

Zur Frage der Irisinnervation beim Kaninchen.

Von

Frau Wera Kirpitschowa-Leontowitsch,
praktischem Arzt in Kiew.

Mit Taf. XIX—XX, Fig. 1—11.

Ungeachtet der Bedeutung, die die Irisinnervation auch für den praktischen Augenarzt hat, haben bis hierzu doch nur wenige Forscher sich mit diesem Gegenstand beschäftigt. Ausserdem ist diese Innervationsfrage in jüngster Zeit in der Regel vom Standpunkt der Neuronentheorie behandelt worden. Ich habe nun die Möglichkeit gehabt, meine Untersuchungen unter der methodischen Leitung des Dr. A. Leontowitsch, der im Laufe einer Reihe von Jahren speziell die Innervation der Blutgefässe studiert hat, ausführen zu können¹⁾. Da jedoch die letztere grosse Ähnlichkeit mit der Innervation der Iris aufweist, so schien mir unter den gegebenen Umständen das sozusagen parallele Studium der Histologie der Irisinnervation ein gewisses Interesse beanspruchen zu dürfen.

Was nun die Literatur der beregten Frage anbelangt, so ist als einer der ersten Autoren, die auf diesem Gebiet gearbeitet, Arnold (1863)²⁾ zu nennen, der ungeachtet seiner unvollkommenen Technik (Essigsäure- und Salpetersäurelösungen) folgende Resultate erzielte. Er erhielt Geflechte von markhaltigen Nervenfasern, von denen sich zur Vorderfläche der Iris sich in ein sehr feines Netz auflösende Fäserchen abzweigten. Ein ähnliches Netz entdeckte er auf der Hinterfläche der Iris und auch in der Muskelschicht des Sphinkters. Die

¹⁾ Vgl. Leontowitsch, Zur Frage der Gefässinnervation bei *Rana esculenta*. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. Bd. XXIII. S. 1. — Auch früher unter seiner Leitung Lapinski, Zur Innervation der Hirngefässe. Moskauer Korssakowsche Zeitschr. f. Neuropathol. u. Psychiatrie. Jahrg. II. H. 3. — Derselbe, Zur Gefässinnervation der Hundepfote. Moskau 1903. — Derselbe, Zur Frage der Beteiligung der Nervenstämmе der hinteren Extremität an der vasomotorischen Innervation usw. Virchows Arch. Bd. CLXXXIII. S. 18.

²⁾ Virchows Arch. Bd. XXVII. 1863, comp. 348.

Arbeit resumiert gleichsam alle die von den früher mit der Frage beschäftigt gewesenem Autoren erhaltenen Ergebnisse, so dass ich von einer Besprechung der letzteren absehe.

Pause¹⁾ (1877) hat zuerst Osmiumsäure und Chlorgold benutzt. Doch ungeachtet der vervollkommenen Methode der Nervenfärbung waren die von diesem Autor erhaltenen Resultate wenig besser als die Arnolds. Er leugnet gleichfalls das Vorhandensein von marklosen Nerven im Nervenplexus, beschreibt das feinmaschige Sphinkternetz, ohne die Netze der Vorder- und Hinterfläche der Iris zu erwähnen, und bestreitet die Existenz von gangliösen Elementen in der Iris des weissen Kaninchens.

Tormad²⁾, der um dieselbe Zeit mit Essig- und Chromsäure arbeitete, fügte den Angaben von Pause nichts neues hinzu; auch er leugnet das Vorhandensein von Ganglienzellen in der Iris des Kaninchens.

Im Jahre 1879 erschien eine ausführliche Arbeit Meyers³⁾, der zur Färbung der Irisnerven Osmiumsäure und Chlorgold anwandte. Meyer erkennt ein gemeinsames Nervenplexus an, das in verschiedenen Flächen der Iris gelegen ist und aus der Verzweigung zahlreicher Nervenstämmchen entstanden ist. Die markhaltigen Nervenfasern verlieren ihr Mark und stellen in ihrem weiteren Verlauf Fibrillenbündel dar, die auf der Vorderfläche des Sphinkters ein Geflecht bilden. Von diesem letzteren gehen feine Nervenfasern ab, die das intermuskuläre Nervenplexus bilden. Im Gebiet der Membrana Bruchii sah Meyer ein kernhaltiges Netz, auf der Vorderfläche der Iris ein sehr feines engmaschiges und ein anderes weitmaschiges Netz. Ganglienzellen konnte dieser Forscher in der Iris des Kaninchens nicht finden.

Die Ergebnisse Fürsts (1880)⁴⁾, der mit derselben Methode arbeitete, stimmen fast vollkommen mit den Meyerschen überein. Auch Fürst vermochte in der Iris von weissen Kaninchen keine Ganglienzellen zu finden.

Im Jahre 1891 erschien eine Arbeit von Hosch⁵⁾ über die Iris des Kaninchens. Er färbte die Nerven mit Methylenblau und fixierte nach der Dogielschen Methode. Hosch beschreibt zwei kreisförmige

¹⁾ v. Graefe's Arch. f. Ophth. 23. Jahrg. 1877.

²⁾ Hermann-Schwalbe. Jahresber. 1879.

³⁾ Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. XVII.

⁴⁾ Biologische Untersuchungen, herausgeg. von Retzius, N. F. Bd. I.

⁵⁾ v. Graefe's Arch. f. Ophth. Bd. XXXVII, 3.

Geflechte und ausserdem ein Geflecht, das längs dem äusseren Rande des Sphinkters verläuft. Vom letzteren gehen Fäden ab, die im Sphinktergewebe ein Netz bilden. Auf der Vorderfläche der Iris sah Hosch das von Meyer beschriebene Netz. In der Umgebung der Arterien sind nach Hosch Nervengeflechte gelegen. Er beschreibt im Gebiete des Sphinkters gelegene Zellen von spindelförmiger und dreieckiger Form, die Fortsätze aufweisen; hin und wieder gelang es Hosch, einen dieser Fortsätze bis zur markhaltigen Nervenfasern zu verfolgen. Ob man diese Zellen als Nervenzellen aufzufassen habe, darüber gibt dieser Forscher kein positives Urteil ab.

Im Jahre 1892 erschien eine ausführliche und detaillierte Arbeit von Stepanow, mit zahlreichen Zeichnungen versehen, die nur leider äusserst schematisch waren. Dieser Autor benutzte, ebenso wie Hosch, die Methode der intravitralen Färbung mit Methylenblau und die Fixierung nach der Dogielschen Methode mit pikrinsaurem Ammonium. Seine Beobachtungen hat Stepanow¹⁾ an der Iris von weissen Ratten angestellt. Er hat folgende Schlussfolgerungen aufgestellt:

1. Dickere und dünnere Nervenstämmchen teilen sich nach ihrem Eintritt in die Iris in zahlreiche Ästchen von verschiedener Dicke, die sich miteinander verflechtend das weitmaschige Grundgeflecht bilden. Letzteres liegt vor grösseren Gefässen in der mittleren Schicht der Iris; es beginnt vom Ciliarrand derselben und geht bis zum äusseren Rand des Sphinkters.

2. Vom Grundgeflecht gehen Ästchen zur Vorderfläche der Iris ab und bilden ein vor dem Grundgeflecht gelegenes feinmaschiges Geflecht.

3. Das Grundgeflecht gibt eine Menge von feinen Nervenästchen ab, die unter dem Epithel der Hinterfläche der Iris im Gebiete der Membrana Bruchii ein dichtes Geflecht bilden.

4. Dickere und feinere Nervenstämmchen enthalten markhaltige und marklose Nerven, die sich vielfach teilen und an der Bildung des vorderen und hinteren Muskelgeflechtes des Sphinkters beteiligt sind.

5. In der Regenbogenhaut der weissen Ratte kommen Ganglienzellen in geringer Menge vor.

Bei den Autoren, die vor der Einführung des Methylenblau in die Technik gearbeitet, finden wir gar keine Hinweise auf das Vorhandensein von Nervenkernen irgendwelcher Art in den Netzen. Hosch, der zuerst mit Methylenblau an der Iris gearbeitet, erwähnt

¹⁾ Die Nerven der Iris. Inaug.-Diss. Tomsk 1892.

wohl Kerne, getraut sich aber nicht mit Bestimmtheit den nervösen Charakter dieser Kerne zu behaupten. Stepanow, der dieselbe Färbung benutzte, erhielt diese Kerne in allen Netzen, leugnet aber entschieden deren nervösen Charakter, da er dieselben für bindegewebige Bildungen ansieht. Indessen werden gegenwärtig an Stelle der alten Neuronentheorie des Nervensystems verschiedene Antineuronentheorien (Apáthy, Bethe, A. Leontowitsch, O. Schultze u. A.) immer mehr in den Vordergrund gerückt. Diese letzteren messen den Kernen der Nervenetze eine grosse Bedeutung bei, indem sie dieselben gleichfalls als nervös ansprechen. Die von mir beobachteten Tatsachen nötigen mich, die hier in Betracht kommenden Nerven als echte Nervenetze anzusprechen. A. Leontowitsch¹⁾ folgend, will ich diese Netze, weil sie aus Nerven bestehen, die den Remakschen ähnlich sind, Remaksche Netze nennen. Sie stellen keine Ganglienzellennetze dar, wie das Bethe annimmt, sondern sind Netze von Nervenzellen, wobei diese letzteren als etwas von den Ganglienzellen verschiedenes aufgefasst werden. Ihrem Wesen nach sind diese Gebilde nichts anderes als ein Syncytium. Eine eingehendere Betrachtung dieser theoretischen Frage würde uns jedoch über den Rahmen unserer Mitteilung hinausführen.

Die Technik der Anfertigung der Präparate war die folgende:

Unter Äthernarkose wurde einer weissen Ratte eine Ausspülung des Blutgefässsystems mit warmer Ringerscher Lösung gemacht, und zwar unter Mitwirkung seiner Herztätigkeit bis zum Aufhören des Herzschlages. Hierauf wurde mit Hilfe einer Spritze in die A. carotis Methylenblaulösung 1 : 2000 injiziert. Die Injektion wurde dreimal mit Intervallen von je 5—7 Minuten bis zum Eintritt einer deutlichen Blaufärbung der Iris fortgesetzt. Sodann wurde die letztere excidiert und in einer feuchten Camera (aus einem Petrischen Schälchen bestehend) in den Thermostaten gebracht. Alle 7—10 Minuten wurde eine Nachfärbung mit sehr schwachen Methylenblaulösungen mittels einer Pipette vorgenommen, wobei der Gang der Färbung unter dem Mikroskop kontrolliert wurde. Nachdem sich das Präparat möglichst vollkommen gefärbt, wurde es nach A. Leontowitschs Verfahren²⁾ fixiert, sodann nacheinander in Spiritus und Benzol gebracht und schliesslich in Harz eingebettet.

Meine eigenen Versuche haben folgende Resultate ergeben, die

¹⁾ Loc. cit. und Anat. Anz. Bd. XXVIII. S. 442. Etwas über Neurilemmkerne.

²⁾ Dasselbe gelangt in nächster Zeit zur Veröffentlichung. Das Verfahren ist besonders zum Fixieren Remakscher Netze geeignet.

ich mit Hilfe von Abbildungen von Präparaten anschaulich zu machen versuche.

Zeichnung Nr. 1 stellt das Grundgeflecht, ähnlich dem von Stepanow beschriebenen, dar. Dieses Geflecht besteht aus dicken Nervenstämmchen (*a*), die in feinere zerfallen. Diese letzteren gehen ihrerseits auf der Vorderfläche der Iris in ein feines kernhaltiges Remaksches Netz über. An demselben Präparate ist bei tieferer Einstellung der Mikrometerschraube das intermuskuläre Netz des Sphinkters und noch tiefer ein feinmaschiges Netz auf der Hinterfläche der Iris sichtbar. In den dicken Nervenstämmchen des Grundgeflechts sieht man eine grosse Menge von markhaltigen Nerven, die an der dunkleren Färbung der Ranvierschen Einschnürungen (*b*) zu erkennen sind. Einzelne markhaltige Nerven zweigen sich von den Stämmchen ab und bilden Maschen. Sodann verlieren diese Nerven entweder selbst ihr Mark oder geben an den Ranvierschen Einschnürungen marklose Achsencylinder ab, die in ein kernhaltiges Netz übergehen.

Ein solches Bild ist auf Taf. XIX, Fig. 2 dargestellt. (Gezeichnet bei Apochromatobjektiv 8, Kompensationsokular 4.) *b* bezeichnet hier eine markhaltige Nervenfaser, die sich in ein Remaksches Netz auflöst.

Auf Präparat Nr. 3 (die Zeichnung wurde unter den gleichen Bedingungen wie die vorhergehende angefertigt) wurde eine typische Stelle im Remakschen kernhaltigen Netz auf der Vorderfläche der Iris ausgewählt. Wir sehen charakteristische Remaksche Kerne, als deren Grössenmasse sich im Mittel (aus 20 Messungen) ergaben: die Länge $13,2\ \mu$, die Breite $5,1\ \mu$. (Gemessen bei Kompensationsokular 6, Apochromatobjektiv 8, Tubuslänge 160 mm.) Von den Kernen gehen feine Fibrillen ab, die miteinander in Verbindung treten und ein Netz mit Maschen von typischer Form bilden.

Das ist ein tiefgelegener, in der Medialschicht der Iris befindlicher Teil des auf Taf. XIX, Fig. 1 und 2 abgebildeten Netzes. *a* ist eine dickere tiefliegende, mit dem Netz in Verbindung stehende Nervenfasern; *m* — glatte Muskelfaser.

Taf. XX, Fig. 4 veranschaulicht uns einen Teil des soeben beschriebenen Remakschen Netzes, der mit der Immersion gezeichnet wurde (Semiapochromatobjektiv 2,5 mm Immersion, Kompensationsokular 4). An diesem Präparat ist deutlich zu sehen, dass die Kerne organisch mit dem nervösen Netz verbunden sind und dass es ganz unmöglich ist, dieselben als etwas den Nerven fernliegendes, als eine Art von den Nerven nur anliegenden Bindegewebszellen zu betrachten.

Taf. XX, Fig. 5 stellt ein Präparat des kernhaltigen Netzes auf der Hinterfläche der Iris dar. Dieses Netz unterscheidet sich, sowohl was Grösse und Charakter seiner Maschen anbelangt, als auch durch die Grösse seiner Kerne vom Netz auf der Vorderfläche der Iris. Die Kerne sind hier kleiner, Länge $9,2\ \mu$, Breite $5,1\ \mu$, während die Kerne des auf der Vorderfläche der Iris gelegenen Netzes $13,2\ \mu$ lang und $5,1\ \mu$ breit sind. Mithin haben die Kerne der Hinterfläche eine mehr rundliche Form.

Auf Taf. XIX, Fig. 6 sehen wir einen Teil desselben Netzes bei Immersion. Hier tritt der organische Zusammenhang der Kerne mit dem Netz noch schärfer hervor.

Auf Taf. XX, Fig. 7 ist das Präparat eines längs dem Pupillarrande der Iris gelegenen Remakschen Netzes wiedergegeben. Hier sehen wir ein kernhaltiges Remaksches Netz. Von diesem Netz aus dringen feine Fibrillen in die Muskelmasse des Sphinkters ein und umspinnen die Muskelzellen mit einem dichten Netz, das auf der Zeichnung nur sehr schwer wiederzugeben ist. (Die Grösse der Kerne dieses Netzes beträgt $14,6\ \mu$ für die Länge und $4,7\ \mu$ für die Breite.) *A* bezeichnet den Pupillarrand.

Auf Taf. XIX, Fig. 8 u. Taf. XX, Fig. 9 (gezeichnet mit Apochromatobjektiv 8 und Kompensationsokular 4) sind zwei Typen von um die Gefässe herumgelegenen Nervennetzen zu sehen. Der erste Typus auf Taf. XIX, Fig. 8 stellt sich wie folgt dar: Das Gefäss (*A—B*) ist von einem ziemlich grobmaschigen kernhaltigen Netz umgeben. Von einem solchen Netz sind sowohl die gröberen als auch die feinsten Kapillaren umgeben, wie das auf dem Präparate bei *C* zu sehen ist. Von diesem Netze lässt sich eine Verbindung mit dem nächstgelegenen Nervenstämmchen (*N*) verfolgen. Die Grösse der Kerne beträgt $12,9\ \mu$ für die Länge und $4,1\ \mu$ für die Breite.

Auf Taf. XX, Fig. 9 (unter den gleichen Bedingungen gezeichnet wie Nr. 8) gelangt der zweite Typus des um die Gefässe herum angeordneten Nervennetzes zur Darstellung. Auf dem Präparat sehen wir ein ziemlich grobes, von einem überaus dichten feinmaschigen Nervennetz umgebenes Gefäss (*ABCD*). Kerne werden in diesem Teil des Präparates nur selten angetroffen. Das Netz steht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem umgebenden kernhaltigen, für die Vorderfläche der Iris typischen Remakschen Netz.

Auf Taf. XIX, Fig. 10 ist bei Immersion ein Teil dieses feinen, das Gefäss umspinnenden Netzes wiedergegeben. Von diesem Netze gehen feinste, die Muskelzellen (*m*) der Gefässwand umspinnende Fibrillen ab. *c* Nervenkerne.

Schliesslich ist auf Taf. XIX, Fig. 11 eine Ganglienzelle (*G*) von $33,0\mu$ Länge und $21,1\mu$ Breite dargestellt. Diese Ganglienzelle weist zwei Fortsätze auf, von denen der eine (bei *c*) in ein Remaksches Netz übergeht. — *N* — ein dickes Nervenstämmchen, *p* — eine Irispigmentzelle.

Die Tatsache, dass die Existenz von Ganglienzellen in der Iris des Kaninchens von allen Forschern geleugnet wird, hängt, wie angenommen werden muss, mit den technischen Schwierigkeiten zusammen, mit denen ihr Erhaltenwerden verbunden ist. Nach dem von mir Gesehenen sind solche Ganglienzellen nicht selten. (Die von Münch [Über die Innervation der Stromazellen der Iris, Zeitschr. f. Augenheilkunde 1905, August] unter dem Namen „primitive Ganglienzellen“ beschriebenen Zellen sind nichts anderes als unsere Remaksche Nervenzellen und keine Ganglienzellen.)

Was nun die Frage von den Pigmentzellen der Iris anbelangt, so haben wir dieselben vielfach mit den Nerven zusammen gefärbt gesehen. Bei schwachen Vergrösserungen (Apochromat 8) erhält man oft den Eindruck, als bestände eine Verbindung oder ein dichtes Umspinnensein zwischen den Nerven und diesen Zellen. Allein durch das Studium solcher Präparate bei Ölimmersion hat in allen Fällen die vollkommene Unabhängigkeit der Nerven und Pigmentzellen sich nachweisen lassen; die Nerven erwiesen sich immer als im Grunde genommen in weitem Abstand von den Pigmentzellen verlaufend und zeigten Verästelungen, die durchaus in keinerlei Beziehung zu den Fortsätzen dieser Zellen standen. Wir sehen uns daher gezwungen, denjenigen Forschern beizupflichten, die die Pigmentzellen als Bindegewebsbildungen auffassen. Ebenso haben wir nichts von der Art zu Gesicht bekommen, das uns zwingen könnte, diese Pigmentzellen als eigentümliche glatte Muskelgebilde anzusprechen. —

Wenn wir nun die von uns erhaltenen Ergebnisse zusammenfassen, so glauben wir uns berechtigt, folgende Netztypen aufzustellen:

1. Kernhaltiges Remaksches Netz auf der Vorderfläche der Iris.
2. Im Gebiete des Sphinkters gelegenes Netz, dessen Zusammenhang mit den markhaltigen Nerven leicht nachweisbar ist, und das in ein intermuskuläres Netzwerk ausläuft.

Ferner 2 Systeme von die Gefässe umgebenden Netzen (3 u. 4).

3. Das eine derselben stellt sich als feinmaschiges, die Gefässe umspinnendes Netz dar, das an vielen Stellen unmittelbar in das Remaksche Netz der vorderen Irisoberfläche übergeht.

4. Das andere die Gefässe umspinnende Netz ist grobmaschiger und geht nicht in das Remaksche Netz der Vorderfläche der Iris über, sondern hängt unmittelbar mit den Nervenstämmchen zusammen¹⁾.

5. Auf der Hinterfläche der Iris befindliches Netz.

6. In der Iris des Kaninchens sind Ganglienzellen vorhanden.

Als allgemeine Charakteristik der Irisinnervation ist eine ungeheuer grosse Menge von Nerven zu verzeichnen. Jede einzelne Muskelzelle wird nicht von einem Nervenfäserchen, sondern von mehreren derselben umspunnen. Ausserdem ist noch auf den scharf ausgeprägten Unterschied zwischen den Netzen der Vorder- und Hinterfläche der Iris in der Grösse der Kerne hinzuweisen. Vorderfläche: Länge 13,2 μ , Breite 5,1 μ ; Hinterfläche: Länge 9,3 μ , Breite 5,4 μ . Die Kerne des die Gefässe umgebenden Netzes und des dem Pupillarrande des Sphinkters angehörenden Netzes kommen, was ihre Grösse anbelangt, den Kernen des vorderen Remakschen Netzes nahe (Kerne des Gefässnetzes: Länge 12,0 μ , Breite 4,6 μ ; des Pupillarrandes des Sphinkters: Länge 14,0 μ , Breite 4,7 μ), obwohl geringe Unterschiede bestehen.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, dem früheren Vorstand des physiologischen Laboratoriums der Kiewer Universität, Herrn Prof. S. J. Tschirjew, dessen lebenswürdige Gastfreundlichkeit es mir ermöglichte, die vorliegende Arbeit auszuführen, auch an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

¹⁾ Analoge Eigentümlichkeiten der Blutgefässinnervation hat A. Leontowitsch beim Frosch beschrieben. Vgl. Internat. Monatschr. f. Anat. u. Physiol. Bd. XXIII. S. 1.



