

ÜBER DIE NERVENFASERN UND DAS REZEPTORSYSTEM DER MENSCHLICHEN GAUMENMANDEL

J. KELEMEN

(Eingegangen am 17. Dezember 1959)

Obwohl sich in den letzten Jahren zahlreiche Mitteilungen mit der Innervation der Lymphorgane befaßt haben, finden sich nur wenige Angaben über die feinere Nervenversorgung der menschlichen Gaumenmandeln.

Dies dürfte auf dem Umstand beruhen, daß es im allgemeinen sehr schwer ist, mit Imprägnationsverfahren Nervenfasern in kompakten Organen (Leber, Niere, Milz, Lymphknoten usw.) nachzuweisen und sich daher die Forscher im Hinblick auf die vielen Mißerfolge in diesem Bereich lieber mit der neurohistologischen Untersuchung dankbarer Gebiete (Magen-Darmtrakt, Gallenblase usw.) beschäftigt haben. In den letzten Jahren ist jedoch durch die Debatten über die »Herdinfektion« und durch die Behandlung der Mechanismus der neuroallergischen Prozesse betreffenden Fragen die Aufmerksamkeit auf die Untersuchung der in den Mandeln und im Rachenlymphring anwesenden Nerven gelenkt worden.

Auch auf diesem Gebiet ergaben sich aus den klinischen Beobachtungen zahlreiche Fragen, die eine morphologische Deutung erfordern. ZASSOSOW und SOLDATOW [17] untersuchten die Wirkung der Mandelreizung auf das Herz. Auf Grund der auf diese Weise wahrgenommenen pathologischen Abweichungen sprechen sie von der Anwesenheit eines »tonsillo-kardialen« Reflexes. GOREWA registrierte plethysmographisch nach Reizung der Mandeln von Kranken mit chronischer Tonsillitis gewonnene pathologische Gefäßreaktionen. Durch die entwicklungsgeschichtliche Tatsache, daß sich auch die Mandel-Uranlagen in der Nähe der unter der Schädelbasis liegenden Herz- und Gefäß-Uranlagen befinden, wird im Verlauf der sich entwickelnden Innervation die Möglichkeit einer reflektorischen Beziehung zwischen diesen Organen geschaffen (ERMOLAEW, GUROWITSCH [3]).

In einer unlängst erschienenen Mitteilung lieferte Szücs [14] interessante Angaben über den tonsillo-genen Husten, in dessen Zustandekommen er dem pharyngealen Fasernsystem des N. vagus eine Rolle zuschreibt, für die auch die Tatsache zeugt, daß der Anfall nach Procaininfiltration des peritonsillären Bereichs aufhörte, während der Husten nach der später vorgenommenen Tonsillektomie ganz wegblieb.

Den erwähnten Angaben ist zu entnehmen, daß der gründlichen Kenntnis der genauen Innervation dieses für ziemlich unbedeutend gehaltenen Organs praktische Bedeutung zukommt.

Mit der makro- und mikroskopischen Innervation der Mandeln hat sich CALAMIDA [2] als erster beschäftigt. Er betonte, daß der N. glossopharyngeus, vagus und trigeminus (über den N. maximillaris und lingualis) ein reiches Fasernetz um die Mandeln bilden und zusammen mit den vom Ganglion cervicale craniale ausgehenden sympathischen Fasern durch den Hilus in ihre Substanz eindringen. Er beobachtete, daß diese Fasernbündel mit den Gefäßen oder unabhängig von ihnen verlaufen und ein perifollikuläres Netz bilden. Nervenendigungen hat CALAMIDA im Organ nicht gefunden. Die späteren Mitteilungen von ÁBRAHÁM [1] und KREMNYEW [4] sowie KARPOW [4] bestätigen im großen ganzen CALAMIDAS Beobachtungen, ja ÁBRAHÁM [1] und VEREBY [16] erwähnen auch Nervenfasernbündel, welche in die Follikel eindringen. Diese Autoren betonten CALAMIDA gegenüber, daß die Mehrzahl der Nervenfasern im Lymphgewebe aus Markscheidenfasern besteht, die das lymphatische Gewebe einzeln und in Gruppen ziemlich dicht durchziehen. Im Bindegewebe der peritonsillären Schleimhaut beschreiben sie als erste Nervenendigungen, wie sie ähnlich auch von den obenangeführten sowjetischen Autoren erwähnt worden waren. ZASSOSOW und SOLDATOW [17] schreiben bereits über die Anwesenheit von Rezeptoren im Parenchym nicht nur der Gaumen-, sondern auch der Rachen- und Zungenmandeln. PISKUN [11] teilt ausführliche Angaben über die intraorganische Nervenfaserverteilung mit und erwähnt als erster die Anwesenheit von Mikroganglien in den Gaumenmandeln. PISKUNOWA [12] fand runde Endigungen im Bindegewebe der Mandeln und betrachtet diese auf Grund der schon erwähnten Angaben als eine ernsthafte reflexogene Zone.

Als Gegenstand unserer Untersuchungen wählten wir das Studium der Innervation der menschlichen Gaumenmandeln vor allem deshalb, weil wir in der zugänglichen einheimischen und ausländischen Literatur außer den zitierten keine ausführlichen einschlägigen Angaben gefunden haben. Selbst die neuesten histologischen Lehrbücher (TÖRÖ, NICULESCU u. a.) befassen sich unter Berufung darauf, daß die diesbezüglichen Kenntnisse noch recht mangelhaft sind, nicht mit der speziellen Deskription der Nerven dieses Organs. Bereits in einer vorigen Arbeit [5] haben wir mit NAGY über die ersten Untersuchungsergebnisse berichtet, doch traten im Verlauf der weiteren Arbeit so viele Befunde über das Rezeptorsystem dieses Organs zutage, daß wir es für notwendig erachteten, diese zusammenfassend mitzuteilen.

*

Im Verlauf unserer Untersuchungen haben wir mehr als 100 menschliche Gaumenmandeln aufgearbeitet. Das Material bestand aus verhältnismäßig

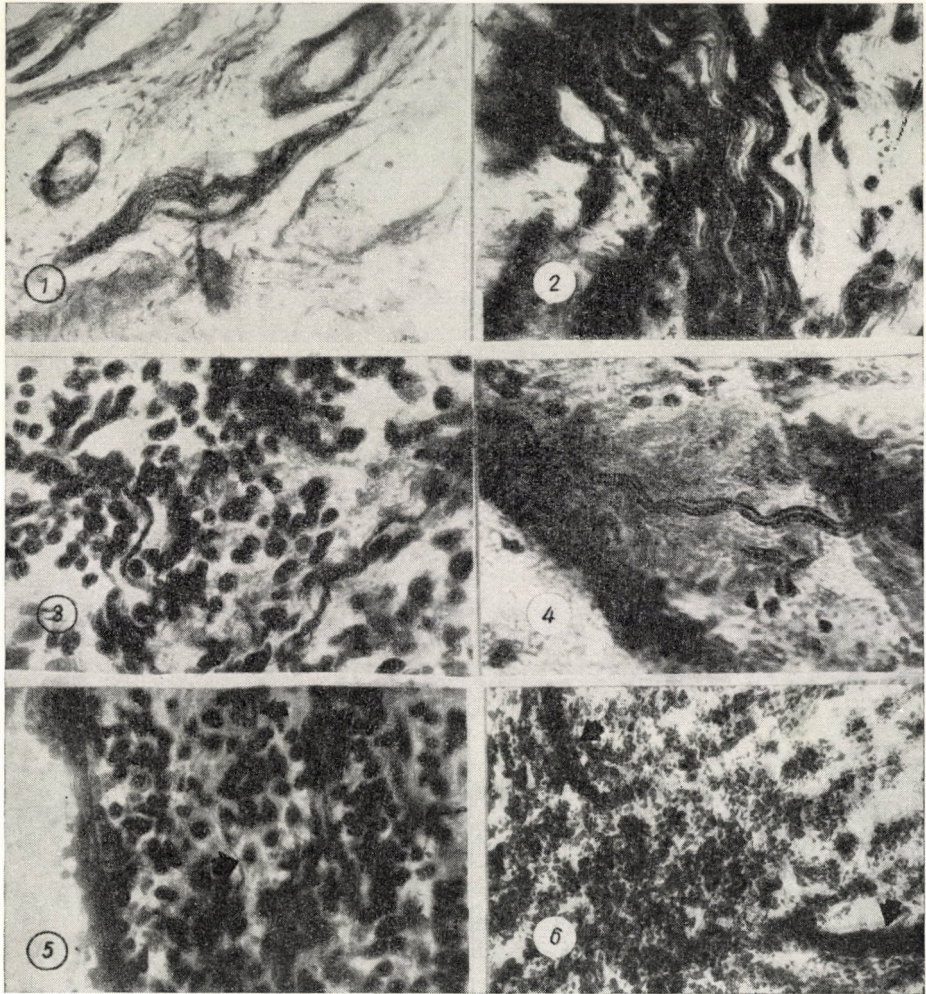
intakten Mandeln, die in der Hals-Nasen-Ohrenklinik zu Tîrgu-Mureş wegen chr. Tonsillitis reseziert worden waren und in dem von LAWRENTJEW empfohlenen AFA-Gemisch (Alkohol, Formalin, acid. arsenicosum) fixiert, dann nach der LÁZÁRSCHEN modifizierten Silberimprägnation, einige aber auch mit der Markscheiden- und NISSL-Färbung präpariert wurden.

Chronische Entzündungen führen bekanntlich nur in dem Falle zu wesentlichen krankhaften Veränderungen in den Nervelementen der Organe, wenn die Entzündung so stark fortgeschritten ist, daß sie mit dem bindegewebigen Umbau des Organs einhergeht. Da wir derartige Veränderungen in unserem Material niemals antrafen und die Mandeln morphologisch als verhältnismäßig normal erschienen, bot sich Gelegenheit zum genauesten Studium der intramuralen Innervation des Organs. Bei der Untersuchung mehrerer hundert mikroskopischer Schnitte vermochten wir folgendes festzustellen:

In den Hilus der Mandel treten viele Nervenfasernstränge ein, die entweder längs der Gefäße oder unabhängig von ihnen in das Organ eindringen und sehr viele Markscheiden- sowie weniger marklose Fasern enthalten. Die Fasernbündel teilen sich schon hier. Ein Teil verläuft zu dem die Mandeln bedeckenden subepithelialen Bindegewebe, wo sie ein zumeist aus Markfasern bestehendes »subepitheliales Netz« bilden. Die anderen laufen in den Bindegewebssepten des Organs bis zu den Follikeln. Im Umkreis der hier anwesenden sehr zahlreichen Gefäße oder in ihrer Adventitia sind sehr viele marklose, offenbar vegetative Nervenfasern und aus diesen entstandene Bündel zu beobachten.

Die Fasernbündel erreichen von den Bindegewebssepten her die Follikel, in die sie eindringen und in denen sie frei enden. Von anderen Bündeln trennen sich feinere Fasern, die zum Bindegewebe der Oberfläche verlaufen. Diese enthalten größtenteils Markscheidenfasern, erhalten aber Zweige auch von den längs der umgebenden Gefäße laufenden marklosen Fasern. Die zur Oberfläche laufenden Fasern bilden subepithelial eine Endigung, während einzelne in die unteren Epithelschichten laufen und dort in MEISSNERSCHEN Rezeptoren enden.

Von den subepithelialen Endigungen gibt es drei verschiedene Typen: eine ist ebenso rund wie die Nierenglomerula, eine andere etwas oval, und am Ende der Faser sieht man einen separaten kleinen Ring. Der dritte Typ entsteht gleichfalls aus der aus dem Bindegewebe hochkriechenden Faser und wurde von uns nach seiner Form »Entenkopfendigung« genannt. Alle drei Endigungstypen sind von einer feinen Bindegewebshülle umgeben, zählen zur Gruppe der bereits allgemein bekannten wärme- und schmerzempfindlichen Rezeptoren und bieten gemeinsam mit den obenerwähnten MEISSNERSCHEN Tastkörperchen eine morphologische Erklärung dafür, warum die Mandeln so stich-, tast- und wärmeempfindlich sind.



- Abb. 1.* Silberimprägnationsbild des Mandelhylus. Markscheidenfasern enthaltendes Nervenfasernbündel, von Gefäßquerschnitten umgeben. Vergrößerung $0,45 \times 0,60$
- Abb. 2.* Dickes Nervenfasernbündel im Hylusbindegewebe, darunter ein Gefäßlängsschnitt. Silberimprägnation nach LÁZÁR. Ölimmersion
- Abb. 3.* Markscheidenfasern im subepithelialen Bindegewebe der Mandel. Silberimprägnation. Vergrößerung $0,45 \times 0,60$
- Abb. 4.* Vom Bindegewebsseptum der Mandel zur Follikelbasis verlaufende Nervenfasern. Silberimprägnation. Vergrößerung $0,45 \times 0,60$
- Abb. 5.* Dünne Nervenfaser zwischen Follikellymphzellen. Silberimprägnation. Vergrößerung $0,45 \times 0,60$
- Abb. 6.* Markscheidenfasernbündel im Inneren des Lymphfollikels. Silberimprägnation. Vergrößerung $0,45 \times 0,60$

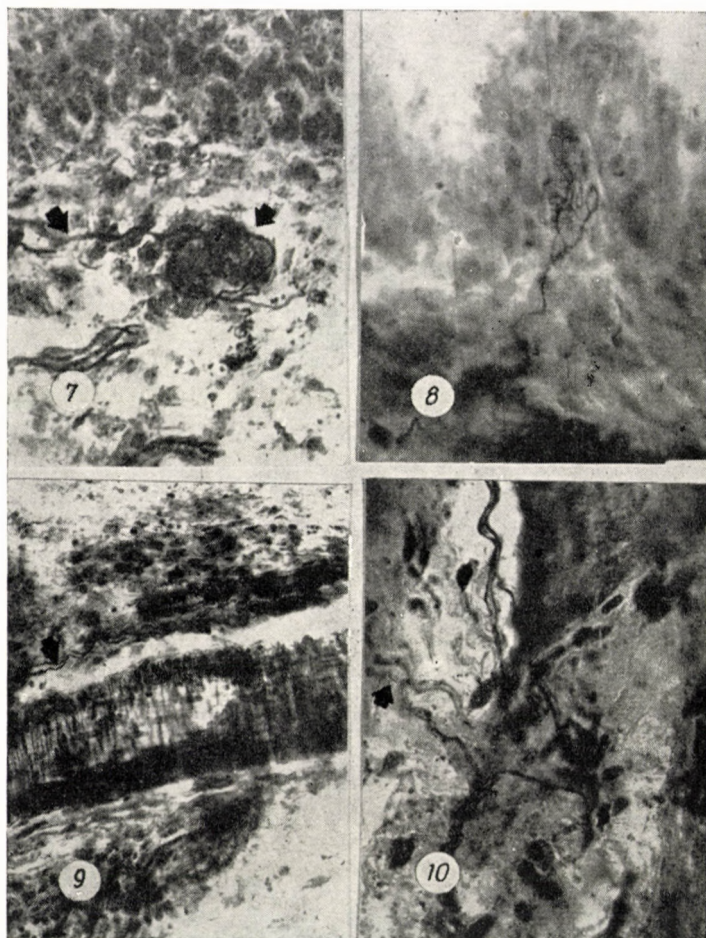


Abb. 7. Knäuelartige Nervenendigung unter der Epithelschicht der Mandel. Silberimprägnation. Vergrößerung $0,45 \times 0,60$

Abb. 8. MEISSNERSCHES Tastkörperchen in der Bindegewebspapille der Mandel. Silberimprägnation. Vergrößerung $0,45 \times 0,60$

Abb. 9. Feine, offenbar vegetative marklose Nervenfasern neben einem im Mandelbindegewebe verlaufenden Gefäß. Silberimprägnation. Vergrößerung $0,45 \times 0,60$

Abb. 10. Vegetatives Nervenfasernetz in der Umgebung der im Bindegewebe verlaufenden dünneren Gefäße. In der mit Pfeil bezeichneten Zone befinden sich die feinsten Fasern. Silberimprägnation. Vergrößerung $0,45 \times 0,60$

In einigen Schnitten beobachteten wir auch ein nahe am Hilus befindliches, aus 3—4 multipolaren Nervenzellen bestehendes Mikroganglion; infolge technischer Schwierigkeiten gelang es uns indessen nicht, diese zu photographieren. Besonders muß hervorgehoben werden, daß die menschliche Gaumen-

mandel über ein sehr reiches vegetatives Nervenfasersystem verfügt. Die Mehrzahl dieser marklosen Fasern folgt den Gefäßen, steht mit den eigenen vegetativen Fasern der Gefäßwand in Verbindung und bildet förmlich ein periarterioläres und perikapillares Netz. Es läßt sich denken, welche Möglichkeiten bei der Entzündung des Organs dadurch zur Entwicklung pathologischer vasomotorischer (vasomotorischer) Reaktionen geschaffen werden. In der die Mandeln umgebenden Bindegewebskapsel fanden wir aus sehr feinen, dünnen Fasern bestehende Nervenfasernbündel, die mit den Fasern, welche in den Bindegewebssepten laufen, in Verbindung stehen.

Mit unseren Untersuchungen wünschten wir die noch mangelhaften Kenntnisse über die Innervation der Lymphorgane zu erweitern, denn auf die pathologische Bedeutung der Beziehungen zwischen dem vegetativen Nervensystem und dem Lymphgefäßsystem, die auch aus den bereits erwähnten klinischen Beobachtungen hervorgeht, ist schon vor längerer Zeit hingewiesen worden (KISS [8], ORTZ, BOTÁR [13]).

Anlässlich der Untersuchung unseres Materials haben wir auch degenerative und regenerative Veränderungen an den Nervenfasern beobachtet, über die wir in einer späteren Mitteilung referieren werden.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der neurohistologischen Untersuchung von 100 menschlichen Gaumenmandeln werden mitgeteilt. Im Hinblick darauf, daß die das Organ versorgenden Nerven bekannt sind, aber die Frage der intramuralen Innervation noch nicht genügend klargestellt ist, wurden mit Imprägnationsmethoden, Markscheiden- und NISSL-Färbung präparierte Mandelschnitte untersucht.

Nach den Ergebnissen ist die Mandel eines der am reichsten innervierten Organe. Die aus Mark- und marklosen Fasern bestehenden Nervenfasernbündel dringen durch den Hilus des Organs ein und verlaufen in den Bindegewebssepten, zumeist längs der Gefäße, aber auch von diesen unabhängig. Unter dem Epithel der Mandel bilden sie drei verschiedene runde Endigungen; außerdem wurden auch in die unteren Epithelschichten eindringende MEISSNERsche Tastkörperchen gefunden.

Auf Grund der Literaturangaben und eigenen Beobachtungen wird die Mandel als eine ernsthaft reflexogene Zone angesehen, die wegen ihres reichhaltigen vegetativen Nervenfasernetzes bei Entzündungen den Ausgangspunkt pathologischer vasomotorischer Reaktionen bilden kann.

LITERATUR

1. ÁBRAHÁM, A.: 1935. Az ember szájpaddmandulájának beidegzése. Állat. Közl. Budapest **32**, 1–2, 47–59 sowie (1956) persönliche Mitteilung. — 2. CALAMIDA, U.: 1899. Sulla fine distribuzione dei nervi delle tonsille. G. Acad. Med. Torino. **62**, 525. — 3. Эрмолаев, Бортушевская: 1956 Вестник Ото-рино-ларингологии. XIV. 6, 40–45. — 4. Карпов, Н. А.: 1945 О механизме тонзилгенных процессов. Монография. Leningrad. — 5. KELEMEN, J. u. NAGY, B.: 1957. Adatok az emberi szájpaddmándula beidegzéséhez. Orv. Szle. Türgu-Mureş **3**, 61. — 6. KELEMEN, J.: 1958. Über die Nerven der Mandel. III. Sitzung der Medizinischen Universität, Türgu-Mureş. — 7. KELEMEN, J.: 1955–1958. Unveröffentlichte Beobachtungen. — 8. KISS, F.: 1930. Topographic Relationship between the Nerve Plexuses and Lymph Nodes of the Abdomen. Arch. Surg. **21**, 405. — 9. LÁZÁR, L.: 1956. Módosított ezüstimpregnációs

eljárás az idegelemek kimutatására. *Orv. Szle. (Tirgu Mures)* 4, 89. — 10. MÖLLENDORF, W.: 1928. Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Springer, Berlin. Bd. IV/1. — 11. PISKUN, A. I.: Cu privire la nervii amigdalelor palatine și formațiunile receptoare. *Biblioteca Analelor R-S. Seria Medicina, Oto-Rino-Laringologie, IV.* București. — 12. PISKUNOWA, E. D.: 1956. Die Nervenendigungen in den Gaumenmandeln beim Menschen und bei einigen Tieren. *Archiv anatomii, gistologi i embriologi*, 67—68. — 13. ORTZ, BOTÁR; zit. RUSZNYÁK, I., FÖLDI, M., SZABÓ, Gy.: 1958. Physiologie und Pathologie des Lymphkreislaufes. Verlag der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest. S. 62, 66, 431, 559. — 14. SZÜCS, L.: 1957. A tonsillogen köhögésről. *Orv. Szle. (Tirgu Mures)* 6, 68. — 15. TONKOW, W.: 1899. Zur Kenntnis der Nerven der Lymphdrüsen. *Anat. Anz.* 16, 456. — 16. VEREBY, K.: 1939. zit. Ábrahám A.: A szövettan alapvonalai. Pécs. Dunántúl Verlag 1941. Dritte Auflage. — 17. ЗАСОЗОВ, Р. А. — СОЛДАТОВ, Л. Б.: 1956. О первом аппарате лимфаденоидного глоточного кольца человека и его роли при ангинах. *Клиническая Медицина*. 6. 40—46.

О НЕРВНЫХ ВОЛОКНАХ И РЕЦЕПТОРНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ НЕБНЫХ МИНДАЛИН

Й. КЕЛЕМЕН

Автор излагает результаты гистологических исследований нервов 100 человеческих небных миндалин. Ввиду того, что в литературе известны нервы, снабжающие этот орган, а вопрос внутритканевой иннервации еще недостаточно выяснен, проводились исследования срезов миндалин, изготовленных методами импрегнации, а также окраской миэлиновых оболочек, и окраской по Нисселю.

Было установлено, что миндалины являются одними из наиболее иннервированных органов. Состоящие из миэлиновых и безмякотных волокон пучки нервных волокон проникают через корень органа и идут в соединительнотканых прослойках, в большинстве случаев вдоль сосудов, но также независимо от последних. Под эпителием миндалин они образуют три вида круглых окончаний, но кроме этого были обнаружены также проникающие в нижние слои эпителия рецепторы типа Мейснера. На основе приведенных литературных данных и собственных наблюдений, автор считает миндалины серьезными рефлексогенными зонами, которые в связи с воспалениями, ввиду богатой сети вегетативных нервных волокон, могут быть исходной точкой патологических вазомоторных реакций.

NERVE-FIBRES AND RECEPTOR SYSTEM OF THE HUMAN PALATINE TONSIL

J. KELEMEN

Neurohistological examinations have been performed on a hundred human palatine tonsils to study the organ's intramural innervation.

The human palatine tonsil seems to be one of the most abundantly innervated organs. The nerve bundles, consisting of myelinated and unmyelinated fibres, enter the hilum and run in the connective tissue septa mostly along, but sometimes independently of the vessels. They form three kinds of ovoid endings under the epithelium. In addition, receptors of the Meissner type were found penetrating the lower epithelial layers. It has been concluded that the tonsils are an important reflexogenic zone which, on account of their rich network of vegetative nerves, may give rise to pathological vasomotor reactions in connection with inflammatory processes.

József KELEMEN, *Laboratorium für Neurohistologie, Tirgu-Mures, Rumänien*