

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Königsberg i. Pr.)

## Andert sich die Refraktion des Auges beim Aufenthalt im Dunkeln?

Von

cand. med. **E. Wlotzka.**

Die folgende Untersuchung habe ich auf Anregung von Herrn Dr. Weiss unternommen, unter dessen Leitung ich die Versuche ausführte.

### I. Literatur.

Charpentier<sup>1)</sup> hat an sich selber beobachtet und an anderen Personen bestätigt gefunden, dass die Refraktion des Auges durch längeren Aufenthalt im Dunkeln vermehrt wird. Am beträchtlichsten war diese Zunahme der Refraktion in den Beobachtungen, die er an sich selbst anstellte; hier betrug sie bis zu drei Dioptrien. Ausgeschlossen war es, dass etwa Änderungen des Akkommodationszustandes oder der Pupillenweite die Refraktionsänderung vortäuschten; denn die Innenmuskulatur des Auges war durch Atropineinträufelung gelähmt, und ausserdem geschahen die Beobachtungen unter Anwendung einer sogenannten künstlichen Pupille von konstanter Weite.

Die Refraktionszunahme erklärt Charpentier durch die Annahme, dass beim Aufenthalt im Dunkeln die Gefässe der Aderhaut weniger Blut enthalten und infolgedessen die Retina sich vom Zentrum des Bulbus entferne. Hierdurch werde dann eine Vermehrung der Refraktion erzeugt. Diese Erklärung ist durchaus annehmbar und muss zu einer Untersuchung, ob die Aderhaut beim Aufenthalt im Dunkeln wirklich dünner werde, anregen. Allerdings müsste die Verdünnung ziemlich beträchtlich sein, wenn eine Refraktionsvermehrung von drei Dioptrien hierdurch bedingt werden sollte. Hierfür müsste nämlich die Dicke der Chorioidea um etwa 1 mm abnehmen. Ihre normale Dicke beträgt nach Rauber<sup>2)</sup>

1) Compt. rend. d. l'acad. d. scienc. t. 134 p. 1598—1601.

2) Lehrb. d. Anatomie d. Menschen Bd. 2 S. 786. 1903.

0,05 (bis 0,08) mm; vorausgesetzt, dass diese Zahl für die Dicke der Membran im ruhenden Auge Charpentiers annähernd zutrefte, so müsste ihre Dicke im belichteten Auge 20 mal (12 mal) so gross gewesen sein. Wenn man für einen solchen Volumwechsel der Chorioidea Anhaltspunkte gewinnen sollte, so würde sich sogleich die Frage ergeben, wie denn der intraokulare Druck sich hierbei verhalte.

Ehe jedoch hierauf gerichtete Untersuchungen vorgenommen werden konnten, erschien es nötig, die Angaben Charpentiers noch einmal nachzuprüfen; denn Schoute<sup>1)</sup> hat sie an sich selber nicht bestätigen können.

## II. Methodik.

Charpentier bestimmte in seinen Versuchen die Refraktion durch skioskopische Untersuchung oder durch Vorhalten von Schriftproben, Schoute durch eine der letzteren analoge Methode; nur verwandte er nicht Buchstaben, sondern schwarze Linien auf weissem Grunde zur Prüfung. Da Schoute mit der gebräuchlichen Methodik eine Vermehrung der Refraktion im Dunkeln nicht nachweisen konnte, so muss man annehmen, dass die Refraktionsänderungen nicht bei allen Individuen handgreiflich seien. Neue Untersuchungen mussten also von dem Bestreben geleitet sein, die Refraktionsbestimmungen mit möglichst empfindlicher Methodik auszuführen. Die gebräuchlichen Methoden der Refraktionsbestimmung sind nicht geeignet, sehr geringe Änderungen aufzudecken.

Die Methode, die in den folgenden Versuchen verwendet worden ist, (deren Prinzip übrigens nicht neu ist), gestattet, selbst sehr geringe Änderungen der Refraktion zu erkennen. Ihre Genauigkeit ist bei verschiedenen Versuchspersonen verschieden; der mittlere Fehler betrug bei vier Beobachtern je 0,53, 0,062, 0,011, 0,18 Dioptrien.

Die Versuchsordnung war so: Der Kopf der Versuchsperson wurde durch ein Beissbrettchen und durch eine Stirnstütze fixiert; das eine Auge war verdeckt. Dicht vor dem anderen befand sich ein Schirm mit zwei feinen, etwa 1 mm voneinander abstehenden Löchern, unmittelbar hinter diesen eine Konvexlinse von neun oder zehn Dioptrien. Durch die Löcher und die Linse beobachtete das Auge eine vertikale feine schwarze Linie auf matterleuchtetem weissem Grunde. Die Linie bestand aus einem in Osmiumsäure geschwärzten Haar oder in den letzten Versuchen aus einem 0,025 mm dicken

1) Nederl. Tijdschr. v. Geneesk. t. 1 Nr. 8 p. 408—415. 1903.

Platindraht. Sie konnte auf einer optischen Bank verschoben und so dem Auge genähert und von ihm entfernt werden. Der Grad der Verschiebung wurde an einer Millimeterteilung abgelesen. Sämtliche Versuche geschahen an Augen, deren Akkomodationsmuskulatur durch wiederholte Atropineinträufelungen (1 : 100) gelähmt war. Mit den Instillationen wurde schon einen Tag vor dem Versuch begonnen. Es wurde jedesmal die Stellung ermittelt, bei der die Linie einfach erschien.

### III. Versuche.

#### 1. Prüfung der Methode.

Zunächst ist die Genauigkeit der Methode geprüft worden. Die Aufgabe bestand darin, zu wiederholten Malen die Stellung des Haares zu bestimmen, bei der es einfach erschien. Die Zeit, die für jede Einstellung gebraucht wurde, betrug 3 Sekunden. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle I wiedergegeben.

Tabelle I.

E. Wlotzka		J. Hallervorden		M. Wlotzka		Dr. Sachs	
9 D.		10 D.		10 D.		10 D.	
I	II	I	II	I	II	I	II
78	+3,82	65	+5,38	117	-1,45	109	-0,83
78	3,82	65	5,38	117	1,45	109	0,83
78	3,82	65	5,38	119	1,60	109	0,83
78	3,82	65	5,38	118	1,53	108	0,74
77,5	3,90	63	5,87	118	1,53	109	0,83
78	3,82	65	5,38	118	1,53	109	0,83
79,5	3,57	65	5,38	117	1,45	108	0,74
79,5	3,57	65	5,38	118	1,53	109	0,83
78,5	3,74	64	5,63	118	1,53	109	0,83
78	3,82	64	5,63	118	1,53	109	0,83
78,5	3,74	64	5,63	117	1,45	109	0,83
78,5	3,74	65	5,38	118	1,53	109	0,83
79	3,66	64	5,63	117	1,45	109	0,83
78	3,82	63	5,87	118	1,53	108	0,74
78,5	3,74	63	5,87	118	1,53	107	0,65
79,5	3,57	64	5,63	119	1,60	107	0,65
79	3,66	64	5,63	117	1,45	109	0,83
78	3,82	64	5,63	118	1,53	109	0,83
78	3,82	64	5,63	119	1,60	108	0,74
79	3,66	65	5,38	117	1,45	109	0,83
78	3,82						
77	3,98						
77	3,98						
78	3,82						
77,5	3,90						
78,5	3,74						
mittl. Fehler 0,11 D.		0, 18 D.		0,053 D.		0,062 D.	

Der Kopf der Tabelle gibt den Namen des Beobachters und die Brechkraft der erwähnten Konvexlinse in Dioptrien. In der ersten Spalte ist der Abstand des Haares von dieser Linse, in der zweiten Kolumne die Abweichung der Refraktion des beobachtenden Auges vom Zustand der Emmetropie in Dioptrien angegeben. Diese Zahl ist aus der in der ersten Spalte errechnet; aus den Dioptrienzahlen der verschiedenen Beobachtungen ist mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate der mittlere Fehler errechnet und am Fusse der Tabelle I angegeben worden.

Aus den Werten für den mittleren Fehler geht hervor, dass die angewandte Methode die gebräuchlichen an Genauigkeit weit übertrifft.

## 2. Hauptversuche.

Die Hauptversuche wurden so angestellt: Zunächst wurde für ein gut helladaptiertes Auge die Stellung der Linie bestimmt, bei der sie einfach gesehen wurde. Dann wurde das Auge dunkeladaptiert und dieselbe Bestimmung gemacht. Endlich wurde unmittelbar darauf das Auge wieder helladaptiert und dann die Stellung der Linie nochmals ermittelt. Die Tabelle II gibt Auskunft über die Resultate.

Tabelle II.

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Name	Nr. Datum 1905	Dauer der Dunkeladaptat.	Dunkeladaptat.	Helladaptat.	Differ. in Millimetern	Differ. in Dioptr.
E. Wlotzka 9 D.	1. 6. April	1 h 30'	874,5	874,5	0	0
	2. 8. "	2 h	875,6	875,5	+ 0,1	+ 0,02
	3. 10. "	3 h	875,5	875	+ 0,5	+ 0,08
	4. 11. "	2 h 45'	875,6	875,5	+ 0,1	+ 0,02
	5. 13. "	3 h 15'	876	876,1	— 0,1	— 0,02
J. Hallervorden 10 D.	1. 21. Juni	2 h	882	882	0	0
	2. 23. "	2 h 30'	885	885	0	0
	3. 23. "	2 h 30'	884,25	884	+ 0,25	+ 0,06
M. Wlotzka 10 D.	1. 21. Juli	2 h 30'	846,5	846,7	— 0,2	— 0,02
	2. 22. "	9 h	847	846,8	+ 0,2	+ 0,02
	3. 24. "	2 h 30'	847	846,5	+ 0,5	+ 0,04
Dr. Sachs 10 D.	1. 26. "	1 h 30'	856,3	857,3	— 1,0	— 0,09
	2. 28. "	2 h	863,4	863,5	— 0,1	— 0,01
Dr. Weiss 10 D.	1. 23. Nov.	3 h	994,9	995,0	— 0,1	— 0,01
	2. 23. "	3 h	997,0	996,8	+ 0,2	+ 0,02

In der Tabelle II gibt die erste Kolumne den Namen des Beobachters und darunter die Brechkraft der Vorschaltlinse an, Kolumne II

die Nummer und das Datum des Versuches. In Kolumne III ist die Dauer der Dunkeladaptation angegeben, in IV die Stellung des Haares auf der optischen Bank, bei der es dem dunkeladaptierten Auge einfach erschien (Mittelwerte). Spalte V gibt die Stellung, bei der das Haar dem helladaptierten Auge einfach erschien (Mittelwerte aus den Beobachtungen vor und nach der Dunkeladaptation). Die sechste Spalte gibt die Differenz zwischen den Stellungen in IV und V in Millimetern, die letzte Spalte diese Differenz in Dioptrien umgerechnet.

Die vorstehende Tabelle lehrt erstens, was das Wichtigste ist, dass eine gesetzmässige Änderung der Refraktion im Dunkeln nicht eintritt; denn die beobachteten Änderungen des Refraktionszustandes bedeuten in sieben Versuchen eine Zunahme der Refraktion im Dunkeln, in fünf eine Abnahme im Dunkeln, und in drei Versuchen konnte eine Änderung überhaupt nicht konstatiert werden. Zweitens geht aus den Versuchen hervor, dass die Änderungen ausserordentlich gering sind: im höchsten Falle bei Herrn Dr. Sachs (in Versuch 1) nur etwa 0,09 Dioptrien.

Das Resultat muss daher lauten: Die Refraktion des Auges ändert sich im Dunkeln nicht.

Zum Schluss danke ich Herrn Geheimrat Hermann ehrerbietigst für die Überlassung der Hilfsmittel des Instituts. Allen meinen Mitarbeitern meinen herzlichen Dank!

Besonders danke ich meinem hochverehrten Lehrer Herrn Dr. Weiss für seine Anregung und stete Unterstützung bei dieser Arbeit.

---