V.

Aus der Abteilung für Ohren-, Nasen- und Halskranke am Allerheiligenhospital zu Breslau (Primärarzt: Dr. Brieger).

Beiträge zur Anatomie des musculus stapedius.

Von

Dr. W. Steinitz.

Bei Gelegenheit von Untersuchungen über die Nervenendigungen in quer gestreiften Muskeln kam ich dazu, den Bau des Musculus stapedius bei verschiedenen Säugetieren, sowie beim Menschen näher zu prüfen. Meine Untersuchungen erstrecken sich auf den Musculus stapedius des Menschen, der Katze, des Meerschweinchens und der Ratte.

Obwohl der Musculus stapedius beim Menschen erst aus seinem Knochenkanal herausgeholt werden muß, während er bei den übrigen Säugetieren nur in eine offene Rinne eingebettet ist, gestaltet sich seine Präparation bei den genannten Tieren, besonders bei der Ratte, wegen seiner minimalen Größe weit schwieriger.

Beim Menschen geht man zweckmäßig folgendermaßen vor: An der ausgemeißelten Schläfenbeinpyramide wird mit der Knochenzange die vordere Gehörgangswand, das Trommelfell, die laterale Atticuswand und das Paukendach abgetragen. Dann werden Hammer und Amboß entfernt und der Stapes mit der Insertion der Stapediussehne bloßgelegt. Nun wird ein scharfgeschliffener Meißel dicht hinter dem Faciakanal parallel der hinteren Paukenwand auf den lateralen Bogengang aufgesetzt, und mit kräftigen Hammerschlägen der Warzenfortsatz abgetrennt. Dabei springt gewöhnlich die laterale Wand des Faciaknals und der Eminentia pyramidalis mit ab; andernfalls wird sie mit der Knochenzange abgetragen. Der freigelegte Muskel wird nun mit der Pincette an der Sehne gefaßt und aus dem Knochen-

bett hervorgezogen, fast immer müssen jedoch zuvor noch seine fibrösen Adhärenzen an die Knochenwand mit einem feinen Skalpell durchtrennt werden.

Ungleich schwieriger gestaltet sich die Präparation des Musculus stapedius bei den kleinen Säugern. Ich will sie für das präparatorisch schwierigste unter den von mir untersuchten Objekten, die Ratte, schildern.

Zunächst wird das knöcherne Ohr mit einer starken Schere aus dem Schädel herausgeschnitten und alle anhaftenden Weichteile sorgfältig entfernt. Dann wird das Trommelfell mit dem Hammer entfernt und vom Annulus tympanicus aus das Tegmen tympani abgetragen. Nunmehr dient der makroskopisch noch gut erkennbare Amboß zur Orientierung. Die weitere Präparation ist nur auf dem Objektische eines (binocularen) Präpariermikroskopes möglich. Man entfernt mit einer Pincette den Amboß und sieht jetzt den Steigbügel liegen, neben dem als weißer Strang der Nervus facialis verläuft. Über das Promontorium hinweg zieht durch die Schenkel des Steigbügels hindurch ein starkes Blutgefäß. Am hinteren Schenkel sieht man die Sehne des Musculus stapedius inserieren; sie verliert sich unter den nervus facialis. Nun klappt man diesen mit der Spitze einer hakenförmig gebogenen Nadel nach oben und legt auf diese Weise den unter ihm versteckten Muskelbauch des Stapedius bloß. Um ganz sicher zu gehen, daß das zum Schluß herauspräparierte Gebilde auch wirklich der Musculus stapedius ist, empfiehlt es sich, ihn im Zusammenhang mit dem Stapes zu lassen. Man durchtrennt daher am besten das durch die Schenkel des Steigbügels ziehende Gefäß, mit der krummen Nadel, führt eine Nadel zwischen die Schenkel und hebt den ganzen Stapes aus der Nische des ovalen Fensters. Dadurch spannt man die Sehne und den Musculus stapedius selbst an, präpariert dann den Stumpf vom anhaftenden Bindegewebe frei, durchschneidet mit der Schere seinen Ursprung am Knochen und isoliert ihn im Zusammenhang mit dem Nervus facialis. Will man ihn auch von diesem trennen, so geschieht das nachträglich auf einem Objektträger, wo man auch die Sehne direkt an ihrer Insertion am hinteren Schenkel durchschneidet. — Der Musculus stapedius ist der kleinste, quergestreifte Muskel; dementsprechend sind die Primitivbündel außerordentlich dünn. Sein charakteristisches, für ihn geradezu spezifisches Gepräge erhält er durch die überreichliche Bindegewebsentwicklung. Diese studiert man am

besten an Schnitten, die mit Pierinsäure-Säurefuchsin gefärbt sind. Hier kann man deutlich sehen, daß das Bindegewebe geradezu reichlicher vorhanden ist als die Muskelfasern.

Das Verhältnis vom Muskel- und Bindegewebe im Musculus stapedius des Menschen unterliegt großen, individuellen Schwankungen. Um zu entscheiden, ob diese Schwankungen wirklich rein individuelle, oder ob sie von Alter und Geschlecht abhängig seien, wurden an neun Leichen diesbezügliche Untersuchungen angestellt.

Es wurden Schnittserien, hauptsächlich Querschnitte, angefertigt, und an diesen durch Giesonfärbung beide Gewebsarten deutlich zur Anschauung gebracht. Um nun zu einem zahlenmäßigen Ausdruck für den Anteil des Muskelgewebes zu kommen, wurde am einzelnen Schnitt der muskulöse Anteil abgeschätzt und durch einen Bruch ausgedrückt (z. B. $\frac{1}{3}$ wenn der dritte Teil des Querschnittes von Muskelfasern, $\frac{2}{3}$, vom Bindegewebe eingenommen wurde). Das arithmetische Mittel aus der Summe dieser Brüche ergab dann einen Ausdruck für den Gesamtanteil der Muskulatur am Bau des ganzen Muskels.

Die so erhobenen Befunde ergaben, daß bei einem und demselben Individuum rechter und linker Steigbügelmuskel annähernd gleiche Verteilung von Muskel- und Bindegewebe darbieten. Hingegen ließ sich eine Beziehung zwischen der Struktur des Muskels und dem Alter oder Geschlecht des betreffenden Individuums nicht nachweisen. Am reichsten fand sich nämlich das Muskelgewebe entwickelt (und zwar etwas mehr als $\frac{1}{2}$, d. h. das Muskelgewebe überwog um ein geringes das Bindegewebe) bei einem Manne von 27 Jahren, einem Mädchen von 19 Jahren und einem 78jährigen Greise. Den geringsten Anteil, nämlich nur $\frac{1}{5}$, zeigte das Bindegewebe im Musculus stapedius einer 29jährigen Frau.

Die reichliche Bindegewebsentwicklung im Steigbügelmuskel des Menschen ist auf Rechnung des Perimysium internum zu setzen. Das entgegengesetzte Verhalten, nämlich Bindegewebsreichtum infolge außerordentlich starker Entwicklung des Perimysium externum finden wir bei der Ratte. Während hier der Muskel selbst nur von relativ wenigen Bindegewebssträngen durchsetzt wird, ist er von einer dicken Bindegewebsscheide umhüllt. Während ferner, wie erwähnt, die Primitivbündel im Stapedius des Menschen außergewöhnlich dünn sind, sind sie bei der Ratte von ziemlich erheblicher Dicke.

In der Mitte zwischen diesen beiden Typen steht der *Musculus stapedius* der Katze. Hier haben wir ebenfalls erheblich dickere Primitivbündel, das *Perimysium externum* ist ebenso reichlich wie bei der Ratte, das *Perimysium internum* ist etwa ebenso reichlich wie beim Menschen entwickelt.

Die bei weitem dünnsten Primitivbündel weist der *Stapedius* beim Meerschweinchen auf. Sie sind hier so dünn, daß sie nur bei Ölimmersion als quergestreifte Muskelfasern zu agnoszieren sind. Die Entwicklung des interstitiellen Bindegewebes ist hier eine relativ geringe.

Die überreiche Entwicklung des Bindegewebes, das in vielen Fällen den Muskelanteil im *Stapedius* an Mächtigkeit sogar übertrifft, könnte vielleicht den Gedanken nahe legen, daß der genannte Muskel ein in Degeneration begriffenes, nicht mehr funktionsfähiges Organ sei. Müssen wir diese Frage schon auf Grund der Tatsache, daß bei *Facialisparese* Ausfallserscheinungen von seiten des *Musculus stapedius* im Sinne einer *Hyperakusis* auftreten, verneinen, so ergibt auch die Untersuchung der den Muskel versorgenden Nerven, daß dem Muskel wohl eine besondere Funktion zukommen müsse.

Technisch ist eine derartige Untersuchung allerdings enorm schwierig: Während man die Nerven und ihre Endigungen in den Muskeln stets an Zupfpräparaten untersucht, weil nur der Zusammenhang des Nerven mit seinen Endigungen mit der wünschenswerten Klarheit darstellbar ist, läßt diese Methode hier völlig im Stich. Kein chemisches oder mechanisches Mittel vermag die starren Bindegewebsmassen zu lösen — wenigstens nicht ohne gleichzeitig die zarten Nervenendorgane mit zu zerstören. Man ist also genötigt, die einschlägigen Verhältnisse an Schnittserien zu studieren — ein mühevolleres Beginnen, dessen Ertrag nicht eben der lohnendste und verlässlichste ist.

Bezüglich des Baues der motorischen Nervenendigungen findet sich im *Stapedius* keine Abweichung von den motorischen Endplatten anderer Muskeln. Wohl aber entspricht die Verteilung der genannten Endorgane im *Stapedius* nicht den in anderen Muskeln meist beobachteten.

Dort herrscht nämlich im allgemeinen das Prinzip, daß die Innervationsstellen auf einen möglichst kleinen Raum beschränkt sind. Das wird meist so erreicht, daß ein senkrecht zur Längsachse der Muskelfasern verlaufender Nervenstamm kurze Seitenäste abgibt und sich schließlich in einen Busch

kurzer Endäste auflöst. Beim Stapedius scheint dagegen — wahrscheinlich wegen der völlig ungleichen Faserlänge — eine andere Verteilungsweise stattzuhaben. Es dringen nämlich starke Nervenstämmchen zwischen die Muskelfasern ein, verlaufen parallel mit ihnen nach der Sehne hin und scheinen in deren Nähe ihr Ende zu erreichen.

Weit interessanter als das Verhalten der motorischen Endorgane ist das der sensiblen Nervenendungen. Zwar die gewöhnlichen sensiblen Endfasern verhalten sich hier nicht anders als anderwärts; aber es kommen außer diesen feinen und feinsten Ausläufern sensibler Nerven noch andere sensible Endbildungen zur Beobachtung, die sogenannten Muskelspindeln. Ausführlich auf den Bau dieser hochinteressanten, in ihrer Bedeutung noch nicht genügend gewürdigten Gebilde einzugehen, ist hier nicht der Ort.¹⁾ Nur folgendes möchte ich erwähnen: Die Muskelspindeln bestehen aus einem spiralgig um ein oder mehrere Muskel-Primitivbündel gewundenen Nervenende; innerhalb der Nervenumschlingung zeigt die Muskelfaser bei einfaserigen Spindeln (und nur solche scheinen für den Stapedius des Menschen in Betracht zu kommen) eine knollige Auftreibung. Diese wird von einer mit Hämatoxylin stark färbbaren Substanz gebildet, innerhalb deren die Querstreifung fast ganz verwischt ist und einer deutlichen Längsstreifung Platz macht. Die erwähnte Veränderung der Form und Struktur der Primitivbündel ist so charakteristisch, daß man die Spindeln auch auf Längsschnitten, in denen doch die Hauptsache, nämlich die Nervenspirale, natürlich nicht zu sehen ist, erkennen kann.

Derartig charakteristisch veränderte Muskelfasern habe ich im Stapedius häufig beobachtet: Sie sehen genau so aus wie die Längsschnitte der ebenfalls einfaserigen Muskelspindeln in den Augenmuskeln. Ich halte mich daher für berechtigt, die erhaltenen Schnittbilder als Längsschnitte von Spindelfasern zu deuten.

Dieser Befund ist nun weit wichtiger, als es zunächst den Anschein haben mag. Die neueren Untersucher der Muskelspindeln neigen fast ausnahmslos der Ansicht zu, daß die Muskelspindeln die Organe des Muskelsinnes bilden; eigene eingehende Untersuchungen lassen mir selbst jede andere Anschauung unhaltbar

1) Nähere Angaben darüber finden sich in meiner Dissertation: „Beiträge zur Kenntnis der Nervenendigungen in den quergestreiften Muskeln der Säugetiere“. Rostock 1905.

erscheinen: Die Muskelspindeln sind es, die uns über den jeweiligen Kontraktionszustand unserer Muskeln unterrichten. So tragen sie in den Augenmuskeln, wo sie nach meinen Untersuchungen am zahlreichsten anzutreffen sind und die gleiche Struktur wie im Stapedius haben, in erster Linie zum Zustandekommen der sogenannten Konvergenzempfindung bei und gewähren uns so die Möglichkeit der Entfernungsschätzung. Für die Augenmuskeln mit ihrem eminent fein ausgeprägten Muskelsinn ist die Anwesenheit der Muskelspindeln leicht erklärlich. Beim Stapedius stößt die Erklärung auf zur Zeit unüberwindliche Schwierigkeiten oder vielmehr: sie vermehrt die Schwierigkeiten, die dem Versuche einer einwandfreien Deutung der Funktion des genannten Muskels zur Zeit entgegenstehen. Jedenfalls aber werden die Vorstellungen von der Funktion des Musculus stapedius in Zukunft mit dem zahlreichen Vorhandensein von Organen des Muskelsinnes zu rechnen haben.