Aus dem histologisch-embryologischen Institut der Universität Lemberg.

Über die Nervenendigungen in den Haaren des Menschen.

Von

Ladislaus Szymonowicz.

Hierzu Tafel XXIX und XXX.

Die Arbeiten über die Nervenendigungen in den menschlichen Haaren sind im Vergleich zu den Untersuchungen, die sich mit den Nervenendigungen in den Haaren der Säugetiere beschäftigen, wenig zahlreich.

Wenn man diese spärlichen Arbeiten nebeneinander stellt, so ergibt sich die Überzeugung, dass die einzelnen Autoren nicht zu identischen Resultaten kommen, sondern das endgültige Verhalten der Nerven verschieden darstellen. Dieser Umstand gab daher den Anstoss zu den vorliegenden Untersuchungen.

Die Unterschiede in den Resultaten der einzelnen Forscher lassen sich möglicherweise dadurch erklären, dass dieselben sich verschiedener Methoden bedienen. Aber keine derselben kann als glücklich gewählt und passend bezeichnet werden, wenn man erwägt, dass die dabei erhaltenen Bilder recht unvollständig sind. Weder die Vergoldungsmethode, noch die Methode von Golgi erlaubten ein vollständiges Bild zu erhalten; auch das Methylenblau gab bei der Injektion nicht so gute Erfolge, wie die erheblich einfachere von Dogiel angegebene Tingierung mit diesem Farbkörper, die ich bei meinen Untersuchungen anwandte.

Die mit dieser Methode bei der Untersuchung der Nervenendigungen in der menschlichen Haut erhaltenen Resultate sind überhaupt im Verhältnis zu anderen Methoden sehr zufriedenstellend, und was nicht weniger wichtig ist, dieselbe versagt niemals.

Zu meinen Untersuchungen verwandte ich frisch geschnittene Hautstücke, die bei Operationen sei es an den Augenlidern oder an der unteren Lippe erhalten waren. Mit Hilfe des Doppelmessers entnahm ich den noch lebenswarmen Stückchen 1—1½ mm dicke Schnitte, welche ich 1½ Stunde oder etwas

länger auf dem Objektträger mittels $\frac{1}{8}\%$ iger in physiologischer Kochsalzlösung gelöstem Methylenblau färbte. Dann fixierte ich 24 Stunden lang in molybdänsaurem Ammonium nach Bethe, wusch 2 Stunden in fließendem Wasser aus und übertrug die Schnitte im Verlauf von 1—1½ Stunden durch eisgekühlten 96 % und absoluten Alkohol (letzterer wurde 3—4 mal nach je 15 Minuten gewechselt) in Xylol, welches nach einer halben Stunde gewechselt wurde. Darauf bettete ich im Verlaufe von einer Stunde in Paraffin vom Schmelzpunkt 42°C ein und stellte dann 100—150 μ dicke Schnitte her.

Ehe ich zur Beschreibung der Resultate meiner eigenen Untersuchungen übergehe, halte ich es für angebracht, den Leser erst in ganz allgemeinen Zügen mit den Ergebnissen der Arbeiten zahlreicher Autoren über die Endigungen der Nerven in den gewöhnlichen Haaren der Säugetiere bekannt zu machen, dann die bis jetzt vorliegende Literatur über die Nervenendigungen in den menschlichen Haaren vorzuführen und dieselbe kritisch zu beleuchten.

Seit dem Erscheinen der ersten Arbeiten über die Nervenendigungen in den Haaren der Säugetiere wurde anerkannt, dass die Stelle, an der die Nerven endigen, die ringsherum leicht verengte, unmittelbar unter der Talgdrüse gelegene Partie des Haarbalges ist.

Die in diese Gegend gelangenden Nervenfasern endigen hauptsächlich in zweifacher Weise: Die einen von ihnen verlieren nach dem Herantreten an die Glashaut ihr Myelin, teilen und ordnen sich longitudinal an, um auf der Oberfläche der Glashaut oder in ihr selbst frei zu endigen. Es sind das die zum ersten Mal von Jobert signalisierten längsverlaufenden Endfasern, die später genauer beschrieben und abgebildet wurden von Arnstein, Bonnet, Merkel und dem Ehepaar Hoggan etc. Andere Nervenfasern hingegen bilden nach Verlust ihrer Markscheide nach aussen von jenen longitudinalen Fasern einen Nervenring oder auch ein zirkuläres Geflecht, zuerst von Schöbel, dann von Bonnet, Hoggan etc. beschrieben, dessen Fasern nicht mit den longitudinalen Fasern in Verbindung stehen. Das Vorhandensein eines solchen Ringes leugnen zahlreiche Autoren, wie Arnstein, van Gehuchten, Retzius, Ostroumow. Beinahe einmütig aber stimmen alle Autoren darin überein, dass die

letzten Nervenfasern die Glashaut nicht durchdringen, nur Merkel nimmt allein an, dass ein Teil der Fasern in Tastzellen endigt, die nach innen von der Glashaut liegen, und das Hoggansche Ehepaar beschreibt in der äusseren Wurzelscheide liegende Nervenzellen mit Ausläufern, die sich mit Nervenfasern verbinden. Nach Arnstein soll die Wurzelscheide des Haares (bei der Maus) ebenfalls ein nervöses intraepitheliales Endnetz besitzen.

Die Haarpapille besitzt nach Schöbl, Stieda, Orru, Retzius (in Ausnahmefällen) Nerven, was jedoch andere Autoren bestreiten.

Aus dieser flüchtigen Übersicht ersehen wir, dass gewisse grundlegende Fragen bis heute umstritten und unentschieden sind. Die prinzipiellen Meinungsverschiedenheiten von Autoren, welche dieselben Methoden und das gleiche Material anwandten, zeigen, dass diese Methoden unzulänglich und unzuverlässig sind, derart, dass man sich nicht auf sie verlassen kann.

Da es nicht meine Absicht ist, an dieser Stelle meine die Nervenendigungen in den gewöhnlichen Haaren der Säugetiere betreffenden Versuche darzustellen, so führe ich nur an, dass ich auf Grund eigener vergleichender Untersuchungen in dieser Richtung mit voller Bestimmtheit behaupten kann, dass neben den längsverlaufenden sog. gabelförmigen Nervenendigungen in den Haaren der Säugetiere Nervenringe oder auch zirkuläre Geflechte existieren, während dagegen in den grösseren d. i. den sog. Übergangshaaren einzelne Nerven in der äusseren Wurzelscheide ihr Ende finden, in den sog. Merckelschen Tastzellen. Es gelingt auch in den Haarpapillen öfters Nerven zu entdecken.

Nunmehr gehen wir zur Besprechung der vorliegenden Literatur über die Nervenendigungen in den menschlichen Haaren über.

Folgende Autoren, in chronologischer Reihenfolge genannt, haben sich mit diesem Thema beschäftigt: Jobert, Arnstein, Retzius, das Ehepaar Hoggan und Leontowicz.

Jobert (1875)¹⁾ beschrieb die Nervenversorgung der menschlichen Wimpern in folgender Weise: Ein, häufiger jedoch

¹⁾ Jobert: Recherches sur les organes tactiles de l'homme. Comptes rendus hebdomadaires de l'académie des sciences, T. 80, pag. 274—276. Paris 1875.

Derselbe: Des poils considérés comme agents tactiles chez l'homme. Gazette médicale de Paris, 1875, pag. 74.

2—3 Bündel, die aus 3—6 Markfasern bestehen, treten an den Haarbalg dicht unter der Talgdrüse heran, dringen in die äussere Schicht des Haarbalges ein und verlaufen innerhalb desselben in zirkulärer Richtung, wobei sie einen Ring bilden. Während dieses Verlaufes zerfallen die Bündel in voneinander unabhängige Nervenfasern, die ihre Richtung in eine dem Haarschaft parallele umändern. Einige von ihnen teilen sich dichotomisch, ohne ihr Myelin zu verlieren, biegen zurück und treten in geschlängelttem Verlaufe in die tieferen Schichten des Haarbalges ein. Hier verlieren sie ihr Myelin, zeigen stellenweise spindelförmige Verdickungen und treten in unmittelbare Verbindung mit der Glashaut. Manche Endfasern dringen tiefer in die Glashaut hinein, wobei sie sich den Zellen der äusseren Wurzelscheide nähern, ohne jedoch in dieselbe einzutreten. Andere nackte Fasern verdicken sich leicht an ihren Enden und scheinen in der tiefen Schicht des Haarbalges in Berührung mit der Glashaut zu endigen.

Zahlreiche von den nackten Fasern unterliegen Teilungen, so dass man schliesslich auf einem der Oberfläche parallelen Schnitte oftmals bis 45 Nervenfasern zählen kann.

Die Haare der Haut der Wangen, der Ober- und Unterlippe, der Nasenflügel und des Kinnes besitzen nur zum Teil einen Nervenapparat, der jedoch nicht so reichlich entwickelt ist, wie an den Wimpern. Auf Grund dessen betrachtet Jobert speziell die Wimpern als echte Tasthaare.

Arnstein (1876)¹⁾, der die Haut der menschlichen Kopfschwarte nach Einwirkung von $\frac{1}{2}\%$ Essigsäurelösung, 24 Stunden lang, und darauf Osmiumsäuredämpfen, 1—2 Stunden, untersuchte, kommt zu dem Schlusse, dass jedes Haar der Kopfhaut mit Nerven versehen ist. Von den in den tiefen Cutisschichten parallel der Hautoberfläche verlaufenden Nervenstämmchen entspringen dünne Zweige oder einzelne Nervenfasern, die sich den Haaren nähern und bis an den Hals der Haartasche zu verfolgen sind.

George Hoggan und Francis Elisabeth Hoggan (1893)²⁾ konnten bei vergleichender Untersuchung der Nervenendigungen

¹⁾ Arnstein, C.: Die Nerven der behaarten Haut. Sitzungsberichte der mat.-nat. Kl. d. k. k. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. LXXIV. III. Abt. S. 203—232. 1876.

²⁾ G. Hoggan and Fr. El. Hoggan: Forked Nerve Endings on Hairs. Journ. of Anat. a. Physiol. norm. a. pathol. Vol. XXVII. New Series Vol. VII. 1893.

in den Haaren auch beim Menschen sogenannte gabelförmige Nervenendigungen nachweisen, die vollständig den zuerst von Arnstein beschriebenen und gezeichneten Endigungen in den Haaren der weissen Maus entsprechen.

Diese Gabeln entstehen in der Weise, dass markhaltige Nervenfasern sich der Glashaut nähern und ihr Myelin verlieren; dabei zerfällt ihr Achsenzylinder in der Regel in zwei, oft auch 3—5 Äste, die sich auf der Glashaut parallel zur Längsachse des Haares anordnen. Frau Hoggan lenkt die Aufmerksamkeit auf die besonders auffallende Ähnlichkeit der „terminalen Gabeln“ in den Haaren des Menschen mit denen des Affen und gibt eine Zeichnung der letzteren (Fig. 8). Die Form der gabelförmigen Endigungen bietet beim Menschen nichts Eigentümliches oder Charakteristisches, so dass es schwierig wäre, ein Menschenhaar mit seinen gabelförmigen Nervenendigungen unter einer Anzahl anderer Präparate herauszufinden. Die gabelförmigen Endigungen sind in der Regel abgeplattet.

Es gelang den genannten Forschern nachzuweisen, dass dieselben beim Menschen von früher Kindheit bis ins hohe Alter in ihrem Charakter unverändert, an Anzahl jedoch reduziert fortbestehen. Ob aber in den Haaren des Menschen neben diesen gabelförmigen auch noch andere Nervenendigungen vorhanden sind, kann ich weder in der Arbeit noch in der Zeichnung des Ehepaares Hoggan finden. Möglicherweise hat die in früheren Arbeiten gegebene Beschreibung der umkreisenden Nervenfasern und an der Basis der Gabeln liegender sternförmiger Nervenzellen in den Haaren der Säuger auch für die menschlichen Haare Geltung.

Diese Nervenzellen der Säugetierhaare entsprechen wahrscheinlich in der Hauptsache den sogenannten Merckelschen Körperchen, die kurz nachher in der äusseren Wurzelscheide der sogenannten Tasthaare beschrieben wurden.

G. Retzius¹⁾ gelang es im Jahre 1894 nach vorangegangenen vergeblichen Proben sowohl an jüngeren wie älteren Föten und auch an neugeborenen Kindern mit Hilfe der Methode von Golgi die Nervenendigungen in der Lippenhaut eines 19,5 cm langen menschlichen Embryos darzustellen. Nach diesem Forscher

¹⁾ Retzius, G.: Über die Endigungsweise der Nerven an den Haaren des Menschen. Biol. Unters., N. F., Bd. VI, S. 61—62, 1894.

endigt die von der Seite oder von oben herantretende Nerven-faser an dem ringförmigen Wulst, welcher unter der Talgdrüse liegt, mittels reichlicher baumförmiger Verästelung, deren nach verschiedenen Richtungen ausstrahlende und frei endigende Fäserchen auf der Glashaut bleiben, ohne dieselbe zu durchdringen. Nur einmal beobachtete Retzius ein Haar, welches seine Nervenendigung in der Haarpapille hatte. Hier zog die Nerven-faser an der äusseren Wurzelscheide hinab, gab am unteren Umfange des Bulbus einige kleine Äste ab und stieg dann unter reichlicher Verästelung in die Papille empor. Die freien Endfasern spannen sich zum Teil um den unteren Umfang des Bulbus aus. Dieses Haar besass keine andere Nervenendigung. Das beschriebene aussergewöhnliche Verhalten des Nerven fasst Retzius als einen anomalen Fall auf.

Wenn man die Resultate der Untersuchungen von Leontowitsch¹⁾ referieren will, so befindet man sich in einiger Schwierigkeit, da die Darstellung oft nicht verständlich genug ist, und die Zeichnungen nicht deutlich genug wiedergeben, was der Autor behauptet oder unter Berufung auf dieselben beschreibt. Wo die Arbeitsmethode ihn im Stich lässt oder die Färbung unzulänglich ist, macht der Autor Vermutungen oder zieht Schlüsse, die zweifellos auf Spekulationsbeweisen beruhen.

Leontowitsch beobachtet beim erwachsenen Menschen auf Flächenpräparaten der Haut die Neubildung von Haaren nach fötalem Modus, d. h. durch Hineinwachsen des Epithels in das Corium und beschreibt das Verhalten der Nerven in fünf verschiedenen Stadien des sich entwickelnden Haares.

Im Stadium I und II beschreibt und zeichnet er zahlreiche Verzweigungen markloser Fasern, die durch den Zerfall von zuweilen sehr dicken markhaltigen Nervenfasern entstanden. „Diese Verzweigungen bestehen aus recht dicken und kurzen, keine scharfe fibrilläre Differenzierung aufweisenden Remakschen Zellen mit runden Kernen“ (?). Betreffs der Natur dieser letzteren Zellen ist der Autor jedoch nicht frei von gewissen Zweifeln, „ob man es nicht mit in der Nähe der Nerven liegenden gefärbten Epithelzellen zu tun habe“.

¹⁾Leontowitsch, A.: Die Innervation der menschlichen Haut. Int. Monatsschr. f. Anat. u. Phys., Bd. XVIII, 1901.

Im Stadium III beginnt die Bildung eines Ringes, an dessen Aufbau mehrere markhaltige Stämmchen teilnehmen, welche nach Verlust ihres Markes in zahlreiche Verzweigungen übergehen, die ein echtes Netz bilden. Diese Verhältnisse soll Fig. 33 illustrieren, was jedoch schwer ersichtlich ist.

Das Stadium IV soll Fig. 36 darstellen. Von den lanzettförmigen, längsverlaufenden Teilen des Ringes (?), die nach Ansicht des Autors den bekannten Bildern in der Arbeit von Bonnet entsprechen sollen, lässt sich nichts erkennen. Dagegen sind anscheinend in Fig. 33 die längsverlaufenden, lanzettförmigen Fasern angegeben, aber als solche von Leontowitsch nicht erkannt.

Im V. Stadium soll „der Charakter des Nervenringes vollständig verloren gehen“, wovon man sich jedoch aus der Fig. 45 im Vergleich mit den Fig. 33 und 36 (Stadium III und IV) nicht überzeugen kann. Der Autor legt der verschiedenen Varikosität der Nervenfasern, die gewiss zum erheblichen Teil eine Folge der für sehr zarte Nervenfasern angewandten Methode ist, zu viel Bedeutung bei. Das Verhältnis der Nervenfasern zu der Glashaut konnte er nicht verfolgen. Obwohl es ihm nicht gelang, das auf eigenen Präparaten nachzuweisen, nimmt er an, dass die echten Nervenendigungen in den Haaren meist intraepithelial sind. Weiterhin vermutet er, indem er einzig in mit Karmin gefärbten Präparaten in der Wurzelscheide „Merkelsche Deformation“ zeigende Zellen sieht, dass ein Teil der Nerven frei im Bindegewebe des Haarbalges endige und „vielleicht auch neben den vom Epithel abgetrennten Merckelschen Zellen“, „die Hauptmasse der Nerven jedoch in das Epithel eintritt und zwischen seinen Zellen endet“. Diese letzteren Schlussfolgerungen und Behauptungen von Leontowitsch kann man jedoch nicht als von ihm bewiesen bezeichnen.

Wenn wir eine grössere Anzahl von Präparaten aus der behaarten Haut des Menschen, die zur Sichtbarmachung der Nerven mit Methylenblau gefärbt wurden, betrachten, so überzeugen wir uns, dass an alle Haare Nerven herantreten, die in verschiedenartiger Weise endigen. Diese Nervenendigungen stellen bald einfachere, bald mehr verwickelte Verhältnisse dar, was in erster Linie von der Dicke und Grösse der Haare abhängt. Von vornherein wollen wir feststellen, dass wir auf Grund unserer Untersuchungen in den menschlichen Haaren eine dreifache Endigungsart

der sensiblen Nervenfasern in der Gegend des Haarhalses, d. i. unterhalb der Ausmündung der Talgdrüsen, unterscheiden können, nämlich:

1. Gerade verlaufende Terminalfasern auf der Glashaut, die denen entsprechen, welche bei den Säugetieren Arnstein, Bonnet („lanzettförmige“) und das Hoggansche Ehepaar („gabelförmige Nervenendigungen“) beschrieben haben.
2. Zirkuläre Nervengeflechte, die in der Regel die obigen Endigungen von aussen umziehen. Beim Menschen beschrieb Leontowitsch solche Nervenringe; es scheint jedoch, dass zu dieser Art Nervenendigungen auch die von Retzius beschriebenen Endverästelungen bei einem menschlichen Embryo zu zählen wären, die wahrscheinlich noch nicht vollkommen entwickelte Formen eben dieser Endigungen darstellen.
3. Endigungen in den in der äusseren Wurzelscheide gelegenen Merckelschen Körperchen.

In kleinen Haaren und in denen von mittlerer Grösse treten die Endigungen der ersten beiden Arten in der Regel gleichzeitig auf. Ausnahmsweise können dieselben jedoch in kleinen Haaren einzeln d. i. gesondert auftreten. Der eventuelle Einwurf, dass im gegebenen Falle, wenn nur die Endigungen der einen Art auftraten, die der anderen infolge unvollständiger Färbung nicht zum Vorschein gekommen wären, dürfte nicht stichhaltig sein, da ich öfters in einem Präparat, in welchem bei sämtlichen Haaren die Nervenendigungen sehr schön gefärbt waren, an einem bestimmten Haare auch nicht eine Spur des zirkulären Geflechtes oder der geraden Terminalfasern entdecken konnte.

Als die höchste Stufe der Innervation sind die Haare anzusehen, bei denen neben den beiden ersten auch die dritte Art der Nervenendigung auftritt, was in den stärksten Haaren (an der Unterlippe von ca. 80 μ Dicke angefangen) der Fall ist.

Die Verhältnisse stellen sich also am einfachsten dar, wenn ausschliesslich nur die erste oder zweite Art der Nervenendigungen vorliegt.

Ein solcher Fall, wo selbständig nur gerade, längsverlaufende Terminalfasern auf der Glashaut auftreten, ist auf Fig. 1 und 2

wiedergegeben, die gleichzeitig die beiden Haupttypen der Endigungen dieser Art vorstellen.

In Fig. 2 treten zwei markhaltige Nervenfasern an den Haarbalg in der Gegend dicht unter der Talgdrüse. Jede derselben teilt sich unter Verlust ihrer Markscheide dichotomisch in zwei marklose Fasern, die nach rechts und links abweichend sich zirkulär auf der Glashaut anordnen. Diese Fasern können noch einmal einer Teilung unterliegen oder geben ohne sich weiter zu teilen nach oben, d. i. in der Richtung nach der Oberfläche der Haut, Ausläufer ab, parallel zur Längsachse des Haares, welche in ihrem Verlaufe häufig eine leicht konvergierende Richtung einschlagen.

Diese unmittelbar auf der Glashaut gelegenen Ausläufer können in etwa gleichen Zwischenräumen voneinander angeordnet und ungefähr von gleicher Länge sein, indem sie ziemlich auf einem Niveau enden (z. B. Fig. 2 und 9). In diesem Falle erinnern sie in ihrer Anordnung an Stacheten oder Palisaden und entsprechen den in den Haaren der Maus eingehend beschriebenen Verhältnissen. Diese Terminalfasern können jedoch sowohl ihrer Anordnung wie ihrer Gestalt nach erheblich weniger regelmässig sein, wie das z. B. auf Fig. 8 und 12 zu sehen ist. Diese geraden Abzweigungen sind stellenweise abgeplattet und verbreitert, zeigen an der Oberfläche kleine Ausläufer, wie Dornen, und ihre freien zur Hautoberfläche gekehrten Enden können lanzettartig verschmälert oder im Gegenteil verbreitert sowie oft auch zu einem Kügelchen verdickt sein (Fig. 2, 9, 10). Diese Endverdickungen sind gewöhnlich nach aussen von der Achse des Haares abgebogen. Die Zahl dieser geraden Terminalabzweigungen ist verschieden, kann jedoch bis auf 40, 50 und mehr ansteigen.

Dieselbe Art der Nervenendigungen, jedoch von etwas abweichendem Typus, stellt die erste Figur dar. Hier tritt an den Haarbalg eine grössere Menge von markhaltigen Nervenfasern heran, die wellenförmig nach oben ziehen, indem sie unterwegs einer dichotomischen Teilung unterliegen. Jede aus dem Zerfall entstandene Faser teilt sich etwas höher zum zweiten Male, einzelne von ihnen zum dritten oder sogar noch höher zum vierten Male. Auf diese Weise unterliegen die Fasern der Teilung in verschiedenen Höhenabschnitten, indem sie unterwegs sich etwas verdünnen. Häufig verlieren die Fasern schon bei der ersten Teilung ihre Markscheide, manchmal erst bei der zweiten. Und so kommt

es auch vor, dass der eine aus der Teilung hervorgegangene Zweig seine Markscheide verlor, während der andere sie weiter bis zur nächsten Teilung behält. Die aus der letzten Teilung hervorgehenden Terminalfasern ordnen sich auf der Glashaut an, sie verbreitern sich nur unbedeutend und zeigen oft eine leicht zusammenstrebende Richtung.

Die Terminalfasern gehen aus der letzten Teilung der Nervenfasern gewöhnlich in einer Zahl von zwei oder drei, vollständig nach Art von Gabeln hervor; dementsprechend nannte sie auch das Hoggansche Ehepaar: gabelförmige Nervenendigungen (*terminaisons en fourchette, forked nerve endings*). Seltener zerfällt die Nervenfasern gleichzeitig in fünf oder sechs Terminalfasern. Auch nur ausnahmsweise verlaufen die Endgabeln nicht in der Richtung zur Oberfläche der Haut, sondern im Gegenteil zur Haarzwiebel, wie das van Gehuchten in den Haaren der Maus beschrieben hat.

Auf Grund meiner Präparate scheint mir, dass der in Fig. 2 dargestellte, bei einigen Gattungen der Säugetiere (z. B. bei der Maus) häufigere Typus beim Menschen erheblich seltener auftritt, wie der in Fig. 1 dargestellte Typus. Es ereignet sich öfters, dass die markhaltigen Nervenfasern, bevor sie diese Art von Endigungen bilden, sich teilen, grössere oder geringere Partien des Haarbalges umkreisen und sich mit den anderen Fasern unter Bildung eines Geflechtes kreuzen.

Diese Art von Nervenendigungen tritt daher selbständig nur in manchen dünnsten Haaren auf. Jedoch ist als Regel auch für solche Haare anzusehen, dass ein Teil der Nervenfasern nach aussen von diesen stacheln- oder gabelförmigen Endigungen eine zweite Art von Nervenendigungen bildet, indem er sich nämlich baumförmig teilt und ein zirkuläres Geflecht erzeugt.

Diese Art der Nervenendigungen entspricht bei den Säugetieren dem sog. Nervenringe, der, von den einen Forschern beschrieben, zwar von anderen verworfen wird, aber, meiner Ansicht nach, zweifellos existiert.

Nur besteht ein deutlicher Unterschied in der Art des Verhaltens und Verlaufes der dieses zirkuläre Geflecht bildenden Fasern bei den Säugetieren und beim Menschen. Während bei den Säugetieren die dünnen marklosen, zirkulär verlaufenden Fasern, in zahlreichen, parallelen Touren wie Reife oder Armbänder angeordnet, einen geradlinigen Verlauf zeigen, ohne einer

Teilung zu unterliegen, zerfallen hier in den Haaren des Menschen die markhaltigen Nervenfasern baumförmig, oftmals sehr reichlich, und die aus der Teilung hervorgegangenen marklosen Fasern ordnen sich, deutliche Varikositäten aufweisend, zirkulär an, unterliegen jedoch unterwegs gewöhnlich weiteren Teilungen und zeigen einen unregelmässigen Verlauf. Für die beim Menschen vorliegenden Verhältnisse scheint die Bezeichnung eines „zirkulären Geflechtes“ passender im Gegensatz zu dem „Nervenringe“ bei den Säugetieren zu sein, denn die Verästelungen dieser Bäumchen bilden Geflechte, die manchmal so reichlich sind, dass sie den Eindruck eines dichten Netzes machen. Offenbar hat man es manchmal in der Tat mit einem wirklichen Netze mit untereinander abgeschlossenen Maschen zu tun. (Fig. 7.)

An der Bildung des Geflechtes nehmen am häufigsten mehrere markhaltige Nervenfasern teil, die von verschiedenen Seiten herantreten (Fig. 5, 10, 12). Es kommt jedoch vor, dass man im Gegenteil sehen kann, wie eine markhaltige Nervenfaser sich in einige Ästchen teilt, von denen die einen sich tiefer in der Gegend der stachetenförmigen Endigungen anordnen und ein dieselben umziehendes Geflecht bilden, während andere Ästchen höher hinaufziehen und dicht unter den Talgdrüsen ein zweites zirkuläres Geflecht bilden. (Fig. 10).

Soweit ich einigen Präparaten entnehmen kann, beteiligen sich an der Zusammensetzung dieser Geflechte Nervenfasern von zweierlei Herkunft: die einen rühren von dicken, markhaltigen Fasern her, die anderen sehr dünnen entstammen den Fasern, die schon früh ihr Myelin verloren haben. Die letzteren marklosen Nervenfasern zeichnen sich speziell durch zahlreiche feine Varikositäten aus und zeigen, da sie sehr dünn sind, in den Präparaten häufig Unterbrechungen.

Diese äusserst dünnen varikösen Fäserchen begleiten häufig auf längeren Strecken entweder die dickeren Fasern desselben Geflechtes (Fig. 7) oder diejenigen, welche den geraden lanzettförmigen Fasern den Ursprung geben (Fig. 8). Diese Geflechte sind manchmal so reichlich und zart, dass es fast unmöglich ist, sie in der Zeichnung wiederzugeben, selbst bei sehr bedeutender Vergrösserung (Fig. 7). Es ist möglich, dass die letzteren Fasern den bei anderen Arten von Nervenendigungen beschriebenen ent-

sprechen, nämlich von Timofeew und Dogiel in den Endkolben, von Dogiel in den Meissnerschen Körperchen usw. Die Natur und Herkunft dieser Fasern bin ich, ebenso wie die genannten Autoren, in jenen Endigungen nicht imstande mit voller Sicherheit zu bestimmen.

Der Grad der Ausbildung des zirkulären Geflechtes scheint nicht im Verhältnis zur Grösse des Haares zu stehen, da es manchmal bei grossen Haaren sehr spärlich ist, während im Gegenteil in dünnen Haaren ab und zu sehr reichliche Geflechte angetroffen werden (Fig. 5 und 10). Wie schon bemerkt, können die zirkulären Geflechte, besonders in kleinen Haaren, selbständig auftreten ohne die geraden gabelförmigen Endigungen (Fig. 3). In grösseren Haaren trifft man manchmal von dem zirkulären Geflecht nach oben ausgehende äussert zarte, marklose, variköse Fäserchen, die im oberen Teil des Haarbalges und um die Mündung der Talgdrüse ein Netz mit grossen Maschen bilden, das bis unter die Epidermis reicht.

Die dritte Art der Nervenendigungen in den Haaren, nämlich in den Merckelschen Körperchen, tritt in den stärksten Haaren der Lippe auf (von ca. 80 μ angefangen). Hier kommt zu den oben beschriebenen zwei Formen der Nervenendigungen noch eine dritte hinzu, die in der äusseren Wurzelscheide gelegen ist. Diese Art der Endigungen stellt hier keine besonderen Eigentümlichkeiten dar. Die die Glashaut durchsetzende Faser verliert ihre Markscheide und zerfällt in einige Ästchen, die sich am Ende verbreitern und in Tastscheiben übergehen. Diese letzteren, von der Fläche gesehen (am besten auf Flachschnitten) zeigen die Gestalt von eckigen Plättchen (Fig. 13). Von den Ecken derselben gehen in verschiedenen Richtungen kurze und dünne Fäserchen ab, die sich wiederholt in Tastscheiben verbreitern. Die letzteren bleiben in Berührung mit besonderen Zellen, den Merckelschen Tastzellen, die nur in der oberflächlichen Schicht der äusseren Wurzelscheide liegen. Andere Fasern neben den in den Merckelschen Tastscheiben endigenden gelang es mir in der Wurzelscheide nicht zu finden. Jedoch könnte ich nicht auf Grund des negativen Ausfalles der Färbung ihr Vorkommen hier, ähnlich wie in der Epidermis (Botezat, Dogiel) verneinen, wenn ich die schwierigen Färbungsverhältnisse der Nerven innerhalb der Glashaut in Erwägung ziehe.

Neben den oben beschriebenen Nervenendigungen in der Gegend des Halses des Haarbalges trifft man in dicken Haaren manchmal in die Haarpapille eintretende Nervenfasern, die sich öfters ziemlich reichlich teilen. Manche von ihnen machen den Eindruck, als ob sie zu den Gefässen gehörten, welche die Papille versorgen.

Die starken Lippenhaare des Menschen, welche sich durch grösseren Formenreichtum der Nervenendigungen auszeichnen, entsprechen in bezug auf die Art der Innervierung den sogenannten Übergangsformen der Säugetierhaare, die auf der Grenze stehen zwischen den gewöhnlichen oder schwellkörperlosen Haaren und den sogenannten schwellkörperhaltigen oder Tasthaaren; in diesen letzteren Übergangsformen befinden sich neben geraden lanzett- oder gabelförmigen Terminalfasern und Nervenringen auch Merkelsche Tastkörperchen in der äusseren Wurzelscheide.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden bereits im Jahre 1907 im X. Kongress polnischer Naturforscher und Ärzte in Lemberg mitgeteilt und erschienen im Druck in den Sitzungsberichten dieses Kongresses, ausserdem im Auszug in den Jahresberichten Virchows. Die ausführliche Publikation musste infolge anderweitiger Beschäftigungen, sowie des Umstandes, dass die Ausführung der Zeichnungen sehr viel Zeit in Anspruch genommen hat, bis jetzt aufgeschoben werden.

Die Abhandlung M. Lefébure's: „Innervation des poils chez l'homme“, Bibliogr. anat., Tom. 18, Fasc. 3, pag. 142—161, konnte leider nicht mehr berücksichtigt werden, da ich bereits nach Absendung des Manuskriptes in den Besitz derselben gelangte.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXIX u. XXX'

Alle Figuren wurden unter homogener Immersion $\frac{1}{12}$ von Zeiss und dem Zeichenokulare von Leitz Nr. 3 gezeichnet. Fig. 1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 13 wurden von Frl. Lad. v. Gostynska, Fig. 3, 7, 8, 12 von dem Demonstrator des Institutes L. v. Csala ausgeführt. Nachher wurden die Figuren verkleinert und die Vergrößerungen der einzelnen Figuren sind bei jeder Erläuterung angegeben.

-
- Fig. 1. Gerade, gabelförmige Nervenendigungen an einem ca. 15μ dicken Wollhaare der unteren Lippe eines 49 Jahre alten Mannes.
- Fig. 2. Gerade palisadenartige Nervenendigungen an einem ca. 15μ dicken Wollhaare der unteren Lippe eines 51 Jahre alten Mannes.
- Fig. 3. Zirkuläres Endgeflecht an einem $12\frac{1}{2} \mu$ dicken Wollhaare der unteren Lippe eines 40 Jahre alten Mannes.
- Fig. 4. Gerade und zirkuläre Nervenendigungen an einem ca. 7μ dicken Wollhaare der unteren Lippe eines 73 Jahre alten Mannes.
- Fig. 5. Zirkuläres Geflecht an einem ca. 12μ dicken Wollhaare der unteren Lippe eines 51 Jahre alten Mannes. (Die innere, von unten rechts gelangende Nervenfasern scheint den geraden Endfasern Ursprung zu geben.) Die dunklen Fasern liegen vor, die blassen hinter dem Haare.
- Fig. 6. Gerade und zirkuläre Endfasern an einem ca. 25μ dicken Haare der unteren Lippe eines 51 Jahre alten Mannes.
- Fig. 7 u. 8. Gerade und zirkuläre Nervenendigungen an einem Wollhaare (Fig. 8 ca. 12μ dick) der unteren Lippe eines 49 Jahre alten Mannes. Zu dem zirkulären Endgeflecht gelangen sowohl markhaltige, wie auch marklose Nervenfasern.
- Fig. 9. Nervenendigungen an einem ca. 7μ dicken Wollhaare der unteren Lippe eines 49 Jahre alten Mannes. Die in palisadenartige Endigungen auslaufenden Nervenfasern bilden vor dem Übergange in die geraden Endfasern ein Geflecht.
- Fig. 10. Nervenendigungen an einem ca. 15μ dicken Wollhaare der unteren Lippe eines 40 Jahre alten Mannes. Es sind zwei zirkuläre Geflechte zu sehen, von denen das untere in der Höhe der geraden Endfasern liegt. — Die vor dem Haare liegenden Fasern sind dunkelblau, die hinter dem Haare gelegenen sind blassblau dargestellt.
- Fig. 11. Zirkuläres Geflecht an einem dünnen Wollhaare der unteren Lippe eines 51 Jahre alten Mannes.
- Fig. 12. Gerade und zirkuläre Endigungen an einem ca. 12μ dicken Wollhaare der unteren Lippe eines 40 Jahre alten Mannes. Die vor dem Haare liegenden Fasern sind dunkelblau, die hinter dem Haare gelegenen sind blassblau dargestellt.
- Fig. 13. Nervenendigungen mittelst Merckelscher Körperchen in der äusseren Wurzelscheide eines ca. 125μ dicken Barthaars von der unteren Lippe eines 73 Jahre alten Mannes.
-