

Schädel-Hirn-Präparation mit Fokus auf den Übergang des Zentralnervensystems in die Peripherie

Präparationsanleitung zur parallelen Darstellung innerer Hirnstrukturen, der Hirnnerven, des Plexus brachialis, der Augenhöhle und des Ohrs in situ

Ziel:

Mit dieser Präparation wird vor allem die komplexe Neuroanatomie der Kopf-/Halsregion beleuchtet. Dabei liegt ein Schwerpunkt auf den natürlicherweise verborgenen und schwer zugänglichen Strukturen wie dem Innenohr mit Vestibularorgan und den inneren Hirnstrukturen, allen voran die Basalganglien und die Ventrikel. Außerdem soll sie den Übergang von Gehirn zu Peripherie in seiner Dreidimensionalität veranschaulichen und dabei die knöchernen Barrieren des Schädelknochens überwinden, doch die Integrität der Strukturen weitestgehend bewahren. Dazu werden alle Hirnnervenabgänge einer Seite freipräpariert, und im Bereich der eröffneten Augenhöhle, der Schädelbasis mit den Hirnnervenabgängen, der Fossa infratemporalis und des Plexus brachialis kann man den Übergang in peripheres Nervensystem weiterverfolgen.

Dieses Skript ist in die verschiedenen Teilregionen der Präparation gegliedert, so dass man z. B. bei der Frage: ‚Wie präpariere ich das Ohr mit Tympanon, Cochlea und Bogengängen?, ganz einfach den jeweiligen Abschnitt sucht.

Gliederung:

Übersichtsbilder

Einleitung

Zugang

Darstellung der inneren Hirnstrukturen

Präparation des Ohrs

Eröffnung der Augenhöhle

Freilegung der Fossa infratemporalis

Präparation des Plexus brachialis

Übersichtsbilder:



Einleitung:

Die Präparation kann so durchgeführt werden, dass man eine Hirnhälfte komplett intakt in den Schädelgruben belässt und die andere präpariert. Für Rechtshänder empfiehlt es sich, die rechte Hirnhälfte zu präparieren - aus Handhabungsgründen. Eine Schwierigkeit dieser Präparation ist der enge Zugangsweg.

Zugang:



Nach ringförmiger Entfernung der Schädelkalotte beginnt man mit der keilförmigen Freilegung der Inselrinde um die Fissura Sylvii. Hierbei macht man sich zu Nutze, dass direkt medial der Inselrinde das Claustrum liegt. Mit einem Holzspatel schabt man vorsichtig zum Claustrum, das als sehr dünne Schicht von brauner Farbe imponiert, um dann weiter bis zum Putamen zu präparieren. Die erfolgreiche

Darstellung des Putamen erkennt man auch an der Konsistenz des Gewebes: während die weiße Substanz sehr leicht abzuschaben ist und deutlich ausfasert, ist die graue Substanz kompakter und weniger faserig.

Darstellung der inneren Hirnstrukturen:

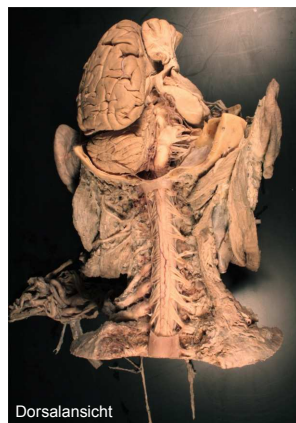


Der Kortex Richtung Mantelkante wird entfernt (man kann dies auch zuerst bei noch intakter Inselrinde durchführen), um vom Putamen nach medial zum Nucleus caudatus zu gelangen. Entweder gelingt dies direkt oder man stößt zunächst auf den Seitenventrikel (normalerweise Pars centralis oder Cornu frontale). Lateral davon findet man dann den Nucleus caudatus, der wiederum bräunlich ins Auge fällt.

Um dieses Areal kann nun mit der zentripetalen, großzügigen Entfernung der rechten Hemisphäre begonnen werden. Je nach dem, wie weit man schon mit der Präparation des gesamten Seitenventrikels fortgeschritten ist, sollte man vorsichtig bei der Resektion vorgehen und sich dabei immer an den Leitstrukturen wie Seitenventrikel, Basalganglien und Balken orientieren; man tut sich allerdings leichter, wenn die Hemisphäre bereits entfernt ist. Nun kann man noch ein kleines Stück, zum Beispiel fünf Zentimeter der Zentralregion von der Mantelkante ausgehend stehen lassen und mit dem Holzspatel die Capsula-interna-Strahlung nachvollziehen, die um die Ventrikelwand der Pars centralis zwischen Nucleus caudatus und Putamen in die Tiefe zieht. Am besten sollte man dieses Kortexareal wegen des Eigengewichts durch einen Zahnstocher an der anderen Hemisphäre fixieren. Von der Pars centralis kann man weiter zum Cornu occipitale des Ventriculus lateralis präparieren, immer unter Eröffnung der lateralen oberen Wand. Richtung Temporalhorn erscheint als mediale Wand der Pes hippocampi. Ventral des Temporalhorns und Hippocampus befindet sich das Corpus amygdaloideum. Dieses

imponiert als mehrkerniges Areal. Zwischen Putamen und Oberrand des Temporalhorns kann man noch die dort gelegene Cauda nuclei caudati und während des gesamten Verlaufs des Nucleus caudatus die zum Putamen ziehenden grauen Striae zeigen.

Den dritten Ventrikel erreicht man unter Durchtrennung des Corpus callosum. Direkt darunter kann man die dünne Trennwand des Septum pellucidum sehen und ertasten, darunter wiederum das Corpus fornicis, das das Dach des dritten Ventrikels bildet. Nach Spaltung der Fornices sieht man den Plexus choroideus des dritten Ventrikels und blickt von oben auf dessen Boden mit den Recessus und dem Eingang zum Aquädukt. Zwischen Splenium corporis callosi und Vierhügelplatte findet man die Epiphyse mit den Habenulae.



Die rechte Kleinhirnhälfte wird unter medianer Spaltung des Vermis entfernt. Vorsichtig sollte man die Abtrennung der Kleinhirnstiele vornehmen, die am besten in verschiedenen Schnittebenen dargestellt werden, um sie besser abgrenzen zu können (Vorsicht: lateral unter dem Pedunculus cerebellaris medius befinden sich die Austritte der Hirnnerven VII und VIII; nach oben den Austritt des N. trigeminus). Nun sieht man auch den eröffneten vierten Ventrikel. Unter dem Pedunculus cerebellaris inferius in den äquatorialen Ausläufern der Raute der Fossa rhomboidea kann man die Aperturæ laterales finden, die von außen durch das Bochdalek-Blumenkorbchen markiert sind. Etwas nördlich des Äquators, medial des oberen Kleinhirnstiels präpariert man kurz unterhalb des Bodens der Fossa rhomboidea zum dunklen Locus coeruleus, der bereits in geringer Tiefe gefunden wird. Stellt man die kaudale Rautenspitze dar, kann man schön die Trigona nervi vagi und hypoglossi sehen. An der linken Kleinhirnhemisphäre kann man folgendermaßen tiefere und ventral gelegene Strukturen darstellen. Mit einem keilförmigen Schnitt (Spitze ventral)

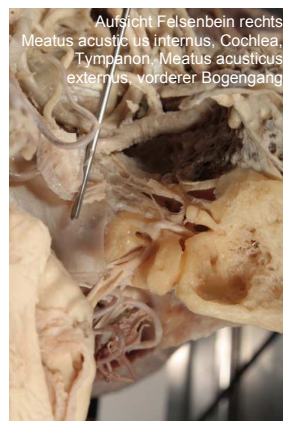
entfernt man Hemisphärenanteile, medial wird die Tonsille geschont und nach kaudal der Flocculus. In der Schnittspitze entdeckt man Nucleus dentatus und emboliformis.

Darstellung der Hirnnerven:

(siehe Bilder oben)

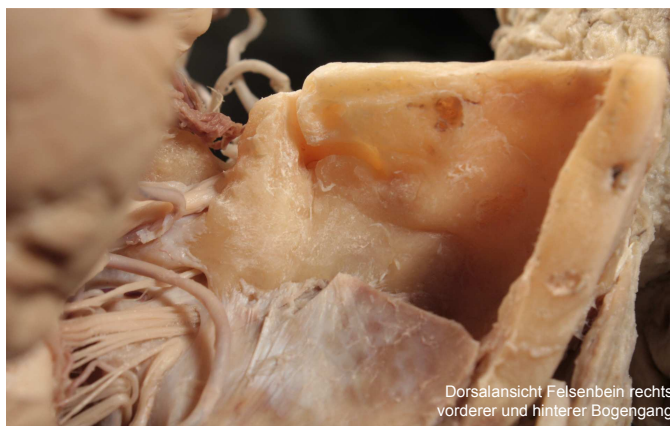
Im Grunde sind durch die Hemisphärenpräparation die meisten Hirnnerven bereits sichtbar. Es geht nun vor allem um die verbesserte Sicht auf die Hirnnerven. Der N. opticus kann bis zum Chiasma verfolgt werden. Der N. oculomotorius ist nur an der Fissura orbitalis superior und in der Augenhöhle in seinen Aufzweigungen zu verfolgen (siehe Augenhöhle). Den vierten Hirnnerven findet man direkt unter dem Dach der Orbita nach medial zum M. obliquus superior verlaufend und am Austritt als sehr feine Struktur unter den Colliculi inferiores des Mittelhirns. Der fünfte Hirnnerv ist mit seiner separaten Radix motoria lateral des mittleren Kleinhirnstiels zu finden, ebenfalls die weiter kaudal gelegenen siebten und achten Hirnnerven, die zum Meatus acusticus internus ziehen. Der N. abducens ist in der Tiefe lateral der Kleinhirnstiele zu sehen, ebenso lateral in der Orbita. Die Hirnnerven IX - XII liegen lateral des Hirnstamms.

Präparation des Ohrs:



Ungefähr im hinteren Drittel des Felsenbeins kann man mit dem sehr vorsichtigen Aufmeißeln des Felsenbeins beginnen, am besten etwas hinter der Eminentia arcuata. Zu wissen, ob man an der richtigen Stelle ist, - also nicht vor oder hinter dem Mittel- und Innenohr-Areal - merkt man an der Konsistenz des Knochens. Ist er spongiös mit Hohlräumen, ist man vermutlich zu weit Richtung Antrum mastoideum

vorgestoßen, wobei man sich daran orientierend auch nach ventral Richtung Tympanon vorpräparieren kann. Das heißt, zur Sicherheit beginnt man eher im hinteren Teil des Felsenbeins zu präparieren. Die Paukenhöhle liegt lateral zum eher sehr kompakten Knochenbau im Bereich der Sinnesorgane. Bei Eröffnung des Tympanon imponieren Caput mallei und der Incus, in der Tiefe der Stapes. Ventral des Hammerkopfs gelangt man zur Membrana tympani und darüber hinaus den Meatus acusticus externus. Nach lateral verlaufend sieht man die Sehne des M. tensor tympani das Tympanon durchqueren. Nach ventral ziehend sieht man zwischen Incus und Malleus die Chorda tympani beim Verlassen des Tympanon.



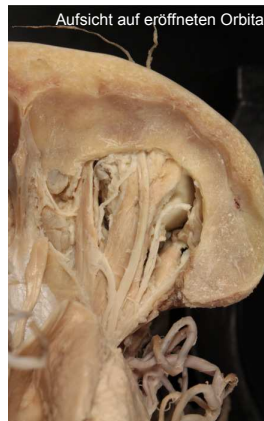
Richtung mediodorsal findet man in kompaktem Knochen den quer verlaufenden vorderen Bogengang, der als ungefähr ein bis zwei Millimeter breiter Kanal imponiert. Folgt man diesem nach medial, gelangt man ungefähr einen halben Zentimeter nach dem Scheitelpunkt zum Eingang des von vorne nach hinten verlaufenden hinteren Bogengangs. Den Abgang kann man in situ nur schwer sehen wegen des gemeinsamen Crus osseum commune. Man probiert am besten mit einer dünnen gebogenen Sonde, den Eingang zu finden; hiervon ausgehend kann man dann von medialer Richtung her den hinteren Bogengang darstellen. Der seitliche Bogengang ist laterodorsal im Winkel der anderen Bogengänge zu finden. Man findet ihn etwas lateral des Margo superior partis petrosae, ungefähr knapp unterhalb des Äquators des vorderen Bogengangs.

Etwas ventral von diesem verläuft der N. facialis mit dem N. vestibulocochlearis im Meatus acusticus internus, der von oben bis zum Ganglion geniculi aufgemeißelt wird; der siebte Hirnnerv knickt von dort nach dorsal ab. Ungefähr den Verlauf der Felsenbeinpyramidenspitze folgend, setzt der N. petrosus major vom Ganglion geniculi ausgehend nach vorne fort. Lateral - mit gleichem Verlauf - findet man unter

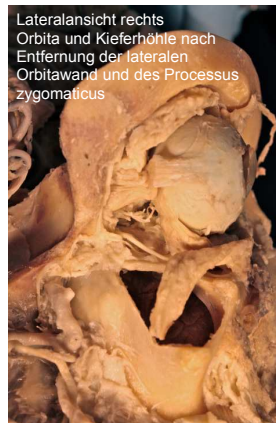
einer dünnen Knochenlamelle den Musculus tensor tympani, der als recht kräftiger Muskel hervorsticht. Wiederum in gleicher Richtung aus dem Tympanon kommend entdeckt man den N. petrosus minor.

Im Winkel zwischen Ganglion geniculi und N. petrosus major trifft man auf die Windungen der knöchernen Cochlea.

Eröffnung der Augenhöhle:



Nach Entfernung des Frontalhirns hat man Zugang zum sehr dünnen Orbitadach, das aufgemeißelt werden kann und dann mit einer feinen Zange bis zur Fissura orbitalis superior und Anulus tendineus communis eröffnet wird. Nun kann man alle Augenmuskeln mit zugehörigen Abgängen der Hirnnerven durch Entfernung des Corpus adiposum orbitae darstellen. Lateral gelangt man zu Glandula und Nervus lacrimalis, in der Tiefe zum N. abducens, der medial des M. rectus lateralis verläuft. Nach medial erkennt man zunächst den N. frontalis mit seinen Aufzweigungen und etwas in der Tiefe medial der oberen Augenmuskeln den N. nasociliaris, der nach medial die Nn. ethmoidales anterior et posterior abgibt. Diese kann man bis zur Lamina cribrosa verfolgen, in dem man das obere Dach der Cellulae ethmoidales medial der Orbita aufmeißelt. Dabei entdeckt man die blasenförmigen Schleimhäute der Siebbeinhöhle.



Das Ganglion ciliare erreicht man nach Freilegung der Fossa infratemporalis (*siehe unten*). Dabei muss man die seitliche, untere Wand der Augenhöhle aufmeißeln und vorsichtig zum Sehnerv vorpräparieren; knapp darunter befindet sich das sehr feine Nervengeflecht der Nn. ciliares breves, das sich nach dorsal zum Ganglion ciliare vereint. Bei vorsichtiger Präparataion entdeckt man den R. communicans cum nervo zygomatico.

Freilegung der Fossa infratemporalis:



Zur umfassenden Darstellung der Äste des N. trigeminus sollte man zunächst die zur Hirnpräparation gleichseitige Mandibulahälfte entfernen, unter Schonung des N. und der A. alveolaris inferiores. Außerdem wird der Arcus zygomaticus mit einem Teil der lateralen Kieferhöhlenwand und des Orbitabodens entfernt. Nach Abtragung der Mm. pterygoidei hat man freien Zugang zu den tieferen Strukturen der Fossa infratemporalis, wie N. lingualis und buccalis. Nun kann man vorsichtig mit einer feinen Zange versuchen - ausgehend vom Hinterrand der vorderen Schädelgrube - das Felsenbein bis zum Foramen ovale und spinosum zu entfernen (vor allem Ala major ossis sphenoidalis und Pars squamosa ossis temporalis). Vorsichtig sollte man Richtung Felsenbein präparieren, damit man die zarte Chorda tympani in der Fissura

petrotympanica nicht beschädigt. Diesbezüglich kann man sich am besten orientieren, wenn man bereits das Tympanon lokalisiert hat, um dann Richtung ventral nach medial absteigend den feinen Nervenstrang aufzusuchen.

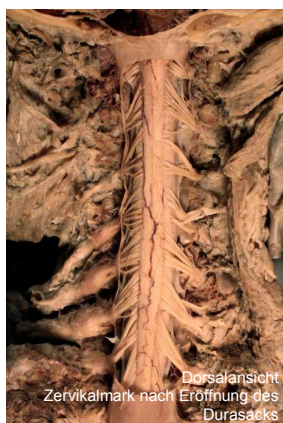
In der Fossa pterygopalatina entdeckt man gleichnamiges Ganglion.

Etwas ventral des Foramen ovale stößt man auf das Foramen rotundum mit N. maxillaris.



Im Verlauf des N. lingualis stellt sich das Ganglion submandibulare unterhalb des Nervenstranges dar.

Präparation des Plexus brachialis:



Das Rückenmark wird von dorsal unter Zuhilfenahme einer Säge und einer Zange bis zu den Foramina intervertebralia freigelegt. Dabei trifft man auf die sehr dicken Spinalganglien. (Vorsicht: Die Spinalnerven können leicht durch die Säge durchtrennt werden.) Der Durasack kann dorsal eröffnet werden, so dass die Hinterwurzelfasern offensichtlich werden. Von Spinalsegment CV bis circa Th1 werden die Spinalnerven mit Rami anteriores so weit freigelegt, dass die Plexusbildung und nachfolgende Aufgliederung in die peripheren Armnerven nachvollziehbar wird.