

Arbeitskript

Seminar Anatomie und Hirnkurs

Universitätsmedizin Rostock

Sommersemester 2022

Humanmedizin

ISBN: 978-3-00-068575-0

verfasst von Univ. Prof. Dr. Dr. Markus Kipp (UMR Rostock)
mit Unterstützung von PD. Dr. Alexander Hawlitschka (UMR), Prof. Irmgard Classen-Linke (RWTH Aachen) sowie Uta Chrzanowski, Caroline Roggenkamp und Anne Nack (alle LMU München).

Inhalt

Vorwort	5
Seminartag 1: Allgemeine Grundlagen des Nervensystems	7
Aufgabe 1: Anatomische und neuroradiologische Sichtweisen des Gehirns	7
Aufgabe 2: Identifikation wichtiger Landmarken	7
Aufgabe 3: Beschreibung von Lagebeziehungen	8
Aufgabe 4: Definition von Afferenzen und Efferenzen	8
Aufgabe 5: Grundlagen der Neurohistologie	9
Aufgabe 6: Unterschied zwischen somatischem und autonomem Nervensystem	10
Aufgabe 7: Entwicklung des Nervensystems (1)	10
Aufgabe 8: Entwicklung des Nervensystems (2)	11
Aufgabe 9: Entwicklung des Nervensystems (3)	11
Aufgabe 10: Entwicklung des Nervensystems (4)	12
Aufgabe 11: Entwicklung des Nervensystems (5)	13
Aufgabe 12: Entwicklung des Nervensystems (6)	14
Aufgabe 13: MC-Fragen	15
Seminartag 2: Rückenmark und Spinalnerven	16
Aufgabe 1: Das Rückenmark und seine Häute	16
Aufgabe 2: Sensibilitätsqualitäten	16
Aufgabe 3: Auf- und absteigende Bahnsysteme des Rückenmarks	16
Aufgabe 4: Kerngebiete des Rückenmarks	17
Aufgabe 5: Prinzip der Reflexe	17
Aufgabe 6: Bandscheibenvorfall	17
Aufgabe 7: Diskutieren Sie folgende Fragen	18
Aufgabe 8: MC-Fragen	18
Seminartag 3: Meninge, äußere Liquorräume und Sinus durae matris	20
Aufgabe 1: Sinus durae matris	20
Aufgabe 2: Erweiterungen der äußeren Liquorräume	20
Aufgabe 3: Diskutieren Sie folgende Fragen	21
Seminartag 4: Hirnstamm und Hirnnerven	22
Aufgabe 1: Anfertigen eines Hirnstammmodelles	22
Aufgabe 2: Modellieren der Rautengrube	23
Aufgabe 3: Hirnnervennamen	23
Aufgabe 4: Hirnnervenuntersuchung	24

Aufgabe 5: Diskutieren Sie folgende Fragen	24
Seminartag 5: Cortex cerebri und Blutversorgung.....	25
Aufgabe 1: Mögliche Gehirnpräparation.....	25
Aufgabe 2: Mögliche Gehirnpräparation.....	25
Aufgabe 3: Rindenfelder.....	25
Aufgabe 4: Rindenfelder.....	25
Aufgabe 5: Kommissuren-, Assoziations-, und Projektionsfasern.....	26
Aufgabe 6: Motorische und sensorische Aphasie	26
Aufgabe 7: Aufbau des Circulus arteriosus mit seinen Ästen	26
Aufgabe 8: Motorischer Homunculus	27
Seminartag 6: Subcorticale Strukturen und innere Liquorräume	28
Aufgabe 1: Verschaltung und Funktion der Basalganglien.....	28
Aufgabe 2: Orientierende Topographie	28
Aufgabe 3: Das Ventrikelsystem mit seinen Anteilen	29
Aufgabe 4: CT Befundung (Formen des Hydrocephalus)	29
Aufgabe 5: Zirkumventrikuläre Organe.....	29
Aufgabe 6: MC-Fragen.....	29
Aufgabe 7: Identifizieren Sie am Präparat bzw. Hirnmodell folgende Strukturen.....	31
Aufgabe 8: Vervollständigen Sie folgenden Lückentext.....	31
Aufgabe 9: Herstellung eines Thalamusmodelles	32
Aufgabe 10: Hypophysäres Pfortadersystem.....	32
Aufgabe 11: Topographie des dritten Ventrikels	32
Seminartag 7: Cerebellum	33
Aufgabe 1: Topographie des Kleinhirns.....	33
Aufgabe 2: Pontocerebellum.....	33
Aufgabe 3: Afferenzen und Efferenzen des Kleinhirns.....	33
Aufgabe 4: Orientierende klinische Untersuchung des Kleinhirns.....	34
Aufgabe 5: Histologischer Aufbau des Kleinhirns.....	34
Seminartag 8: Das motorische System und seine Störungen	36
Aufgabe 1: Patient mit Muskelatrophie und pathologischen Reflexen	36
Aufgabe 2: Wie bitte?.....	37
Seminartag 9: Das sensible System und seine Störungen.....	38
Aufgabe 1: Die rüstige Oma	38
Aufgabe 2: Der verhinderte Chirurg.....	39
Seminartag 10: Sehen, Hören und Gleichgewicht.....	41
Aufgabe 1: Beantworten Sie folgende Fragen	41

Aufgabe 2: Gesichtsfeldausfälle	42
Aufgabe 3: Hörbahn	42
Aufgabe 4: Beantworten Sie folgende Fragen	42
Seminartag 13: Science Day	44

Vorwort

Wehrte Studierende, hier finden Sie einige wichtige Informationen zum Seminar Anatomie 2022 und zum Neurokurs.

1. Insgesamt gibt es 13 Seminartage. Ort und Zeit entnehmen Sie bitte dem Stundenplan und den Aushängen/StudIP. Das Seminar wird parallel in zwei Gruppen abgehalten. Die Gruppeneinteilung entspricht der Seminareinteilung aus dem ersten Semester (Seminar mit klinischen Bezügen). Der letzte Seminartag (Science Day) kann individuell organisiert werden. Stimmen sie sich hierfür mit ihren Kursleitern ab (siehe auch Anmerkungen hierzu an entsprechender Stelle des Arbeitskriptes).

2. Die im Stundenplan abgebildeten Veranstaltungen „Hirnkurs/Praktikum Neuroanatomie“ und „Seminar Anatomie“ werden ohne die vorgesehene Pause durchgeführt.

3. Im Arbeitskript sind zu den jeweiligen Kurstagen spezifische Aufgaben gestellt, die Sie im Rahmen des Seminars im Team bearbeiten sollen. Die erfolgreiche Bearbeitung der ihnen gestellten Aufgaben ist Bestandteil des Scheinerwerbs und wird von ihrem jeweiligen Kursleiter stichprobenartig kontrolliert. Verweise hierzu finden sich auch in der geltenden Kursordnung.

Darüber hinaus benötigen Sie für die Bearbeitung der Aufgaben folgende Materialien:

- Schere
- Kleber
- Knete
- ein gekochtes Ei; für Veganer alternativ ein heller Apfel
- Buntstifte
- Handschuhe

4. Gerne möchten wir schon während des Kurses von Ihnen ein Feedback bekommen, wie das Seminar „läuft“. Hierfür haben Sie bereits eine Sprecherin bzw. einen Sprecher bestimmt. Wir werden uns bemühen, auftretende Herausforderungen zu beheben.

5. Schon in den vergangenen Semestern haben wir damit begonnen, Lehrvideos auf Youtube zu veröffentlichen. Einfach „Markus Kipp Neuroanatomie“ als Suchbegriff eingeben, dann werden Ihnen die Videos angezeigt.

6. Am 07. Juli 2022 findet die Abschlussprüfung zum Seminar/Hirnkurs Anatomie statt. Es handelt sich um eine MC-Klausur, die aus 30 Fragen besteht. 5 Fragen werden sich auf die topographische Lage von Strukturen beziehen (unter Verwendung von MRT und anatomischen Schnittbildern), so dass sich deren Einprägung im Rahmen des Kurses lohnt! Hier können Sie wirklich einfache Punkte sammeln. Eine Auflistung der topographischen Strukturen, die Sie er/kennen sollten finden Sie am Ende dieses Skriptes (siehe Abbildungen). Prüfungsrelevant für die Klausur ist der theoretische und praktische Stoff des Seminars, des Hirnkurses und der Vorlesung.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß während des Seminars und den Vorlesungen und viel Erfolg bei der Prüfung. Für Anregungen und Fragen haben wir stets ein offenes Ohr.

Seminartag 1: Allgemeine Grundlagen des Nervensystems

Aufgabe 1: Anatomische und neuroradiologische Sichtweisen des Gehirns

Abbildungen 1-1 bis 1-3 zeigen drei verschiedene Sichtweisen auf das menschliche Gehirn. Benennen Sie die Sichtweisen und schraffieren sie folgende Abschnitte des Gehirns in den entsprechenden Farben:

1. Medulla oblongata
2. Pons
3. Mesencephalon
4. Cerebellum
5. Diencephalon
6. Telencephalon

Vergleichen Sie die Sichtweisen auch mit den MRT-Datensätzen.

Aufgabe 2: Identifikation wichtiger Landmarken

2.1 Markieren sie in Abbildung 1-1 folgende Strukturen:

1. Corpus callosum
2. Gyrus cinguli
3. Fornix
4. Nucleus caudatus
5. dritter Ventrikel
6. Adhaesio interthalamica
7. Infundibulum der Hypophyse
8. Lamina quadrigemina
9. vierter Ventrikel

Abbildung 1-4 zeigt ein MRT in der T1-Gewichtung. In der T1-Gewichtung sind fettreiche Körpergewebe und Strukturen (z.B. Corpus callosum) heller dargestellt als das umliegende Gewebe. Flüssigkeiten erscheinen dunkel. Markieren Sie dieselben Strukturen wie in Aufgabe 2.1.

2.2 Markieren Sie in Abbildung 1-2 folgende Strukturen:

1. Corpora mamillaria
2. Pons
3. Nervus abducens
4. Kleinhirn
5. Chiasma opticum
6. Infundibulum der Hypophyse

7. Pyramiden
8. Oliven

2.3 Markieren Sie in Abbildung 1-3 folgende Strukturen:

1. Kleinhirn
2. Sulcus lateralis
3. Sulcus centralis
4. Gyrus präcentralis
5. Gyrus postcentralis
6. Pons
7. Medulla oblongata
8. Gyrus temporalis superior
9. Gyrus frontalis inferior

Aufgabe 3: Beschreibung von Lagebeziehungen

Lagebeziehungen im ZNS werden abhängig davon, welcher Abschnitt des ZNS beschrieben werden soll, entweder nach der Forel- oder aber der Meynert-Achse benannt. Vervollständigen Sie folgende Lagebeziehungen.

- | | | | |
|----|--------------------------------------|-------|-----------------------|
| 1. | Die Brücke liegt | | der Medulla oblongata |
| 2. | Das Corpus callosum liegt | | des Gyrus cinguli |
| 3. | Die Vierhügelplatte liegt | | der Crura cerebri |
| 4. | Der vierte Ventrikel liegt | | des Kleinhirns |
| 5. | Der Sulcus parieto-occipitalis liegt | | Sulcus centralis |

Aufgabe 4: Definition von Afferenzen und Efferenzen

Betrachten Sie die Abbildung 1-5 und ergänzen Sie folgende Aussagen.

Die Nervenfaser N ist eine von Hirnkern A und bildet eine zu Hirnkern B. Hirnkern B erhält eine Verbindung von Hirnkern A. Nervenfaser M ist eine von Hirnkern C und eine zu Hirnkern A und B. Nervenfaser D bildet eine zum Rückenmark, Nervenfaser E bildet eine vom Rückenmark.

Aufgabe 5: Grundlagen der Neurohistologie

Abbildung 1-6 zeigt links einen Frontalschnitt durch das Gehirn, rechts die schematische Darstellung einer Nervenzelle. Beschriften Sie die mit 1. – 6. markierten Abschnitte am Frontalschnitt. Beschriften Sie in einem zweiten Schritt folgende Begriffe an der Nervenzelle:

- Axonkegel
- Ranvier-Schnürring
- Internodium
- Axon
- Dendrit
- Perikaryon
- Telodendron mit synaptischen Endknöpfchen

Malen Sie jetzt eine Nervenzelle mit Dendriten, Synapsen, Zellkörper, Axon und Axonterminale in die Gehirn-Abbildung (1-6). Achten Sie dabei vor allem darauf, welchen Teil einer Nervenzelle Sie wo im Gehirn antreffen!

Vervollständigen Sie die Abbildung, indem Sie die Lage folgender Zelltypen skizzieren:

- Oligodendrozyten
- Astrozyten
- Ependymzellen
- Mikrogliazellen

Was versteht man unter dem Begriff „Substantia alba“ und „Substantia grisea“?

Welche Zellen des ZNS sind entwicklungsgeschichtlich gar keine „Hirnzellen“? Was ist deren Aufgabe?

Was sind Ependymzellen?

Was ist der Vorteil der saltatorischen Erregungsleitung?

Abbildung 1-6-2 zeigt die Funktion der Motorproteine „Kinesin“ und „Dynein“. Zeichnen Sie in die schematische Darstellung der Nervenzelle die Transportrichtung der beiden Motorproteine ein.

Aufgabe 6: Unterschied zwischen somatischem und autonomem Nervensystem

Ordnen Sie folgende Körperfunktionen dem somatischen bzw. autonomen Nervensystem zu. Für das autonome Nervensystem entscheiden Sie sich bitte, ob die genannte Funktion vom Sympathikus oder Parasympathikus kontrolliert wird.

- Schritt nach vorne machen
- Pupille verengen
- Herzschlag steigern
- Ball werfen
- Akkommodation des Auges
- Kontraktion Harnblase
- Abgabe von Pankreasenzymen
- Sekretion Tränendrüse
- Zwei Punkte auf der Haut als voneinander getrennte Punkte wahrnehmen

Aufgabe 7: Entwicklung des Nervensystems (1)

Die folgenden Aufgaben sind zur Ergänzung gedacht und können gleichwohl zu Hause im Eigenstudium bearbeitet werden.

Die 3. Entwicklungswoche ist durch die Bildung des Primitivstreifens und die Entstehung des dritten Keimblatts (intraembryonales Mesoderm, kurz: Mesoderm) charakterisiert. Die Umbildung der zweiblättrigen Keimscheibe in eine dreiblättrige wird als *Gastrulation* bezeichnet. Aus den drei Keimblättern gehen so gut wie alle Gewebe und Organe des Embryos hervor.

Der Primitivstreifen entsteht auf der Ektodermoberfläche als streifenförmige Verdichtung proliferierender Ektodermzellen. Er legt die spätere Längsachse des Körpers fest. Das vordere Ende des Primitivstreifens verdickt sich zum Primitivknoten (Hensen-Knoten). In der Medianebene ist der Primitivstreifen zur Primitivrinne eingesunken. Von ihr aus tauchen Ektodermzellen in die Tiefe ab und kommen zwischen Ektoderm und Entoderm zu liegen. Sie bilden das mittlere Keimblatt, das intraembryonale Mesoderm. Dieses wächst bis zu den Rändern der Keimscheibe vor und geht dort in das extraembryonale Mesoderm über.

Abbildung 1-7A zeigt einen Querschnitt durch die Keimscheibe während der Entwicklung. Beschriften Sie folgende Strukturen:

1. Amnionhöhle
2. Ektoderm
3. (intraembryonales) Mesoderm
4. Entoderm
5. (sekundärer) Dottersack
6. Primitivrinne

Aufgabe 8: Entwicklung des Nervensystems (2)

Das intraembryonale Mesoderm trennt Ektoderm und Entoderm. Eine Ausnahme bilden zwei Stellen, an denen sich kein Mesoderm bildet: kranial der Bereich der Prächordalplatte (Rachenmembran, Membrana buccopharyngea), kaudal die Kloakenmembran. Abbildung 1-7B zeigt eine Aufsicht auf die Keimscheibe während der Entwicklung. Oben auf dem Bild erkennt man die rostrale, unten die kaudale Region. Beschriften Sie folgende Strukturen:

1. Primitivrinne
2. Primitivgrube
3. Primitivknoten
4. Membrana oropharyngea/buccopharyngea
5. kardiogene Platte
6. Schnitttrand des Amnions
7. Mesoderm
8. Entoderm
9. künftige Membrana cloacalis (Kloakenmembran)

Anmerkungen: Als Amnion bezeichnet man die dünne, gefäßlose innere Eihaut. Die vom Amnion umschlossene Höhle, die Amnionhöhle, vergrößert sich während der Embryonalentwicklung sehr schnell und umgibt bereits in der vierten Woche den menschlichen Embryo mitsamt seiner Nabelschnur. Das fruchtseitige, einschichtige Epithel des Amnions sondert Fruchtwasser als Amnionflüssigkeit in die Fruchtblase ab. Es für eine Untersuchung zu gewinnen, macht eine Amniozentese notwendig. Primitivrinne, Primitivgrube und Primitivknoten werden zusammen übrigens als Primitivstreifen bezeichnet.

Aufgabe 9: Entwicklung des Nervensystems (3)

Etwa um den 16. Tag bildet sich im Primitivknoten eine als Primitivgrube bezeichnete Vertiefung, von der aus Ektodermzellen in die Tiefe zwischen Ekto- und Entoderm abtauchen und nach kranial bis zur Prächordalplatte wandern. Dadurch entsteht in der Medianlinie ein Zellstrang, der als Chordafortsatz (Kopffortsatz) bezeichnet wird und die Anlage der Chorda dorsalis darstellt. Die Chorda dorsalis bildet einen mittelständigen Achsenstab, der die Grundlage des primitiven Achsenskeletts (Wirbelsäule) des Embryos ist. Die Chorda dorsalis induziert die Bildung der Somiten und des Neuralrohrs. Als Somiten bezeichnet man die Ursegmente, die in der Embryogenese des Menschen und der Säugetiere auftreten. Das neben der Chorda dorsalis gelegene intraembryonale Mesoderm wird in Bezug auf seine Lage zur Chorda dorsalis in drei Abschnitte unterteilt: paraxiales Mesoderm, intermediäres Mesoderm und laterales Mesoderm.

Aus den einzelnen Abschnitten entstehen:

1. paraxiales Mesoderm: In diesem entstehen, induziert durch die Chorda dorsalis, die scheibenförmigen Somiten. Aus jedem Somiten gehen drei Anlagen hervor: Sklerotom (Anlage des Skelettsystems), Myotom (Anlage der Skelettmuskulatur), Dermatome (Anlage des Hautbindegewebes).
2. intermediäres Mesoderm: Aus ihm gehen die Anlagen der Nieren hervor.

3. laterales Mesoderm (Seitenplatten): Durch Spaltbildung in den Seitenplatten entsteht das intraembryonale Zölom. Diese Höhle spaltet jede Seitenplatte in ein viszerales Blatt (viszerales intraembryonales Mesoderm, Splanchnopleura) und ein parietales Blatt (parietales intraembryonales Mesoderm, Somatopleura). Aus dem intraembryonalen Zölom entwickelt sich die Perikard-, Pleura- und Peritonealhöhle. Viszerales intraembryonales Mesoderm bildet zusammen mit dem Endoderm die Darmwand. Parietales intraembryonales Mesoderm bildet zusammen mit dem Ektoderm die Körperwand.

Abbildung 1-8A zeigt einen Querschnitt durch die Keimscheibe während der Entwicklung. Beschriften Sie folgende Strukturen:

1. Amnion
2. Amnionhöhle
3. paraaxiales Mesoderm
4. intermediäres Mesoderm
5. laterales Mesoderm (Seitenplatte)
6. Neuralrinne
7. Neuralwülste

Aufgabe 10: Entwicklung des Nervensystems (4)

Grundlage für die Entwicklung des Nervensystems ist die Neurulation, d. h. die Bildung der Neuralplatte und der Neuralwülste und deren Zusammenschluss zum Neuralrohr während der 4. Entwicklungswoche. Durch Induktion der Chorda dorsalis differenzieren sich die über ihr gelegenen Ektodermzellen zur Neuralplatte, aus der sich das zentrale Nervensystem (Gehirn und Rückenmark) entwickelt. Etwa am 18. Tag wölben sich die Ränder der Neuralplatte zu den Neuralwülsten (Neuralfalten) auf und verschmelzen gegen Ende der 3. Woche miteinander, sodass aus der Neuralplatte das Neuralrohr entsteht. Die kraniale Öffnung des Neuralrohrs wird als Neuroporus anterior, die kaudale als Neuroporus posterior bezeichnet.

Abbildung 1-8B zeigt einen Querschnitt durch die Keimscheibe während der Entwicklung. Beschriften Sie folgende Strukturen:

1. Neuralrohr
2. Somat
3. Neuralleiste
4. Aorta
5. intermediäres Mesoderm

Aufgabe 11: Entwicklung des Nervensystems (5)

Aus dem Neuralrohr entwickeln sich Neuroblasten, die sich zu Nerven- bzw. Ganglienzellen und ihren Fortsätzen differenzieren, Glioblasten, die sich zu Astro- und Oligodendrozyten differenzieren und Ependymoblasten, die sich zu Ependymzellen differenzieren. Letztere kleiden das innere Ventrikelsystem und den Rückenmarkskanal aus. Aus der Neuralleiste entwickeln sich unter anderem vegetative Ganglienzellen (z. B. die Zellen sympathischer Grenzstrangganglien) und Nebennierenmarkszellen (Paraganglienzellen), sensible Ganglienzellen von Hirn- und Spinalnerven, periphere Gliazellen (Mantelzellen, Schwann-Zellen), Melanozyten.

Nach dem Schluss des Neuralrohrs bilden sich in seinem vorderen Abschnitt die Hirnbläschen. Vor dem 25. Tag, also noch vor dem Schluss des Neuroporus anterior, entstehen am vorderen Ende des Neuralrohrs drei Hirnbläschen:

- das Prosencephalon/Vorderhirn
- das Mesencephalon/Mittelhirn
- das Rhombencephalon/Hinterhirn

Im Bereich dieser Hirnbläschen kommt es zu zwei Abknickungen des Neuralrohrs nach ventral, die eine im Bereich des Mesencephalons als Scheitelbeuge (Flexura mesencephalica), die andere im Übergangsbereich zwischen Rhombencephalon und Rückenmark als Nackenbeuge (Flexura cervicalis). Erstere bleibt bestehen, letztere verstreicht im Laufe der weiteren Entwicklung wieder. Die Anlage des Rückenmarks und die drei genannten Hirnbläschen bilden gemeinsam die Grundlage des ZNS. Die Hirnbläschen beherbergen zudem die Anlagen der höheren Sinnesorgane: den Geruchsinn und den visuellen Sinn. Tatsächlich handelt es sich bei den Augenbläschen um Ausstülpungen der Wand des Prosencephalons. Sie wachsen nach lateral aus und induzieren im Oberflächenektoderm die Bildung der Linsenplakoden. Hier entwickelt sich dann das Auge. Die Riechplakoden werden durch das angrenzende Mesenchym induziert, sowie durch zwei Ausstülpungen des Neuroepithels im Bereich des vorderen Prosencephalons. Dementsprechend sind der erste Hirnnerv (N. olfactorius) und der zweite Hirnnerv (N. opticus) Ausstülpungen des Gehirns und keine peripheren Nerven. Ihre Myelinisierung wird somit von Oligodendrozyten und nicht von Schwann-Zellen geleistet.

Am 32. Embryonaltag teilt sich das Rhombencephalonbläschen weiter in das Myelencephalon- (entwickelt sich zur Medulla oblongata) und Metencephalonbläschen. Aus dem ventralen Anteil des Metencephalon entwickelt sich die Brücke (Pons), aus dem dorsalen das Kleinhirn (Cerebellum). Das Prosencephalonbläschen teilt sich weiter in ein Diencephalon- und ein Telencephalonbläschen. Diese nun fünf entstandenen Bläschen werden Sekundärbläschen genannt.

Abbildung 1-9 zeigt verschiedene Stadien der Bläschenformation und deren Derivate. Färben Sie die einzelnen Hirnbläschen (primäre und sekundäre) mit den entsprechenden Farben ihrer Endderivate (siehe Aufgabe 1).

Aufgabe 12: Entwicklung des Nervensystems (6)

Das Rückenmark entwickelt sich aus dem kaudalen Teil des Neuralrohrs. Das kraniale Ende des Rückenmarks geht über in das Rhombencephalon. Ab der 6. Woche lassen sich in der Wand des Neuralrohrs drei Schichten oder Zonen unterscheiden (Ventrikulärzone, Intermediärzone, Marginalzone). Von der 8. bis zur 10. Woche erreicht das Rückenmark seine definitive Gestalt. Es wird von den Meningen umgeben und liegt im Wirbelkanal. Rückenmark und Wirbelkanal entwickeln sich bis zum 4. Monat parallel. Ab diesem Alter verlangsamt sich das Längenwachstum des Neuralrohrs während das Wachstum der Wirbelsäule unvermindert fortschreitet. Es kommt zu einem scheinbaren Aszensus des Rückenmarks. Dies ist klinisch wichtig für die Lumbalpunktion zur Gewinnung von Liquor.

Die Vermehrung und Differenzierung der neuroepithelialen Zellen des Neuralrohrs führt zu einer Verdickung der Seitenwände zulasten des zentralen Hohlraums. Von diesem bleibt im Bereiche des Rückenmarks nur der sehr enge, kleinlumige Zentralkanal übrig. Aus den dorsalen Verdickungen, den Flügelplatten, gehen die hinteren sensiblen Anteile des Rückenmarks hervor, aus den vorderen Verdickungen, den Grundplatten, die vorderen motorischen Anteile. Diese ventro-dorsale Aufteilung bleibt im Rückenmark erhalten. Im unteren Hirnstamm öffnet sich das Neuralrohr hingegen nach dorsal hin, so dass sensible Anteile nach seitlich verlagert werden. Dementsprechend befinden sich die Grundplattenderivate (motorische Hirnnervenkerne) im Bereich des Hirnstamms eher medial.

Abbildung 1-10 zeigt die Differenzierung der Grund- und Flügelplatte im Bereich des Rückenmarks. Beschriften Sie folgende Strukturen:

1. ventrikuläre Zone
2. Grundplatte
3. Flügelplatte
4. marginale Zone
5. motorisches Vorderhorn
6. sensibles Hinterhorn
7. Lage motorischer Hirnnervenkerne
8. Lage sensibler Hirnnervenkerne
9. vierter Ventrikel

Aufgabe 13: MC-Fragen

1. Welche Zuordnung ist **falsch**?

- (A) Vierhügelplatte = Teil des Mittelhirns
- (B) Capsula interna = weiße Substanz
- (C) Pons = Teil des Hirnstamms
- (D) Medulla oblongata = liegt dorsal des Kleinhirns
- (E) Corpus callosum = enthält Kommissurenfasern

2. Bei welchem der genannten Fasersysteme handelt es sich **nicht** um Assoziationsfasern/-bahnen?

- (A) Fasciculus uncinatus
- (B) Fasciculus arcuatus
- (C) Fasciculus longitudinalis superior
- (D) Fasciculus longitudinalis inferior
- (E) Fasciculus cuneatus

3. Welche der folgenden Strukturen wird hinsichtlich ihrer Lage **nicht** durch die Meynert-Achse beschrieben?

- (A) Pons
- (B) Medulla oblongata
- (C) Diencephalon
- (D) Mesencephalon
- (E) Hirnstamm

4. Welche Aussage trifft zu?

- (A) Folia cerebelli beschreiben Strukturen des Arbor vitae des Mittelhirns.
- (B) In der Pons gibt es sowohl graue als auch weiße Substanz.
- (C) Die Substantia nigra liegt als wichtiges motorisches Zentrum im Telencephalon.
- (D) Die Lamina quadrigemina liegt dem Kleinhirn von unten an.
- (E) Der vierte Ventrikel enthält keinen Plexus choroideus.

5. Welche Zuordnung ist **nicht** zu?

- (A) Fissura longitudinalis cerebri = unterteilt das Telencephalon in zwei Hemisphären
- (B) Afferenzen = in das Zentralnervensystem ziehende Informationen
- (C) Colliculi inferiores = Teil der Hörbahn
- (D) Falx cerebri = Duplikatur der Dura mater
- (E) Adhaesio interthalamica = trennt die beiden Seitenventrikel voneinander

Seminartag 2: Rückenmark und Spinalnerven

Aufgabe 1: Das Rückenmark und seine Häute

Abbildung 2-1 zeigt einen Querschnitt durch das Rückenmark mit seinen umgebenden Häuten. Beschriften Sie die markierten Strukturen (Kästen). Markieren Sie den Punktionsort einer Spinalanästhesie und einer Periduralanästhesie. Was enthalten beide Räume? Welcher Unterschied besteht im Bereich des Wirbelkanals zur Dura mater encephali? Schauen Sie sich das **Video der Lumbalpunktion** zusammen an. Was bildet die Cauda equina? Was bedingt den „Aszensus“ des Rückenmarks? In welcher Höhe, bezogen auf die Wirbelsäule, endet das Rückenmark beim Erwachsenen und beim Neonaten?

Bestimmen Sie bei ihrem Kommilitonen/-in die Höhe, auf der bei einer Lumbalpunktion punktiert wird (unterhalb LWK3!). Ein Durchzählen der Dornfortsätze der Brustwirbelsäule ist im Allgemeinen wegen der steil abwärts gerichteten und überlappenden Dornfortsätze nicht ohne weiteres möglich. Zur Orientierung dienen horizontale Hilfslinien. Die Jacoby-Linie verbindet die Höhen der Darmbeinkämme und schneidet den Dornfortsatz des 4. Lendenwirbels oder liegt etwas darunter (Orientierungslinie für Lumbalpunktion). Suchen Sie diese auf und markieren Sie den Punktionsort.

Aufgabe 2: Sensibilitätsqualitäten

Definieren Sie folgende fünf Begriffe:

- Epikritische Sensibilität
- Protopathische Sensibilität
- Propriozeptive Sensibilität
- Exterozeptive
- Enterozeptive

Überlegen Sie sich **jeweils** zwei Methoden, um Ausfälle der ersten drei Sensibilitätsqualitäten klinisch zu untersuchen.

Aufgabe 3: Auf- und absteigende Bahnsysteme des Rückenmarks

Folgende auf- bzw. absteigende Bahnen sind in Abbildung 2-3 schematisch dargestellt:

- Tractus corticospinalis lateralis (1)
- Tractus corticospinalis anterior (2)
- Tractus rubrospinalis (3)
- Fasciculus gracilis (4)
- Fasciculus cuneatus (5)
- Tractus spinocerebellaris anterior (6)
- Tractus spinocerebellaris posterior (7)

- Tractus spinothalamicus lateralis (8)
- Tractus spinothalamicus anterior (9)
- Tractus vestibulospinalis (10)

Markieren Sie aufsteigende Bahnen in Blau, absteigende Bahnen in Rot. Schneiden Sie die Bahnsysteme (Abb. 2-3) aus und kleben Sie diese entsprechend ihrer anatomischen Lage auf den Vordruck des Rückenmarks (Abb. 2-2). Wo liegen die Zellkörper der einzelnen Bahnsysteme? Wo enden die Bahnsysteme? Wie lässt sich die somatotopische Anordnung des Fasciculus gracilis/cuneatus, sowie des Tractus spinothalamicus lateralis erklären? Skizzieren Sie zum besseren Verständnis, wie im protopathischen und epikritischen System die Axone der ersten beiden Neurone verlaufen.

Aufgabe 4: Kerngebiete des Rückenmarks

In der grauen Substanz des Rückenmarks gibt es verschiedene Kerngebiete. Skizzieren Sie deren Lage in ein neues Schemata des Rückenmarks und diskutieren Sie deren Funktion. Ordnen Sie den Kerngebieten auf- bzw. absteigende Bahnsysteme aus Aufgabe 3 zu. Welches ist das Kerngebiet der epikritischen Sensibilität im Rückenmark?

- Kernsäulen im Vorderhorn
- Nucleus intermediolateralis
- Nucleus dorsalis (Stilling-Clarke) bzw. Nucleus thoracicus
- Nucleus proprius
- Substantia gelatinosa

Aufgabe 5: Prinzip der Reflexe

Der Patellarsehnenreflex (auch Kniesehnenreflex oder Quadrizepsdehnungsreflex) ist ein monosynaptischer (über nur eine Synapse verschalteter) Reflex aus der Gruppe der Eigenreflexe. Der Reflex kann durch einen leichten Schlag auf die Patellarsehne unterhalb der Kniescheibe ausgelöst werden. Dabei handelt es sich um die Ansatzsehne des vierköpfigen Oberschenkelmuskels (Musculus quadriceps femoris). Als Reflexantwort kommt es durch Kontraktion des Quadrizeps zu einer Streckung des Kniegelenks. Skizzieren Sie die einzelnen Stationen des Reflexes. Lösen Sie den Reflex bei ihrem Kommilitonen aus. **Siehe auch Video**

Aufgabe 6: Bandscheibenvorfall

Abbildung 2-5 zeigt die Pathophysiologie des Bandscheibenvorfalles. Diskutieren Sie, wie es zu einem Bandscheibenvorfall kommen kann. Was „fällt“ vor? Was ist der Unterschied zwischen einem medialen und einem lateralen Bandscheibenvorfall?

Aufgabe 7: Diskutieren Sie folgende Fragen

1. Wie entsteht die Intumescentia cervicalis und lumbosacralis des Rückenmarks?
2. Wie erklären sich regionale Unterschiede beim Querschnitt durch das Rückenmark auf den verschiedenen Höhen? Wo findet man ein Seitenhorn? Warum nimmt die Dicke der weißen Substanz von kranial nach kaudal ab?
3. Wo ist die segmentale Innervation des Körpers besonders deutlich zu sehen? Warum geht sie auf Höhe der Extremitäten scheinbar verloren?
4. Wie entsteht ein Plexus? Was „passiert“ in einem Plexus?
5. Wo wird beim Adulten eine Lumbalpunktion durchgeführt? Welche Strukturen durchdringt hierbei die Spitze der Nadel? Vergleich hierzu auch Abb. 2-4
6. Erklären Sie das Prinzip der Spinalanästhesie und der Periduralanästhesie.

Aufgabe 8: MC-Fragen

1. Im Regelfall endet das Rückenmark mit seinem Conus medullaris beim Erwachsenen in Höhe des Wirbelkörpers
(A) Th9–10
(B) Th11–12
(C) L1–2
(D) L3–4
(E) L5
2. Der Nucleus gracilis...
(1) ist in eine aufsteigende Bahn eingeschaltet.
(2) bildet mit seinen Axonen den Lemniscus lateralis.
(3) ist Endstation von Neuronen mit pseudounipolarer Morphologie.
(4) erhält Informationen aus der oberen Extremität.
(A) nur 1 und 3 sind richtig
(B) nur 1 und 4 sind richtig
(C) nur 2 und 3 sind richtig
(D) nur 2 und 4 sind richtig
(E) nur 3 und 4 sind richtig
3. Eine Durchtrennung des rechten Tractus spinothalamicus lateralis im oberen Teil des Rückenmarks hat zur Folge eine
(A) Muskellähmung (Parese) im rechten Bein.
(B) Muskellähmung (Parese) im linken Bein.
(C) aufgehobene bzw. herabgesetzte Schmerzempfindung im rechten Bein.
(D) aufgehobene bzw. herabgesetzte Schmerzempfindung im linken Bein.
(E) Störung der Tiefensensibilität in beiden Beinen.

4. Eine einseitige Zerstörung der Hinterstrangbahnen führt auf der beschädigten Seite u. a. zu einem/r

- (A) motorischen Lähmung (Parese).
- (B) Verlust der Schmerzempfindung.
- (C) Muskelzittern.
- (D) Verlust der Temperaturempfindung.
- (E) Verlust der Berührungsempfindung.

5. Welcher der genannten Reflexe ist **nicht** monosynaptisch?

- (A) Tibialis-posterior-Reflex
- (B) Trizepssehnenreflex
- (C) Adduktorenreflex
- (D) Achillessehnenreflex
- (E) Kremasterreflex

Seminartag 3: Meningen, äußere Liquorräume und Sinus durae matris

Aufgabe 1: Sinus durae matris

Identifizieren Sie die Lage folgender Sinus durae matris in Abb. 3-1 und 3-2 und verdeutlichen Sie sich deren Anhaftung am knöchernen Schädel.

- Sinus sagittalis superior
- Sinus sagittalis inferior
- Sinus rectus
- Sinus transversus
- Vena jugularis interna
- Sinus cavernosus
- Confluens sinuum
- Sinus sigmoideus
- Sinus petrosus superior
- Sinus petrosus inferior
- Sinus sphenoparietalis

Aufgabe 2: Erweiterungen der äußeren Liquorräume

Die äußeren Liquorräume, der Subarachnoidalraum, ist in Bereichen, in welchen die Form des Gehirns einen größeren Abstand zum Schädelknochen bedingt, zu Zisternen erweitert (Abb. 3.3). Die wichtigsten Zisternen und ihre Lage sind: oberhalb des Kleinhirns die Cisterna ambiens, zwischen Kleinhirn und Medulla oblongata die Cisterna cerebellomedullaris, im Bereich der Hirnschenkel des Mittelhirns die Cisterna interpeduncularis, und im Bereich des Chiasma opticum die Cisterna chiasmatica. Bei Neonaten, bei denen das Rückenmark noch den Spinalkanal nach unten ausfüllt und daher eine Lumbalpunktion erschwert ist, kann über die Cisterna cerebellomedullaris Liquor erfolgreich entnommen werden. Suchen Sie gemeinsam nach der Lage der Cisternen im MRT-Datensatz.

Aufgabe 3: Diskutieren Sie folgende Fragen

1. Welche physiologischen Räume zwischen den Hirnhäuten bzw. den umgebenden Strukturen ergeben sich im Bereich des Gehirns?
2. Welche physiologischen Räume zwischen den Hirnhäuten bzw. den umgebenden Strukturen ergeben sich im Bereich des Rückenmarks?
3. Wo befindet sich die Falx cerebri, die Falx cerebelli und das Tentorium cerebelli?
4. Was passiert bei einer Subarachnoidalblutung?
5. Wo wird Liquor produziert, wo wird er resorbiert?

Seminartag 4: Hirnstamm und Hirnnerven

Aufgabe 1: Anfertigen eines Hirnstammmodelles

Abb. 4-1 zeigt einen Querschnitt durch den Hirnstamm. Platzieren Sie die Elemente des Hirnstamms (siehe Abb. 4-2) entsprechend ihrer Lage im Hirnstamm. Achten Sie darauf, auf der linken Seite die Kerngebiete, auf der rechten Seite die auf- bzw. absteigenden Bahnen zu platzieren. Verdeutlichen Sie sich die Funktion der einzelnen Strukturen.

- Tractus corticonuclearis
- Tractus corticospinalis
- Supplementäre motorische Kerngebiete
 - Mesencephalon: Nucleus ruber und Substantia nigra
 - Pons: Pontine Kerne (Nccl. pontes)
 - Medulla oblongata: Nucleus olivarius inferior
- Lemniscus medialis
- Tractus spinothalamicus
- Tractus spinocerebellaris
- Formatio reticularis
- Monoaminerge Zellgruppen (engl. Neurobehavioral cells)
 - Raphe-Kerne: Mittellinie des Hirnstamms, 5-HT
 - Periaquäduktales Grau: Mittelhirn
 - Locus coeruleus: Pons und Medulla oblongata; Noradrenalin
- Hirnnervenkerne 5,7,8,9,10
- Hirnnervenkerne 3,4,6,12
- Fasciculus longitudinalis medialis
- Innere Liquorräume
- Kleinhirnschenkel
 - Oberer Kleinhirnschenkel: Mesencephalon
 - Mittlerer Kleinhirnschenkel: Pons
 - Unterer Kleinhirnschenkel: Medulla oblongata

Wie kann man entwicklungsgeschichtlich erklären, dass die motorischen Hirnnervenkerne eher mittig liegen, die sensiblen eher lateral? Was versteht man unter Basis, Tegmentum und Tectum des Hirnstamms?

Aufgabe 2: Modellieren der Rautengrube

Modellieren Sie mit Knete den Boden der Rautengrube. Folgende Elemente sollten dabei enthalten sein:

- Sulcus medianus
- Colliculus facialis
- Trigonum nervi hypoglossi
- Obex
- Area vestibularis
- Eminentia medialis
- Striae medullares

Diskutieren Sie, durch welche Hirnnervenkerne diese Unebenheiten aufgeworfen werden. Vergleichen Sie die Lage der Hirnnervenkerne mit Abb. 4-3 und 4-4. Aufgabe 3: Austritt der Hirnnerven aus dem Gehirn und Schädelbasis

Aufgabe 3: Hirnnervennamen

Schreiben Sie zu jedem Hirnnerven seinen Namen, die anatomische Region, wo er aus dem Hirn austritt bzw. eintritt sowie durch welche Öffnung der Hirnnerv die innere Schädelbasis verlässt.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.

Aufgabe 4: Hirnnervenuntersuchung

Überlegen Sie in kleinen Gruppen, wie sie klinisch einen Hirnnervenstatus erheben können. Achten Sie dabei vor allem auf folgende Aspekte:

- Ein Koch möchte Frührente beantragen und täuscht eine Riechminderung vor. Wie können Sie ihn als begutachtender Arzt entlarven?
- Wie können Sie eine periphere von einer zentralen Trigemiusläsion abgrenzen?
- Nach welcher Seite weicht die Zunge bei einer linken Parese des Nervus hypoglossus ab?

Skizzieren Sie, wie die motorische Innervation der mimischen Muskulatur reguliert ist. Folgende Elemente sollten darin enthalten sein:

- Mimische Muskulatur oberhalb der Nase (Stirn)
- Mimische Muskulatur unterhalb der Nase
- Nervus facialis
- Nucleus n. facialis (motorischer Anteil)
- Tractus cortico-nuclearis
- Gyrus präcentralis

Was ist der klinische Unterschied einer peripheren und einer zentralen Fazialisparese? Wo liegt jeweils die Schädigung? Welche Symptome sind jeweils möglich?

Aufgabe 5: Diskutieren Sie folgende Fragen

1. Welche inneren Liquorräume werden dem Hirnstamm zugeordnet?
2. Wie wird der Hirnstamm mit Blut versorgt?

Seminartag 5: Cortex cerebri und Blutversorgung

Aufgabe 1: Mögliche Gehirnpräparation

Entfernen Sie, soweit noch nicht geschehen, die verbliebenen Anteile der Meningen. Trennen Sie dann das Kleinhirn vom Hirnstamm ab. Achten Sie dabei darauf, dass die drei Kleinhirn-versorgenden Gefäße an ihrem jeweiligen Abgang aus dem vertebro-basilären Stromgebiet erhalten bleiben. Sie erhalten Einblick in die Rautengrube des vierten Ventrikels. Beachten Sie die Austrittsstelle des Nervus trochlearis. Beachten Sie außerdem die Lage des Plexus choroideus. Sondieren Sie die Foramina Luschkae und Magendii, suchen Sie nach dem Bochdalek-Blumenkorbchen.

Aufgabe 2: Mögliche Gehirnpräparation

Entfernen Sie vorsichtig den Circulus arteriosus vom Präparat. Schnittkanten sind die Arteria cerebri anterior pars postcommunicans, Arteria cerebri media pars sphenoidalis, Arteria cerebri posterior pars postcommunicans und Arteria vertebrales. Achten Sie auch auf die Abgänge der drei Kleinhirn-versorgenden Arterien. Kleben Sie den Circulus arteriosus auf ein Blatt Papier und beschriften Sie seine Anteile.

Der gesamte Hirnstamm kann jetzt auf Höhe der mesencephalen Hirnschenkel (Cruca cerebri) abgesetzt werden.

Legen Sie nun in einer Hemisphäre einen Horizontalschnitt zwischen Hemisphärenrinde und Balken (ca. 1 cm über dem Corpus callosum; befeuchtetes Hirnmesser verwenden; einmalige Schnittführung, keine Sägebewegungen). Die in diesem Horizontalschnitt innen gelegene weiße Substanz hat die Gestalt eines Halbovals (Centrum semiovale). Außen liegt die graue Substanz. Welche Fasersysteme bilden das Centrum semiovale? Bestimmen Sie an dem kleinen, durch den Horizontalschnitt gewonnenen Rindenpräparat noch einmal den Gyrus prae- und postcentralis.

Entfernen Sie die Partes operculares vom Parietal- und Frontallappen einer Seite! Sie haben nun Einblick auf die Inselrinde und die primäre Hörrinde. Entfernen Sie auch dort restliche Anteile der Meningen und kleine, residuale Gefäße.

Aufgabe 3: Rindenfelder

Abb. 5-1 zeigt eine laterale, Abb. 5-2 eine medio-sagittale, Abb. 5-3 eine basale Sichtweise auf das Gehirn. Beschriften Sie die grau eingefärbten Strukturen. Diskutieren Sie deren Funktion.

Aufgabe 4: Rindenfelder

Abbildung 5-4 zeigt schematisch den Aufbau des Kortex in lateraler und medialer Ansicht. In Abbildung 5-5 sind einige Komponenten des Kortex dargestellt. Schneiden Sie diese aus und kleben Sie die Begriffe an ihre jeweilige Position. Beachten Sie bitte, dass die blau gefärbten Begriffe Funktionen und keine anatomischen Landmarken sind!

Aufgabe 5: Kommissuren-, Assoziations-, und Projektionsfasern

Beantworten Sie folgende Fragen:

- Was versteht man unter Kommissuren, Assoziationsfasern und Projektionsfasern?
- Welche zwei Fasersysteme verbinden den Neocortex einer Hemisphäre mit der kontralateralen Hemisphäre?
- In welcher Schicht des Neocortex enden die spezifischen thalamokortikalen Projektionsfasern?
- In welcher Schicht liegt die Mehrheit der Ursprungszellen der Pyramidenbahn?
- Welche Fasersysteme spielen bei der Sprache eine wichtige Rolle?

Aufgabe 6: Motorische und sensorische Aphasie

Hören Sie sich die Datei „Aphasie“ an. Zu welchem Aphasie-Typ passen die Schilderungen des Patienten am ehesten?

Typ	Spontansprache	Nachsprechen	Sprachverständnis	Wortfindung
Broca-Aphasie	gestört	gestört	eingeschränkt für syntaktisch komplexes Material	eingeschränkt
Wernicke-Aphasie	fließend (z. T. Logorrhoe, Neologismen)	gestört	eingeschränkt	eingeschränkt

Aufgabe 7: Aufbau des Circulus arteriosus mit seinen Ästen

Abb. 5-6 zeigt die basalen Blutgefäße des Gehirns. Beschriften Sie die entsprechenden Gefäße. Warum gibt es für die arterielle Versorgung der kaudalen Kleinhirnanteile zwei Arterien, für die oberen aber nur eine? Welche Symptome erwarten Sie beim Verschluss der A. cerebri anterior, media oder posterior?

Abb. 5-7 zeigt die basalen Blutgefäße des Gehirns im anatomischen Präparat. Beschriften Sie die mit 1-14 benannten Strukturen.

Aufgabe 8: Motorischer Homunculus

Diskutieren Sie am großen Hirnmodell, warum bei einem Verschluss der Arteria cerebri anterior eine beinbetonte Parese zu erwarten ist. Siehe hierfür auch Abb. 5-8

Seminartag 6: Subcorticale Strukturen und innere Liquorräume

Aufgabe 1: Verschaltung und Funktion der Basalganglien

Abb. 6-1 zeigt die vereinfachte Verschaltung der Basalganglien. Markieren Sie mit einem „+“ oder einem „-“, ob es sich bei den einzelnen Projektionen um erregende, oder aber hemmende Nervenzellen handelt. Die zugrundeliegenden Neurotransmitter sind: GABA, Dopamin (DA) und Glutamat (Glu). Leiten sie sich anhand der Verschaltung her, welcher Teil des Striatums (rechts oder links) bewegungsfördernd ist.

Aufgabe 2: Orientierende Topographie

Suchen Sie mit Hilfe des RadiAnt DICOM Viewers 2.2.9 die Lage folgender Strukturen:

- Nucleus caudatus
- Putamen
- Pallidum
- Claustrum
- Capsula externa
- Capsula interna
- Capsula extrema
- Seitenventrikel
- Septum pellucidum
- Thalamus
- Nucleus subthalamicus

Verdeutlichen Sie sich deren topographische Lage und deren Aufbau, indem Sie coronare, sagittale und axiale Sichtweisen wählen.

Aufgabe 3: Das Ventrikelsystem mit seinen Anteilen

Abbildung 6-2 zeigt schematisch den Aufbau der inneren Liquorräume. In Abbildung 6-3 sind einige Komponenten der inneren Liquorräume dargestellt. Schneiden Sie diese aus und kleben sie die Begriffe an ihre jeweilige Position.

Aufgabe 4: CT Befundung (Formen des Hydrocephalus)

Abbildung 6-4 zeigt einen auffälligen (links) und einen normalen (rechts) CT-Befund. Was können Sie erkennen und wo wäre ein pathologischer Prozess, bezogen auf die inneren Liquorräume, zu erwarten?

Aufgabe 5: Zirkumventrikuläre Organe

Dargestellt ist in Abb. 6-5 die Lage der zirkumventrikulären Organe. Beschriften Sie die einzelnen Strukturen. Welches sind sensorische, welches sekretorische zirkumventrikuläre Organe? Was ist der Unterschied zwischen sensorischen und sekretorischen zirkumventrikulären Organen?

Aufgabe 6: MC-Fragen

1. Wo befindet sich makroskopisch das primäre optische Rindenfeld

- (A) Gyrus frontalis inferior
- (B) Gyrus frontalis superior
- (C) Gyrus postcentralis
- (D) Gyri temporales transversi
- (E) Area striata

Zusatzfrage 1: Was ist die makroskopische Besonderheit der primären Sehrinde?

Zusatzfrage 2: Was bedeutet primäres Rindenfeld? Was bedeutet sekundäres Rindenfeld?

2. Wo befindet sich makroskopisch das somatosensible primäre Rindenfeld

- (A) Gyrus frontalis inferior
- (B) Gyrus frontalis superior
- (C) Gyrus postcentralis
- (D) Gyri temporales transversi
- (E) Area striata

3. Welche der folgenden Aussagen zu den Basalganglien trifft nicht zu?

- (A) Die Degeneration der dopaminergen Neurone der Substantia nigra führt in der Regel zum Ruhetremor.
- (B) Erregung des Nucleus subthalamicus aktiviert monosynaptisch den motorischen Thalamus.
- (C) GABA ist der Transmitter der pallido-thalamischen Neurone.
- (D) Die Projektion von den Basalganglien (über den Thalamus) erreicht motorische Kortexareale.
- (E) Neurone des Globus pallidus, pars interna, werden vom Corpus striatum gehemmt.

4. Welche der folgenden Strukturen ist diencephaler Herkunft?

- (A) Nucleus caudatus
- (B) Putamen
- (C) Globus pallidus
- (D) Claustrum
- (E) Corpus amygdaloideum

Zusatzfrage: Wie beurteilen Sie den Ausdruck Nucleus lentiformis aus entwicklungsgeschichtlicher Sicht?

5. Die enkephalinhaltigen GABA-ergen Neurone des Corpus striatum hemmen direkt die Neurone

- (A) der Substantia nigra, pars compacta
- (B) des Nucleus subthalamicus
- (C) des Globus pallidus, pars externa
- (D) des Thalamus, Nucleus lateralis posterior
- (E) des Colliculus superior

6. Welche der folgenden Schichten ist in der Area 4 im Gyrus praecentralis nur spärlich ausgebildet?

- (A) Lamina molecularis (Lamina I)
- (B) Lamina granularis externa (Lamina II)
- (C) Lamina pyramidalis externa (Lamina III)
- (D) Lamina granularis interna (Lamina IV)
- (E) Lamina pyramidalis interna (Lamina V)

Zusatzfrage: Was bedeutet granulärer, was agranulärer Kortex?

7. Welche Aussage über die innere Kapsel des Gehirns trifft zu?

- (A) Sie liegt lateral vom Nucleus lentiformis.
- (B) Sie liegt medial vom Thalamus.
- (C) Sie enthält nur absteigende Fasersysteme.
- (D) Zwischen ihren Fasern befindet sich stellenweise graue Substanz.
- (E) Sie beherbergt im Crus anterius die Radiatio optica

Betrachten Sie die Capsula interna samt umgebender Strukturen noch einmal im MRT!

Aufgabe 7: Identifizieren Sie am Präparat bzw. Hirnmodell folgende Strukturen

- Thalamus
- Epiphyse
- Habenulae
- Hypophyse
- Corpora mammillaria
- Eminentia mediana mit Hypophysenstiel
- Nucleus caudatus
- Putamen
- Pallidum

ACHTUNG: Eminentia mediana und Eminentia medialis sind zwei verschiedene Strukturen! Die Eminentia mediana wird den Neurohämalorganen zugerechnet. Das bedeutet, dass dort eine enge Kommunikation zwischen Nervenzellen bzw. deren Produkten und Blutgefäßen (Kapillaren der Arteria hypophysialis superior) besteht. Nur so können die Gefäße der Eminentia mediana die Releasing/Inhibiting-Hormone des Hypothalamus effektiv aufnehmen und weiter zur Adenohypophyse transportieren. Bei der Eminentia medialis handelt es sich um eine Struktur des vierten Ventrikels kranial des Colliculus facialis.

Aufgabe 8: Vervollständigen Sie folgenden Lückentext

Hormone können anatomisch in isolierten Zellen (diffuses neuroendokrines System) und in Zellgruppen, die ein Gewebe bilden (Langerhans-Inseln im Pankreas), oder aber in einem Organ (endokrine oder Hormondrüse) produziert werden. Unter Berücksichtigung ihrer Wirkung unterscheidet man

(a), die auf andere endokrine Zellen wirken und somit indirekt deren Hormonsekretion regulieren, und Effektorhormone, die dagegen eine direkte Wirkung auf die Zielzelle entfalten. Unter Berücksichtigung der Sekretionsrichtung unterscheidet man:

(a) Eine endokrine Sekretion liegt vor, wenn die Botenstoffe ihre Wirkung auf Zielzellen über den ausüben.

(b) Bei einer parakrinen Sekretion die Hormone über den interstitiellen Raum zu benachbarten Zielzellen. Ein Beispiel wäre das Somatostatin in den Langerhans-Inseln des Pankreas. Ein ähnlicher Mechanismus liegt auch bei den Mastzellen (Ausschüttung von Histamin) vor.

(c) Eine neuroendokrine Sekretion wird bei einigen Peptidhormonen beobachtet (Bombesin, VIP, Substanz P): Sie werden von Nervenzellen gebildet und im Bereich der freigesetzt.

(d) Die autokrine Sekretion ist eine Sonderform der parakrinen Sekretion: In diesem Fall sind hormonproduzierende Zelle und Zielzelle

Aufgabe 9: Herstellung eines Thalamusmodelles

Bringen sie ein **gekochtes** Ei mit. Markieren sie auf dem Ei die Lage folgender Thalamuskern.

- Nucleus ventralis posterior (Nucleus ventralis postero-lateralis und postero-medialis)
- Nucleus ventralis anterolateralis
- Ncll. anteriores thalami
- Pulvinar

Vervollständigen Sie Ihr Modell, indem sie mit Knete (alternativ, aber echt eklig (!!): Kaugummi) folgende beide Kerngebiete hinzufügen:

- Corpus geniculatum laterale
- Corpus geniculatum mediale

Was ist die Aufgabe der einzelnen Kerngebiete?

Was ist der Unterschied zwischen spezifischen und unspezifischen Thalamuskernen?

Auf welcher Körperseite (ipsi-oder contralateral) ist mit Defiziten zu rechnen, wenn der LINKE Nucleus ventralis posterior geschädigt ist? Welche Symptome sind zu erwarten?

Warum enden sensible Fasern des Gesichtsbereiches im Nucleus ventralis postero-medialis und nicht im Nucleus ventralis postero-lateralis?

Aufgabe 10: Hypophysäres Pfortadersystem

Abb. 6-6 zeigt die Umrisse des Hypothalamus, des Hypophysenstiels, sowie der Adeno- und Neurohypophyse. Platzieren Sie die Elemente dieser Region (siehe Abb. 6-7) entsprechend ihrer Lage. Verdeutlichen Sie sich den Weg von Oxytocin und Vasopressin. Verdeutlichen Sie sich den Weg der Releasing- und Inhibiting-Hormone. Was genau passiert in der Eminentia mediana?

Aufgabe 11: Topographie des dritten Ventrikels

Abbildung 6-8 zeigt den Blick von medial in den dritten Ventrikel. Beschriften Sie die mit 1-15 markierten Strukturen. Diskutieren Sie die Funktion der einzelnen Strukturen. Eine der gezeigten Strukturen ist die Epiphyse, die in der Regulation des Tag-Nacht-Rhythmus eingeschaltet ist. Über welchen Weg werden der Epiphyse „Lichtimpulse“ zugeleitet? Beginnen Sie in der Retina.

Seminartag 7: Cerebellum

Aufgabe 1: Topographie des Kleinhirns

Identifizieren Sie am Präparat sowie am Modell folgende Strukturen des Kleinhirns bzw. des angrenzenden Hirnstamms.

- Hemisphären
- Fissura prima
- Fissura horizontalis
- Lobus anterior et posterior
- Nodus
- Flocculus
- Vermis mit seinen Anteilen Lingula (Kleinhirnzunge), Lobulus centralis (Zentralläppchen), Culmen (Gipfel), Declive (Abhang), Folium (Blatt), Tuber (Höcker), Pyramis (Pyramide) und Uvula (Zäpfchen).
- Tonsillen des Kleinhirns
- Pedunculus cerebelli superior, medius und inferior
- Plexus choroideus des vierten Ventrikels mit dem „Bochdalek’schen Blumenkorbchen“
- Sondieren Sie die Apertura lateralis ventriculi quarti. Welche Räume kommunizieren hier?

Aufgabe 2: Pontocerebellum

Abb. 7-1 zeigt schematisch die Verschaltung des Pontocerebellums. Platzieren Sie die Elemente des Schaltkreises (siehe Abb. 7-2) entsprechend ihrer anatomischen Lage.

Aufgabe 3: Afferenzen und Efferenzen des Kleinhirns

Nachfolgend sind die wichtigsten Afferenzen und Efferenzen des Kleinhirns aufgelistet. Ordnen Sie diese entsprechend den Kleinhirnstielen zu. Welche Aufgabe erfüllen sie?

- Tractus vestibulocerebellaris
- Tractus cerebellovestibularis
- Tractus spinocerebellaris posterior (wo verläuft er im Rückenmark?)
- Tractus spinocerebellaris anterior (wo verläuft er im Rückenmark?)
- Tractus olivocerebellaris
- Tractus pontocerebellaris
- Tractus cerebellothalamicus (wo genau endet er im Thalamus?)

□ Tractus cerebellorubralis

Markieren Sie sämtliche Fasertrakte, die als Kletterfasern enden.

Markieren Sie sämtliche Fasertrakte, die mitunter direkt von Purkinjezellen, und nicht von Kleinhirnkernen entspringen.

Welche Aufgabe hat der Tractus tegmentalis centralis (zentrale Haubenbahn)?

Aufgabe 4: Orientierende klinische Untersuchung des Kleinhirns

Das Kleinhirn kann funktionell in Ponto-, Vestibulo- und Spinocerebellum unterteilt werden. Im Rahmen der Steuerung, Feinabstimmung und dem Erlernen von Motorik übernimmt das Kleinhirn wichtige Aufgaben. Die Regulation der Stützmotorik und der Haltemotorik sind Aufgaben des Vestibulo- und Spinocerebellums. Das komplexe Zusammenspiel von verschiedenen Gelenken übernimmt das Pontocerebellum. Die Stabilisierung des Blickes übernimmt das Vestibulocerebellum. Welche einfachen "Testaufgaben" fallen Ihnen ein, um Leistungen von diesen drei funktionellen Kleinhirnanteilen klinisch zu untersuchen? Zur Vereinfachungen sind einzelne Symptome nachfolgend aufgezählt.

- ▶ Stand-, Gang- und Rumpfataxie
- ▶ Gleichgewichtsstörungen, Schwindelsensationen, eventuell kombiniert mit Übelkeit, Erbrechen
- ▶ gestörte Okulomotorik
- ▶ Beeinträchtigung der Diadochokinese
- ▶ Intentionstremor
- ▶ Hypermetrie
- ▶ zerebelläre Sprechstörungen

Aufgabe 5: Histologischer Aufbau des Kleinhirns

Abbildung 7-3 zeigt die histologische Verschaltung des Kleinhirns. Mikroskopieren Sie die einzelnen Zelltypen, und beantworten sie folgende Fragen:

- Welche drei Schichten können in der cerebellären Rinde unterschieden werden?
- Woher stammen die Kletterfasern?
- Woher stammen die Moosfasern?
- Wo gibt es noch Moosfasern, außer im Kleinhirn?
- Woher kommt der Begriff „Moosfasern“ des Kleinhirns?
- Welche Zelltypen der Kleinhirnrinde sind exzitatorisch?

- Nehmen wir an, Teile der Purkinjezellen in ihrem Präparat würden nicht auf Kleinhirnerkerne projizieren sondern direkt das Kleinhirn verlassen, ohne vorher verschalten zu werden. Welchen Teil des Kleinhirns würden Sie dann gerade mikroskopieren? Wohin würden diese Fasern ziehen? Durch welchen Kleinhirnstiel würden diese Fasern zu ihrem Zielgebiet verlaufen?

Seminartag 8: Das motorische System und seine Störungen

Aufgabe 1: Patient mit Muskelatrophie und pathologischen Reflexen

Ein 55-jähriger Patient stellt sich bei Ihnen in der Praxis vor. Er berichtet, dass er sich allgemein schlapp fühlt, schon nach kurzer Zeit kann er einfache Aufgaben des Alltags, wie etwa Rasenmähen, Treppensteigen oder Blumengießen nicht mehr bewältigen. Hierbei kommt er nicht außer Atem sondern fühlt sich vielmehr kraftlos.

Sie können den Patienten bei seinen Äußerungen nur schwer verstehen, seine Sprache klingt kloßig. Auf Nachfragen verneint er jedoch, einen Infekt oder Ähnliches zu haben. Allerdings erwähnt er, dass er Probleme mit dem Schlucken habe. Das Schlucken tut nicht weh, aber er berichtet, dass er sich recht häufig verschluckt. Sensibilitätsstörungen werden auch auf Nachfrage nicht angegeben.

Bei der klinischen Untersuchung machen sie folgende Feststellungen:

- Atrophie im Bereich der (vor allem) distalen Extremitäten. Vor allem die Thenar- und die Hypothenarmuskulatur ist schwächlich ausgebildet.
- Trotz der Atrophie sind die Muskeleigenreflexe sehr lebhaft.
- Positiver Babinski-Reflex.
- Zuckungen (Faszikulationen) der Muskulatur.
- Regelmäßige Oberflächensensibilität

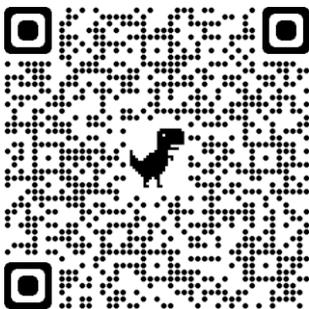
1. Was versteht man unter einem positiven Babinski-Reflex?
2. Was könnte Grundlage der Muskelatrophie sein?
3. Warum hat der Patient eine kloßige Sprache und Dysphagie (Schluckbeschwerden)?
4. Warum sind trotz der Rückbildung der Muskulatur (Atrophie) die Reflexe lebhaft?

Aufgabe 2: Wie bitte?

Ein Patient wird mit dem Rettungsdienst in die Notaufnahme des Universitätsklinikums gebracht. Er wurde von seinem Ehemann bewusstlos in der Küche aufgefunden. Inzwischen ist der Patient wieder bei Bewusstsein, verstirbt allerdings nach einigen Wochen an den Folgen. Ihnen wird ein 3D-Scan sowie ein 3D-Druck (Halbe Hemisphäre) des entnommenen Gehirns zur Verfügung gestellt. Beantworten Sie zu diesem Fall folgende Fragen:

1. Zur Orientierung; wo befinden sich folgende Strukturen: N. trigeminus, N. vestibulo-cochlearis, Kleinhirn-Brücken-Winkel, Chiasma opticum, Fissura horizontalis des Kleinhirns, Fossa interpedicularis, Heschl-Querwindungen, Uncus, Gyrus rectus, Gyrus occipitotemporalis, Tonsillen des Kleinhirns, Flocculus cerebelli, Tentorium cerebelli
2. Welche klinischen Ausfälle bzw. Symptome erwarten Sie bei dem Patienten?
3. Was ist die wahrscheinlichste Ursache für den Substanzdefekt
4. Erklären Sie die Pathogenese der Erkrankung

Hier geht's zu den virtuellen 3D-Modellen:



Seminartag 9: Das sensible System und seine Störungen

Aufgabe 1: Die rüstige Oma

Eine junge Frau bringt ihre Oma zu Ihnen in die Praxis. Die alte Dame (87 Jahre) ist zwar schwer zu Fuß aber scheint ansonsten vor allem mental keine Defizite aufzuweisen. Vor etwa 8 Wochen habe sie im Bereich des Bauches, direkt unterhalb des Bauchnabels, einen Ausschlag gehabt. Sie hätte leichtes Fieber gehabt, war auch nicht so fit wie sonst. Außerdem habe der Ausschlag gejuckt. Nach einigen Tagen, genau weiß sie das nicht mehr, platzten und verkrusteten die Bläschen, seither ist die Hautpartie etwas dunkler als die Umgebung. Kurz nach Abheilen des Ausschlages schmerzte das betroffene Hautgebiet aufs heftigste. Sie sei, so berichtet Ihre Patientin, Schmerzen ja gewohnt, schließlich habe sie sechs Kinder auf die Welt gebracht, aber diese Schmerzen seien schon besonders stark. Selbst das Tragen von Kleidung sei mit starken Schmerzen verbunden, zumindest wenn das T-Shirt die betroffene Hautpartie berühre. Seither trage sie wieder bauchfrei, berichtet ihre Patientin lächelnd.

Außerdem berichtet die Patientin, dass ihre Tochter vorgestern bei der Hausarbeit von der Leiter gefallen sei. Als sie den Schrei gehört habe, sei sie ihr so schnell wie möglich zu Hilfe geeilt. Da war der Schmerz kurz weg!

Bei der orientierenden körperlichen Untersuchung stellen Sie, außer der geschilderten ausgeprägten Schmerzempfindlichkeit, wesentlich keine Auffälligkeiten fest. Die Kraft ist, insofern verlässlich beurteilbar, altersentsprechend, die Reflexe sind an der oberen Extremität schwach auslösbar, an der unteren Extremität beidseits nicht auslösbar. Pathologische Reflexe sind negativ, der Finger-Nase Versuch und die Diadochokinese altersentsprechend.

1. Definieren Sie die Begriffe neuropathischer Schmerz, Dysästhesie, Hyperästhesie, Hyperalgesie und Allodynie!
2. Stellen Sie eine Verdachtsdiagnose!
3. Wo liegen die Zellkörper der Nervenzellen, die für die Schmerzsymptomatik verantwortlich sind?
4. Wie wird der Schmerz bewusst, was sind die beteiligten zentralen Bahnen?
5. Wie konnte der Schmerz bei der Patientin unterdrückt werden? Welche Strukturen sind hierbei beteiligt?
6. Handelt es sich um eine bakterielle, virale oder sterile Entzündung (gemeint ist der Hautausschlag)?

Aufgabe 2: Der verhinderte Chirurg

Als PJ-ler der Neurochirurgie sind Sie mit der Aufnahme eines 61-jährigen Patienten betraut worden. Ihr betreuender Arzt wurde kurzfristig in den OP gerufen, er hat Sie deswegen gebeten, die Aufnahme vorzubereiten, um ihm dann später zu berichten. Es ist Ihr erster Patient, den Sie alleine aufnehmen dürfen.

Der Patient berichtet über starke Rückenschmerzen, die ins Gesäß und in beide Oberschenkel ausstrahlen. Die Schmerzen bestehen seit gestern Abend, er sei deswegen recht früh schlafen gegangen. Morgens sei er unter Schmerzen aufgewacht und habe bemerkt, dass er ins Bett uriniert hatte. Auch in den letzten vier Stunden seien mehrfach kleinere Mengen an Urin abgegangen. Ihr Patient arbeitet als Architekt in einer kleinen Firma, verübt vorwiegend sitzende Tätigkeiten. Er ist verheiratet, hat zwei Kinder, und nimmt keinerlei Medikamente. Alkoholkonsum verneint er, nur Bier.

Da es sich um Ihren ersten Patienten handelt, wollen Sie sich besonders viel Mühe geben. Die klinisch-neurologische Untersuchung machen Sie deswegen besonders genau.

Sie notieren sich folgende Befunde zum Reflexstatus:

- Bizepssehnenreflex (BSR): unauffällig
- Brachioradialisreflex (BRR) bzw. Radiusperiostreflex genannt (RPR): unauffällig
- Trizepssehnenreflex (TSR): unauffällig
- Trömner-Reflex: unauffällig
- Adduktorenreflex: unauffällig
- Patellarsehnenreflex (PSR): unauffällig
- Tibialis-posterior-Reflex (TPR): beidseits nicht auslösbar
- Achillessehnenreflex (ASR): beidseits nicht auslösbar
- Keine pathologischen Reflexe auslösbar

Sie notieren sich folgende Befunde zum Sensibilitätsstatus:

- Gesichts-Hals Bereich: unauffällig
- Rücken- und Bauchbereich: unauffällig
- Eingeschränkte Empfindung vor allem an der Oberschenkelinnenseite, weniger deutlich, wenn überhaupt, an der Oberschenkelvorderseite
- Eingeschränkte Empfindung am lateralen Fußrücken

Des Weiteren stellen Sie beidseits Paresen der Fußmuskeln fest.

1. Stelle Sie eine Verdachtsdiagnose!
2. Nach welchen klinischen Zeichen würden Sie noch gezielt suchen, auch wenn der Patient nicht von selber darüber berichtet hat?
3. Was erkennen Sie auf der Abbildung Kurstag 9-1?
4. Wie nennt man die Strukturen, die anatomisch in Mitleidenschaft gezogen sind?
5. In welchem Raum verlaufen diese Strukturen?

Seminartag 10: Sehen, Hören und Gleichgewicht

Für diesen Seminartag haben wir digitale histologische erstellt. Diese sowie die dazu notwendige Software werden wir Ihnen über StudIP bzw. Uniboxr zur Verfügung stellen.

Aufgabe 1: Beantworten Sie folgende Fragen

1. Welche Funktion hat die Cornea?
2. Worauf beruht die klare Durchsichtigkeit der Cornea?
3. Warum gibt es bei der Cornea-Transplantation wenig immunologische Probleme?
4. Wohin fließt das Kammerwasser ab (das durch die Pupille aus der hinteren Augenkammer nachfließt)?
5. Was ist ein grüner Star, was ist ein grauer Star?
6. Welche Muskeln sind das und wie werden sie innerviert?
7. Welche Funktion hat die Linse?
8. Wie funktioniert die Akkommodation?
9. Was ist der Unterschied zwischen Linse und Kornea mit Hinblick auf die Brechung des Lichtes?
10. Wo ist die Grenze zwischen pars caeca und pars optica retinae? Was unterscheidet beide?
11. Welche beiden Funktionen hat der Ziliarkörper?
12. Warum ist der gelbe Fleck „gelb“?
13. Welche Schichten kennt die Retina? Welche Zellen kann man in der Retina finden?
14. Welche Arten von Beschleunigung kann das Innenohr messen?

15. Wie sind die Bogengangorgane aufgebaut?
16. Wie sind der Sacculus und der Utriculus aufgebaut?
17. Welche Aufgabe hat die Ohrtrompete?
18. Wie wird das Mittelohr sensibel innerviert?
19. Wie wird das Trommelfell sensibel innerviert?
20. Wie heißen die Gehörknöchelchen und was ist ihre Funktion?

Aufgabe 2: Gesichtsfeldausfälle

Abbildung 10-1 zeigt verschiedene Läsionen der Sehbahn. Leiten Sie sich gemeinsam her, welche Gesichtsfeldausfälle zu erwarten sind.

Aufgabe 3: Hörbahn

Abbildung 10-2 zeigt verschiedene Stationen der schnellen/direkten Hörbahn. Beschriften Sie diese und vollziehen Sie deren Lage am Präparat nach.

Aufgabe 4: Beantworten Sie folgende Fragen

1. Warum haben Kinder ein schlechteres Richtungshören als Erwachsene?
2. Welche Frequenzen kann das gesunde Ohr wahrnehmen?
3. In welchen Frequenzen liegt in etwa der Hauptsprachbereich?
4. Was versteht man unter dem Begriff „Oortsche Anastomose“? Was ist deren Funktion?
5. Was versteht man unter dem Begriff „Tonotopie“? Wie ist die tonotopie Ordnung in der primären Hörrinde organisiert?

6. Welche Fasern der Hörbahn verlaufen im Corpus trapezoideum?
7. Ab welcher Station der Hörbahn findet man zum ersten Mal eine Kreuzung der Fasern?
8. Was versteht man unter dem Begriff „auditives Reflexzentrum“ und wo befindet es sich?

Seminartag 13: Science Day

Viele Aspekte der Hirnfunktion liegen noch immer im Dunkeln, die Behandlung vieler neurologischer Erkrankungen ist rein symptomatisch, eine Heilung nicht möglich. Trotzdem wurden in den letzten Jahrzehnten beträchtliche Fortschritte auf dem Gebiet der Neurowissenschaften gemacht. Grundlage hierfür ist die Forschung am Patienten (klinische Studien), präklinische Studien am Tiermodell oder aber in vitro Versuche mit geeigneten zellulären und azellulären Versuchssystemen.

Neben einer klinischen Ausrichtung zeichnet sich ein modernes Medizinstudium auch durch das Einbringen wissenschaftlicher Aspekte aus. Genau diesem wichtigen Teil ihres Studiums wollen wir mit dem heutigen Kurstag Rechnung tragen. Lernen Sie heute etwas über neurowissenschaftliche Fragestellungen, vor allem wie diese angegangen werden.

Wie genau ihre Gruppe diesen „Science Day“ gestaltet, bleibt Ihnen überlassen. Auch Ort und Zeit des „heutigen“ Kurses ist frei wählbar, insofern sich die gesamte Gruppe auf einen gemeinsamen Termin und Ort einigen kann. Alternativ findet dieser Kurstag zu dem im Stundenplan angegebenen Zeitpunkt statt.

Für Sie sicherlich von zentraler Bedeutung: Der Stoff des heutigen Kurstages ist NICHT prüfungsrelevant.

