

Aus dem Institut für gerichtliche Medizin am Karolinska Institutet, Stockholm  
(Vorstand: Prof. WILHELM BOSAEUS)

## Die postmortale Trübung der Hornhaut

Von

BERTIL FALCONER und SVEN-OLOF LIDHOLM

Mit 4 Textabbildungen

(Eingegangen am 25. März 1958)

Zu den Kennzeichen des Todes, die in Schweden bei gerichtsmedizinischen Obduktionen routinegemäß verzeichnet werden, gehört die postmortale Trübung der Hornhaut. Daß die Durchsichtigkeit der Hornhaut in Verbindung mit oder nach Eintritt des Todes abnimmt, ist seit langem bekannt. Aber die spärlich vorkommenden Veröffentlichungen darüber erscheinen nicht eindeutig. Einige Autoren, z. B. STEVENSON, haben Beschreibungen geliefert, die sich anscheinend auf das Entrocknen des Deckepithels der Hornhaut beziehen, während sich andere, wie die von KRATTER, MELLER und PFEIFFER, offenbar mit der Zunahme der seit dem Eintritt des Todes verflossenen Zeit immer mehr abnehmenden Durchsichtigkeit der Hornhaut selbst befassen.

In den Jahren 1942/43 untersuchte der eine von uns ungefähr 150 Fälle mit Hinsicht auf diese Trübung. Nachdem man den Eintritt des Todes festgestellt hatte, waren sämtliche Fälle einige Stunden in ihrem Spitalbett liegengeblieben. Danach waren sie in einen Verwahrungsraum mit niedrigerer Zimmertemperatur überführt worden, wo sie ungefähr 2 Std verblieben, bis sie in die Kühlabteilung mit einer Temperatur von durchschnittlich +2° bis +5° C gebracht wurden. Jede einzelne Hornhaut wurde teils bei Tageslicht, teils bei (schräger) Beleuchtung mit einer Taschenlampe, sowie auch mit der Lupe untersucht.

Aus den Untersuchungen ergab sich folgendes:

1. Die Trübung ließ sich mit Sicherheit nicht vor Ablauf der ersten 24 Std nach dem Eintritt des Todes nachweisen und war — ebenso wie nach einem längeren Zeitraum — auf beiden Seiten gleich stark.
2. In den frühesten Stadien trat die Trübung in Form von dünnen, grauen Strichen auf, die oft hauptsächlich im rechten Winkel gegenüberließen, so daß gitterähnliche Figuren entstanden. Zwischen 24—72 Std nach Eintritt des Todes nahm die Trübung an Ausdehnung zu und bildete sowohl Flecken wie Streifen. In noch späteren Phasen entstanden sickel- und keilförmige graue Gebiete, die zuweilen vom Scheitel ausstrahlten.

3. In einem Material von 35 Neugeborenen und Säuglingen ließ sich nach 3, ja sogar nach 9 Tagen niemals eine Trübung des beschriebenen Typus nachweisen.

4. Im Mikroskop schienen sowohl die Cornealamellen sowie deren Zwischenräume, die während des Lebens mit Corneamucoid ausgefüllt sind, einen erhöhten Flüssigkeitsgehalt zu haben, was mit EISLERS Hinweis übereinstimmt.

5. In einigen Fällen, wo der Humor vitreus nach Punktions eines Augapfels herausgezogen wurde, trat die Trübung in der Hornhaut des entleerten Auges schneller auf.

Aus dem oben Gesagten ergibt sich die Notwendigkeit einer objektiven Registrierungsmethode. Im Zusammenhang mit ihrer Ausarbeitung wurde die Sammlung des Materials während der Jahre 1954/55 fortgesetzt, wobei einerseits 100 Fälle vom Serafimerspital, andererseits 100 Fälle aus dem Institut für gerichtliche Medizin in Stockholm nach den vorher genannten Richtlinien untersucht wurden. Während der Zeitpunkt des Todes bei den klinischen Fällen bekannt war und in sämtlichen Fällen die Todesursache auf Krankheit beruhte, waren die Todeszeiten für das Material vom Institut für gerichtliche Medizin — diese wurden auch in ihrer Gänze obduziert — in den meisten Fällen nur annäherungsweise bekannt und der Tod bald auf natürliche, bald auf gewaltsame Ursachen zurückzuführen. Die 100 Fälle vom Serafimerspital hatte man alle nach der Konstatierung des Todes ungefähr 3 Std in ihrem Bett liegengelassen, wonach 50 direkt in die Kühlabteilung geschafft wurden (die Temperatur betrug dort etwa +4° C), und die übrigen 50 einen Aufbewahrungsräum mit Zimmertemperatur passierten, wo sie  $\frac{1}{2}$ — $14\frac{1}{2}$  Std liegenblieben. Die Fälle aus dem Institut für gerichtliche Medizin hatten verschieden lange im Freien oder in einem Raum, bekleidet oder nackt gelegen, bis sie nach ihrer Überführung in die Station in Kühlzellen mit der gleichen Temperatur wie im Serafimerspital gelegt wurden.

Da das Material aus dem Serafimerspital so ausgewählt worden war, daß man 50 Fälle direkt in die Kühlabteilung überführt hatte, während 50 nach den 3 Std im Bett noch  $\frac{1}{2}$ — $14\frac{1}{2}$  Std in Zimmertemperatur gelegen hatten, konnte man mit Hinsicht auf die schnellere, bzw. langsamere Abkühlung eine Einteilung in 2 Gruppen vornehmen. In der 1. Gruppe ließ sich der Beginn der Trübung nur in 2 Fällen früher als 20 Std nach dem Eintritt des Todes nachweisen, während in der 2. Gruppe das Phänomen 7mal bei Todeszeiten unter 20 Std auftrat, davon in 4 Fällen sogar nach weniger als 15 Std (frühestens nach  $11\frac{1}{2}$  Std). Mit Hinsicht auf die bei der Obduktion nachgewiesenen Veränderungen mag erwähnt werden, daß die 2 schneller abgekühlten Fälle mit Veränderungen vor 20 Std post mortem beide an Morbus arterioscleroticus

cordis gestorben waren und daß alle 4 Fälle der 2. Gruppe schwere Beschädigungen des Gehirns hatten, bzw. Encephalomalacia, Haemorrhagia cerebri, Tumor cerebri und Embolia cerebri. Das Alter lag in keinem Fall über dem Durchschnitt.

Die im Institut für gerichtliche Medizin gesammelten Fälle sind, wie oben erwähnt, nach dem Eintritt des Todes nicht so regelmäßig abgekühlt worden, wie die eben beschriebenen. Sehr oft blieben sie im Bett oder im Hause liegen, manchmal mehrere Tage und Nächte. Nicht weniger als 42 von den 100 Fällen haben den Beginn der Trübung vor 20 Std nach dem Eintritt des Todes gezeigt, davon 19 Fälle nach weniger als 15 Std. Unter diesen 19 Fällen sind 3 bemerkenswert, deren Todeszeit bis zur ersten Wahrnehmung einer Trübung auf bloß 6 Std errechnet werden konnte.

Von den 19 Fällen mit früh auftretender Trübung waren 14 an Herzinfarkt gestorben, 2 an Gehirnblutung, 1 an Magenblutung und je 1 an Tumor cerebri bzw. durch Vergiftung.

Aus der Vergleichung dieser 3 Gruppen ergibt sich, daß Abkühlung von Leichen die Trübung der Hornhaut hemmt, wie sie alle Veränderungen verlangsamt, die man unter den Begriffen Autolyse und Verwesung zusammenfaßt.

Da wir zu der Auffassung gelangt waren, daß bloße Besichtigung durch Ocularinspektion nicht ausreichend ist, — einerseits waren nämlich die frühesten Stadien einer Trübung schwer zu beurteilen, andererseits ist diese Untersuchungsweise immer mehr oder weniger subjektiv —, entschlossen wir uns zu Versuchen mit photographischer Registrierung.

Schon Vorversuche zeigten bei direktem Licht mit einer Kleinbildkamera deutlichere Trübungen, als sie mit dem bloßen Auge zu erkennen waren. Die technischen Schwierigkeiten, wie sie von der Photographie trüber Medien her bekannt sind, wurden umgangen durch seitlich herangebrachtes, gebündeltes, fast spaltförmiges Licht zweier Mikroskopierlampen (Monla 6 V, 5 A Leitz, Entfernung etwa 25 cm). Wegen des in jedem trüben Medium auftretenden Streulichts, darf die Lichtstärke der Lampen nicht zu hoch sein. Die durch die Krümmung der Hornhaut bedingten Reflexe konnten mit zweifacher Polarisation beseitigt werden. Da der Dunkelfeldeffekt der seitlich streifenden Beleuchtung für die Sichtbarmachung der feinen peripheren Trübungen nicht ausreichte, injizierten wir mit einer feinen Nadel 1 ml schwarze Tuschesuspension in die vordere Augenkammer. Nunmehr zeigte sich, daß die Trübungen ziemlich gleichmäßig über die ganze Hornhaut verteilt waren.

Zur räumlichen Lokalisierung der Trübungen in der Hornhaut kam nur die Stereophotographie in Frage. Wegen der kurzen Gegenstandsweite konnten die bekannten käuflichen Vorsatzgeräte nicht benutzt werden. Versuche ergaben, daß sich eine optimale Raumwirkung bei Verschiebung der Sehachse um 6 mm mit Hilfe von Zahn und Trieb erzielen ließ. Weitere technische Daten: Leica mit Spiegelreflexansatz und Balgengerät, Objektiv Elmar 9 cm 1:4; als Filmmaterial erwies sich der Gevaert Duplo-Ortho-Mikro-Film als sehr geeignet.

Die endgültige Apparatur besteht aus einem Stahlrohrgestell mit vertikal verschiebbaren Füßen samt einer kleinen Wasserwaage zur Einstellung der Horizontalebene. Das Gestell wurde mit Stahlfedern am Tisch befestigt. Weiterhin wurde für das Spiegelreflexgehäuse und die Kamera eine Befestigungseinrichtung konstruiert, die sich vertikal und seitwärts verschieben läßt.

Da man während des Photographierens von Augen manchmal längere Zeit die Augenlider des Leichnams mit Tapestreifen spreizen muß, entstand eine störende Eintrocknung der Hornhautoberfläche, was die Beurteilung der Trübungen erschwerte. Außerdem trat infolge der Krümmung der Hornhaut eine Unschärfe der peripheren Trübungen auf. Deshalb verwendeten wir eine negative Kontakt-

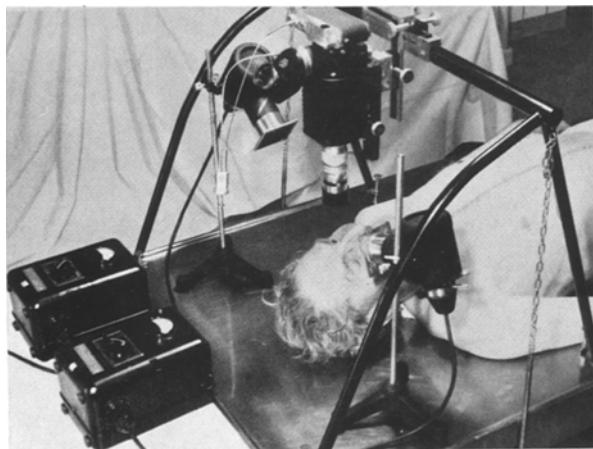


Abb. 1. Apparatur für photographische Registrierung

linse aus Plast mit 53 Dioptrien. Dazwischen wurde eine dünne Schicht physiologischer Kochsalzlösung gegeben. Auf diese Weise ließ sich sowohl die Eintrocknung der Oberfläche wie die periphere Unschärfe beheben.

Aus den bisher gemachten Beobachtungen haben sich gewisse Tatsachen ergeben, die weitere Untersuchungen über postmortale Hornhauttrübungen berechtigt erscheinen lassen. Ihr Wesen — ein regelmäßiges, eine gewisse Zeit nach dem Exitus einsetzendes und nachher sich weiterentwickelndes Sterzeichen — ist ohne weiteres klar, ebenso, daß sie auf einer Ansammlung von Flüssigkeit (und wahrscheinlich auf einer qualitativen Veränderung der Flüssigkeit) in der Hornhaut beruhen. Ihr Verhalten zur Todeszeit, zur Todesursache und den äußeren Umständen ist nicht sicher bekannt. Sie können, auch mit einfacher Inspektion, schon 12 Std nach dem Eintreten des Todes aufgezeigt werden, und es kann — das erhellt aus den vorher mitgeteilten Beobachtungen — als in hohem Grad wahrscheinlich angesehen werden, daß die äußeren Verhältnisse nach dem Tode sie beeinflussen. Betreffend ihr Verhalten zur Todesursache gibt das bisher untersuchte Material keine sicheren Anhaltspunkte.



Abb. 2. Trübungen 24 Std nach dem Tode, photographiert nach der angegebenen Methode. Negativ

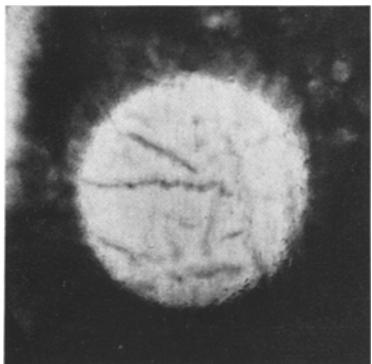


Abb. 3. Frühe Trübungen, 6—7 Std nach dem Tode. Positiv

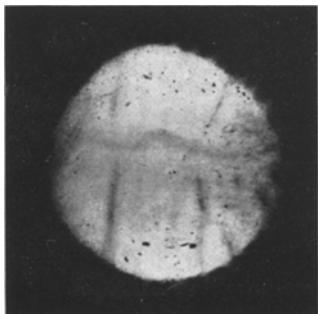


Abb. 4. Frühe Trübungen, höchstens 6 Std nach dem Tode. Negativ

Um die Sachlage im Zusammenhang mit der postmortalen Trübung der Hornhaut klarzulegen, planen wir folgendes:

1. Photographische Aufnahmen (nach dem ausgearbeiteten Verfahren) der Hornhaut post mortem mit kurzen Intervallen, in der Absicht, den Zeitpunkt für den Beginn der Trübungen zu bestimmen.
2. Registrierung der Entwicklung der Trübungen unter verschiedenen Druckverhältnissen im Augapfel.
3. Untersuchung der Beziehungen zwischen einerseits Todesursache, Todesart und den äußeren Verhältnissen nach dem Tode, anderseits dem Ursprung und der Entwicklung der Trübungen.

Wir beabsichtigen mit diesen verschiedenen Verfahrensweisen teils zur Klarheit darüber zu kommen, ob die postmortale Trübung der Hornhaut zur Bestimmung der seit Eintritt des Todes verflossenen Zeit verwendet werden kann, anderseits entscheiden zu können, welche Frist es nach dem Eintritt des Todes gibt, wenn es gilt, sich Material für Transplantationen der Hornhaut zu sichern.

Man kann die bisher gemachten Beobachtungen gegen den Hintergrund der von E. STAHL angestellten Untersuchungen über den intra-ocularen Druck nach dem Tode betrachten. Dabei hat sich mit einem gewöhnlichen Tonometer die obere Zeitgrenze für noch meßbaren Druck

mit etwa 5 Std nach dem Tode, in einem einzigen Falle von 38 mit  $7\frac{1}{2}$  Std ergeben. Da wir den Beginn von Trübungen bei einer 6—7stündigen Todeszeit beobachtet haben, läßt sich wohl annehmen, daß es

unmittelbar vor diesem Zeitpunkt eine Grenze gibt, nach der die Verwendbarkeit der Hornhaut zu Transplantationszwecken aufhört.

### Zusammenfassung

Die Verfasser haben die nach dem Tode auftretende Trübung der Hornhaut untersucht, teils mit Inspektion, teils in Verbindung mit der Ausarbeitung einer photographischen Registrierungstechnik. Das Auftreten und die Entwicklung der Trübung scheint ziemlich regelmäßig vor sich zu gehen, schneller ohne Abkühlung des Leichnams, als wenn er abgekühlt wurde. Ihre formale Genese ist regelmäßig: aus feinen Strichen entwickeln sich Streifen und Flecke. Wahrscheinlich beruht sie auf veränderter Verteilung der Flüssigkeit in der Hornhaut, und sie scheint mit der postmortalen Spannungsherabsetzung im Augapfel in zeitlichem Zusammenhang zu stehen. Weitere Untersuchungen sind geplant, um die Fragen zu beantworten, ob das Phänomen sich zur Bestimmung der Todeszeit verwenden lässt und über seine Bedeutung für Beschaffung von Material für Transplantationszwecke.

### Literatur

EISLER, F.: In F. SCHICK u. A. BRÜCKNER, Kurzes Handbuch der Ophthalmologie, Bd. 1, S. 38. Berlin 1930. — KRATTER, J.: Lehrbuch der gerichtlichen Medizin, Bd. 1, S. 51. Stuttgart 1921. — MELLER, J.: Über traumatische Hornhautträbungen. Arch. f. Ophthal. 85, 172 (1913). — PFEIFFER, E.: Au sujet de la formation de la toile glaireuse de la cornée des yeux des cadavres. Ann. Méd. lég. 15, 774 (1935). — STAHL, E.: Der intraoculare Druck nach dem Tode. Inaug.-Diss. Heidelberg 1950. — STEVENSON, G.: In TAYLOR, Principles and practice of medical jurisprudence, vol. 1, p. 62. London 1894.

Dr. BERTIL FALCONER,  
Institut für gerichtliche Medizin am Karolinska Institutet,  
Stockholm 60, Schweden

Dr. S.-O. LIDHOLM,  
Pathologische Abteilung, Sabbatsbergs sjukhus,  
Stockholm, Schweden