Bemerkungen über das Gefäßsystem der Netzhaut in der Gegend der Macula lutea.

Von

Professor Th. Leber in Göttingen.

Die vorhergehende Arbeit des Herrn Dr. D. P. Johannides veranlasst mich zu einigen Bemerkungen, da mein Stillschweigen als Zustimmung zu der darin ausgesprochenen Ansicht von der vollständigen Gefäßlosigkeit des gelben Fleckes gedeutet werden könnte.

Da Abbildungen vollständig injicirter Präparate von der Macula lutea des Menschen bisher noch fast ganz vermisst werden, so ist es sehr dankenswerth, dass Herr Dr. Johannides sich der Mühe unterzogen hat, ein so gelungenes Injectionspräparat der Maculagegend wie das des Herrn Prof. Gerlach durch bildliche Darstellung in weiteren Kreisen bekannt zu machen. Wenn er aber durch dieses Präparat zu der Ansicht gekommen ist, dass beim Menschen im Allgemeinen nicht nur die Fovea centralis, sondern die ganze Macula lutea gefäßlos sei, so ist dies ein Irrthum, dem ich sogleich entgetreten möchte, damit er nicht weitere Verbreitung gewinnt.

Johannides bemerkt mit Recht, dass eine scharfe Grenzbestimmung des gelben Fleckes bisher nicht möglich gewesen sei, weil sich die gelbe Farbe allmählig in der Umgebung verliert, glaubt aber, in dem Durchmesser der gefässlosen Stelle nun ein Mittel gefunden zu haben, den des gelben Fleckes genauer zu bestimmen. So lange man aber unter gelbem Fleck das versteht, was der Name besagt, ist dies rein willkürlich, da dieser verwaschen endigt, während der gefässlose Fleck scharf begrenzt ist. Beide könnten also höchstens ungefähr zusammenfallen, was aber in dieser Allgemeinheit ebenfalls nicht richtig ist, wie ich zu beweisen hoffe. Es hat Johannides bei seinem Bestreben, dem gelben Fleck eine scharfe Grenze zu ziehen, wohl vorgeschwebt, dass dieser Theil der Netzhaut nicht nur durch die gelbe Färbung, sondern auch durch andere Eigenschaften ausgezeichnet und von den umgebenden Theilen zu unterscheiden sei. So richtig das ist, so irrthümlich ist seine Ansicht, dass im Bereich des gelben Fleckes nur die musivischen Schichten der Netzhaut vorhanden seien; vielmehr kommen hier alle Schichten der Netzhaut vor, von welchen ich nur an die schon im Randtheil der Macula sehr verdünnte Schicht der Nervenfasern, an die vielfache Lage von Ganglienzellen und an die durch ihren schiefen Faserverlauf ausgezeichnete Zwischenkörnerschicht (äussere Faserschicht) erinnern will.

Nur in der Fovea centralis sind alle Schichten mit Ausnahme der musivischen auf ein Minimum reducirt; nur für diese könnte also der Ausspruch von Johannides gelten, dass man hier keine Gefässe erwarten dürfe, weil nur die musivischen Schichten vorhanden seien und nur für diese könnte man in dem Rande des Capillarnetzes eine scharfe Grenzlinie zu gewinnen hoffen.

Schon durch die ophthalmoscopische Untersuchung lässt sich feststellen, dass feine Gefässe von

verschiedenen Seiten her bis in die Macula lutea hinein vordringen. Johannides selber giebt an, dass die beiden Autoren, welche die genauesten Beschreibungen des ophthalmoscopischen Bildes der Macula lutea geliefert haben, Schirmer*) und Delorme**), die (früher angenommene) Gefässlosigkeit derselben in Abrede stellen. Schirmer's Beschreibung ist vollkommen richtig und die späteren Abbildungen, welche wir Delorme verdanken, geben das Verhalten so gut wieder, als dies durch nicht colorirte Zeichnungen möglich ist. Ich verstehe nicht, was Johannides daran auszusetzen hat, indem er bemerkt, man sehe daran den Reichthum an feinen Capillargefässen der Macula lutea nicht, wie er überhaupt keine ophthalmoscopische Zeichnung gesehen habe, wo die Macula lutea mit ihren vermutheten Gefässen abgebildet werde. Von Capillargefässen kann ja nicht die Rede sein, weil die Retinacapillaren für die Augenspiegelvergrößerung zu fein sind, sondern nur von feinen, noch nicht capillaren Verzweigungen; derartige Reiser, welche in die Macula lutea hinein bis zur Fovea centralis hin vordringen, finden sich aber auf allen 8 Figuren Delorme's abgebildet. Ich könnte Johannides auch auf eine recht gelungene chromolithographische Abbildung in Magnus ophthalmoscopischem Atlas***) hinweisen, welche das Aussehen der Macula lutea bei Untersuchung im umgekehrten Bilde wiedergiebt und ebenfalls die Gefässe der Macula lutea darstellt. Doch was bedarf es der Abbildungen, wo Jeder, der die nöthige Uebung in

*) Schirmer. Ueber das ophthalmoscopische Bild der Macula lutea. Dies. Archiv X. 1. S. 148—151 (1864).

**) Delorme. De la région maculaire et de sa circulation. Journ. d'ophthalm. I. février, 1872. p. 92—95.

***) Magnus. Ophthalmoscop. Atlas 1872. Taf. IX. Fig. 4.

der ophthalmoscopischen Untersuchung besitzt, sich in natura von dem Sachverhalt überzeugen kann?

Bekanntlich wird bei Untersuchung im umgekehrten Bilde der Rand der Macula lutea durch einen weisslichen Reflexring bezeichnet, innerhalb dessen der Augengrund matt und glanzlos erscheint und zugleich nach der Mitte hin ein erheblich dunkleres Aussehen annimmt, während sich in der Mitte selbst der Grund der Fovea centralis als kleines helles Pünktchen oder Fleckchen bemerkbar macht. Dieser Reflexring giebt uns einen sehr guten Anhaltspunkt für die Lage und Ausdehnung des gelben Fleckes ab, der um so werthvoller ist, weil die gelbe Farbe als solche mit dem Augenspiegel nicht gesehen wird. Der horizontale Durchmesser des Reflexringes übertrifft gewöhnlich den Papillendurchmesser etwas, während der verticale ihm ungefähr gleichkommt. Da nun der Durchmesser der Papille $1\frac{1}{2}$, höchstens $1\frac{3}{4}$ mm beträgt, der Durchmesser der stärker gelb gefärbten mittleren Partie des gelben Fleckes aber zu 0,8—1,5 mm., der ganze Durchmesser des letzteren einschliesslich des blasser gefärbten Randes zu 2, höchstens 3 mm angegeben wird, so folgt daraus, dass der weissliche Reflexring in seiner Lage dem Randtheil der Macula lutea entspricht. Sieht man nun mit dem Augenspiegel feine Gefässe über den Reflexring hinüber bis nahe an seine Mitte vordringen, so kann an dem Gefässgehalt des gelben Fleckes nicht der mindeste Zweifel bleiben.

Ich will noch bemerken, dass der genannte Reflexring bei Atropinerweiterung der Pupille weniger deutlich oder zuweilen gar nicht zu sehen ist. Obwohl also die Untersuchung durch die weite Pupille erheblich erleichtert wird, so kann man damit doch den Anhaltspunkt für die Lage und Grenze des gelben Fleckes verlieren. Ich habe

es alsdann vortheilhaft gefunden, die Untersuchung im umgekehrten Bilde mit dem lichtschwächeren Planspiegel vorzunehmen. Ich konnte dabei durch eine gewisse Spiegelhaltung den Reflexring deutlich zur Anschauung bringen, nur weniger hell und mehr unterbrochen als sonst, während bei einer leichten Drehung des Spiegels der Reflex verschwand, dafür aber die feinen Gefässe der Macula um so deutlicher zum Vorschein kamen.

Es gibt ferner einen bestimmten Fall von pathologischer Trübung der Netzhaut, wo die Gefässe der Macula lutea mit ganz besonderer Deutlichkeit sichtbar sind, weil sie sich auf dem weissen Grunde der opak gewordenen Netzhaut viel schärfer abheben, als bei durchsichtiger Netzhaut von dem braunrothen Grunde des Pigmentepithels; es ist dies die Embolie der Centralarterie. Schon wenige Tage nach der plötzlich eingetretenen Erblindung kann man die auffallend dunkel aussehenden feinen Gefässe der Macula auf weissem Grunde bis dicht an die als kirschrother Fleck erscheinende Fovea centralis hin verlaufen sehen, also zu einer Zeit, wo an eine Gefässneubildung nicht entfernt gedacht werden kann (vergl. die Abbildung in Liebreich's Atlas der Ophthalmoscopie. Taf. VIII. Fig. 4).

Auch die bisherigen anatomischen Untersuchungen haben durchgängig zu dem Resultat geführt, dass die Macula lutea gefässhaltig und nur die Fovea centralis gefässlos ist. Ausser den Autoren, welche Johannides citirt, verweise ich zunächst noch auf die Handbücher von Henle*) und von W. Krause**), welche dasselbe angeben. Ich selbst bin seit 1865 stets für

*) Handb. der system. Anat. 2. Aufl. II. Band. S. 694 (1875).

**) Handb. der menschl. Anat. I. Band. S. 170.

diese Ansicht eingetreten*); ich konnte mich dabei auch auf zahlreiche eigene Injectionen stützen, wenn meine Präparate auch nicht vollkommen genug waren, um danach eine Zeichnung anfertigen zu können; überdies hatte ich Gelegenheit zur Einsicht gelungener fremder Präparate, welche meine Erfahrungen bestätigten.

Eingehendere Beschreibungen des feineren Gefäßnetzes der Macula lutea verdanken wir Niemetschek**) und Nettleship***), welche zu demselben Ergebniss gekommen sind. Wenn auch die Beschreibung Niemetschek's den Eindruck macht, als ob seine Injectionen in Bezug auf das Capillarnetz nicht ganz vollständig gewesen seien, so scheint mir doch, dass auch sie zur Entscheidung der vorliegenden Frage genügen und ich kann darum Johannides nicht beistimmen, wenn er glaubt, die Annahme der Gefäßhaltigkeit der Macula lutea erkläre sich nur aus unvollkommenen oder forcirten Injectionen. Ist die Injection unvollständig, so gestattet sie doch wenigstens den Schluss, dass die Gefäße so weit reichen, als die Injectionsmasse gedrungen ist; andererseits heisst es doch einem Beobachter ein gar zu geringes Mass von Aufmerksamkeit oder Genauigkeit zutrauen, wenn man annimmt, er habe durch forcirte Injection entstandene

*) Th. Leber, Sur le système vasculaire de l'oeil humain; in Recueil des travaux de la Soc. méd. allem. de Paris. 1865. p. 78. — Die Blutgefäße des Auges in Stricker's Handb. d. Lehre von den Geweben. 2. Band., S. 1051. 1872. — Die Circulations- und Ernährungsverhältnisse des Auges. Graefe-Sämisch's Handb. II. S. 309. 1876.

**) Niemetschek. Ueber die Gefäße am gelben Fleck der Netzhaut. Prager Vierteljahrschr. LXXXIX. S. 132. 1866.

***) Nettleship. Note on the retinal blood-vessels of the yellow-spot-region. Ophth. Hosp. Rep. VIII. 2.. p. 260—263. (1875).

Extravasate in der Macula mit Blutgefässen verwechselt.

Jeder Zweifel in dieser Hinsicht wird aber durch den von Nettleship gelieferten Holzschnitt beseitigt, welcher eine von ihm angefertigte Carmininjection der Macula lutea darstellt. Sind auch, wie Nettleship selbst angiebt, einige wenige Capillarschlingen ungefüllt geblieben und andere nachträglich zerbrochen oder verschoben, so ist dies doch für das Ganze ohne jede Bedeutung, denn die Abbildung lässt klar erkennen, dass die gefässlose Stelle keinen grösseren Durchmesser haben kann als die Fovea centralis. Man braucht, um dies zu beurtheilen, nur den Durchmesser der gefässlosen Lücke mit dem der Capillarmaschen oder mit dem Kaliber der Blutgefässe zu vergleichen, oder die Abbildung mit der von Johannides zusammenzuhalten, wobei man auf den ersten Blick sieht, dass diese bei einer viel schwächeren Vergrösserung gezeichnet ist. Letztere ist als 25fach, die Nettleship's als 40fach angegeben. Da in Nettleship's Abbildung der Durchmesser der gefässlosen Stelle in horizontaler Richtung ungefähr 20 mm beträgt, so berechnet sich hieraus ihr wahrer Durchmesser auf ca. 0,5 mm. Wenn nun Johannides bemerkt: „Die beigegebene Abbildung veranschaulicht nicht das, was der Autor behauptet; es erscheint darin nur das die Macula lutea umgebende dichtere Capillarnetz, während die Capillargefässe der Macula selbst unsichtbar bleiben“, so erweist sich nach dem oben Gesagten dieser Einwand als vollkommen hinfällig; die gefässlose Stelle der Zeichnung kann nach ihrem Durchmesser von ca. 0,5 mm nicht der ganzen Macula, sondern nur der Fovea centralis entsprechen, und wenn auch einige Capillaren frei zu enden scheinen, so würde doch daraus nur auf einen noch kleineren Durchmesser der gefässlosen Stelle zu schliessen sein.

Zu demselben Ergebniss führt auch die dritte Methode, welche noch zur Untersuchung der vorliegenden Frage verwendet werden kann, die der entoptischen Beobachtung.

Wenn man nach einer hell erleuchteten Fläche blickt, z. B. dem Milchglas einer Lampe, und einen schwarzen Schirm mit kleiner Oeffnung rasch vor dem Auge hin und her bewegt, so sieht man bekanntlich ein sehr scharf gezeichnetes Bild der feinsten Gefässe und Capillaren in der Gegend der Macula und in der Mitte des Capillarnetzes eine kleine gefässlose Lücke.

Mittelst eines kleinen durchscheinenden Massstabes, den man an dem Milchglas befestigt, lässt sich nun der scheinbare Durchmesser des Bildes der gefässlosen Lücke für eine bestimmte Entfernung vom Auge messen und daraus ihr Gesichtswinkel und, mit Zugrundelegung der Dimensionen des schematischen Auges, der wahre Durchmesser der gefässlosen Lücke auf der Netzhaut ungefähr berechnen. Die Messung ist durch die Ungleichmässigkeit des von den äussersten Capillarschlingen gebildeten Bogens etwas unsicher; in der Entfernung von ca. 430 mm vom Knotenpunkt fand ich den horizontalen Durchmesser für mein rechtes Auge höchstens 12 mm. Hieraus ergibt sich ein Gesichtswinkel von $1^{\circ} 35' 56''$, und ein linearer Durchmesser auf der Retina, (die 15 mm vom Knotenpunkt entfernt gedacht ist) von 0,42 mm, was so gut als nur möglich mit dem Mass in der Abbildung Nettleship's übereinstimmt.

Die angeführte Bestimmung macht auf absolute Genauigkeit keinen Anspruch, beweist aber vollkommen sicher, dass die gefässlose Lücke in ihrem Durchmesser der Fovea centralis und nicht der Macula lutea entspricht; letztere müsste ein mindestens 2—3 mal grösseres

Bild geben, wie man sofort durch den Vergleich mit dem Durchmesser des blinden Fleckes, welcher der Papille entspricht, ersehen kann.

Nachdem somit die ophthalmoscopische, die anatomische und die entoptische Untersuchung übereinstimmend den Gefässgehalt der Macula lutea und die ausschliessliche Gefässlosigkeit der Fovea centralis darge-
than haben, bleibt uns nur noch die Frage zu erörtern, wie sich das abweichende Resultat erklären lässt, welches Johannides bei der Untersuchung des Gerlach'schen Präparates erhalten hat. Dasselbe stammt von einem 4-jährigen Kinde und die Gefässinjection war bis in die Capillaren hinein vollständig gelungen. Der Durchmesser der gefässlosen Lücke wurde an demselben dem des gelben Fleckes gleich, und zwar gleich 1,02 mm in horizontaler und 0,92 mm in verticaler Richtung gefunden. Es liegt hier also eine doppelte Abweichung von dem Verhalten vor, welches wir, zunächst für den Erwachsenen, als normal betrachten, nämlich der Durchmesser der gefässlosen Lücke ist ungefähr um das Doppelte zu gross, der des gelben Fleckes etwa um die Hälfte zu klein. Es fragt sich nun vor Allem, ob der Zustand des Präparates, wie es Johannides zur Untersuchung vor sich hatte, dem Verhalten während des Lebens wirklich in allen Stücken genau entspricht. So misslich es auch ist, über ein Präparat, welches man nicht gesehen hat, urtheilen zu wollen, so wird doch diese Schwierigkeit durch die vorliegende naturgetreue Abbildung desselben erheblich vermindert. Dieselbe lässt erkennen, dass die Retina, welche man behufs Herstellung des Präparates auf der Glasplatte antrocknen liess, dabei nicht vollkommen glatt und gleichmässig ausgebreitet, sondern zum Theil in Falten gelegt war, wobei u. A. die an die Fovea centralis angrenzenden Capillarschlingen gegen

einander erheblich zusammengeschoben wurden, was den Durchmesser der gefässfreien Lücke über das wahre Mass vergrössern musste. Man erkennt dies daran, dass die betreffenden Maschen in circulärer Richtung stark verlängert, in radiärer entsprechend verkürzt sind, was nicht, wie Johannides glaubt, als normales Verhalten anzusehen ist. Es ergibt sich vielmehr mit völliger Evidenz aus dem entoptischen Bilde der Netzhautgefässe, welches auf die oben erwähnte Weise erhalten werden kann, dass die die Fovea centralis umgebenden Capillarmaschen eine derartig abweichende Form nicht zeigen, sondern darin mit den übrigen übereinstimmen. Auch an anderen Stellen des Präparates scheinen Faltungen der Netzhaut stattgefunden zu haben, wie die offenbar sehr getreue Abbildung an dem stellenweise dichteren und weniger deutlichen Capillarnetz erkennen lässt. Es sind dies Mängel des Präparates, welche sich, wie ich aus eigener Erfahrung weiss, auch bei der geschicktesten und schonendsten Behandlung der so zarten Retina kaum vermeiden lassen, da es hier gilt, eine gewölbte Membran auf einer ebenen Glasplatte auszubreiten, wobei auch noch die cadaveröse Plica centralis grosse Schwierigkeiten bereitet.

Ich muss demnach annehmen, dass der Durchmesser der gefässlosen Lücke an dem in Rede stehenden Präparat im Vergleich mit dem Zustande im Leben abnorm vergrössert erscheint, lasse es aber dahin gestellt ob sich hierdurch die ganze Differenz erklärt, oder ob vielleicht in den ersten Lebensjahren das Verhalten von dem des Erwachsenen etwas abweicht.

Auch in Bezug auf die geringe Ausdehnung der gelben Färbung sind mir noch Zweifel geblieben, ob das Präparat den im Leben vorhandenen Zustand richtig

erhalten hat. Es wird nicht angegeben, ob an dem frischen Präparat der Durchmesser des gelben Fleckes gemessen und mit dem nach dem Trocknen und der Firnissbehandlung bestimmten Durchmesser übereinstimmend gefunden wurde, ebenso wenig als wir erfahren, ob der Durchmesser der gefässlosen Stelle am frischen Präparat gemessen werden konnte und gemessen worden ist. Da an der völlig frischen Retina wegen der Durchsichtigkeit die Ausdehnung der gelben Färbung weniger gut zu erkennen ist, als an der cadaverös getrübten, so kann auch an der getrockneten und mit Firniss aufgehellten Membran die gelbe Farbe weniger ausgedehnt erscheinen, als sie im Leben gewesen war.

Sollten sich jedoch diese Bedenken beseitigen lassen, so muss man sich daran erinnern, dass es sich um ein vierjähriges Kind handelt, bei welchem der gelbe Fleck vielleicht noch weniger ausgedehnt war als beim Erwachsenen.

Es wird allgemein angegeben, dass der gelbe Fleck, von einzelnen Ausnahmen abgesehen, zur Zeit der Geburt noch nicht vorhanden sei; v. Ammon*) fand die ersten Spuren von gelber Färbung in der Regel um den 14. bis 17. Lebensmonat, seltener schon am Ende des ersten Jahres. Angaben über die Grösse der *Macula lutea* in den darauf folgenden Lebensjahren scheinen nicht vorzuliegen, so dass hier noch eine Lücke auszufüllen ist, bei deren Ergänzung auch das Verhalten der gefässlosen Stelle eingehender berücksichtigt werden muss.

Wir werden also nach dem Gerlach'schen Präparate bis auf Weiteres die Möglichkeit zugeben müssen,

*) Fr. A. ab Ammon, de genesi et usu macul. lut. Vimar' 1830. p. 13.

dass in den ersten Lebensjahren das Verhalten der Macula und ihrer Gefässe von dem beim Erwachsenen abweichen könnte; für die spätere Lebenszeit betrachten wir es aber nach wie vor als festgestellt, dass die Macula lutea gefässhaltig ist und dass nur die Fovea centralis der Gefässe völlig entbehrt.