

ÜBER DIE NERVENSTRUKTUREN DES PERIOSTS

P. KOWALSKIJ und G. GLUSCHTSCHENKO

(Eingegangen am 6. Mai 1960)

Die ersten Arbeiten über die Innervation des Periosts sind gegen Mitte des vorigen Jahrhunderts erschienen (PAPPENHEIM, 1843; PURKINJE, 1845; HALBERSTMA, 1847; RAUBER, 1868, 1870 u. a.). Später, nach längerer Pause, befaßten sich die Forscher vor allem mit der Anatomie der Nerven des menschlichen Periosts (RASUMOWSKY, 1884; MOLOTKOW, 1925, 1926, 1948; JELETZKIJ, 1931; IOSSELIANJ, 1936; FEITELBERG, 1938; LICHTENSTEIN, 1948; SZAMOJLOW, 1951; OTELIN, 1955, 1956, 1958; SHICA, 1957; POPA, 1957; DOMRATSCHEWA, 1958; SMIRNOWA, 1958 u. a.). Kurze Berichte über die mikroskopische Struktur der Knochenhautnerven finden sich nur verstreut in Arbeiten, die sich mit anderen Themen beschäftigen, weiterhin in der kurzen, lediglich 2 Seiten umfassenden und mit einer einzigen Zeichnung illustrierten Abhandlung von MISKOLCZY (1926). Die experimentell-morphologische Erforschung dieser Frage betreffend sind derartige Untersuchungen in noch geringerer Zahl zu finden, und sie beschäftigen sich fast ausschließlich mit den Veränderungen der periostalen Nervelemente unter Wirkung durchdringender Bestrahlungen (OTELIN, 1957).

Im Rahmen der eigenen Untersuchungen wünschten wir die Gewebstruktur der periostalen Nervelemente eingehend zu studieren und darüber hinaus die Herkunft der Innervation und die funktionellen Gegebenheiten der Nerven experimentell zu bestimmen.

Methode

Für die histologischen Untersuchungen wurden Mäusebeine nach DE CASTRO mit Silber imprägniert und anschließend Schnitte hergestellt. Die Knochenhaut anderer Tierarten (Katze, Kaninchen, Hund, Pferd, Rind, Schaf) studierten wir in Form von Totalpräparaten, die nach BIELSCHOWSKY-GROSS bzw. CAMPOS ebenfalls mit Silber imprägniert wurden. Die funktionelle Bedeutung der periostalen Nervelemente wünschten wir klarzustellen, indem wir die spinalen Ganglien der Katze exstirpierten, die motorischen Wurzeln der spinalen Nerven durchtrennten und den kranialen zervikalen Ganglion bzw. die abdominale sympathische Ganglienkette entfernten. Nachdem die erforderliche Zeitdauer für das Zustandekommen der WALLERschen Degeneration verstrichen war, suchten wir im Periost der entsprechenden Skeletteile nach degenerierten Nervenfasern.

Bei der Untersuchung der segmentalen Periostinnervation durchtrennten wir einige segmentale Nerven des Armgeflechtes und stellten — ebenso wie bei den vorigen Versuchen — die Anwesenheit der degenerierten Nervenfasern fest.

Ergebnisse

Die Untersuchungen hatten wir noch vor dem 2. Weltkrieg in Angriff genommen und ebenso wie MISKOLCZY das Mäusebein nach der Methode von DE CASTRO imprägniert und die daraus hergestellten Schnittserien untersucht. In zahlreichen Untersuchungen vermochten wir MISKOLCZY'S Beobachtungen zu bestätigen. Darüber hinaus machten wir indessen zahlreiche neue Wahrnehmungen: wir ermittelten, wie die Nervenfasern von den Nerven der Ernährungskanäle, aus dem subkutanen Nervennetz, aus den zu den Haarwurzeln und Talgdrüsen verlaufenden Nervenbündeln sowie aus den zu den Sehnen gehenden Nerven in die Knochenhaut eindringen. Wir beobachteten, wie die Nerven in das Innere des Knochens durch die Ernährungskanäle eintreten, und sahen auch die in die Grundsubstanz des Knochens eintretenden Nervenfasern. In bezug auf die Nervenendigungen machten wir ebenfalls mehr Feststellungen als MISKOLCZY.

Diese Untersuchungen wiederholten wir an Material von Kaninchen und Katzen, und die Ergebnisse bestärkten die früheren Resultate. Darüber hinaus ermittelten wir bei diesen Tierarten neue Gesetzmäßigkeiten im Verlauf der Nerven, die damit zusammenhängen, daß das Periost bei diesen Tieren, anders als bei den Mäusen, aus zwei Schichten besteht. Im Periost und Knochenmark fanden wir außerdem neuartige Nervenendigungen.

Im weiteren untersuchten wir die Knochenhaut an Totalpräparaten nach BIELSCHOWSKY-GROSS'Scher Silberimprägnation. Diese Präparate gestatten es, die Nerven weit zu verfolgen, und man vermag die Nervenstrukturen großer Regionen im ganzen zu betrachten. Es wurden verschiedene Knochen untersucht (Schienbein, Humerus, Ulna, Radius, Rippen, Zungenbein, Nasenbein und Maxilla).

Wie die Untersuchungen ergaben, bilden die Nerven des Periosts ein Geflecht, das sich hauptsächlich in der Adventitia befindet. Man findet in ihnen Nervenfasern sowohl markhaltigen als auch ohne Markscheide, und häufig kommen kabelartige Nervenfasernbündel und perineurale Scheiden vor (Abb. 1), die mitunter aus zwei Schichten bestehen. Die Nerven und die Zweige der Nervenfasernstränge bilden häufig ein Geflecht (Abb. 2). Bei ihrer Untersuchung überzeugten wir uns davon, daß die Nervenfasern von einem Bündel in das andere hinübergehen, jedoch selber keinen Plexus bilden. Demnach wird in unserem Fall das Nervengeflecht durch die Verzweigung der Nervenfasernbündel und nicht der Nervenfasern selber zustande gebracht, was zu der Auffassung über die retikuläre Struktur des Nervensystems im Gegensatz steht.

Sehr variabel und außerordentlich kompliziert gestaltet sich der Verlauf der Nervenfasern dort, wo sich den Knochen Muskeln anschließen. In der Diaphyse der Röhrenknochen verlaufen die Nervenfasern hauptsächlich longitudinal, was man am deutlichsten in den Regionen sieht, wo keine Muskeln haften.

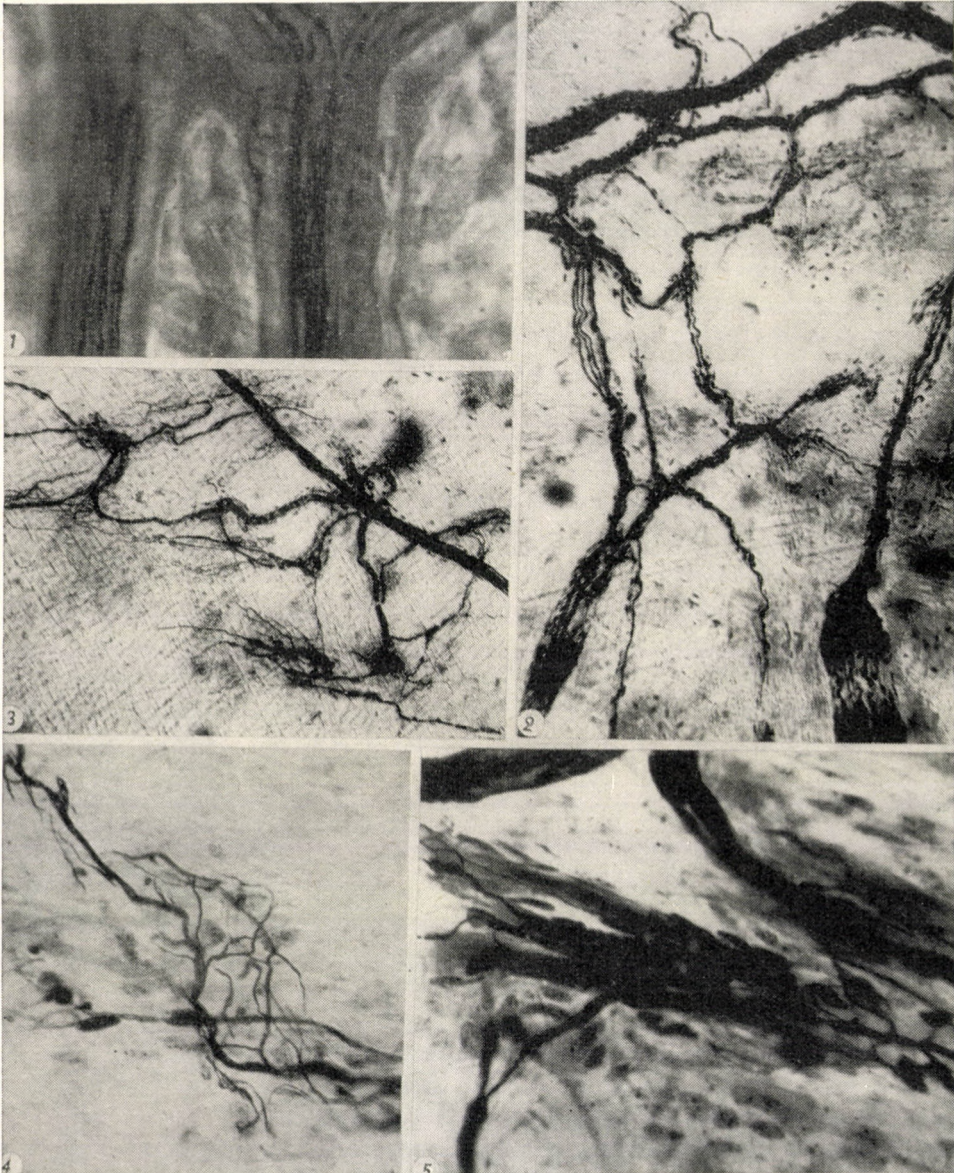


Abb. 1. Die perineuralen Scheiden der Knochenhaut

Abb. 2. Das Nervenplexus der Knochenhaut

Abb. 3. Das Bild der charakteristischen Nervenendbäumchen

Abb. 4. Endbäumchen in der Fibroblastschicht

Abb. 5. Die Verbindung zwischen Fibroblasten und Nervenendigungen

Die fibroelastische Hülle der Knochenhaut enthält gleichfalls eigene Nerven, jedoch erheblich weniger als die Adventitia. Diese Tatsache ist darauf zurückzuführen, daß der Knochen im wesentlichen von der Adventitia innerviert wird und hier die Schmerzempfindung unter Mitwirkung der Adventitienerven zustande kommt. In der Kambialschicht der Knochenhaut finden wir Fasern ohne Markscheide. Hier kommen zwischen den Osteoblasten auch Nervenendigungen vor. Wie aus den Vertikalschnitten ersichtlich, durchqueren die meisten Nervenfasern die fibroelastische Schicht und treten in die Knochensubstanz ein, in der sie in der Regel nicht mehr imprägniert sind.

Nur ein Teil der Nerven steht mit Blutgefäßen in Verbindung. Die Mehrzahl der Nervenfasern und Fasernstränge kreuzt, mitunter im rechten Winkel, oft den Weg der Arterien und Venen. In diesen Fällen wird der Nervenfasernstrang an der Blutgefäßoberfläche breiter und zugleich flacher, weil seine Nervenfasern hier in einer Ebene liegen.

Den Haupttypus der im Periost anzutreffenden Nervenendigungen bildet in der Mehrzahl der Fälle die verästelnde Form (Abb. 3). Alle Nervenendigungen teilen sich nur in wenige Zweige und nehmen ein verhältnismäßig großes Gebiet ein; die Endzweigchen verlieren ihre Scheide und werden zum Ende hin immer dünner. Diese Nervenendigungen zeigen in den verschiedenen Gebieten jeweils eine andere Häufigkeit, Form und Größe, die im wesentlichen von den strukturellen Gegebenheiten und der Vaskularisation des Periosts sowie von der Form des Knochens und von den Arteigentümlichkeiten des Tieres abhängt. In der fibroelastischen Schicht findet man Endbäumchen nur selten; hier sind sie an den Fibrozyten (Abb. 4 und 5), in der kambialen Schicht hingegen an den Osteoblasten zu beobachten.

Im Periost kommen häufig VATER-PACINISCHE Körperchen vor. Meistens sind sie an Ursprungsstellen der Sehnen, an den entgegengerichteten Oberflächen zweier Knochen, in der Umgebung der Blutgefäße und an anderen Stellen zu finden. Die VATER-PACINISCHEN Körperchen und die dazu gehörigen reflexogenen Zonen kommen an fixen Stellen vor. Solche haben wir zwischen dem Schienbein und der Fibula, am distalen Teil des Unterschenkels, sowie am proximalen Teil des Unterarmes zwischen dem Radius und der Ulna beobachtet. Solche fixe Zonen kommen im allgemeinen bei allen, von uns beobachteten Arten vor. Besonders interessant scheint auch die Tatsache zu sein, daß ganz unabhängig von dem Verbindungstyp und der Bewegungsart der Knochen, diese Zonen immer an der selben Stelle zu beobachten sind. So ist z. B. auch beim Pferd diese Zone am distalen Ende des Unterschenkels, obwohl die Fibula nicht so weit hinunter reicht. Eben deswegen ist es sehr schwer die Funktion dieser Zonen zu erklären. Zur Erklärung der Funktion müssen neben der Rolle, welche diese Gebilde bei der Kontrolle der Druckverhältnisse in den Räumen zwischen den Knochen und bei der Kontrolle der Gefäßpulsation spielen auch die phylogenetischen Verhältnisse mit in Betracht gezogen werden.

Außer den VATER-PACINISCHEN kommen in der Knochenhaut auch veränderte KRAUSESCHE und GOLGI-MAZZONISCHE Körperchen vor (Abb. 6). Ihre Zahl ist besonders beim Pferd hoch und ihre Struktur ziemlich eigenartig. Die Zahl der Nervenendigungs- und der Differenzierungsgrade der Kapsel verraten das Alter des Endkörperchens.

Im Inneren des von einer Kapsel umgebenen Endkörperchens endet bisweilen nur ein Teil der Nervenfasern, während die anderen neben dem Endkörperchen weiterlaufen. In diesen Fällen liegt die viele Axone aufweisende Nervenendigung in einer perineuralen Scheide, deren verbreiteter Abschnitt der Kapsel der Endigung entspricht.

In der reflexogenen Zone des Pferdes sind verschiedene Nervenendigungen anzutreffen, und zwar auch solche, die einen Übergang zwischen den VATER-PACINISCHEN Körperchen und anderen mit Kapsel versehenen Nervenendigungskörperchen repräsentieren (Abb. 7). Aus diesen Tatsachen darf geschlossen werden, daß die Umbildung von Nervenendigungen zu Nervenendigungen anderer Art auch im vollentwickelten Organismus noch vor sich geht.

Beim Vergleich der Nervenendigungen von Embryos und ausgewachsenen Tieren kann man sich davon überzeugen, daß embryonale Endigungen auch bei letzteren vorkommen (Abb. 8). Diese Tatsache beweist, daß die Entwicklung der Nervenendigungen auch nach der Geburt weitergeht.

Die beschriebenen Nervenendigungen gehören zum Bindegewebe der Knochenhaut und sind — von gewissen Ausnahmen abgesehen — als sensorische Endigungen zu betrachten. Außerdem finden sich im Periost sensorische Nervenendigungen noch in den Blutgefäßen, perineuralen Scheiden, in den mit Kapsel versehenen Endkörperchen und in den verschiedenen polyvalenten Endigungen.

Bei der Untersuchung der Periostinnervation haben wir uns davon überzeugt, daß die Knochenhaut — besonders des Pferdes — ein sehr dankbares Material zur Erforschung der perineuralen Scheiden darstellt. Nach unseren Untersuchungen besteht die perineurale Scheide aus einer äußeren und einer inneren Platte, zwischen denen sich die perineurale Spalte befindet. Von der Menge der darin enthaltenen Flüssigkeit hängt der Differenzierungsgrad der perineuralen Scheide sowie der Umstand ab, ob beide Schichten deutlich zu erkennen sind.

Im Periost des Pferdes war zu beobachten, daß die perineuralen Scheiden mit den Lymphkapillaren und vor allem mit den Blutkapillaren in Verbindung stehen. Im letzteren Fall (Abb. 9) tritt die Blutkapillare in das Innere der perineuralen Scheide ein, wo sie sich in zwei Zweige teilt, die in entgegengesetzter Richtung weiterlaufen. Danach verlassen die Blutkapillaren die perineurale Scheide. Von den Lymphkapillaren lassen sich die Blutkapillaren auf Grund der in ihnen enthaltenen roten Blutkörperchen unterscheiden.

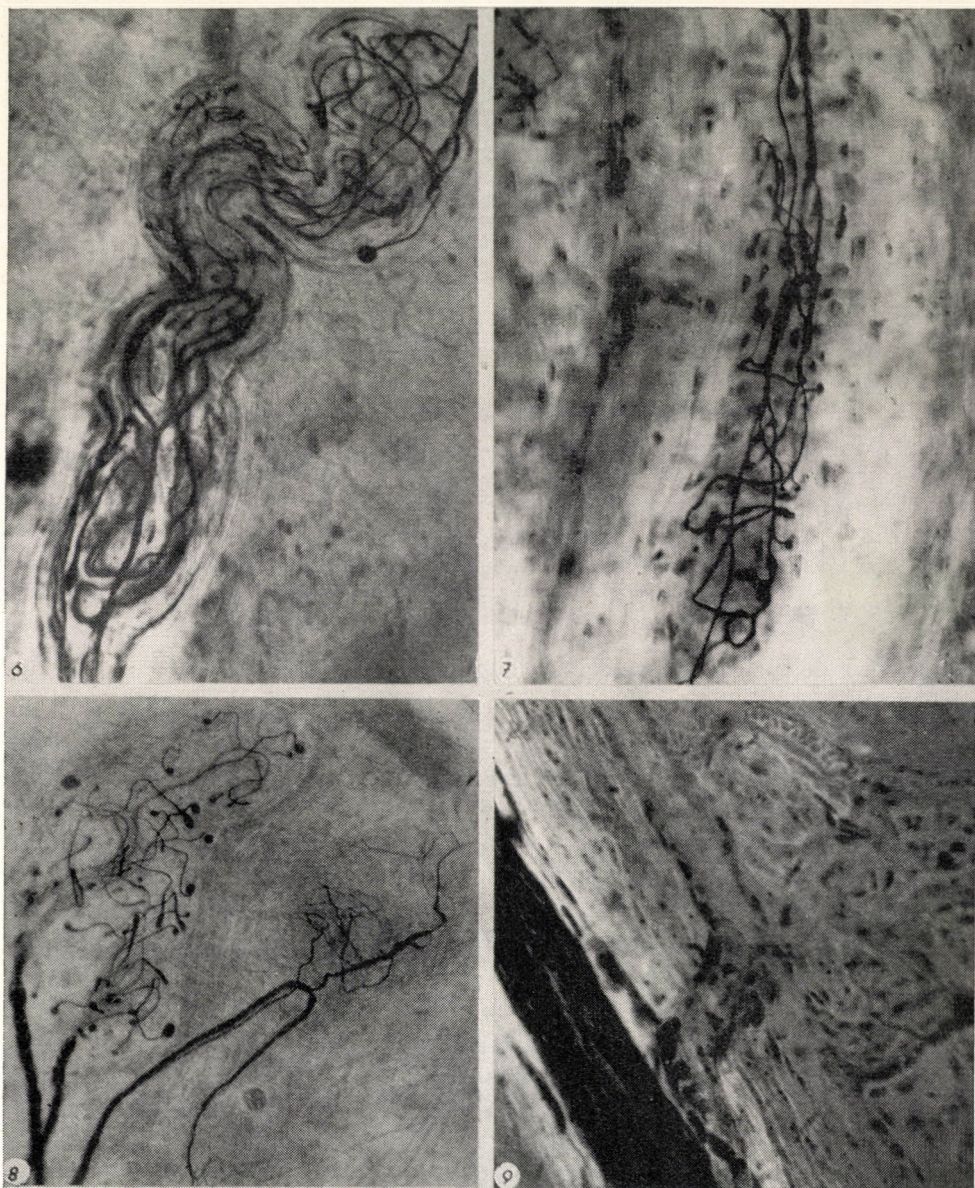


Abb. 6. Die für das Periost des Pferdes charakteristischen Nervendkörperchen

Abb. 7. Vater-Pacinisches Endkörperchen, dessen innerer Kolben der Struktur des Golgi-Mazzonischen Endkörperchens entspricht

Abb. 8. Entwicklung des Nervenkörperchens im Periost des vollentwickelten Pferdes

Abb. 9. Verbindung zwischen den perineuralen Scheiden und den Blutkapillaren

Im zweiten Teil unserer Arbeit beschäftigten wir uns mit der experimentell-morphologischen Erforschung der periostalen Nervelemente, indem wir die funktionellen Gruppen der Nerven analysierten und den Ursprung der Innervation untersuchten. Diese Untersuchungen wurden an Kaninchen, Katzen, Hunden und Pferden vorgenommen.

In der ersten Versuchsreihe entfernten wir die spinalen Ganglien. Am 3.—4. Tage nach der Operation wurden die Versuchstiere getötet und in der Region, die zum operierten Nerven gehörte, die Knochenhaut untersucht.

Wie die Ergebnisse zeigen, gehören die meisten Nervenfasern und Nervenendigungen der Knochenhaut zu den Neuronen der spinalen Ganglien so daß es sich bei diesen wirklich um sensorische Nervenfasern und Endigungen handelt. Diese Tatsache steht voll und ganz im Einklang mit der hochgradigen Empfindlichkeit des Periosts, welche bewirkt, daß das Tier seine Knochen gegen Schläge und andere Schädigungen zu schützen sucht, um damit die Schutzfunktionen des Periosts zu sichern. Wie auch aus der Anwesenheit der verschiedenen Nervenendigungs Zweige und mit Kapsel versehenen Nervenendkörperchen geschlossen werden darf, muß die Knochenhaut in der Tat auch andersartige Reize auffangen. Bei diesen handelt es sich gleichfalls um sensorische Nervenendigungen, die jedoch ihrer speziellen Struktur entsprechend irgendwelche besonderen Funktionen ausüben müssen.

Bei der zweiten Versuchsreihe entfernten wir die abdominale Sympathikus-Ganglienkette bzw. das kraniale Halsganglion und führten anschließend die entsprechenden neurohistologischen Untersuchungen durch. In diesen Fällen fanden wir eine gewisse Zahl degenerierter Nervenfasern im Periost der Gesichtsschädelknochen sowie des Schienbeins. Diese sind die Neurite der in den sympathischen Ganglien befindlichen peripheren vegetativen Neurone: sehr dünne Fasern ohne Markscheide, deren Endigungen oft mit den Fibroblasten des Bindegewebes oder mit den Zellen der kambialen Schicht in Beziehung stehen. Möglicherweise hängt die Funktion dieser Nervenendigungen mit den Faserbildungs- und Regenerationsprozessen der Knochenhaut zusammen.

In der dritten Versuchsreihe durchtrennten wir die ventralen Wurzeln der Rückenmarksnerven. Bei diesen Versuchstieren untersuchten wir die Histologie der periostalen Nervelemente an verschiedenen Knochen, hauptsächlich aber an den Rippen, wo wir degenerierte Nervenfasern fanden. Dieses Ergebnis bestätigte unsere Annahme, daß im Periost auch motorische Nervenfasern enthalten sein müssen. Aus den weiteren Untersuchungen ging indessen hervor, daß diese motorischen Fasern die Knochenhaut nur durchqueren und eigentlich zu den Muskeln verlaufen, in denen sie enden. Mitunter war zu beobachten, wie sich diese Fasern mit typischen motorischen Endplatten den Muskelfasern in unmittelbarer Nähe der Haftstellen am Periost anschließen.

Aus den Untersuchungsergebnissen darf geschlossen werden, daß im Periost alle drei funktionellen Nervelemente — sowohl sensorische, motorische wie vegetative — vorzufinden sind.

Das nächste Problem das bei der Untersuchung der Knochenhaut unser Interesse erweckte, war ihre segmentale Innervation. Ebenso wie bei der Untersuchung der segmentalen Innervation der Extremitätenmuskeln und -haut, mit der sich unser Institut jahrelang befaßt hat, wendeten wir bei Kaninchen, Katzen, Hunden und Pferden die experimentelle Methode an, bei der einzelne segmentale Nerven des Armgeflechts durchtrennt, die Tiere nach 3—7 Tagen (die Pferde auch nach 15 Tagen) getötet und die Knochenhautpräparate histologisch aufgearbeitet werden. In den nach BIELSCHOWSKY-GROSS imprägnierten Totalpräparaten ermittelten wir die Lokalisation und Zahl der degenerierten Nervenfasern im Periost der vorderen Extremitätenknochen.

Die Untersuchungen ergaben, daß alle Teile des Periosts der untersuchten Knochen aus mehreren Segmenten mit Nervenfasern innerviert werden. Die Zahl dieser Fasern ist in den einzelnen Regionen verschieden, und infolgedessen differenzieren sich bisweilen die segmentalen Hauptnerven, wie z. B. am vorderen Mittelfußknochen und Fesselbein des Pferdes, ziemlich deutlich. Zu gleicher Zeit sahen wir, daß angesichts der vorhandenen Überdeckungen keine scharfe Grenze zwischen den Innervationsgebieten der benachbarten Segmente gezogen werden kann.

Auf Grund unserer Untersuchungen ist im Periost der Vorderbeinknochen sowohl des Hundes wie des Pferdes der VIII. zervikale Nerv als der stärkste und der VII. zervikale Nerv als der schwächste zu betrachten.

In bezug auf die Anordnung der Nervenfasern im Periost der Vorderbeinknochen war keinerlei Gesetzmäßigkeit festzustellen.

Besprechung

Wie aus unseren beschriebenen Beobachtungen hervorgeht, bilden die Nervenfasern der Knochenhaut ein Geflecht, während sich die Nervenfasernbündel verzweigen und die Fasern von einem Nervenstamm zum anderen verlaufen. Die einzelnen Fasern verzweigen sich jedoch nicht und vereinigen sich auch nicht miteinander. Bei der Untersuchung der Knochenhautinnervation fanden wir somit keine Angaben, welche die Theorie von der Kontinuität des Nervensystems bestätigen würden.

Die Entwicklung des Nervenfaserngeflechts läßt sich mit der mehr oder weniger gleichmäßigen Verteilung der qualitativ verschiedenen Nervenfasern erklären. Wir vermochten nachzuweisen, daß sämtliche Zonen der Knochenhaut mit einigen, mindestens jedoch mit zwei Segmenten des Zentralnervensystems in Verbindung stehen. Darüber hinaus sind die Fasern der verschie-

denen funktionellen Nervengruppen, Mischnerven bildend, ebenfalls gleichmäßig verteilt.

Bei der Mehrzahl der periostalen Nervenendigungen handelt es sich um sensorische. Die kapsellosen Nervenendigungen oder Endbäumchen repräsentieren die in geringstem Maße spezialisierten Endigungen. Diese sind für jede Knochenhautform derart charakteristisch, daß sie vermutlich als Rezeptoren der häufigsten Reizformen, z. B. des Schmerzreizes, dienen. Die Spezialisierung der Nervenendigungen führt sodann zur Entstehung komplizierterer Strukturen und ihre Assoziation mit akzessorischen Zellen zur Entwicklung der mit Kapsel versehenen Nervenendkörperchen. Auf diese Weise kommen die Baro-, Chemo- und Angiorezeptoren zustande. Unter gewissen Verhältnissen gestalten sich einzelne Nervenendigungen zu andersartigen Endigungen um.

Nach unseren Untersuchungsergebnissen sind keine motorischen Nervenendigungen im Periost anzutreffen. Motorische Nervenfasern durchqueren zwar die Knochenhaut, diese Fasern innervieren indessen Muskeln. Die sympathischen Nervenfasern verlaufen jedoch nicht nur durch die Knochenhaut, sondern enden auch in ihr, während sie unterdessen mit Fibroblasten und Osteoblasten in Beziehung treten. Bei diesen Nervenendigungen handelt es sich offenbar um trophische, deren Funktion mit dem Wachstum und der Regeneration des Knochens zusammenhängt.

Das Studium der segmentalen Innervation des Periosts hat gezeigt, daß in ihr die Fasern verschiedener Segmente vermischt vorkommen. Unter Berücksichtigung der Verteilung und Quantitätsgradienten der Fasern lassen sich keine Gesetzmäßigkeiten ermitteln, wie dies bei anderen Organen (Haut, Muskeln) möglich war. Infolgedessen sind wir zu der Schlußfolgerung gelangt, daß das am Aufbau der Extremitätenknochen teilnehmende Mesenchym der einzelnen Segmente im Verlauf der embryonalen Entwicklung eine stärkere Mischung zeigt als das der Myotome und Dermatome. Nichtsdestoweniger bleibt während der Entwicklung der Extremitätenknochen die Hauptmasse jedes einzelnen Segments erhalten. Dies ergibt sich vor allem aus der Anwesenheit der sog. axialen Nerven, die mehr Nervenfasern enthalten als die benachbarten Nerven.

Schlußfolgerungen

An Hand der Untersuchungsergebnisse dürfen wir folgende Schlüsse ziehen:

1. Die Nervenfasernbündel bilden Geflechte in der Knochenhaut und bestehen in den meisten Fällen aus Fasern, die aus verschiedenen Segmenten mit unterschiedlichem funktionellen Charakter stammen.
2. Die Nervenendigungen der Knochenhaut sind zum Teil Endbäumchen, die aller Wahrscheinlichkeit nach zur Rezeption der Schmerzreize dienen. Wei-

terhin finden sich die besser differenzierten, mit Kapsel versehenen Nervenendkörperchen (die VATER-PACINISCHEN und GOLGI-MAZZONISCHEN Endkörperchen sowie ihre für das Pferd charakteristischen abgewandelten Formen usw.), die als Mechano-, Chemo- und Angiorezeptoren funktionieren.

3. Beachtung verdienen auch die an den Fibroblasten und Osteoblasten vorzufindenden Nervenendigungen der sympathischen Nervenfasern, die davon zeugen, daß das Nervensystem imstande ist, die Wachstums- und Regenerationsprozesse der Knochen zu beeinflussen.

4. Gewisse Knochenhautregionen, so einzelne Bezirke im oberen Drittel des Ellbogenbeins und im unteren Drittel des Schienbeins, repräsentieren reflexogene Zonen, die verschiedene freie und mit Kapsel versehene Nervenendigungen, hauptsächlich VATER-PACINISCHE Körperchen, enthalten. Diese Zonen zeigen eine über den Kreis der Arten hinausgehende Konstanz.

5. In der Knochenhaut sind stets die Nervenfasern mehrerer Segmente anzutreffen, und die Anordnung der Nervenfasern weist keinerlei Gesetzmäßigkeit auf. Jedenfalls enthält ein Segment stets mehr Nervenfasern als die anderen. Diesen segmentalen Nerv haben wir als axialen Nerv bezeichnet.

Zusammenfassung

Nach jahrelangem Studium der Knochenhautinnervation an Katzen, Hunden, Pferden, Schweinen sowie an kleinen und großen Wiederkäuern wurde festgestellt, daß die Periostnerven außerordentlich charakteristische Geflechte bilden, deren Eigentümlichkeiten von der Entwicklung der Knochenoberfläche und von den an den Knochen haftenden Muskeln abhängen. Die Nervenfasernbündel sind von gut differenzierten perineuralen Scheiden umgeben.

Bei den Nervenendigungen der Knochenhaut handelt es sich teils um freie Endigungen, teils um mit Kapsel versehene Nervenendkörperchen. An gewissen Stellen bilden diese Endigungen reflexogene Zonen, die mitunter eine für die Art bezeichnende Konstanz aufweisen (z. B. die interossealen reflexogenen Zonen am Unterarm und Unterschenkel).

Die experimentell-morphologische Untersuchung der Knochenhautinnervation hat ergeben, daß die Nervenversorgung teils sensorischen, teils vegetativen Ursprungs ist. Die motorischen Nervenfasern durchqueren lediglich das Periost in Richtung der Muskeln.

Die Vermischung der zu den verschiedenen Segmenten gehörigen Nervenfasern zeigt in der Knochenhaut ein derartiges Ausmaß, daß keinerlei Gesetzmäßigkeit in ihrem Verlauf beobachtet werden kann. Dennoch differenzieren sich in den Extremitäten die sog. axialen Nerven, die am reichsten mit Nervenfasern versehen sind.

LITERATUR

1. Глуценко, Г. П.: (1953) К вопросу морфологии нервов надкостницы. В кн. Проблемы межнейронных и нейротканевых отношений. Изд. Ак. наук УССР, Киев.
2. Глуценко, Г. П.: О рецепторах надкостницы лошади. Вопросы физиологии № 10, Киев (1954).
3. Глуценко, Г. П.: (1956) Экспериментально-морфологические исследования иннервации надкостницы. Дисс. Белая Церковь.
4. Глуценко, Г. П.: (1956) Рефлексогенные зоны надкостницы костей грудных конечностей собаки и лошади. Тез. докл. II Укр. конф. морфологов. Харьков.
5. Глуценко, Г. М.: (1957) Экспериментальные исследования сегментальной иннервации надкостницы. Науч. зап. Б.-Церк. с.-х. ин-та т. VI.
6. Глуценко, Г. П.: (1957) О некоторых сосудисто-нервных отношениях в надкостнице. Тез. докл. I. Белорусс. конф. морфологов. Минск.
7. Глуценко, Г. П.: (1958) О межкостной рефлексогенной зоне надкостницы предплечья. Науч. Зап. Б.-Церк. с.-х. ин-та. т. VIII.
8. Домрачева, Н. И.: (1958) К вопросу о морфологии костей нижних конечностей эмбрионов и плодов человека. Дисс. Казань.
9. Елецкий, А. Г.:

К вопросу об иннервации капсулы и суставных концов костей коленного сустава. Вестн. хирур. и погр. обл. кн. 65—66, Ленинград 1931. — 10. *Жица, В. Т.*: (1957) Нервный аппарат надкостницы плечевой кости человека. Дисс. Кишенев. — 11. *Иоселиани, Д. Г.*: (1936) Костные нервы бедра и голени и влияние их повреждения на развитие костной мозоли (на грузин. яз.). Дисс. Тбилисси. — 12. *Ковальский, П. А.*: (1947) К иннервации надкостницы. Дисс. Белая Церковь. — 13. *Ковальский, П. А.*: (1949) К вопросу о гистологии нервов надкостницы. Науч. зап. Б.—Ц. с.-х. ин-та т. II, в. II. — 14. *Ковальский, П. О.*: (1951) Про трофічну іннервацію періоста. Доп. АН УРСР № 5. — 15. *Ковальский, П. А.*: (1952) О структуре периневральных влагалищ надкостницы и их связи с лимфатическими капиллярами. Науч. Зап. Б.—Церк. с.-х. ин-та т. III. — 16. *Ковальский, П. А.*: (1957) Матеріали по гистології нервів надкостниці. Тез. докл. I Белорусс. конф. морфологов. Минск. — 17. *Ковальский, П. А.*: (1958) К функциональной морфологии нервных структур надкостницы. Тез. докл. VI Всесоюз. съезда анатомов, гистологов и эмбриологов. Киев. — 18. *Лихтенштейн, А. Е.*: (1948) Типовая анатомия нерва межкостной перепонки Раубера и его участие в иннервации костей предплечья. Тр. Казанского ин-та ортопедии и восс. хир. т. II, Казань. — 19. *Молотков, А. Г.*: (1925) Трофическая функция нервной системы как основа патологических процессов в хирургии. Русс. физиол. журнал им. Сеченова. т. VIII, кн. 5—6. — 20. *Молотков, А. Г.*: (1926) Патогенез кожно-костных расстройств и опыт нового способа хирургического их лечения. Вестн. хирур. т. VII, кн. 20. — 21. *Молотков, А. Г.*: (1948). Отраженные явления в нервной системе как защитный аппарат организма. 8 сессия нейрохирургического совета, Москва — 22. *Отелин, А. А.*: (1955) Об иннервации надкостницы. Курский мед. ин-тут. Сб. трудов. — 23. *Отелин, А. А.*: (1956) Нервный аппарат надкостницы и его изменения при некоторых патологических состояниях организма. Науч. конф. по морф. и пат. костной системы. Курск. — 24. *Отелин, А. А.*: (1957) Морфологические изменения надкостницы при лучевой болезни. Тездокл. I Белорусс. конф. морфологов. Минск. — 25. *Отелин, А. А.*: (1958) Развитие и строение нервных сплетений и рецепторов надкостницы. XXV итоговая научная конф. Курск. — 26. *Попа, А. В.*: (1957) Иннервация надкостницы нижней челюсти человека. Дисс. Кишенев. — 27. *Разумовский, В. И.*: (1884) К вопросу об атрофических процессах в костях после перерезки нервов. СПб. — 28. *Самойлов, Г. С.*: (1951) Иннервация костей голени. Тр. Казан. ин-та ортопедии и восс. хирур. — 29. *Смирнова, Л. А.*: (1958) К вопросу об иннервации надкостницы и кости бедра. Нов. хирург. арх. № 1. — 30. *Фейтельберг, П. И.*: (1938) Анатомия костных нервов области локтевого сустава. Вестн. хирур. им. Грекова. т. 55, кн. 5. — 31. *HALBERSTADT*: (1847) Über einen in des Membrana interossea des Unterschenkels verlaufenden Nerven. Arch. Anat. Physiol. Wiss. Med. — 32. *MISKOLCZY, D.*: (1926) Über die Nervenendigungen der Knochenhaut. Z. Anat. Entw. Gesch. 81. — 33. *RAPPENHEIM, S.*: (1843) Über die Nerven fibröser Gewebe und Knochen. Arch. Anat. Physiol. Wiss. Med. — 34. *PURKINJE, J.*: (1845) Mikroskopisch-neurologische Beobachtungen. Arch. Anat. Physiol. Wiss. Med. — 35. *RAUBER, A.*: (1868) Über die Nerven der Knochen der Vorderarmes und Unterschenkels. München. — 36. *RAUBER, A.*: (1870) Über die Knochenerven des Oberarms und Oberschenkels. München.

О НЕРВНЫХ СТРУКТУРАХ НАДКОСТНИЦЫ

П. КОВАЛЬСКИЙ и Г. ГЛУЩЕНКО

В результате многолетних исследований иннервации надкостницы кошек, собак, лошадей, свиней, крупного и мелкого рогатого скота описан характер нервных сплетений, которые являются основной формой ее проводников и имеют особенности в связи с формой поверхности костей и прикрепления к ним мышц. Нервные пучки имеют хорошо выраженные периневральные влагалища.

Нервные окончания — инкапсулированные и неинкапсулированные. В некоторых местах они образуют рефлексогенные зоны, иногда даже постоянные для различных видов (межкостные рефлексогенные зоны предплечья и голени).

Экспериментально-морфологическое изучение иннервации надкостницы показало, что она получает нервные волокна от чувствительных и вегетативных проводников, а двигательные волокна через нее только проходят, направляясь к мышцам.

Нервные волокна различных сегментов в ней перемешиваются настолько, что не видно никаких закономерностей в их расположении. Однако в конечностях выделяются осевые нервы, имеющие наибольшее количество волокон.

DONNÉES CONCERNANT LES STRUCTURES NERVEUSES DU PÉRIOSTE

P. KOVALSKY et G. GLOUCHTCHENKO

Les auteurs ont étudié pendant des années l'innervation du périoste sur des chats, chiens, chevaux, pores et sur des ruminants petits et grands. Ils ont constaté que les nerfs du périoste forment des entrelacements particulièrement caractéristiques déterminés par la forme des surfaces osseuses et par les insertions musculaires. Les faisceaux des fibres nerveuses sont entourés par des gaines périneurales bien différenciés.

Les terminaisons nerveuses du périoste sont en partie des terminaisons libres et, en partie, des corpuscules nerveux terminaux encapsulés. A certains endroits ces terminaisons forment des zones réflexogènes, qui présentent parfois une constance racialement caractéristique (par. ex. les zones réflexogènes interosseuses de l'avant-bras et de la jambe).

L'examen morphologique expérimental de l'innervation du périoste a démontré que celle-ci est d'une part d'origine sensitive, d'autre part, d'origine végétative. Les fibres nerveuse motrices y passent seulement dans la direction des muscles.

Dans le périoste le mélange des fibres nerveux appartenant aux différents segments est si intense qu'aucune régularité ne peut être observée dans leur acheminement. Toutefois, il faut mentionner à part les nerfs dits axiaux des extrémités qui sont distincts et qui sont d'ailleurs les plus riches en fibres nerveux.

Prof. P. KOWALSKIJ:	}	СССР, Белая Церковь Киевской области
G. GLUSCHTSCHENKO:		

Сельскохозяйственный институт