

AUS DER UNIVERSITÄTS-AUGENKLINIK ZU JENA

PUPILLENABSTAND UND REFRAKTION

INAUGURAL-DISSERTATION

DER

MEDIZINISCHEN FAKULTÄT DER GROSSHERZOGL. UND
HERZOGL. SÄCHSISCHEN GESAMTUNIVERSITÄT JENA

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

IN DER

MEDIZIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHILFE

VORGELEGT

VON

HANNS KOEGEL
ELBERFELD

SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH

1915

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät.

Jena, den 20. Oktober 1915.

Professor Dr. W. STOCK
Referent.

Professor Dr. W. STOCK
z. Z. Dekan.

Hierdurch versichere ich an Eidesstatt, daß ich die vorliegende Arbeit ohne unerlaubte Hilfe angefertigt habe.

Jena, 31. Juli 1914.

HANNS KOEGEL.

ISBN 978-3-662-23132-6 ISBN 978-3-662-25115-7 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-25115-7

Schon seit langer Zeit hat es die Ophthalmologen interessiert, sich mit der Basallinie — der Verbindungslinie der Mitten beider Pupillen — zu beschäftigen. Zuerst kam es ihnen nur darauf an, ihre Größe zu bestimmen und dann aus einer größeren Zahl von Messungen das Mittel zu ziehen, um so einen Wert für den mittleren Pupillenabstand zu finden. Einer der ersten, die sich dieser Aufgabe unterzogen, war M. Woinow, der im Jahre 1870 als durchschnittliche Größe der Basallinie 65,4 mm feststellte. J. Mannhardt, der im folgenden Jahre 64,0 mm ermittelte und dabei fand, daß die Basallinie zwischen 72,0 und 56,0 mm schwankte, versuchte einen Zusammenhang herzustellen zwischen diesen Schwankungen und der Refraktion. Er wurde hierzu veranlaßt durch Angaben der Optiker, die die von ihm verschriebenen Brillen herstellten. Diese erklärten ihm auf sein Befragen, daß für Konkavbrillen durchschnittlich breitere Gestelle erforderlich seien, als für Konvexbrillen. Mannhardt stellte dann Versuche in dieser Richtung an und fand, daß sich in der Tat diese Angaben bei genauen Messungen bestätigten. Er erklärte sich diese Erscheinung so: Die Myopie hat ihren Grund in einer Insuffizienz der *Musculi interni*. Als Ursache für die Entstehung dieser ist die erschwerte Konvergenz verantwortlich zu machen, die bedingt ist durch größeren Abstand der Augendrehpunkte — das ist die Basallinie —, stark divergierende Orbitalachsen und Kleinheit des Winkels α . Diese drei Momente sind nach Mannhardt fast ausnahmslos mit Myopie verknüpft. Die Folge dieser Veröffentlichung war, daß in den nächsten Jahren von verschiedenen Autoren Messungen in großem Maßstabe angestellt wurden, die die Angaben Mannhardts teils bestätigten, ihnen teilweise aber auch gänzlich widersprachen. E. Pflüger maß 2000 Kinder im Alter von 7—20 Jahren und stellte einmal fest, daß die Basallinie durchschnittlich bei Mädchen kleiner ist, als bei Knaben. Die Differenz betrug 0,58 mm. Dann fand er, daß die Basal-

linie bei Hypermetropen im Durchschnitt 0,55 mm kleiner und bei Myopen 0,29 mm größer ist als bei Emmetropen. Er gab allerdings zu, daß mit den höchsten Myopiegraden durchaus nicht immer die größten, sondern im Gegenteil oft die kleinsten Pupillendistanzen vereinigt sind, aber dies führt er darauf zurück, daß die höchsten Myopiegrade bei jungen Individuen nicht erworbener, sondern ererbter oder kongenitaler Natur sind. Zu ähnlichen Resultaten waren Becker, O. Koppe und später Bjeloff gekommen, während Woinow, L. Mauthner, Horner und Seggel zu absolut negativen Ergebnissen bei gleichartigen Messungen kamen. Letzterer stellte allerdings eine große Gleichmäßigkeit der Pupillendistanz bei Emmetropen fest, fand aber, daß bei Hypermetropen und bei Myopen die stärksten Schwankungen zwischen 54 und 73 mm vorkommen, und zwar bei beiden, so daß sich die Durchschnittszahlen bei der Hypermetropie und Myopie gleichen. Woinow zweifelte überhaupt an der Möglichkeit, so exakte und kleine Messungen mit einem so groben Instrumente, wie es Pflüger benutzt hatte (Millimetermaßstab), ausführen zu können. Im Jahre 1880 wurde wieder eine größere Zahl von Messungen von E. Emmert ausgeführt, der 203 Knaben im Alter von 6—18 Jahren untersuchte. Er fand als Durchschnittszahlen bei Hypermetropie 58,68 mm, bei Emmetropie 59,6 mm, bei Myopie 59,7 mm. Die Unterschiede findet er aber so klein, daß er keine Schlüsse daraus zu ziehen wagt. Er geht aber weiter und mißt die Breite der Orbita. Wenn er nun die einzelnen Lebensjahre, Refraktionsverhältnisse und Refraktionsgrade bei den einzelnen Individuen miteinander vergleicht, so findet er so außerordentliche Schwankungen der Orbital- und Pupillendistanzen, und die Maxima und Minima derselben in so weiten Grenzen sich bewegen, daß ihm eine fast absolute Gesetzlosigkeit zu herrschen schien. Um so mehr überraschen die schließlichen Durchschnittszahlen: Die Orbital- und Pupillendistanzen nehmen in beinahe gleichem Verhältnisse zu, so daß die durchschnittliche sog. Differenz oder die lineare Entfernung zwischen Pupillenzentrum und äußerem Orbitalrand in allen Altersstufen, bei allen Refraktionszuständen fast dieselbe bleibt, und die Schwankungen der Maxima und Minima der Differenz bei weitem in engeren Grenzen sich bewegen, als die Maxima und Minima der Orbital- und Pupillendistanzen. Er findet folgende Zahlen:

| Orbitaldistanzen | Pupillendistanzen | Differenzen |
|------------------|-------------------|-------------|
| H = 85,8 | 58,64 | 13,5 |
| E = 86,6 | 59,6 | 13,5 |
| M = 86,9 | 59,7 | 13,6 |

Die gefundenen Differenzen sind wieder so wenig voneinander verschieden, daß Emmert keine Schlüsse daraus ziehen zu können glaubt. O. Beselin mißt 358 Mädchen im Alter von 5—8 Jahren und kommt

zu dem Schluß, daß die Hypermetropen sicher kleinere Pupillendistanzen haben, als die im gleichen Alter stehenden Emmetropen und Myopen. Die größte Distanz findet er fast durchgehends bei Emmetropen, nur in einzelnen Fällen sind sie bei Myopen übertroffen. Schneller betrachtet die einseitig Myopen und findet, daß nicht selten die Stirn auf der Seite des kurzsichtigen Auges stärker gewölbt ist, also die Orbita tiefer liegt. Er glaubt hieraus Rückschlüsse ziehen zu können auf die Ernährungsverhältnisse der Bulbi und die Beschaffenheit der Blutgefäße und Muskeln der Augen, vielleicht auch auf unzureichende Länge der Sehnerven. In einer größeren Reihe von Messungen an Isometropen findet er dann aber auch wieder, daß bei Myopen im allgemeinen der Drehpunktsabstand um einen ziemlich geringen Wert größer als bei Hyperopen und Emmetropen ist. Er findet folgende Zahlen:

| | Hypermetr. | Emmetr. | Myop. |
|-------------------|------------|---------|-------|
| Knaben | 59,95 | 59,9 | 61,45 |
| Mädchen | 58,36 | 58,01 | 59,57 |

Fr. Stocker, der über 2000 Schulkinder untersucht, kommt zu folgendem Resultat:

1. Die Pupillendistanz wächst mit der Hornhautbrechkraft und ist der Radiusgröße indirekt proportional. 2. Die höheren Myopen haben größere durchschnittliche Pupillendistanzen. Im Jahre 1903 führte C. Heß zahlreiche Messungen der Pupillendistanzen bei Myopen aus, kam aber zu wenig übereinstimmenden Resultaten. Er konnte einen Zusammenhang zwischen Refraktion und Pupillendistanz nicht entdecken und verwarf die Mannhardtsche Ansicht vollkommen. Zu gleichen Resultaten kommt M. Meyerhof, der im Durchschnitt folgende Zahlen findet:

| | |
|---------------------------------|-------|
| bei Myopen | 62,5 |
| „ Emmetropen | 63,27 |
| „ Hypermetropen | 63,3 |
| „ hochgradigen Myopen | 63,4 |
| im Durchschnitt | 62,45 |

Aus diesen Zahlen läßt sich kein deutliches Verhältnis zwischen Refraktion und Größe der Pupillenabstände erkennen, es scheint nur, daß die hochgradigen Myopen auch die größten Pupillenabstände haben. Die letzte Arbeit über Pupillendistanzen ist die von R. Helmholtz, deren erster Teil im Frühjahr 1914 erschien. Er hat 525 erwachsene Personen gemessen, die mit wenigen Ausnahmen emmetrop waren mit annähernd normaler Sehschärfe. Sein Material bestand aus 300 Germanen und 225 Slawen. Er suchte Beziehungen herzustellen zwischen Pupillenabstand, Schädelbreite, Schädelhöhe, Schädelumfang und Körperlänge. Er maß ferner noch den Abstand der äußeren Orbitalränder, sowie die Prominenz des Hornhautscheitels über die äußeren Orbital-

ränder. Er ermittelte bei den Germanen als durchschnittlichen Pupillenabstand bei Männern 65,23 mm, bei Frauen 62,12 mm. Bei Messung der Entfernung von der Mitte der Nasenwurzel bis zu den Pupillenmitten hat er 10% Symmetrie bei Männern und 16% bei Frauen. Die entsprechenden Werte bei den Slawen sind: für die Pupillendistanz 64,12 mm und 61,12 mm und für die völlige Symmetrie 14% und 12%. Leider ist zurzeit der Niederschrift dieser Abhandlung der Schluß der Arbeit, in der die anderen Messungen verwertet sind, noch nicht erschienen.

Ich habe im ganzen 350 Personen gemessen, und zwar 222 Männer und 128 Frauen. Das Material stammt fast ausschließlich aus Besuchern der Jenaer Augenpoliklinik. Die Leute, die gemessen wurden, fast durchgehends geborene Thüringer vom 20. Lebensjahre an, suchten aus irgendeinem Grunde die Klinik auf, sei es, um sich eine Brille verschreiben zu lassen, sei es, weil sie sonstwie Beschwerden an den Augen hatten. Es handelt sich also durchgehends um Augen, an denen irgendwelche Veränderungen vorhanden waren. Natürlich wurden alle die Fälle ausgeschaltet, die kein binokulares Sehen hatten, und bei denen sich die Refraktion nicht feststellen ließ. Es lassen sich auch keine Schlüsse ziehen auf die Häufigkeit des Vorkommens von Hypermetropie, Emmetropie und Myopie, da naturgemäß bei der Art des Materials die Refraktionsanomalien überwiegen müssen. Gemessen wurde die absolute Pupillendistanz, die Entfernung der Mitte der Nasenwurzel zu den Pupillenmitten, Schädellänge, Schädelbreite und die Entfernung der inneren und äußeren Orbitalränder voneinander. Sodann wurde in jedem einzelnen Falle die Refraktion genau festgestellt. Die Pupillendistanzen wurden gemessen mit dem Hertelschen Pupillenabstandsmesser, der von der Firma Zeiß angefertigt wird. Aus der großen Anzahl von Apparaten, die zu diesen Messungen angegeben sind, wurde dieser ausgewählt, da er alle Anforderungen erfüllt, die man an ein solches Instrument stellen muß. Die Einstellung und Ablesung macht der Untersucher, während der Untersuchte nur einen Strich zu fixieren hat, eine Arbeit, die wohl auch von weniger Begabten noch geleistet werden kann, und deren exakte Erfüllung der Untersucher gleichzeitig bei einiger Übung zu kontrollieren imstande ist. Dann werden die Blicklinien bei der Ablesung genau parallel gestellt, und es ist auch möglich, die seitlichen Pupillenabstände von der Mitte der Nasenwurzel aus getrennt festzustellen. Zudem ist der Apparat sehr handlich, so daß die Messungen mit einer großen Genauigkeit ausgeführt werden konnten: hiervon habe ich mich an Hand von vielen vergleichenden Messungen überzeugt.

Was zunächst die Refraktion der Gemessenen betrifft, so waren von den 222 Männern 79 hyperop, 88 emmetrop und 55 myop; von den 128 Frauen 56 hyperop, 52 emmetrop und 20 myop; im ganzen waren

also 135 hyperop, 140 emmetrop und 75 myop. Gleich hier möchte ich erklären, was ich bei dieser Arbeit unter emmetrop verstehe. Bei der Refraktionsbestimmung genügte es nicht, wenn $\frac{5}{5}$ oder $\frac{5}{4}$ glatt gelesen wurde, sondern es wurden stets noch Konvexgläser vorgesetzt. Alle, die mit + 0,5 noch die gleiche Sehschärfe hatten, wurden zu den Hyperopen gerechnet. Daraus erklärt sich auch zum Teil ihre große Zahl.

Die Pupillenabstände bewegten sich bei Männern zwischen 54 und 75 mm, der Unterschied betrug also 21 mm; bei Frauen, die zwischen 53 und 71,5 mm schwankten, war die Differenz 18,5 mm. Bei beiden sind an den äußersten Grenzen nur vereinzelte Fälle zu verzeichnen, nach den mittleren Werten zu nimmt die Zahl, bei den Männern ziemlich konstant, zu. Als Gesamtdurchschnittswerte für die Pupillendistanzen wurden gefunden: bei Männern 65,43 mm, bei Frauen 63,4 mm. Der Pupillenabstand bei Männern war also um 2,03 mm größer als bei Frauen. Über die Verteilung der einzelnen Refraktionen auf die verschiedenen Pupillendistanzen gibt folgende Tabelle einen allgemeinen Überblick.

| Abstand bei | bis 59,5 mm | 60,0—64,5 mm | 65,0—69,5 mm | 70,0 mm u. mehr | Gesamt |
|----------------|-------------|--------------|--------------|-----------------|------------|
| Hyperopen . . | 19 (14,2%) | 69 (51,1%) | 46 (34%) | 1 (0,7%) | 135 (100%) |
| Emmetropen . . | 8 (5,7%) | 63 (45,0%) | 65 (46,4%) | 4 (2,9%) | 140 (100%) |
| Myopen | — | 23 (30,6%) | 44 (58,7%) | 8 (10,7%) | 75 (100%) |

Es kommen danach Myopen mit Pupillenabständen unter 60,0 mm überhaupt nicht vor, während die Hyperopen auch vor den Emmetropen noch einen weiten Vorsprung haben: sie sind fast dreimal so zahlreich bei prozentualer Berechnung ihres Vorkommens. In den folgenden Kolonnen nimmt ganz gleichmäßig der Prozentsatz der Hypermetropen mit steigendem Pupillarabstand ab und der der Myopen zu, während die Emmetropen sich ungefähr in der Mitte bewegen, sich aber den Hypermetropen etwas mehr nähern.

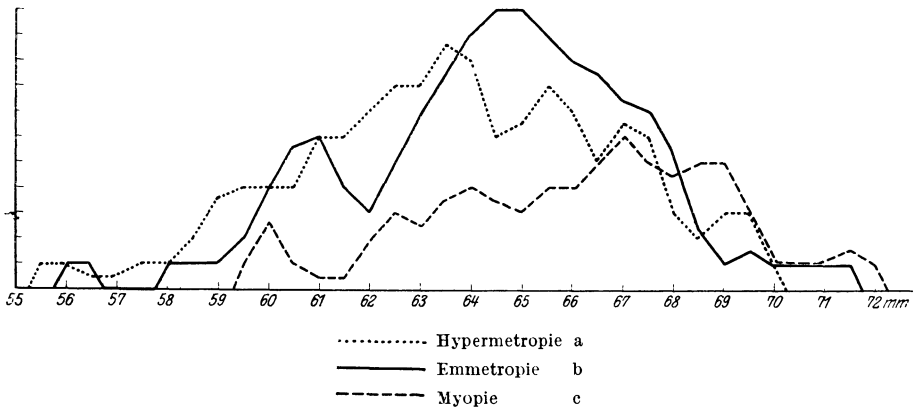


Fig. 1. Bloxierte Häufigkeitszahlen der Pupillenabstände bei allen gemessenen Personen.

Fig. 1 veranschaulicht dieses Verhältnis auch sehr deutlich¹⁾. Die Zahlen an der Basis bezeichnen die Pupillenabstände, die Erhebungen die Zahl der damit vorkommenden Personen. Sämtliche Kurven sind bloxamiert. In der Reihenfolge Hypermetropie, Emmetropie, Myopie fällt der Beginn der Kurven mit einem größeren Pupillenabstand zusammen. Kurve a) erreicht ihren Gipfel bei 63,5, b) bei 64,5—65 und c) bei 67 mm. Der Abstieg gibt kein klares Bild, doch ist zu berücksichtigen, daß die Kurven sich auf beide Geschlechter zusammen erstrecken.

Am deutlichsten läßt sich das Verhältnis der Abstände zu den Refraktionen in einer Tabelle ausdrücken, wie sie Nr. I darbietet. In den senkrechten Kolonnen ist die Refraktion, in den wagerechten der Pupillenabstand ausgedrückt; die Ziffern stellen die Zahl der jeweils gemessenen Personen dar. Als erstes fällt in die Augen, daß die Myopien in einem sehr viel größeren Spielraum vorkommen, als die Hypermetropien. Letztere erreichen mit + 7 dptr ihren höchsten Wert, während erstere sich bis zu — 14 dptr erstrecken. Daß sich mit den höchsten Myopiegraden auch die größten Pupillenabstände vereinen, ist nicht der Fall. Die Myopien verteilen sich vielmehr mit ziemlicher Gleichmäßigkeit über ihr Gebiet. Ebensowenig kann man von den höchsten Hypermetropiegraden behaupten, daß sie sich an die kleinsten Abstände hielten. Wenn man aber beide Refraktionsanomalien miteinander vergleicht, so macht sich doch bemerkbar, daß die Hypermetropien sich in der Tabelle mehr nach rechts unten und die Myopien sich mehr nach links oben, das heißt erstere mehr an die kleineren, letztere mehr an die größeren Pupillenabstände halten. Wie die Emmetropie sich dazu verhält, ist aus der Tabelle nicht mit voller Klarheit zu ersehen. Sie scheint in der Mitte zu liegen. Ein ganz klares Bild von all diesen Beziehungen erhält man erst, wenn man die Durchschnittswerte für die einzelnen Refraktionen betrachtet. Wir erhalten hierfür als Resultate bei:

| | |
|-------------------------|----------|
| Hypermetropie | 63,16 mm |
| Emmetropie | 64,39 „ |
| Myopie | 65,13 „ |

Die Differenz zwischen Hypermetropie und Emmetropie beträgt 1,23 mm die zwischen Emmetropie und Myopie 0,74 mm. Der Unterschied ist klein, aber das Resultat kann verwischt sein dadurch, daß Männer und Frauen bei all den Berechnungen nicht getrennt sind. Wir müssen also beide Kategorien getrennt betrachten.

Wie schon oben gesagt, betrug der durchschnittliche Pupillen-

¹⁾ Bei allen Kurven wurden die an den beiden Grenzen vereinzelt liegenden Werte nicht berücksichtigt, da sie für die kontinuierliche Kurve nicht in Betracht kommen.

abstand für Männer 65,43 mm, für Frauen 63,4 mm. Wenn man die Durchschnittswerte für die einzelnen Refraktionen betrachtet, erhält man bei:

| | Männern | Frauen | Unterschied |
|-------------------------|---------|--------|-------------|
| Hypermetropen | 63,81 | 62,27 | 1,54 |
| Emmetropen | 65,1 | 63,23 | 1,87 |
| Myopen | 67,27 | 64,7 | 2,57 |

Man sieht deutlich, daß bei beiden Geschlechtern im Durchschnitt die Emmetropen einen größeren Pupillenabstand haben, als die Hyperopen, und die Myopen wiederum einen größeren als die Emmetropen. Dabei ist der Unterschied zwischen Myopen und Emmetropen größer, als der zwischen letzteren und Hyperopen.

Wenn wir die Pupillenabstände von 5 zu 5 mm gesondert betrachten, so sehen wir das gleiche Resultat bei Männern und Frauen, wie vorher bei beiden zusammen:

| Bei Männern | bis 59,5 mm | 60,0—64,5 mm | 65,0—69,5 mm | 70,0 mm u. mehr | Insgesamt |
|----------------------|-------------|--------------|--------------|-----------------|-----------|
| Hyperopen. | 6 (7,5%) | 41 (51,9%) | 31 (39,3%) | 1 (1,3%) | 79 (100%) |
| Emmetropen | 2 (2,27%) | 36 (40,9%) | 46 (52,27%) | 4 (4,55%) | 88 (100%) |
| Myopen | — | 13 (23,63%) | 36 (65,46%) | 6 (10,91%) | 55 (100%) |

| Bei Frauen | | | | | |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|---------|-----------|
| Hyperopen. | 13 (23,21%) | 28 (50%) | 15 (26,79%) | — | 56 (100%) |
| Emmetropen | 6 (11,54%) | 27 (51,92%) | 19 (36,54%) | — | 52 (100%) |
| Myopen | — | 10 (50%) | 8 (40%) | 2 (10%) | 20 (100%) |

Auch hier läßt sich die gleiche Beobachtung machen, daß bei den kleinen Pupillenabständen prozentual mehr Hypermetropie vorkommen, und daß sich der Prozentsatz nach den größeren Abständen zugunsten der Myopen verschiebt. Sowohl bei Männern wie bei Frauen tritt dies deutlich in die Erscheinung; bei letzteren noch deutlicher, da hier Hypermetropie und Emmetropie mit Abständen über 70 mm gar nicht mehr vorkommen, während von den Myopen unter diese Rubrik noch 10% fallen. Die Emmetropen halten sich wieder ziemlich in der Mitte.

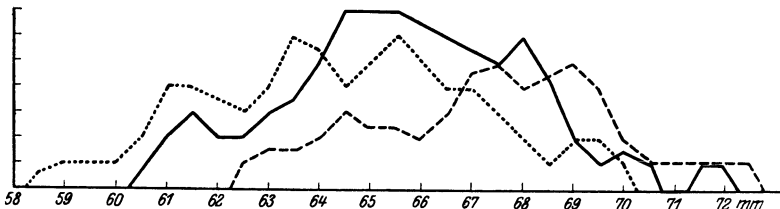


Fig. 2. Bloxierte Häufigkeitszahlen der Pupillenabstände bei Männern.

Noch instruktiver sind die Kurven in Fig. 2. Hier läuft der Anstieg in den einzelnen Refraktionen fast parallel, auch beginnen in ziemlich gleichen Abständen die Emmetropen hinter den Hypermetropen und die Myopen hinter den Emmetropen. Der Gipfel der Myopen liegt

deutlich hinter den Emmetropen, während der Unterschied zwischen Hyperopen und Emmetropen anscheinend nicht so deutlich ist, da die Kurve der ersteren zwei gleichhohe Gipfel zeigt, deren ersterer allerdings vor dem der Emmetropen liegt. An dieser Stelle jedoch befanden sich zahlenmäßig die meisten Hypermetropen, die Kurve wurde nur beim Bloxamieren hier heruntergedrückt, so daß also doch die erste Erhebung bei 64 als Gipfel bezeichnet werden kann. Der Abstieg zeigt wieder bei allen drei Kurven dieselbe Erscheinung wie der Anstieg: die Hypermetropen halten sich zurück vor den Emmetropen und diese wieder vor den Myopen.

Bei den Frauen, Fig. 3, ist die Beziehung nicht so deutlich zu sehen. Der Beginn der Kurve zeigt allerdings dasselbe Bild, ebenso ist der Unterschied der Gipfel zwischen Hypermetropie und Myopie vorhanden, jedoch scheinen die Myopen hier ganz aus der Reihe zu fallen. Ich glaube dies aber mit einiger Bestimmtheit auf die geringe Zahl von weiblichen Myopen, die gemessen wurden, schieben zu können, bei der

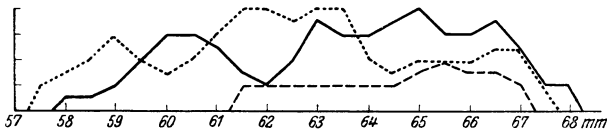


Fig. 3. Bloxamierte Häufigkeitszahlen der Pupillenabstände bei Frauen.

es schwer ist, sich aus der Kurve ein klares Bild zu machen. Außerdem fallen, wie oben bemerkt, die einzelnen Werte fort, die von der kontinuierlichen Kurve getrennt vorkommen. Das sind aber bei Fig. 3b gerade drei weibliche Myopien, während sie für die übrigen Refraktionen, mit Ausnahme einer weiblichen Hypermetropie bei 68,5 fehlen. Wenn man noch diesen Punkt berücksichtigt, so kommt man noch mehr zu der Überzeugung, daß sich bei einer größeren Zahl von weiblichen Myopen die Kurve nach den höheren Pupillenabständen zu ausgedehnt hätte.

In Tab. II und III stehen wieder in wagerechten Kolonnen die Pupillenabstände und in senkrechten die Refraktion; die Ziffern drücken die Anzahl der untersuchten Personen aus. Auf beiden Tabellen ist wieder deutlich die Tendenz der Hypermetropie zu erkennen, sich an die kleineren, der Myopie, sich an die größeren Pupillenabstände zu halten. Bei Männern ist dies allerdings deutlicher als bei Frauen, aber ich möchte dies auch wieder auf die verhältnismäßig geringe Zahl von Messungen schieben. Alles in allem kann man sich aus den vorliegenden Kurven dem Eindruck wohl nicht verschließen, daß mit der Myopie im allgemeinen die Neigung zu einem größeren Pupillenabstand verbunden ist als mit der Hypermetropie.

Die nun folgende Kurve, Fig. 4, beschäftigt sich mit dem Vorkommen von Asymmetrie der Entfernungen von der Mitte der Nasenwurzel zu den Pupillenmitten. Völlige Symmetrie wurde gefunden bei Männern in 13,5%, bei Frauen in 16,4% der Fälle. Die Differenzen der Entfernungen bewegten sich in sehr weiten Grenzen, bei Männern in einem Falle bis zu 6,5 mm, bei Frauen bis zu 6 mm. Bei beiden Geschlechtern

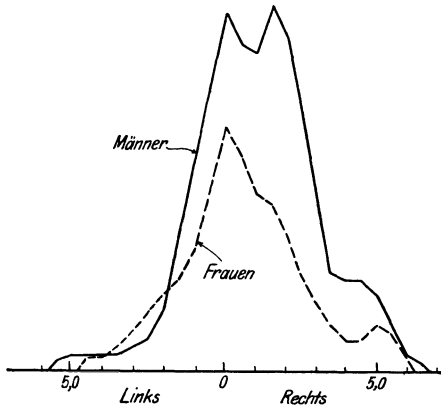


Fig. 4. Bloxierte Häufigkeitszahlen der vorkommenden Differenzen der Entfernungen von der Mitte der Nasenwurzel zu den Pupillenmitten.

überwiegen die rechtseitigen Differenzen die linkseitigen; es wurden gefunden mit größeren Abständen nach rechts 141 Männer, 67 Frauen, mit größeren Abständen nach links 51 Männer, 40 Frauen. Je geringer die Differenz wird, desto mehr nimmt die Zahl zu, wie sich aus der Kurve ersehen läßt. Aufstieg und Abstieg beider Kurven ist ungefähr gleichmäßig. Woher der zweite Anstieg der männlichen Kurve herrührt, vermag ich nicht zu erklären.

Dann wurde noch bei 160 Personen, 114 Männern und 46 Frauen, der Längenbreitenindex des Kopfes bestimmt, um zu sehen, ob das Vorkommen von Dolichocephalie oder Brachycephalie mit dem Vorkommen einer bestimmten Refraktionsanomalie verbunden sei. Fr. Danziger behauptet, daß die Refraktionsanomalien in ganz bestimmten Beziehungen zum Schädelbau stehen. Er sagt: ein kurzer Schädel hat eine kurze Orbita, einen kurzen Bulbus, mithin Hypermetropie und umgekehrt. M. Meyerhof, der zahlreiche Messungen an Ägyptern ausführte, findet kein vermehrtes Zusammentreffen von Myopie mit Dolichocephalie und von Hypermetropie mit Brachycephalie. Auch ich konnte bei meinen Messungen kein gehäuftes Vorkommen von Myopie oder Hypermetropie mit irgendeiner Schädelform finden, aus dem man einen Zusammenhang hätte ersehen können. Alle Refraktionsgrade kamen bei allen Schädelformen ganz gleichmäßig vor.

Von der Orbita wurde der Abstand der äußeren und inneren Ränder gemessen, und damit ihre Breite bestimmt. Daß die Myopen eine breitere Orbita hatten, wurde nicht bemerkt.

Wenn ich die Ergebnisse aus den vorgenommenen Messungen nochmals kurz zusammenfasse, so komme ich zu folgenden Schlüssen:

1. Sowohl bei Männern wie bei Frauen macht sich unverkennbar

bemerkbar, daß die Myopen größere Pupillenabstände haben als die Hypermetropen. Die Emmetropen liegen dazwischen, und zwar ist der Unterschied zwischen Myopen und Emmetropen größer, als der Unterschied zwischen Hypermetropen und Emmetropen. Die Zahlen sind im Durchschnitt bei:

| | | |
|----------|-------------------------|----------|
| Männern: | Hypermetropen | 63,81 mm |
| | Emmetropen | 65,1 „ |
| | Myopen | 67,27 „ |
| Frauen: | Hypermetropen | 62,27 mm |
| | Emmetropen | 63,23 „ |
| | Myopen | 64,7 „ |

2. Bei Messung der Abstände der Mitte der Nasenwurzel von der Pupillenmitte findet sich nur ein verhältnismäßig geringer Prozentsatz von Symmetrie: bei Männern in 13,5%, bei Frauen in 16,4% der Fälle.

3. Beziehungen zwischen Refraktionsanomalien einerseits und Kopfform andererseits konnten nicht gefunden werden.

Lassen sich nun irgendwelche Schlüsse auf die Entstehung der Myopie aus den Resultaten ziehen, lassen sie sich mit einer der vielen Theorien über ihre Entstehung in Einklang bringen?

Um dieser Frage näherzutreten zu können, müssen wir ganz kurz auf die hauptsächlichsten Ansichten hierüber eingehen. Die Myopie kann bedingt sein durch zu große Länge der Bulbusachse, durch zu starke Krümmung der Hornhaut oder der beiden Linsenflächen, durch veränderten Brechungsindex der brechenden Medien oder endlich durch abnorme Annäherung der Linse gegen die Hornhaut. Die am häufigsten vorkommende Art ist die Achsenmyopie, die anderen Arten können hier beiseite bleiben.

Daß das myopische Auge langgestreckt ist, und der hintere Pol am meisten gedehnt ist, war schon lange bekannt, und man suchte eifrig, diese anatomische Veränderung zu erklären. Es lag von vornherein nahe, eine Druckerhöhung im Innern des Auges hierfür verantwortlich zu machen, nur galt es, für diese eine Ursache zu finden. Man nahm zuerst an, daß die Anstrengung der Akkommodation bei der Naharbeit anzuschuldigen sei (Fr. Erismann, H. v. Hoffmann, R. Werth). Daß bei Personen, die ihre Augen viel und angestrengt gebrauchen müssen, die Myopie häufiger ist, daß sie auch bei fortgesetzter Anstrengung fortschreitet, konnte durch zahlreiche Untersuchungen festgestellt werden (E. Pflüger, L. Weiß, M. Reich, W. Hansen, M. Tscherning, R. Halben, H. Schmidt-Rimpler, M. Knies, W. Lohmann). Nicht nur die Akkommodation, viel stärker sollte die Konvergenz bei der Naharbeit die Myopie hervorrufen, da hierbei die äußeren Augenmuskeln gespannt seien und einen stärkeren Druck auf den Bulbus

ausübten (Förster E. Fuchs). Andere Autoren gingen von ganz anderen Gesichtspunkten aus. So ist die Ansicht v. Hasners interessant, der die Zerrung des zu kurzen Sehnerven an dem Bulbus für die Myopie verantwortlich machen will. Fuchs und Schneller glauben, daß es entzündliche Vorgänge sind, durch die die Augenhäute erweicht würden infolge der auftretenden Blutüberfüllung. Letztere bewirke wässrige Ausscheidungen, durch welche die Spannung und Dehnung des Auges erhöht würde. Widmark schiebt die Entstehung der Myopie auf Ermüdungsstoffe. Wohl am bekanntesten ist die Theorie von J. Stilling, welcher sagt, der Langbau des Auges rühre her von dem Wachstum unter Muskeldruck. Hauptsächlich soll es der *M. obliquus superior* sein, der auf den Bulbus drücke und seine Tension erhöhe. Je tiefer die Trochlea stehe, desto mehr liege der *Obliquus superior* dem Bulbus auf, desto stärker könne der Druck wirken. Die Orbita der Myopen sei also niedrig, oder der Orbitalindex bei Myopen sei kleiner als bei Emmetropen und Hypermetropen. Über die Ansicht Stillings ist viel gestritten worden (Ask, Seggel, Hamburger, Schnabel, Weiß), eine Klärung ist bis heute noch nicht erzielt.

Es scheint nach allem, als ob die hinteren Skleralteile nachgiebiger seien als die anderen Teile des Bulbus. Wenn nun der Druck im Augeninnern durch irgendwelche Ursachen erhöht wird, so ist hier ein *locus minoris resistentiae*, hier wird sich also die Sklera dehnen. Es ist ja sehr leicht möglich, daß durch Konvergenz eine solche Drucksteigerung im Augeninnern infolge des stärkeren Muskeldruckes auf den Bulbus hervorgerufen wird. Da nun mit dem Größerwerden der Pupillenabstände auch die Konvergenz beim Blick in die Nähe zunimmt, so könnte es schon erklärlich sein, daß Augen mit größeren Pupillenabständen leichter myopisch werden.

Zu besonderem Danke fühle ich mich noch dem Direktor der Jenaer Universitäts-Augenklinik, Herrn Professor W. Stock, verpflichtet, der mir den Hinweis auf die Untersuchung gegeben und ihre Ausführung ermöglicht hat. Wertvoller Unterstützung durfte ich mich von seiten der Herren Prof. Dr. von Rohr und Dr. Erggelet erfreuen.

Literaturverzeichnis.

1. Ask, Fr., Anthropometrische Studien über die Größe und Gestaltung der Orbitalmündung bei den Schweden, mit besonderer Berücksichtigung der Beziehungen zwischen Kurzsichtigkeit und Augenhöhlenbau. Zeitschr. f. Augenheilk. **16**, 1 und 146. 1906.
2. Beselin, O., Untersuchungen über Refraktion und Grundlinie der Augen und über die dynamischen Verhältnisse der lateral wirkenden Augenmuskeln an Mädchen von 5—18 Jahren. Archiv f. Augenheilk. **14**, 132. 1885.

3. Bjeloff, Material zur Lehre von den Bedingungen des dynamischen Gleichgewichts der äußeren und inneren graden Muskeln in Augen mit verschiedener Refraktion. Inaug. Diss. St. Petersburg 1881. Referat in Hirschbergs Centralbl. **5**, 478.
4. Danziger, Fr., Schädel und Auge. Eine Studie über die Beziehungen zwischen Anomalien der Schädelbaues und des Auges. Wiesbaden 1900.
5. Emmert, E., Auge und Schädel. Berlin, A. Hirschwald, 1880.
6. Erismann, Fr., Ein Beitrag zur Geschichte der Myopie, gestützt auf die Untersuchung der Augen von 4358 Schülern und Schülerinnen. Archiv f. Ophthalm. **17**, I, 1. 1871.
7. Förster, Über den Einfluß der Concavgläser und der Achsenconvergenz auf die Weiterentwicklung der Myopie. Archiv f. Augenheilk. **14**, 295. 1885.
8. Fuchs, E., Beiträge zu den Anomalien der Refraktion und Akkommodation. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. **22**, 14. 1884.
9. Greeff, R., Physiologische Betrachtungen. III. Über die Bedeutung der Linse bei Myopie. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. **33**, 360. 1895.
10. Halben, R., Über mechanische Vorgänge bei der Entstehung des Langbaues des myopischen Auges. Archiv f. Ophthalm. **71**, 63. 1909.
11. Hansen, Ed m., Vortrag in der Medizinischen Gesellschaft zu Kopenhagen. 1875.
12. Hansen, W., Untersuchungen der Augen von 808 Schulkindern im Alter von 10—15 Jahren. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. **21**, 196. 1883.
13. Helmbold, R., Vergleichende Untersuchungen über den Pupillenabstand zu einigen Maßen des übrigen Körpers. Zeitschr. f. ophth. Optik **2**, 1. 1914/15.
14. Herrnheiser, J., Die Refraktionsentwicklung des menschlichen Auges. Zeitschr. f. Augenheilk. 1892, 1.
15. — Die Refraktionsentwicklung des menschlichen Auges. Prager med. Wochenschr. 1892, Nr. 19—20.
16. Hertel, E., Über einen neuen Apparat zur Bestimmung des Abstandes der Gläsermitten für Fern- und Nahbrillen. Archiv f. Ophthalm. **65**, 176. 1907.
17. Heß, C., Die Anomalien der Refraktion und Akkommodation des Auges mit einleitender Darstellung der Dioptrik des Auges. Graefe-Saemisch Handb. d. ges. Augenheilk. **8**, II, 287. 1903.
18. v. Hoffmann, H., Augenuntersuchungen in 4 Wiesbadener Schulen und Vergleichung der Resultate mit den an anderen Orten gewonnenen Zahlen. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. **11**, 269. 1873.
19. Knies, M., Über Myopie und ihre Behandlung. Archiv f. Ophthalm. **32**, III, 15. 1886.
20. Koppe, O., Ophthalmoskopisch-ophthalmologische Untersuchungen aus dem Dorpater Gymnasium und seiner Vorschule. Inaug.-Diss. Dorpat 1876.
21. Lohmann, W., Zur Theorie der Myopiegenese. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. **48**, I, 417. 1910.
22. Maes, Chr., Ein Beitrag zur Ätiologie der Myopie. Inaug.-Diss. Kiel 1884.
23. Mannhardt, J., Muskuläre Asthenopie und Myopie. Archiv f. Ophthalm. **17**, II, 69. 1871.
24. — Über das Convergenzvermögen, dessen Leistungen, Bedingungen und Wirkungen. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. **9**, 432. 1871.
25. Meyerhof, M., Über Myopie und Rasse in Ägypten. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. **48**, II, 220. 1910.
26. Pflüger, E., Über die Pupillendistanz. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. **13**, 451. 1875.

27. Pflüger, E., Untersuchung der Augen von 529 Lehrern. *Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.* **13**, 324. 1875.
28. — Untersuchung der Augen der Luzerner Schuljugend. *Archiv f. Ophthalm.* **22**, 63. 1876.
29. Redslob, R., Beitrag zur Lehre über die Entstehung der Kurzsichtigkeit. *Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.* **46**, II, 380. 1908.
30. Reich, M., Refraktionsveränderungen im Laufe von 6 Jahren an 85 Schülern beobachtet. *Archiv f. Ophthalm.* **29**, II, 303. 1883.
31. Schmidt, E., *Anthropologische Methoden.* Leipzig 1888.
32. Schmidt-Rimpler, H., Zur Frage der Schulmyopie. *Archiv f. Ophthalm.* **31**, IV, 115. 1885.
33. — Zur Frage der Schul-Myopie. Zweiter Teil. *Archiv f. Ophthalm.* **35**, IV, 249. 1889.
35. Schnabel, J., Zur Lehre von den Ursachen der Kurzsichtigkeit. *Archiv f. Ophthalm.* **20**, II, 1. 1874.
36. Schneller, Über Entstehung und Entwicklung der Kurzsichtigkeit. *Archiv f. Ophthalm.* **32**, III, 245. 1886.
37. — Über Entstehung und Behandlung der Kurzsichtigkeit. Vortrag, ref. im *Centralbl.* **12**, 109. 1888.
38. Seggel, Über die Entstehung und Bedeutung der Kurzsichtigkeit. *Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.* **42**, I, 244. 1904.
39. — Über das Verhältnis von Schädel- und Gehirnentwicklung zum Längenwachstum des Körpers. *Archiv f. Anthropol. Neue Folge* **1**, Heft 1.
40. Stilling, J., Eine Studie zur Kurzsichtigkeitsfrage. *Archiv f. Augenheilk.* **15**, 133. 1885.
41. — Untersuchungen über die Entstehung der Kurzsichtigkeit. Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1887.
42. — Schädelbau und Kurzsichtigkeit. Eine anthropologische Studie. Wiesbaden, J. F. Bergmann; 1888.
43. — Über Schädelbau und Refraktion. *Ber. d. 7. int. Ophthalmol.-Kongreß zu Heidelberg* 1888. 97.
44. — Myopie und Orbitalbau. *Zentralbl. f. prakt. Augenheilk.* **18**, 31. 1894.
45. — Zur Myopiefrage. *Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.* **42**, I, 557. 1904.
46. Stocker, Fr., Die Augen der Schüler und Schülerinnen der Stadtschulen von Luzern. *Jahresber. üb. d. Primär- u. Sekundärschulen der Stadt Luzern.* Schuljahr 1895/96.
47. Tscherning, M., Studien über die Ätiologie der Myopie. *Archiv f. Ophthalm.* **29**, I, 201. 1883.
48. Weiß, L., Beiträge zur Entwicklung der Myopie. *Archiv f. Ophthalmol.* **22**, III, 1. 1876.
49. — Zur Beziehung der Form des Orbitaleinganges zur Myopie. *Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.* **26**, 349. 1888.
50. Werth, R., Ein Beitrag zur Lehre von der Myopie. *Inaug.-Diss.* Kiel 1874.
51. Widmark, Contribution of the etiology of myopia. *Amer. Journ. of Ophthalm.* **1903**, 9.
52. Woinow, M., Über den Drehpunkt des Auges. *Archiv f. Ophthalmol.* **16**, I, 243. 1870.

Lebenslauf.

Ich, Hanns Koegel, wurde im Jahre 1888 am 22. August als Sohn des Kaufmanns Paul Koegel in Elberfeld geboren. Ostern 1909 bestand ich auf dem humanistischen Gymnasium zu Barmen die Reifeprüfung. Von hier bezog ich die Universität Jena, um mich dem medizinischen Studium zu widmen und bestand daselbst im Juli 1911 das medizinische Vorexamen. Ich absolvierte im Winter 1911/12 in Bonn mein Militärhalbjahr und ging dann im Frühjahr 1912 nach München. Herbst 1912 kehrte ich wieder auf die Universität Jena zurück und bestand hier Anfang Mai das medizinische Staatsexamen. Zur Ableistung meines praktischen Jahres befinde ich mich jetzt an der Jenaer Universitäts-Augenklinik.

Hanns Koegel.

Jena, 31. Juli 1914.
