(Aus der Universitäts-Augenklinik zu Heidelberg. [Direktor: Geh. Hofrat Prof. Dr. Wagenmann].)

Experimentelle Untersuchung über die Lage der Versorgungsgebiete der Nervenfasern des Sehnervenstammes in der Netzhaut des Menschen.¹⁾

Von

Dr. Erich Seidel,

Privatdozent und Oberarzt an der Klinik.

Mit 3 Textabbildungen.

Eines der allerwichtigsten grundlegendsten Probleme in der Neurologie des Auges, das trotz jahrzehntelangem eifrigstem Forschen nach übereinstimmendem Urteil noch immer der Lösung harrt, ist die Frage nach der Lage der Versorgungsgebiete der Nervenfasern des orbitalen Sehnervenstammes in der Netzhaut des Menschen, eine Frage, die neben ihrem hohen anatomischen und physiologischen Interesse vor allem aus praktischen Gründen wegen ihrer engen Beziehung zur Pathogenese der verschiedensten Erkrankungen des Sehnerven für den Ophthalmologen und Neurologen in gleicher Weise von höchster Bedeutung ist.

Es stehen sich zwei Lehrmeinungen diametral gegenüber; beide vertreten durch hervorragende Forscher.

Nach der Ansicht der einen, unter denen ich besonders Th. Leber, Bunge und E. Fuchs nenne, sollen sich die Sehnervenfasern bei ihrem Eintritt ins Augeninnere gleich einer Garbe ausbreiten in der Weise, daß die in der Peripherie des Querschnittes des vorderen (gefäßhaltigen orbitalen Teiles des) Opticusstammes gelegenen Fasern in der Nachbarschaft der Papille endigen, und daß je näher die Fasern der Sehnervenachse liegen, desto weiter sie sich in die Netzhautperipherie begeben, um zu ihren Endorganen, den Stäbchen und Zapfen, zu gelangen.

Nach der anderen Theorie, deren Hauptvertreter Uhthoff und Wilbrand-Sänger sind, verhält sich das Versorgungsgebiet der Sehnervenfasern des Opticusstammes in der Netzhaut genau umgekehrt, nämlich so, daß die peripher im Sehnervenquerschnitt liegenden Fasern sich nach der Peripherie der Netzhaut be-

¹⁾ In gekürzter Form vorgetragen am 13. V. 19 im Naturhistorisch-medizinischen Verein (Medizinische Sektion) Heidelberg.

geben und die axial gelegenen Opticusfasern das Gebiet um die Papille herum versorgen.

Die bisher zur Beantwortung dieser Frage ausschließlich angewandte Forschungsmethode ist die anatomische, wobei man bei atrophischen Prozessen des Opticus durch Vergleich der im Leben klinisch nachgewiesenen Gesichtsfeldstörung mit dem später erhobenen Sektionsbefund des Sehnerven, Schlüsse auf das Versorgungsgebiet bestimmter Opticusfasern in der Netzhaut zu ziehen versuchte.

Wie ich schon sagte, hat uns diese Methode bisher eine Entscheidung der Frage nicht gebracht, wie erst kürzlich wieder von zwei verschiedenen Forschern übereinstimmend hervorgehoben wurde¹⁾²⁾, die beide für die Zukunft in glücklichen pathologisch-anatomischen Befunden, unterstützt durch genaue Gesichtsfelduntersuchung, eine Lösung dieses Problems erhoffen.

Ich habe nun versucht, dieses Problem zu lösen auf einem völlig anderen, bisher noch nicht beschrittenen Wege, den man vielleicht im Gegensatze zu dem eben geschilderten anatomischen als einen experimentell-physiologischen bezeichnen könnte, der mich, wie ich in folgendem dartun möchte, schnell und sicher zum Ziele führte, so daß ich glaube, auf die wichtige Frage eine bestimmte und meiner Ansicht nach wohlbegründete Antwort geben zu können.

Es ist eine allgemein bekannte physiologische Forschungsmethode zur Ermittlung des Ausbreitungsgebiets eines Nervenstammes, die Durchschneidung dieses Nerven im Tierexperimente vorzunehmen. Der danach auftretende Ausfall der Funktion, der uns bei motorischen Nerven als Lähmung, bei sensiblen als Aufhebung der Sensibilität entgegentritt, zeigt uns sehr deutlich das Versorgungsgebiet der durchschnittenen Nervenfasern.

Wenden wir nun dieses feststehende Gesetz der Nervenphysiologie auf unser Problem an, so können wir sagen, daß dann, wenn es uns gelänge, nur die peripheren Fasern des Opticusquerschnitts isoliert zu durchschneiden, eine partielle Erblindung des Auges auftreten müßte, und zwar nur desjenigen Netzhautbezirks, der dem Versorgungsgebiet dieser durchschnittenen Fasern entspricht.

Mit anderen Worten müßte notwendigerweise dann, falls Uhthoff und Wilbrand - Sängner im Rechte sind, nach Durchschneidung der peripheren Opticusnervenfasern eine isolierte Erblindung der Netzhautperipherie auftreten, die sich in einer Einengung der peripheren Gesichtsfelds äußern würde.

¹⁾ Igersheimer, Zur Pathologie der Sehbahn. v. Graefes Archiv **96**, 24. Ebenda S. 21—25 kritische Besprechung dieser Frage mit Literaturangaben, auf die ich deshalb hier verzichtet habe.

²⁾ van der Hoeve, Die Bedeutung des Gesichtsfeldes für die Kenntnis des Verlaufs und der Endigung der Sehnervenfasern in der Netzhaut. v. Graefes Archiv **98**, 251.

feldgrenzen äußern würde bei völligem Intaktbleiben des zentralen, um den blinden Fleck herum gelegenen Teiles des Gesichtsfeldes, und es müßte dann, falls Leber, Bunge und Fuchs mit ihrer Ansicht recht haben, nach Durchschneidung der peripher, im Opticusstamm gelagerten Fasern gerade umgekehrt das zentrale „peripapilläre“ Gesichtsfeld isoliert erblinden, also eine Verbreiterung des blinden Flecks auftreten beim völligen Intaktbleiben der peripheren Außengrenzen.

Die Durchführung dieses theoretisch sehr einfachen Versuchsplanes schien zunächst unüberwindliche Schwierigkeiten darzubieten.

Einmal waren Tierversuche aus einer Reihe von Gründen, von denen ich nur die nötigen Gesichtsfelduntersuchungen erwähne, von vornherein völlig ausgeschlossen. Aber auch am allein brauchbaren, nahezu vollsehtüchtigen menschlichen Auge mußte, ganz abgesehen von anderen naheliegenden Gründen, die isolierte Durchschneidung der peripheren Opticusfasern unter Vermeidung von störenden Nebenverletzungen in der Tiefe der Orbita nahezu aussichtslos erscheinen.

Ich wählte daher anstatt der chirurgischen Durchschneidung eine andere Methode der Leitungsunterbrechung der peripher im Opticusstamm verlaufenden Nervenfasern, die technisch viel leichter und schonender ausführbar war, nämlich die Ausschaltung derselben auf pharmakologischem Wege: ihre indirekte Leitungsunterbrechung durch Novocain.

Es ist allgemein bekannt, daß dann, wenn wir eine höherprozentige Novocainlösung in die Nachbarschaft eines Nervenstammes injizieren, das Novocain langsam nach physikalischen Gesetzen in den Nerven hinein diffundiert und die Nervenscheiden durchdringend, schließlich zu einer Leitungsunterbrechung der Neurofibrillen führt, wobei die peripher gelagerten Nervenfasern zuerst mit dem Mittel in Berührung kommen, so daß hier die Leitungsunterbrechung zuerst erfolgen muß.

Wenn wir das Novocain in einer zum Durchmesser des betreffenden Nervenstammes im richtigen Verhältnis stehenden Konzentration anwenden unter gleichzeitiger Berücksichtigung der vorhandenen bindegewebigen Nervenscheiden, vor allem aber den zu schnellen Abtransport des Novocains von der Depotstelle durch Resorption verhindern (was wir bekanntlich durch Zusatz von Adrenalin oder wie an den Gliedmaßen durch Aufhebung der Blutzirkulation durch Konstriktion mit elastischer Binde erreichen), dann wird allmählich das Anaestheticum den ganzen Nervenquerschnitt von der Peripherie bis zur Achse durchdringen, und es kommt nach einiger Zeit zu einer kompletten Leitungsunterbrechung sämtlicher Nervenfasern des betreffenden Stammes, die sich bei sensiblen Nerven in einer Anästhesie des versorgten Gebiets, bei motorischen in einer Lähmung der entsprechenden Muskeln und beim Sehnerven, wie ich das früher festgestellt und beschrieben

habe¹⁾ ²⁾, in einer Erblindung des Auges äußert, die sich nach einiger Zeit ebenso restlos zurückbildet, wie die durch Novocain hervorgerufene Lähmung sensibler und motorischer Nerven, wovon ich mich durch genaue Gesichtsfelduntersuchungen nach der Bjerrumschen Methode ebenfalls früher schon überzeugte.

Der Unterschied zwischen direkter und indirekter Leitungsunterbrechung eines Nervenstammes durch Novocain besteht darin, daß man bei der direkten die Novocainlösung direkt in den Nervenstamm selbst hineinspritzt, diesen also infiltrierte (endoneurale Injektion), was klinisch bei sensiblen Nerven eine sofortige Anästhesie zur Folge hat, während man bei der indirekten Leitungsunterbrechung den Nerven nicht selbst infiltrierte, sondern in seiner näheren Umgebung ein Novocaindepot anlegt (perineurale Injektion), von wo allmählich eine Diffusion des Mittels in den Nervenstamm von der Peripherie her erfolgt, was schließlich ebenfalls zu einer Leitungsunterbrechung führt, die aber immer, wie die klinische Erfahrung lehrt, und wie das ohne weiteres verständlich ist, erst nach Verlauf einiger Zeit eintritt im Gegensatz zu der sofort eintretenden bei der direkten Methode.

Mein Plan war nun der, bei einem reizlosen menschlichen, nahezu voll sehächtigen Auge (dessen operative Entfernung z. B. wegen eines beginnenden malignen Tumors nötig war) eine kleine Menge Novocain in der Umgebung des Sehnerven perineural zu injizieren und danach das Gesichtsfeld genau zu beobachten.

Da das Novocain bei Verbreitung durch Diffusion zuerst unter allen Umständen zu den peripher im Opticusstamme verlaufenden Nervenfasern gelangen mußte; so war zunächst und zuerst mit voller Sicherheit nur eine isolierte Leitungsunterbrechung dieser peripheren Fasern zu erwarten.

Es mußte demnach notwendigerweise der, nach indirekter (d. h. durch perineurale Injektion bewirkter) Leitungsunterbrechung durch Novocain zuerst erblindete Netzhautbezirk, der durch genaue Gesichtsfelduntersuchung klar zutage treten mußte, dem Versorgungsgebiet der im Opticusstamme an der Peripherie verlaufenden Nervenfasern entsprechen.

Da mir nun gar nichts daran liegen konnte, möglichst rasch eine vollständige Leitungsunterbrechung des ganzen Opticus, d. h. sämtlicher Nervenfasern des Sehnervenquerschnittes zu erzielen,

¹⁾ Lokalanästhesie oder Leitungsanästhesie. Zeitschr. f. Augenheilk. 1916, S. 87.

²⁾ Über die Lokalanästhesie bei Ausführung der temporären Resektion der äußeren Orbitalwand (Krönleinsche Operation). v. Graefes Archiv f. Ophthalmol. 91, 294. 1916.

weil dies ja eine genaue Verfolgung evtl. auftretender Gesichtsfeldänderungen bei zu schnellem Verlauf direkt hätte vereiteln können, so nahm ich mir vor, trotz des erheblichen Durchmessers des Opticus und den vorhandenen mehrfachen bindegewebigen Nervenscheiden erstens eine nicht zu starke Novocainlösung zu verwenden, zweitens auf den Adrenalinzusatz zu verzichten.

Wie ich schon sagte, hat ja der Adrenalinzusatz den Zweck, durch Verzögerung der Resorption den Abtransport der Novocainlösung von der Depotstelle möglichst lange zu verhindern, wodurch das Novocain an der betr. Stelle länger festgehalten wird und sich deshalb seine Einwirkung auf den Nervenstamm intensiver und dauerhafter gestaltet.

Da wir aus klinischen Erfahrungen wissen, daß Novocain allein, ohne Adrenalin, zur völligen indirekten Leitungsunterbrechung bei sensiblen Nerven von erheblicherem Durchmesser im allgemeinen nicht genügt, so konnten wir bei dem beträchtlichen Durchmesser und den bekannten mehrfachen bindegewebigen Einscheidungen des Opticus bei alleiniger Verwendung von Novocain unter Verzicht auf Adrenalin mit großer Wahrscheinlichkeit eine nur partielle Leitungsunterbrechung des Opticus erwarten, nämlich nur der auf dem Opticusquerschnitt in der Peripherie liegenden Fasern, eine Leitungsunterbrechung, die voraussichtlich auch nur von verhältnismäßig kurzer Dauer sein konnte, was im ganzen für unsere Zwecke das ideale Versuchsziel darstellen mußte.

Der Verzicht auf Adrenalin bot noch den zweiten Vorteil, daß eine Verengerung der Zentralgefäße, die ich bei früherer Gelegenheit mit dem Augenspiegel festgestellt hatte¹⁾, vermieden wurde, wodurch evtl. Veränderungen des Gesichtsfeldes durch Zirkulationsstörungen ausgeschlossen werden konnten.

Um die Deutung der Versuchsergebnisse möglichst zu erleichtern, nahm ich mir vor, den Bindehautsack des Versuchsauges nicht zu cocainisieren, ferner das Novocaindepot nicht unmittelbar retrobulbär neben der Sclera anzulegen, sondern etwas weiter nach hinten etwa 1 cm vom hintern Augenpol entfernt, um die Möglichkeit der Diffusion des Novocains durch die hintere Sclera und Aderhaut hindurch und somit eine terminale Anästhesie der Stäbchen und Zapfen zu verhüten; fernerhin sollte versucht werden, mit einer möglichst geringen Menge von Novocainlösung auszukommen, um mechanische Druckwirkung auf den Opticus zu vermeiden.

Den eben skizzierten Versuchsplan konnte ich vor einiger Zeit zur Ausführung bringen an einem fast voll sehtüchtigen Auge, das wegen eines kleinen malignen Tumors entfernt werden mußte.

Es handelte sich um einen 60jährigen Zimmermeister, in dessen

¹⁾ v. Graefes Archiv f. Ophthalmol. **91**, 294. 1916.

rechtem Auge oben in der äußersten Netzhautperipherie mit dem Augenspiegel ein Aderhautsarkom zu konstatieren war, bei nahezu voller Sehschärfe und freiem Gesichtsfeld, das nur ganz unten in der Peripherie einen kleinen Ausfall aufwies, der dem Sitz des Aderhauttumors entsprach.

Das Gesichtsfeld des Patienten wurde mit der Bjerrumschen Methode auf eine schwarze Holztafel aufgenommen in 1 m Entfernung mit einem weißen Objekt von 3,5 mm Durchmesser, wiederholt kontrolliert und danach aufgezeichnet. Ich wählte diese Methode, weil sie gleichsam in vergrößerten Dimensionen sowohl das zentrale Gesichtsfeld, also die Gegend des blinden Fleckes und evtl. mit diesem in Zusammenhang stehende Skotome sicher festzustellen erlaubt, andererseits aber auch zugleich evtl. auftretende periphere Einengungen sehr deutlich zur Anschauung bringen mußte.

Ich legte darauf zwei Novocaindepots in der Weise an, daß ich von zwei Einstichstellen aus bei temporaler Blickrichtung, mehr nasal, zuerst durch das Unterlid, dann durch das Oberlid hindurch eine gerade dünne Hohnadel in die Orbita einführte und im ganzen 1,75 ccm von 2 proz. Novocainlösung etwa 1 cm entfernt vom hintern Augenpol in die Nachbarschaft des Opticusstammes langsam injizierte, wobei ich mich mehr nach der inneren Fläche des Muskeltrichters hielt, um den Opticus selbst mit der Nadelspitze sicher zu vermeiden.

Darauf wurde der Patient im Laufe der nächsten Stunde 7 mal in 1 m Abstand vor die schwarze Tafel gestellt, der Kopf mittels Kinnstütze fixiert, die Entfernung der Hornhaut vom Fixierpunkt auf der Tafelmitte vor jeder Untersuchung nochmals genau abgemessen (1 m) und zunächst immer das zentrale Gesichtsfeld, also die Gegend des blinden Flecks und danach die peripheren Gesichtsfeldgrenzen bestimmt. Die Grenzen wurden, falls eine Änderung auftrat, mit dunkelblauer Kreide mittels bestimmter Zeichen an der Tafel markiert.

Nach Beendigung jeder Prüfung, die bei dem sehr intelligenten und schon am Tage vorher eingeübten Patienten, der außerordentlich bestimmte Angaben machte, nur ganz kurze Zeit in Anspruch nahm, mußte er sich auf einen Stuhl setzen und die Augen zeitweise schließen.

Ich möchte nun zunächst das von mir unmittelbar nach jeder Untersuchung (die übrigens durch einige erfahrene Beobachter mit größter Aufmerksamkeit verfolgt wurde) diktierte Versuchsprotokoll kurz mitteilen und verweise auf die Abb. 1—3, die photographische Aufnahmen (in 16,5 maliger Verkleinerung) der auf der Tafel aufgezeichneten Gesichtsfeldbefunde darstellen.

Versuchsprotokoll.

Zimmermeister F., 60 Jahre.

Im rechten Auge oben in der äußersten Netzhautperipherie kleiner pigmen-

tierter Aderhauttumor. Seit einigen Wochen in Beobachtung. Ophthalmoskopisch Wachstum konstatiert. Sofortige Entfernung des Auges wiederholt angeraten.

Vis.: R. $\frac{5}{10}$; + 2,5 D $\frac{5}{10-7,5}$ L $\frac{5}{10}$; + 2,5 D $\frac{5}{7,5}$.

Im Laufe des Vormittags Gesichtsfeld am Perimeter und an der Tafel (Entfernung 1 m, Objekt 3,5 mm) wiederholt geprüft. Stets sehr exakte Angaben. Gesichtsfeld frei bis auf minimalen Ausfall in der äußersten Peripherie unten, dem Aderhauttumor entsprechend (vgl. Abb. 1).

Abb. 1.

Gesichtsfeld vom rechten Auge vor der perineuralen Novocaininjektion (aufgenommen nach Bjerrum aus einer Entfernung von 1 m mit Objekt von 3,5 mm).

12 Uhr Injektion von im ganzen 1,75 ccm einer 2proz. Novocainlösung¹⁾ mit gerader Hohnadel in der Nachbarschaft des Opticus etwa 1 cm nach hinten von seinem Sceraleintritt, und zwar mit 2 Einstichen unter Vermeidung des Bindehautsackes; zuerst Einstich durch nasales Drittel des Unterlids (Entleerung von 1 ccm Novocain 2proz.), sodann Einstich im nasalen Drittel des Oberlids (Entleerung von $\frac{3}{4}$ ccm Novocain 2proz.).

Die Injektionen verliefen völlig glatt, selbst das Auftreten eines Exophthalmus fiel bei den sehr langsam erfolgenden Injektionen nicht auf.

Bei allen folgenden Gesichtsfelduntersuchungen an der Tafel wurde zuerst das zentrale Gesichtsfeld, sodann die peripheren Grenzen bestimmt.

I. Untersuchung nach der Injektion. 12,06, 12,07 Uhr.

Blinder Fleck und zentrales Gesichtsfeld normal.

Periphere Grenzen völlig unverändert.

(In Abb. 2 äußerste stark ausgezogene Linie.) Vis.: R + 2,5 D $\frac{5}{10-7,5}$.

II. Untersuchung nach der Injektion. 12,12—14 Uhr.

Blinder Fleck und zentrales Gesichtsfeld normal. Periphere Grenzen zeigen nach allen Seiten eine deutliche Einengung. (Auf der Tafel mit 0 markiert; in Abb. 2 die mittlere schwach ausgezogene Linie.)

¹⁾ Das angewandte 2proz. Novocain befand sich in isotonischer Lösung und hatte folgende Zusammensetzung: Novocain 2,0, Natr. chlorat. 0,5; Kal. sulfur. 0,4; Aq. dest. 100. — Der Zusatz von Kaliumsulfat soll (nach Kochmann) die Novocainwirkung erhöhen. Wir verwenden derartige Lösungen seit einiger Zeit bei unsern Operationen.

Abb. 2.

Äußerste stark ausgezogene Linie: periphere Gesichtsfeldgrenze vor der Novocaininjektion.

Mittlere schwach	"	"	"	"	7 Min. nach	"	"
"	"	"	"	"	15 "	"	"
Innere	"	"	"	"	45 "	"	"
Unterbrochene Linie:	"	"	"	"	60 "	"	"

III. Untersuchung nach der Injektion. 12,17—21 Uhr.

Blinder Fleck und zentrales Gesichtsfeld normal. Periphere Grenzen temporal, nasal und oben weiter eingengt. (Auf der Tafel mit wagerechtem Strich: — markiert.) 12,22 Uhr Vis.: R. + 2,5 D $\frac{5}{10-7,5}$.

IV. Untersuchung nach der Injektion. 12,25—27 Uhr.

Blinder Fleck und zentrales Gesichtsfeld völlig normal. Periphere Grenzen: Nasal wieder deutlich Einschränkung gegenüber der letzten Untersuchung; tem-

Abb. 3.

Die schraffierte Fläche entspricht dem 45 Min. nach perineuraler Novocaininjektion erblindeten Netzhautbezirk.

porale Grenzen fallen mit der bei der vorigen Untersuchung festgestellten zusammen. (Auf der Tafel mit senkrechtem Strich: | markiert.)

V. Untersuchung nach der Injektion. 12,33—37 Uhr.

Blinder Fleck und zentrales Gesichtsfeld völlig normal. Periphere Grenzen: nasal weitere Einengung; temporal Grenzen wie bei der vorigen Untersuchung. (Auf der Tafel mit 4 markiert.) 12,38 Uhr Vis.: R. + 2,5 D $\frac{5}{10-7,5}$.

VI. Untersuchung nach der Injektion. 12,43—47 Uhr.

Blinder Fleck und zentrales Gesichtsfeld völlig normal. Periphere Grenzen: nasal weitere unwesentliche Einengung, temporale Grenzen haben sich nicht verändert. (Auf der Tafel mit 5 markiert.) Auf Abb. 2 und Abb. 3 die innere ausgezogene Linie.

VII. Untersuchung nach der Injektion. 12,56—1,02 Uhr.

Blinder Fleck und zentrales Gesichtsfeld völlig normal. Periphere Grenzen: temporal oben wie bei der letzten Untersuchung; temporal unten wieder etwas weiter geworden; nasal sehr erhebliche Erweiterung des Gesichtsfeldes bis teilweise zur normalen Grenze. (Abb. 2 gestrichelte Linie - - -) Vis.: R. + 2,5 D $\frac{5}{10-7,5}$.

1,05 Uhr Infiltrationsanästhesie.

1,25 Uhr Enucleation.

Der 45 Minuten nach der Novocaininjektion erblindete periphere Netzhautbezirk (auf Abb. 3 schraffiert) hatte auf der Tafel ausgemessen folgende Breiten-
ausdehnung:

im horizontalen Meridian temporal	12 cm
nasal	21 „
im vertikalen Meridian oben	5 $\frac{1}{2}$ „
unten	12 „
45° nasal oben	20 „
45° nasal unten	13 $\frac{1}{2}$ „
45° temporal oben	3 „
45° temporal unten	13 „

Größe des blinden Flecks: Breite 6—6,5 cm; Länge 7,5 cm.

Entfernung der inneren (nas.) Grenze des blinden Flecks vom Fixierpunkte aus 26 cm.

Die direkten Maße der auf Abb. 2 ausgezogenen peripheren Grenzen von Untersuchung I, II, VI und VII können, da die photographische Aufnahme eine 16,5malige Verkleinerung der Tafelaufnahmen darstellt, direkt abgemessen und leicht eventuell im Winkelgrade in früher angegebener Weise¹⁾ umgerechnet werden.

Da die Resultate von Untersuchung III, IV und V der besseren Übersicht wegen in Abb. 2 nicht ausgezogen wurden und deshalb auf der photographischen Verkleinerung nicht deutlich hervortreten, stelle ich in folgender Tabelle die von mir an der Tafel vom Fixierpunkt gemessene Entfernung der einzelnen Grenzen übersichtlich zusammen unter Angabe der Zahl der bestimmten peripheren Grenzpunkte:

Die Entfernung der peripheren Gesichtsfeldgrenzen vom Fixierpunkt betrug:

¹⁾ Beiträge zur Frühdiagnose des Glaukoms. Untersuchungen über das zentrale Gesichtsfeld mit Prüfungsobjekten unter kleinem Gesichtswinkel (Bjerrum). v. Graefes Archiv f. Ophthalmol. 88, 106.

	im horizont. Meridian		im vertikal. Meridian		45° nasal		45° tempor.		Zahl d. best. peripheren Grenzpunkte
	temp.	nasal	oben	unten	oben	unten	oben	unten	
1. am intakten Auge (also vor der Injek- tion) und bei Unter- suchung I	81	70	46	53	70	75	71	85	24
2. bei Untersuchung II	71	66	42	52	62	72	68	77	16
3. „ „ III	70	56	39	49	60	68	65	75	16
4. „ „ IV	71	52	39	49	55	68		76	17
5. „ „ V	71	49	40	50	54	68	64	75	16
6. „ „ VI	69	48	40	50	50	64	65	73	15
7. „ „ VII	70	56	42	51	53	76	66	78	20

Aus den mitgeteilten Versuchsergebnissen geht hervor:

1. Daß nicht sofort, sondern erst nach Verstreichen einiger Zeit, nämlich erst 15 Minuten nach erfolgter Novocaininjektion in die Nachbarschaft des Opticus eine konzentrische, nicht überall gleichmäßige Einengung der peripheren Gesichtsfeldgrenzen auftrat (Unters. II), die im Laufe der nächsten halben Stunde stetig zunahm (Unters. III, IV, V, VI), 45 Minuten nach der Injektion ihr Maximum erreichte, so daß z. B. nasal ein 21 cm breiter Streifen auf der Tafel der erblindeten peripheren Netzhautpartie entsprach (Abb. 3). Diese konzentrische Einengung ging darauf wieder zurück (Unters. VII), aber ebenfalls nicht gleichmäßig, so daß 60 Minuten nach der Injektion das Gesichtsfeld an gewissen Stellen (nasal unten) wieder seine ursprüngliche normale Grenze erreicht hatte.

2. Das zentrale Gesichtsfeld sowie die zentrale Sehschärfe blieb völlig intakt; es fand sich nicht die geringste Vergrößerung des blinden Flecks und keinerlei Skotome, die etwa mit diesem in Zusammenhang standen, worauf besonders geachtet wurde (Unters. II—VII).

Die Tatsache, daß sich 7 Minuten nach der Injektion noch ein völlig freies zentrales und peripheres Gesichtsfeld fand (Unters. I), und daß erst nach 15 Minuten eine periphere konzentrische Gesichtsfeldeinengung allmählich begann (Unters. II), beweist, daß es gelungen war, wie beabsichtigt, eine indirekte Leitungsunterbrechung zu erzielen, d. h. die Novocaindepots neben den Opticus zu bringen, ohne denselben selbst zu infiltrieren, weil in diesem Falle natürlich eine sofortige Leitungsunterbrechung, die unbedingt schon bei Untersuchung I, 7 Minuten nach der Injektion, hätte nachweisbar sein müssen, die notwendige Folge gewesen wäre.

Die weiter festgestellte Tatsache, daß nach 60 Minuten (Unters. VII) die peripheren Gesichtsfeldgrenzen sich wieder merklich erweitert hatten (siehe gestrichelte Linie, Abb. 3), so daß nach dieser Zeit das Gesichtsfeld z. B. nasal unten seine ursprüngliche Grenze wieder erreichte, ist nach dem früher Gesagten (über die Flüchtigkeit der Leitungsunterbrechung durch bloße Novocainlösung d. h. ohne den resorptionsverhindernden Adrenalinzusatz) ohne weiteres verständlich.

Da es somit keinem Zweifel unterliegen kann, daß es geglückt ist, das Novocaindepot perineural neben dem Opticus anzulegen, folgt mit Notwendigkeit, daß die peripher im Opticusquerschnitt verlaufenden Fasern zunächst der Novocainwirkung und somit der Leitungsunterbrechung ausgesetzt waren, so daß aus der festgestellten Tatsache einer langsam von der Peripherie zentralwärts sich vorschiebenden Erblindung der Netzhautperipherie bei völligem Intaktbleiben der zentralen Netzhautgebiete, sich mit voller Sicherheit der Schluß ergibt, daß die peripher im Opticustamm verlaufenden Nervenfasern die Lichtempfindung der peripheren Netzhautbezirke nach dem Gehirn leiten, dagegen nichts mit der Versorgung der zentralen peripapillaren Netzhautgebiete zu tun haben, wodurch die Richtigkeit der Uthoff-Wilbrand-Sängerschen Theorie für das mittlere Drittel des orbitalen Opticustammes hiermit experimentell erwiesen ist¹⁾.

¹⁾ Es ist vielleicht nicht unnötig, darauf hinzuweisen, daß diese experimentellen Versuchsergebnisse das von Igersheimer 1916 aufgestellte Gesetz: „Jede Leitungsunterbrechung oder schwerere Störung eines Faserbündels im Sehnerven projiziert sich in die Außenwelt als ein vom blinden Fleck ausgehendes Skotom“ nicht bestätigen können, sondern es direkt widerlegen, da bei der von mir ausgeführten Leitungsunterbrechung der peripheren Opticusnervenfasern keinerlei vom blinden Fleck ausgehendes Skotom auftrat, trotz einsetzender ausgesprochener konzentrischer Gesichtsfeldeinengung in der Peripherie.

Auch auf Grund einer 7jährigen klinischen Erfahrung mit Gesichtsfelduntersuchungen bei den verschiedensten Erkrankungen des Sehnerven mittels der Bjerrumschen Methode, die doch auch Igersheimer nach seiner Beschreibung in seinem Heidelberger Vortrage 1916: „Ein neuer Weg zur Erkenntnis krankhafter Vorgänge in der Sehbahn“ sowie in seiner bereits zitierten Arbeit anwendet mit einer für das zentrale Gesichtsfeld, was schon van der Hoeve betonte, nur ganz unwesentlichen Abänderung (statt schwarzer Ebene, schwarze Kugelschale von 1 m Radius), die sicher für die Untersuchung des zentralen Gesichtsfeldes keine Erhöhung der Leistungsfähigkeit bedeutet, vermag ich sein Gesetz nicht anzuerkennen.

Bei dieser Gelegenheit glaube ich weiterhin nicht länger unerwähnt lassen zu dürfen, daß ich schon 1914, gelegentlich meiner Untersuchungen über das zentrale Gesichtsfeld beim beginnenden Glaukom (v. Graefes Archiv 88, 139, 153, 154) ausdrücklich mitgeteilt habe, daß von mir die Bjerrumsche Methode der Gesichtsfelduntersuchung (1 m Abstand von schwarzer Holztafel, 2—3 mm Objekt) außer bei Glaukom in systematischer Weise auch bei anderen Sehnervenerkrankungen, wie beginnender tabischer Atrophie, Papillitis und retrobulbärer Neuritis angewandt wurde, und zwar zu dem klar ausgesprochenen Zwecke, die Frage nach dem Vorkommen eventueller Skotome in Verbindung mit dem blinden Fleck bei diesen Erkrankungen zu beantworten, wobei sich zeigte, daß trotz sonst deutlichem klinischem Befunde nur selten derartige Skotome vorhanden waren, so daß von einem gesetzmäßigen Vorkommen derselben keine Rede sein konnte.

Ich muß somit feststellen, daß ganz abgesehen von den oben geschilderten experimentellen Versuchsergebnissen schon meine bereits 1914 mitgeteilten klinischen Beobachtungen das Bestehen des Igersheimerschen Gesetzes ausschließen, was auch van der Hoeve (v. Graefes Archiv 98, 243) auf Grund seiner klinischen Erfahrungen kürzlich aussprach.