

Die intramuralen Nerven der Kranzgefäße.

(Mit 7 Textabbildungen.)

VON AMBROSIOUS ÁBRAHÁM.

Das intramurale Nervensystem der Kranzarterien, wie es mir mit an verschiedenen Coronararterien durchgeführten Untersuchungen nachzuweisen gelungen ist, unterscheidet sich von dem bisher bekannten Nervensystem der Blutgefäßwand in drei wichtigen Wesenheiten. Der erste besonders auffallende Umstand ist, dass, es in der Adventitia Ganglien gibt, der zweite dass im inneren Teile der Adventitia üppige sensible Systeme enden und der dritte, dass auch die Media unter kräftiger Nervenwirkung steht, nicht nur am äusseren Rande, sondern auch in den tieferen Schichten. Diese drei Besonderheiten haben mich zur Untersuchung der Innervationverhältnisse der Kranzarterien bewogen. Da sich aber andere, die Wand der Coronararterien versorgende Nerven gebilde in solcher Form und Anzahl zeigten, wie ich sie sonstwo nicht gefunden habe, will ich die Innervationsverhältnisse im ganzen behandeln.

Material und Methode.

Als Versuchsmaterial dienten Kranzgefäße von Menschen, Rindern und Schweinen. Als Untersuchungsmethode benützte ich die verschiedenen Formen des Bielschowsky-schen Verfahrens, teils nach der Original-Vorschrift, teils verschiedene Modifikationen. Sowohl für die Untersuchung von Gefässinnervationen, wie auch für neurohistologische Zwecke in jeglicher anderen Richtung erwies sich die eine meiner Modifikationen, die ich im folgenden eingehend beschreibe, als sehr geeignet.

1. Fixierung des Versuchsmaterials in 10%-igem Formalin. Es empfiehlt sich, hierfür säurefreies Formalin zu benützen, wengleich ich häufig Gelegenheit hatte festzustellen, dass auch aus monatelang in säurehaltigem Formalin fixiertem Material ausgezeichnete Präparate angefertigt werden können. Zur Fixierung genügen 2—3 Wochen, doch werden stets bessere Ergebnisse erzielt, wenn das Material Monate hindurch, ja bis zu einem Jahr in der Fixierflüssigkeit gehalten wird.

2. Das fixierte Material wird 10—15 Minuten in dest. Wasser gewaschen und dann mit dem Gefrier-Mikrotom Schnitte daraus hergestellt. Richtung und Dicke der Schnitte werden von den Aufgaben der Untersuchung bestimmt. Handelt es sich um Gefäße, so kommen natürlich in erster Linie Tangentialschnitte in Frage, und zwar solche, die die Adventitia, bezw. den hauptsächlich an der Media gelegenen Teil derselben und ein möglichst grosses Gebiet von Geweben aus einer Schicht enthalten. Die Schnitte werden in destilliertes Wasser gegeben und darin 6—8 Std., evtl. auch länger belassen.

3. Die Gefrierschnitte kommen in eine 10%-ige Silbernitratlösung, in der sie im Dunkeln bei Zimmertemperatur 60—75 Stunden lang aufbewahrt werden.

4. Die Schnitte werden mit Hilfe eines spitz ausgezogenen Glasstäbchens aus der Silbernitratlösung genommen, schnell in destilliertem Wasser gewaschen und in eine Ammoniak-Silberlösung gegeben.

5. Herstellung der Ammoniak-Silberlösung: Zu 5 ccm 20%-igem Silbernitrat geben wir 3 Tropfen 40%-ige Natronlauge und träufeln dann zu dem so entstandenen Niederschlag solange Ammoniak, bis die Flüssigkeit vollkommen klar wird. Gelegentlich kann eine gewisse Trübung auch bestehen bleiben, ohne dass aber dadurch die Imprägnation schädlich beeinflusst würde. Zu der erhaltenen Flüssigkeit geben wir 20 ccm dest. Wasser. In das so hergestellte Ammoniak-Silbergemisch werden die Schnitte gegeben und darin belassen, bis sie ein taback-braune Farbe annehmen. Meinen Erfahrungen gemäss sind hierzu 3—4 Minuten ausreichend. Nun gelangen die Schnitte in folgendes Medium:

6. 50 ccm. dest. Wasser + 3 Tropfen Acidum aceticum glaciale. Hierin bleiben sie für eineinhalb Minuten.

7. Reduktion. Herstellung der Reduktionsflüssigkeit: 85 ccm Leitungswasser werden 15 ccm Formalin beigelegt. In dieser Flüssigkeit bleiben die Schnitte, bis ihnen weisse Wolken entsteigen. Nach meinen Erfahrungen tritt die Reduktion binnen 20 Minuten ein. Nun werden die Schnitte in eine grössere Menge destillierten Wassers gegeben und wenigstens eine Stunde lang darin belassen. Die Reduktion kann manchmal etwas verzögert sein, was natürlich im Mikroskop leicht kontrollierbar ist. Die in dest. Wasser gut ausgewaschenen in einer 5% igen Natriumthiosulfatlösung fixierten und im destillierten Wasser gründlich ausgewaschenen Schnitte sind nach sorgfältigem Einschliessen selbst für die feinsten Untersuchungen ausgezeichnet geeignet. Will man aber ganz einwandfreie und schöne Präparate erhalten, so empfiehlt sich eine Nachvergoldung der Schnitte auf die bekannte und häufig beschriebene Weise. Das von mir im Anschluss an Bielschowsky nach langem Experimentieren, Probieren und häufiger Erfolglosigkeit aufgestellte und schriftlich hier zum ersten Mal niedergelegte Verfahren ist — wie ich bereits erwähnte — bei Einhaltung der erwünschten Genauigkeit, Reinheit umsichtiger Sorgfalt und Geschicklichkeit zur Lösung von neuro-histologischen Problemen aller Art vorzüglich geeignet und ich bin überzeugt, dass auch der begabte Anfänger damit schöne Ergebnisse zu erzielen vermag.

Histologische Befunde.

Es ist mir bei der Untersuchung der Arteria coronaria verschiedener Provenienz schon bei den ersten Präparaten aufgefallen, dass diese Blutgefässe unter einer unverhältnismässig reicheren Nervenwirkung stehen; als andere, was durch die ausserordentlich wichtige Funktion, die diesen wahrlich zuteil wird, natürlich und verständlich erscheint. Dieser grosse Nervenreichtum macht vielleicht

auch jene physiologischen, pathologischen und pharmakologischen Besonderheiten verständlich, wegen denen die Kranzgefässe in unseren Tagen auch bei Laien so bekannt werden.

Dieser Reichtum bezieht sich insbesondere auf Schnitte verfertigt aus der Adventitia der Coronaria des Schweines. An diesen verlaufen Nervenstämmе verschiedener Grösse zwischen den wellenförmig laufenden kollagenen Bündeln im Fettgewebe und zwischen den Vasa vasorum von verschiedenen Kaliber. Öftmals anastomosieren die dünneren Stämme untereinander, hierdurch entstehen dicke Nervenstämmе, in denen wellenförmig verlaufende, verschieden dicke



Abb. 1. Homo: Nervenplexus aus der Wand der Kranzarterie. Bielschowsky-Methode. a) Nervenstamm, b) Nervenzelle, c) Nervenfaser, d) Bindegewebe. Vergrösserung 900 x.

marklose Fasern laufen. Nicht selten gibt es auch untereinander manchmal dicht verankerte kleinere Stämme, die eine ganz besondere Form dadurch annehmen, dass sich in diesen die Fasern öfters nach einander austauschen, von einem Stamme in einen anderen übergehen, dann zurückkehren, eventuell nach einem zurückgelegten längeren oder kürzeren Weg wieder in einen Nervensamin von ähnlichem oder dünnerem Kaliber treten. Solche und ähnliche Stämme schreiten gewöhnlich neben kleineren Arterien vorbei, und können sich als Blutgefäss-

Begleiter verzweigen, die in der Wand eines kleinen Gefässes in Fasern zerfallen.

Es ist besonders in der Wand der menschlichen Coronaria keine Seltenheit, dass in den grösseren Nervenstämmen, oder noch mehr in der Verzweigung derselben Nervenzellen vorkommen. (Abb. 1.) Diese Zellen ordnen sich manchmal gruppenweise nebeneinander, es kommen aber auch vereinzelt vor, die sich wie das im sympathischen Nervensysteme kein aussergewöhnlich seltener Fall ist, mit ihren Fortsätzen direkt dem Nervenstamm anschliessen. Diese Zellen sind alle multipolar und vertreten allgemein den Typ Dogiel eins; es gibt aber auch solche, die nach dem zweiten Typ aufgebaut sind und somit fernere Verbindungen bewerkstelligen. Es gibt dabei



Abb. 2, Homo: Ganglion aus der Wand der Kranzarterie. Biel-schowsky-Methode. a) Nervenzelle, b) Kapselzellkern, c) Nervenfasern, d) Fensterzelle, e) Bindegewebe, Vergrößerung 500 x.

auch solche, die viele kurze Fortsätze haben, welche in der Nähe der Zelle am Ende leicht knüppelartig ausgebreitet frei enden; selbige haben auch solche Fortsätze, die in einen Nervenstamm eintreten.

In der Wand der menschlichen Arteria Coronaria sind grössere ausgebreitete Ganglien auch nicht selten, in denen sich Zellen verschiedener Konstitution ablösen. Die Konstitution und die Form hängen natürlich von Anzahl und Form der Fortsätze ab: sie hängen aber auch von der Situation und der Anzahl der durchlaufenden beziehungsweise sich verbindenden Fasern ab. Die Nervenzellen werden überall von Satellitenzellen umgeben. (Abb. 2.)

Glaser, der die Ganglienzellen ebenfalls bemerkte, die nach seiner Ansicht „grosse Ähnlichkeit mit denen des Plexus aorticus“ zeigen, konnte um sie keine Kapseln wahrnehmen. Das finde ich natürlich, denn seine Präparate sind mit Rongalitweiss-Methylenblau verfertigt, dieses Verfahren ist aber nicht geeignet um hiedurch feine neurohistologische Strukturen zu erhalten. Dass es wahrlich Satelliten-Zellen gibt, beziehungsweise dass die Nervenzellen von solchen Gebilden umgeben sein müssen, wird nichtsdestoweniger von einem Umstand bewiesen, dass nämlich schon an einem mit kleiner Vergrösserung untersuchten mikroskopischen Bilde neben und um die Nervenzellen überall viele rundliche Kerne zu sehen sind, unanfechtbar Kerne der Kapselzellen.

Noch bemerkbarer sind diese Verhältnisse an grösseren Gangliën, an welchen die Fasern und Verbindungsverhältnisse der Zellen klarer zum Vorschein kommen; mit Ausschluss jeden Zweifels wird dabei bewiesen, dass die Nervenzellen wirklich mit Kapselzellen umgeben sind deren Kerne sehr gut bemerkt werden können. Leider kann eine beruhigende Antwort auf die Frage, ob die Kapselzellen Syncytium bilden, wie Stöhr behauptet, oder ob es sich um vereinzelte Zellen handelt, wie ich im Ganglion coeliacum gefunden, nicht gegeben werden.

Unter den Ganglienzellen, die, wie wir bereits erwähnt haben, allgemein nach dem sympathischen Typus aufgebaut sind, hatte ich in der Wand der menschlichen Arteria coronaria ganz ausserordentliche Formen gefunden. Davon ist eine eine typische Fensterzelle. Die Anzahl ihrer Fortsätze ist zwei, Form und Habitus sprechen dafür, dass es sich wahrlich um eine multipolare Zelle handelt, die bloss durch das Messer der Mikrotoms von den übrigen Fortsätzen beraubt wurde. Ihr Protoplasma, so auch das Axoplasma in ihren Fortsätzen sind stark faserig; besonders charakteristisch ist aber das runde Fenster, welches im Ansatz eines Fortsatzes zu sehen ist. Diese Erscheinung ist von einer anderen Stelle her bekannt. Ich selbst habe im gemeinsamen trigeminen und facialem Ganglion des Karpfens viele solche Zellen beobachtet. Wir stehen allerdings einer ziemlich seltenen Erscheinung gegenüber, die vielleicht als Abnormität der Entwicklung gewertet, vielleicht aber auch als ständige Eigenart bestimmter intramuralen Ganglienzellen betrachtet werden kann. Hievon habe ich sonst in einer meiner früheren Untersuchungen, welche von den Nervenverbindungen der Sinusgegend des menschlichen Herzens handelt, bereits berichtet; ähnliche Verhältnisse habe ich aber auch am Darmkanal der Schnecken nachgewiesen.

Noch interessanter ist das Phänomen, welches ich in der Adventitia der menschlichen Arteria Coronaria in einem anderen früher mitgetheilten grösseren Ganglion — dargestellt in Abbildung 2 — wahrgenommen habe. Hier ist eine sehr grosse Anzahl von Nervenzellen verschiedener Form sichtbar. Besonders interessant sind hievon jene, aus welchen nach sehr kurzem Ablauf hakenartig sich rückwindende Dendrite entstehen. Diese Zellen verhalten sich, als ob sich der sich ausbreitende Endteil der Dendrite von neuen in den Körper der Zelle zurückflechten würde. Es ist aber möglich, dass dem nur im Bilde so

ist und in Wirklichkeit nur die Fortsätze unter die Zellen gleiten. Dabei gibt es solche, deren viele lange Fortsätze die das Ganglion durchlaufende Faserbündel überschritten, sich mit dem Seitenteil des Nervenstammes verbinden, und auch solche, die von einer grossen Masse Fasern, teils eigener Abstammung, teils Gastfasern, dicht, fast wie bewickelt umgangen werden. Dabei sind mir auch solche Zellen aufgefallen, deren Fortsätze in geraumer Entfernung von der Zelle zusammengeraten sind. Zuerst übersah ich einfach dieses Bild und dachte, dass spitzig werdende Teile der Fortsätze unter- oder übereinander treten; stärkere Vergrösserungen haben mich aber belehrt, dass es sich hier wahrscheinlich um eine Anastomosis handelt, also



Abb. 3. Homo: Nervenzelle aus der Wand der Kranzarterie, Bielschowsky-Methode. Vergrösserung 1800 x.

um einen Fall, welchen ich bei meinen bisherigen Untersuchungen in keinen einzigen Falle sicher bemerkt habe. Es kann aber auch mit Recht angenommen werden, dass sich auch hier fenstrige Fälle melden, sogar in selbiger Zelle in Mehrzahl. (Abb. 3.)

Es muss als ein nicht weniger bezeichnendes und auch von physiologischem Standpunkte schwerwiegend zu beurteilendes Phänomen betrachtet werden, dass wir in der inneren Schicht der Adventitia ein so reiches Nervenfasern-Geflecht antreffen, wofür es im Blutgefässsystem nirgends ein Beispiel gibt, nicht einmal an dem so sehr

empfindlichen Wandgebiet, wie dem Sinus caroticus und die Wand des Truncus brachiocephalicus communis. Dies steht fest sowohl bzgl. der menschlichen, wie bzgl. der beiden tierischen Coronarien und ganz besonders bzgl. der des Rindes.

In allen drei Fällen nämlich, besonders aber beim letzteren gibt es zwischen den besonders eigenartigen und an Fortsätzen reichen Fibroblasten ein wellenförmig verlaufendes, und allgemein reiches Nervengeflecht, dessen gleiches ich noch an keinem einzigen Blutgefässe, an der fraglichen Stelle gefunden habe. Die Fasern des Geflechtes verlaufen durchschnittlich auf einer kleineren-grösseren Distanz voneinander und nebeneinander, wie die Fäden einer wellenförmigen Locke. Unter den Fasern kommen ziemlich viele von dickerem Typus vor, an denen einander nach grösseren Abständen lang zedehnte Varixen folgen. Der Rand der Fasern ist glatt, Markscheiden haben sie keine, es ist schon möglich, dass sie zum sympathischen System gehören. Die Anzahl der Fasern ist an der angemerkten Stelle so hoch, dass ohne Übertreibung behauptet werden kann, dass jener Teil der Adventitia, welcher unmittelbar an die Media angrenzt, von einer ganz geschlossenen und vollkommen zusammenhängenden Nervenfaserschicht begrenzt wird. Das Bild stimmt eigentlich mit den in der ähnlichen Schicht des Sinus caroticus und des Truncus brachiocephalicus gefundenen Verhältnissen überein, es besteht aber ein Unterschied, da sich dort an der Grenze der beiden Schichten ein übereinander fast zusammenhängendes neurofibrilläres Geflecht ausbreitet, während es hier nur Fasergeflechte gibt. Ein weiterer Unterschied ist ferner, dass während es sich dort im genauesten Sinne des Ausdruckes um ein Nervenendsystem handelt, hier nur eine Übergangs-Verbindung besteht, die als Reizüberträger nur mit der Lehre der langen Berührung verwertet werden kann.

Nicht uninteressant und vom physiologischen Standpunkte unbedingt schätzbar ist das Phänomen, welches das Verhältnis der Geflechte zu den Gefässen der Adventitia zeigt. Diese Gefässe umlaufen die Adventitia, vorwiegend deren äussere Schicht überreich. Besonders charakteristisch sind jene Bilder, wo zahlreiche kleine Arterien durcheinander schlüpfen und dabei viele ungeteilt laufende und mit Seitenverzweigungen bespickte Blutkapillaren, in deren Nähe dicke Nervenstämme laufen, zu sehen sind. (Abb. 4.) Diese Stämme verlaufen wellenförmig den Gefässe entlang, verbinden sich mit einander und diese Verbindung ist eine solche, dass, die Reizleitung nach allen vorstellbaren Richtungen geschehen kann. Das Interessante an diesen Nervenbündel ist der Umstand, dass die darin laufenden Fasern nicht gleichförmig sind, obschon das Bild, auf welchen neben vielen dünnen Nervenfasern mit beiläufig gleichem Durchmesser in kleinerer Anzahl auch solche Fasern verlaufen, die an Stärke die vorherigen mehrfach übertreffen, stark wellenförmig sind und mit langen Varixen beladen sind, als allgemein gültig angesprochen werden kann. Dieser auffallende Unterschied an Stärke kann in allen untersuchten Coronaria-Fällen beobachtet werden, am auffallendsten aber an der Coronaria des Schweines, wo die dicken Fasern auffallend und manchmal um das Mehrfache des Diameters von den dünneren Fasern abweichen. Im

allgemeinen folgen den Fasern länglich rundliche Kerne, zweifellos Kerne der Neurolemma.

Die Vielfältigkeit der Möglichkeiten, welche in der Richtung der Reizleitung bestehen, spiegeln sich mehr in Fällen, wo die Verbindungs-Verhältnisse der sich dichotomisch teilenden und dann sich wieder vereinigenden Nerven von uns untersucht werden. Solche Bilder sind überaus interessant, gleichzeitig aber auch unverständlich. In diesem Falle teilen sich in Wirklichkeit drei Nerven in sechs Zweige. beziehungsweise vereinigen sich die Fasern von sechs Zweigen so in drei Zweige, dass infolge des Ablaufes und der Verbindung der Faser Lei-

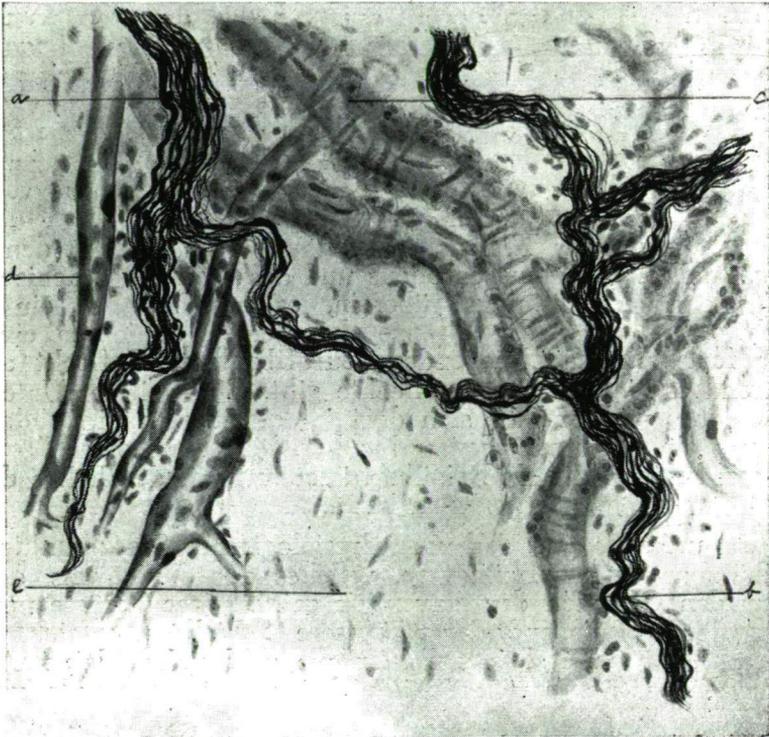


Abb. 4. *Bos taurus*: Nervenplexus aus der Wand der Kranzarterie. Bielschowsky-Methode. a) Nervenstamm, b) Nervenfasern, c) Arterie, d) Blutkapillare, e) Bindegewebe. Vergrößerung 400 x.

tung und Reizung nach allen Richtungen vollkommen zur Geltung kommen können. Es ist interessant, dass das Kaliber der Fasern solcher Verbindungen gleichmässiger, ihr Rand glatter und der Unterschied zwischen dickeren und dünneren Fasern weniger auffallend ist. Das ganze Bild scheint einen Zeugenbeweis zur Gleichförmigkeit und Ähnlichkeit zu führen.

Neben den grösseren Nervenstämmen, die zwischen den *Vasa vasorum* laufen, sind an der *Coronaria* des Rindes die um die Kapillargefässe liegenden ungewöhnlich dichten Geflechte besonders

auffallend. Diese wellenförmig ablaufenden Geflechte mit glatter Kontur bestehen aus Fasern verschiedener Dicke; sie sind sehr reich und besonders im Falle der Blutader ausserordentlich ungewohnt. Dergleichen haben wir bisher noch in keiner Aderwand beobachtet. (Abb. 5.) Das entlang der Kapillargefässe vereinzelt oder seltener eventuell paarweise auch grosse Wellen schlagende glättrandige dünne Begleitungsfasern laufen, kann als allgemein bekannt angesprochen werden: was aber auf Abbildung 5. zu sehen ist, kann in Beziehung der Nerven in seiner Ganzheit als Lokalgepräge beansprucht werden. Es ist natürlich, dass diese Fasern, wie auch auf der Abbildung gut

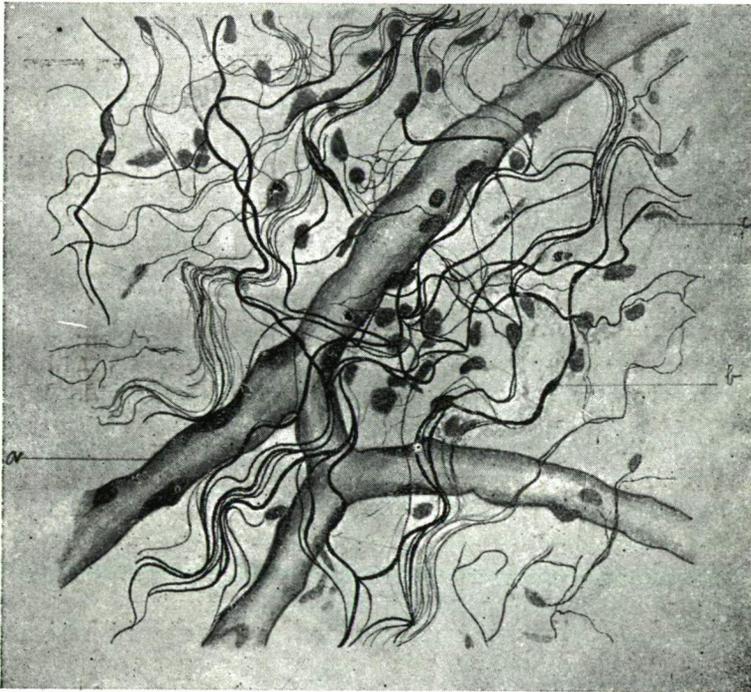


Abb. 5, *Bos taurus*: Nervengeflecht aus der Wand der Kranzarterie. Biel'schowsky_Methode. a) Blutcapillare, b) Nervenfasern, c) Bindegewebszelle. Vergrößerung 1300 x.

bemerkbar, nicht alle kapillargefässbewegend und die Adventitia betreffend bloss durch ihren Reichtum so charakteristisch sind, dass ihre die Coronaria betreffende Eigenart in Kenntnis der Tatsachen kaum zu bezweifeln ist.

Ob diese Fasern sensible oder motorische sind, kann an Hand morphologischer Kenntnisse mangels entsprechender Experimente nicht entschieden werden, es besteht aber kaum ein Zweifel, dass diese Fasern in ihrer Vielheit und Mannigfaltigkeit wirklich als Kapillarenbegleiter fungieren.

Neben den bisherigen begleitenden Fasern gibt es in der Adventitia eine grosse Anzahl solcher Fasern, die als Reizleiter der Wand

eines Haargefässes, dicht zum Kapillargefäss gehören. Diese Fasern sind **auch hier, wie sonst überall im Organismus, sich von den die kleinen Arterien begleitenden Nerven ablösende vereinzelt Fasern, oder aus kaum einigen Fasern bestehende elementare Nervenstämme, die unmittelbar an den Endothelzellen der Kapillargefässe laufend unbedingt geeignet sind, dass sie im Besitze entweder des Gefühls- oder des Ausführungsimpulses Teilhaber des Pulsierens der Kapillargefässe seien, dieses so ausserordentlich wichtigen Faktors im Leben des Organismus.** Diese Fasern stammen, wie das an den Schnitten gut zu sehen ist, aus den begleitenden Fasern, und gewöhnlich — nicht durch Verzweigung, sondern so, dass sie, aus dem Begleitungsnerve zumeist einzeln ausscheiden, um sich stellenweise gradeswegs auf das Endothel zu neigen. Diese Fasern können sich, wie das bei ganz starker Vergrösserung gut sichtbar ist, an der Wand des Kapillargefässes eventuell auch öfters verzweigen. Sie laufen jedenfalls unmittelbar an der Fläche der Epithelzellen, mit denen sie sich naturgemäss auf einem längeren oder kürzerem Wege berühren. Sie berühren sich aber natürlich auch mit den Perizyten und sind hiemit aus ihrer Position beziehungsweise aus ihren möglichen Verbindungen beurteilt entweder einfach sensible und fangen den Druck des in der Kapillargefässen fliessenden Blutes auf, oder aber halten sie durch die Rougetschen Zellen als zentrale Impulsbeförderer die Gefässwand im Tonus. Es kann jedoch auch als wahrscheinlich angenommen werden, dass Effectoren: und Rezeptoren? in derselben Bahn von längerem oder kürzerem Ablauf nebeneinander vorwärts schreiten und somit nach Bedarf beide Wirkungen, einmal tonisch, andernfalls reflectorisch, immer, zur Geltung gebracht werden.

Der Nervenreichtum der Media ist nicht viel geringer, als der der Adventitia. Diese Behauptung bezieht sich im allgemeinen auf jede Coronaria, besonders aber auf die des Schweines. Vom Standpunkte der allgemeinen Nervenlehre ist dies ein ganz neuer Sachverhalt und auch im Vergleich zu ähnlichen Verhältnissen anderer Arterien überraschend. Zuerst überraschend, weil die bisherigen Untersuchungen, die wir in Bezug ähnlicher Schichten anderer Blutgefässe unternommen haben, restlos darin übereinstimmten, dass in der Tunica media tiefer keine Nervenfasern sind. Zufolge der Resultate der jetzigen Untersuchungen kann dasselbe in geringem Masse bezüglich der Arteria coronaria des Menschen und des Rindes festgestellt werden, wo es bisher nirgends gelungen ist entscheidend zu beweisen, dass in den tieferen Schichten der Tunica media Nerven laufen. Umso überraschender ist es also, dass die Media der Arteria coronaria des Schweines an Nerven ausserordentlich reich ist. (Abb. 6.) Diese Nerven durchlaufen einige Gebiete in Form von kleineren-grösseren Stämmen ohne sich zu verzweigen, anderwärts verzweigen sie sich, reichlich, in einzelnen Fällen vertauschen sich sogar die Fasern der kleineren Nachbarzweige. Die Fasern sind durchschnittlich dünn, wellenförmig und ganz allgemein varixfrei. Es gibt jedoch, wenn auch seltener, dickere Fasern, an welchen die länglichen Varixe stark auffallen.

Dieses allgemeine Nervenbild wiederholt sich in der stark mus-

kulösen Schicht der Media des öfteren und ziemlich mannigfaltig, gerade wegen dem ungewöhnlichen Reichtum habe ich die Wahrheit des Bildes lange bezweifelt. Ich dachte nämlich, dass die reichen Nervendbilder durch die Dicke der Schnitte verursacht worden seien, auch so habe ich keine Antwort auf die Frage erhalten, was die Ursache sei, dass sich an vielen anderen Media-Abteilungen, die ich viele Jahre hindurch an gleich dicken Schnitten zur Untersuchung herangezogen habe, keine ähnlichen Fasern meldeten. Ich muss nämlich betonen, das ich in der Wand jener zahlreichen kleineren und grösseren Arterien, welche ich im Laufe der vergangenen Jahre besonders während dem Studium der Pressorezeptoren zur Untersuchung heran-

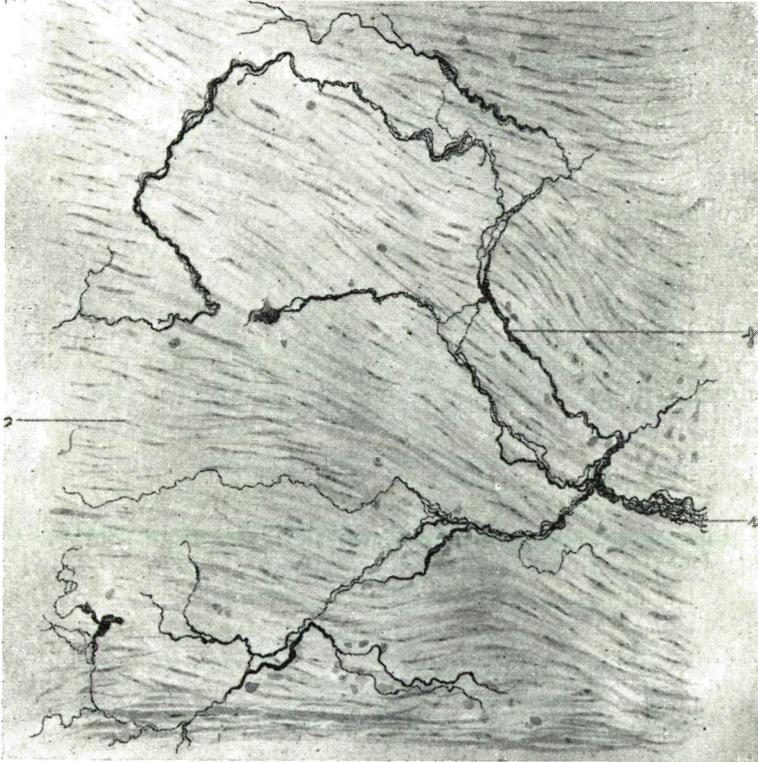


Abb. 6. *Sus scrofa domestica*: Innervation der Media der Kranzarterie.
a) Nervenstamm, b) Nervenfaser, c) glatte Muskelzelle, Vergrößerung 290 x.

gezogen habe, abgesehen von seltenen und einzeln laufenden Fasern in der Media keine Nervenfaser getroffen habe. Diese negative Erscheinung hat mich zur gründlicheren Untersuchung der Frage im Falle der coronarischen Arterien bewogen. Deshalb habe ich von meinen am schönsten imprägnierten Gefrierschnitten, die ich aus einer coronarischen Arterie des Schweines verfertigt habe, Schnittserien von 5 Mikronen gemacht und versuchte mich nachher zu vergewissern, ob die Nervenfaser wahrlich im glatten Muskelgewebe laufen, oder

ob sie sich bis zum Rande der Adventitia erstreckend die Muskelschicht durchstossen. Die so erhaltenen mikroskopischen Bilder haben mich vollkommen überzeugt, dass es sich hier wahrlich um eine ganz neue Erscheinung handelt, um die reichliche Innervation der Tunica media. Wenn auch im allgemeinen sämtliche Nervenbilder reich sind, muss doch betont werden, dass die Anzahl der Nerven, insbesondere der Media um so grösser ist, je näher wir zu der sonst nicht scharfen Grenze zwischen Media und Adventitia kommen. Nach sorgsamer Überprüfung einer grösseren Anzahl von Präparaten bin ich zur Überzeugung gekommen, dass mit Annäherung der Grenze die Nervenversorgung reicher wird, die Verzweigungen dichter sind und sich in grösserer Anzahl melden, die Fasseraustausche häufiger werden und dass sich dabei Endgebilde melden, die in ihrer Erscheinung und in ihrer Position gleichfalls neu sind und sich als typische und besondere Grundbestandteile der Media der Coronaria des Schweines melden. Solche Gebilde sind ihrem Wesen nach Endformationen grösserer Ausbreitung, hauptsächlich jedoch Platten, oder elementare Fasergebilde, welche auf den Muskelgewebe oder auf der Grenzschicht der Adventitia sitzen und welche als unzweifelhafte Endigungen eine Verbindungsrolle spielen.

Die infolge Verbindung der Nerven und der Nachbarstämme zustandekommenden Geflechte melden sich in reichster Form am Verbindungsorte der Adventitia zur Media. Fast erscheint es, als ob hier wirkliche Endnetze wären, in welchen die Nervenfasern, wie in der Neurohistologie seinerzeit in den von Stöhr viel erwähnten Terminalreticula, ineinander übergehen, die sich später aber in weit ausgebreiteten und sehr feinen Geflechten verlieren. Nach meiner Beobachtung sind solche terminalreticulumartige Gebilde nur scheinbare, denn die Selbstständigkeit der Fasern kann zumeist auch in diesen Fällen konstatiert werden. Ich erlaube mir jedoch aus ihrer Situation und aus ihrer Struktur zu folgern, dass es vielleicht Pressorezeptoren sind und als solche auch hier eine pressoreceptorische Rolle innehaben. Dass diese Behauptung nicht ganz grundlos sein kann, geht aus dem Umstand hervor, dass die weit ausgebreiteten neurofibrillären Endnetze, an deren Entstehen manchmal auch mehrere Fasern teilnehmen können, in ihrer Struktur jenen Endplatten gleichen, welche bisher aus dem Sinus caroticus und aus dem Aortenbogen beschrieben sind, deren pressoreceptorische Beschaffenheit auch experimentell unzweifelhaft bewiesen ist. (Abb. 7.)

Es steht zwar fest, dass es sich hier bloss um eine Ähnlichkeit handelt, denn auch selbst das ganze Nervenbild hat einen anderen Charakter; die mit ganz grosser Vergrösserung gefertigten Bilder scheinen jedoch überzeugend zu bestätigen, dass die Faserendigungen von besonderer Konstitution, wie an den früher erwähnten Stellen auch hier sensibler Natur sind. Dieser Sachverhalt scheint auch durch das mit grosser Vergrösserung gefertigte mikroskopische Bild, welches uns Abbildung 7. vorweist, bewiesen zu sein. Auf diesem ist das Endplattensystem einer einzigen unscharf umrissenen Endfaser aufgewiesen. Dieses System ist so ungewohnt, auch in seiner Umbestimmtheit so charakteristisch und zeigt in dem mit dem Muskel

unmittelbar verbundenen Bindegewebe eine so hohe Selbständigkeit, dass ein Zweifel an seiner fühlenden Art kaum angebracht scheint. Wenn dem so ist, kann aus dem Reichtum und der besonderen Physiologie der coronarischen Arterien gefolgert auch kein Zweifel bestehen, dass die coronarischen Adern wenigstens an einigen Stellen wirklich mit Receptoren versehen sind. Im Sinne unserer Erörterung besteht also die Möglichkeit, dass wir auch hier wie im Sinus caroticus, im Glomus caroticum, am Ansatz des Truncus brachiocephalicus, in der Wand der Aorta und in der Anfangsabteilung der Arteria renalis einem reflektorisch wirkenden Nervenapparate gegenüberstehen. Es muss aber bemerkt werden, dass solche Endorgane mit sensibler Konstruktion bisher nur in den coronarischen Adern des Schweines und des Rindes nachgewiesen wurden. In der menschlichen Kranzarterie haben wir Nervenendvorrichtungen von solcher Art und von solchen Bau

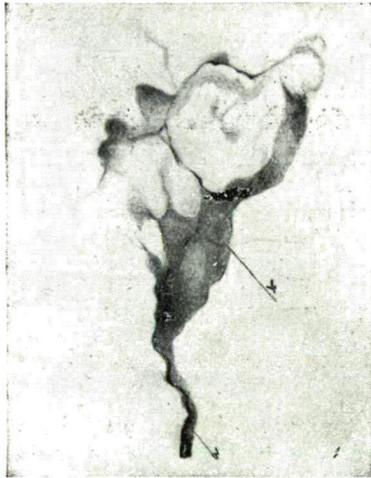


Abb. 7. *Sus scrofa domestica*: Nervenendigung aus der Wand der Kranzarterie. Bielschowsky-Methode.
a) Nervenfasern, b) Endplatte, Vergrößerung 1800 x.

bisher nicht gefunden, wodurch natürlich noch keinesfalls bewiesen ist, dass es hier solche Vorrichtungen nicht gebe. Wer sich mit der Erforschung der mikroskopischen Bestandteile des Nervensystems, wenn auch nur kurze Zeit befasst hat, muss darüber in Reinem sein, dass wir diesbezüglich noch mächtigen Schwierigkeiten gegenüberstehen: all dies bezieht sich in gesteigertem Masse auf das Nervensystem der Blutgefäße, deren Erforschung zu den schwierigsten Aufgaben der Nervenhistologie gehört.

Übrigens habe ich auch in der Adventitia der menschlichen Arteria coronaria spezifische Nervenfasergebilde gefunden, die entlang der Kapillargefäße Platz nehmen und die eigentlich als verschiedenartige Schleifenformationen auffallend dicker markhaltiger Fasern zu betrachten sind. Solche Fasern sind nicht nur selbst sehr dick, sondern auch die Markscheide ist stark dick. Die Faser selbst ist absolut glatt-

randig und stark fibrilliert, es gibt aber auch Gebilde, die unzweifelhaft zu diesen Fasern gehören, aller Wahrscheinlichkeit nach jedoch den Charakter eines pathologischen Zustandes an sich tragen. Aus ihrer Position und aus ihrer Form muss nichtsdestoweniger allgemein gefolgert werden, dass diese sensible Bestandteile der Coronaria sind, denen bei der Auslösung der coronarischen Reflexe eine wichtige Rolle zukommen kann. Sind diese jedoch motorische Elemente des Vagus, so stehen die Kranzarterien unter doppelter Innervation und hiemit klären sich die sich seit langem hinschleppenden Fragen der doppelten Innervation der Blutgefäße auf. Es ist nämlich bekannt, dass die Physiologen innerhalb der die Wand der Blutgefäße bewegenden, oder vielleicht richtiger gesagt die Bewegung der Gefäße regulierenden vasomotorischen Nerven vasoconstrictorische und vasodilatatorische unterscheiden, was von den Anatomen besonders vor nicht allzu geraumer Zeit mit der Begründung, dass zwei Faserarten morphologisch nicht abgeändert werden können, in Abrede gestellt worden ist. Wenn es sich aber so verhält, wie ich behaupte, und dafür besteht objektiv gesehen überhaupt kein Zweifel, dann gibt es wirklich eine doppelte Innervation, denn diese kann in der Wand der Kranzarterien klar ertorsent werden und sie meldet sich auch in scharf abgeänderter Form. Bei der Arbeit des Herzens kann an Hand von Experimenten beobachtet werden, dass der Vagus ein hemmender Nerv des Herzens ist, durch den Sympathicus aber die Herztätigkeit angespornt wird. Wenn nun morphologisch dasselbe auf die Wand der coronarischen Arterien bezogen werden kann, so muss dies auch die Tätigkeit betreffend gültig sein. Mit diesen Tatsachen gelangt das Leben und die Rolle der Kranzarterien in ein ganz anderes Licht.

Die Innervation der Kranzvenen zeigt uns nichts besonders. Doch sind auch diese an Nerven genug reich, wie es an Schnitten aus dem Sinus coronarius des Menschen und des Rindes festgestellt ist. Dieser Reichtum bezieht sich erstens auf die Adventitia, wo viele Nervenfasern und anastomosierende Nerventämme verlaufen. Ganglienzellen und Ganglien sind in der Wand der Kranzvenen nicht gefunden worden.

Zusammenfassung.

1. Die Kranzarterien sind an Nerven viel reicher, als die sonstigen Abteilungen des Arteriensystems.
2. In der Wand der Kranzarterien sind im Laufe der Nerventämme Ganglienzellen und kleinere Ganglien eingeschaltet. Die Ganglienzellen gehören ihrer Struktur nach grösstenteils zum Typus Dögiel I.
3. Es zeigen sich an dem gegen die Media liegenden Rande der Adventitia der Kranzarterien auch sensible Nervenendigungen, die nach ihrer Struktur und Lage Pressoreceptoren sind.
4. Die Media der Kranzarterien steht besonders bei dem Rinde und dem Schweine unter einer sehr starken Nerveneinwirkung. Die sympathischen Nervenfasern treten in sehr grosser Menge tief in die Muskelschicht hinein und bilden hier ein sehr dichtes und feines Nervengeflecht.

5. In der Wand der Kranzarterie des Menschen wurden dicke, markhaltige Nervenfasern gefunden, deren Anwesenheit dafür spricht, dass die Kranzarterien unter einer auch morphologisch nachweisbaren doppelten Innervation stehen.

6. In der Wand der Kranzvenen sind weder Ganglienzellen noch Ganglien gefunden worden.

A koszorús-erek intramuralis idegrendszere.

Szerző az ember, a szarvasmarha és a disznó koszorús ereinek a beidegzését vizsgálta meg a Bielschowsky-féle módszerrel és ennek módosításaival. A módosítások közül mindenféle idegszövetteni vizsgálatnak az elvégzésére kiválóan alkalmasnak bizonyult a szerzőnek egyik eljárása, amelynek a menete a következő:

1. A vizsgálati anyagot rögzítjük 10%-os formalinban. Tanácsos erre a célra savmentes formalint használni, de sokirányú tapasztalattal rendelkezem arra vonatkozóan is, hogy a savas formalinban hónapokon keresztül fixált anyagból is igen kitűnő praeparatumokat lehet csinálni. Rögzítésre elég két-három hét, de az eredmény mindig jobb akkor, ha az anyagot hónapokon keresztül, vagy akár egy évig is a rögzítő folyadékban tartjuk.

2. A rögzítő anyagot destillált vízben 10—15 percig mossuk, majd pedig belőle fagyasztó mikrotommal metszeteket készítünk. A metszetek irányát és vastagságát a vizsgálat feladatai határozzák meg. Ha erekről van szó, természetesen elsősorban a tangentialis metszetek jönnek számításba és pedig olyanok, amelyek az adventiciát, illetőleg ennek főleg a media felől eső részét foglalják magukba és pedig lehetőleg minél nagyobb területet, ugyanannak a rétegnek a szöveteiből. A 40 mikronos vastagság itt is megfelel. Természetesen egyes kérdések eldöntésére vékonyabb metszetekre is szükségünk lehet. A metszeteket destillált vízbe tesszük és ebben hagyjuk 6—8 óráig, vagy esetleg tovább is.

3. A fagyasztott metszeteket 10%-os ezüstnitrátoldatba helyezük és ebben tartjuk sötétben, szoba hőmérsékleten, 60—75 óra hosszáig.

4. A metszeteket hegyesrehúzott üvegpálcikával az ezüstnitrátoldatból kivesszük, destillált vízben gyorsan lemossuk, s azután ammoniákos ezüstoldatba tesszük.

5. Az ammoniákos ezüstöt a közvetkezőképpen állítjuk elő: 5 cm³ 20%-os ezüstnitráthoz hozzáadunk 3 csepp frissen készített, 40%-os natronlúgot. Az így keletkezett csapadékhoz cseppenként addig adunk ammoniákot, amíg a folyadék teljesen megtisztul. Alkalmassint némi zavarosság is maradhat anélkül, hogy ez az impregnatiót károsan befolyásolná. A kapott folyadékhoz hozzáadunk 20 ccm destillált vizet. Az így előállított ammoniákos ezüstoldatba tesszük a metszeteket, s addig hagyjuk benne, amíg dohánybarnák lesznek. Tapasztalatom szerint erre a célra 3—4 perc elegendő. A metszetek innen a következő mediumba kerülnek.

6. 50 ccm destillált víz + 5 csepp acidum aceticum glaciale. Ebben maradnak a metszetek egy és fél percig; vagy esetleg valamivel tovább.

7. Redukálás. A redukáló folyadékot a következőképpen állítjuk elő. Nyolcvanöt cm³ kútvízhez hozzáadunk 15, vagy esetleg 20 cm³ neutrális formalint. Ebben a folyadékban maradnak a metszetek addig, amíg belőlük fehér felhők szállnak. Tapasztalatom szerint 20 perc alatt bekövetkezik a reductio, de eltarthat egy óráig is. Ennek megtörténte után a metszeteket nagyobb mennyiségű destillált vízbe tesszük, ahol legalább egy óráig maradnak. A reductio, mint mondtuk, néha tovább húzódhat, amit természetesen mikroszkóp alatt könnyen ellenőrizhetünk.

8. A destillált vízben gondosan, legalább egy óráig mosott, 5%-os natriumthiosulphátban 50 másodpercig fixált és destillált vízben alaposan kimosott metszeteket tökéletesen víztelenítjük, majd pedig kanadabalzsamban állandósítjuk. Az így kapott praeparátumok a legfinomabb vizsgálatokra is kitűnően használhatók. Ha azonban egészen kifogástalan és szép preparátumokat akarunk kapni, akkor tanácsos a metszeteket utánaranyozni.

A vizsgálatok eredményei, amelyeket a szerző a fent jelzetti anyagon végzett, a következőkben foglalhatók össze:

1. A koszorús arteriák idegekkel sokkal gazdagabban vannak ellátva, mint az arteriás rendszernek más szakaszai.

2. A koszorús arteriák falában az idegtörzseknek a lefutásába idegsejtek és kisebb dúcok vannak beiktatva. Az idegsejtek szerkezetükből következően, túlnyomórésben a Dogiel I. típusba tartoznak.

3. A koszorús erek adventíciájának a belső szélén ott, ahol ez közvetlenül a mediához csatlakozik, érző idegvégződés is vannak, amelyek helyzetükből és szerkezetükből következően pressoreceptorok.

4. A koszorús arteriák mediája különösen a szarvasmarhánál és a disznónál, feltűnően erős ideghatás alatt áll. A szimpatikus rostok igen nagy tömegben mélyen belépnek az izomrétegbe és itt igen sűrű és finom idegvégfonadékot alkotnak, amelyeknek végrostjai valószínűleg a sima izomsejteken epilemmálsan végfejecekkben végződnek.

5. Az embernek a koszorús arteriáiban vastag velőhüvelyes rostok futnak, amelyeknek a jelenléte amellttől szól, hogy a koszorús arteriák morphologiailag is igazolható kettős beidegzés alatt állanak.

6. A koszorús vénák falában sem idegsejtek, sem dúcok nem fordulnak elő.

ИНТРАМУРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА КОРОНАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ

(Проф. Амбруш Абрахам)

Автор исследовал иннервацию корональных артерий человека, рогатого скота и свини методом „Bielschowszky“ и его изменениями. Между изменениями автор даёт в передней части диссертации одно из своих собственных, которое оказалось особенно пригодным для невро-гистологических исследований.

Краткое изложение результатов исследований, которые исполнил автор на вышеприведённом материале:

1. В корональных артериях находится больше нервов чем в других участках артерийской системы.

2. В стенах корональных артерий, в нервной пучке находятся нервные клетки и меньшие ганглии нервов. Нервные клетки это можно констатировать из структуры-большой частью принадлежат I. типу „Догиел“.

3. На внутреннем крае адвентиции корональных артерий, там где она примыкает непосредственно к медию, находятся и чувствительные нервные окончания, которые по положению и по структуре прессорецепторы.

4. Медия корональных артерий особенно у рогатого скота и у свини стоит под действием очень крепкого нерва. Симпатичные волокна входя в великой массе в мускульный слой и создают здесь очень чувствительные и чуткие терминальные илексус которых кончаются вероятно на гладких мускульных клетках эпилеммально в окончательное тельце.

5. В корональных артериях человека находятся толстые мякотные нервная аолокна, присутствие которых доказывает что корональные артерии стоят под двойным иннервациям что можно подтверждать и морфологически.

6. В стенах корональных Вен не находятся ни нервные клетки ни ганглии.

Literatur.

1. Abraham Ambrus: Die Sinusgegend des menschlichen Herzens und ihr Nervensystem. Zeitsch. f. Zellforschung und mikr. Anat. Bd. 31. (1940).
2. " " Die Innervation des Darmkanales der Gastropoden. Zeitschr. f. Zellforschung und mikr. Anat. Bd. 30. (1940).
3. " " Die Struktur des Ganglion coeliacum beim Menschen. Állattani Közlemények. XXXVII. 3—4. füzet. Budapest 1940.
4. " " Receptoren in der Wand des Sinus caroticus des Menschen. Állattani Közlemények. XXXVIII. kötet. Budapest 1941.
5. " " Über das Nervensystem des Glomus caroticum beim Menschen. Acta Zoologica. Tomus I. fasc 1—4. Szeged 1942.
6. " " Nervenendkörperchen in der Wandung der Arteria renalis. Állattani Közlemények. 1943. XL. 3—4.
7. " " Pressoreceptoren im Aortenbogen. Állattani Közlemények. XLII. kötet. Budapest 1945.
8. " " Beiträge zur Kenntnis der sensiblen Endorgane der Sinusreflexe vom Hering. Zeitschrift für Zellforschung und mikr. Anat. 34. Band, 3. Heft, 1949.
9. " " Receptors in the wall of the bloodvessels. Hungarica Acta Biologica. Vol. I. No. 4. 1949.
10. " " Ueber die intramurale Innervation der Kranzgefäße. XIII. Congrès international de Zoologie tenu a Paris du 21 au 27 Juillet 1949. Paris 1949.
11. Glaser W.: Die intramurale Innervation der Kranzgefäße. Zeitschr. für Anat. und Entwicklungsgeschichte. Bd. 79., 1926.