(Aus dem anatomischen Institut der Universität Utrecht-Holland)

Über ein Modell zur Demonstration der Stellung der Maculae acusticae im Kaninchenschädel.

Von
H. Oort.
Assistent.

Mit 1 Textabbildung und Tafel I.

(Eingegangen am 15. Juli 1920.)

Die beiderseits im Petrosum verborgenen häutigen Labyrinth, aus Sacculus, Utriculus mit Bogengängen und Ductus cochlearis bestehend, sind mittels feiner Bindegewebsbalken an der inneren Wand einer knöchernen Kapsel befestigt, welche in ihrer Gestaltung die Form des häutigen Labyrinthes wiederholt. Diese aus sehr kompakter Knochen-substanz bestehende knöcherne Kapsel des inneren Ohres stellt einen Teil des Os petrosum dar.

Die Wandung von Sacculus, Utriculus und den Bogengängen zeigt einen einfachen Bau: „Zu äußerst liegt ein an elastischen Fasern reiches, einzelne Pigmentzellen enthaltendes Bindegewebe; dann folgt eine feine, mit kleinen Warzen besetzte Basalmembran, deren Innenfläche endlich mit einem einschichtigen Pflasterepithel überzogen ist¹⁾.“ Komplizierter wird der Bau dort, wo die Pars vestibularis des Nerv. octavus mit den genannten Teilen des häutigen Labyrinthes in Beziehung tritt. Dieses geschieht an fünf Stellen, an den drei Cristae ampullares und an den beiden Maculae acusticae. An Stelle des einschichtigen Pflasterepithels tritt hier das mit Haarzellen versehene Neuroepithel.

Die Cristae ampullares liegen in den erweiterten Endabschnitten der Bogengänge, den Ampullen. Zwei derselben, diejenigen des vorderen verticalen und des horizontalen Bogenganges, liegen in der Nähe des vorderen Endes des Utriculus, während die Ampulle des hinteren verticalen Bogenganges sich in der Nähe des hinteren Endes des Utriculus befindet.

Über die Gestalt der Cristae ist folgendes zu bemerken. An der Wand der ballonähnlichen Erweiterung des Bogenganges ist eine periphere und eine zentrale Wandstrecke zu unterscheiden, letztere ist dem Mittelpunkt des betreffenden Bogenganges zugewandt. Diese zentrale Wand-

¹⁾ Ph. Stöhr, Lehrb. d. Histologie. 11e Aufl., S. 397.

strecke ist in die Lichtung der Ampulle hügelähnlich vorgetrieben; die Wand dieses Vorsprunges ist mit Sinnesepithel bedeckt (*Crista ampullaris*).

Den Hügel hat man sich nicht etwa kegelförmig vorzustellen, vielmehr gleicht er einem Bergkamm, dessen Grat etwa senkrecht zur Fläche des Bogenganges steht.

Die beiden aufsteigenden Wände des Bergkammes, welche sich in dem Grat treffen, sind steil. Der Vollständigkeit halber sei schließlich noch hervorgehoben, daß dieser Grat nicht geradlinig verläuft, sondern sattelförmig nach dem Mittelpunkt des Bogenganges gebogen ist. Reitend auf diesem Sattel hat man sich die „Cupula“ vorzustellen.

Utriculus und Sacculus haben beide die Gestalt länglicher Säckchen, deren lange Achse im wesentlichen von vorne nach hinten verläuft. Von der Wand dieser Säckchen interessieren uns hier wiederum nur diejenigen Strecken, welche aus Sinnesepithel bestehen und wo der Nerv mit der Wand in Beziehung tritt. Diese Stelle befindet sich bei dem Utriculus an der unteren, bei dem Sacculus an der medialen Wand. Die Sinnesepithelstrecken werden *Macula acustica utriculi et sacculi* genannt; sie sind von Otolithen-Membranen bedeckt.

Ich habe mir die Aufgabe gestellt, die Lage der *Maculae acusticae* im Kaninchenschädel an einem Modell derartig wiederzugeben, daß ihre topographische Orientierung leicht zu übersehen ist.

Dieses Modell besteht aus drei Teilen: 1. einem Kaninchenschädel; 2. einer vergrößerten Wiedergabe eines Teiles des rechten Labyrinthes, welche an der rechten Seite des Schädels in topographisch richtiger Orientierung angebracht ist; 3. einer in derselben Vergrößerung hergestellten Wiedergabe der beiden *Maculae acusticae* der linken Seite, welche in entsprechender Weise an der linken Seite des Schädels befestigt sind.

Über die unter 2 und 3 genannten Teile des Modells ist folgendes mitzuteilen. Nach einer Schnittserie der hinteren Hälfte eines Kaninchenschädels, welche die beiderseitigen häutigen Labyrinthe enthält, wurde nach der Bornschen Plattenmodelliermethode Utriculus, Sacculus, die anschließenden Endstücke der Bogengänge mitsamt den Ampullen und der *Ductus endolymphaticus* bei dreißigmaliger Vergrößerung modelliert.

Das rechtsseitige Labyrinthmodell fand als solches Verwendung, es ist in Abb. 1 und 2 (Tafel I) gesondert dargestellt.

In Abb. 1 ist der Utriculus mit den drei Ampullen in der Ansicht ungefähr von unten dargestellt, so daß die Maculafläche dem Betrachtenden zugewandt ist. Der Sacculus, welcher der unteren Fläche des Utriculus angelagert ist, wurde wegen besserer Übersichtlichkeit der (weißpunktierten) Utriculus-Macula entfernt. Man erkennt, daß letztere

eine länglich ovale Gestalt hat, sie liegt am oralen Ende der unteren Fläche.

In ihrer Nähe, noch weiter oral, ist die Ampulle des vorderen vertikalen Bogenganges gelegen. Lateral von der Macula (in der Abb. unterhalb) erblickt man die Ampulle des horizontalen Bogenganges. Im erweiterten hinteren Abschnitt des Utriculus (Recessus posterior, in der Abb. rechts) mündet das mit Ampulle versehene Ende des hinteren vertikalen Bogenganges und das Crus commune. Die dunklen Stellen auf der Utriculuswand und in der Umgebung der Ampullen beziehen sich auf die Verteilung des Pigmentes.

Abb. 2 zeigt dasselbe Modell von der Medialseite. Der vorhin entfernte Sacculus ist jetzt mit abgebildet, er verdeckt teilweise die Utriculus-Macula, weshalb das Utriculus-Modell zunächst gesondert dargestellt worden ist. Im Vergleich zu Abb. 1 ist das Modell um etwa 90° gedreht, so daß die Sacculus-Macula dem Betrachtenden zugewandt ist. Diese ist länger und schmaler als die Utriculus-Macula und wurde ebenfalls durch Punktierung hervorgehoben. Ihr vorderes Ende ist ein wenig lateralwärts abgebogen (in der Abb. links, schwarze Punkte auf weißem Grund). Der Ductus endolymphaticus ist an seiner Einmündungsstelle am hinteren Ende des Sacculus zu erkennen.

An der linken Seite des Modells sind ausschließlich die beiden Maculae wiedergegeben in Gestalt von Metallplättchen, deren Form auf Grund des vorhandenen Modells des linksseitigen Labyrinthes bestimmt wurde. Abb. 3 bringt eine Abb. derselben in der Ansicht von unten und lateral, das Vorderende ist links gelegen. Die punktierte Macula ist diejenige des Sacculus; hierbei ist im Auge zu behalten, daß die Punktierung diesmal an der Innenseite angebracht wurde, an derjenigen Fläche also, welche die Otolithenmembran trägt.

Die Utriculus-Macula sieht man von der unteren äußeren Seite, die Otolithenmembran hat man sich auf derselben ruhend vorzustellen. Die auf der oberen Fläche entsprechend angebrachte Punktierung ist in der Abb. nicht sichtbar.

Die beiden bei dreißigmaliger Vergrößerung hergestellten Teilmodelle sind in dreißigmal ihrer wahren Entfernung symmetrisch gegenüber einander an einer Kupferstange montiert¹⁾.

Das dritte Teilstück des Gesamtmodells, der Kaninchenschädel, ist derartig angebracht, daß seine Labyrinth sich in derselben Lage befinden wie die vergrößerten Modelle.

Betrachten wir jetzt das zusammengesetzte Modell (Abb. 4) in der Ansicht von vorne und seitlich, so erkennen wir die beiden Labyrinth-

¹⁾ Für technische Unterstützung bei der Herstellung des Modells bin ich Frl. A. A. de Kempnaer, Assistentin am hiesigen Institut, sowie Herrn Dr. Becker zu großem Dank verpflichtet.

teile oben und den Schädel unten vorne. Das rechte ausmodellierte Labyrinth, das eigentliche Wachsmodell, sieht man in der Abb. links, etwa Abb. 2 entsprechend. Das Ganze ist beweglich an einem Stativ befestigt und kann in beliebiger Stellung fixiert werden, was den Vorteil hat, daß man bei jeder Kopfhaltung sofort die entsprechende Otolithenstellung ablesen kann.

Über die Art und Weise, wie der Schädel angebracht worden ist, sind noch einige Angaben hinzuzufügen. Man erkennt in der Abb. 4, daß dieser auf einer Spange befestigt ist; die Lage dieser Spange erläutert die Textabb. 1. Sie ruht auf der oberen Fläche der Pars basalis ossis occipitalis und stellt eine Linie dar, welche zur topographischen Festlegung der Maculae acusticae Verwendung gefunden hat¹⁾.

Abb. 1. In der Medianebene durchgesägter Kaninchenschädel mit Orientierungsspanne.

Auf Einzelheiten der unten angeführten Arbeit¹⁾ soll hier nicht eingegangen werden; es ist nur zu erwähnen, daß von den Resultaten dieser Arbeit bei der Aufstellung des Modells Gebrauch gemacht wurde. Da in diesen Resultaten die Werte dreier verschiedener Objekte verarbeitet sind, bezieht sich das hier beschriebene Modell nicht auf die Spezialverhältnisse eines bestimmten Individuums, sondern es sind in diesem außerdem die Ergebnisse zweier anderer Objekte festgelegt.

Schließlich ein Wort über die Innervationsverhältnisse des Labyrinthes. Bekanntlich beziehen die Macula utriculi und die beiden vorderen Ampullen ihre Fasern aus dem Ramus utricularis, während die Macula sacculi und die Ampulla posterior vom Ramus saccularis versorgt werden. Wie Voit²⁾ gezeigt hat, stimmt diese Angabe für die meisten Säuger nicht genau, da ein kleiner vorderer Abschnitt der Sacculus-

¹⁾ H. M. de Burlet und J. J. Koster, Zur Bestimmung des Standes der Bogengänge und der Maculae acusticae im Kaninchenschädel. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt. 1916. S. 59.

²⁾ M. Voit, Zur Frage der Verästelung des Nervus acusticus bei den Säugtieren. Anatomischer Anzeiger. 31. S. 635.

Macula nicht vom R. saccularis, sondern vom R. utricularis aus innerviert wird¹⁾. Das war auch bei unseren Objekten der Fall und wurde durch verschiedene Punktierung der Sacculus-Macula im Modell angedeutet. Der vordere kleinere Abschnitt, vom R. utricularis versorgt, zeigt dunkle Punkte auf hellem Grund; es ist zugleich derjenige Teil, welcher lateralwärts abgebogen ist. Der größere hintere Abschnitt der Sacculus-Macula, weiß punktiert auf dunklem Grund, wird vom R. saccularis innerviert.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel I.

- Abb. 1. Rechter Utriculus von unten. *M. u.* macula utriculi, *a. a.* amp. anterior, *a. h.* amp. horizon, *a. p.* amp. posterior.
 Abb. 2. Rechter Utriculus und Sacculus von medial. *m. s.* macula sacculi, *c. c.* crus commune.
 Abb. 3. Die linke Macula utriculi et sacculi.
 Abb. 4. Das Gesamtmodell schräg von vorne.

¹⁾ Für nähere Einzelheiten über die Innervation des Labyrinthes siehe H. Oort, Über die Verästelung des N. Octavus bei Säugetieren. Anatomischer Anzeiger. 51, Nr. 11. 1918.