

DIE MIKROSKOPISCHE INNERVATION DES HERZENS DER REPTILIEN

Von
A. ÁBRAHÁM

Aus dem Institut für Allgemeine Zoologie und Biologie der Universität Szeged, Ungarn
(Dir.: Prof. Dr. A. ÁBRAHÁM)

Das Herz der Reptilien nimmt im vorderen Teil der Körperhöhle ventral in der Medianlinie Platz. Seine Teile sind: der *Sinus venosus*, die beiden Vorhöfe und die beiden Kammern. Die mikroskopische Innervation der einzelnen Herzanteile haben wir an den uns zugänglichen Tieren studiert. Diese waren: der Erdvaran (*Varanus griseus*), die Ringelnatter (*Tropidonotus natrix*), die Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*) und die Tigerschlange (*Python reticulatus*).

Im Laufe der Imprägnationsversuche haben sich zwei Methoden als besonders brauchbar erwiesen, namentlich das BIELSCHOWSKY—ÁBRAHÁM'sche und das JABONERO'sche Verfahren. In Verbindung hiermit sei erwähnt, dass die Imprägnation des Herzens der Sumpfschildkröte sehr befriedigend und erfolgreich ausfiel, wenn wir den einen oder beide Stämme der *N. vagi* durchtrennt hatten. Diese Prozedur war bei den Tieren ohne jede Schwierigkeit durchführbar und die infolge der Operation eintretenden schweren Ausfallserscheinungen wurden gewöhnlich gut vertragen, lediglich der häufige Lufthunger wirkte sich stark störend im Leben der Tiere aus. Die Operation förderte fallweise am *Oesophagus* gewaltige *Divertikuli* zutage, doch blieben die Tiere auch nach beiderseitiger Vagotomie Monate hindurch am Leben.

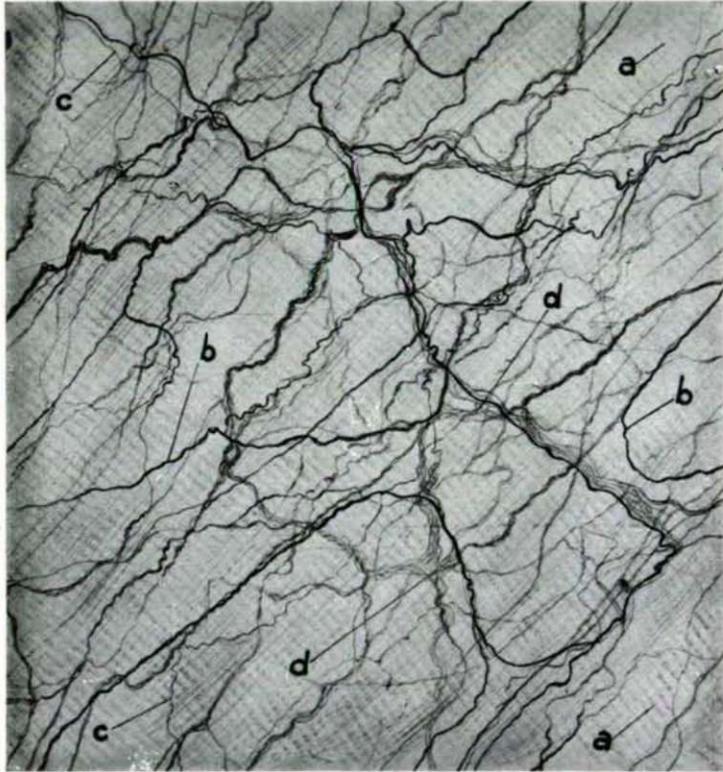
Was die mikroskopische Innervation betrifft, wollen wir im folgenden die einzelnen Herzabschnitte — kurz auch histologisch beleuchtet — der Reihe nach betrachten.

Sinus venosus

Der *Sinus venosus*, dessen Wand — ebenso wie bei den Amphibien — im überwiegenden Teil auch hier dem Bau der Venenwand folgt, ist überaus reich an Nervenfasern. In den äusseren Schichten, besonders aber in der *Adventitia*, finden sich in grosser Zahl Nervenstämmchen und -bündel, denen kleinere und grössere Äste entspringen, welche sich allmählich in ihre Fasern aufteilen und — stellenweise zusammen mit den grösseren Stämmchen — sehr üppige Geflechte bilden. Ausdehnung und Reichtum dieser Geflechte sind natürlich in den einzelnen Lagen verschieden, bzw. diesen entsprechend. Am reichsten ist das Geflecht in der *Adventitia* und zwar besonders an jenen Gebieten, wo die glatte Muskulatur der Venen in die gestreifte Muskulatur übergeht (Abb. 1). Dieses Geflecht enthält reichlich Ganglien und den Bündeln angeschlossene, grössere Nervenzellen. Diese Zellen bzw. Zellketten werden besonders bei den Schildkröten, Erdvaranen und Tigerschlangen sehr deutlich sichtbar.

Vorhof

Die Wand der Vorhöfe (Atrien) ist bei allen untersuchten Tierarten relativ dünn, so dass sie auch in toto gut imprägnierbar ist. Diesbezüglich haben wir besonders bei den Schildkröten sehr instructive Bilder erhalten. Was die einzelnen Lagen anbetrifft, lässt sich sowohl allgemein hin, als auch betreffs der Einzelheiten folgendes feststellen: Das *Epicardium* ist dünn, es besteht aus kollagenen Bindegewebsfasern, denen — vornehmlich an der *Myocardium*-grenze — relativ reichlich elastische Fasern untermengt sind. Nach aussen hin ist es von einschichtigem Plattenepithel begrenzt. Zwischen den Bindegewebs-



Erklärung der Abbildungen:

Abb. 1.: *Emys orbicularis*: Herz, Nervengeflecht aus der Wand des *Sinus venosus*. a) quergestreifte Muskelfaser; b) dicke Nervenfasern; c) dünne Nervenfasern; d) Nervenfaserengeflecht. BIELSCHOWSKY-ÁBRAHÁMSCHES Verfahren. Vergr. 1350 \times , photographisch auf die Hälfte verkleinert.

bündeln ziehen kleinere und grössere Nervenstämmen — vorwiegend aus wellig verlaufenden glattrandigen Fasern bestehend. Darunter befinden sich stellenweise auch dickere, offenbar vom *Vagus* stammende Fasern, die verzweigen und sich mit feinen, hie und da varikösen Ästen den Bindegewebsbündeln hin-

zugesellen. Welcher Art diese Verbindung ist, konnte leider in keinem einzigen Falle ermittelt werden, und wir müssen aufrichtig gestehen, dass wir niemals in den Besitz von Nervenbildern zu gelangen vermochten, die Endgebilde hätten erkennen lassen, welche für die sensorische Natur der Fasern gesprochen hätten. Jedenfalls lassen die Verzweigungsform und die Stelle des Ästesystems vermuten, dass es sich um rezeptorische Funktionen vollziehende Elemente handelt.

Das *Myocardium* bilden zu Bündeln geordnete quergestreifte Muskelfasern, welche verzweigen. Die Äste anastomosieren miteinander, wodurch sich ein überaus dichtes Muskelgeflecht entwickelt. Das auf das Gebiet des Vorhofs entfallende *Myocardium* ist von trabekulärem Bau. Von dem zentral gelegenen Muskelgeflecht reichen Balken in das Lumen hinein. Die intertrabekulären Vorhofwandgebiete sind äusserst dünn und bestehen nur aus Bindegewebe, welches die Verbindung zwischen *Epicardium* und *Endocardium* herstellt.

Das Vorhofmyocardium ist aussergewöhnlich reich an Nerven, was besonders beim Vergleich mit den Verhältnissen beim Kammermyocardium

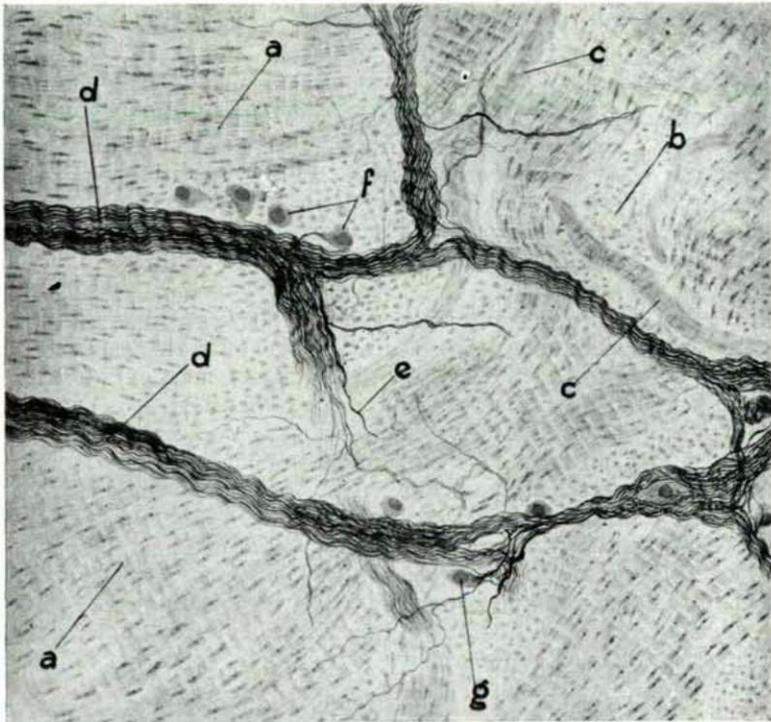


Abb. 2.: *Python reticulatus*: Herz, Nervenstäme und Nervenzellen aus dem *Epicardium* des rechten Vorhofes. a) Quergestreifte Muskelfaser; b) Bindegewebe; c) Arterie; d) Nervenstamm; e) Nervenfaser; f) Nervenzelle; g) Nervenzellkern. BIELSCHOWSKY—ABRAHÁMSCHES Verfahren; Vergr. 120 \times , photographisch auf die Hälfte verkleinert.

auffällt, dessen Innervation — namentlich bei den Schlangen — weit hinter der des Vorhofs zurücksteht. Besonders augenfällig ist der Nervenreichtum im rechten Vorhof der Schildkröte, wo gewaltige Stämme ziehen und — miteinander in Verbindung tretend — ein reiches Geflecht bilden. In den Stämmen sind die durchschnittlich gleichförmigen glattrandigen, wellig verlaufenden Fasern von den ihnen zwischengelagerten, mit länglichen Varikositäten beladenen, etwas dickeren Fasern deutlich zu unterscheiden. Zwischen den ineinandergreifenden Stämmen und Bündeln finden sich häufig auch dünnere Äste und Einzelfasern, die namentlich entlang der grösseren Stämme massenhaft erscheinen und stellenweise — mit diesen in Verbindung tretend — ein üppiges Geflecht hervorbringen. Ebenfalls im rechten Vorhof kommen oft Nervestammgeflechte zur Beobachtung, in denen, bzw. entlang derer grosse unipolare Nervenzellen hintereinandergereiht liegen. Meistens ist auch einwandfrei festzustellen, dass der Fortsatz der am Rande der Stämme befindlichen Zellen in den Stamm eintritt, um dort zwischen den Fasern weiterzuziehen. (Abb. 2.). Das Vorhofendocardium besteht aus überaus feinen kollagenen Bindegewebsbündeln, zwischen denen auch elastische Fasern sichtbar werden. Nach dem Lumen zu ist die Lage von einschichtigem Plattenepithel begrenzt. Was die Innervation anbelangt, kann nur gesagt werden, dass sie aus einem lockeren Geflecht besteht, zwischen dessen glattrandigen und wellig verlaufenden Fasern sich auch dickere Fasern und baumartige Verzweigungen befinden.

Die Vorhofscheidewand (*Septum atriorum*) ist hinsichtlich ihrer Struktur und Innervation gleichermaßen interessant. Ihre Dicke richtet sich im allgemeinen nach der Grösse des Herzens, doch ist sie relativ dünn und daher leicht auch in toto imprägnierbar. Sie stellt im wesentlichen eine Duplikatur von *Myo-* und *Endocardium* dar. Das *Myocardium* ist trabekulären Baus mit grossen intertrabekulären Fenstern, die hie und da von dünneren Muskelbündeln passiert werden.

Das *Septum atriorum* weist einen grossen Nervenreichtum auf, es ist von zahlreichen Nervestammgeflechten durchzogen, entlang derer mächtige Ganglien ausgebreitet liegen. Neben den Ganglien nehmen — entweder im Inneren der Stämme oder aber entlang ihres Verlaufes — mehr oder minder grosse Nervenzellgruppen Platz, welche — ebenso wie die bei der Besprechung der Innervation der Vorhofwände erwähnten — aus grossen, runden, unipolaren Zellen bestehen. Ausser den Nervenzellen und -bündeln finden sich sehr zahlreich aus den Stämmen heraustretende, einzelne Nervenfasern, die an den quergestreiften Muskelbündeln ein überaus reiches Geflecht formen (Abb. 3.) Gewisse Fasern dieses Geflechtes stehen in inniger Verbindung mit den Muskelfasern, auf denen sie in Gestalt von Endringen hypolemmal endigen. Auf diese Frage werden wir bei der Erörterung der Nervenverbindungen des Kammermyocardiums noch zurückkommen.

Kammer

Die Wand der Kammern (*Ventriculi*) ist dicker und so die Abgrenzung der einzelnen Schichten leichter durchführbar. Das *Epicardium* ist auch hier dünn und besteht aus von elastischen Fasern durchwebten kollagenen Bindege-

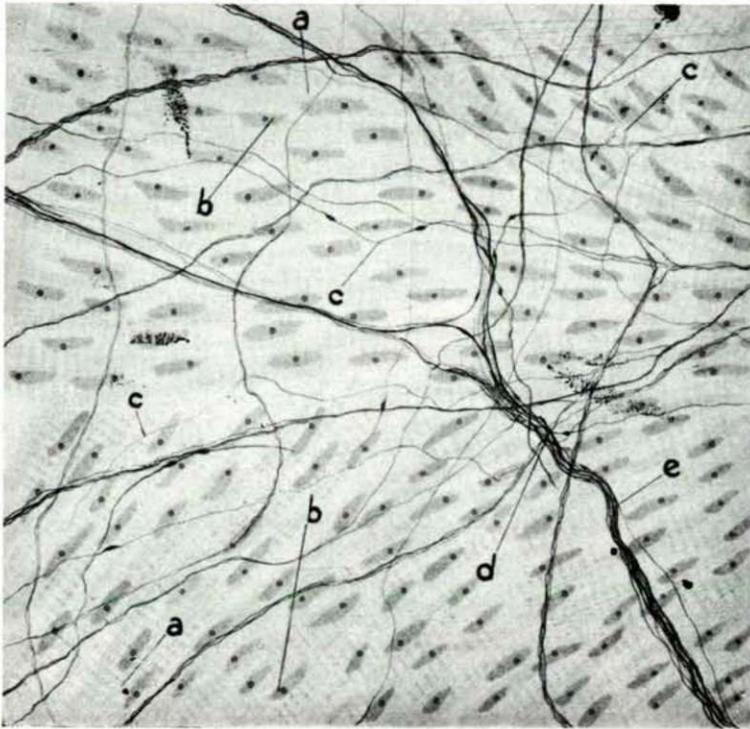


Abb. 3.: *Emys orbicularis*: Herz. *Septum atriorum*, Nervenfasergeflecht aus dem *Myocardium*. a) Quergestreifte Muskelfaser; b) Kern der quergestreiften Muskelfaser; c) Nerven-faser; d) Nervengeflecht; e) Nervenbündel. BIELSCHOWSKY—ABRAHÁMSCHES Ver-fahren. Vergr. 640 \times , photographisch auf die Hälfte verkleinert.

websbündeln. Seine Innervation ist eine reiche und erinnert an die des Vorhof-*epicardiums*. Die Geflechte liegen locker und weitmaschig, und dicke Fasern sind auch hier zu konstatieren.

Das Kammermyocardium besteht aus dicht aneinandergeschmiegt, quer-gestreiften Muskelbündeln, die mit mehr oder weniger grossen Arterien, Venen und Kapillaren reichlich versehen sind. Seine Innervation ist beiden einzelnen Vertretern der Gruppe sehr weitgehend verschieden. Hier können natürlich die Feststellungen nicht vollkommen objektiv sein, weil stets damit gerechnet werden muss, dass die Imprägnation eine vollständige, aber auch eine partiale, ja — offen gestanden — auch eine sehr mangelhafte sein kann. Im Sinne unserer Erfahrungen ist das Kammermyocardium der Eidechsen und Schlangen arm an Nervenfasern. Dies ist so zu verstehen, dass in den Muskeln eher grosse Stämme und Bündel zu beobachten sind, Nervenäste und Einzelfasern aber selten sind und die feinen Geflechte fehlen. Die Fasern sind grösstenteils dünn, gleichen Kalibers und glattrandig, doch werden bisweilen, besonders nahe der Kammer Spitze, auch ganz besonders dicke Fasern sichtbar, die zumeist allein

ziehen und — infolge ihres schlängelnden Verlaufs — nur auf kurzer Strecke darstellbar sind. Reich an Nervenfasern sind jene *Myocardium*anteile, in denen grössere Arterien ziehen. Hier sind Nervenfasern und -bündel nicht nur an den Arterienwänden, sondern auch in deren Nähe reichlich vorhanden. Letztere weisen auch typische variköse Fasern auf. Im allgemeinen fanden wir, dass die Nervenfasern des Kammermyocardiums bei den erwähnten Tierarten entlang der grösseren Blutgefässe ziehen.

Das Kammermyocardium der Sumpfschildkröte haben wir als überaus reich, ja sogar als ungewöhnlich reich an Nervenfasern befunden. Dies gilt im allgemeinen auch für Tiere, bei denen Nervendurchtrennungen nicht vorgenommen wurden, besonders aber für jene, die nach beiderseitiger Vagotomie längere Zeit am Leben erhalten wurden. Aus dem Kammermyocardium dieser Tiere, besonders aus der rechten Kammer, konnten riesige Mengen von Nervenfasern imprägniert werden. Unter ihnen befinden sich auffallend dicke, stark schlängelnde und scharf fibrillierte Fasern in grosser Zahl, desgleichen aber auch dünnere, scharf konturierte, bei welchen auch die Endigungen deutlich sichtbar werden. Es unterliegt keinem Zweifel, dass hier die infolge der Durchtrennung zustande gekommene Argentophilie derjenige Faktor ist, infolge dessen Nervenfasern in so grosser Zahl und so prägnanter Schärfe darstellbar werden.

Nach dem Gesagten erhebt sich die Frage, wie sich die Nervenfasern des *Myocardiums* den quergestreiften Muskelfasern anschliessen. Dieses Problem ist auch im allgemeinen interessant und wichtig, da aber von vergleichenden Untersuchungen die Rede ist, wollen wir versuchen — wie es auch weiter oben geschah —, die Antwort ausgesprochen mit Bezug auf die Reptilien zu formulieren. Hier ist zu bemerken, dass Nervenendigungen lediglich im *Myocardium* des Erdvarans und der Sumpfschildkröte in überzeugender Form nachgewiesen werden konnten. Hinsichtlich des Erdvarans sei betont, dass hier, ohne Durchtrennungen vorzunehmen, Präparate erhalten werden konnten, die jeden Zweifel ausschliessend feststellen liessen, dass die Nervenfasern in Gestalt der deutlich erkennbaren Endringe auf den Muskelfasern endigen. Die Präparate wurden aus dem rechten Vorhof des Erdvaran imprägniert (Abb. 4.).

An den aus dem *Myocardium* des Herzens der Sumpfschildkröte gefertigten Schnitten war im allgemeinen deutlich zu ersehen, dass ein Teil der Nervenfasern an den Muskelfasern des *Myocardiums* in Endringen endigt. Dies hat seinerzeit auch BOEKE (1930) konstatiert. Er nahm an, dass es sich dabei um Endköpfchen der Vagusfasern handelt; betreffs der sympathischen Fasern fand er, dass sie sich in Gestalt des sogenannten „Grundplexus“ den Muskelfasern anschliessen. Diese Annahme erwies sich in unseren Untersuchungen gewöhnlich als richtig bei Tieren, deren zum Herzen ziehende Fasern wir unversehrt gelassen hatten. Ganz anders gestaltete sich das Nervenbild, wenn ein oder beiderseitige Nervendurchtrennung vorgenommen worden war. In solchen Fällen erschienen Endringe massenhaft und in aussergewöhnlich scharfer Form in den Präparaten. Die sorgfältige Durchsicht derartiger Bilder hat uns davon überzeugt, dass der eine Teil der Endringe kleiner und blasser, der andere aber grösser und dunkler hervortritt. Hieraus, sowie aus der riesigen Anzahl der Ringe schliessen wir, dass mit Hilfe dieses Eingriffes die Enden

sämtlicher auf das Gebiet des *Myocardiums* entfallender Fasern darzustellen gelang und diese — wie wir im Laufe unserer Untersuchungen stets vermuteten —, in der Tat Endringe sind. Dass dem so ist, beweist auch der Umstand, dass in den Präparaten ausser den Ringen auch Fasern in enormer Menge erscheinen. Unter den Fasern befinden sich dicke und dünnere; für die dicken Fasern sind die längsgestreckten Varikositäten, die Verzweigungen und das Sichtbarwerden der Neurofibrillen charakteristisch. Stellenweise nehmen sie Spiralform an, was ein Zeichen der beginnenden Degeneration ist. Die dünnen Fasern sind glatt, verlaufen grösstenteils parallel und bilden hie und da lockere Geflechte. In den überaus üppigen myocardialen Geflechten sind Endringe in so grosser Zahl vorhanden, dass sie unmöglich alle als *Vagus*endigungen aufgefasst werden

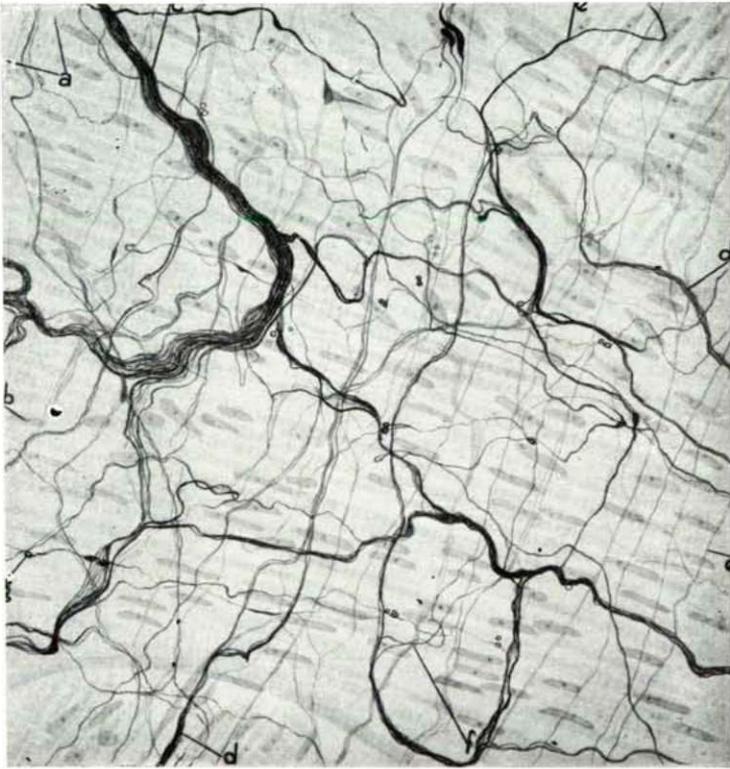


Abb. 4.: *Varanus griseus*: Herz. Innervation des *Myocardiums* des rechten Vorhofes. a) Quergestreifte Muskelfaser; b) Kern der quergestreiften Muskelfaser; c) Nervenstamm; d) Nervenbündel; e) Nervenfaser; f) Nervengeflecht; g) Nervenendigung. BIELSCHOWSKY—ÁBRAHÁMSCHES Verfahren. Vergr. 600 \times , photographisch auf die Hälfte verkleinert.

können. (Abb. 5.). Bei der Interpretation ergibt sich eine gewisse Schwierigkeit, und diese ist, dass wir — da bei der Schildkröte *Vagus* und *Sympathicus* gesondert verlaufen, — nur den *N. vagus* durchtrennt und den *N. sympathicus* intakt gelassen hatten, doch ist bei der Erwägung des Wesens der Dinge in Betracht zu ziehen, dass auch im *N. vagus* sympathische Fasern verlaufen. Ausserdem ist zu beachten, dass bei den niederen Wirbeltieren die zum Herzen ziehenden Nervenäste zum überwiegenden Teil *Vagusfasern* enthalten. Wenn dies zuträfe, so berechtigt das Auftreten der so ungewöhnlichen Mengen von Endringen auch zu der Annahme, dass die Ausschaltung der präganglionären *Vagusfasern* in der Herzmuskulatur physiologische Verhältnisse geschaffen hat, welche auch die Argentophilie der sympathischen und der postganglionären Fasern erheblich gesteigert haben. Jedenfalls spricht die an vielen Präparaten zutagetretende Menge von Ringen, von denen zahlreiche mit dickeren oder dünneren Nervenfasern in Kontinuität stehen, dafür, dass sämtliche Nervenfasern des *Myocardiums* des Schildkrötenherzens in Endringen endigen.

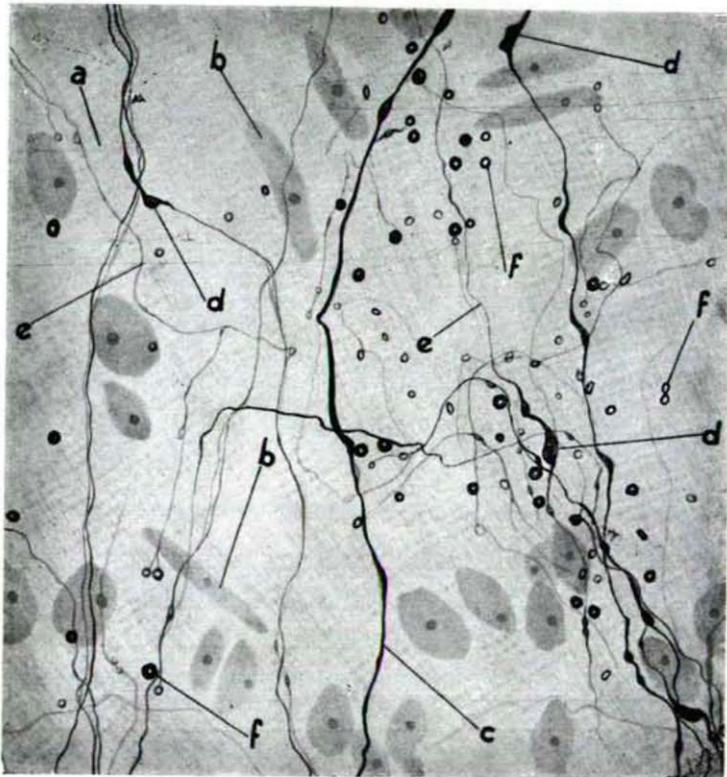


Abb. 5.: *Emys orbicularis*: Herz. Nervenfasern und -endigungen aus dem *Myocardium* der rechten Kammer. a) Quergestreifte Muskelfaser; b) Kern der quergestreiften Muskelfaser; c) dicke Nervenfasern; d) Varikosität; e) dünne Nervenfasern; f) Nervenendigung. BIELSCHOWSKY—ÁBRAHÁMSCHES Verfahren. Vergr. 1350×, photographisch auf die Hälfte verkleinert.

Was die Lage der Ringe betrifft, ist eine Stellungnahme schon schwieriger, doch spricht die Tatsache, dass bei einer bestimmten Einstellung im Mikroskop diese Endringe und die Kerne der quergestreiften Muskelfasern in scharfer Form hervortreten, dafür, dass die Endringe hypolemmal gelegen sind. Übrigens entspricht diese Lokalisation unseres Erachtens der physiologischen Rolle des *Myocardiums*, und hierfür sprechen auch die von THENG (1953) aus dem *Myocardium* der Säugetiere mitgeteilten Untersuchungsergebnisse.

Das *Kammerendocardium* ist eine dünne, überaus zarte Bindegewebsmembran, die gegen das Lumen zu von einschichtigem Plattenepithel begrenzt ist. In diesem Bindegewebsanteil konnte beim Erdvaran, bei der Tigerschlange und der Sumpfschildkröte zuweilen ein ziemlich feines Nervengeflecht imprägniert werden, in dem neben dünnen Fasern auch dicke Vagusfasern zugetreten.

Ganglien

Im Reptilienherzen finden sich Ganglien nur in der Wand der Vorhöfe und im *Septum atriorum*; sie sind in der Regel nicht gross. Grösseren Ganglien begegnen wir im Herzen des Erdvarans und kleineren im Herzen der Tigerschlange und der Sumpfschildkröte. Eigentümlich langgestreckte Ganglien sahen wir im Herzen der Ringelnatter. Die Ganglien des Erdvarans sind breiter, lang und verfügen über einen grossen Zellen- und Faserreichtum. Die Zellen sind zumeist *unipolar* und mit einem Perizellularapparat versehen. Die Ganglien der Tigerschlange sehen denen des Erdvaran ähnlich, sind aber bedeutend kleiner als diese. Gewöhnlich begegnen wir ihnen an Stellen, wo — sozusagen als aus Knotenpunkten — grössere Nervenstämme heraustreten, deren Bündel ohne Unterbrechung die Gangliensubstanz durchziehen. Diese Ganglien sind gewissermassen als Reserven bzw. als Verstärker zu betrachten, die sich mit ihren eigenen Fasern den Nervenstämmen anschliessen.

Die meisten Ganglien finden sich im Herzen der Sumpfschildkröte — und auch hier in der rechten Vorhofwand im *Epicardium*. Sie sind gewöhnlich klein, bestehen aus wenigen Zellen und die Zellen sind gross. Die die Ganglien passierenden Faserbündel und alleinverlaufenden Fasern sind scharf konturiert, wellig und gut imprägnierbar. Die Ganglien treten an einzelnen Wandstrecken zu Gruppen zusammen. Die Ganglien der Ringelnatter sind gross, längsgestreckt, ihre Zellen sphärisch rund und ihr Plasma granuliert. Es sind kompakte Ganglien, nur von wenigen Fasern durchschritten, Perizellulärapparate werden nicht recht sichtbar. Ihre Zellen weisen gewöhnlich den Charakter vegetativer Ganglienzellen auf, unter ihnen sind alle drei Zellformen (uni-, bi- und multipolare) vertreten. Was die Gesamtheit der untersuchten Ganglien anbetrifft, ist festzustellen, dass die unipolare Zell-Form dominiert. Die Fortsätze — kürzere und längere — sind in der Regel gut darstellbar. Von den kürzeren verbleiben manche im Gebiet der Ganglien und endigen in Gestalt länglicher neurofibrillärer Dendritlamellen (Abb. 6.). Nervenzellen sind nicht nur in den Ganglien, sondern auch in den Nerven, bzw. entlang derer manchmal sogar massenhaft zu beobachten. Diese Zellen stehen an der einen oder auch an beiden Seiten der Nerven in Reihen geordnet und verfolgen sie oft auf langer Strecke, wobei sie ihren Fortsatz in das Nervenbündel entsenden. Jene Zellen, welche die

Nervenbündel verfolgen, sind gewöhnlich *unipolar*, fein granuliert und mit stark exzentrisch gelegenem Kern versehen. Auf den Nervenzellen, bzw. in deren Umgebung finden sich sehr häufig die verschiedensten Endringe, Endgeflechte, Endkörnchen und Spiralen. Wir halten sie für Endigungen der präganglionären Fasern und in diesem Sinne für Synapsen.

Die Endringe treten an einigen Ganglienzellen in grösserer Zahl zutage, und zwar ohne sich irgendwelchen Nervenfasern anzuschliessen. Solche sahen wir im Vorhofepicardium des Erdvarans. Natürlich gibt es auch hier Ringe, die mit Nervenfasern in Verbindung stehen und so keinen Zweifel darüber aufkommen lassen, dass es sich hier in der Tat um Synapsen handelt. In Herzen der Schildkröte sahen wir auch Nervenzellen, in denen deutlich ein lockeres Nervenfasernetz sichtbar wurde, das zuweilen auch Endringe enthielt. Nachdem hier auch deutlich wurde, dass an die Zelle, bzw. an das ihr aufliegende Geflecht eine Nervenfasern aus dem Nervenstamm herantritt, ist der klare Erweis erbracht, dass es sich tatsächlich um Synapsen handelt.

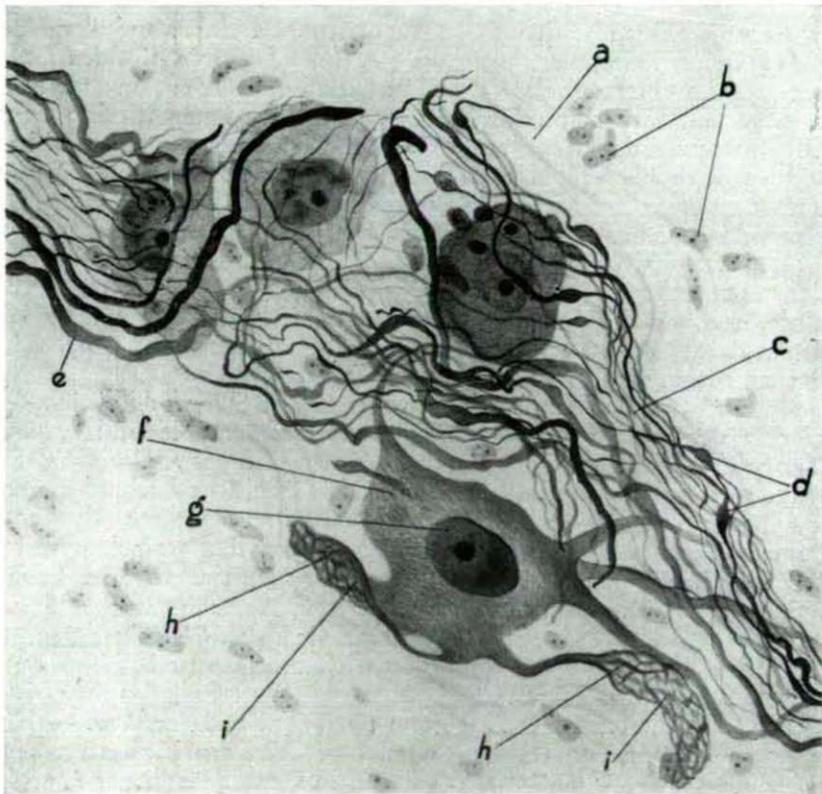


Abb. 6.: *Varanus griseus*: Nervenganglion aus dem Epicardium des rechten Vorhofes. a) Bindegewebe; b) Bindegewebskern; c) Nervenbündel; d) Varikosität; e) Nervenfasern; f) Nervenzelle; g) Kern der Nervenzelle; h) Neurofibrille; i) Dendritenlamelle. BIELSCHOWSKY-ÁBRAHÁMSCHES Verfahren. Vergr. 800×, photographisch auf die Hälfte verkleinert.

In den Herzganglien der Reptilien ist — besonders entlang der kleineren oder grösseren Nervenstäme — die Zahl jener Nervenzellen, welche von komplizierten perizellulären Geflechten, von perizellulären Körbchen umgeben sind, eine wesentlich grössere. Diese sehen wir im Herzen der Sumpfschildkröte und besonders in dem der Tigerschlange (Abb. 7.).

Bei der letzteren reihen sich im *Epicardium* des rechten Vorhofes entlang der Nervenbündel sozusagen die grossen kugelförmigen, unipolaren Zellen aneinander, die an stellenweise vollkommen, oder manchmal nur von der einen Seite her von dem dichten Endsystem einer aus dem Stamm heraustretenden dicken Faser umgeben sind.

Von den auf das Gebiet des Vorhofes entfallenden Nervenzellen sind einzelne von den aus verschiedenen Richtungen kommenden Nervenfaseren beinahe ganz umspinnen. Es sind dies ungewöhnliche und seltene Formationen, doch kann die Verbindungsform hier als Synapse aufgefasst werden. Obwohl manche Autoren diese Faser- und Zellverbindungen anders auslegen, sind wir doch der Ansicht, dass sie — in Kenntnis der morphologischen Struktur — als Synapsen zu werten sind.

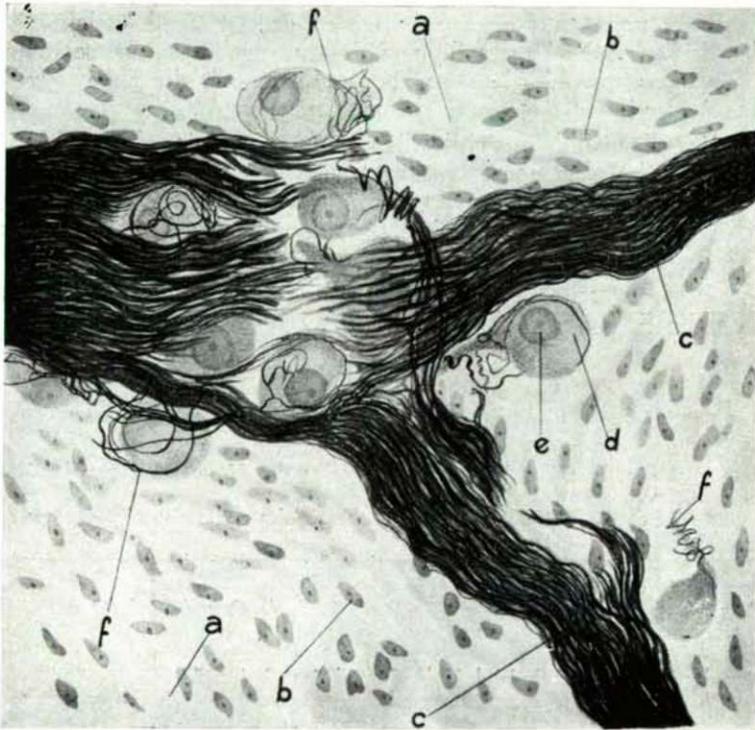


Abb. 7.: *Python reticulatus*: Nervenganglion aus dem *Epicardium* des rechten Vorhofes. a) Bindegewebe; b) Bindegewebskern; c) Nervenstamm; d) Nervenzelle; e) Kern der Nervenzelle; f) perizelluläre Spirale. BIELSCHOWSKY—ABRAHÁMSCHES Verfahren. Vergr. 600 \times , photographisch auf die Hälfte verkleinert.

Zusammenfassung

1. Als Ergebnis der am Herzen des Erdvaran (*Varanus griseus*), der Ringelnatter (*Tropidonotus natrix*), der Tigerschlange (*Python reticulatus*) und der Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*) durchgeführten neurohistologischen Untersuchungen konnte mit Bezug auf die Nervenversorgung der einzelnen Herzabschnitte folgendes festgestellt werden.

1. In der Wand des *Sinus venosus* ziehen dicke Nervenbündel. Die aus den Bündeln heraustretenden Fasern bilden sehr reichhaltige Geflechte, in denen kleinere und grössere Ganglien sowie den Bündeln sich anschliessende unipolare Nervenzellen häufig sind.

2. In der Wand der Vorhöfe breiten sich reiche Nervengeflechte aus, die relativ zahlreiche Nervenganglien enthalten. Im *Myocardium* finden sich dichte Nervengeflechte und fallweise werden sehr scharf auch die Endringe sichtbar, die sich *hypolemmal* den quergestreiften Muskelfasern anschliessen.

3. In der Wand der Kammern, namentlich in der Nähe der Klappen, finden sich ausserordentlich zahlreiche Nervenfasern, darunter dicke variköse und dünne, in ihrem ganzen Verlauf glatte Fasern. Besonders im Herzen der Sumpfschildkröte konnten Nervenendringe in grosser Zahl gesichtet werden, die teils den dicken und teils den dünnen Fasern angehörten. Diese Erscheinung spricht dafür, dass sowohl die vom *Vagus*, als auch die vom *Sympathicus* stammenden Fasern in Gestalt von Endringen frei endigen.

4. Die Ganglien sind ausschliesslich auf das *Epicardium* der Vorhöfe beschränkt, liegen im allgemeinen locker angeordnet und ihre Zellen sind vorwiegend *unipolar*, doch kommen auch bi- und multipolare Formen ziemlich häufig vor. Nicht selten begegnen wir *Dendritlamellen* und häufig auch perizellulären Geflechten.

5. Spezialisierte sensorische Nervenendorgane konnten weder im *Epicardium*, noch im *Endocardium* nachgewiesen werden.

Schrifttum

1. ÁBRAHÁM, A.: Über die mikroskopische Innervation der Herzmuskulatur der Wirbeltiere. Arbeiten des Ung. Biol. Forsch. Inst. 10. p. 468. 1938.
2. ÁBRAHÁM, A.: Über die Probleme in der Histologie des vegetativen Nervensystems. Acta Biol. Univ. Szeged, 2. p. 111. 1956.
3. ÁBRAHÁM, A.: Die mikroskopische Innervation des Herzens der Amphibien. Acta Biol. Univ. Szeged. 7. p. 45. 1961.
4. ÁBRAHÁM, A.: A szív beidegződése. M. T. A. Biol. és Orvosi Tud. Oszt. Közl. 12. p. 207. 1961.
5. ÁBRAHÁM, A.; ERDÉLYI, L.: Über die Struktur und die Innervation des Reizleitungsystems im Herzen der Säugetiere. Acta Biol. Univ. Szeged. 3. p. 275. 1957.
6. ÁBRAHÁM, A.; ERDÉLYI, L.: Localisation of acetylcholinesterase in the cardiac conducting system of Ungulata. Acta Morph. Acad. Sci. Hung. 8. p. 403. 1959.
7. ÁBRAHÁM, A.; HORVÁTH, I.: Über die mikroskopische Innervation des Herzens von Süswasser-knochenfischen. Zeitschr. mikr. Anat. Forsch. 65. p. 1. 1959.
8. ÁBRAHÁM, A.; STAMMER, A.: Die mikroskopische Innervation des Vogelherzens. Acta Biol. Univ. Szeged, 3. p. 247. 1957.
9. BENNINGHOFF, A.: Das Herz in W. Möllendorff's Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. VI/1. Berlin. p. 161. 1930.

10. BENNINGHOFF, A.: Das Herz in L. Bolk's Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. 6. p. 467. 1933.
11. BOEKE, J.: The innervation of the muscle fibres of the myocardium and the atrioventricular bundle of His in the heart of the tortoise. Proc. Acad. Amsterdam 28. p. 32. 1925.
12. BOEKE, J.: Der sympatische Grundplexus und seine Beziehungen zu den quergestreiften Muskelfasern und zu den Herzmuskelfasern. Zeitschr. mikr. Anat. Forsch. 34. p. 330. 1933.
13. KRAUSE, R.: Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere. 1—4. Berlin—Leipzig, 1921—1926.
14. STÓHR, PH.: Nervensystem in Möllendorffs Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. IV/5. Berlin—Göttingen—Heidelberg, 1957.
15. TCHENG, K. T.: Innervation du myocarde et du faisceau de His chez deux mammifères le mouton et le chat. Cardiologia, Basel. 15. p. 227. 1950.