Versuche über Wirkung des Strychnins auf die Dunkeladaptation.

Von

Dr. phil. Elfriede Löwenstein-Brill.

(Aus der deutsch. Univ.-Augenklinik, Prag [Prof. Elschnig].)

Mit 4 Kurven im Text.

Die Kenntnis der Gesetzmäßigkeiten, welche die Dunkeladaptation des menschlichen Auges bestimmen, erfuhr in neuerer Zeit wesentliche Bereicherungen. Durch die grundlegenden Arbeiten Pipers¹⁾ und deren weiteren Ausbau besonders durch Behr²⁾, Nagel³⁾, Wölfflin⁴⁾, Lohmann⁵⁾, Stargardt⁶⁾, Birch-Hirschfeld u. a. wurde eine neue Reihe von Tatsachen gefunden. Piper stellte nach Aubert und Charpentiers die Empfindlichkeitszunahme für Lichtreize bei längerem Dunkelaufenthalt kurvenmäßig dar. Er wies nach, daß die Dauer des anfänglichen Stadiums langsamer Empfindlichkeitszunahme direkt abhängig ist von Dauer und Intensität der vorausgegangenen Belichtung des Auges. Je größer diese beiden Faktoren waren, um so höher waren die ersten Schwellenwerte und um so langsamer erfolgte der Aufstieg der Kurve. Weiters wurde von Piper die Abhängigkeit der Reizschwelle des dunkeladaptierten Auges von der Flächengröße des belichteten Objektes nachgewiesen. Schließlich fand derselbe Autor, das von ihm „binokulare Reizaddition“ genannte Gesetz, wonach die binokular festgestellte Reizschwelle nach erfolgter Dunkeladaptation ungefähr doppelt so niedrig ist, wie die unter gleicher Bedingungen ermittelte monokulare Reizschwelle.

Behr²⁾ fand bei gleichzeitiger Belichtung eines Auges die Dunkeladaptation des anderen wesentlich gehemmt und wies damit nach, daß die Dunkeladaptation, nicht wie Piper angenommen hatte, ein rein retinaler, sondern ein zentral bedingter Prozeß ist. Er hob ferner die diagnostische Wichtigkeit der Piperschen Adaptationsbestimmungsmethode hervor, die auch von Stargardt⁶⁾, Birch-Hirschfeld⁷⁾ u. a. klinisch verwertet wurde. Das Gesetz der binokularen Reizaddition bestätigt Behr im allgemeinen, doch modifiziert er es dahin, daß er nicht von einer Steigerung der Empfindlichkeit auf das Doppelte bei binokularer Untersuchung gegenüber der monokularen spricht, sondern nur erhebliche Differenzen feststellt. Auch Wölfflin⁴⁾ und Lohmann⁵⁾

finden diese Regel nicht in allen Fällen und insbesondere nicht in den ersten Stadien der Dunkeladaptation bestätigt.

Bei unseren Untersuchungen folgten wir genau der Piperschen Anordnung. Doch wurden die Versuche nicht im Zustande größter Helladaptation, sondern, wie dies auch Behr tat, vor- und nachmittags begonnen. Die Intervalle, in denen das Ansteigen der Empfindlichkeit geprüft wurde, waren 0, 5, 15, 30 und 45 Minuten. Es wurden die Abschnitte deshalb länger gewählt, weil nach Lohmann⁵⁾ zu erwarten war, daß ein öfteres Untersuchen und die damit verbundene kurze Belichtung durch die Scheibe des Adaptometers die Dunkeladaptation stört. Bei der Nachprüfung in kurzen Zwischenräumen von 5 zu 5 Minuten ergab sich aber kein wesentlicher Unterschied in den Kurven, wie das auch Wölfflin⁴⁾ festgestellt hat. Im Anschluß an Behr wurde der Hauptwert auf die schließlich erreichte Maximalempfindlichkeit nach 45 Minuten Dunkelaufenthalt gelegt und weniger auf die ersten Stadien nach dem Anstieg der Kurve. In den ersten Stadien der Dunkeladaptation machen sich ja auch noch Intensität und Dauer der vorangehenden Belichtung bemerkbar. Bei unseren Versuchen aber handelte es sich darum, einen Vergleichswert zu finden, dessen Änderungen als Maß für die Wirksamkeit der angewendeten Agenzien dienen sollten.

Die erhaltenen Resultate wurden ohne Umrechnung in Skalenteilen des Piperschen Adaptometers notiert, da, wie Best⁸⁾ gezeigt hat, die Umrechnung in Empfindlichkeitswerte nach der Piperschen Methode eine Fehlerquelle darstellt, insofern die Abnahme der Schwellenwerte bei Fortschreiten der Dunkeladaptation in arithmetischer, die Zunahme der Empfindlichkeit aber in geometrischer Progression erfolgt.

Nach den ersten Versuchen stellte es sich heraus, daß eine Fehlerquelle in der Inkonzanz der Lichtquelle gelegen war, wie sie schon durch geringfügige Änderungen in der Netzspannung hervorgerufen wird. Den folgenden Untersuchungen wurde also eine genaue Messung dieser Faktoren vorausgeschickt.

Es wurde mit Wechselstrom gearbeitet. Die verwendete Lichtquelle, eine Osramlampe der D. A. G., trug die Bezeichnung 120 Volt, 50 Kerzen. Die Lampe wurde photometriert und die Lichtstärke in der mittleren Horizontalebene senkrecht auf den Faden für verschiedene Spannungen innerhalb der festgestellten Schwankungen der verwendeten Netzspannung bestimmt. Vor, während und nach jedem Versuche wurde die Netzspannung mit einem Weston-Voltmeter gemessen und die der betreffenden Kerzenstärke entsprechende Korrektur angebracht. Um präzise Vergleiche der verschiedenen Versuchsergebnisse zu ermöglichen, wurden alle Messungen auf die normale Kerzenstärke der Lampe umgerechnet. Diese Umrechnung erfolgte mittels beifolgender Kurve, in der

die Ordinaten die Stromspannung, die Abszissen die entsprechende Kerzenstärke der geprüften Lampe bezeichnen. (Kurve 1.)

Bei der Photometrierung hatte sich herausgestellt, daß die Lampe bei 120 Volt eine Kerzenstärke von 51,4 H. K. hatte. Es mußte nur noch berechnet werden, welche Blendenzahl des Piperapparates, der ja für eine 50 kerzige Lampe geeicht ist, der jeweiligen Kerzenstärke entsprach. Das konnte nur auf dem Umweg über die Helligkeitszahl geschehen, d. i. diejenige Zahl, welche angibt, wieviel Promille Licht der Lampe nach Piper jeder Blende entspricht. Diese Helligkeitszahl korrigiert auf Normallampenstärke ergibt sich aus folgendem Verhältnisse:

Korrigierte Kerzenstärke: wirkliche Kerzenstärke (51,4) = Helligkeitszahl korrigiert auf Normallampenstärke: Helligkeitszahl beobachtet.

Hat man die Helligkeit korrigiert, auf Normallampenstärke berechnet, so ist die ihr entsprechende Blendenzahl unmittelbar von der Piperschen Tabelle abzulesen.

Es war nun zunächst von Wichtigkeit, die physiologischen Schwankungen im Verlaufe der Kurve und speziell in der Höhe des Empfindlichkeitsmaximums festzustellen. Die individuellen Verschiedenheiten sind, wie alle Autoren betonen, sehr große und auch bei ein und derselben Person können die Zahlen, wie auch Wölfflin hervorhebt, voneinander abweichen. Es stellte sich aber heraus, daß zu gleichen Tageszeiten bei derselben

Kurve 1.

Person an verschiedenen, am besten aufeinanderfolgenden Tagen die Zahlen meist nur Differenzen von höchstens drei Skalenteilen des Piperschen Adaptometers aufwiesen. Die ersten Versuche an verschiedenen Personen ergaben folgende Größen:

- E. L. 24 Jahre alt.
18. VII.	Beginn des Versuchs 10 ^h 35 früh	Maximum nach 45' 116
19. VII.	Beginn des Versuchs 10 ^h 45 früh	„ „ 45' 118
- F. B. 23 Jahre alt.
20. VIII.	Beginn des Versuchs 8 ^h 45 früh	Maximum nach 45' 112
20. VIII.	Beginn des Versuchs 10 ^h 3 früh	„ „ 45' 114
- F. S. 19 Jahre alt (Monokulus).
18. VIII.	Beginn des Versuchs 6 ^h 38 abends	Maximum nach 45' 112
29. VIII.	Beginn des Versuchs 7 ^h 15 abends	„ „ 45' 114
- H. M. 23 Jahre alt (Monokulus).
5. VIII.	Beginn des Versuchs 12 ^h 8 vorm.	Maximum nach 45' 70
26. VIII.	Beginn des Versuchs 9 ^h 43 vorm.	„ „ 45' 67

Dagegen wiesen die Empfindlichkeitsmaxima, wenn zu verschiedenen

Tageszeiten gemessen wurde, manchmal größere Differenzen auf, wie die folgenden Zahlen zeigen.

H. O. 29 Jahre alt.			
20. VI.	Beginn des Versuchs 4 ^h 43 nachm.	Maximum	125
26. VI.	Beginn des Versuchs 8 ^h früh.	„	126
F. L. 24 Jahre alt.			
17. VIII.	Beginn des Versuchs 5 ^h 30 nachm.	Maximum	124
18. VIII.	Beginn des Versuchs 10 ^h 35 vorm.	„	116
F. B. 25 Jahre alt.			
13. II.	Beginn des Versuchs 6 ^h 40 nachm.	Maximum	109
14. II.	Beginn des Versuchs 12 ^h mittags	„	102

Es geht daraus hervor, daß man, um Vergleichswerte zu erhalten, zu den gleichen, oder nicht mehr als 2—3 Stunden differierenden Tageszeiten die Empfindlichkeitsmaxima bestimmen muß.

Bei keiner der zahlreichen darauf gerichteten Untersuchungen fanden wir ein Hinaufschnellen der Reizschwelle auf das Doppelte bei binokularen Untersuchungen gegenüber den monokularen. Doch waren jedesmal größere oder geringere Differenzen vorhanden. Die Versuche wurden genau nach der Piperschen Anordnung gemacht, d. h. es wurde von überschwelligen Lichtreizen ausgehend zuerst die binokulare, dann nach Verdecken eines Auges die monokulare Reizschwelle festgestellt. Der Hauptzweck der vorliegenden Untersuchungen war es, den Einfluß von Strychnininjektionen auf die Dunkeladaptation zu beobachten.

Aus einem kurzen Referat*) in Michels Jahresberichten geht hervor, daß Bassevi im Jahre 1889 über die Einwirkung des Strychnins auf die Dunkeladaptation berichtete, und zwar, daß „durch das Strychnin die Adaptation erhöht und auch im gesunden Auge die Sehkraft gesteigert wird“.

In neuerer Zeit wurden von Wölfflin¹⁰⁾ Versuche in derselben Richtung gemacht. Er injizierte 0,005 g Strychninum nitricum in die Schläfengegend und untersuchte 3—22 Stunden nachher die Dunkeladaptation. Er fand bei 7 von 9 Versuchspersonen eine Erniedrigung der Schwellenwerte und eine Erhöhung der Empfindlichkeit nach einer halben Stunde. Die monokulare Lichtreizschwelle war während des ganzen Verlaufs der Prüfung nahezu oder ganz gleich der binokularen. Zur Messung benützte er das Nagelsche Adaptometer, modifiziert von Wölfflin.

Andere Autoren berichten in widersprechender Weise über die therapeutische und physiologische Wirksamkeit des Strychnins auf das Auge.

Nagel¹¹⁾ stellte mittels des von ihm selbst angegebenen Adapto-

*) Die Arbeit war im Original (erschieden in den *Annali di ottalmologia*) nicht zugänglich.

meters Erhöhung der Netzhauterregbarkeit für die normalen Lichtreize und vorübergehende Steigerung der Sehschärfe fest.

Peters¹²⁾ beobachtete leichte Erhöhung der Sehschärfe und Erweiterung des Gesichtsfeldes nicht für Weiß, aber für Blau und Rot.

v. Hippel¹³⁾ berichtet, daß die Sehschärfe des Auges, in dessen Nähe die Injektion gemacht wurde, vorübergehend gesteigert war, wie er mit Hilfe der Massonschen Scheibe fand. Die periphere Grenze für die Wahrnehmung von Blau auf schwarzem Grund war herausgerückt. Nach je drei Injektionen in jede Schläfe, sah v. Hippel eine dauernde Erweiterung des Sehfeldes auf beiden Augen.

Nagel¹⁴⁾ berichtet in einer Notiz, daß Dr. Schliephake 1872–73 an seiner Klinik einen deutlichen Einfluß des Strychnins auf die Empfindlichkeit für Helligkeitsunterschiede konstatierte.

Dreser¹⁵⁾ fand, daß Strychnin die Unterschiedsempfindlichkeit für Licht von verschiedener Wellenlänge, besonders für schwache Lichtreize verschärft. Er benützte zu seinen Versuchen das Hufnersche Spektrophotometer.

Filehne¹⁶⁾ wendet sich gegen die regionäre Wirkung der Strychnininjektionen, erhielt aber bei Einträufelung in den Conjunctivalsack einseitige Wirkung.

E. Fuchs¹⁷⁾ will dem Strychnin besonders in der Behandlung von Sehstörungen hysterischen oder neurasthenischen Ursprungs seinen Platz gesichert wissen. Doch meint er, daß es oft auch bei schweren Sehnervenleiden eine Besserung des Sehvermögens bewirkt, die aber nicht von Bestand ist.

Uhthoff¹⁸⁾ weist auf die außerordentliche Rolle hin, welche der Suggestion bei der therapeutischen Wirkung des Strychnins auf das Auge zukommt.

Calderero²¹⁾ beobachtete bei Injektionen in die Schläfenhaut und Eintropfen in den Conjunctivalsack keinerlei Wirkung auf die Funktionen des normalen Auges bis auf eine geringe Erhöhung der indirekten Sehschärfe für farbige Objekte und ein Hinausschieben der Ermüdungseinschränkung des Gesichtsfeldes und des indirekten Sehens. Auch diese Einflüsse ließen sich nur an dem Auge erkennen, welches der injizierten Stelle entsprach.

Die Pharmakologie lehrt, daß die Hauptwirkung des Strychnins elektiv gegen die reflexübertragenden Apparate im zentralen Nervensystems gerichtet ist. Nur am Auge soll die Erregbarkeitssteigerung an der Netzhaut angreifen¹⁹⁾. Nun fassen aber neuere Untersuchungen²⁾ 4) die Adaptationsvorgänge und speziell die Dunkeladaptation ebenfalls als Reflexe auf und es würde somit der Einfluß des Strychnins auf diese Funktionen mit seinen übrigen Wirkungen in Einklang stehen.

Von größter Wichtigkeit war es, den suggestiven Einfluß der Injek-

tion auf die Versuchsperson, der von den früheren Untersuchern zu wenig berücksichtigt worden zu sein scheint, völlig auszuschalten. Zunächst wurde durch zwei Versuche an aufeinanderfolgenden Tagen festgestellt, ob die Versuchspersonen normalerweise zu den gleichen Tageszeiten nach dreiviertelstündigem Dunkelaufenthalt nicht zu große Unterschiede der Dunkeladaptation aufwiesen, also keine durch Nervosität oder Unverlässlichkeit der Angaben hervorgerufene Ungenauigkeiten zu fürchten waren. Dann wurde an weiteren 2 Tagen je eine Injektion subcutan am Arm vorgenommen. Und zwar die eine mit einer Lösung von Strychninum nitricum (3—5 mg), die andere mit der gleichen Menge physiologischer Kochsalzlösung. Weder der Beobachter noch die untersuchte Person wußten, welche von den beiden Lösungen, die in ganz gleichen mit I und II bezeichneten Fläschchen aufbewahrt waren, jeweils zur Verwendung kam. Erst nach Abschluß der ganzen Versuchsserie erfuhr der Beobachter vom Leiter der Klinik, daß die Lösung I Kochsalz, die Lösung II Strychnin enthalten habe. Auf diese Weise war jede Suggestionwirkung ausgeschaltet.

Zunächst sollte der Einfluß des Strychnins auf die Dunkeladaptation des normalen Auges festgestellt werden. Diese Versuche wurden an 4 Personen gemacht und ergaben mit einer Dosis von 3 mg folgendes Resultat:

E. L. 25 Jahre alt.

13. II. Versuchsbeginn 6 ^h 50 nachm.	Maximum nach 45' Dunkelaufenth.	108
14. II. Versuchsbeginn 6 ^h 40 nachm.	„ „ „	109
15. II. Injektion von 1 cem Lösung I 6 ^h nachm.		
Versuchsbeginn 30' nach der Injektion	Maximum nach 45' Dunkelaufenth.	112
16. II. Injektion von 1 cem Lösung II 6 ^h 30.		
Versuchsbeginn 30' nach der Injektion	Maximum nach 45' Dunkelaufenth.	102

2. O. B. 36 Jahre alt.

18. II. Versuchsbeginn 6 ^h 58 nachm.	Maximum nach 45' Dunkelaufenth.	101
19. II. Versuchsbeginn 7 ^h nachm.	„ „ „	111
26. II. Injektion von 1 cem Lösung I 6 ^h 30 nachm.		
Versuchsbeginn 27' nach der Injektion	Maximum nach 45' Dunkelaufenth.	111
29. II. Injektion von 1 cem der Lösung II 6 ^h 40 nachm.		
Versuchsbeginn 28' nach der Injektion	Maximum nach 45' Dunkelaufenth.	112

3. H. F. 19 Jahre alt.

18. II. Versuchsbeginn 5 ^h 10.	Maximum nach 45' Dunkelaufenth.	109
19. II. Versuchsbeginn 5 ^h .	„ „ „	111
22. II. Injektion von 1 cem Lösung I 5 ^h nachm.		
Versuchsbeginn 25' nach der Injektion	Maximum nach 45' Dunkelaufenth.	113
26. II. Injektion von 1 cem Lösung II 5 ^h nachm.		
Versuchsbeginn 25' nach der Injektion	Maximum nach 45' Dunkelaufenth.	114

4. H. O. 27 Jahre alt.

3. III. Versuchsbeginn 6 ^h .	Maximum nach 45' Dunkelaufenth.	118
4. III. Versuchsbeginn 5 ^h .	„ „ „	114

6. III. Injektion von 1 ccm Lösung I.

Versuchsbeginn 30' nach der Injektion. Maximum nach 45' Dunkelaufenth. 113

11. III. Injektion von 1 ccm Lösung II

Versuchsbeginn 30' nach der Injektion. Maximum nach 45' Dunkelaufenth. 117

Die folgende Kurve 2 zeigt das Verhalten des Normalen mit und ohne Injektion.

Bei einer Dosis von 3 mg waren also die Differenzen zwischen den durchschnittlich erreichten Werten ohne Injektion und nach Injektion folgende:

3-mg-Versuche:

Vers. 1. Normal	109	Vers. 2. Normal.	108
Nach Lösung I	102	Nach Lösung I	111
Nach Lösung II	112	Nach Lösung II	112
Vers. 3. Normal	110	Vers. 4. Normal.	116
Nach Lösung I	113	Nach Lösung I	113
Nach Lösung II	114	Nach Lösung II	117

Das Intervall zwischen Injektion und Beginn des Dunkelaufenthaltes betrug 25–30 Minuten. Eine Steigerung der Lichtempfindlichkeit durch Strychnin ist in keinem Falle zu ersehen.

Es wurde nun versucht, mit etwas größerer Dosis (5 mg) ein Resultat am gesunden Auge zu erzielen.

5-mg-Versuche:

Normaler Endwert zur gleichen Tageszeit	109
14. III. Injektion von Lösung I 6 ^h 35 nachm.	
Versuchsbeginn 37' nach der Injektion.	Erreichter Endwert 104

15. III. Injektion von Lösung II 6 ^h 5 nachm.	
Versuchsbeginn 31' nach der Injektion.	Erreichter Endwert 103
O. B. 36 Jahre alt.	
Normaler Endwert zur gleicher Tageszeit.	109
13. III. Injektion von Lösung I 6 ^h 45 nachm.	
Versuchsbeginn 27' nach der Injektion.	Erreichter Endwert 104
14. III. Injektion von Lösung II 6 ^h 7 nachm.	
Versuchsbeginn 30' nach der Injektion.	Erreichter Endwert 103

Auch diese Dosis bewirkte also keine Erhöhung der Dunkeladaptation.

Es war nun zu untersuchen, ob das Strychnin nicht auf Augen mit herabgesetztem Lichtsinn anders einwirke als auf normale. Die Versuche wurden an 7 Personen vorgenommen. Die verwendete Dosis betrug immer 5 mg. Im übrigen wurden dieselben Kautelen beobachtet wie bei den bisherigen Versuchen.

1. A. O. ♀ 24 Jahre alt. Links Iridocyclitis, Sekundärglaukom, rechts Chorioretinitis.

11. III. 5 ^h nachm.	Erreichter Endwert	57
12. III. 5 ^h nachm.	„ „	60
14. III. 5 ^h 50 nachm. Injektion von Lösung I		
Versuchsbeginn 42' nach Injektion.	Erreichter Endwert	63
15. III. 5 ^h 43 nachm. Injektion von Lösung II		
Versuchsbeginn 36' nach Injektion.	Erreichter Endwert	62

2. J. V. ♂ 49 Jahre alt. Essentielle Hemeralopie beiderseits.

19. III. 4 ^h 40	Erreichter Endwert	83
15. III. 5 ^h 45. Injektion von Lösung II, Versuchsbeginn		
45' nach Injektion	Erreichter Endwert	82
16. III. 5 ^h 29. Injektion von Lösung I, Versuchsbeginn		
35' nach Injektion	„ „	85

3. K. H. ♀ 28 Jahre alt. Beginnende Tabes mit reflektorischer Pupillenstarre.

17. III. 4 ^h 35. Versuchsbeginn	Erreichter Endwert	88
18. III. 4 ^h 45. Versuchsbeginn	„ „	83
22. III. Injektion von Lösung II, 4 ^h 55, Versuchsbeginn		
36' nach Injektion	Erreichter Endwert	76
23. III. Injektion von Lösung I, 5 ^h 35, Versuchsbeginn		
37' nach Injektion	„ „	82

4. F. B. ♀ 22 Jahre alt. Stauungspapille beiderseits.

21. III. 4 ^h 45 nachm.	Erreichter Endwert	63
22. III. 4 ^h 45 nachm.	„ „	63
23. III. 5 ^h 35. Injektion der Lösung II, Versuchsbeginn		
1 ^h nach Injektion	Erreichter Endwert	64
26. III. 4 ^h 40. Injektion der Lösung I, Versuchsbeginn		
1 ^h nach Injektion	„ „	65

5. A. N. ♀ 22 Jahre alt. Chorioretinitis e lue heredit.

22. III. 5 ^h . Injektion von Lösung I, Beginn 50' nach		
Injektion	Erreichter Endwert	0
24. III. 6 ^h 30. Injektion von Lösung II, Beginn 55' nach		
Injektion	„ „	19
26. III. 5 ^h 35. Ohne Injektion		13

6. L. N. ♀ 21 Jahre alt. Chorioretinitis e lue heredit.			
22. III. 5 ^h .	Injektion von Lösung I, Beginn 50' nach		
	Injektion	Erreichter Endwert	0
24. III. 6 ^h 30.	Injektion von Lösung II, Beginn 56' nach		
	Injektion	„ „	0
7. A. H. ♀ 24 Jahre alt. Stauungspapille beiderseits.			
1. IV. 8 ^h 30 vorm.	Injektion von Lösung I, Beginn 3 ^h		
	nach Injektion.	Erreichter Endwert	0
2. IV. 8 ^h 20 vorm.	Injektion von Lösung II, Beginn 3 ^h		
	nach Injektion	„ „	0

Die Versuchsperson 7 wurde vor der Prüfung ihres Lichtsinnes 16 Stunden durch Verband beider Augen im Dunkel gehalten. Trotzdem blieb ihre Reizschwelle höher als die stärkste Blendenöffnung des Adaptometers. Auch die Strychnininjektion, die 3 Stunden vor Beginn der Prüfung vorgenommen wurde, vermochte ebenso wie bei Fall 6 keine merkbare Erhöhung der Empfindlichkeit zu erzielen. Bei 1, 5, 6, ebenso wie bei 7 wurden ferner längere Intervalle zwischen Injektion und Versuchsbeginn eingeschaltet.

1. Normaler Endwert.	57, 60, 63
Injektion von Lösung II, Intervall 35' Endwert	62
Injektion von Lösung II, Intervall 5 ^h , Endwert	66
5. Normaler Endwert.	0, 13, 14
Injektion von Lösung II, Intervall 53', Endwert	19
Injektion nach Lösung II, Intervall 3 ^h , Endwert	15
6. Normaler Endwert.	0
Injektion von Lösung II, Intervall, 56' Endwert	0
Injektion von Lösung II, Intervall 3 ^h , Endwert	0

Es war also bei keiner einzigen, weder von den vier normalen, noch von den 7 Versuchspersonen mit herabgesetztem Lichtsinn durch Strychnin eine Beeinflussung zu erzielen. Die Gestalt der Kurven blieb ebenso unverändert wie der Endwert nach 45 Minuten, wie der Vergleich folgender Kurven zeigt.

Norm. Kurve	} Kurve Kurve {	2 3, 4 {	Path. Kurve
Norm. Kurve nach Injektion			Path. Kurve nach Injektion.

Was den Zeitpunkt der Wirkung der Injektion betrifft, so wurden die Intervalle stark variiert, da sich auch in diesem Punkte die bisherigen Literaturangaben sehr widersprechen. So sah Nagel¹¹⁾ 20 Minuten nach der Injektion (5 mg) die Sehschärfe erhöht, v. Hippel¹³⁾ eine durch 8 Stunden dauernde Erhöhung des Visus, ein Maximum in der Erkennung distinkter Punkte im indirekten Sehen nach 5 Stunden und eine dauernde Erweiterung des Gesichtsfeldes nach 3 Injektionen (2—4 mg), Dreser¹⁵⁾ bei Dosen von 2—4 mg eine nach 20—30 Minuten einsetzende bis zu 4 Tagen anhaltende Erhöhung der Unterschiedsempfindlichkeit gegen schwache Lichtreize. Wölfflin¹⁰⁾ fand 3—22 Stunden nach der In-

jektion von 5 mg die Dunkeladaptation gesteigert. In Analogie mit dem Tierexperiment wäre eine weit raschere Wirkung zu erwarten, da nach Poulsson²⁰⁾ $\frac{1}{20}$ mg Strychninum nitricum beim Frosch nach 10 Minuten Tetanus hervorruft, größere Dosen nach 2–3 Minuten. Auch wäre eine Beeinflussung verschiedener Funktionen ein und desselben Organes in so großen zeitlichen Intervallen (Lichtsinn nach 5 Stunden,

Kurve 3.
N. N. ♀ Chorioretinitis e lue hereditaria. — ohne Injektion.
..... nach Injektion von Lösung I. - - - - } nach Injektion von Lösung II.

Gesichtsfeld nach 5–9 Stunden, zentrale Sehschärfe nach einer Viertelstunde usw.), wie sie von den verschiedenen Autoren angegeben werden, nach den Erfahrungen der Pharmakologie sehr unwahrscheinlich.

Kurve 4.
F. B. ♀ Stauungspapille beiderseits. ohne Injektion.
—— Lösung I. - - - - Lösung II.

Zusammenfassung.

Die Inkonstanz der Lichtquelle, wie sie durch Schwankungen der Netzspannung hervorgerufen wird, ist geeignet, eine exakte Prüfung der Dunkeladaptation illusorisch zu machen. Es wurde daher eine genaue Photometrierung der Lampe den Versuchen vorausgeschickt, die Spannung fortlaufend kontrolliert und die nötigen Korrekturen angebracht.

Bei der Prüfung der Einwirkung von Strychnininjektionen auf die Dunkeladaptation war vor allem der Einfluß der Suggestion auf Beobachter und Versuchsperson auszuschließen. Es wurde daher an verschiedenen Tagen einmal Kochsalz, einmal Strychnin injiziert, wobei die Lösungen dem Untersucher vom Leiter der Klinik übergeben wurden, ohne daß dieser ihm mitgeteilt hätte, was sie jeweilig enthielten.

Um eine Kontrolle über die Genauigkeit der Angaben der Versuchspersonen zu haben, wurde vor Beginn der Versuche an 2 Tagen hintereinander zur gleichen Stunde die Adaptationskurve ohne Injektion aufgenommen.

Subcutane Injektion von 3 mg Strychninum nitricum hatte bei einem Intervall von 25–30 Minuten zwischen Injektion und Beginn des Dunkelaufenthaltes keinerlei Einfluß auf die Dunkeladaptation des normalen Auges. Eine Dosis von 5 mg bei einem Intervall von 30 Minuten blieb ebenso wirkungslos.

Dieselbe Dosis (5 mg) wurde bei Personen mit herabgesetztem Lichtsinn in Anwendung gebracht. Der Zeitraum zwischen Versuchsbeginn und Injektion betrug 38 Minuten, 1, 3 und 5 Stunden. Auch hier blieb ebenso wie bei den vorhergegangenen Versuchen sowohl die Gestalt der Kurve als der nach 45 Minuten Dunkelaufenthalt erreichte Endwert unbeeinflußt.

Für die Anregung zu dieser Arbeit sowie das werktätige Interesse an ihrer Durchführung gestatte ich mir Herrn Professor Elschning den herzlichsten Dank zum Ausdruck zu bringen.

Literatur.

1. Piper, Zur messenden Untersuchung und zur Theorie der Helldunkeladaptation. *Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.* **45**, 357. 1907.
2. Behr, C., Der Reflexcharakter der Adaptationsvorgänge, insbesondere der Dunkeladaptation, und deren Beziehungen zur topischen Diagnose und zur Hemeralopie. *v. Graefes Arch. f. Opth.* **75**, 201.
- 2a. — Das Verhalten und die diagnostische Bedeutung der Dunkeladaptation bei den verschiedenen Erkrankungen des Sehnervstammes. *Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.* **55**, 193, **449**, 1915 und **60**, 433.
3. Nagel und Schäfer, Über das Verhalten der Netzhautzapfen bei Dunkeladaptation des Auges. *Zeitschr. f. Psych. u. Physiol. der Sinnesorgane* **34**, 271.
4. Wölfflin, Der Einfluß des Lebensalters auf den Lichtsinn bei dunkeladaptiertem Auge. *v. Graefes Arch. f. Opth.* **61**, 524.
- 4a. — Über Dunkeladaptation von fovealen und parafovealen Netzhautpartien. *v. Graefes Arch. f. Opth.* **76**, 464.
5. Lohmann, Untersuchungen über Adaptation. *v. Graefes Arch. f. Opth.* **65**, 356. 1907.
6. Stargardt, Über Störungen der Dunkeladaptation. *v. Graefes Arch. f. Opth.* **73**, 77. 1909.
7. Birch-Hirschfeld, Über Nachtblindheit im Kriege. *v. Graefes Arch.* **3**, 273. 1916.
- 7a. — Weitere Untersuchungen über Nachtblindheit im Kriege. *Zeitschr. f. Augenheilk.* **38**, 57. 1917.
8. Best, Über die Dunkeladaptation der Netzhaut. *v. Graefes Arch. f. Opth.* **76**, 146.
9. Basevi, Influenza dell'adattamento sulla sensibilità retinica per la luce e per i colori. *Annali di Ottalm.* **18**, 6, 475. (Ref. Michel, *Jahresber. f. Opth.* 1889, S. 49.)

10. Wölfflin, Über die Beeinflussung der Dunkeladaptation durch künstliche Mittel. Graefes Arch. **64**, 302. 1907.
 11. Nagel, Behandlung der Amaurosen und Amblyopien mit Strychnin. Tübingen 1871. Michels Jahresber. f. Ophth. 1873.
 12. Peters, Über die Wirkung des Strychnins auf das amblyopische und gesunde Auge. Inaug.-Diss. Breslau, Ref. in Michels Jahresber. f. Ophth. 1873.
 13. v. Hippel, Über die Wirkung des Strychnins auf das normale und kranke Auge. Ref. in Michels Jahresber. f. Ophth. 1873.
 14. Nagel, Michels Jahresber. f. Ophth. 1873, S. 101.
 15. Dreser, Über die Beeinflussung des Lichtsinnes durch Strychnin. Arch. f. experim. Pathol. u. Pharmacol. **33**, 251.
 16. Filehne, Zur Beeinflussung der Sinne, insbesondere des Farbensinnes, und der Reflexe durch Strychnin. Archiv f. d. ges. Physiol. **83**, 369.
 17. Fuchs, Lehrbuch der Augenheilkunde 1903, S. 573.
 18. Uhthoff, Graefe-Saemisch, Handb. f. d. ges. Augenheilk. **11**, Abt. 2 A, S. 134. 1911.
 19. Meyer u. Gottlieb, Die experimentelle Pharmacologie. 1911.
 20. Paulsson, Archiv f. experim. Pathol. u. Pharmacol. **26**. 1889.
 21. Calderero, Influenza della stricnina sulle funzioni retiniche dell'occhio normale. La clin ocul. **12**, 1033; zit. nach Michels Jahrb. f. d. Jahr 1912.
-