Nervenendigungen in der Pleura des Menschen und der Säugetiere.

Von

A. S. Dogiel,

ordentl. Professor der Histologie an der Universität St. Petersburg.

Hierzu Tafel XIV.

Gleichzeitig mit dem Studium der Nervenendigungen in dem Bauchfell, dessen Resultate bereits bekannt sind, nahm ich auch eine Untersuchung der Nervenendigungen in der Pleura vor, wozu mich teilweise auch der Umstand bewog, dass die Frage nach der Endigungsweise der Nerven in der Pleura bis jetzt fast unberührt geblieben ist. Als Material zu meinen Untersuchungen diente mir die Pleura des Menschen (vorwiegend von Kindern) und einiger Säugetiere wie Hund, Katze. Die Färbung mit Methylenblau erfolgte entweder vermittle einer Injektion der Blutgefäße mit einer $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{6}$ prozentigen Lösung dieses Farbstoffs oder vermittle Einführung einer $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{8}$ prozentigen Farbstofflösung in den Pleuralraum. 20—25 Minuten nach Beginn der Färbung wurde das Sternum mit dem knorpeligen Anteil der Rippen entfernt und darauf 2—3—4¹⁾ Rippen mit den musc. intercostalis und der Pleura herausgeschnitten. Die Präparate wurden in entsprechenden Glasgefäßen in dem Thermostaten (bei einer Temperatur von 36,5°—37° C.) für 25—40 Minuten bis 1—1½ Stunden aufgestellt. Alsdann übertrug ich sie in eine grosse Menge einer 5—8 prozentigen Lösung von molybdänsaurem Ammonium zwecks Fixierung des Methylenblaus; nach Verlauf von 18—24 Stunden wurde darauf von denselben vorsichtig mit Hülfe eines scharfen Scalpells die Pleura zusammen mit einem Teil der m. m. intercostales interni abgelöst. Die dermassen abpräparierten Pleurstücke wurden 2—3 Stunden in destilliertem Wasser ausgewaschen, worauf vermittle einer Scheere ein Teil der m. m. intercostales soweit entfernt wurde, dass das Präparat genügend dünn und für eine Untersuchung geeignet war.

Die bisweilen mehrere Quadratcentimeter grossen Stücke der Pleura costalis spannte ich alsdann zusammen mit den unter-

¹⁾ Gewöhnlich wurde der ganze knöcherne Anteil der Rippen bis zu deren Anheftungstelle an die Wirbelsäule ausgeschnitten.

liegenden Teilen und den Resten der *m. m. intercostales interni* auf entsprechend grosse Kartonstücke mittels Stecknadeln aus, entwässerte sie, nahm sie darauf vom Karton ab, hellte sie in Xylol auf und schloss sie in dicken Xyloldamarlack ein.

Auf den dermassen dargestellten Präparaten war die Möglichkeit gegeben, nicht nur die Nervenendigungen in der Pleura sondern auch an den Übergangsstellen der Muskeln in die Sehnen und in den Muskeln selber zu studieren. Dabei muss jedoch bemerkt werden, dass die Nervenendigungen in der Pleura durchaus nicht so leicht wie im Bauchfell erhalten werden. Dieses ist dadurch zu erklären, dass der Verlauf der Färbung nicht verfolgt werden kann, da das Präparat während der Färbung einen Teil des Brustkorbes darstellt und infolgedessen, natürlicherweise, nicht unter dem Mikroskop selbst bei schwachen Vergrößerungen untersucht werden kann.

Sämtliche zur Pleura *costalis* verlaufende Stämmchen sondern sich, soviel ich habe wahrnehmen können, von den *m. m. intercostales* in Gestalt dünnerer oder dickerer Ästchen ab. Während sie auf der Pleura hinziehen, teilen sie sich, und bilden in der äusseren, lockeren Schicht derselben ein weitmaschiges Geflecht. In den Stämmchen und deren Ästchen verlaufen dünne und dicke markhaltige und marklose Nervenfasern; die ersteren teilen sich gewöhnlich in den Stämmchen mehrfach. Von dem Geflecht sondern sich dünne Fasernbündel und einzelne Fasern ab, welche nach verschiedenen Richtungen hinziehen und sowohl die äussere als auch die innere (oberflächlichere) dichtere Schicht der Pleura versorgen, wo sie in verschiedenartigen Endapparaten endigen.

In der Pleura des Menschen habe ich eingekapselte und uneingekapselte Nervenapparate gefunden, während in der Pleura der von mir untersuchten Säugetiere (Hund, Katze) augenscheinlich nur uneingekapselte Apparate vorhanden sind.

Zu den eingekapselten Apparaten in der Pleura des Menschen gehören die typischen Vater-Paccinischen Körperchen und deren Modifikationen — die Golgi-Mazzoni'schen Körperchen. Erstere werden in beschränkter Zahl angetroffen; sie sind gewöhnlich sehr oberflächlich, nicht selten nahe der freien Oberfläche gelagert, wobei ihre Längsaxe der letzteren parallel gerichtet ist. Diese Körperchen,

wie überhaupt sämtliche typische Vater-Paccini'sche Körperchen zeichnen sich durch ihre beträchtliche Grösse sowie durch das Vorhandensein einer grossen Anzahl äusserer und innerer, die Hülle des Körperchens darstellender, Lamellen aus. (Fig. 1.) Eine dicke markhaltige Nervenfasern, teilt sich nach dem Abgange vom Nervenstämmchen oder -ästchen des oben angegebenen Geflechts, in mehrere sich wiederholt verzweigende Fasern, welche grösstenteils parallel der Oberfläche der Pleura verlaufen und darauf zu je einem Körperchen hinziehen, in dessen Innenkolben sie alsdann von einem Pol aus eindringen (Fig. 1). Hier endigen sie in derselben Weise wie es von mir¹⁾ für die typischen Vater-Paccini'schen Körperchen des Bauchfells beschrieben worden ist. Die beigegegebene Fig. 1 stellt ein derartiges Körperchen aus der Pleura eines achtmonatlichen Kindes dar; die Verzweigungen des Axenzylinders haben sich im gegebenen Fall nur teilweise gefärbt, während die Verzweigungen der Nervenfasern der zweiten Art vollkommen ungefärbt geblieben sind.

Die modifizierten Paccini'schen Körperchen (Fig. 2) finden sich beständig in der Pleura des Menschen und zwar in grosser Zahl. Dieselben sind, soviel ich habe feststellen können, sowohl in der oberflächlichen als auch in der äusseren Schicht der Pleura gelagert, wobei in dem Teil derselben, welcher die Zwischenrippenräume bedeckt, die Körperchen unmittelbar unter den Muskeln und an den Übergangsstellen dieser in die Sehnen angeordnet sind. Die Längsaxe der Körperchen ist entweder schräg oder parallel zur Pleurafläche gelagert.

Dicke markhaltige Fasern geben gewöhnlich auf ihrem Verlauf in den Nervenstämmchen oder nach dem Abgange von diesen, markhaltige, bisweilen auch marklose Ästchen ab, welche nach Verlauf einer beträchtlichen Strecke in der Ein- oder (in seltenen Fällen) Zweizahl einen Pol eines Körperchens erreichen. In einigen Fällen teilt sich ein markhaltiges Ästchen in einiger Entfernung vom Körperchen Y-förmig in zwei Ästchen, welche sich zu einem Körperchen begeben. Am Körperchen verlieren die Ästchen zunächst ihre Markscheide, worauf ihre Axenzylinder in den Binnenraum des Körperchens eindringen, woselbst sie all-

¹⁾ Die Nervenendigungen im Bauchfell, in den Sehnen, den Muskelspindeln etc. Arch. f. micros. Anat. Bd. 59, 1901.

mählich in eine grosse Anzahl verschiedenartig gewundener und durcheinandergewirrter Ästchen zerfallen (Fig. 2). Dieselben sind von verschiedener Dicke und mit verschiedengestalteten Anschwellungen besetzt; indem sie sich mit einander verbinden, bilden sie einen Nervenknäuel. Die Axencylinder der Nervenfasern endigen somit kurz gesagt im Binnenraum der modifizierten Vater-Paccini'schen Körperchen in derselben Weise wie in den von mir beschriebenen, ähnlichen Körperchen im Bauchfell. Bisweilen konnte ich wahrnehmen, dass zu den Körperchen, ausser den obenerwähnten Fasern, noch feinere markhaltige Fasern und dünne variköse Fäden herantreten. Die ersteren gehören wahrscheinlich denjenigen Fasern an, welche im Innern des Körperchens in ein Netz feinsten variköser, die Endverzweigungen der obenerwähnten dicken markhaltigen Fasern umflechtende Fädchen, zerfallen; die zweiten verlaufen zu den Blutkapillaren, welche jedes Körperchen in einem dichten Netz umgeben.

Die uneingekapselten Nervenapparate (Fig. 3) der Pleura sind vollkommen den von mir im Bauchfell ausführlich beschriebenen gleich. Die Nervenfasern, sowie ganze Faserbündel, welche in den nicht eingekapselten Apparaten endigen, sondern sich von dem oben angegebenen Geflecht oder von denjenigen Bündeln ab, in denen die Fasern zu den eingekapselten Nervenapparaten verlaufen. Diese Bündel und Fasern ziehen nach verschiedenen Richtungen zu der äusseren und inneren — oberflächlichen — Schicht der Pleura, wobei sie mehr oder weniger parallel der Oberfläche derselben angeordnet sind, auf ihrem Verlauf teilen sie sich; die markhaltigen Teiläste gehen an den Ranvier'schen Schnürringen allmählich in der Mehrzahl der Fälle in kurze Seitenästchen ab, von welchen einige markhaltig, andere marklos sind. Die ersteren verlieren nach Verlauf einer kurzen Strecke ihre Markscheide, worauf sich ihr Achsenzyylinder in mehrere sich wiederholt verzweigende kurze Ästchen teilt (Fig. 3). Diese sind mit vieleckigen, blattförmigen Verbreiterungen — Plättchen — besetzt, welche der gesamten Endverzweigung des Achsenzyinders ein eigenes Aussehen gewähren — sie macht den Eindruck eines Bäumchens mit zahlreichen kurzen, mit Blättchen bedeckten Ästchen, wobei die einzelnen Blättchen vermittelt feiner, von ihren Ecken abgehenden, Fädchen miteinander verbunden sind (Fig. 3).

Die einzelnen Teile der soeben beschriebenen Endapparate sind gewöhnlich entweder in einer Ebene gelegen, oder aber, einige von ihnen höher, andere tiefer, dabei jedoch immer den Bindegewebsfibrillenbündeln dicht angelagert. Zwischen den Verzweigungen des Achsenzylinders werden häufig runde oder ovale Kerne angetroffen, wie ich sie in ähnlichen Präparaten des Bauchfells wahrgenommen habe. Einige dieser Endverzweigungen nehmen eine verhältnismässig grosse, andere wiederum eine sehr beschränkte Fläche ein, wobei sie nicht selten stark in die Länge ausgezogen sind. In gewissen Fällen zerfällt ein kurzer markhaltiger Ast vorher in 2—3 noch kürzere Ästchen, welche alsbald die Markscheide verlieren, worauf sich jedes von ihnen in mehrere (3—4) marklose Ästchen teilt. Letztere verlaufen nach verschiedenen Richtungen und zerfallen nach kurzem Verlauf in eine grosse Anzahl mit Anschwellungen versehener, kurzer Ästchen und Fäden, d. h. bilden ein ganzes Bündel von Endverzweigungen, von denen einige tiefer, andere höher gelegen sind.

Die beschriebenen Endapparate finden sich sowohl in der äusseren, als auch in der inneren dichteren Schicht der Pleura, wobei nicht selten eine Stammfaser in zehn und mehr derartigen Apparaten endigt.

Eine markhaltige Faser teilt sich häufig, besonders in der oberflächlichen Pleuraschicht nach Verlust der Markscheide in mehrere kürzere oder längere marklose Ästchen, welche in ähnlichen Apparaten, wie die soeben beschriebenen endigen, nur mit dem Unterschiede, dass ihre blattförmigen Anschwellungen feiner erscheinen und sie selbst fast unmittelbar unter dem Epithel gelagert sind.

Enthält die Pleura, besonders bei fettreichen Tieren, viel Fettgewebe, so werden bisweilen in demselben in den Bindegewebs-septa zwischen den Fettläppchen und -zellen Nervenendverzweigungen angetroffen (Fig. 3). Ausser sensiblen Nerven sind in der Pleura auch sympathische Fasern vorhanden, welche gewöhnlich die arteriellen und venösen Stämmchen, sowie deren Verzweigungen begleiten.

Aus dem Gesagten ist somit ersichtlich, dass die Endigungsweise der Nerven in der Pleura sich in nichts wesentlichem von der Nervenendigungsweise im Bauchfell unterscheidet.

Da ich auf einigen Präparaten zusammen mit der Pleura den Übergang der m. m. intercostales in ihre Sehnen erhielt, so hatte ich die Möglichkeit die Endigung der Nerven in denselben klarzustellen, infolgedessen ich mit einigen Worten auf dieselben eingehen werde.

Wie auf vielen meinen Präparaten zu ersehen ist, so sondern sich von den m. m. intercostales verschieden starke Nervenzweige ab, die vorwiegend aus dicken markhaltigen Nerven bestehen. Indem sich dieselben teilen, verlaufen sie zu den Rändern der m. m. intercostales, dringen in die Bindegewebssepta zwischen die Muskelbündel ein und zerfallen schliesslich in einzelne Fasern. Wie aus Fig. 5 ersichtlich ist, endigen eine gewisse Anzahl dieser Fasern alsbald mit Nervenspiralen und baumförmigen Verzweigungen in den sog. „Muskelspindeln“; die anderen Fasern verlaufen weiter und endigen, in verhältnismässig weiter Entfernung von den soeben angegebenen Apparaten in besonderer Weise (Fig. 4 und 5). Eine sehr dicke markhaltige Nervenfasern teilt sich gewöhnlich in einiger, bisweilen weiter Entfernung vom Muskelrande gabelförmig in zwei starke markhaltige Äste, die entweder in gleicher oder in entgegengesetzter Richtung, jedoch beide in der Verlaufsrichtung der Muskeln ziehen. Nach einer kurzen Strecke zerfällt jeder Ast in mehrere (5—6), häufig sich wiederholt teilende kurze markhaltige Ästchen, welche ihrerseits der Richtung der Muskelfasern folgen. Jedes Ästchen verliert darauf seine Markscheide und teilt sich alsdann sofort in mehrere Fäden, die alsbald in eine grosse Anzahl sich teilender mit blattförmigen Anschwellungen besetzten, kurzen Fädchen zerfallen (Fig. 4 und 5). Letztere verbinden sich untereinander mittelst feinsten von ihren Ecken abgehender Fädchen. Es sind somit hier Nervenapparate vorhanden, welche durchaus denjenigen gleichen, die ich soeben in der Pleura beschrieben habe. Eine dicke markhaltige Nervenfasern endigt nicht selten in 10—12 und sogar 20 derartigen Apparaten, wobei dieselben nicht auf der Oberfläche der Muskelfasern gelagert sind, sondern in die Zwischenräume zwischen den einzelnen Fasern eindringen. Häufig teilt sich die Hauptnervenfasern nicht in zwei Fasern, sondern zerfällt direkt in mehrere kurze markhaltige Ästchen, die in Endverzweigungen endigen; zwei verschiedene Nervenfasern nähern sich nicht selten, von entgegengesetzten Richtungen herkommend, einander und zerfallen,

wie aus Fig. 4 ersichtlich, in mehrere markhaltige Ästchen, die in der angeführten Weise in den Zwischenräumen zwischen den Muskelfasern endigen; nicht selten vereinigen sich in derartigen Fällen die Endverzweigungen miteinander.

Es ist bemerkenswert, dass die soeben beschriebenen Nervenapparate sehr häufig, wenn nicht immer, eine Begleiterscheinung der Nervenendigungen in den Muskelspindeln darstellen: in der Nähe der ersteren kann man fast immer auch die letzteren antreffen (Fig. 5).

Figurenerklärung auf Tafel XIV.

- Fig. 1. Typisches Vater-Paccini'sches Körperchen in der Pleura eines Kindes. a) Lamellen der Hülle; b) markhaltige Nervenfasern, welche im Innenkolben endigt, c) Nervenstämmchen. Obj. A. Zeiss.
- Fig. 2. Modifizierte Vater-Paccini'sche Körperchen in der Pleura eines Kindes. a) Nervenstämmchen; b) Hülle des Körperchens; c) die in den Körperchen endigenden markhaltigen Fasern. Obj. A. Zeiss, ausgezogener Tubus.
- Fig. 3. A, B und C. Baumförmige Endverzweigungen in dem Bindegewebe der Pleura eines Hundes. 1. markhaltige Nervenfasern. Auf Fig. C sind die Nervenapparate zwischen Fettzellen (in der Nähe der freien Pleuraoberfläche) zu sehen. Fig. A und B sind mit Obj. C., Fig. C mit Obj. A. Zeiss gezeichnet worden.
- Fig. 4. Nervenendverzweigung im Bindegewebe zwischen Muskelzellen, welche von zwei verschiedenen markhaltigen Fasern gebildet wird. a) ein Teil eines m. intercostales vom Hunde. Obj. A. Zeiss, halbausgezogener Tubus.
- Fig. 5. Teil eines m. intercostales vom Hunde mit Endverzweigungen zwischen den Muskelfasern und Spiralapparaten in einer Muskelspindel. Obj. C. Zeiss.
- Sämtliche Figuren sind vermittelst der Zeichenkammer angefertigt worden.
-