

(Aus dem Gerichtsmedizinischen Institut der Hamburgischen Universität bzw.
dem Pathologisch-anatomischen Institut des Hafenkrankenhauses. — Prosektor:
Dr. Brack.)

Zur Frage der Vitalreaktionen an Leichen.

Von
Dr. K. Ritter,
Assistent am Institut.

Von den Erscheinungen, die nach dem Tode an der Leiche eintreten, sind bisher die Pupillenveränderungen wenig erforscht worden, obwohl man gerade an diesen Organen durch geringe Hilfsmittel interessante Beobachtungen über den Ablauf der Totenstarre der glatten Irismuskulatur und eine chemische Beeinflußbarkeit des Eintretens und des Verlaufes der Totenstarre bzw. über rein vitale Vorgänge nach dem Tode machen kann. Es sind gerichtsmedizinisch wertvolle Feststellungen über den Zeitpunkt des Absterbens einzelner Organe gemacht worden.

So sind Flimmerbewegungen und lebende Spermatozoen noch viele Stunden, ja tagelang nach dem Tode an der Leiche beobachtet worden. Es wird ferner von der Reizbarkeit der glatten Muskulatur der Haut, von dem Entstehen einer Gänsehaut nach dem klinischen Tode berichtet. (Wir haben Leichen kurz nach dem Tode mit Kälte durch aussströmende Kohlensäure bestrahlt, und zwar mit verschiedenen Kältegraden, haben aber ein sicheres Auftreten von Gänsehaut nicht sehen können.) Es sind weiterhin Elektrokardiogramme noch längere Zeit nach dem Tode an Leichen aufgenommen und eine elektromuskuläre Reizbarkeit von *Eppinger* noch 2—6 Stunden nach dem Tode nachgewiesen worden.

Alle diese Beobachtungen lassen erkennen, daß ein Sistieren des Lebens im menschlichen Körper nicht gleichmäßig den ganzen Körper betrifft und nicht schlagartig einsetzt; außerdem lassen sie aber interessante Rückschlüsse auf die seit dem klinischen Tode verstrichene Zeit zu, was für manchen gerichtsmedizinischen Fall von Bedeutung sein dürfte. Wie eingangs gesagt, sind die Pupillen besonders dazu angetan, wertvolle Aufschlüsse in diesem Sinne zu geben.

Es ist eine auch Laien bekannte Tatsache, daß die Pupillen beim Eintritt des Todes weit werden; die Deformierbarkeit der Pupillen bei Druck auf den Bulbus wird als Zeichen des erfolgten Todes gewertet.

Weniger verbreitet sind jedoch die Erfahrungen über die Wandlungen der Pupillenweite nach dem Tode durch eintretende Totenstarre der Iris-muskulatur oder durch Eintrocknung des Bulbus oder gar Reaktionen der Leichenpupillen auf Miotica und Mydriaca.

Placzek hat als einer der ersten Untersuchungen am tierischen und menschlichen Auge über die Zeit des Eintrittes, über Dauer und Grad der spontanen Pupillenveränderungen angestellt. Die Ergebnisse seiner Beobachtungen lassen sich dahin zusammenfassen, daß nach erfolgtem Tode die Pupillen sich infolge der Totenstarre der Iris-muskulatur verengern. Die Verengerung der menschlichen Pupille beginnt nach *Placzek* spät, etwa 10 Stunden nach dem Tode, erreicht ihren Höhepunkt nach etwa 24 Stunden, und spätestens nach 48 Stunden ist eine Endstellung der Pupille eingetreten. Einen Einfluß der den Tod verursachten Krankheiten auf den Ablauf dieses Phänomens hat *Placzek* nicht gefunden. Auch Vergiftungen mit pupillenverändernden Mitteln sollen keine von der Norm abweichenden Veränderungen nach sich ziehen. (Ich darf hier einfügen, daß auch ich Gelegenheit hatte, einen Fall von Cocainvergiftung zu beobachten. Die post-mortalen Pupillenveränderungen unterscheiden sich in keiner Weise von denen nichtvergifteter Leichen; auch war die Pupille nach dem Tode keinesfalls lange Zeit auffallend weit.) Diese Befunde *Placzeks* wurden von anderen Autoren nur zum Teil bestätigt. Lediglich im Tierversuch entsprechen die Untersuchungen *Placzeks* den später von anderen Autoren am menschlichen Auge erhobenen Befunden, d. h. die von *Placzek* nur im Tierversuch beobachtete sofort nach dem Tode einsetzende Pupillenstarre verläuft in gleicher Weise auch beim Menschen. Nach *Albrandt* soll der Pupillenverengerung noch eine kurze Zeit dauernde Erweiterung sofort nach dem Tode vorausgehen. Diese Beobachtung sowie die von *Placzek* gemachte Feststellung einer beginnenden Verengerung erst 10 Stunden nach dem Tode wird von *Willer* nicht bestätigt. *Willer* sah den Beginn der Verengerung sofort, mindestens aber in den ersten 2 Stunden nach dem Tode eintreten. Im übrigen decken sich seine Angaben mit denen *Placzeks*.

Die von *Bohne* auf der 9. Tagung der Deutschen Gesellschaft für gerichtliche Medizin 1913 gemachten Mitteilungen haben bisher keine Anerkennung gefunden. *Bohne* fand, daß sich Pupillen geschlossener Augen weniger schnell verengern als solche geöffneter Augen und erklärt dieses durch Eintrocknungserscheinungen des Auges. Auch wir konnten keinen nennenswerten Unterschied der Pupillenweite bei im Sinne *Bohnes* behandelten Augen feststellen. *Straßmann* betont in seinem Lehrbuch der gerichtlichen Medizin, daß eine Schrumpfung des Augapfels erst dann eintritt, wenn sonstige ausgedehnte Veränderungen nachweisbar sind. Ein Schwund der reichlich die Iris umspülenden Flüssigkeit wäre zu solchen Eintrocknungserscheinungen erforderlich, ein Vorgang, der längere Zeit in Anspruch nehmen, jedenfalls erst nach Ablauf der durch Totenstarre bedingten Pupillenveränderungen eintreten dürfte.

Der Verlauf der spontanen Pupillenveränderungen nach dem Tode ist also etwa folgender: Die in der Agonie erweiterte Pupille beginnt sich nach *Placzek* 10 Stunden nach dem Tode stetig wieder zu verengern infolge der eintretenden Totenstarre der Iris-muskulatur. Die Verengerung schreitet fort und erreicht nach 6—24 Stunden ihren Höhepunkt; die Totenstarre löst sich dann wieder, es kommt zu einer Erweiterung, und in dieser Endstellung verharrt die Pupille, bis durch völlige Austrocknung des Bulbus oder durch Fäulniserscheinungen Deformierungen ein-

treten. Die hypothetische Erklärung dieses Phänomens geht nach *Placzek* dahin, daß eine Erschlaffung des Erweiterers schon einsetzt, während der Sphincter seinen Tonus noch längere Zeit beibehält und so eine Verengerung der Pupille bewirkt. Danach müßte der Kontraktionszustand des Dilatator bis zu dem Augenblicke anhalten, der die erste meßbare Verengerung der Pupille erkennen läßt, also bis 10 Stunden post mortem. *Willer* hebt als einen Hauptpunkt seiner Untersuchungen hervor, daß die postmortale Pupillenverengerung schon kurze Zeit post mortem, etwa nach 1—2 Stunden, einsetze. Wir konnten an unseren Leichen in dieser kurzen Zeit keine bereits meßbaren Veränderungen feststellen. Dabei muß ich betonen, daß wir allerdings auch nur in etwa 20% der Fälle Gelegenheit hatten, sofort post mortem mit den Messungen zu beginnen, während alle übrigen Fälle erst längere Zeit nach dem Tode eingeliefert wurden. Wir sahen die ersten deutlichen Veränderungen 7—8 Stunden post mortem, sowohl bei den Leichen, deren Pupillen wir sofort nach dem Tode zu messen Gelegenheit hatten, als auch bei denen, deren Todestunde uns zwar bekannt war, die sich aber in der ersten Zeit nach dem Tode unseren Beobachtungen entzogen. Es müßte also — *Placzeks* Hypothese zugrunde gelegt — der Tonus des Dilatator 7—8 Stunden post mortem schwinden, während der Tonus des Sphincter noch längere Zeit anhält. Es erscheint mir sehr fraglich, ob man eine solche Differenz in der Dauer der Totenstarre in, wie *Willer* betont, „während des Lebens in feinem antagonistischem Gegenspiel arbeitenden Muskeln“ annehmen darf. Mir scheint vielmehr eine simplichere Erklärung mehr berechtigt, daß nämlich der viel kräftigere Ringmuskel bei den durch die Totenstarre bewirkten Kontraktionen die Oberhand behält über die bei weitem zarteren Fasern des Dilatator, wie ja auch alle Gifte, die den Parasympathicus, also den Sphincter angreifen, größere Effekte erzielen als solche im entgegengesetzten Sinne am Sympathicus wirksamen. Daraus muß eine postmortale Verengerung der Pupille resultieren. Die agonale Erweiterung der Pupille ist wohl ebenso wie die weiten Pupillen bei Kollapszuständen zentral bedingt.

Die erste wahrnehmbare Verengerung der Pupille war also meist 7—8 Stunden nach dem Tode der in der Kälte aufbewahrten Leichen festzustellen. Ich habe oben erwähnt, daß ich in etwa 20% der Fälle Gelegenheit hatte, mit meinen Messungen sofort nach dem Tode zu beginnen; aber auch bei diesen Leichen habe ich in den ersten 7—8 dem Tod folgenden Stunden in weitaus den meisten Fällen keinerlei Veränderungen an den Pupillen bemerkt. Die Verengerung geht nur sehr langsam vor sich. Sie betrifft gleichmäßig beide Augen; nur in ganz vereinzelten Fällen tritt eine geringe Pupillendifferenz auf. Ich habe einen solchen Fall unter 150 Leichen gesehen. Der Unterschied in der Pupillenweite betrug in diesem Falle 0,5 mm. Nach weiteren 10 bis

15 Stunden hat das Sehloch eine kleinste Weite mit etwa 2—3 mm erreicht. Dieser Zustand hält einige Zeit bis etwa 20 Stunden an; es folgt dann eine geringgradige Erweiterung von durchschnittlich 1— $1\frac{1}{2}$ mm, und in dieser Endstellung von 3,5—4,5 mm verharrt die Pupille, bis eine Deformierung durch Eintrocknung des Bulbus oder durch Fäulnis eintritt.

Das Hauptaugenmerk bei meinen Untersuchungen habe ich auf eine Beeinflußbarkeit des Ablaufes der Totenstarre der Irismuskulatur durch lokale, postmortale Applikationen von Giften gerichtet. Ich habe an etwa 150 Leichen Beobachtungen über Veränderungen der Pupillen nach postmortaler Einträufelung von Atropin, Eserin, Cocain und Adrenalin angestellt. Dabei zeigt sich, daß in fast allen Fällen die Pupillen auf diese Gifte auch Stunden nach dem Tode noch im Sinne der für sie während des Lebens spezifischen Wirkung reagieren.

Marschall gibt eine Reaktionsfähigkeit der Pupille in den ersten 4 Stunden post mortem auf Atropin, in den ersten 2 Stunden auf Eserin an.

Meist habe ich ein Auge mit Atropin, das zweite Auge derselben Leiche mit Eserin behandelt, um die Differenz recht eklatant zu machen. Die Unterschiede in der Pupillenweite waren am augenscheinlichsten, wenn die Einträufelung sofort nach dem Tode vorgenommen war. Es stellte sich dann nach Ablauf von etwa 20 Minuten eine Pupillendifferenz von 5—6 mm heraus. Die mit Atropin behandelten Pupillen hatten sich in diesen Fällen noch bis zu 2 mm erweitert, während bei den mit Eserin behandelten Pupillen eine Verengerung von 3—4 mm eingetreten war. Wurden die Gifte jedoch erst einige Stunden nach dem Tode appliziert, so trat der Unterschied in der Pupillenweite weit weniger deutlich hervor. Die Möglichkeit, die Pupillen postmortal durch Gifte zu verändern, bestand jedoch noch lange Zeit nach dem Tode fort. Selbst wenn die Pupillen durch die Irisstarre bereits spontan verengert waren, ja, wenn der Höchstwert der Verengerung bereits überschritten war und wieder eine Erweiterung einsetzte, gelang es noch, eine zwar geringe, aber doch deutlich nachweisbare Pupillenerweiterung durch Atropin auszulösen. Die Pupillenpharmacata, besonders Atropin und Eserin in 1 proz. Lösung, bewirken also noch viele Stunden post mortem die für sie während des Lebens spezifischen Veränderungen, d. h. durch Atropineinträufelung erzielt man eine deutliche, nachgewiesenermaßen 2 mm über die Pupillenweite bei der Applikation hinausgehende Erweiterung, das Atropin hemmt nicht nur, wie *Willer* meint, den Ablauf der Totenstarre. Ein Unterschied in der Pupillenweite wurde teilweise noch 20 Stunden post mortem nachgewiesen.

Ist das Gift sofort nach dem Tode eingeträufelt, und ist durch diesen Umstand der Unterschied in der Pupillenweite sehr groß geworden, so kann man noch lange, noch nach 24 Stunden und mehr, eine Pupillen-

differenz nachweisen. Ist der Pupillenunterschied jedoch infolge späten, also mehrere Stunden nach dem Tode erfolgten Einträufelns klein, dann wird er sich schnell wieder ausgleichen, und die Pupillen sind nach kurzer Zeit wieder gleich weit. Die Verengerung durch Eserin (1 proz.) erreicht ihren höchsten Wert mit etwa 4 mm, während durch Atropin die Pupillen um höchstens 2 mm erweitert werden. Die Vergleiche beziehen sich auf die Weite der Pupillen bei der Einträufelung. Die ersten Veränderungen waren schon nach etwa 10 Minuten abzulesen. Nach 15—20 Minuten waren die Höchstwerte bereits erreicht. Auffallend war weiterhin, daß in manchen Fällen der Unterschied sich bald wieder ausglich. Übersieht man die große Zahl der Fälle, so fällt dabei auf, daß bei allen künstlich veränderten Pupillen nach etwa 2—4 Stunden die ersten rückläufigen Veränderungen begannen. In den meisten Fällen konnte an der durch Eserin ausgelösten Pupillenverengerung früher eine rückläufige Veränderung festgestellt werden, als die gleichzeitig mit Atropin behandelte Pupille eine Tendenz zur Verengerung zeigte. Der zeitliche Unterschied belief sich auf $\frac{1}{2}$ —1 Stunde.

Da Atropin nur auf die Nervenendapparate wirkt, ist *Willer* geneigt, zur Erklärung dieses Phänomens, das er an 2 Leichen beobachtete, folgende Hypothese heranzuziehen: Nach Untersuchungen *Eiselsbergs* und *Bierfreunds* soll dem Nervensystem ein beschleunigender Einfluß auf den Ablauf der Totenstarre zu kommen. Die beiden Autoren durchschnitten den Nervus ischiadicus und stellten fest, daß auf der verletzten Seite die Totenstarre später einsetzte als auf der nichtbehandelten. Diese Befunde überträgt *Willer* zur Erklärung seiner Pupillenbefunde auf das menschliche Auge und ist geneigt anzunehmen, daß durch Atropineinträufelung der die Irisstarre beschleunigende Parasympathicus in seinen Endapparaten gelähmt wird, und dadurch sich die Totenstarre verzögere.

Damit wäre aber keine nach der Einträufelung von Atropin einsetzende Erweiterung, wie wir sie gefunden haben, erklärt. Nach *Willers* Hypothese dürften die Pupillen keine die bei der ersten Messung gefundenen Werte übertreffende Weite annehmen. Wir haben ferner auch bei einigen Leichen sofort nach dem Tode den Nervus ischiadicus durchschnitten, jedoch ohne einen Beginn oder Ablauf der Totenstarre beeindruckenden Unterschied in den Beinen festgestellt zu haben. Die Totenstarre setzte an beiden Beinen zu genau dem gleichen Zeitpunkt ein.

Man könnte weiterhin noch eine rein chemische Wirkung des Atropins annehmen, etwa in dem Sinne, daß es die Bildung von Milchsäure, die ja zur Totenstarre erforderlich ist, verhindert oder zum mindestens verzögert. Die Richtigkeit dieser Annahme verliert aber sehr an Wahrscheinlichkeit, wenn man bedenkt, daß dann dem Eserin ein fördernder Einfluß auf die Milchsäurebildung zukommen müsse und so jedes Gift im Sinne der für dieses Gift während des Lebens spezifischen Wirkung die Entstehung von Milchsäure beeinflussen müßte.

Der Umstand, daß eine deutliche Erweiterung der Pupille nach post-

mortalen, lokaler Applikation von Atropin einsetzt, auch wenn sich die Pupille schon in der Phase der postmortalen, spontanen Kontraktion befindet, gibt der Annahme Berechtigung, daß es sich hierbei um eine noch vitale Reaktion auf die eingeträufelten Gifte handelt. Der Übergang vom Leben zum Tode spielt sich ja nicht in einem kurzen Augenblick ab. Der Mensch ist gestorben, Atmung und Herzschlag sind nicht mehr nachweisbar. Tot, d. h. ohne jegliche Äußerungen des Lebens, sind in dieser kurzen Sekunde des letzten Atemzuges nicht alle Teile des menschlichen Körpers. Manche „leben“ sogar noch eine recht beträchtliche Zeit nach dem „Tode“ weiter. Auch Tierversuche haben in dieser Richtung Erstaunliches gezeigt. Ich habe eingangs verschiedene Gebiete des menschlichen Körpers erwähnt, an denen sich nach dem klinischen Tode noch deutliche Äußerungen von Leben nachweisen lassen. Nach längerer Zeit von Erfolg gekrönte Wiederbelebungsversuche Ertrunkener oder Erstickter, bei denen kein Herzschlag und keine Atmung mehr nachweisbar waren, sind auch hier aufzuführen. Und so möchten wir die postmortale Veränderung der Pupillen auf Pharmaca wie Atropin und Eserin als eine vitale Reaktion auffassen und z. B. das Atropin nicht durch Lähmung der Nervenendapparate als Verzögerungsmittel für die Totenstarre ansehen. Die im Kammerwasser befindliche Iris mit den sie versorgenden Nerven überlebt den übrigen Organismus, und während dieser Zeit reagiert sie wie im Leben auf Pharmaca. Die Reaktion ist natürlich sofort nach dem Tode am stärksten, nimmt aber im Laufe der Zeit ab und ist erst nach vielen Stunden erloschen.

Es erscheint uns auf Grund unserer Untersuchungen erwiesen, daß die Pupillenmuskelfasern auch nach dem Tode des Gesamtorganismus nicht schlagartig absterben; sie werden offenbar zunächst durch den Tod des Individuums in ihrer „Vitalität“ geschwächt; auch wird sich dieser Vorgang nicht gleichmäßig auf alle Muskelfasern in derselben Intensität erstrecken, und so wird es möglich, zu verschiedenen Zeiten nach dem Tode noch verschieden hochgradige Reaktionen auszulösen. Räumt man dazu noch dem Nervensystem einen gewissen Einfluß auf den Ablauf der Totenstarre ein, so könnte man zum Schlusse kommen, daß die bisher geltende Erklärung der Totenstarre durch Gerinnungsvorgänge oder durch Wasserverschiebung infolge postmortaler Milchsäurebildung noch nicht ganz ausreichend ist. Der Einfluß des Nervensystems auf den Ablauf der Totenstarre wäre nach Art vitaler Vorgänge zu werten; die Pupillen reagierten auf Pharmaca noch während der Ausbildung der Totenstarre im Sinne der für diese Gifte während des Lebens spezifischen Wirkung und wahrscheinlich auch nach Art einer vitalen Reaktion; vielleicht spielen beim Eintritt der allgemeinen Totenstarre ebenfalls letzte vitale Vorgänge eine Rolle? Das sind heute noch Vermutungen, die einer Nachprüfung harren.

Jedenfalls haben wir in der postmortalen Veränderlichkeit der Pupillen ein allerdings noch grobes Mittel, auf die seit dem Tode des Individuumus verstrichene Zeit Schlüsse zu ziehen. Bei einiger Übung kann man aus der Weite der Pupillen und der bei dieser Weite noch möglichen Veränderlichkeit durch Pupillenpharmaca mit Wahrscheinlichkeit die Länge der Todeszeit bestimmen, eine Feststellung, die gerichtsmedizinisch von großem Interesse sein kann.

Literaturverzeichnis.

Willer, Dtsch. Z. gerichtl. Med. 6 (1926), wo sich die weiteren Literaturangaben finden.