

Aus der Ophthalmologischen Klinik und Poliklinik der Universität Basel
(Vorsteher: Prof. Dr. med. FRIEDRICH RINTELEN)

Zur Brauchbarkeit des Schirmer-Testes

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der Universität Basel

Vorgelegt von

Georg Eisner

aus Basel

Von der Medizinischen Fakultät genehmigt
auf Antrag von Prof. Dr. F. RINTELEN
Tag der Promotion: 2. März 1960

Sonderdruck aus
„Graefes Archiv“, Band 162, S. 286—298 (1960)
Springer-Verlag/Berlin · Göttingen · Heidelberg

Aus der Ophthalmologischen Klinik und Poliklinik der Universität Basel
(Vorsteher: Prof. Dr. med. FRIEDRICH RINTELEN)

Zur Brauchbarkeit des Schirmer-Testes

Von

GEORG EISNER

Mit 4 Textabbildungen

Zur Erfassung des krankhaften Geschehens — vor allem am Auge selbst —, bei welchem eine verminderte Tränensekretion als Ursache oder als Begleiterscheinung vermutet wird, benötigt der Kliniker und der praktische Arzt eine einfache, aber genaue Methode zur Messung der Tränenabsonderung. Es ist jedoch nicht leicht, ein solches Verfahren zu entwickeln, weil die zu messende Tränenmenge, welche physiologischerweise ohne künstlichen Reiz sezerniert wird, recht gering ist. Sie wird mit 0,03—0,05 g/Std angegeben²⁴.

Bisher sind zwei prinzipiell verschiedene Methoden beschrieben worden:

1. Die Tränenflüssigkeit wird mit Fließpapier aus dem Conjunctivalsack aufgesaugt. Dabei stellt das Papier, dessen Befeuchtungsausmaß festgestellt wird, gleichzeitig einen Sekretionsreiz dar (Schirmer-Test und seine Modifikationen).

2. Färbung der Tränenflüssigkeit. Dabei mißt man:

- a) die Zeit bis zum Verschwinden des Farbstoffes aus dem Conjunctivalsack*, oder

- b) die Verdünnung des Farbstoffes nach einer gewissen Zeit (Test von NOVER und JAEGER)²⁰.

Die zweite Gruppe von Methoden ging aus den Versuchen hervor, mit Farbstoffen die Durchgängigkeit der Tränenwege zu prüfen^{10, 14, 31, 32}. Diese Untersuchungen haben den Vorteil, keine künstliche Reizung der Conjunctiva zu bewirken, so daß nur die physiologische Sekretion gemessen wird. Wegen der Kleinheit der physiologischen Tränenmenge wird jedoch der Meßfehler recht groß. Außerdem werden die Resultate durch den Zustand der Tränenabflußwege beeinflusst, wahrscheinlich auch durch Diffusion der Farbstoffe (Fluorescein) in die Gewebe bei den so häufig bestehenden Mucosa-Defekten.

In der vorliegenden Arbeit soll die Genauigkeit des Schirmer-Testes untersucht werden. Sein Vorteil liegt darin, daß man eine Reizsekretion

* SCHIRMER verwendete eine ähnliche Methode zur Messung der Tränenfließgeschwindigkeit. Er impfte am äußeren Lidwinkel *Bac. prodigiosus* und maß die Zeit bis zum Auftreten in der Nase²⁵.

mißt und damit eine größere Tränenmenge zur Verfügung hat. Sein Hauptnachteil besteht in der individuellen Unterschiedlichkeit der Reizbeantwortung.

SCHIRMER hatte seine Tränenfunktionsprüfung angegeben, um bei Facialisparesie eine eventuelle Unterfunktion der Tränendrüse nachzuweisen²⁴.

1. Methode (Schirmer-Test I)

Man schneidet Fließpapier von 5×35 mm, knickt sie 5 mm von einem Ende entfernt um und kappt dort die Ecken. Vorsichtig wird der umgebogene Teil hinter das abgezogene Unterlid in den unteren Conjunctivalsack eingelegt. Der 30 mm lange Rest des Streifens hängt frei nach unten. Man beläßt den Streifen während 5 min und mißt die befeuchtete Strecke, oder, falls der Streifen schon vorher völlig durchnäßt wurde, die dazu benötigte Zeit.

Bei 100 untersuchten Patienten stellte SCHIRMER fest, daß im Durchschnitt in 5 min der Streifen gerade ganz befeuchtet wurde. Werte unter 15 mm/5 min betrachtete er als pathologisch.

Man mißt also jene Tränenmenge, welche unter dem künstlichen „Fremdkörper“-Reiz des Papierstreifens auf die Conjunctiva in einer gewissen Zeit abgesondert wird, d.h. die komplexe Funktion des Reflexbogens, welche mit den Rezeptoren auf der Conjunctiva beginnt und über den ersten Ast des Trigemini und den Facialis zur Tränendrüse führt. Mit anderen Worten: wir prüfen

1. Reizbarkeit der Conjunctiva selbst
2. Funktionieren des Reflexbogens
3. Ansprechen der Tränendrüse auf den erzeugten Sekretionsimpuls.

Ist der Schirmersche Test I pathologisch ausgefallen, so führt man, um eine Schädigung des afferenten Schenkels als Fehlerquelle auszuschließen, den zweiten Schirmer-Test aus. Dabei wird der zweite Ast des Trigemini gereizt*.

2. Methode (Schirmer-Test II)

Man anaesthetisiert die Conjunctiva mit Cocain, legt den bekannten Streifen ein und reizt die Nasenschleimhaut durch Pinselung oder Dämpfe. Es werden dabei mehr Tränen abgesondert als beim Schirmer-Test I. Deshalb mißt man nur während 2 min. Als Durchschnitt ermittelte SCHIRMER völlige Befeuchtung des Fließblattstreifens in 2 min; Werte unter 15 mm/2 min gelten als pathologisch.

Erst wenn auch der zweite Test pathologisch ausfällt, darf nach SCHIRMER eine Läsion der excitolacrimalen, parasymphatischen Fasern im Facialisstamm angenommen werden.

Schon SCHIRMER hat bei Normalen erhebliche Differenzen festgestellt; auch zwischen beiden Augen desselben Individuums. Er hat sie

* Auch Reizung der Drüse über den Opticus (Licht) wurde versucht (sensorischer Lacrimationsreflex).

in erster Linie verschiedener Empfindlichkeit der gereizten Schleimhäute zugeschrieben.

In der Folge haben mehrere Autoren* den Schirmer-Test nicht für die Lokalisation von Facialis-Läsionen, sondern als Funktionsprüfung der Drüse selbst benützt. Man hat versucht, einen Zusammenhang zwischen dem Krankheitsbilde der Keratoconjunctivitis sicca und verminderter Tränensekretion nachzuweisen.

Mit dem Bedürfnis nach Prüfung der produzierten Tränen*quantität* stiegen auch die Ansprüche an die Genauigkeit des Testes. Einerseits versuchte man, statistisch die durchschnittliche „Tages“-Tränenmenge zu ermitteln^{12, 15, 16, 19, 21}, ferner ihre Unterschiede bei den Geschlechtern und in verschiedenen Lebensaltern. Andererseits wollte man die minimale Tränenmenge kennen^{22, 23}, welche ohne sensible und sensorische Beschwerden und Störungen ertragen wird.

Die verschiedenen Untersucher haben den Test oft abgeändert. Die Modifikationen betrafen vor allem:

1. Das Papier. SCHIRMER²⁴ u. a. verwendeten Fließpapier, BRUCE⁴ Filterpapier aus Tallquist-Hämoglobinbuch. HENDERSON¹² gebraucht Filterpapier aus der gleichen Fabrik, SPECTOR²⁹ empfiehlt Zigarettenpapier, SJÖGREN²⁸ und HOLM¹³ nehmen Lackmuspapier. ROETHH²¹ hatte verschiedene Whatman-Papiere vergleichend geprüft, wobei er sich zur Verwendung von Nr. 41 entschloß. McMILLAN und CONE¹⁸ legten einen Wattebausch auf das punctum lacrimale und wogen ihn nach 5 min.

2. Die Lage des Streifens im Conjunctivalsack. SCHIRMER²⁴ legt den Filterstreifen an den äußeren Winkel des Unterlides, ROETHH²¹ zwischen äußeres und mittleres Drittel, HENDERSON¹² am punctum lacrimale anliegend und BEETHAM² direkt über das punctum lacrimale. FERRANTE⁷, welcher bei Patienten mit peripheren Facialispareesen untersuchte, legte den Streifen unter das Oberlid am äußeren Lidwinkel, weil bei Lagophthalmus sich die Sensibilität der nicht vom Lid bedeckten Conjunctiva verändert.

3. Die Stellung des Auges. Je nach Autor wird das untersuchte Auge offen oder geschlossen gehalten.

4. Die Masse des Streifens. Die meisten Autoren verwenden die von SCHIRMER angegebene Masse. Zu statistischen Zwecken untersucht HENDERSON¹² mit 30 mm langen Streifen, ROETHH²¹ mit 60 mm langen.

5. Die Ablesung. SJÖGREN²⁸, welcher Lackmuspapier verwendet, läßt die Streifen erst trocknen, bevor er abliest. Die andern Autoren bestimmen den Befeuchtungseffekt an den Papierstreifen in nassem Zustand.

6. Das Austupfen des Conjunctivalsackes. SCHIRMER hat den abnorm gefüllten Conjunctivalsack vor der Messung ausgetupft. SJÖGREN lehnt dies ab.

Bei allen diesen Untersuchungen ergab sich eine außerordentliche Diskrepanz der Resultate:

Statistische Angaben aus Amerika und Japan zeigt Tabelle 1. Es handelt sich um die Durchuntersuchung von Gesunden in verschiedenen

* 1-4, 6, 9, 11, 13, 27, 28.

Lebensaltern zur Ermittlung der Normalwerte*. Wir haben hier nur zwei Altersgruppen herausgegriffen:

Tabelle I

Autor	Altersgruppen	
	10—19 Jahre	50—59 Jahre
HENDERSON/PROUGH ¹²	18—22 mm	11,5—14 mm
ROETHH 1950 ²¹		32—37 mm
ROETHH 1953 ²¹	59—63 mm	22—26 mm
ITO ¹⁵	12 mm	10 mm
MIZUKAWA ¹⁹	35 mm	21 mm

KUROSE¹⁶ fand als Durchschnitt 6,6 mm beim Schirmer-Test I; 32,9 mm beim Schirmer-Test II.

Bei der Frage nach der Mindestmenge hielt SCHIRMER²⁴ Werte unter 15 mm für pathologisch. SJÖGREN²⁸, HOLM¹³ und VOUTERS³³ sind derselben Ansicht, wobei die beiden erstgenannten allerdings an getrockneten Streifen ablesen. BETSCH³ hingegen betrachtet die Angabe SCHIRMERs als zu niedrig und fordert Mindestwerte von 20—25 mm. ROETHH²¹ andererseits fand bei 30% der über 40jährigen, HENDERSON und PROUGH¹² sogar bei 50%, weniger als 15 mm. BEETHAM² erachtet erst Werte unter 10 mm als pathologisch. GIFFORD⁹ u.a. aber fanden auch bei Werten unter 5 mm selbst bei längerer Beobachtung der Patienten keine Schädigungen. Auf Grund ihrer Untersuchungen konnten HENDERSON und PROUGH¹², sowie ROETHH²¹, keinen Minimalwert ermitteln, da auch Augen mit völlig negativem Schirmer-Test keine Beschwerden zu machen brauchen.

LIPSCHÜTZ¹⁷ beobachtete das Fließen gefärbter Tränen an der Spaltlampe. Er erachtet die mit dem Schirmer-Test erreichten Werte als zu niedrig, da der Tränenstrom entlang der Oberlidkante bei der Messung nicht erfaßt wird.

FORSTER⁸ verglich den Schirmer-Test und die Färbung mit Rose-Bengal bei Keratoconjunctivitis sicca und fand, daß die Färbung der Conjunctiva schon vor einem pathologischen Schirmer-Test auftritt.

Diese so erheblich divergierenden Angaben haben uns veranlaßt, die technische Genauigkeit der Methode zu überprüfen. Ohne Zweifel beeinflußt die Empfindlichkeit oder Leitfähigkeit des gereizten Reflexbogens ganz wesentlich die Resultate des Schirmer-Testes²². Bevor man sich jedoch bemüht, zur Verkleinerung des Meßfehlers diesen Faktor in der Test-Anordnung zu berücksichtigen, muß man die Genauigkeit der Ablesungstechnik kennen.

Die Ablesung der Resultate beruht darauf, daß man eine befeuchtete *Strecke* einem aufgesaugten Flüssigkeitsquantum gleichsetzt. Die

* Messungen mit Schirmer-Test I (teilweise modifiziert).

Beziehung Länge/Gewicht galt es, unter Berücksichtigung des Zeitfaktors, zu prüfen. Aus physikalischen Gründen können diese Verhältnisse nicht linear sein. Man mußte deshalb Eichkurven herstellen; da zu erwarten war, daß diese für jede Papiersorte verschieden ausfallen würden, haben wir verschiedene Papierqualitäten geprüft.

Dabei interessierten uns:

1. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Papiersorten, d.h. die *Vergleichbarkeit* von Messungen, welche mit verschiedenen Papierqualitäten ausgeführt wurden.

2. Die Unterschiede innerhalb derselben Sorte

a) zwischen verschiedenen Bogen;

b) innerhalb desselben Bogens;

mit anderen Worten: die erzielbare *Genauigkeit* der Messung.

Schon früher wurde darauf hingewiesen, daß wegen der großen Streuung jeder befeuchtete Schirmer-Streifen gewogen werden müsse. Damit wird aber die Methode für die Praxis zu kompliziert. Heute jedoch bietet die Industrie genormte Papiere an, welche eine erhöhte Genauigkeit erwarten lassen.

Für unsere Untersuchungen wählten wir:

A. Drei Sorten Fließpapiere aus einer Papeterie, welche wir mit *A, B, C* bezeichnen.

B. Normierte Filterpapiere, Fabrikat Schleicher & Schüll: die Sorten Nr. 597, Nr. 604 und Nr. 602eh*.

C. Normierte Filterpapiere, welche auch zur Papierchromatographie verwendet werden: Whatman Nr. 4 und Nr. 41**.

Von jeder Sorte wurden drei Bogen geprüft unter der Bezeichnung *a, b, c*.

Wir untersuchten:

1. Das Verhältnis von befeuchteter Strecke zur Gewichtszunahme (Messung 1).

2. Den Zeitfaktor, d.h. die Geschwindigkeit der Befeuchtung (Messung 2).

3. Die Unterschiede der Ablesung des nassen oder getrockneten Streifens, galt es doch festzustellen, welche Ablesung eher dem aufgesogenen Quantum entspricht (Messung 3).

Methodik

Im Gegensatz zu ROETH²¹, der auf einen hängenden Streifen eine abgemessene Menge Flüssigkeit auftröpfte, untersuchten wir mit überschießendem Flüssigkeitsangebot. Allerdings mußten wir die Streifen aufwärts saugen lassen, da sich bei

* *SS Nr. 597*: mittleres Gefüge, rein, meist verwendete Sorte für qualitative Bestimmungen. Filtriergeschwindigkeit: 50—70 sec.

SS Nr. 604: weich, rein, lockeres Gefüge, schnell filtrierend. Filtriergeschwindigkeit: 15—30 sec.

SS Nr. 602eh: extra-hart, dichtes Gefüge für feine Niederschläge. Filtriergeschwindigkeit: 400—600 sec.

** *Whatman Nr. 4*: große Durchflußgeschwindigkeit, für Aminosäuren und Zucker verwendet.

Whatman Nr. 41: doppelt säuregewaschen, höchster Aschengehalt 0,01%. Schnellfilterndes, lockeres Papier.

überschießendem Angebot am hängenden Streifen Tropfen bilden, welche dem Papier entlang nach unten laufen.

Da wir aber nur vergleichende und nicht absolute Werte ermitteln wollten, konnten wir die Frage, ob die Erdanziehung beschleunigend oder verzögernd wirkt, vernachlässigen. Aus dem gleichen Grunde haben wir für die Messungen als Flüssigkeit destilliertes Wasser verwendet.

In einem Vorversuch überzeugten wir uns davon, daß in der vorgesehenen Versuchsanordnung die Breite des Papierstreifens auf die Länge der befeuchteten

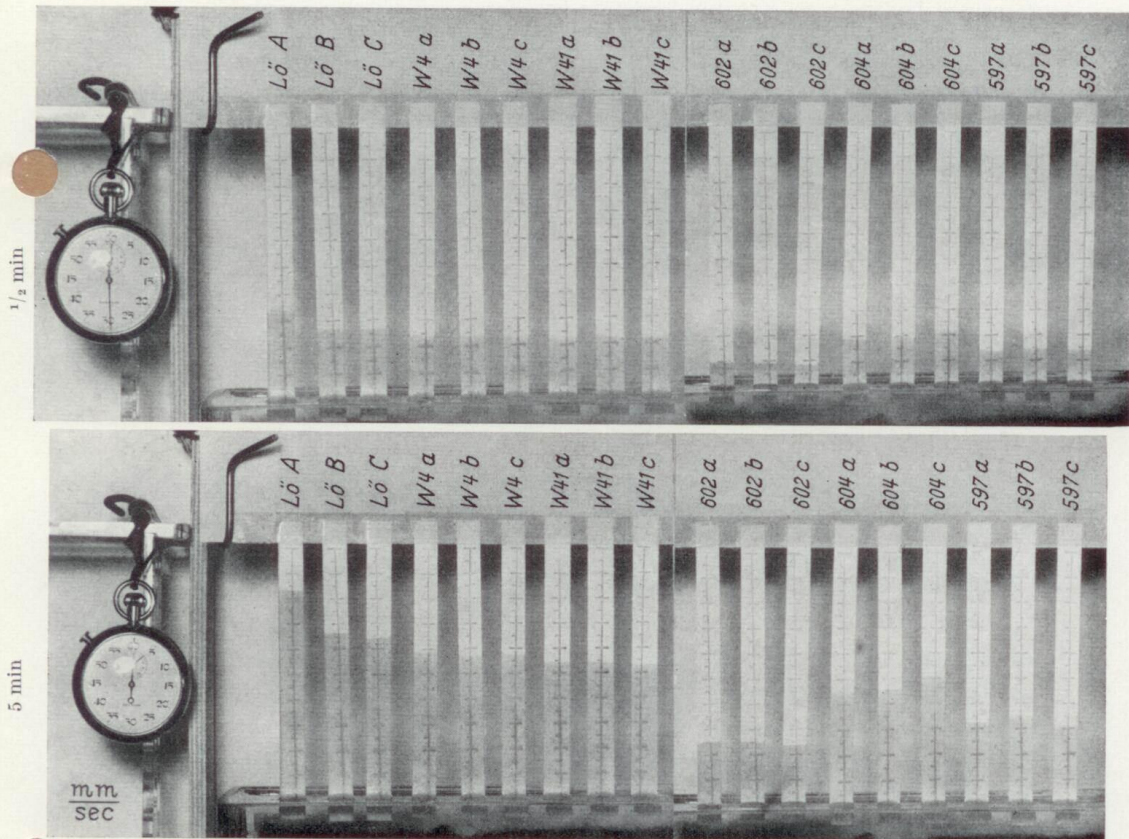


Abb. 1. Versuchsanordnung der Messung 2

Strecke keinen Einfluß hatte. Dann ließen wir uns von einem Buchbinder die erwähnten Papiersorten in Streifen von 12×1 cm schneiden.

Für die Untersuchungen 2 und 3 haben wir mittels einer Schablone je 10 solcher Streifen rechtwinklig auf einen Kartonstreifen im Abstand von 1 cm geklebt. Dadurch konnten wir jeweils 10 Streifen gleichzeitig und unter gleichen Bedingungen prüfen. In der gleichen Schablone wurde auf jeden Papierstreifen mit einem Stempel ein Maßstab gedruckt, welcher 6 mm vom unteren Ende des Streifens entfernt begann und jeweils Abstände von 5 mm anzeigte. Auf Grund des Zerfließens der befeuchteten Stempelfarbe konnte nach der Messung auch am getrockneten Streifen die Höhe der Front auf dem weißen Papier abgelesen werden. Diese Kartonstreifen (Serien) wurden in einem speziellen Gestell so aufgehängt, daß alle 10 Papierstreifen gleich tief bis zum Beginn der Stempelskala in die Flüssigkeit eintauchten.

Bei Messung 2 zur Ermittlung der Aufsauggeschwindigkeit wurde die ganze Einrichtung zusammen mit der ausgelösten Stoppuhr in Zeitabständen von 5, 10, 15, 30, 60, 120, 300 sec photographiert. Damit war die Gleichzeitigkeit der Ablesung garantiert (Abb. 1).

Bei Messung 3 maßen wir das Weiterwachsen der Benetzung, wenn die Serien nach Durchnässung von 1, 2, 3, 4 cm (= Naßwert) aus dem Gestell entfernt und zum Trocknen aufgehängt wurden (= Trockenwert). Dabei stellten wir allerdings schon bei den Naßwerten eine gewisse Streuung fest (s. Messung 2); wir haben deswegen jeweils gewartet, bis der letzte Streifen der Serie den gewünschten Naßwert erreicht hatte. Dann notierten wir sämtliche Naßwerte und verglichen sie mit den später ermittelten Trockenwerten.

Bei Messung 1 haben wir die gestempelten Streifen einzeln aufsaugen lassen und die Gewichts-differenz nach Benetzung von 1, 2, 3, 4 cm an der Mettler-Waage bestimmt. Es wurde bis auf 0,1 mg gewogen, jedoch nur in Milligramm ausgewertet. Nach der Wägung wurden die Streifen zum Trocknen aufgehängt und der Trockenwert abgelesen. Es wurden jeweils 5 Streifen der gleichen benetzten Höhe gewogen. Bei dieser Messung haben wir von jeder Papiersorte nur einen Bogen geprüft.

Resultate

Die Anzahl der Messungen gibt unseren Untersuchungen zwar — statistisch gesehen — nur Stichprobencharakter, ermöglicht aber eine gute Orientierung.

1. Messung. Gewicht pro Länge der durchnässten Strecke. Tabelle 2 zeigt die Resultate. Wir ersehen daraus:

a) die Ablesung einer bestimmten befeuchteten Strecke zeigt bei jeder Papiersorte eine verschiedene Flüssigkeitsaufnahme an.

b) die Genauigkeit der Papiere ist recht unterschiedlich. Ein Papier ist brauchbar, wenn die Gewichtszunahme pro Zentimeter wesentlich größer ist als die Streuung der abgelesenen Werte, damit jeder Längendifferenz eine *sichere* Gewichts-differenz zugeordnet werden kann. Diese Bedingung wird am besten durch die gewöhnlichen Fließpapiere mit starker Flüssigkeitsaufnahme erfüllt. Von den normierten Papieren hat eigentlich nur Whatman Nr. 41 genügende Gewichts-differenzen bei Ablesung in Zentimeter.

Tabelle 2. *Messung des Gewichtes von Papierstreifen, welche 10, 20, 30, 40 mm befeuchtet waren. Angabe des Minimal- und Maximalgewichtes, welches innerhalb der gleichen Papiersorte gewogen wurde*

mm	Lö A mg	Lö B mg	Lö C mg	W 4 mg	W 41 mg	SS 597 mg	SS 604 mg	SS 602 mg
10 *	125—144	68—77	70—80	25—52	39—45	35—44	36—45	27—29
20 *	188—206	91—107	97—107	53—64	59—63	50—55	52—57	23—51
30 *	248—277	121—129	115—129	60—72	67—74	57—76	72—77	34—54
40 *	312—337	148—167	148—160	82—94	82—91	66—69	73—84	43—60

* Hinzuzuzählen sind noch die 6 mm des Streifens, welche zum Aufsaugen in die Flüssigkeit eingetaucht worden waren.

Bei SS 604 können z. B. 3 oder 4 cm eine Gewichtszunahme von 75 mg bedeuten, bei SS 602 kann ein Flüssigkeitszuwachs überhaupt nicht gesichert werden (28 mg z. B. können 1 oder 2 cm befeuchten, 50 mg sogar 2, 3 oder 4 cm!).

c) einige Papiersorten sind — selbst unter optimalen Bedingungen — gar nicht imstande, eine größere Flüssigkeitsmenge aufzunehmen.

2. Messung. Zunahme der befeuchteten Strecke pro Zeiteinheit (Abb. 2). Auch hier sehen wir beträchtliche Differenzen zwischen den verschiedenen Papiersorten. Man beachte außerdem:

a) die Streuung der Werte wird mit zunehmender Länge (respektive Zeit) größer;

b) gewisse Papiere befeuchten auch in 5 min nicht bis 3 cm, d. h. sie können

auch unter optimalen Bedingungen den von SCHIRMER geforderten Normalwert nicht erreichen. (Zum Beispiel SS 602.)

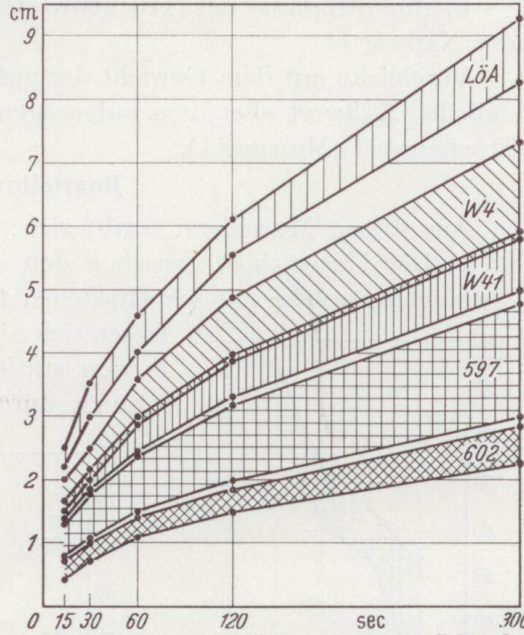


Abb. 2. Zunahme der Befeuchtung pro Sekunde

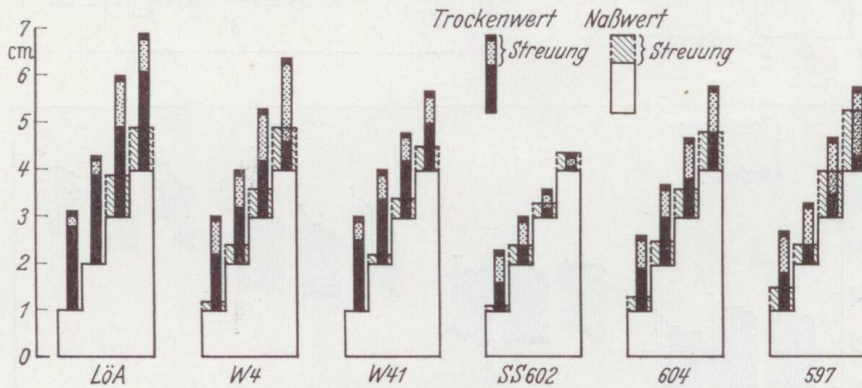


Abb. 3. Vergleich der Naß- und Trockenwerte

3. Messung. Vergleich Naßwert-/Trockenwertablesung. Zwischen Naßwert und Trockenwert wird der Papierstreifen weiter befeuchtet, ohne daß weiter Flüssigkeit aufgenommen wurde. Abb. 3 zeigt:

a) es besteht ein großer Unterschied, ob dieselbe Messung am nassen oder getrockneten Papier abgelesen wird. Die Differenz zwischen Naß- und Trockenwert ist je nach Papiersorte verschieden. Sie nimmt bei

einigen Papieren mit wachsendem Naßwert ab, bei andern kaum. Nur bei SS 602 ist die Differenz sehr gering.

b) die Streuung der Trockenwerte ist wesentlich größer als jene der Naßwerte.

Vergleiche mit dem Gewicht der aufgenommenen Flüssigkeit zeigen, daß der Naßwert eher dem aufgesogenen Quantum entspricht als der Trockenwert (Messung 1).

Beurteilung

Aus diesen Messungen ergibt sich:

1. Der Unterschied zwischen den einzelnen Papiersorten ist groß. Messungen, welche mit verschiedenen Papiersorten ausgeführt wurden, lassen sich nicht vergleichen. Die Differenzen in den statistischen Angaben der Tabelle I können durch Verschiedenheit der Papier-

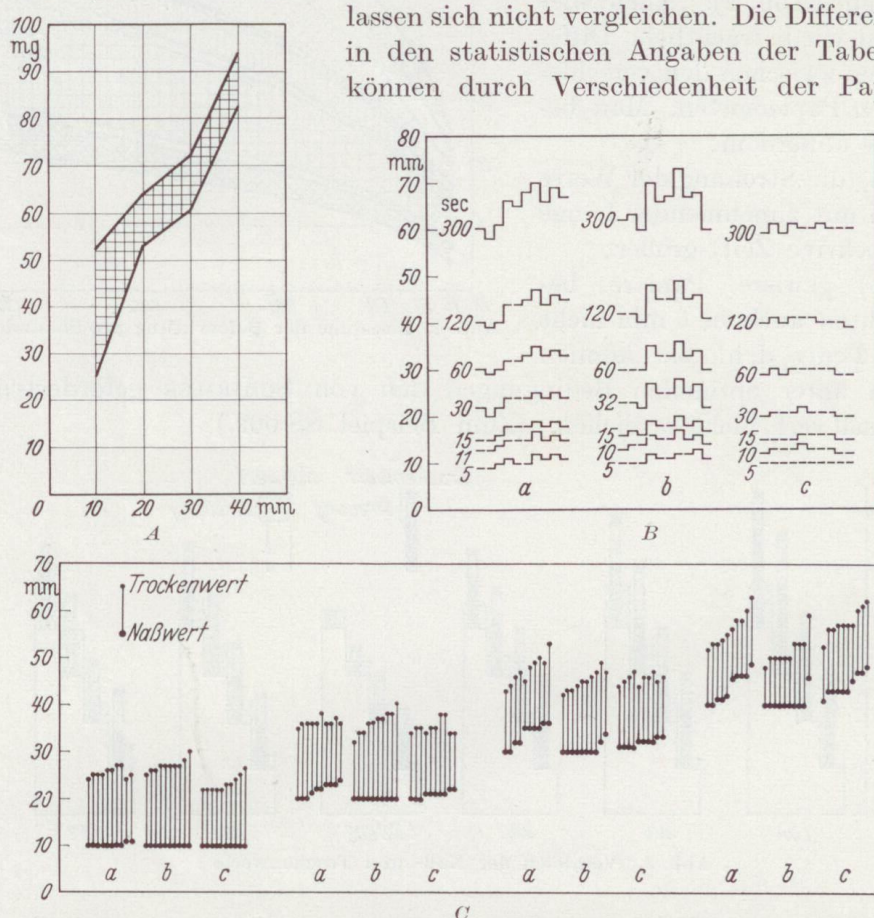


Abb. 4. Darstellung der Einzelmessungen des Papierses Whatman 4. Prüfung von drei verschiedenen Bogen unter der Bezeichnung *a*, *b*, *c*. *A* Messung 1; *B* Messung 2: Darstellung der befeuchteten Strecke von je 10 gleichzeitig in die Flüssigkeit eingetauchten Papierstreifen nach 5, 10, 15, 30, 60, 120 und 300 sec; *C* Messung 3

qualitäten erklärt werden. Dies muß man auch bei der Festlegung eines Normalwertes in Millimeter berücksichtigen.

2. Manche Papiersorten, auch normierte, eignen sich nicht für den Test, da auch einer Ableseung von 1—2 cm Längenzunahme noch keine sichere Gewichtszunahme zugeordnet werden kann.

3. Die Ableseung des nassen Papiere ist genauer als die des getrockneten. Wegen des Unterschiedes zwischen Naß- und Trockenwert lassen sich Untersuchungen, bei denen nach der einen oder andern Methode abgelesen wurde, nicht vergleichen.

4. Bei den kleinen Gewichts-differenzen und den großen Streuungen sind Ableseungen in Millimeter sinnlos. Selbst wenn nur Zentimeter abgelesen werden, besteht noch die Möglichkeit eines Meßfehlers.

5. Bei einigen Papiersorten finden wir im gleichen Bogen zwar gelegentlich hervorragende Konstanz der abgelesenen Werte; bei einem andern Bogen derselben normierten Qualität kann aber die Streuung über 30% des abgelesenen Wertes betragen (Abb. 4).

Da alle diese Versuche mit überschießendem Flüssigkeitsangebot und bei aufsteigender Flüssigkeitssäule gemacht wurden, prüften wir schließlich noch an einigen Patienten nach den Angaben SCHIRMERS mit dem Papier W 41 in vivo das Verhältnis der befeuchteten Strecke zum aufgesaugten Gewicht.

Wir wogen jeweils Streifen von 5×35 mm, welche je 1 und 2 cm (teils auch 3 cm) durchnäßt waren und notierten auch die dazu benötigte Zeit. Die Resultate zeigt Tabelle 3.

Tabelle 3. *Messung des Gewichtes von Papierstreifen, welche beim Schirmer-Test am Patienten je 10, 20 und teilweise auch 30 mm befeuchtet worden waren*

cm	Patient I		Patient II		Patient III		Patient IV		Patient V		Patient VI	
	mg	sec	mg	sec	mg	sec	mg	sec	mg	sec	mg	sec
1	10	540	23	130	22	105	19	35	13	37	11	35
	9	375	16	55	16	55	17	37	11	37	14	33
	12	385	21	40	17	60	14	30	14	36	14	28
2	13	754	28	58	29	90	27	40	29	40	20	70
	21	780	22	120	20	35	22	37	26	75	23	85
	16	720	22	205	23	40	26	37	20	70	23	58
3									26	240	29	250
									26	257	30	151
									27	190	30	233

Vom gleichen Patienten werden jeweils 3 Streifen mit gleicher Befeuchtungslänge gewogen und die zur Durchnässung benötigte Zeit notiert. (Bei Patient I besteht eine deutlich verminderte Tränensekretion, die Frau hat keinerlei Beschwerden.) Zusammenfassend sieht man, daß eine Befeuchtungslänge von 10 mm eine Gewichtsaufnahme von 9—23 mg und eine Befeuchtungslänge von 20 mm eine Gewichtsaufnahme von 13—29 mg bedeuten kann.

Man ersieht daraus, daß die Ungenauigkeit der Messung in vivo noch größer wird als in vitro. Besonders fällt auf, daß bei langsam

verlaufender Befeuchtung des Streifens die aufgesogene Gewichtsmenge pro Zentimeter kleiner wird. Dies läßt sich so erklären, daß infolge des ungenügenden Flüssigkeitsnachsches ein Resultat zwischen Trocken- und Naßwert abgelesen wird. Aus diesem Grunde lassen sich die in vitro erstellten Eichkurven der verschiedenen Papiersorten nicht übertragen auf die Versuche in vivo. Die beginnende Verdunstung dürfte nur eine geringe Rolle spielen. Ferner variiert auch die Zeit, in welcher beim gleichen Individuum der Streifen bis auf eine bestimmte Länge benetzt wird, besonders bei längerer Versuchsdauer.

Noch zu erwähnen ist eine weitere Fehlerquelle: Durch die Aufnahme von Fett und Schweiß aus den Fingern der mit den Streifen hantierenden Personen, ändert sich die Saugkraft des Papiere. So zeigten die Lackmuspapierstreifen, welche wir bisher in unserer Poliklinik für den Test verwendeten (von Hand zugeschnitten und gefalzt) eine ganz erhebliche Verminderung der Saugkraft, verglichen mit den frischen Lackmuspapierstreifen in der Originalverpackung.

Zusammenfassung

Die schon in früheren Arbeiten festgestellten Ungenauigkeiten des Schirmer-Testes wurden bisher immer auf physiologische Faktoren (verschiedene Empfindlichkeit des gereizten Reflexbogens usw.) zurückgeführt. In der vorliegenden Arbeit wurde die technische Seite der Test-Anordnung untersucht. Beim Ablesen des Testes wird vorausgesetzt, daß an einem Filterpapierstreifen die *Länge* der befeuchteten Strecke stets einem bestimmten aufgesaugten Flüssigkeits-*Quantum* entspreche. Diese Beziehung — unter Berücksichtigung des Zeitfaktors — wird an verschiedenen Papierqualitäten geprüft. Gleichzeitig wird untersucht, ob die Ablesung des nassen (Naßwert) oder des nachträglich getrockneten (Trockenwert) Papierstreifens genauer sei, d.h. welche der beiden Ablesungen eher dem aufgesaugten Quantum entspricht.

Die Versuche werden zuerst in vitro an Streifen verschiedener Papiersorten bei überschießendem Flüssigkeitsangebot angestellt. Anschließend werden dieselben Versuche mit nur einer Papierqualität in vivo durchgeführt.

Die Resultate zeigen:

1. Große Differenzen zwischen den einzelnen Papierqualitäten. Messungen mit verschiedenen Papiersorten sind nicht vergleichbar.

2. Unterschiedliche Genauigkeit innerhalb der einzelnen Papierqualitäten. Selbst wenn ein einzelner Bogen recht genau ist, kann ein anderer derselben Papiersorte starke Streuungen aufweisen.

3. Aufnahme von Fett und Schweiß aus den Fingern der mit den Streifen hantierenden Personen vermindert die Saugkraft des Papiere wesentlich.

4. Die Ablesung am nassen Streifen ist genauer als jene am nachträglich getrockneten.

5. In vivo ist die Ungenauigkeit noch größer als in vitro. Dieses rührt vor allem daher, daß bei mangelndem Flüssigkeitsnachschub ein Mittelwert zwischen Naß- und Trockenwert abgelesen wird, der von der zur Messung verwendeten Zeit abhängt. Dieser Umstand verunmöglicht die Herstellung genauer Eichkurven von Papierstreifen für den Versuch in vivo.

6. Die Auswertung des Schirmer-Testes in Millimeter ist sinnlos. Auch bei Ablesung in Zentimeter ist die Fehlermöglichkeit noch beträchtlich.

Zusammenfassend ergibt sich, daß der Schirmer-Test über Tränenmangel zweifellos eine gute Orientierung ermöglicht, daß er sich jedoch für genauere quantitative Untersuchungen und statistische Auswertungen nicht eignet.

Literatur

- ¹ ALBRICH, K.: Die Keratitis filiformis und die Sekretion der Tränendrüse. Albrecht v. Graefes Arch. Ophthal. **121**, 402 (1929).
- ² BEETHAM, W. P.: Filamentary Keratitis. Trans. Amer. ophthal. Soc. **33**, 413 (1935).
- ³ BETSCH, A.: Die chronische Keratitis filiformis als Folge mangelnder Tränensekretion. Klin. Mbl. Augenheilk. **80**, 618 (1928).
- ⁴ BRUCE, G. M.: Keratoconjunctivitis sicca. Arch. Ophthal. (Chicago) **26**, 945 (1941).
- ⁵ DUKE-ELDER, W. ST.: Textbook of Ophthalmology, vol. 2, London: Kimpton 1946.
- ⁶ ENGELKING, E.: Über Hornhaut- und Bindehautveränderungen infolge mangelnder Tränensekretion. Klin. Mbl. Augenheilk. **81**, 75 (1928).
- ⁷ FERRANTE, A.: La secrezione lacrimale nella paralisi del VII. Ann. Ottal. **77**, 156 (1951).
- ⁸ FORSTER, H. W.: Rose Bengal test in diagnosis of deficient tear formation. Arch. Ophthal. (Chicago) **45**, 419 (1951).
- ⁹ GIFFORD, S. R., J. PUNTENNEY and J. BELLOWS: Keratoconjunctivitis sicca. Arch. Ophthal. (Chicago) **30**, 207 (1943).
- ¹⁰ GRUZDEW, V. F.: Zur Methodik der funktionellen Diagnostik des Tränenapparats. Ref. in Zbl. ges. Ophthal. **43**, 566 (1939).
- ¹¹ HAUER, K.: Kasuistischer Beitrag zur Ätiologie der Tränendrüsenhypofunktion. Klin. Mbl. Augenheilk. **87**, 79 (1931).
- ¹² HENDERSON, J. W., and W. A. PROUGH: Influence of age and sex on flow of tears. Arch. Ophthal. (Chicago) **43**, 224 (1950).
- ¹³ HOLM, S.: Keratoconjunctivitis sicca and the sicca syndrome. Acta ophthal. (Kbh.) Suppl. **33** (1949).
- ¹⁴ HUCK, H.: Die Brauchbarkeit der Fluoresceinprobe auf Durchgängigkeit der Tränenwege. Ophthalmologica (Basel) **121**, 110 (1950).
- ¹⁵ ITO, T.: The clinical studies on lacrimation. Report II. The modified method of Schirmers Test. J. clin. Ophthal. **10**, 189 (1956). [Japanisch mit engl. Zus.fass., Übers. Augenklinik Basel.]
- ¹⁶ KUROSE, Y.: Über die Tränenmenge bei gesunden Japanern. Acta Soc. ophthal. Jap. **34**, 904 (1930). [Japanisch, Autoref. in Zbl. ges. Ophthal. **24**, 48 (1931)].

- ¹⁷ LIPSCHÜTZ, H.: Über die Befeuchtung des Auges. *Z. Augenheilk.* **80**, 63 (1933).
- ¹⁸ McMILLAN, J. A., and W. CONE: Prevention and treatment of keratitis neuro-paralytica by closure of the lacrimal canaliculi. *Arch. Ophthal.* (Chicago) **18**, 352, (1937).
- ¹⁹ MIZUKAWA, T.: On the physiological standard of the tear volume. *Shikoku Acta med.* **2**, 307 (1951). [Japanisch mit engl. Zus.fass.]
- ²⁰ NOVER, A., u. W. JAEGER: Kolorimetrische Methode zur Messung der Tränensekretion. *Klin. Mbl. Augenheilk.* **121**, 419 (1952).
- ²¹ RÖTTH, A. DE: Lacrimation in normal eyes. *Arch. Ophthal.* (Chicago) **49**, 185 (1953).
- ²² RÖTTH, A. DE: Low flow of tears — the dry eye. *Amer. J. Ophthal.* **35**, 782 (1952).
- ²³ RÖTTH, A. DE: On the hypofunction of the lacrimal gland. *Amer. J. Ophthal.* **24**, 20 (1941).
- ²⁴ SCHIRMER, O.: Mikroskopische Anatomie und Physiologie der Tränenorgane. In A. GRAEFE u. TH. SAEMISCH, *Handbuch der gesamten Augenheilkunde*, 2. Aufl., Bd. I, Abt. 2, Kap. VII. Berlin:Springer 1931.
- ²⁵ SCHIRMER, O.: Studien zur Physiologie und Pathologie der Tränenabsonderung und Tränenabfuhr. *Albrecht v. Graefes Arch. Ophthal.* **56**, 197 (1903).
- ²⁶ SCHIRMER, O.: Über Tränenabsonderung und Tränenabfuhr nach Exstirpation des Sackes. *Ber. über die 30. Vslg der Ophthal. Ges. Heidelberg*, 1902, S. 138.
- ²⁷ SCHÖNINGER, L.: Über Keratitis filiformis bei Hypofunktion der Tränendrüsen. *Klin. Mbl. Augenheilk.* **73**, 208 (1924).
- ²⁸ SJÖGREN, H.: Zur Kenntnis der Keratoconjunctivitis sicca. *Acta ophthal.* (Kbh.) *Suppl.* **2** (1933).
- ²⁹ SPECTOR, S.: Chronic keratoconjunctivitis, chronic pharyngitis and chronic arthritis due to ovarian insufficiency. *Klin. Med.* **9**, 876 (1931). *Zit. aus BRUCE* ⁴.
- ³⁰ SZYMT, J.: The Lacrimation Tests. *Klinika oczna* **28**, 195 (1958).
- ³¹ TOTH, Z.: Neueres einfacheres Verfahren zur Untersuchung der Tränenableitung. *Orv. Hetil.* **1933**, 466. *Ref. in Zbl. ges. Ophthal.* **29**, 776 (1953).
- ³² TOTH, Z.: Die Funktionsprüfung des prä-saccalen Abschnittes der ableitenden Tränenwege. *Klin. Mbl. Augenheilk.* **113**, 158 (1948).
- ³³ VOUTERS, J.: L'oeil humide — esquisse pathogénique et thérapeutique. *Ann. Oculist.* (Paris) **185**, 515 (1952).

Dr. GEORG EISNER,
Ophthalmologische Klinik und Poliklinik der Universität,
Basel (Schweiz)