länger erhalten bleibt, als an den abgezehrten Kadavern von Siechlingen (S. 391); vgl. auch die vorsichtige Beurteilung von *Alex. v. Humboldt* in seinen Versuchen über die gereizte Muskel- und Nervenfasern und von *Joh. Peter Frank* (bei *Rosenthal*).

²⁾ Die Arbeit von *Dowler*, *Exper. researches on post mortem contractility*, New York 1846, S. 601, war mir nicht zugänglich.

Die ältesten derartigen Beobachtungen befinden sich bei *Dowler* (im Journ. of med. science 1846) und in der These von *Brandt* mitgeteilt. (Des Phénomènes de contraction musculaire observés chez des individus qui ont succombé à la suite du choléra ou de la fièvre jaune. Thèse inaug. Paris 1855.) Unter diesen Bewegungen werden solche der Augen ausgeführt, Öffnen und Schließen des Mundes, Bewegungen der Arme und Hände. In der Mehrzahl der Fälle beginnen sie in den unteren Gliedmaßen, sie verschwinden gewöhnlich für einige Augenblicke, um dann wieder zu beginnen. Nach *Brown-Séguard* treten diese Bewegungen bei denjenigen Individuen auf:

1. die besonders kräftig sind;
2. die sehr schnell der Cholera erliegen (en moins d'un jour) und bei denen
3. die Krämpfe (les crampes) weder so stark noch so zahlreich waren, um die Muskelirritabilität zu erschöpfen (nach *Larcher*: Etudes physiologiques et médicales sur quelques lois de l'organisme avec applications à la méd. légale. Paris 1868, Kap. 2, S. 103). Gleiche Beobachtungen liegen von *Diell* vor. (Wien. med. Wochenschr. 1855, S. 355.)

Diell schreibt: „Nicht selten werden an Choleraleichen gleich nach dem Tode oder selbst 2—3 Stunden danach Bewegungen wahrgenommen, welche willkürlichen Bewegungen oft gleich sehen; der Oberschenkel wird angezogen, das Knie gebeugt, der Arm emporgehoben usw.“

„Ich beobachtete an der Leiche eines robusten, binnen weniger Stunden an der Cholera verstorbenen Holzhackers in Wien unmittelbar nach dem Tode sehr starke Bewegungen beider Arme gegen die Brust, gleich denen, welche erkaltete Menschen zu tun pflegen, um sich zu erwärmen. In der ersten Epidemie in Wien sind diese Leichenbewegungen sehr oft, in den späteren Epidemien sehr selten vorgekommen. Unstreitig haben sie nebst der sich länger erhaltenden Leichenwärme zu den vielfältigen Gerüchten vom Scheintode und dem Lebendigbegraben der Cholerakranken wesentlich beigetragen.“

Ausführliche Beobachtungen über diese merkwürdige Erscheinung wurden von *Drasche* (Allg. Wien. med. Ztg. 1866, Nr. 44 u. 46) angestellt. Nach *Drasche* zeigten sich in 36 auf diese Zuckungen hin beobachteten Fällen dieselben 24 mal. Am häufigsten traten sie unmittelbar nach dem Absterben (12 mal), seltener 5—15 Minuten (in 5 Fällen) oder selbst $\frac{1}{2}$ Stunde (in 3 Fällen) nach erfolgtem Tode ein, während ihre Dauer zwischen 10 Minuten bis zu 2 Stunden und darüber (12 mal 1—2 $\frac{1}{4}$ Stunde) betrug.

Mackenzie beobachtete ebenfalls solche postmortalen Muskelzuckungen bei Choleraleichen. Nach ihm währten sie selten länger als 10 Minuten; niemals sah er die Erscheinung bei Kindern.

Im Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales, herausgegeben von A. Dechambre (Paris, Masson 1869, p. 415, article „cadavre“) gibt *Tourdes* ein besonders anschauliches Bild dieser Bewegungen:

„On a cité des exemples de grimaces, de secousses des membres chez des morts, à la suite de certaines maladies et notamment du choléra. Nous avons recueilli à Strasbourg une observation de ce genre: „Dans le mois de septembre 1849, un homme, âgé de cinquante ans succombe en quelques heures à une attaque de choléra asiatique. L'interne de garde M. D. Kiener est appelé une demi-heure après pour constater le décès. Le cadavre, couché sur le dos était couvert d'un drap. L'interne, en s'approchant du corps est frappé de voir ce drap se soulever légèrement à la place qu'occupent les pieds; il découvre les extrémités inférieures, et au bout d'une minute environ il remarque un mouvement subit d'extension des orteils sur les métatarsiens et de flexion du pied sur la jambe. Ce mouvement ne dura qu'un instant et fut suivi de résolution, mais il se répéta de deux en deux

minutes pendant un quart-d'heure. Les intervalles devinrent ensuite plus grands, et ce ne fut qu'au bout d'une heure que l'immobilité complète s'établit. L'attention se porta aussitôt sur les extrémités supérieures, où la même série de mouvements se produisait; les doigts et les mains étaient agités des mêmes contractions convulsives, simultanément avec les pieds ou sans ceux-ci. La face, les yeux, le tronc, étaient dans une immobilité absolue. Dès le début de cette observation, l'interne recherche avec le plus grand soin tous les indices de vie. Aucun battement dans les artères; l'auscultation, pratiquée à diverses reprises, ne fait rien entendre; un miroir froid, placé devant la bouche, ne se recouvre point de vapeur; un flocon de duvet, sur les lèvres, n'est agité par aucun souffle. Le biceps, pincé à plusieurs reprises, présente un bourrelet saillant, et ce phénomène se produisit encore après que les mouvements avaient cessé.¹

„Cette observation est un exemple de ces mouvements après la mort qui pourraient faire croire à la persistance de la vie, si des faits authentiques n'avaient démontré l'existence de ce phénomène singulier.“

Fibrilläre Zuckungen und Zuckungen der Muskeln an frischen Choleraleichen — „wie man sie etwa an Amputationsstümpfen beobachtet“ — haben *Jeanselme* und *Lermoyez* gesehen (Etude sur la contractilité post mortem et sur l'action de certains muscles in *Archives de physiologie normale et pathologique*. Paris 1885). Dagegen keine spontanen Bewegungen weder an Füßen noch an den Zehen, wahrscheinlich deshalb nicht, weil die Beerdigung zu schnell erfolgte.

Schließlich geben auch *E. Fraenkel*, *Simmonds* und *Deycke* an, daß sie post-mortale Zuckungen namentlich im Beginn der Epidemie 1892 in Hamburg häufiger beobachteten¹). (Jahrbücher der Hamburger Staatskrankenanstalten. Bd. 3. S. 153. 1891/92.)

Man hat diese außerordentliche Erregbarkeit der Muskeln insbesondere an vertrocknenden Muskeln beobachtet (*Biedermann*, Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie. Wien 1888; Sitzungsber. d. mathem.-naturw. Klasse d. Kais. Akad. d. Wiss.; *Rosemann-Landois*, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 5. Aufl. 1919. S. 500). Indessen haben *E. Fraenkel*, *Simmonds* und *Deycke* nicht gefunden, daß sich die Muskeln der Choleraleichen durch übergroße Trockenheit auszeichneten.

Aus diesen Darlegungen erhellt, daß unter bestimmten Umständen, insbesondere bei Choleraleichen, spontane Bewegungen und auch Lageveränderungen der Gliedmaßen vorkommen können. *Tourdes* spricht in dem Dictionnaire encyclopédique in dem Artikel „mort“ S. 526 geradezu von „déplacements des membres ou même des transpositions du corps“. Als Beispiel verweist er auf die Beobachtung von *Kiener*.

Es sind das Tatsachen, die der Gerichtsarzt kennen muß, wenn er sich über die Lageveränderung an Gliedern der Leiche äußern soll.

2. Die Totenstarre.

A. Im allgemeinen.

Das zweite Stadium ist dasjenige der Starre. Man beobachtet an den Muskeln einige Zeit nach dem Tode eine allmählich zunehmende Festigkeit, wodurch die Gelenke so steif werden, daß sie passiven Be-

¹) Nach *Dowler* (vgl. *Taylor* 1) wurden spontane Bewegungen nach dem Tode außer bei Cholera auch bei Gelbfieber „and other diseases“ gesehen.

wegungen einen mehr oder weniger erheblichen Widerstand entgegenzusetzen. Daß die Totenstarre wirklich in den Muskeln ihren Sitz hat, hat schon *Louis* angenommen (vgl. *Sommer*, S. 237) und *Nysten* durch Versuche belegt; er durchtrennte ohne irgendeinen Effekt auf die Totenstarre die Haut, dann die Ligam. lateralia des Knie- und Ellenbogengelenkes, er öffnete die Synovialmembran, nahm diese fort und spritzte Wasser in die Gelenke, um etwaige Adhäsionen zu lösen; die Totenstarre blieb unverändert bestehen. Erst die Durchschneidung der Muskeln löste die Starre.

Der Muskel verliert bei der Totenstarre an Elastizität. Er wird brüchig. Bei gewaltsamer Brechung totenstarrer Glieder kann es daher zu Muskelzerreißen kommen, die den Gerichtsarzt unter Umständen vor die Entscheidung der Frage stellen, ob der Muskelriß vital oder postmortal erfolgt ist, außerdem verkürzt sich der Muskel. Diese letztere Erscheinung soll später untersucht werden. Wir wenden uns zunächst der *Muskelstarre im allgemeinen* zu.

Daß die Starre sich unmittelbar an den Tod ohne vorherige Erschlaffung der Glieder anschließen könne, lehrt eine Beobachtung von *de Haen* und eine weitere Beobachtung *Sommers* (S. 223 und 224); letzterer schreibt in einem Falle „ne unico vere momento rigoris maxillae vel cervicis remissionem observavi; immo rigor spasticus mihi visus immediate in rigorem cadaverosum abire“.

Eine andere derartige Beobachtung findet sich bei *Tourdes* (Dictionnaire encyclopédique von *Dechambre* 1870, Paris. Article „cadavre“, S. 418 und 419), schließlich zwei weitere bei *Schlesinger*, der den Tetaniekrampfzustand unmittelbar in die Totenstarre übergehen sah.

Die Franzosen sprechen daher nicht mit Unrecht von einem im Moment des Todes eintretenden Spasme cadavérique; dieser Ausdruck bezeichnet dasselbe, was in der deutschen Literatur als kataleptische Totenstarre bezeichnet wird.

Erkennt man das Vorkommen einer kataleptischen Totenstarre bzw. eines Rigor spasticus an — und es ist dies m. E. unerläßlich —, so muß man auch zugeben, daß die letzten mimischen Bewegungen der Gesichtsmuskulatur unter Umständen erhalten bleiben können.

Darüber, ob es eine partielle kataleptische Totenstarre gibt, finden sich in der Literatur keine zuverlässigen Angaben. Die Franzosen nehmen eine partielle kataleptische Starre an.

Rigiditas praecox.

Liegt keine plötzliche Erstarrung der Muskeln vor, sondern eine Totenstarre, die nur sehr frühzeitig eintritt, etwa innerhalb $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Stunde nach dem Tode, so bezeichnet man einen derartigen Zustand als *Rigiditas praecox* (*Rigidité précoce*).

Die Rigiditas tarda hat bislang keine gesonderte Bearbeitung in der Literatur gefunden.

Fehlen der Totenstarre.

Beobachtungen, nach denen die Totenstarre in einzelnen Fällen gänzlich gefehlt haben soll, haben sich als irrtümlich erwiesen; die Totenstarre ist also ein sicheres Zeichen des eingetretenen Todes.

An fettig und fibrös degenerierten oder an zermalmtten Muskeln kann natürlich keine Totenstarre eintreten.

Bedingungen der Entwicklung der Totenstarre.

Für den Eintritt der Totenstarre ist zunächst der *Kräftezustand des Körpers* insofern von Bedeutung, als die Starre bei muskulösen Leichen später eintritt und später ihre volle Höhe erreicht, als bei schwächlichen oder gar herabgekommenen Personen und als sie desto länger anhält, je mächtiger die Muskulatur entwickelt ist.

Die *Todesart* spielt insofern eine wesentliche Rolle, als bei plötzlich Verstorbenen die Starre länger besteht, als bei jenen, die nach langer Krankheit starben; insbesondere dauert bei Personen, welche in voller Gesundheit eines gewaltsamen Todes gestorben sind, die Starre meist beträchtlich länger, als bei den eines natürlichen Todes Verstorbenen (*E. v. Hofmann*, Wien. klin. Wochenschr. 1849).

Beim Verblutungstode will *Nysten* (S. 346) den Eintritt der Totenstarre bisweilen erst nach 16—18 Stunden beobachtet haben.

Kußmaul berichtet, daß er bei kräftigen Kaninchen, die er durch Verblutung aus den großen Arterien rasch tötete, die Totenstarre wiederholt in der ersten Stunde sich einstellen sah (S. 97). An anderer Stelle sagt *Kußmaul* (S. 969): „Bei Verbluteten überhaupt (plötzlich Gestorbenen) tritt die Totenstarre durchschnittlich später ein, entwickelt sich intensiver und dauert länger als bei Personen, welche lange gelitten und einen langen Todeskampf gekämpft haben.“

Besonders den Tod durch Vergiftung hat man daraufhin geprüft, ob er bestimmte Beziehungen zur Totenstarre zeige. Daß bei Strychninvergiftung sowie bei dem durch Veratrin erzeugten Tetanus (*Leblanc* und *Faivre*, Gazette med. 1855, Nr. 14) die Totenstarre auffallend rasch eintritt, berichtet bereits *Kußmaul* [S. 99¹]. Nach den Versuchen von *Arnold Paltauf* (Wien. med. Wochenschr., 42. Jahrgang, Akte 14. 1892) trat bei Strychninvergiftung, wenn die Tiere rasch durch Erstickung zugrunde gingen, die Totenstarre in 5 Minuten ein; nach Pikrotoxin, wenn die Tiere im Erregungsstadium zugrunde gingen, in 6 Minuten.

¹) *Brouardel* erwähnt S. 59 einen Fall von Strychninvergiftung, in dem la rigidité cadavérique a succédé immédiatement aux phénomènes de contraction ou milieu desquels le malade a succombé.

Campher bewirkte eine starke Beschleunigung der Starre. Einmal gelang es, einen Hund, der durch Campher vergiftet wurde, durch plötzliche Strangulation (es wurde ihm eine Schlinge um den Hals geworfen und das Tier in die Höhe gezogen) in einen Zustand der kataleptischen Totenstarre zu versetzen. Veratrin und Physostigmin ergaben keine besondere Beschleunigung, indem die Starre erst nach 30 Minuten eintrat. Coffein und Rhodannatrium ergaben Beschleunigung [5 Minuten¹⁾].

Sommer hat gezeigt, daß der Eintritt der Totenstarre nicht von der vorherigen Abkühlung abhängig ist, sondern daß sie auch *vor* dem Sinken der natürlichen Wärme, ja sogar während des Bestehens einer krankhaft erhöhten Temperatur sich zu entwickeln vermag. Damit ist die alte Ansicht, wonach die Totenstarre als eine Folge der Abkühlung des Körpers betrachtet wurde, erledigt²⁾.

Natürlich ist damit nicht jeder *Einfluß* der *Körpertemperatur* ausgeschlossen. Nur ist es auch hier das Verdienst *Sommers*, nachgewiesen zu haben, daß es keiner geringfügigen Differenzen zwischen der Temperatur des Körpers und des umgehenden Mediums bedarf, um Ergebnisse zu erzielen. Die Praxis lehrt nämlich, daß alle jene Einflüsse, welche die Zersetzungs Vorgänge in der Leiche ausschalten oder letztere zu hemmen vermögen, einen verlangsamen Einfluß auf den Ablauf der Totenstarre ausüben, und daß namentlich die Kälte dies zu tun vermag. Andererseits sagt *Maschka* (Bd. 3, S. 247), daß er bei Leichen, die warm bekleidet waren oder die nach dem Absterben mit Federbetten oder anderen schlechten Wärmeleitern bedeckt waren, die Totenstarre im allgemeinen etwas früher eintreten sah.

Die Nystensche Reihenfolge und ihre Ursache.

Im allgemeinen beginnt die Erstarrung der Muskeln im Nacken und am Unterkiefer. Von hier aus geht sie einerseits nach unten, dem Rumpf und den Gliedern weiter, andererseits nach den Gesichtsmuskeln zu.

Nach den Untersuchungen von *Maschka* (S. 348) treten folgende Abweichungen in der Reihenfolge der Erstarrung auf:

1. Die Starre begann am Unterkiefer und an den oberen Extremitäten und ging dann erst auf die Nackenmuskeln über, oder
2. die Starre begann am Unterkiefer und an den Nackenmuskeln, griff dann auf die unteren Extremitäten über, zuletzt erstarrten die oberen Extremitäten, oder

¹⁾ Weitere Angaben über die Wirkung der Gifte finden sich in der Arbeit von *W. Pilz* und in der bereits älteren von *Fuchs* (1865).

²⁾ *Brown-Séguard* sah bei einem an Typhus erkrankten Individuum die Starre 3 1/2 Minute vor Aufhören des Herzschlages im Unterkiefer beginnen. Unmittelbar nach dem Tode war der ganze Körper erstarrt; aber die Starre verschwand nach 30 Minuten, um dann nicht wiederzukehren.

3. die Starre begann im Unterkiefer, ging dann auf die oberen und unteren Extremitäten über und zuletzt auf den Nacken, oder

4. sie begann im Unterkiefer und Nacken, ergriff die oberen und unteren Extremitäten einer Seite und ging dann auf diejenigen der anderen Seite über.

Bei dem engen Zusammenhange zwischen Nervensystem und Muskulatur lag der Gedanke nahe, daß die Totenstarre durch das Nervensystem beeinflußt werde.

Die Herausnahme des Gehirns und Rückenmarks ist, wie schon *Sommer* festgestellt hat, ohne Einfluß auf die Entwicklung, den Grad und die Dauer der Starre (cum oblatio cerebri et medullae spinalis, mox post obitum animalis executa, nullum omnino mihi visa sit in rigorem insequentem effectum exercere, p. 391).

Durchschneiden des N. ischiadicus unmittelbar nach dem durch Verblutung herbeigeführten Tode des Tieres ergab, daß die Beine mit durchschnittenen Nerven später erstarrten als die unverletzten (*v. Eiselsberg*). Zu demselben Resultat kam *v. Gendre* (Über den Einfluß des Nervensystems auf die Totenstarre, *Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol.*, Bd. 35, S. 35) und *Aust* im Gegensatz zu *Tamassia* (*Atti del' istituto veneto di scienze, lettere ed arti*, Tom 3, serie 6). Die Versuche sind sämtlich an Tieren vorgenommen, es scheint mir von Wichtigkeit, diese Versuche an menschlichen Leichen nachzuprüfen.

Nach den Versuchen von *Meirowsky*, der in der Weise vorging, daß er den Nerven mit so schwachen Strömen reizte, daß eine Wirkung auf den Muskel in Gestalt einer Kontraktion nicht mehr auftrat und der danach ein beschleunigtes Auftreten der Totenstarre feststellte, müssen wir uns vorstellen, daß nach Eintritt des Todes sich subminimale Reize von dem absterbenden Nervensystem ausgehend, im Nerven fortpflanzen. Diese subminimalen Reize bedingen ein schnelleres Erstarren der von diesen Nerven versorgten Muskeln (*Emil Meirowsky*, Neue Untersuchungen über die Totenstarre der quergestreiften und glatten Muskeln, *Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol.*, Bonn, Bd. 38, S. 64).

Wird nach Eintritt des Todes der Nerv durchschnitten, so erstarrt der Muskel langsamer. Das Erstarren der Muskeln wird demnach durch das fortschreitende Absterben des Zentralnervensystems beeinflußt.

So sehr diese Vorstellung unser Kausalitätsbedürfnis befriedigt, weil sie uns eine Erklärung für die auffällige Tatsache bietet, daß die Muskeln nach dem Schema der von *Nysten* angegebenen Reihenfolge erstarren, so groß sind die Bedenken, die sich gegen diese Vorstellung geltend machen, wenn man erwägt, daß die Reizbarkeit des Rückenmarks so bald nach dem Tode erlischt und daß die Durchschneidung des Rückenmarkes ohne Einfluß auf die Reihenfolge der erstarrenden Muskeln ist (vgl. *Tissot*).

Die Ursache der *Nysten*schen Reihenfolge ist also noch nicht hinlänglich geklärt. Es kann daher nicht wundernehmen, daß man nach anderen Einflüssen auf die Muskeln gefahndet hat.

Je tätiger der Muskel vor dem Tode war, um so schneller wird er erstarren¹⁾.

Nach den Untersuchungen von *Langendorff* und *Gerlach* erstarren die weißen Muskelfasern schneller als die roten. *Lacassagne* nimmt ferner an, daß die Reihenfolge des Eintritts der Totenstarre abhängig sei von der Lage der Leiche. Liegen die Füße hoch, so erstarren die Muskeln der Beine zuerst, wickelt man ein Bein mit einer *Esmarch*schen Binde ein und macht es blutleer, so erstarrt es schneller als das bluthaltige.

Eine wesentliche Bedeutung dürfte der Blutleere aber kaum zukommen. Es liegen hier die Verhältnisse wohl ähnlich wie beim Verblutungstode.

Der Körper erstarrt natürlich in der Lage, in der er sich im Momente des Todes befand²⁾.

Wenn die Glieder in unterstützter Stellung waren, so müssen sie in dieser Stellung erstarren, z. B. die Arme in gewinkelter Stellung, wenn sie bei sitzender Stellung des Individuums im Momente des Todes mit dem Ellenbogen auf den Knien aufruhten. Sinkt später infolge beginnender Muskelerschlaffung der Rumpf nach rechts oder links um, so würde ein Arm mit gewinkelttem Ellenbogen frei in die Luft ragen. Es würde dadurch das Bild der kataleptischen Totenstarre vorgetäuscht werden.

So war es möglicherweise bei dem von mir im vorigen Jahre mitgeteilten Falle von vorgetäuschter kataleptischer Totenstarre (*Dtsch. Zeitschr. f. gerichtl. Med.* 1922).

Ist die Totenstarre vollkommen entwickelt und wird sie durch passive Bewegungen aufgehoben, kehrt sie nicht wieder. War sie aber erst im Entstehen begriffen und wird sie nun durch passive Bewegungen aufgehoben, so kehrt sie wieder, wie schon *Sommer* gezeigt hat (*Kußmaul*, S. 85). Ob es möglich ist, daß die Totenstarre gelöst wird und der Leiche künstlich eine andere Haltung gegeben wird, in der sie aufs neue erstarrt, darüber liegen keine Beobachtungen in der gerichtsarztlichen Literatur vor. Man darf wohl vermuten, daß die neu eintretende

¹⁾ Alle diejenigen Muskeln, die während des Lebens sehr stark tätig waren, und die bis zum letzten Atemzuge arbeiteten, erstarren schnell, z. B. die Kau-muskeln, Augenmuskeln, Kehlkopfmuskeln (vgl. *F. R. Fuchs*, Vergleichende Untersuchungen über die Muskelstarre. *Zeitschr. f. allg. Physiol.* 1904). Andererseits ist schnelles Erstarren auch bei Inanition beobachtet worden.

²⁾ *Nysten* sagt mit Recht, S. 395: „Quelle que soit l'attitude dans laquelle on place le tronc et les membres de l'homme ou d'un animal qui vient d'être privé de la vie, la roideur se développe dans cette attitude.“

Starre keinen sehr hohen Grad erreichen wird. Es wäre nicht ohne Interesse hierüber Versuche anzustellen¹⁾.

Die Dauer der Totenstarre.

Niedere Lufttemperatur (und wie es scheint Alkoholisierung) begünstigen eine längere Dauer der Totenstarre. In einem Falle, in welchem der Tod plötzlich durch Hirnhämorrhagie im Rausche erfolgt war, hat *Liman* die Leichenstarre noch am 4. Tage gesehen; in einem zweiten, in welchem sich der Betrunkene erhängt hatte, noch am 7. Tage; in einem weiteren Falle war bei einem jungen Kellner, der, ganz gesund, nachts von einer Herzapoplexie getroffen und am Morgen tot im Bette gefunden war (im Dezember), noch am 8. Tage der Rigor an den Extremitäten, und bei einem (im April) plötzlich im Rausch an Lungenhyperämie Gestorbenen, die Starre noch am 9. Tage wahrnehmbar.

Die Fälle von *Tarchini Bonfanti*, in denen die Totenstarre noch 4 $\frac{1}{2}$ Tage nach dem Tode beobachtet wurde, und von *Eduard v. Hofmann*, in dem sie nach 8 Tagen noch vorhanden war, bieten deshalb nichts Außergewöhnliches. Wesentlich größeres Interesse bietet ein 1922 von *Walz* mitgeteilter Fall, in dem noch 9 Wochen nach der Auffindung der Leiche an der beerdigten und wieder ausgegrabenen Leiche die Totenstarre in den unteren Gliedmaßen gefunden wurde. Die Leiche war verhältnismäßig wohl erhalten, zeigte zwar Schimmelbildung und Grünfärbung, zum Teil auch Erweichung der Haut, aber keine Gasbildung und Erweichung im Innern. Beide Beine konnten am Oberschenkel frei in die Höhe gehoben werden, ohne daß sofort eine Beugung an den Knien stattfand. Erst ganz allmählich trat eine geringe Beugung ein. Jedoch erst, nachdem die Starrheit in den Muskeln gewaltsam überwunden war, waren beide Knie freibeweglich und schlaff. Auch an den Fingern und Fußgelenken war noch Starrheit wahrzunehmen. Die Eröffnung der Kniegelenke ergab keinerlei pathologischen Befund. Die mikroskopische Untersuchung der Muskulatur des Oberschenkels ergab ausgezeichnete Kernfärbung und Erhaltung der Querstreifung. Nach dem Befund mußte also die Steifigkeit auf Totenstarre bezogen werden.

Bei *Fuchs* finde ich ohne weitere Angaben die Notiz, daß er die Totenstarre noch 4 Monate nach dem Tode bei einem an Lungenphthise gestorbenen Menschen persistieren sah. Unsere Kenntnisse bezüglich der Dauer der Totenstarre sind nach alledem noch sehr der Ergänzung bedürftig.

¹⁾ *Brown-Séguard* und *M. Schiff* sahen, daß die Starre an demselben Tiere (bei einer Temperatur wenig über 0°) 2—3 mal gelöst werden konnte und sich doch wieder herstellte; vgl. dazu auch die Versuche *Brown-Séguards* an Hunden und Kaninchen (*Journ. de la physiol.* 1, 281. 1858).

Das ist ja auch verständlich, da man die Leichen bald nach dem Tode zu beerdigen pflegt. Es würde sehr erwünscht sein, genauere Beobachtungen bei verschiedenen Temperaturen anzustellen. Das kann natürlich nur dort geschehen, wo eine Morgue mit Kühlvorrichtung zur Verfügung steht.

Die Lebensfähigkeit des erstarrten Muskels und der Zeitpunkt des Todes.

Durchströmte *Brown-Séguard* die totenstarrten Muskeln der Hand mit künstlich erwärmtem O-haltigen Blute, so gelang es nach 13 Stunden, die Erregbarkeit der Muskeln wiederherzustellen¹⁾. Nach 24 Stunden gelang die Wiederherstellung nicht mehr. Daß innerhalb 8, 10, 24 Stunden durch Sperrung der Blutzufuhr das betreffende Muskelgebiet schwer geschädigt werden kann, lehren auch die Beobachtungen der Chirurgen in allen Fällen sog. ischämischer Muskelcontractur bei zu fest liegenden Verbänden. An die brettharte Schwellung der Muskeln schließt sich in solchen Fällen eine degenerative Atrophie mit hyaliner Nekrose der Muskelfasern an.

Über den Zeitpunkt des Todes wird sich der Arzt nur mit Vorsicht äußern können, da er je nach dem Einzelfalle mit der Möglichkeit einer kataleptischen Starre bzw. *Rigiditas praecox*, andererseits mit einer sehr flüchtigen, nur bei sorgfältiger Untersuchung wahrnehmbaren oder verzögerten Starre zu rechnen hat.

Die Differentialdiagnose der Totenstarre.

Wir müssen uns nun noch die Frage vorlegen, welche krankhaften Zustände zur Verwechslung mit der Totenstarre Anlaß geben können.

Eine falsche Diagnose kann zu falschem Handeln des Arztes führen und es wird dann die Frage zu erörtern sein, ob ein ärztlicher Kunstfehler vorliegt.

Es dürfte sich im wesentlichen um hysterische Starre (die früheren Autoren sprachen von *Katalepsie*), ferner um Kältestarre, um Asphyxie und Tetanus handeln.

Da der Arzt immer nur in einem bestimmten kurzen Zeitabschnitt den Leichnam sieht, ist es für ihn unmöglich, das allmähliche Fortschreiten der Starre über den ganzen Körper diagnostisch zu verwerten.

Hysterische Contracturen der Glieder pflegen bei gewaltsamer Änderung in ihre frühere Lage zurückzukehren²⁾, im Gegensatz zu totenstarrten Gliedern, die schlaff bleiben, sobald die Starre gewaltsam gelöst wurde. Die Muskeln behalten natürlich ihre Erregbarkeit (vgl. einen Fall bei *Rosenthal*).

¹⁾ Insofern ist die Starre des Muskels kein sicheres Zeichen des eingetretenen Todes.

²⁾ Dieselbe Erscheinung beobachtete allerdings auch *Schlesinger* bei seinen Tetaniefällen, und zwar nach Eintritt des Todes.

Bezüglich der Kältestarre macht *Kußmaul* darauf aufmerksam (S. 83), daß, wenn ein tierischer Körper der Einwirkung des Frostes preisgegeben ist, die Abkühlung von der Peripherie gegen die Mitte hin stattfindet. In derselben Richtung schreitet die Erstarrung fort, welcher das eigentliche Gefrieren erst nachfolgt. Es kann deshalb geschehen, daß die Gliedmaßen einer Person schon erstarrt sind, während das Herz noch schlägt und der individuelle Tod noch nicht erfolgt ist.

Das Gefrorensein einer Leiche¹⁾ wird sich von der Totenstarre dadurch unterscheiden, daß man bei passiven Bewegungen das Knirschen der Eiskristalle im Gewebe fühlt; man hat dies Knirschen nicht unpassend mit dem Zinngeschrei verglichen.

Sommer erwähnt (S. 267) einen Fall von Asphyxie und Kältewirkung bei einer in das Wasser gefallenen Person. Der Unterkiefer war dem Oberkiefer spastisch angepreßt, die Arme waren stark gebeugt mit eingeschlagenen Fingern und Händen, die Muskeln des Knies waren steif, die Lider offen, der Körper kalt. Nachdem der Patient mit Schnee gerieben wurde, kehrte die Respiration wieder, beim Versuch, die Arme zu strecken, kehrte der Arm mit Gewalt in seine frühere Lage zurück, es folgten starke Konvulsionen aller Glieder, schließlich trat Genesung ein. Einen ähnlichen Fall bei einem anscheinend Ertrunkenen, der durch Wiederbelebungsversuche gerettet wurde, erzählt *Longmore*.

Auch der Tetanus kann Schwierigkeiten bereiten, wie *Kußmaul* sagt (S. 85), und zwar besonders, wo der Tod plötzlich mit einer Zuckung und Streckung der Gliedmaßen unmittelbar in die Totenstarre übergeht.

Schließlich könnte auch bei Thrombose oder Embolie der Aorta abdominalis oder der beiden Schenkelarterien — analog dem *Stannius*-schen Versuche — eine Starre der unteren Gliedmaßen eintreten.

Wo immer die Diagnose der Totenstarre unsicher ist, wird der Arzt verpflichtet sein, durch andere unzweifelhafte Zeichen des Todes oder des Lebens die Sachlage zu klären.

Der totenstarre Muskel verkürzt sich.

Schon *Sommer* macht darauf aufmerksam (S. 242), daß die Muskeln mit Eintritt der Starre nicht nur fest werden, sondern daß sie sich auch verkürzen. Der zeitliche Ablauf der Verkürzung bei der spontanen Starre ist von *W. Walker* (Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol., 4. Jahrg., 1871, Beiträge zur Lehre von der Muskelstarre von *Hermann*, S. 182ff.) untersucht worden. Die Versuche ergaben, daß in den ersten Stunden nach dem Ausschneiden der Muskeln durchaus keine Verkürzung der Mus-

¹⁾ Daß bei in totenstarrem Zustande gefrorenen Leichen die Starre das Gefrieren überdauert, d. h. nach dem Auftauen sich noch findet, ist schon von *Brücke* hervorgehoben worden (*E. v. Hofmann*).

keln eintrat, daß dann die Verkürzung innerhalb einiger Stunden, zuerst mit bedeutender, später meist abnehmender Geschwindigkeit sich entwickelte.

Von der physiologischen Kontraktion unterscheidet sich die Totenstarre in klinischer Beziehung dadurch, daß die letztere allmählich eintritt, daß sie ferner nicht alle Fasern auf einmal befällt und durch ihre lange Dauer.

Bewegungen infolge der Muskelkontraktion (die sog. Sommerschen Bewegungen).

Wir müssen uns nun die Frage vorlegen, ob bei der Totenstarre wahrnehmbare Bewegungen auftreten können.

Tourdes hat genaue Beobachtungen am Unterkiefer und ferner am Daumen und Zeigefinger der Hand festgestellt. Er schreibt im Dictionnaire encyclopédique (von *A. Dechambre*, unter dem Artikel: „cadavre“, S. 420 und 421): L'intervalle entre les deux mâchoires, mesuré au moment de la mort, diminue pendant la rigidité; le rapprochement a été de 1 centimètre chez une femme; dans un autre cas, de 8 millimètres. Un morceau de cire¹⁾ ramollie par de la stéarine, a été placé entre les deux mâchoires une heure après la mort; quatre heures après, il était déjà fortement serré, et quand, au bout de 24 heures, on le détacha, il offrait à ses deux faces l'empreinte des dents (morsus mortuorum) à une profondeur de deux millimètres. Le disque de cire chez trois sujets tenait avec une force remarquable, et chez l'un d'eux, 48 heures encore après le décès. Le pouce et l'index étant placés, au moment de la mort, à un centimètre de distance, cet espace s'effaça successivement jusqu'à ce que les doigts, au bout de cinq heures, se touchèrent. Nous n'avons plus aucun doute sur la réalité de ces déplacements que détermine la rigidité cadavérique, en modifiant les dimensions du muscle.

Experimentell ist der Frage *Ed. v. Hojmann* näher getreten, der eben getöteten Tieren teils die Beuger, teils die Strecker an den hinteren Extremitäten durchschnitt. Die Versuche wurden an 3 Hunden und an 4 Kaninchen angestellt; bei zwei Hühnern hatte er ein vollkommen negatives Resultat. Bei einem dritten, etwas älteren Huhn, bei welchem links die Beugesehnen, rechts die Strecksehnen des Tarsus durchschnitten worden waren, zeigte sich eine unbedeutende, doch merkliche Streckung resp. Beugung der Krallen. Ein starkes Kaninchen wurde durch Schläge auf den Kopf getötet, nach dem Tode auf die rechte Seite gelegt und die Beugesehnen des linken und die Strecksehnen des rechten Hinterfußes durchschnitten ($\frac{1}{2}$ 10 Uhr vorm.). Um 10 Uhr bereits Verrückung dieser Extremitäten bemerkbar; um 12 Uhr war der linke Hinterfuß vollkommen gestreckt, und die Fußspitze hatte sich von ihrer ursprünglichen Stellung um 14 cm entfernt. Gleichzeitig hatte der rechte Hinterfuß sich gebeugt, doch war er offenbar an seiner Lokomotion durch das Zusammenstoßen mit der sich streckenden linken hinteren Extremität gehindert worden, und die Entfernung der Fußspitze von ihrer früheren Lage betrug nur 3 cm.

Ein zweites ebenfalls starkes Kaninchen wurde in gleicher Weise behandelt, jedoch links die Strecker und rechts die Beuger durchschnitten. Nach 2 Stunden ausgesprochene Beugung resp. Streckung bemerkbar.

¹⁾ Gleiche Beobachtungen machte *Gierlich's* bei Tieren, denen er eine Korkplatte zwischen die Zähne legte.

Die Spitze des linken Hinterfußes hatte einen Bogen beschrieben, dessen Sehne 5 cm und die des rechten einen solchen, dessen Sehne 10 cm betrug.

Einem zweiten sehr abgemagerten und ebenfalls durch Schläge auf den Kopf getöteten Kaninchen wurden die Beugesehnen beider Hinterfüße durchschnitten. Nach 2 Stunden waren die letzteren sichtlich mehr gestreckt; die Lokomotion betrug jedoch bei der freiliegenden linken Extremität nur 4, bei der anderen nur 3 cm.

Bei allen Tieren konnte eine mit der Totenstarre fortschreitende Anziehung und endlich vollkommene Schließung des Unterkiefers verfolgt werden, aufgenommen bei einer 6 Wochen alten Katze, bei welcher der abstehende Unterkiefer auch nach eingetretener Totenstarre in seiner ursprünglichen Stellung verblieb.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, daß zweifellos infolge des mit der Totenstarre verbundenen Verkürzungsbestrebens der Muskeln Verrückungen der Lage einzelner Teile des Körpers sich einstellen können, zugleich aber auch, daß, damit das Verkürzungsbestreben einen beachtenswerten Lokomotionseffekt habe, gewisse Bedingungen notwendig sind.

Als solche ergeben sich erstens eine kräftige Entwicklung der Muskulatur und zweitens eine Prävalenz der Kraft einer Muskelgruppe über die antagonistische.

Auch *Maschka* hat (3, 354) Bewegungen an den Gliedern gesehen, und zwar beim Menschen zunächst am Unterschenkel, dann aber auch an den Fingern, welche gebeugt und gegen die Hohlhand gepreßt werden, so daß die Hand faustähnlich gebeugt wird; ebenso werden die Vorderarme bedeutend gebeugt, und auch an den unteren Extremitäten kann man nach seinen Angaben eine derartige Beugung im Kniegelenk bemerken, wenn die Leiche zufällig auf einer der Seitenflächen auflag, so zwar, daß die eine oder die andere der Extremitäten frei lag und ihrer Beugung kein Hindernis im Wege stand. Experimentelle Untersuchungen an menschlichen Leichen liegen aber meines Wissens nicht vor.

Über die Lage der Augenlider stellte *Galzowski* (bei *A. Lacassagne*, Archives d'anthropologie criminelle Bd. 9, p. 135 ff., 1894) Beobachtungen in 34 Fällen an; er fand, daß der Schluß oder das Öffnen der Augenlider im Moment des Todes inkonstante Erscheinung ist; es bleiben die Augen dann offen, wenn es sich um einen gewaltsamen Tod, oder um einen langandauernden Todeskampf handelt.

Valude untersuchte 100 Leichen; für gewöhnlich blieben die Augen im Tode offen, geschlossene Augen fanden sich nur in 10% der Fälle; nämlich dann, wenn der Tod im Schlaf erfolgt war, oder wenn die Augen von fremder Hand zugeedrückt waren. Von den 90%, die mit offenen Augen gestorben waren, blieben in den folgenden Tagen 42% in demselben Zustande; bei 46% schlossen sich die Augen allmählich, und zwar 1,5—2 mm in 24 Stunden, so daß sich die Augen am folgenden

und übernächsten Tage fest geschlossen haben können. Ein Öffnen der Augen wurde nie beobachtet¹⁾.

Nach *Chiari* bedingt die allgemeine Lage der Leiche, besonders des Kopfes die passive Senkung der Augenlider nach dem Gesetz der Schwere, es können dann die Lidspalten ziemlich geschlossen sein, während sie bei anderer Lage des Kopfes offen stehen (*Virchow-Hirsch*, Jahresbericht 1877, Bd. 1, S. 484). Schließlich hat *Lacassagne* in Lyon Beobachtungen in einem Krankenhause machen lassen, aus denen sich ergab, daß nur diejenigen Personen, die schlafend starben, immer die Augen geschlossen hielten, $\frac{3}{4}$ der beobachteten Fälle starben mit offenen Augen. *Lacassagne* berichtet über einen gerichtlichen Fall, in dem die Tatsache, daß die Augen im Tode geschlossen waren, gegen die Annahme eines Selbstmordes verwertet wurde. Weitere Beobachtungen über die Lage der Augenlider während und nach Eintritt des Todes liegen nicht vor²⁾.

Das Festhalten von Waffen usw. in der totenstarrten Hand.

Sehr lebhaft hat die Gerichtsärzte die Frage beschäftigt, welche Schlüsse man aus dem Festhalten der Waffe in der Hand ziehen kann.

Casper und *Liman* sahen in dem Festhalten der Waffe ein Zeichen für Selbstmord, dem gegenüber behauptete *Kußmaul* (S. 113 u. 114), „das Festhalten der Waffe beweise nicht Selbstmord. Die Hand einer Leiche, deren Finger man im Stadium der Erschlaffung eine Pistole umfassen machte, müßte sie im Stadium der Erstarrung so fest umschlossen halten, daß es Mühe kosten wird, sie ihr zu entreißen“. Hieraus ergibt sich, sagt *Kußmaul*, wie wenig Bedeutung der Stellung des Abdrucks beim Zeigefinger zuzuschreiben ist, wovon man so viel Aufhebens gemacht hat. *E. v. Hofmann* schließt sich der Ansicht *Caspers* und *Limans* an; er bemerkt, daß er an Leichen, denen man im Innsbrucker Spital regelmäßig nach dem Tode ein kleines Kruzifix in die Hand gab, das letztere auch nach Eintritt der Starre gewöhnlich nur locker und nur in einzelnen Fällen etwas fester gehalten wurde.

Maschka hat zahlreiche Versuche vorgenommen, die darin bestanden, daß er bei Leichen kurz nach dem Tode verschiedenartig gestaltete Werkzeuge bei schlaffen Fingern in die Hand legte, „ich habe“, sagte er, „in mehreren Fällen die schlaffen Finger um das eingelegte Instrument gebeugt und mit einer Schnur in dieser Stellung festgebunden. Nach Eintreten der Totenstarre lag das Instrument stets nur locker zwischen der Hohlhand und den gebeugten Fingern und konnte mit Leichtigkeit herausgenommen werden, ja, fiel sogar von selbst heraus, wenn Bewegungen mit den Armen gemacht wurden.“

Schließlich hat *Lacassagne* 12 Versuche vorgenommen an Leichen in allen Phasen der Erstarrung; der benutzte Revolver wog 350 g. *Lacassagne* kommt

¹⁾ Zu gleichen Resultaten kam *Gazzaniga* (1888). Das Offenstehen des Leichenauges erklärt sich folgendermaßen: „Während der Agonie erschlafft sowohl der *M. levator palpebrae superioris*, wie der *Orbicularis palpebrarum*; eine Senkung des oberen Lides ist jedoch sehr erschwert, da die Hornhautoberfläche infolge mangelnder Tränenabsonderung ihrer normalen Glätte beraubt ist; es bleibt daher in der Regel die Lidspalte halb geöffnet. (Graefe-Saemisch 1920. S. 667.)

²⁾ Über die Totenstarre des Zwerchfells liegen meines Wissens keine gerichtlichen Untersuchungen vor.

zu dem Schluß (Arch. d'anthropol. crim. 9, 152 u. 153. 1894): „Q'un cadavre peut très bien après la mort tenir une arme qui a été placée dans sa main droite. Qu'en état de rigidité complète, cette arme est solidement maintenue et peut ne pas tomber lorsque l'on imprime au membre des secousses assez fortes, que l'on peut même éprouver une certaine difficulté à arracher l'instrument de la main qui l'enserre¹⁾).

Danach wird man nicht für unmöglich halten dürfen, daß die Waffe nach dem Tode in der Hand festgehalten werden kann, und zwar kann das Festhalten beruhen teils auf kataleptischer Totenstarre und teils auf nachträglicher Erstarrung nach vorhergegangener Erschlaffung der Muskeln, insofern deren Finger sich in einer Lage befinden, die das Festhalten der Waffe während der Erstarrung ermöglichte. Ob kataleptische Starre oder die gewöhnliche Totenstarre im Einzelfall vorliegt, ist aus den Umständen des Einzelfalles zu entnehmen.

Die kataleptische Starre kann demnach unter Umständen eine nur scheinbare sein.

3. Die sekundäre Erschlaffung der Muskeln.

Nach Lösung der Totenstarre ist die elektrische, mechanische und chemische Erregbarkeit der Muskeln erloschen. Die letztere Tatsache, die bereits *Kußmaul* bekannt war, ist für das Chloroform, die Trichlor-essigsäure, das Chinin und das Fluornatrium durch *Fürth* und *Lenk* bestätigt worden. Der Muskel hat jetzt nur noch die Fähigkeit, durch Wärme bzw. Hitzeeinwirkung zu erstarren.

Nach den bisherigen chirurgischen Erfahrungen ist der Muskel in diesem Stadium nicht wieder zum Leben zu erwecken.

Indessen beobachtete *Brown-Séguard* Erschlaffung und Wiederherstellung der Starre bei einem Hunde am 23. und 25. Tage nach dem Tode²⁾. *Schiff* konnte beim Hunde bis zum 11., bei einer Katze bis zum Anfange des 12. Tages Bewegungsäußerungen an der Muskulatur wahrnehmen.

Nach den Versuchen von *Mangold* (vgl. *Nagel*, Handb. d. Physiol., Bd. 4) kann die Erregbarkeit nicht nur den Eintritt der Starre, sondern auch die Lösung stundenlang überdauern, wenn die Muskeln in physiologische Kochsalzlösung eingelegt werden; ebenso können Muskeln, die völlig starr geworden sind, durch Einlegen in physiologische Kochsalzlösung wieder erregbar gemacht werden. Möglicherweise beruhen diese Erscheinungen darauf, daß die Muskelfasern nicht alle zu gleicher Zeit absterben. Es ist sehr wohl denkbar, daß einzelne Fasern noch

¹⁾ Ich selbst sah einen infolge Hämoptyse gestorbenen Mann, dem nach Eintritt der Starre eine ca. 1/2-Literflasche in die totenstarre Hand gelegt worden war. Die Flasche wurde so fest gehalten, daß es Mühe kostete, sie aus der Hand zu entfernen.

²⁾ *Brown-Séguard*, Cpt. rend. 94, 491. 1882.

reaktionsfähig sind, während bei anderen die Reaktionsfähigkeit zu derselben Zeit bereits erloschen ist.

Mit der Fäulnis hat die Lösung der Starre nichts zu tun, wie insbesondere *Tissot* nachgewiesen hat.

Eine Katze, die sich seit dem 10. V. im Hungerzustande befand, stirbt am 25. VI. Die Starre tritt 1 Stunde nach dem Tode auf und ist am 26. VI., 5 Uhr abends, beendet. Am 29. VI., 6 Uhr abends, finden sich die ersten Mikroben in den Muskeln, also 3 Tage nach dem Aufhören der Starre.

Ein Hund hungert seit dem 14. V. und wird am 21. VI., 10 Uhr früh, getötet; die Starre ist unmittelbar folgend und weicht abends gegen 6 Uhr; am 25. VI. 5 Uhr abends, befinden sich die ersten Bakterien in den Muskeln, also nach 4 Tagen.

Bewegungen der Glieder werden in diesem Stadium nur insofern eintreten können, als sich bei der Erschlaffung der Muskeln die Wirkung der Schwerkraft geltend machen kann. Der Unterkiefer wird herabsinken und infolgedessen den Mund öffnen können; der gebeugte Arm wird sich strecken, der Rumpf eines Sitzenden nach vorn oder hinten oder seitlich umsinken können.

Unter Umständen kann die Frage zu beantworten sein, ob die Totenstarre noch nicht eingetreten ist, oder ob sie bereits gelöst ist. Hierher gehört der von *Schreiber* (*Zeitschr. f. Staatsarzneikunde*, 53. 1847) berichtete Fall:

Am 5. VII. mittags war ein 18—19jähriger Mann durch Schläge mit einem schweren Steine auf den Kopf getötet worden. Am 6. VII. wurde die Leiche in der Werra unweit Wendershausen von vorüberfahrenden Schiffern gesehen. Sie befand sich mit den Beinen im Wasser in sitzender Stellung, den Rücken an das Ufer gelehnt. Am 7. VII. wurde die Leiche geborgen, am 8. VII. obduziert.

Der Körper war nicht leichenstarr. Dieser Umstand gab zu der oben gestellten Frage Anlaß.

In einem solchen Falle ist es unerlässlich, diejenigen Personen, die die Leiche geborgen haben, darüber zu hören, ob Bewegungen der Gliedmaßen vorgenommen wurden, durch die die Starre gelöst werden konnte. Da die Leiche 3 Tage der sommerlichen Wärme ausgesetzt war, müssen wir außerdem damit rechnen, daß die Starre beim Auffinden möglicherweise schon gelöst war; auch durch Prüfung der chemischen Erregbarkeit der Muskeln könnte die Sachlage eventuell geklärt werden.

Nicht unerwähnt will ich schließlich lassen, daß in einem von mir beobachteten Falle Totenstarre an einer grünfaulen, bekleideten Leiche irrtümlich angenommen worden war. Die Grünfäulnis war erkennbar, sobald die Leiche entkleidet war. Die Glieder waren durch Gasbildung aufgetrieben und dadurch die Beweglichkeit der Gelenke behindert und die Totenstarre vorgetäuscht worden.

Ich bin damit an den Schluß meiner Ausführungen gekommen. Blicken wir noch einmal zurück, so ergibt sich, daß eine außerordentlich große Zahl von Beobachtungen auf dem Gebiete der Absterbeerschei-

nungen der quergestreiften Muskulatur niedergelegt ist. Trotzdem sind unsere Kenntnisse noch in vieler Beziehung lückenhaft. Es war mein Bestreben, gerade auf *die* Stellen hinzuweisen, an denen eine Erweiterung und Vertiefung unserer Kenntnisse auf gerichtsärztlichem Gebiete not tut.

Auf die im Muskel sich abspielenden biologisch-chemischen Prozesse einzugehen, war nicht meine Aufgabe. Sie gehören nicht vor das Forum des Gerichtsarztes. Hier beginnt die Arbeit des Physiologen.

Wenn ich die Ergebnisse der vorstehenden Untersuchung kurz zusammenfasse, komme ich zu folgenden Schlußsätzen:

1. Aus dem Vorhandensein oder Fehlen der elektrischen, mechanischen und chemischen Muskeleerregbarkeit nach Eintritt des Todes kann nach unseren jetzigen Kenntnissen kein Schluß auf den Zeitpunkt des Todes gezogen werden.

2. Spontane Bewegungen sind nach Eintritt des Todes im Stadium der primären Muskelerschlaffung nur bei Cholera- und Gelbfieberleichen beobachtet worden; im Stadium der Erstarrung wurden vorzugsweise Bewegungen an dem Unterkiefer, den Fingern und an den Augenlidern beobachtet; gelegentlich auch an den Gliedmaßen (sog. *Sommersche* Bewegungen); im Stadium der sekundären Muskelerschlaffung kommen Bewegungen nur unter dem Einfluß der Schwerkraft zustande.

3. Die primäre Erschlaffung der Muskeln fehlt bei der sog. kataleptischen Totenstarre. Ein völliges Fehlen der Totenstarre wird nur an fettig oder fibrös entarteten oder an zermalmten Muskeln beobachtet.

4. Der Zeitpunkt des Eintritts der Totenstarre und die Dauer der Starre sind abhängig von der mehr oder minder kräftigen Entwicklung der Muskulatur, von der Todesart und von der umgebenden Temperatur. Bei niedriger Außentemperatur kann die Totenstarre monatelang (bisher 2–4 Monate beobachtet) erhalten bleiben.

5. Das Festhalten einer Waffe in der Hand kann sowohl durch kataleptische Totenstarre wie durch die gewöhnliche Totenstarre bedingt sein. Die Unterscheidung beider Arten von Starre ist nach den Begleitumständen des Einzelfalles zu treffen.

6. Die Lösung der Starre erfolgt unabhängig von der Fäulnis.

Literatur.

Aust, G., Zur Frage über den Einfluß des Nervensystems auf die Totenstarre. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **39**, 241. 1886. — *Brown-Séguard*, Tremblement des cholériques après la mort. Cpt. rend. des séances de la soc. de biol. 1849, S. 81. — *Brown, E. Séguard*, Limites de la possibilité du retour spontané de la rigidité cadavérique après qu'on la fait disparaître par l'élongation des muscles. Journ. de la physiol. **1**, 281. 1858. — *Bruch, Carel. Lud.*, Nonnulla de rigore mortis. Dissert.

Meguntiae 1845. — *Beck, O.*, Zur Ätiologie der ischämischen Muskelcontractur. Klin. Wochenschr. **1**, Nr. 21, S. 1049. 1922. — *Chiari, H.*, Die Leichenerscheinungen und die Leichenbeschau. Dittrich, Handbuch der ärztlichen Sachverständigentätigkeit. Bd. II. — *Dittrich, Gerlach* und *Herz*, Anatomische Beobachtungen und physiologische Versuche an den Leichen von zwei Hingerichteten. Vierteljahrsschr. f. prakt. Heilk. **3**, 65ff. 1851. — *Du Bois-Reymond, E.*, Über angeblich saure Reaktion des Muskelfleisches. Gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysik. Leipzig: Veit u. Comp. 1877. Bd. 2. S. 3. — *Dujardin-Beaumont* und *Evrard*, Note historique et physiologique sur le supplice de la guillotine. Ann. d'hygiène publique et de méd. légale **34**, 156. 1870. — *Bruecke, Ernst*, Über die Ursache der Totenstarre. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin, in Verbindung mit mehreren Gelehrten herausgegeben von Dr. Johannes Müller. 1842. S. 185. — *Brühner*, Abhandlung von der Ungewißheit der Kennzeichen des Todes. Leipzig und Kopenhagen 1754. — *Casper, Johann Ludwig*, Praktisches Handbuch der gerichtlichen Medizin. 6. Aufl. 2. Band. Berlin 1876. Verlag A. Hirschwald, 2. Kapitel: „Zeit des Todes.“ § 12: „Leichenstarre“. S. 29. — *Dechambre, A.*, Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales Paris, G. Masson, Librairie de l'academie de médecine 1875. Artikel „Mort.“ (Médecine légale.) S. 644. — *Diell*, Klinische Vorträge über die Cholera. Wien. med. Wochenschr. **5**, 355. 1855. — *Drasche*, Bibliothek der gesamten Medizinischen Wissenschaft. 1899. S. 544. Leichenerscheinungen von J. Kratter. — *Eiselsberg, Anton v.*, Zur Lehre von der Totenstarre. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 1881. — *Eppinger*, Vierteljahrsschr. f. d. prakt. Heilkunde **1**, 8 u. 9. 1875. — *Fürth, Otto v.* und *Emil Lenk*, Bedeutung der Quellungs- und Entquellungs Vorgänge auf die Totenstarre. 5. Ist die Totenstarre durch einen Quellungs Vorgang und ihre Lösung durch Entquellung bedingt? Biochem. Zeitschr.: Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie. Verlag von J. Springer, Berlin 1911. S. 373. — *Fuchs, Adolph*, Recherches sur l'apparition et le développement de la rigidité cadavérique. Inaug.-Diss. Bern 1865. — *Funke, Otto*, Lehrbuch der Physiologie. Leopold Voss, Leipzig 1855. — *Fraenkel, Eug., M. Simmonds* und *G. Deycke*, Cholera-Leichenfunde. Jahrbücher der Hamburgischen Staatskrankenanstalten. Herausgegeben von den Ärzten dieser Anstalten unter Redaktion von Prof. Dr. Th. Rumpf. Bd. 3. 1891/92. Verlag v. Leopold Voss, Hamburg und Leipzig 1894. S. 154. — *Gazzaniga*, S'ul movimento delle palpebre dopo la morte. Ann. di ottalmol. **17**, 206. 1888. — *Gierlichs*, Untersuchungen über die Totenstarre. Med. Korrespbl. rhein. u. westf. Ärzte. Hrsgegeb. von Fr. Nasse. S. 289. — *Gross, Wilhelm*, Über den Einfluß des Nervensystems auf die Säuerung des Muskels nach dem Tode. Inaug.-Diss. Breslau 1888. S. 8. — *Güntz, Eduard Wilhelm*, Der Leichnam des Menschen in seinen physischen Verwandlungen, nach Beobachtungen und Versuchen. Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1827. — *Herzen, A.*, L'irritabilité musculaire et la rigidité cadavérique. La semaine médicale 1886, S. 475—477. — *Hofmann, E. v.*, Mord und Stichwunden, Bestimmungen der Todeszeit. Fakultätsgutachten. Wien. klin. Wochenschr. **7**, Nr. 5, S. 79. 1894. — *Hofmann, E. v.*, Die forensisch wichtigsten Leichenerscheinungen. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. u. öff. Sanitätsw., Neue Folge, **24**, 256 u. 257. 1876. — *Hoppe-Seyler*, Physiologische Chemie. Hirschwald, Berlin 1881. — *Humboldt, Friedrich Alexander v.*, Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfasern nebst Vermutungen über den chemischen Prozeß des Lebens in der Tier- und Pflanzenwelt. 2. Band. Decker, Posen und H. A. Rottmann, Berlin 1797. — *Lermoyez et Jean-selme*, Études sur la contractilité post mortem et sur l'action de certains muscles. Arch. de physiol. norm. et pathol. 1885. — *Kölliker, A.*, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. 1851, S. 45. — *Kühne, W.*, Lehrbuch der physiologischen Chemie. W. Engel-

mann, Leipzig 1868. — *Krause, Ernestus*, De rigore mortis in genere, ac de rigore in musculis laevibus obvis in specie. Inaug.-Diss. Dorpat 1853. — *Kußmaul*, Über die Totenstarre und die ihr verwandten Zustände von Muskelstarre, mit besonderer Rücksicht auf die Staatsarzneikunde. Prager Vierteljahrsschr. **50**, 113. 1856. — *Larcher, J. F.*, Études Physiologique et Médicales sur quelques lois de l'organisme avec applications à la médecine légale. P. Asselin, Paris 1868. — *Lacassagne*, Assassinat ou suicide; Rigidité et spasmes cadavériques; Une accusation de parricide en Savoie; Le revolver dans la main du cadavre: assassinat ou suicide? Rigidité et spasme cadavérique etc. Arch. d'anthropol. crim. **9**, 135ff. 1894. — *Lacassagne* et *Martin Etienne*, Sur les courses et les variations de la rigidité cadavérique. Arch. d'anthropol. crim. **14**, 295. 1899. — *Landois-Rosemann*, Lehrbuch der Physiologie. 1919. S. 496. — *Leriche, R.* et *A. Policard*, Documents concernant les altérations ischémiques des muscles chez l'homme. Cpt. rend. des séances de la soc. de biol. **83**, Nr. 12, S. 415—417. 1920. — *Mazellier, Fernand*, Du spasme cadavérique. Thèse de Lyon. 1897. — *Martin, Etienne*, Decubitus et rigidité cadavérique. Thèse de Lyon 1899. — *Müller*, Sur les signes de la mort fournis par l'appareil de la vision. Thèse de Strasbourg 1870. — *Meirowsky, Emil*, Neue Untersuchungen über die Totenstarre. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **48**, 79 u. 80. 1899. — *Nagel, W.*, Handbuch der Physiologie des Menschen. Band IV. S. 462. Fr. Vieweg, Braunschweig 1909. — *Neudörfer*, Die Fortdauer des Lebensausdruckes im Tode, mit Rücksicht auf die auf Schlachtfeldern gemachten Beobachtungen. Wien. med. Presse **11**, 164. 1870. — *Nicolai, A.*, Über die Leichen- oder Totenstarre in gerichtlich-medizinischer Beziehung. Rusts Magazin der Heilkunde **34**. 1831. Neue Folge **10**. — *Nysten*, Recherches de physiologie et de chimie pathologiques. Paris 1811. — *Onimus*, Modifications de l'excitabilité des nerfs et des muscles après la mort. Journ. de l'anat. et de la physiol. norm. et pathol. 1880, S. 629ff. — *Orfila, M.*, Vorlesungen über gerichtliche Medizin. 2. Band. 24. Vorlesung. Brockhaus, Leipzig 1829. S. 198 bis 199. — *Paltauf, Arnold*, Über die Beziehungen des Zeitpunktes des Eintrittes der Totenstarre zu verschiedenen Giften. Wien. med. Wochenschr. **42**, Nr. 14. 1892. — *Robin, Ch.*, Observations anatomiques et physiologiques faites sur des suppliciés par décollation. Journ. de l'anat. et de la physiol. norm. et pathol. **6**, 69ff. 1869. — *Rosenthal, M.*, Untersuchungen und Beobachtungen über das Absterben der Muskeln und den Scheintod. Med. Jahrb., herausgeb. von der k. k. Gesellschaft der Ärzte; redigiert von S. Stricker. Broumüller, Wien 1872. — *Schiff, Moritz*, Gesammelte Beiträge zur Physiologie. Lausanne 1894. — *Schreiber*, Adolf Henkes Zeitschr. f. d. Staatsarzneik. **53**, 379—391. 1847. — *Simmonds, M.* Choleraleichenbefunde. Aus dem Alten allgemeinen Krankenhaus in Hamburg. Mitteilungen zur Cholera. Dtsch. med. Wochenschr. **18**, 1173. 1892. — *Sommer, Andreas Gärtner*, Dissertationis de signis, mortem hominis absolutam ante putredinis accessum indicantibus particula prior et posterior. Hauniae 1833. — *Tamasia, A.*, Dell'influenza del sistema nervoso sull'irrigidimento cadaverico. Riv. sperim. di freniatr., arch. ital. per le malatt. nerv. e ment. 1882. — *Tarchini-Bonfanti*, Cas remarquables de putrefaction retardée et de persistance de rigidité cadavériques. Ann. d'hyg. publ. et de méd. légale 1876, S. 307—311. — *Tissot, J.*, Recherches sur l'excitabilité des Muscles rigides et sur les causes de la disparition de la rigidité cadavérique. Cpt. rend. de l'Acad. des sc. **119**, 242. 1894. — *Tissot*, Etudes des phénomènes de survie dous les muscles après la mort générale. Ann. des sciences naturelles, zoologie et paléontologie publiées sous la direction de M. A. Milve-Edwards. Tome premier. Paris 1896. — *Tourdès*, Artikel „Cadavre“. Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales, herausgeb. v. A. Dechambre. Masson, Paris 1869. S. 415. — *Valude*, De l'occlusion spontanée des paupières.

Ann. d'hyg. publ. et de méd. légale **17**, 168. 1887. — *Villermé*, Sur un nouveau signe de la mort. Ann. d'hyg. publ. **4**, Soz. part., 420. 1830. — *Vogel, R.*, Untersuchungen über Muskelkraft. Arch. f. klin. Med. **72**, 291ff. 1902. — *Walker, E.*, Kleine Beiträge zur Lehre von der Muskelstarre. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **4**. 1871. — *Walz, Karl*, Zur Verwertung der Totenstarre als Todeszeitbestimmung. Monatsschr. f. d. ges. gerichtl. Med. 1922. — *Winslows*, Thèse sur l'incertitude des Epreuves chirurgiques pour constater la mort. Enthalten in M. Louis' Lettres sur la certitudes des signes de la mort. Paris 1752, S. 300—350. — *Young, Archibald*, Ischaemic contractions of forearm after fracture of bothe bones of the forearm; treatment by manipulation and splinting. (Schienuug und redressierende Maßnahmen.) Clin. journ. 1921, Nr. 1338, S. 129—134. — *Zsakó, Stefan*, Münch. med. Wochenschr. 1916, Nr. 3, S. 82.
