

Ueber die Wirkung des Muscarins auf Accommodation und Pupille.

Von

Dr. Waldemar Krenchel aus Copenhagen.

Auf Veranlassung von Prof. Donders habe ich, zum Theil mit Dr. Mulder zusammen, eine Reihe von Versuchen angestellt mit salzsaurem Muscarin, welches von Prof. Schmiedeberg in Strassburg freundlichst zu Gebote gestellt war. Schmiedeberg und Koppe*) hatten bekanntlich entdeckt, dass Muscarin ausser seiner früher bekannten Wirkung auf die Pupille zugleich, und zwar in noch höherem Grade, einen tetanisirenden Einfluss auf die Accommodation hat, sowohl nach subcutaner Einspritzung als nach Einträufelung in den Conjunctivalsack. Prof. Donders wünschte, namentlich für die Vergleichung mit Physostigmin, dass Versuchsreihen nach ähnlichem Muster angestellt würden, wie es für obiges Gift früher Hamer**) gethan hatte.

Ich lege hier meine Resultate vor. Die Lösung wurde immer in den Conjunctivalsack geträufelt und

*) Das Muscarin, Leipzig 1869.

**) Verslag van het Ned. Gasth. v. Ooglijders. 1863.

dann in kurz nach einander folgenden Zeitintervallen der Fernpunkt, der Nahepunkt und die Pupillenweite bestimmt. In den ausführlich mitgetheilten Versuchen bezeichnet die erste Columne immer die Zeit in Minuten vom Anfang des Versuchs gerechnet. Die zweite und dritte Columne geben resp. Fernpunkt und Nahepunkt in Zollen und Linien, mit Hülfe von Donders' Optometer, wo nöthig nach Vorsetzung eines geeigneten Convexglases. Wenn sich in der dritten und vierten Columne Zahlenwerthe für die Grösse der rechten und linken Pupille finden, so haben diese nur einen relativen Werth, sie geben nämlich in Centimetern die Entfernung zwischen zwei Kerzenflammen an, deren Reflexbilder hinter die Cornea an den äussern, resp. innern Pupillenrand fallen, wenn der Mittelpunkt zwischen den Kerzen 50 Centimeter vom Auge entfernt, gerade nach vorn gelegen ist und der Beobachter an demselben Ort sich befindet. Auf diese Weise, die Dr. Mulder vorgeschlagen hat, kann man die relative Grösse der Pupille schnell und leicht messen, wenn die Iris nicht zu dunkel und die Beleuchtung einigermaassen gut ist. In der Uebersicht aller Versuche (20) bezeichnen R_m . und P_m . resp. den Fernpunkts- und Nahepunkts-Abstand, während der stärksten Wirkung des Muscarins.

Es ergiebt sich erstens aus den Versuchen, dass die Entdeckung von Schmiedeberg und Koppe sich in der Hauptsache vollkommen bestätigt. Es tritt in allen Fällen, in welchen überhaupt eine unzweifelhafte Wirkung des Muscarins stattfindet, ein Accommodationsspasmus ein, der als eine schnell zunehmende Myopie sich zeigt und der nach 1—2 $\frac{1}{2}$ Stunden wieder vollständig verschwunden ist. In dieser Wirkung des Muscarins verdienen zwei Punkte unser Interesse: Erstens das Verhältniss zwischen der Wirkung auf die Accommodation und der Wirkung auf die Pupille, und zweitens das

Verhältniss zwischen der Wirkung auf den Nahepunkt und der auf den Fernpunkt. In beiden Beziehungen unterscheidet sich nämlich das Muscarin in sehr bemerkenswerther Weise von dem Physostigmin, mit dem es sonst am meisten vergleichbar ist.

Schmiedeberg und Koppe haben das erste Verhältniss so ausgesprochen, dass Muscarin in schwacher Lösung „den Brechzustand des Auges ad maximum erhöht, erst bei grösseren Gaben Myosis hervorbringt.“ Ganz so einfach erlauben mir meine Versuche doch nicht, die Sache anzusehen, vielmehr muss ich mich so ausdrücken: Das Muscarin ruft bei Einträufelung in den Conjunctivalsack ziemlich constant einen Accommodationskrampf hervor, der in der Regel nach 5—10 Minuten anfängt, zwischen 15—30 Minuten sein Maximum erreicht und in 1—2½ Stunden wieder vollkommen verschwindet. Sehr inconstant zeigt sich aber bei verschiedenen Individuen die Wirkung auf die Iris; bei dem Einen (Vers. 10, 20) tritt bei starkem Accommodationskrampf keine oder unbedeutende Myosis ein, bei dem Anderen ist die Pupillenverengerung bei mässigem Accommodationskrampf stark. Wenn sie aber eintritt, so fängt sie zwar in der Regel etwas später als die Annäherung des Fernpunktes an (Vers. 13), nimmt aber noch immer zu, wenn der Fernpunkt schon zurückgeht, ist noch auf ihrem Maximum, wenn die Accommodation vollständig abgespannt ist, und geht dann langsam zurück, so dass sie erst nach 3—24 Stunden vollständig verschwunden ist. — Dieses Verhältniss scheint mit der Meinung von Schmiedeberg und Koppe zu stimmen, dass die Wirkung auf die Iris und die auf die Accommodation von einander unabhängig sind. Als Beweis dafür haben die genannten Autoren noch einen Fall mitgetheilt, in welchem zufällig eine Spur Atropin beigemischt war, und wo die Pupille sich erweiterte, während der Accommodationsspasmus eintrat. Meine

Versuche beleuchten weiter das Verhältniss zwischen Atropin und Muscarin. In Vers. 17 ging eine geringe Atropinerweiterung nach Muscarineinträufelung in Verengerung über, während der Accommodationskrampf in bekannter Weise eintrat; in Vers. 12 blieb eine etwas grössere Atropinerweiterung unverändert bestehen, die Myopie zeigte sich aber wie gewöhnlich; in Vers. 19 wurde eine bestehende, aber schon rückgängige Atropinparese der Accommodation durch eine sehr starke Muscarineinträufelung wenig oder gar nicht gebessert (die Nahepunktbestimmungen fielen sehr verschieden aus), gleichzeitig zeigte sich aber doch ein deutlicher, obwohl geringer Spasmus in dem paretischen Muskel, indem der Fernpunkt sich dem Auge näherte; die Pupille wurde relativ verengert, obwohl sie immer weiter als im normalen Zustande blieb. In Versuch 18 wurde eine noch stärkere Wirkung des Atropins von dem Muscarin gar nicht beeinflusst.

Es bestätigt sich also, dass man bei gewisser Dosirung des Atropins und des Muscarins einen Accommodationskrampf mit erweiterter Pupille hervorbringen kann. — Warum die myotische Wirkung des Muscarins bei verschiedenen Individuen so sehr verschieden ausfällt, ist eine offene Frage. Man braucht nicht anzunehmen, dass bei dem einen eine starke, bei dem andern gar keine Reizung der Oculomotoriusfasernⁿ stattfindet. Es könnte in allen Fällen sowohl Sphincter als Dilator gereizt werden, und nur wenn der erste stark genug wäre, würde sich die Pupille trotz des vergrösserten Widerstandes des Dilator contrahiren. Die gute Beweglichkeit der muscarinisirten Pupille bei Lichtwechsel, die ich immer gesehen habe, spricht jedoch gegen die Hypothese von einem solchen spastischen Zustand der antagonistischen Muskeln.

Aus fast allen Versuchen geht hervor, dass die Abnahme des Accommodationskrampfes ungefähr doppelt so lange dauert, als die Zunahme. In Schmiedeberg und Koppe's Versuchen war es umgekehrt; vielleicht hat die Applicationsweise einen Einfluss, sie scheinen das Muscarin am häufigsten subcutan injicirt zu haben. Schmiedeberg und Koppe geben an, dass sie die Accommodationsbreite durch Muscarin auf Null reducirt haben. Dieses ist mir nicht gelungen, obgleich ich zweimal übermässig starke, die Conjunctiva heftig reizende Lösungen eingeträufelt habe. In diesen zwei Versuchen war übrigens der drückende Schmerz, der immer den Accommodationsspasmus begleitet, sehr unangenehm, besonders beim Nahesehen, so dass in Vers. 20 der Nahepunkt auf der Höhe der Wirkung nicht bestimmt werden konnte. — In diesen zwei Beziehungen stimmen Physostigmin und Muscarin überein. Aus Hamer's Versuchen geht hervor, dass auch bei Calabar die Zunahme der Wirkung schneller vor sich geht, als die Abnahme, und er bemerkt ausdrücklich, dass er selbst bei der stärksten Wirkung nicht einen Spasmus hervorbringen konnte, welcher der natürlichen Contraction bei starker Accommodation gleich käme.

Nicht bei allen Individuen tritt der Accommodations-spasmus mit derselben Leichtigkeit ein, selbst wenn der Versuch 15 vom Vergleich ausgenommen wird, wo wir wegen der vorhandenen Presbyopie nur eine sehr geringe Wirkung erwarten konnten. Immer aber wird zuerst und am meisten der Fernpunkt genähert. Bei stärkerer Wirkung wird die Beschränkung der Accommodationsbreite vom Fernpunkt aus $\left(\frac{1}{R_m} \div \frac{1}{R}\right)$ gewöhnlich nur um die Hälfte des Verlustes wieder durch Gewinn über den Nahepunkt hinein $\left(\frac{1}{P_m} \div \frac{1}{P}\right)$ ersetzt, wie in den

Versuchen 9, 10, 13 und 14, selten ist der Gewinn etwas grösser (Vers. 5), bisweilen aber noch kleiner (Vers. 17, 19). Bei schwächerer Wirkung auf die Accommodation lässt sich eine Verschiebung des Nahepunktes gar nicht constatiren, d. h. es tritt nur ein Spasmus, nicht aber eine erhöhte Leistungsfähigkeit des Muskels ein.

So ergiebt es sich, dass die Muscarinwirkung hauptsächlich in zwei Beziehungen von der Physostigminwirkung verschieden ist. — 1) Das Physostigmin wirkt bekanntlich immer am leichtesten auf die Pupille und erst bei grösseren Dosen auf die Accommodation, während das Muscarin am leichtesten und schnellsten den Brechzustand des Auges erhöht, sehr inconstant aber und weniger schnell, obwohl auch viel andauernder, die Pupille contrahirt. — 2) In Beziehung auf die Accommodation bewirkt Physostigmin in erster Linie eine erhöhte Leistungsfähigkeit und erst in stärkeren Dosen einen wirklichen Spasmus des Musculus ciliaris, während das Muscarin umgekehrt erst den Spasmus und später die erhöhte Leistungsfähigkeit hervorbringt. Die erwähnte Wirkung der Calabarbohne in schwachen Dosen, die aus Hamer's Versuchen hervorgeht, schien mir so merkwürdig, dass ich den Versuch für mein eigenes Auge zu wiederholen wünschte, und es ist mir auch gelungen (Vers. 16), durch Einträufelung von Physostigmin, in Wasser mit wenig Schwefelsäure gelöst, eine bedeutende Annäherung des Nahepunktes ohne Spur von Myopie hervorzubringen. Die Annäherung war bedeutender, als in irgend welchem meiner zahlreichen Muscarinversuche mit demselben Auge, und die erhöhte Erregbarkeit des Accommodationsapparates wurde ausserdem, ebenso wie in mehreren Muscarinversuchen, leicht durch die eintretenden Störungen in der Association der Accommodation und Convergencz, wie auch durch die Macropie constatirt, worüber der in extenso mitgetheilte Versuch nachzusehen ist.

Ich kann also Hamer's Angaben bestätigen und sehe hier einen merkwürdigen Unterschied in der Wirkung der beiden Alkaloide.

Eine Erscheinung findet man in den ersten meiner Versuche, die ich noch nicht erwähnt habe, nämlich die nachträgliche Erweiterung der Pupille. Sie trat in den ersten Versuchen constant nach 1—4 Stunden ein und dauerte 12—24 Stunden, doch reagirte die Iris immer gut auf Licht und nur in einem Falle schien eine sehr geringe Accommodationsparese die Mydriasis zu begleiten. In dem grössten Theil meiner Versuche findet sich aber gar keine nachträgliche Erweiterung, und es liegt daher nahe, für die ersten Versuche an eine zufällige Beimischung von einer Spur Atropin zu denken. Freilich habe ich alle Cautelen für die Reinheit des Präparates beobachtet und mir selbst scheint es daher zweifelhaft, ob diese Wirkung nicht doch in einer unbekanntten Veränderung des flüchtigen und in Lösung nicht sehr haltbaren Präparates zu suchen ist; eben zu den ersten Versuchen habe ich eine Lösung gebraucht, die ziemlich lange gestanden hatte. Aber Schmiedeberg und Koppe haben eine nachträgliche Erweiterung nicht gesehen (wohl aber Krombholz, vergl. Schmiedeberg und Koppe S. 81), und ich will daher lieber aus der erwähnten Erscheinung vorläufig keinen Schluss ziehen.

Es liegt nach diesen Experimenten vorläufig keine Ursache vor, das Muscarin in der practischen Augenheilkunde zu versuchen. Will man einer Schwäche der Accommodation entgegenreten, so scheint es a priori rationeller, eine erhöhte Leistungsfähigkeit ohne Krampf als einen Krampf ohne oder mit wenig erhöhter Leistungsfähigkeit hervorzurufen, rationeller also, die Calabarbohne als den Fliegenpilz zu gebrauchen. Bekanntlich aber sieht man selbst von Calabar in solchen Fällen keinen

deutlichen Nutzen. — Dagegen kann das Muscarin vielleicht, wie Prof. Donders vorgeschlagen hat, für die Bestimmung der Linsenkrümmung bei contrahirtem Zustande des Ciliarmuskels und erweiterter Pupille in Anwendung kommen. Man muss zu diesem Zweck die Pupille durch eine schwache Atropinlösung (0,001 %) erweitern und nun durch wiederholte Muscarineinträufelungen einen gewissen Accommodationsspasmus unterhalten, bis die ophthalmometrischen Messungen ausgeführt sind.

Nachtrag. Der Antagonismus zwischen Atropin und Muscarin, den Schmiedeberg und Koppe in so schöner Weise für die Wirkung auf Herz- und Speichelsecretion gezeigt haben, gilt also auch einigermaßen für die Wirkung auf das Auge, doch scheint Physostigmin noch bestimmter dem Atropin entgegenzustehen. Ueber diesen letzteren so oft besprochenen Antagonismus haben neuerdings Rossbach und Fröhlich*) eine Arbeit geliefert, die, auf Versuche an Kaninchen und Fröschen gestützt, gewissermaßen die alte Lehre vollständig umstürzt. Nach Rossbach und Fröhlich ist die Wirkung von Atropin und Physostigmin qualitativ dieselbe, nur die Dosen, in welchen sie ihre Wirkung äussern, sind sehr verschieden. Ich benutze diese Gelegenheit, um in aller Kürze mitzutheilen, dass ich nach Prof. Donders Aufforderung die Hauptversuche von Rossbach und Fröhlich, auf welche die neue Lehre, insofern sie die Pupille betrifft, gegründet ist, mit folgenden Resultaten wiederholt habe:

1. Rossbach und Fröhlich haben bei Kaninchen nach sehr schwachen Atropinlösungen eine Verengerung der Pupille gesehen. In 4 Versuchen bei Kaninchen und 4 bei Menschen habe ich Atropinum sulph. in Lösun-

*) Verh. der phys. med. Ges. in Würzburg, V., 1, 1873.

gen von 0,0001—0,001 % eingeträufelt und in den ersten 40—80 Min. danach die Grösse der Pupille in Vergleich mit der des andern Auges beobachtet und in verschiedener Weise gemessen. Keine Verengung, bisweilen nach 1—1½ Stunden eine geringe Erweiterung.

2. Durch übermässige Dosen von Physostigmin wollen Rossbach und Fröhlich bei Kaninchen die Pupille etwas erweitern können. Mir ist das in 2 Versuchen nicht gelungen, obgleich ich 10% Lösungen, ja zuletzt 1 Ctrgrmm. trockenes Physostigmin in den Conjunctivalsack eingeführt habe, so dass eine starke Kerato-Conjunctivitis mit seröser Chemosis entstand.

3. Ebenso wenig habe ich sicher constatiren können, dass nach übermässigen Atropindosen wieder die Pupille etwas enger wird. In einem Versuch schien die Pupille 1 Mm. enger zu werden, aber in vier andern blieb die Erweiterung bestehen. Eingeträufelt wurde 4 % Lösung 10 Mal in 30 Minuten (bei Kaninchen.)

4. Rossbach und Fröhlich konnten niemals durch Physostigmin eine Verengung der durch Atropin erweiterten Pupille zu Stande bringen. In zwei Versuchen bei Kaninchen habe ich beide Augen mit 0,1% Lösung atropinisirt und nachher in das eine Auge starke Physostigminlösung geträufelt. In beiden Fällen erfolgte in diesem Auge nach 20 Minuten eine starke Verengung, während die Mydriasis des andern Auges unverändert blieb. — Dass Calabar auch beim Menschen eine atropinisirte Pupille vorübergehend verengern kann, wenn die Atropinwirkung mässig ist, daran brauche ich hier nicht zu erinnern. Von Rossbach und Fröhlich wird das Factum einfach geläugnet.

5. Bei Fröschen soll Atropin, in gewöhnlicher Dosis eingeträufelt, nach Rossbach und Fröhlich constant die Pupille verengern. Die Froschpupillen wechseln

durch bekannte und unbekannte Einflüsse so bedeutend in ihrer Grösse, dass eine Wirkung des Atropins schwer zu constatiren ist. Ich habe viele genaue Versuche angestellt, bin aber zu der Ueberzeugung gekommen, dass weder Atropin noch Physostigmin die Grösse der Frosch-Pupille verändert. Dasselbe hat de Ruiter (Nederl. Lancet 1853) für die gewöhnliche Atropindosis gefunden, nach starken Lösungen will de Ruiter eine Erweiterung gesehen haben.

Es ist mir also nicht gelungen, die Rossbach-Fröhlich'schen Versuche zu bestätigen. Noch muss ich in Bezug auf das Physostigmin bemerken, dass mir zufällig zwei verschiedene Präparate zu Gebote standen, das eine tödtete Frösche durch Lähmung, das andere durch Tetanus; trotz dieser Verschiedenheit in der Wirkung auf das Rückenmark schienen sie aber auf die Pupille die gleiche Wirkung zu haben.

Utrecht, Januar 1874.

Zusammenstellung der Versuche.

		$\frac{1}{P}$	$\frac{1}{R}$	$\frac{1}{R_m}$	$\frac{1}{R}$	$\frac{1}{P_m}$	$\frac{1}{P}$	Bemerkungen.
1 Dr. Krenchel.	Einträufelung von 1% Lösung im rechten Auge, nach 30 Minuten wiederholt.	$\frac{1}{5}$		$\frac{1}{13}$?		Pupille verengert, nachher erweitert.
2 Dr. Krenchel.	Einträufel. von 1% Lösung im rechten Auge.	$\frac{1}{5}$		$\frac{1}{67}$?		Pupille verengert, nachher erweitert.
3 Dr. Mulder.	Einträufel. von 1% Lösung im rechten Auge.	$\frac{1}{4,5}$?		0		Pup.verengung zweifelhaft, nachher Erweiter.
4 Dr. Mulder.	Einträufel. von 1% Lösung im rechten Auge.	$\frac{1}{4,5}$		$\frac{1}{140}$		0		Pupille verengert, nachher erweitert.
5 Dr. Krenchel.	Einträufel. von 3% Lösung im rechten Auge.	$\frac{1}{5}$		$\frac{1}{16}$		$\frac{1}{19}$		Pupille stark verengert, nachher erweitert.
6 Dr. Mulder.	Einträufel. von 3% Lösung im rechten Auge.	$\frac{1}{4,5}$		$\frac{1}{56}$		0		Pupille wenig verengert, nachher erweitert.
7 Dr. Krenchel.	Einträufel. von 3% Lösung im rechten Auge.	$\frac{1}{5}$		$\frac{1}{48}$?		Pupille verengert, nachher erweitert.
8 Dr. Callan.	Einträufel. von 5% Lösung im rechten Auge.	$\frac{1}{6}$		$\frac{1}{30}$		0		Pupillenverengung zweifelhaft.
9 Dr. Krenchel.	Einträufel. von 5% Lösung im rechten Auge.	$\frac{1}{5}$		$\frac{1}{18}$		$\frac{1}{32}$		Pupille stark verengert.
10 Dr. Frank.	Einträufel. von 5% Lösung im rechten Auge.	$\frac{1}{7}$		$\frac{1}{8,8}$		$\frac{1}{16}$		Pupillenverengung zweifelhaft.

		$\frac{1}{P}$	$\frac{1}{R}$	$\frac{1}{Rm}$	$\frac{1}{R}$	$\frac{1}{Pm}$	$\frac{1}{P}$	Bemerkungen.
11	Dr. Bosma.	Einträufelung von 5 % Lösung im rechten Auge.		$\frac{1}{5,2}$	$\frac{1}{47}$?		Pupille stark verengert.
12	Dr. Krenchel.	Einträufel. von 5 % Lösung im rechten Auge, nach Erweit. der Pupille durch 0,001% Lös. v. Atropin. sulph.		$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{18}$?		Pupillenerweiter. blieb unverändert.
13	Dr. Krenchel.	Einträufel. von 5 % Lösung im rechten Auge.		$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{38}$		Pupille stark verengert.
14	Dr. Krenchel	Einträufel. von 5 % Lösung im rechten Auge.		$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{68}$		Pupille verengert.
15	Prof. Donders.	Einträufel. von 5 % Lösung im rechten Auge.		$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{300}$	0		Pupille verengert.
16	Dr. Krenchel.	Einträufel. v. einer starken Lösung von schwefelsaur. Physostigmin i. recht. Auge.		$\frac{1}{5}$	0	$\frac{1}{16}$		Pupille verengert.
17	Dr. Krenchel.	Einträufel. v. 5 % Lös. im recht. Auge, nach gering. Erw. d. Pup. durch 0,001% Lös. v. Atrop. sulph.		$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{68}$		Pupille verengert.
18	Dr. Krenchel.	Einträufel. v. 5 % Lösung im rechten Auge, nach Lähmung der Pupille und Accommodation durch Atropin.		$\frac{1}{5}$	0	0		Pupillenerweiterung unverändert

		$\frac{1}{P}$	$\frac{1}{R}$	$\frac{1}{Rm}$	$\frac{1}{R}$	$\frac{1}{Pm}$	$\frac{1}{P}$	Bemerkungen.
19	Dr. Krenchel.		$\frac{1}{5}$		o. d. $\frac{1}{75}$ o. s. $\frac{1}{9,4}$		o. d. $\frac{1}{50}$ (?) o. s. $\frac{1}{38}$	O. d. Pupille verengert (relativ) o. s. Pupille stark verengert.
20	Dr. Callan.		$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{11}$?		Geringe Verengung der Pupille.

Versuch 5.

Dr. Krenchel — Accommodationsbreite $\frac{1}{5}$ —
Einträufelung von 3% Lösung im rechten Auge.

Zeit.	R.	P.	R.Pup.	L.Pup.	Bemerkungen.
Min. 0	21"	4" 2"			Einträufelung.
" 5	18"	6" 3"	90	90	
" 10	14"	4" 3"	80	90	
" 15	10"	3" 11"	61	87	
" 20	9"	3" 9"	54	95	
" 25	9"	3" 11"	47	86	
" 30	11"	3" 10"	42	72	
" 35	11"	2" 3" 9"	40	88	
" 40	11"	10" 3" 10"	40	95	
" 45	12"	3" 6"	40	93	
" 50	15"	3" 6"	41	85	
" 55	15"	3" 5"	39	96	
" 60	16"	1" 3" 6"	42	100	
" 85	19"	3" 6"	45	95	
" 105	20"	3" 10"	48	94	
" 110	20"	6" 3" 10"			
" 160					Beide Pupillen gleich gross. Rechte Pupille erweitert.
" 220					

Rechte Pupille blieb des Abends etwas erweitert.

Versuch 6.

Dr. Mulder — Accommodationsbreite $\frac{1}{4.5}$
Einträufelung von 3% Lösung im rechten Auge.

Zeit.	R.	P.	R.Pup.	L.Pup.	Bemerkungen.
Min. 0	20" 6'''	3" 8'''			Einträufelung.
" 5	21" "	3" 7'''	72	70	
" 10	21" 8'''	3" 8'''	75	75	
" 15	21" "	3" 8'''	70	70	
" 20	20" "	3" 8'''	70	72	
" 25	16" "	3" 8'''	64	66	
" 30	15" "	3" 8'''	67	74	Rechte Pupille wenig verengert.
" 35	15" 2'''	3" 9'''	68	71	
" 40	15" 8'''	3" 8'''	77	77	
" 45	16" "	3" 8'''	85	74	
" 50	17" "	3" 9'''	85	74	Rechte Pupille erweitert.
" 95	18" "				
" 115		4" "			

Rechte Pupille blieb des Abends erweitert.

Versuch 10.

Dr. Frank — Accommodationsbreite $\frac{1}{7}$.
Einträufelung von 5% Lösung im rechten Auge.

Zeit.	R.	P.	R.Pup.	L.Pup.	Bemerkungen.
Min. 0	9"	4" 1'''	40	45	Einträufelung.
" 5	8"	4" 1'''	43	50	
" 10	5" 6'''	3" 10'''	43	50	
" 18	4" 6'''	3" 5'''			
" 25	4" 6'''	3" 5'''	40	48	
" 30	4" 6'''	3" 5'''	40	50	
" 50	5" 1'''	3" 3'''	52	53	Die Pupillenverengung zweifelhaft.
" 65	6"	3" 4'''	40	45	
" 75	7"	3" 7'''	40	50	
" 85	7" 10'''	3" 7'''			

Versuch 13.

Dr. Krenchel — Accommodationsbreite $\frac{1}{5}$.
Einträufelung von 5% Lösung im rechten Auge.

Zeit.	R.	P.	R. Pup.	Sehschärfe ohne Corr.	Bemerkungen.
Min. 0	21"	4" 2'''	normal	$\frac{20}{30}$	Einträufelung.
" 5	20" 6'''	—	—	—	—
" 10	15"	4" 2'''	—	$\frac{20}{50}$	—
" 15	10"	3" 11'''	verengert ?	$\frac{20}{100}$	—
" 20	9" 6'''	3" 9'''	verengert	—	—
" 25	9" 6'''	3" 9'''	—	—	—
" 30	12"	3" 9'''	—	$\frac{20}{70}$	—
" 35	13"	3" 11'''	stark verengert	—	—
" 40	14"	3" 11'''	—	$\frac{20}{50}$	—
" 45	15" 6'''	3" 11'''	—	$\frac{20}{40}$	—
" 50	17"	3" 11'''	—	—	—
" 55	19"	3" 11'''	—	$\frac{20}{30}$	—
" 60	21"	4"	—	—	—

Die Pupille hatte nach 6 Stunden wieder die normale Grösse.

Versuch 16.

Dr. Krenchel — Accommodationsbreite $\frac{1}{5}$.
Einträufelung von einer starken Lösung von schwefel-
saurem Physostigmin in das rechte Auge,
dreimal wiederholt.

Zeit.	R.	P.	R. Pup.	Bemerkungen.
Min. 0	21"	4" 1'''	normal	Einträufelung.
" 12	21"	4" 2'''	—	—
" 15	—	—	—	Nochmals Einträufelung.
" 20	21"	4" 1'''	—	—
" 27	21"	4" 1'''	—	—
" 35	21"	3" 11'''	—	—
" 40	—	—	—	Nochmals Einträufelung.
" 47	21"	3" 9'''	verengert	—
" 52	21"	3" 9'''	—	—
" 65	21"	3" 6'''	—	Wird ein Punkt durch ein nach unten brechendes Prisma doppelt gesehen, so zeigt sich sehr deutlich
" 67	21"	3" 6'''	—	2) dreimal so grosse seitliche Distanz der Doppelbilder, wenn das rechte Auge, als wenn das linke Auge fixirt.
" 75	21"	3" 6'''	stark verengert	Diese Erscheinungen können durch + $\frac{1}{20}$ vor dem rechten Auge vollständig gehoben werden.
" 85	21"	3" 3'''	—	3) Macropie für d. rechte Auge.
" 90	21"	3" 3'''	—	Die oben genannten Erscheinungen fast verschwunden.
" 175	21"	3" 10'''	weniger verengert	—
" 180	—	—	—	—

Versuch 19.

Dr. Krenchel, Accommodationsbreite $\frac{1}{5}$.

Wiederholte Einträufelung von sehr starker (ca. 30 %) Lösung in beide Augen; rechtes Auge hatte Accommodationslähmung und Mydriasis im Rückgang nach Atropin 2 Tage vorher (Vers. 18.)

Zeit.	R.	P.	Pup.	R.	P.	Pup.	Bemerkungen.
Min. 0	21"	6" 9"	105	21"	4" 2"	50	Einträufelung. Einträufelg. Starke Conjunctivalreizung.
" 6							
" 11				13"	4" 2"		
" 16	19"	5" 6"	90			45	
" 19				7"	3" 11"		
" 21	17"	5" 8"	100	7"	3" 9"	45	
" 28	16" 6"	6"	90	6" 6"	3" 9"	48	
" 34	19"	5" 8"	95	8"	3" 10"	43	
" 39	19"	5" 4"	80	10"	3" 10"	32	
" 44	20"	5" 6"	66	12"	3" 10"	31	
" 49	21"	5" 6"	75	13" 6"	3" 11"	33	
" 112	21"	5" 2"	60	19"	4"	30	
" 161	21"	5" 4"		21"	4"		
	Rechtes Auge.			Linkes Auge.			

Nach 12 Stunden linke Pupille noch fast ebenso stark verengert, rechte etwas weiter als am Schluss des Versuchs.