[Aus dem Laboratorium der Universitäts-Augenklinik zu Heidelberg.
(Prof. Th. Leber.)]

Experimentelle Untersuchungen über die Erzeugung von Katarakt durch Massage der Linse.

Von

Dr. Enrique B. Demaria,
früherem I. Assistenten und Chef des Laboratoriums der Augenklinik
der medizinischen Fakultät von Buenos-Ayres.

Die künstliche Reifung der Katarakt durch Massage wurde zuerst von Förster(2) empfohlen und ist danach in allgemeinen Gebrauch gekommen. Sein Verfahren bestand in der Ausführung einer Iridektomie und einer daran angeschlossenen Massage der Linse durch die Hornhaut hindurch mit Hilfe eines Löffels aus Hartkautschuk. Später haben andere Operateure vorgeschlagen, die Iridektomie zu unterlassen, und die Massage nach blosser Entleerung des Kammerwassers zu vollführen; nach Rohmer(3) soll Panas die Massage durch das Oberlid ausgeführt haben. Andere hingegen, von welchen ich nur Snellen(4) und Schmidt-Rimpler(5) anführen will, sind der Ansicht, dass die Iridektomie allein, auch ohne nachträgliche Massage, im stande ist, die Reifung der Katarakt zu beschleunigen. Durch diese Verfahren erzielt man gewöhnlich den gewünschten Erfolg; die unvollständigen Katarakten schreiten fort und werden sogar vollkommen, sie verlieren den grauen Ton, um ganz weiss zu werden, wie die Cataracta mollis seu liquida; (dieses milchige Aussehen ist die Folge des Eindringens von Kammerwasser in die Linse, wodurch Schwellung und Zerfall der Linsenfasern der vordern Corticalis zu stande kommt).

Nichtsdestoweniger gibt es Fälle, wo nach der Massage die Katarakt nicht oder nur ganz unmerklich fortschreitet. Ich glaube, dass in den betreffenden Fällen die Massage nur sehr leicht oder nur kurze Zeit ausgeführt wurde; beim Kaninchen habe ich immer

günstige Resultate erzielt. Um den Erfolg mehr zu sichern, führen Rossander (6), Hill-Griffith (7) und Rinaldi (8) die Massage direkt auf der vordern Linsenfläche aus, nach vorausgeschickter Iridektomie, um die Iris nicht zu verletzen.

Fage (9) glaubt, dass bei diesem Verfahren eine Verletzung der Iris unvermeidlich sei, und dass sogar Iritis und Kapselzerreissungen dabei auftreten können.

Nach dem, was ich beim Kaninchen gesehen habe, glaube ich, dass er recht hat. Das Verfahren, das ich beim Kaninchen anwandte, war dasselbe (ausser der Iridektomie, die ich durch eine starke Atropinisierung der Pupille ersetzte); ich habe konstatiert, dass eine Quetschung der Iris fast unvermeidlich ist, besonders am Ende der Operation, weil die Pupille sich dann stark zusammenzieht; man sieht dann das ablaufende Kammerwasser mit Irispigment beladen. Auch Iritis ist häufig (aber nicht eitriger Art); man sieht hierbei, dass die Pupille von einer Fibrinschicht erfüllt wird. Ich kann aber nicht zugeben, dass die Kapsel dabei zerrissen werden kann, denn bei allen operierten Kaninchen fand ich die Kapsel intakt. Fage empfiehlt ein aus Discission und Massage kombiniertes Verfahren; er erzeugt mit Hilfe eines Starmessers mit sehr schmaler Klinge eine kleine zentrale Öffnung in der vordern Linsenkapsel, und, nachdem das Kammerwasser abgelaufen ist, lässt er die Massage durch die Hornhaut folgen. Er glaubt, dass so der Eintritt des Kammerwassers in die Linse leichter erfolge, was ja nicht bezweifelt werden kann. Klinische Beobachtungen fügt er seiner Arbeit nicht bei. Ich glaube jedoch, dass man auch schon mit einer gut ausgeführten Massage prompte Resultate erhält; nach der Fageschen Operation muss die Linse stark quellen, was sicherlich Unfälle hervorrufen kann, so z. B. Sekundärglaukom, welches gewiss eine unangenehme Komplikation darstellen dürfte. Das von Jocqs (10) angegebene Verfahren weist noch schwerer wiegende Nachteile auf; dieser Autor führt eine Einspritzung von Kammerwasser in die Linse mit Hilfe einer besonderen Spritze aus. Fage, Knapp und Spataro haben die Übelstände dieser Operation nachgewiesen.

Nach dieser kurzen Beschreibung der operativen Eingriffe, die keinen Anspruch auf Vollständigkeit macht, gehe ich zur Schilderung meiner Versuche an Kaninchen über, die ich zur Aufklärung der Pathogenese der Massagekatarakt angestellt habe. Ich werde zuerst die klinischen Erscheinungen beschreiben, die ich beobachtet habe, darauf die Schilderung der histologischen Veränderungen folgen lassen,

und zum Schluss auf Grund dieser Beobachtungen die Pathogenese der durch Massage erzeugten Katarakt besprechen, bei welcher noch nicht recht gelöste Fragen vorliegen. Ich habe darüber eine vollständige Serie von Experimenten beim Kaninchen angestellt.

A. Technik.

Bei allen Kaninchen habe ich dieselbe Operationsmethode angewandt. Zunächst wird die Pupille durch Atropin maximal erweitert; zur Anästhesierung genügt Kokain. Der Hornhautschnitt soll klein sein und wird im (oberen) Limbus angelegt mit Hilfe einer dreieckigen Lanze; hierauf wird mit dem Rücken eines Schildpattlöffels die Massage direkt auf der vorderen Linsenfläche ausgeführt und zwar drei bis vier Minuten lang; die Massage bleibt auf die zentrale Partie beschränkt, und es werden die peripheren und äquatorialen Teile geschont; zuletzt wird die Iris reponiert, um eine Einheilung derselben in die Wunde zu verhindern.

Die Augen wurden in Zwischenräumen, die von 30 Minuten bis 25 Tagen nach der Operation schwankten, zur Untersuchung enucleiert (die Zahl der ausgeführten Operationen betrug 21); auf diese Art war ich in der Lage, das Fortschreiten der klinischen und mikroskopischen Veränderungen an der Linse gut zu untersuchen. Die enucleierten Augen wurden fixiert in 4% Formollösung, nachdem je eine Incision in den hintern Augenpol und in die Hornhaut gemacht war; nach 24 Stunden wurde die Linse samt Kapsel entfernt. Die Vermeidung von Verletzungen der Kapsel bei der Herausnahme der Linse wird erleichtert durch die vorhergehende Fixation des ganzen Auges in Formol; die Fixation mit Formol bietet ferner den Vorteil, dass die Linse dadurch nicht getrübt wird, so dass man ihre Veränderungen gut untersuchen kann. Nachher wird die Linse ausgewaschen und kommt nach und nach in Alkohol von immer höherem Prozentgehalt bis zu 96% Alkohol, welche Behandlung einige Tage erfordert; die Linse bleibt dann eine halbe Stunde in absolutem Alkohol und eine halbe Stunde in einer Mischung von Alkohol und Äther. Die Einbettung geschieht sodann in Celloidin (fünf Tage in Celloidin Nr. I, das ganz dünnflüssig ist, drei Tage in Celloidin Nr. II und drei Tage in Celloidin Nr. III). Das Schneiden mit dem Mikrotom bot keinerlei Schwierigkeit; die von einzelnen Autoren erwähnten Schwierigkeiten sind dadurch bedingt, dass man die Linse zu lange in absolutem Alkohol und in der Mischung von absolutem Alkohol und Äther belässt, was dem Kern eine ausser-

ordentliche Härte verleiht, so dass er nicht von Celloidin durchtränkt werden kann.

Zweimal habe ich die Enucleation fünf Minuten nach der Massage ausgeführt und in diesen Fällen habe ich nur die vordere Kapsel untersucht. Die Linse wurde in ihrer Kapsel sofort aus dem Auge entfernt und während einer halben Stunde in 4% Salpetersäurelösung fixiert; nachher wurde sie 24 Stunden lang in 80% Alkohol gelegt; die Linsensubstanz verliert dadurch an Wasser und schrumpft, wodurch eine Ablösung der Kapsel zu stande kommt. Hierauf wird die Linse in Wasser getan und mit einem feinen Messerchen ein circolärer Schnitt durch die Kapsel hinter dem Äquator ausgeführt; die abgelöste Kapsel ist mit einer Pincette leicht entfernbar und wird auf einem Objektträger ausgebreitet, die Epithelschicht nach oben gekehrt. Wie man sieht, ist es bei der Technik der Linse nicht nötig, seine Zuflucht zu nehmen zu den verschiedenen besonderen Verfahren, die von einzelnen Autoren beschrieben werden.

B. Klinische Beobachtungen.

Das Kaninchen hält diese Operation gut aus. In den ersten Stunden beobachtet man zuweilen, dass das Kammerwasser sich trübt und dass sich eine Fibrinschicht im Pupillargebiet niederschlägt; die Pupille ist verengt und unregelmässig, und es zeigt sich eine Iritis, die nur zwei bis drei Tage andauert, nicht zu Eiterung führt und auf häufige Atropininstillationen zurückgeht; die Pupille wird sodann weiter, so dass man die Linse sowie den Augenhintergrund gut sehen kann. Die Hornhautwunde vernarbt ohne Hindernis. Manchmal wird die Hornhaut trüb, aber das ist selten (dieses Trübwerden ist auch beim Menschen beschrieben worden) und vermutlich liegt die Ursache davon in der Quetschung, die das Endothel der Hornhaut während der Massage erleidet.

In den ersten Stunden nach der Massage sieht man keine Veränderungen an der Linse, dieselbe bleibt durchsichtig; aber nach einem Zeitraum, der zwischen sechs und zwölf Stunden nach der Operation schwankt, bemerkt man eine diffuse, grauweisse Trübung, die zentral in der vorderen Corticalis lokalisiert ist; die Kapsel hingegen bleibt immer durchsichtig (was uns zur Annahme berechtigt, dass sie unversehrt bleibt). In einem Fall (zwölf Stunden nach der Massage) sah man die Trübung lokalisiert auf die vertikale Linie, die sich in der vorderen Corticalis beim Kaninchen findet und die der Vereinigungsstelle der Linsenfasern entspricht; diese trat sehr deutlich

hervor, und man erkannte auch kleine und sehr feine Strahlen, die von dieser Linie ausgehend sich in die Tiefe ausbreiteten, ohne indessen den Kern zu erreichen. Die Trübung wird mit der Zeit intensiver und erreicht sogar die Peripherie; die Linse ist dabei gequollen, so dass die Iris vorgebuchtet wird. Nur in einzelnen Fällen habe ich die Trübung stationär bleiben sehen, niemals sah ich sie wieder abnehmen. Gewöhnlich ist nach vier bis fünf Tagen die Trübung der vorderen Corticalis vollständig, und dann kann man den Augenhintergrund nicht mehr erkennen; die Vorbuchtung der Iris nimmt deutlich zu; die getrübe Linse nimmt eine intensiv weisse Färbung an. Manchmal beobachtete man an bereits entfernten Linsen, dass die Trübung auch die hintere Corticalis ergriffen hatte. Wie ich bereits angeführt habe, machte sich in keinem Fall später eine Abnahme der Trübung bemerkbar, und die Trübung trat in allen Fällen nach der Massage auf (ausgenommen in denjenigen, wo die Enucleation in den ersten Stunden ausgeführt wurde); dies ist auch nicht anders zu erwarten, wenn wir bedenken, dass die Massage direkt auf der Kapsel ausgeführt wurde. Wenn die Massage sehr oberflächlich ausgeführt wird, so ist es wohl denkbar, dass die Linse zuweilen unverändert bleibt. So gibt auch Hess (14) an, dass er keine Katarakt erzeugen konnte, wenn er durch das geschlossene Lid hindurch selbst sechs bis acht Minuten lang massierte, während die Kataraktbildung regelmässig eintrat, wenn die Massage mit einem stumpfen Stilet direkt auf der Cornea drei bis vier Minuten lang vorgenommen wurde. Nach 10 bis 14 Tagen ist die Quellung der Linse nicht mehr erheblich; aber eine vollständige oder teilweise Rückbildung der kataraktösen Trübung ist von mir niemals beobachtet worden, vielleicht weil ich die operierten Tiere nicht sehr lange kontrolliert habe (25 Tage war das Maximum); andere Experimentatoren, die nur leichte Läsionen hervorgerufen haben, haben eine solche gesehen.

C. Anatomische Befunde.

In zwei Fällen wurde die vordere Kapsel sofort nach der Massage herausgenommen und von der Fläche her untersucht (Epithel nach oben). An diesen zwei Kapselstücken fehlten die Epithelzellen der zentralen Partien (wo die Massage ausgeführt war), und es fanden sich ebenda nur einzelne isolierte Epithelinseln, die von der Massage verschont geblieben waren, und zwar wohl deshalb, weil sie nicht berührt wurden; in der Peripherie zeigten sich die Epithelzellen voll-

ständig normal und ich fand nicht die geringste Veränderung in ihrer Form, Lage und Färbbarkeit.

Die andern 21 Linsen wurden von vorne nach hinten durchschnitten und dann in dieser Richtung in Serienschnitte zerlegt. Die gefundenen Veränderungen waren folgende: Die Kapsel ist intakt, niemals zeigten sich daran Zerreissungen, selbst nicht mikroskopisch kleine; während nun die hintere Kapsel ganz normal beschaffen ist, ist die vordere in den ersten Tagen verdickt und färbt sich stark mit Eosin. Die interessanteren Veränderungen finden sich an den Epithelzellen. An den zwei Linsen, die fixiert wurden 30 Minuten, nachdem die Massage ausgeführt war, sieht man, dass die Epithelzellen an der zentralen Partie der vorderen Linsenkapsel fehlen; es finden sich hier einige isolierte Epithelzelleninseln, aber sie weisen Zerreissungen und Faltungen auf; in der Peripherie sind die Epithelzellen vollständig gesund und ihre Form, Lage und Färbbarkeit ist normal. Unter der vorderen Linsenkapsel findet sich eine koagulierte Flüssigkeitsschicht (schon nach 30 Minuten recht ansehnlich), in welche abgefallene Epithelzellen eingeschlossen sind; von diesen sieht man nur die Kerne, manchmal einzeln, meist aber in Haufen. Nach einigen Stunden ist diese Schicht umfangreicher und dann sinken die Kerne, die schon in Degeneration begriffen sind, mehr in die Tiefe. Ich glaube demnach, dass in der ersten Zeit nach der Massage die bezeichneten Veränderungen einzig und allein die Folge des Traumas sind, das durch die Massage gesetzt wurde, weil die Epithelzellen normal sind und nur an der Stelle fehlen, wo die Massage ausgeführt wurde. Erst nach $1\frac{1}{2}$ Stunden beginnen die Degenerationserscheinungen sich einzustellen, in den abgefallenen Epithelzellen ebenso wie in denjenigen, die in Verbindung mit der Kapsel geblieben sind; aber man sieht immer gesunde Zellen, zumal in der Peripherie. Die Degeneration beginnt im Protoplasma, das körnig wird und nachher zerfällt; die Kerne haben verschiedene Formen, ihre Konturen sind unregelmässig; einige Kerne bewahren ihre normale Grösse, aber es gibt andere, die klein sind, weil sie sich aufgelöst haben, indem sie Kügelchen bilden, die gut färbbar sind und aus Chromatin bestehen; es gibt auch einige langgestreckte Kerne, die nach Schirmer (14, 15) analog sind denen, die Leber bei den Kapselkatarakten beschrieben hat; ferner gibt es auch Kerne, die schlecht färbbar sind und Vakuolen enthalten; die gut färbbaren Kügelchen werden auch schliesslich schwer färbbar und dann resorbiert. Dieser Zellendegenerationsprozess mit schliesslicher

Resorption vollzieht sich im allgemeinen langsam und man kann noch Kerne in voller Degeneration fünf bis sechs Tage nach der Massage sehen. Nach einigen Tagen findet man auch einige hydropische Zellen (Beckers oder Wedls Blaszellen), aber nicht in grosser Zahl; sie sind gross, rund, manchmal zu zweien oder dreien vereint; der Kern ist blass und ohne Mitosen, aus welchem Grunde man annehmen darf, dass diese Zellen in Degeneration begriffen sind. Das abgestossene Epithel wird natürlich durch neues ersetzt. Diese Regeneration wird auf zwei Arten bewerkstelligt. Die eine davon bildet das Analogon zu dem, was man beim Hornhautepithel beobachtet und von Ranvier beschrieben wurde; es besteht darin, dass die nicht degenerierten Zellen sich vergrössern und etwas flacher werden, so dass eine Zellverschiebung zu stande kommt, wodurch zum Teil der durch den Epithelverlust entstehende Zwischenraum ausgefüllt wird; diese Zellverschiebung ist bereits ansehnlich einige Stunden nach der Massage.

Der andere Regenerationsmodus besteht in der indirekten Zellproduktion oder Karyokinesis, wobei man leicht die mitotischen Kernfiguren beobachten kann; er beginnt erst nach 24 Stunden und dauert bis dass die Epithelregeneration vollständig ist, wozu im allgemeinen sieben bis acht Tage nötig sind; die mitotischen Zellen finden sich meist in der Peripherie, aber nicht sehr nahe beim Äquator; einige finden sich auch in der Nähe des Substanzverlustes. Manchmal ist die Epithelregeneration so reichlich, dass man zwei bis drei Schichten von aufeinander gelagerten neuen Zellen unterscheiden kann, oder es bilden sich in kurzen Zwischenräumen kleine Epithelknoten, oder aber es finden sich in der Tiefe kolbige Hervorragungen. Ferner verdient erwähnt zu werden (in 1 Fall) die Bildung eines Pseudoepithels, das von innen die hintere Kapsel deckte; die Zellen entbehrten hier der Regelmässigkeit, die charakteristisch ist für die der vorderen Kapsel. Sonst habe ich im vorderen Epithel keinen anderen Proliferationsprozess konstatiert.

Unter der vorderen Kapsel findet sich eine im Leben flüssige Schicht, die zwar gleichmässig koaguliert ist, aber doch einige körnige Massen enthält; diese flüssige Schicht tritt auf in den ersten Momenten nach der Massage, wodurch uns klar wird, mit welcher Schnelligkeit das Kammerwasser durch die Kapsel hindurchdringt; in dieser koagulierten Schicht finden sich die abgefallenen Epithelzellen. Einige Stunden später sieht man auch, dass die Koagulation nicht nur auf die beschriebene homogene Art geschieht, sondern es finden sich auch Morgagnische Kugeln, wenn auch in geringer Zahl. Die sub-

kapsuläre flüssige Schicht erstreckt sich unter der vorderen Kapsel bis zum Äquator, aber einige Tage später sieht man sie auch unter die hintere Linsenkapsel ausgedehnt; wir können so annehmen, dass die letztere nur die Fortsetzung der erstern ist. Bei einigen Linsen (da, wo die Massage intensiver ausgeführt wurde) bemerkt man, dass die flüssige Schicht kleine Stücke von abgelösten und gequollenen Linsenfäsern enthält; infolge der Lage und Form derselben kann man leicht annehmen, dass sie herrühren vom Eingriff der Massage, die in diesen Fällen bis zur vorderen Corticalis einwirkte. Die flüssige Schicht besteht anfangs aus dem eingedrungenen Kammerwasser, dem sich nachher das Produkt der zerfallenen Linsenfäsern zugesellt.

In der Linse treten zahlreiche Lücken und Spalten auf, die meist den Raum zwischen vorderer Corticalis und Kern einnehmen; sie sind nicht künstlich, weil sie koagulierte amorphe Massen oder Morgagnische Kugeln enthalten; die letztern vereinigen sich miteinander, wodurch die sog. „Algenfiguren“ zu stande kommen. Diese Lücken und Spalten treten bereits in den ersten Stunden nach der Massage auf, erreichen aber ihren grössten Umfang erst nach einigen Tagen. In einem Fall, wo die Massage 13 Tage vor der Untersuchung ausgeführt worden war, habe ich einen Spalt von sehr seltener Form gesehen; er erstreckte sich von der vorderen zur hinteren Corticalis, durch das Zentrum hindurch; der Spalt war in der Mitte breiter und hatte so die Form einer Spindel; er war mit koagulierter Flüssigkeit erfüllt. Unsere Katarakt gleicht somit der sog. „Cataracta fusiformis“, was die Form betrifft; es handelt sich demnach in unserem Fall um eine unechte Cataracta fusiformis. In den Linsenfäsern finden sich allerlei Veränderungen; ihre Konturen sind unregelmässig und sie sind besonders an ihrem vorderen Ende gequollen; ihr Inhalt ist oft ein körniger, manchmal finden sich auch Vakuolen darin. In den Kernen am Äquator finden sich auch einige degenerative Veränderungen, die gewöhnlich erst einige Stunden nach der Massage auftreten, aber viele Kerne bleiben normal; die degenerierten Kerne zerfallen und bilden chromatische Kugeln, die zwar am Anfang der Degeneration gut färbbar sind, aber bald die Fähigkeit, sich zu färben, verlieren und resorbiert werden. Als Regenerationerscheinung werden wir nur die Bildung von neuen Fasern bezeichnen, die in der Äquatorialgegend wachsen, indem sie sich zugleich abplatten und unter die Kapsel hinziehen (was erst längere Zeit nach der Massage beobachtet wird). Nachdem einmal die Epithelzellen durch

Verschiebung und Karyokinesis den Verlust an Epithel ersetzt haben (was nach sieben bis acht Tagen der Fall ist), scheint die flüssige subkapsuläre Schicht abzunehmen, aber langsam.

Über den Gegenstand, der mich beschäftigt, sind nur von wenigen anderen Forschern Untersuchungen angestellt worden.

Schirmer (loc. cit.) hat diese Frage experimentell untersucht. Er hat degenerative Veränderungen an den Epithelzellen gesehen; das Protoplasma wird körnig und zerfällt; schon nach einer Stunde ist es nicht mehr möglich, durch Silbernitrat eine Färbung der Zellengrenzen hervorzurufen. Auch die Kerne degenerieren; sie unterliegen einem vakuolären Degenerationsprozess; anfangs sammelt sich Flüssigkeit im Innern des Kernes in Vakuolen an; später tritt die Flüssigkeit aus dem schrumpfenden Chromatingerüst heraus und bildet einen lichten Hof um dasselbe; diese Veränderung sei schon von Becker (16) und Schlösser (17) gesehen worden; in meinen Präparaten habe ich sie nicht beobachtet. Auch Schirmer nimmt an, dass die Epithelregeneration auf zweierlei Art zu stande kommt, durch Verschiebung [wie von Henle (18) und von Becker behauptet wurde] und durch Karyokinese. Auch er fand die subkapsuläre flüssige Schicht und in der eigentlichen Linsensubstanz die Anwesenheit von Lücken und Spalten, erfüllt mit koagulierter Flüssigkeit; in den Kernen am Äquator findet er verschiedene Degenerationerscheinungen, ferner sind die Fasern gequollen usw. Zwischen den Resultaten von Schirmer und den meinigen besteht aber in folgender Hinsicht ein wesentlicher Unterschied; ich habe konstatiert, dass zu allererst eine Ablösung des Epithels zur Beobachtung kommt, und dass diese die direkte Folge der Massage der Linse ist; erst später und sekundär treten die Zellendegenerationen auf, die vermutlich durch das eindringende Kammerwasser bedingt werden. Ich gebe zu, dass in einzelnen Fällen, wo die Massage sehr intensiv ausgeführt wurde, dadurch auch eine Zertrümmerung der Linsenfaser der vordern Corticalis zu stande kommen kann. Auch Hess hat analoge Veränderungen gefunden. Guaita schliesst sich der Meinung von Schirmer an, weil er dieselben Veränderungen in der Linse gesehen hat, abgesehen davon, dass er menschliche Linsen untersucht hat, welche durch Massage gereift waren.

D. Unterschied in Gewicht und Mass.

Da ich die Absicht hatte, zu untersuchen, wie schnell und in welcher Menge das Kammerwasser nach der Massage die Kapsel

durchdringt, habe ich eine Anzahl von Wägungen und Messungen ausgeführt, sowohl auf der operierten wie auf der normalen Seite, um einen Vergleich anstellen zu können; die Wägungen wurden in verschiedenen Zeiträumen nach der Massage ausgeführt. Schon beim blossen Anblick erscheint der Unterschied in der Grösse der einzelnen Linsen recht erheblich; es ist besonders die vordere Fläche, die stark vorgetrieben wird infolge des Eindringens von Kammerwasser, welches sich ansammelt und die flüssige subkapsuläre Schicht bildet; in der Tat genügt es, die vordere Linsenkapsel mit einer Nadel anzustechen, um sofort diese Schicht von milchiger Flüssigkeit auslaufen zu sehen, während die Linse wieder ihre natürliche Form und Grösse annimmt. Die erhaltenen Resultate sind folgende:

	Zeit, die zwischen Massage und Wägung verstreicht	Gewicht	Gewichts- unterschied	Länge des äquatorialen Durch- messers	Dicke der Linse
1. Fall { operierte Seite { nicht operierte Seite	1 Stunde	400 mg 310 "	+ 90 mg (29%)		
2. Fall { operierte Seite { nichtoperierte Seite	24 Stunden	505 " 353 "	+ 152 mg (40%)	9 $\frac{1}{2}$ mm 8 $\frac{1}{2}$ "	8 mm 6 "
3. Fall { operierte Seite { nichtoperierte Seite	2 Tage	350 " 290 "	+ 60 mg (20%)		
4. Fall { operierte Seite { nichtoperierte Seite	7 Tage	465 " 300 "	+ 165 mg (55%)	11 " 8 $\frac{1}{2}$ "	9 " 6 "
5. Fall { operierte Seite { nichtoperierte Seite	8 Tage	550 " 430 "	+ 120 mg (28%)		
6. Fall { operierte Seite { nichtoperierte Seite	14 Tage	470 " 380 "	+ 90 mg (23%)		

Wenn ich die erhaltenen Resultate prüfe, so kann ich daraus schliessen, dass das Kammerwasser nach der Massage schnell und reichlich in die Linse eindringt, wie uns die starke Gewichtszunahme schon nach einer Stunde zeigt; nachher dringt immer noch mehr Flüssigkeit ein. Wenn auch meine Beobachtungen nicht zahlreich genug sind, so kann ich doch annehmen, dass ungefähr sieben Tage nach der Massage das Eindringen von Kammerwasser aufhört, was übereinstimmt mit dem Resultat der mikroskopischen Untersuchung, welche uns lehrt, dass zu dieser Zeit die Epithelregeneration schon vollständig ist. Man könnte auch vermuten, dass die Flüssigkeit nachher langsam resorbiert würde, wie es der Fall ist bei den anderen Katarakten (z. B. traumatica, senilis usw.).

E. Pathogenese der durch Massage erzeugten Katarakt.

Bevor ich meine Ansicht darüber mitteile, muss ich ein interessantes Experiment von Leber (19) berichten, welches uns zur Erklärung derselben verhelfen wird. Man nimmt ein Ochsenauge, von dem man die Hornhaut entfernt (indem man dieselbe am Rand umschneidet), und reisst dann mit einer Pincette die Iris vollständig ab, indem man sorgsam vermeidet, die Linse zu berühren. Dann wird mit einem Sondenknopf die vordere Linsenfläche leicht überstrichen; nach Durchtrennung der Zonula Zinnii lässt man sodann die Linse in eine Methylenblaulösung fallen, worin sie drei bis vier Minuten verbleibt; von hier wird sie in $\frac{3}{4}\%$ Kochsalzlösung übertragen, um die überschüssige Farbe zu entfernen. Man sieht dann sehr deutlich, dass die blaue Färbung beschränkt ist auf die von der Sonde berührten Stellen und dass sie (an diesen Stellen) nicht allein die Kapsel ergriffen hat, sondern auch ein wenig in die vordere Corticalis eingedrungen ist. Dieses Experiment, das ich Herrn Professor Leber habe ausführen sehen, ist auch von mir wiederholt worden, und immer mit Erfolg. Bei mikroskopischer Untersuchung der ganzen Linse mit schwacher Vergrößerung erkennt man, dass an der durch den Sondenknopf bestrichenen Stelle das Epithel unter der intakt gebliebenen Vorderkapsel mehrfach zerrissen und gefaltet ist und dass die blaue Färbung gerade die Gegend betrifft, wo die Linsensubstanz durch die Verletzung des Epithels freigelegt wurde.

Bei der Ausführung dieses Experiments kann man eine sehr merkwürdige Eigenschaft der Linsenfasern beobachten; man sieht, dass ihre Färbung keine diffuse ist, sondern es zeigen sich intensiv gefärbte Querstreifen an ihrer Oberfläche; auch diese Tatsache wurde von Leber angegeben.

Auf Grund dieser Daten können wir wohl verstehen, auf welche Weise die Massage eine Katarakt erzeugt. Die erste Veränderung besteht in der mechanischen Ablösung, in den Zerreissungen und Faltungen, welche die Epithelzellen der vorderen Linsenkapsel während der Massage erleiden; wir glauben demnach, dass nur der mechanische Eingriff es ist, der diese Veränderungen erzeugt, weil nur die Zellen der zentralen Partie lädiert wurden und diese schon gleich nach der Massage abgelöst sind, während wir mit dem Mikroskop erkennen können, dass die Zellen zu dieser Zeit noch nicht entartet sind; und ferner auf Grund des Experiments von Leber. Die Degenerationserscheinungen, die man an den Epithelzellen be-

obachtet, sind nur sekundär und nicht allein die Folge des Traumas, sondern auch des Vorhandenseins der unter die Kapsel eingedrungenen Flüssigkeit. Sowie einmal das Epithel abgelöst ist, so ist das Hindernis, welches dem Eindringen des Kammerwassers gesetzt war, verschwunden, und letzteres bildet dann die subkapsuläre Schicht, indem es ebenso rasch wie reichlich eindringt. Dann treten die beschriebenen Veränderungen in den Linsenfasern auf und die Katarakt ist gebildet. In gewissen Fällen, wenn die Massage sehr energisch ausgeführt wurde, kann allerdings, wie wir gesehen haben, durch dieselbe an und für sich eine Zertrümmerung der Linsenfasern der vorderen Corticalis zu stande kommen. Somit können wir behaupten, dass die erste Periode auf mechanischer Einwirkung beruht und dass nachher (zweite Periode) infolge des Vorhandenseins des Kammerwassers die Degenerationserscheinungen auftreten; die zweite Periode ist durch Ernährungsstörungen bedingt.

Wir können also die durch Massage erzeugte Katarakt mit der traumatischen vergleichen, mit dem einzigen Unterschied jedoch, dass bei dieser letzteren die Verletzungen nicht auf das Epithel beschränkt sind, sondern dass auch die Kapsel selbst lädiert ist. Schirmer sagt, Förster hätte gemeint, die Massage führe zu einer direkten mechanischen Zertrümmerung der zwischen dem Kern und der vorderen Kapsel befindlichen Fasern; Samelsohn dagegen dachte an eine veränderte Saftströmung und dadurch bewirkte Ernährungsstörung; Helferich (20) schliesst sich der mechanischen Theorie an. Schirmer nimmt auch die mechanische Theorie an, aber für ihn ist auch die Degeneration der Epithelzellen primär, und man soll diese schon in den ersten Minuten nach der Massage beobachten. Für mich ist die Epitheldegeneration, trotzdem sie immer vorhanden ist, nur sekundär, und sie stellt sich nicht sofort nach der Massage ein. Die Ablösung und Kontinuitätstrennung der Epithelschicht ist die direkte Folge der Massage, und sobald durch diesen Eingriff das Hindernis gehoben ist, dringt das Kammerwasser ein. So erkennen wir wieder einmal die Wichtigkeit dieser Zellen.

Zum Schluss ist es mir ein Bedürfnis, Herrn Professor Th. Leber herzlichst zu danken für die Erlaubnis, die er mir gab, in seinem Laboratorium zu arbeiten, und für das Interesse, das er dieser Arbeit zugewandt hat. Ferner danke ich meinem Kollegen Dr. Schaaff für die freundliche Übernahme der Übersetzung.

Literaturverzeichnis.

- 1) Schweigger, Centralbl. f. prakt. Augenheilk. 1890.
 - 2) Förster, Bericht über die XIII. Versammlung der ophthalm. Gesellschaft Heidelberg. 1881. S. 133—135.
 - 3) Rohmer, De la maturation artificielle de la Cataracte. Nancy 1886.
 - 4) Snellen, in Graefe-Saemischs Handbuch der ges. Augenheilk. 2. Aufl. 1903. Bd. IV.
 - 5) Schmidt-Rimpler, Augenheilk. 1901.
 - 6) Rossander, Revue gén. d'ophtalm. 1885.
 - 7) Hill-Griffith, Transact. of the ophthalm. Society. Vol. X.
 - 8) Rinaldi, Annali di Ottalm. 1895.
 - 9) Fage, La maturation artificielle de la cataracte. Annales d'Oculist. 1903.
 - 10) Jocsq, Congrès internation. d'Ophtalm. Utrecht 1899.
 - 11) Knapp, Zeitschr. f. Augenheilk. 1899.
 - 12) Spataro, Clinica Oculistica 1900.
 - 13) Hess, C., Über die Naphthalinversuche. Bericht über die XIX. Versammlung d. ophthalm. Gesellschaft. Heidelberg. 1887.
 - 14) Schirmer, Experimentelle Studien über reine Linsenkontusionen. Inaug.-Dissert. Greifswald 1887.
 - 15) Schirmer, Experimentelle Studie über die Förstersche Maturation der Katarakt. v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. Bd. XXXIV. 1. S. 131—160.
 - 16) Becker, O., Zur Anatomie der gesunden und kranken Linse. Wiesbaden 1883.
 - 17) Schlösser, Experimentelle Studien über traumatische Katarakt. München 1887.
 - 18) Henle, Zur Entwicklungsgeschichte der Krystalllinse und zur Teilung des Zellkernes. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XX. (1882.)
 - 19) Leber, Th., Die Cirkulations- und Ernährungsverhältnisse des Auges. Graefe-Saemischs Handbuch. 2. Aufl. Bd. II. 2. S. 444.
 - 20) Helferich, Über künstliche Reifung des Stares. Sitzungsberichte. d. Würzburger phys.-med. Gesellschaft. 1884.
-