

Neuroanatomische Lehre an der MUI

Lars Klimaschewski

Vorlesungen / Praktika im Studienjahr 16/17

3. Semester (Modul 2.01) – Vorlesung ZNS (funktionelle Neuroanatomie, 15 UE)

1. *Wiederholung der Grundlagen: Zelluläre Bausteine, Systematik*
2. *Rückenmark (Medulla spinalis) mit Übersicht der funktionellen Systeme*
3. *Verlängertes Mark und Brücke (Medulla oblongata, Pons)*
4. *Mittelhirn (Mesencephalon)*
5. *Kleinhirn (Cerebellum)*
6. *Basalganglien (Motorik)*
7. *Zwischenhirn (Diencephalon) mit Hypothalamus/Hypophyse*
8. *Archi- und Paleocortex (Limbisches System)*
9. *Neocortex cerebri (Telencephalon)*
10. *Einführung in die Bildgebung*

Praktikum im Rahmen des Seku 2 (Teil des Topographie-Kurses)

Lehrziele

Ohne profundes neurobiologisches Wissen sind Entstehung und Entwicklung von Krankheiten des Nervensystems nicht zu begreifen. Die Neuroanatomie vermittelt Kenntnisse von der Gestalt und Struktur des zentralen und peripheren Nervensystems und ist somit die Basis ärztlichen Handelns in den Neuro-Fächern. Die praktische Ausbildung am menschlichen Körper ist Voraussetzung, um ärztlichen Fehlern bei Diagnose und Therapie vorzubeugen.

Die Neuroanatomie-Vorlesung umfasst 20 Zeichenvorlagen und Schemata zur Verdeutlichung der Lehr- und Lerninhalte. Letztere sind den ‚Nomina Anatomica‘ und dem ‚Gegenstandskatalog für die vorklinische Medizin‘ (Mainz, 1999) entnommen. Anatomische und histologische Begriffe sollen an einem Beispiel erklärt und am makroskopischen Präparat (Gehirn, Rückenmark), histologischen Schnitt oder am Lebenden demonstriert werden. Umgekehrt müssen gegebene Strukturen auch benannt werden können. Das Neuroanatomie-Praktikum (Teil des Sezierkurses) soll es den Studenten ermöglichen, an makroskopischen Präparaten eine möglichst realistische Vorstellung der besprochenen Strukturen zu entwickeln. Entsprechende Gewebeschnitte des peripheren und zentralen Nervensystems werden im Histologie-Kurs (Teil 1) mikroskopiert.

Alle virtuellen Techniken zur Lehre der makroskopischen und mikroskopischen Anatomie sind nur als Ergänzung zum Sezier- und Histologie-Kurs und insbesondere zum Verständnis der Schnittbildanatomie geeignet. Die Darstellungen sind jedoch immer zweidimensional und können daher die topographischen Lageverhältnisse nur eingeschränkt wiedergeben. Dies gilt auch für Modelle.

Die Studierenden sollen folgende Lerninhalte definieren, erkennen und beschreiben können:

1. Gliederung und zelluläre Grundlagen des Nervensystems

Zentrales Nervensystem — peripheres Nervensystem

Animales („cerebrospinales“) Nervensystem — vegetatives („autonomes“ oder „viszerales“) Nervensystem

Vegetatives Nervensystem: Pars sympathica — Pars parasympathica

Graue Substanz — weiße Substanz

Begriffe: Cortex, Lamina, Nucleus, Medulla, Tractus, Fasciculus, Neuropil, Ganglion

Hirnnerven — Spinalnerven

Afferentes Neuron — efferentes Neuron

Sensibles Neuron — motorisches Neuron

Rezeptor — Effektor

Neuronale Gliederung des peripheren animalischen Nervensystems

Sensibles Ganglion: Perikaryon des ersten afferenten Neurons

Motorisches Kerngebiet: Perikaryon des motorischen Neurons

gemeinsame motorische Endstrecke der efferenten Leitung

Neuronale Gliederung des peripheren vegetativen Nervensystems

Viszeroafferenzen

Viszeroefferenzen (Pars sympathica, Pars parasympathica)

Präganglionäre Neurone - postganglionäre Neurone

Periphere Organisation und Projektion

Intramurales Nervensystem, segmentale Innervation, periphere Innervation

Dermatom, Headsche Zonen

Neuronale Morphologie

Dendriten, Perikaryon, Axon

Multipolare, bipolare, pseudounipolare Nervenzellen

Ultrastruktur des Neurons

Sinnesfunktion

Sinnesorgane

Primäre — sekundäre Sinneszelle

Freie Nervenendigung

Nervenfaser

Größenordnung von Internodienlänge und Faserkaliber
Markhaltige Nervenfasern, marklose Nervenfasern
A-, B-, C-Fasern
Ultrastruktur des Axons

Synapsen

Interneurone Synapsen, neuromuskuläre Synapsen, neuroglanduläre Synapsen
Präsynaptische, subsynaptische, postsynaptische Membran
Synapsenspalt
Transmitterorganellen
Transmitter

Neurosekretion

Sekretorische Neurone in neurosekretorischen Kernen
Neurosekrettransport im Axon
Neurosekretorische Endigung

Mikroskopische Anatomie des peripheren Nerven

Axonscheide
Endo-, Peri-, Epineurium
Gefäßversorgung des peripheren Nerven

Neuroglia

Morphologie, Vorkommen und Funktion von Astrocyten, Oligodendrocyten und Mikroglia

2. Zentralnervensystem

2.1 Entwicklung

Anlage des Nervensystems

Neurulation: Neuralplatte, -wülste
Neuralrohr
Neuralleiste und Derivate
Bildung der Spinalganglien und Spinalnerven

Rückenmark

Mantelzone, Marginalzone
Flügelplatte, Grundplatte, Seitenplatte, Segmente

Gehirn

Morphogenese: Scheitelbeuge, Nackenbeuge, Brückenbeuge
Hirnbläschen und ihre Differenzierungen
Histogenese des ZNS
Rhombencephalon, Cerebellum, Mesencephalon, Diencephalon, Telencephalon
Neencephalisation
Ventrikelsystem und Plexus choroideus
Hypophyse

Angeborene Mißbildungen

Spina bifida occulta, Myelozele, Meningomyelozele, Meningozele, Meningoenzephalozele, Anenzephalus

2.2 Medulla spinalis

Gestalt, Gliederung, Lage

Oberfläche, Lage im Wirbelkanal und Beziehungen zur Wirbelsäule
Hals-, Brust-, Lenden- und Sakralmark
Intumescitiae
Wurzeln, Cauda equina

Graue Substanz

Vorder-, Seiten-, Hintersäule
Nervenzellen: Wurzelzellen, Binnenzellen, Strangzellen
Zytoarchitektonische Gliederung

Weißer Substanz

Vorder-, Seiten-, Hinterstrang
Somatotopische Gliederung

Leitungssysteme

Afferente Wurzelsysteme
Eigenapparat
Leitungssysteme: aufsteigende Bahnen, absteigende Bahnen

Efferente Wurzelsysteme

Lage der Bahnen im Rückenmarksquerschnitt

Reflexbögen: Eigen- und Fremdrelexe

Syndrome der spinalen Halbseitenläsion und der spinalen Querschnittsläsion

2.3 Rhombencephalon

Gestalt, Gliederung, Lage

Oberflächenstrukturen der Medulla oblongata und Pons

Boden des IV. Ventrikels

Austrittsstellen der Hirnnerven V-XII aus dem Gehirn

Topographische Beziehung zum Schädel

Bedeutung des Kleinhirnbrückenwinkels

Innere Gliederung

Neencephaler Teil, Tegmentum

Hirnnervenkerne

Eigenapparat: Formatio reticularis, Kerne, vegetative Zentren

Tectum: Nuclei gracilis und cuneatus

Aufsteigende Bahnen

Absteigende Bahnen

Funktionelle Anatomie

Kornealreflex, Schluck- und Würgereflex

2.4 Cerebellum

Gestalt, Gliederung

Kleinhirnhemisphäre

Kleinhirnwurm

Kleinhirnstiele

Topographische Beziehung zum Schädel

Innere Gliederung

Kleinhirnrinde, Kleinhirnmark

Mikroskopische Anatomie

Kleinhirnbahnen

Afferente Bahnen, Zuordnung zu den Kleinhirnabschnitten

Efferente Bahnen

Beziehungen zu motorischen Systemen und ihren Zentren

Funktionelle Anatomie

Grundlagen für Muskeltonusregulation, Ataxie, Asynergie, Intentionstremor

Tonusveränderungen, Nystagmus, Dysdiachokinese

2.5 Mesencephalon

Gestalt, Gliederung, Lage

Oberflächenstrukturen

Austrittsstellen der Hirnnerven III und IV aus dem Gehirn

Topographische Beziehungen zum Schädel

Innere Gliederung

Tectum, Kerne der Vierhügelplatte und ihre Verbindungen

Tegmentum, Hirnnervenkerne

Formatio reticularis und wichtige Verbindungen

Nucleus ruber und wichtige Verbindungen

Substantia nigra und wichtige Verbindungen

durchziehende Bahnen

Pars ventralis pedunculi cerebri mit Bahnen

Funktionelle Anatomie

Optische Reflexe, Pupillarreflex, Optischer Schutzreflex

Konvergenz-Schaltapparat, Akkommodations-Schaltapparat

2.6 Diencephalon

Gestalt, innere und äußere Oberfläche

Chiasma opticum, Tractus opticus, Tuber cinereum, Infundibulum, Hypophyse, Corpora mamillaria, Corpora geniculata, Pulvinar, Habenula, Corpus pineale (Epiphyse), III. Ventrikel, Lamina terminalis, Adhaesio interthalamica, Fornix, Subfornikalorgan, Anheftungsstellen des Plexus choroideus, Foramen interventriculare

Gliederung

Hypothalamus

Thalamus mit Thalamus ventralis, Thalamus dorsalis und Metathalamus; Epithalamus

Grundlagen der inneren und funktionellen Gliederung

Großzellige und kleinzellige Kerngebiete des Hypothalamus

Effektorhormone, Releasing- und Inhibiting-Hormone

Portalgefäße (Pfortaderkreislauf)

Kerngebiete des Thalamus, insbesondere Nuclei ventrolaterales und Nuclei posteriores als Umschaltkerne der sensiblen und sensorischen Bahnen

Nuclei intralaminares et reticulares; Nucleus subthalamicus; Zona incerta

Nuclei praetectales; Nuclei habenulae

Verbindungen

Afferenzen und Efferenzen des Hypothalamus

Verbindungen zum Infundibulum und zur Neurophyse

Afferenzen und Efferenzen des Thalamus; Radiationes thalamicae, Fornix, Fasciculus mamillothalamicus

Verbindungen zur Epiphyse

2.7 Telencephalon

Gestalt, Gliederung

Pole, Hemisphären, Insel, Balken, Lappen, Gyri, Sulci

Bulbus olfactorius, Tractus olfactorius

Topographische Beziehung zum Schädel

Subcorticale Kerne

Telencephalon: Nucleus caudatus, Putamen, Claustrum, Corpus amygdaloideum

Diencephalon: Globus pallidus

Begriffe: Corpus striatum, Basalganglien

Verbindungen der subcorticalen Kerne untereinander, zur Großhirnrinde, zu anderen Hirnteilen

Großhirnrinde

Paleo-, Archi-, Neocortex

Allocortex, Isocortex

Mikroskopische Anatomie

Primäre und sekundäre Rindenfelder („Zentren“) sowie deren Gliederungen und Verknüpfungen

Bahnen der Großhirnrinde

Assoziationsbahnen

Kommissurenbahnen

Projektionsbahnen

Capsula interna: Lage, durchtretende Bahnen, Blutversorgung, Ausfallserscheinungen

3. Funktionelle Systeme

3.1 Afferente Systeme, neuronale Gliederung, Umschaltorte

Vorderseitenstrangsystem

Hinterstrangsystem

Trigeminusbahnen

Spinocerebelläre Bahnen

Geschmacksbahn

Riechbahn

3.2 Efferente Systeme, neuronale Gliederung, Umschaltorte

Pyramidenbahn

„Extrapyramidal-motorische“ Bahnen

3.3 Limbisches System

Grundkenntnisse der Komponenten und Verbindungen

3.4 Klinische Anatomie

Grundlagen für Nozizeption, Schmerzleitung, differentielle Empfindungsstörungen

Hyperkinesen, Hypokinesen

hyperkinetisch-hypotones Syndrom

hypokinetisch-hypertones Syndrom

Schlaffe Parese

Spastische Parese

Apraxie, Agraphie

Aphasien

4. Innere Liquorräume

Seitenventrikel: Gestalt, Gliederung, Lage

Abschnitte und deren Wände

Plexus choroideus, Lage, Befestigung

Foramen interventriculare

III. Ventrikel: Gestalt, Gliederung, Lage

Wände, Recessus

Plexus choroideus, Lage, Befestigung

Aquaeductus cerebri

IV. Ventrikel: Gestalt, Gliederung, Lage

Wände, Recessus

Plexus choroideus, Lage, Befestigung

Aperturen

Plexus choroideus

Mikroskopische Anatomie

Liquorbildung

Blut-Liquorschranke

Liquorfluß

Foramen interventriculare, Aquaeductus cerebri

Apertura mediana, Aperturæ laterales ventriculi quarti

Liquorresorption

Angewandte Anatomie

Liquorpunktionsorte

Liquorblockaden

Hydrocephalus internus

Hydrocephalus externus

Deutung einfacher orthologischer Tomogramme

5. Hirn- und Rückenmarkshäute, äußere Liquorräume

Dura mater spinalis et encephali

Beziehungen zur Umgebung, Nachbarschaftsbeziehungen

Im Wirbelkanal: Laminae, Cavitas epiduralis

Im Schädel: Diaphragma sellae, Falx cerebri, Tentorium cerebelli, Falx cerebelli, Sinus durae matris

Innervation, epidurale Gefäße

Arachnoidea mater, Pia mater

Beziehungen zur Dura und zum Zentralnervensystem

Spatium subdurale, Cavitas subarachnoidea

Rückenmark: Cisterna lumbalis, Wirbelprojektion, Lumbalpunktion

Gehirn: Zisternen, Verbindungen zum Ventrikelsystem, Suboccipitalpunktion

Liquorresorption

Pia: Gefäße, Innervation

6. Gefäßversorgung

Arterien

Verlauf und Versorgungsgebiet der Äste der A. carotis interna,

der A. cerebri media und anterior und ihrer Äste

Verlauf und Versorgungsgebiet der intracraniellen Äste der A. vertebralis und ihrer Äste

Circulus arteriosus cerebri

Aa. und Rr. spinales

Venöse Abflußwege

Oberflächliche Hirnvenen, Brückenvenen, Mündungen

Tiefe Hirnvenen, V. cerebri magna: Lage und Mündung

Sinus durae matris und Abflußwege

Vv. emissariae, Vv. diploicae

Angewandte Anatomie

Epidurale Blutung

Subdurale Blutung

Subarachnoidale Blutung

Sinusthrombose, Hirnvenenthrombose

Projektion der Hirngefäße im Angiogramm

7. Sehorgan

Orbita

Form, Lage

Wandungen, Nachbarschaftsbeziehungen, Aditus orbitae, Periorbita

Peri- und retrobulbärer Bindegewebsraum

Verlauf und Versorgungsgebiete der A. ophthalmica, des N. ophthalmicus und der Augenmuskelnerven
Ganglion ciliare: Lage, zu- und wegführende Nerven

Entwicklung

Augenbläschen, Augenbecher, Augenbecherspalte, Entstehung der vorderen Augenkammer, A. hyaloidea
Retina, Iris, Ciliarkörper
Linse
Choroidea, Sclera, Cornea
Fehlbildungen: Anophthalmie, Kolobom, Katarakt

Gestalt, Gliederung, Form

Wandschichten
Iris, Pupille
Glaskörper
Linse: Form, Lage, Befestigung
Augenkammern, Augenkammerwasser

Bau und mikroskopische Anatomie

Schichten der Retina und ihr Feinbau, neuronale Gliederung, regionale Unterschiede
Histophysiologie des Sehorgans
Linse
Ciliarkörper, Iris
Akkommodationsapparat mit Innervation und Funktion
Glaskörper
Choroidea, Cornea, Sclera
Blutversorgung
Augenhintergrund: Macula, Papille

N. opticus und Sehbahn

Verlauf

Beziehungen zu den Hirnhäuten

A. centralis retinae

Sehbahn

Optische Reflexbahn

Bewegungsapparat des Bulbus oculi

Äußere Augenmuskeln: Ursprung, Ansatz, Wirkungsweise, Innervation

Vagina bulbi, Spatium episclerale

Schutzeinrichtungen

Augenlid

Oberflächenbedeckung, Wimpern

Muskeln mit Innervation

Tarsus

Drüsen

Bindehaut

Tunicae conjunctivae bulbi et palpebrarum

Konjunktivalsack

sensible Innervation, Kornealreflex

Tränen drüse, Tränen wege

Lage, sekretorische Innervation

Drüsenausführungsgänge, Verlauf und Mündung

Tränen ableitene Organe

Ductus nasolacrimalis: Zuflüsse, Verlauf, Mündung

Tränen flüssigkeit, Lidschlag

Histophysiologie

Angewandte Anatomie

Hemianopsien

Ausfallerscheinungen bei Lähmungen der Augenmuskelnerven

Hornersches Syndrom

8. Hör- und Gleichgewichtsorgan

Grundkenntnisse der Entwicklung des Hör- und Gleichgewichtsorgans

Ohrplakode, -bläschen
Bildung von Bogengängen und Schnecke
Beziehung des Innenohres zum Kopfdarm
Herkunft von Gehörknöchelchen, Mittelohr, Tube und Trommelfell
Viszeralbögen und -taschen
Grundvorstellungen über die Entstehung und Lageentwicklung des äußeren Ohres

Äußeres Ohr

Ohrmuschel, äußerer Gehörgang

Aufbau
Drüsen
Trommelfell mit Nachbarschaftsbeziehungen
Innervation

Mittelohr

Paukenhöhle

Wandungen und Nachbarschaftsbeziehungen
Etageneinteilung
Antrum mastoideum, Cellulae mastoideae
Regionäre Lymphknoten
Sensible Innervation
Tuba auditiva: Verlauf, Mündung, Wandbau
Ventilation der Paukenhöhle
Nerven im Bereich der Paukenhöhle: N. facialis, Chorda tympani, N. petrosus minor

Gehörknöchelchen

Form, Verbindungen, funktionelle Bedeutung
Muskeln

Innenohr

Labyrinth und Hörbahn

Lage und Gliederung des knöchernen und membranösen Labyrinths
Perilymph- und Endolymphräume

Lage von Porus und Meatus acusticus internus
Inhalt des Meatus acusticus internus
Lage von Ganglion vestibulare und Ganglion cochleare
Hörbahn

Gleichgewichtsorgan

Bestandteile und deren Bau
Orientierung der Bogengänge
Rezeptoren: Lage, Feinbau
Histophysiologie
Gleichgewichtsbahn

Hörorgan

Anordnung, Verlauf und Wandungen von Scala vestibuli, Scala tympani und Ductus cochlearis
Fenestra vestibuli, Fenestra cochleae, Membrana tympani secundaria
Mikroskopische Anatomie und Histophysiologie des Cortischen Organs

Angewandte Anatomie

Zugänglichkeit des Trommelfells
Unterschiedliche Stellung des Trommelfells beim Kleinkind und Erwachsenen