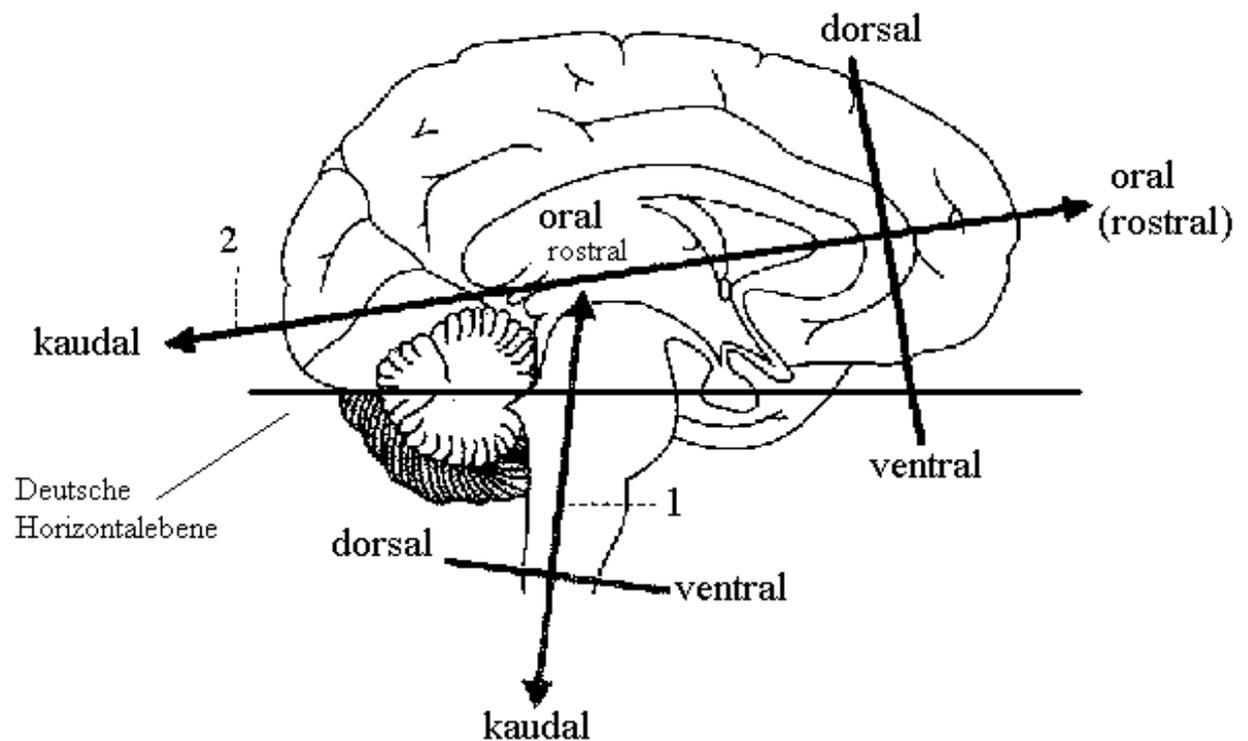


Neuroanatomie- Skript



Martin Schott Stefanie Wehnert

KURSTAG 1

Präparation von Rückenmark und Hirnnerven

Rückenmark allg.

Äußere Gestalt, Lage und Gliederung

- Das Rückenmark, Medulla spinalis, liegt im Wirbelkanal und ist wie das Gehirn von Liquor und Hirnhäuten umgeben (s.u.)
- RM Länge 45 cm, kleinfingerdick
- Intumescentia cervicalis (Segmente C5-Th1 → Plexus brachialis)
- Intumescentia lumbosacralis (Segmente L2-S2 → Plexus lumbosacralis)
- RM reicht vom Atlas bis zur Höhe des 1. oder 2. Lendenwirbelkörpers (kegelförmig zulaufend zum Conus medullaris)
- Dura-Sack reicht bis ca. WK (Wirbelkörper) S2 (Verbindungsline zw. Spinae iliacae post. sup.)
- Cauda equina (Nervenwurzeln zw. WK L1/2 und S2 im Liquorraum)
- Filum terminale (nur Glia reicht bis in Kreuzbeinkanale)

- Fissura mediana ant.
- Sulcus medianus post.
- Sulcus ventrolat.
- Sulcus dorsolat. med. (und intermed.)
- Funiculus ant. + post. (+lat.) s.u.

- Filia radicularis (je 5-10 dieser Wurzelfäden bilden in dem Sulcus ventro- bzw. dorsolat.)
- Radices ventrales und dorsales (vereinigen sich zu:)
- Spinalnerven (hinter dem Zwischenwirbelloch) mit dazugehörigen Spinalnervenganglion (in Radix dorsalis, liegt direkt im Zwischenwirbelloch)
→enge topographische Beziehung zu Disci intervertebrales ! siehe Bandscheibenvorfall !!

siehe auch Kurs-Skript S.12+14

Segmente:

- Zervikalmark (C1- C8)
Hinweis:C1 = nur mot. (kl. NackenMm.) / C2 = nur sens.
- Thorakalmark (Th1 - Th12)
- Lumbalmark (L1- L5)
- Sakralmark (S1- S5)
- Kokzygealmark (Co1(-Co3)) (spielt funkt. keine Rolle)

Das Segment ($\Sigma 31$) entspricht dem Abschnitt, aus dem ein Spinalnervenpaar austritt. Im Halsmark heißen die Spinalnerven entsprechend dem darunterliegenden Wirbelkörper, bei dem sie die Wirbelsäule verlassen. Es liegen ja 7 Halswirbel, aber 8 Spinalnervenpaare vor. Ab dem Thorakalmark ist es genau umgekehrt (entsprechend dem darüberliegenden Wirbel).

Wichtig : Die Gliederung in Segmente stimmt nicht mit der Projektion auf die Wirbelkörper überein !! (Grund: scheinbare Aszensus des RMs)

Faustregel

- Halsmark/oberes Thorakalmark : + 1 Wirbelkörper entspricht dem Segment
- Lumbalmark projiziert auf WK Th9 - L1
- Sakralmark projiziert auf WK L1
- Conus medullaris liegt bei WK L1/L2

Entwicklung

Aus den Neuroblasten entwickeln sich:

- Mantelzone (graue Substanz)
 - Flügelplatte (somato- und visceroeff.)
 - Grundplatte (somato- und visceroeff.)
- Marginalzone (weiße Substanz)

Rückenmarkshäute und Räume

Die Häute bilden ein mit Liquor cerebrospinalis gefülltes, schützendes Membransystem für das RM. Sie umgeben das RM zusammen mit den Nervenwurzeln sowie den Spinalganglien und setzen sich als Hüllen des Gehirns nach kranial fort.

- Knochen mit Knochenhaut (diese entspricht dem äußeren Blatt der Dura mater, Teilung der beiden Blätter am Foramen magnum)
- Epidural-Raum (5) mit Plexus ven. vert. int. und Fettgewebe
- **Dura mater spinalis** (1) : undurchsichtig, weiß und dick. Übergang in das Epineurium des Spinalnerven. Reicht als „Dura-Sack“ bis S2 !!
Filum terminale durae matris spinalis.

- Subdural-Raum : in vivo nur Spaltraum
- **Arachnoidea mater spinalis (2)** : durchsichtige + dünne Schicht, äußere Grenzschicht des Liquor-Raumes, geht in das Perineurium des Spinalnerven über.
- Subarachnoidal-Raum (11) : Liquor-Raum, reicht bis S2 !! Verbindung mit SA-Raum des Schädels.
- **Pia mater spinalis (3)** : bedeckt die Glia-schicht der weißen Substanz des RMs. Zieht bis in die Furchen hinein. Endet mit Conus medullaris auf Höhe L1. Mit Ligg. denticulata (17) mit Arachnoidea und Dura mater verbunden (zw. Vorder- und Hinterwurzel, neurochirurg. Landmarke).

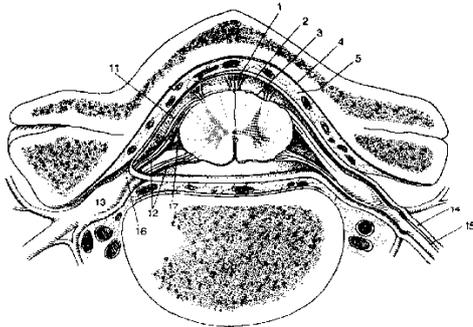


Abb. aus Kahle S.59

Klinik:

- **Lumbal-Punktion :**
Zur Liquor-Gewinnung: Einstich beim Erwachsenen zw. LWK 3 und 4 (Verbindungsline der Oberkanten der Beckenschaukeln). Patient beugt sich nach vorne (Kompression der Gefäße und Erweiterung des Raumes zw. Dornfortsätzen).

Zu durchstoßende Strukturen : Cutis mit Subcutis, Lig. supraspinalis, Lig. interspinalis, Ligg. flava, Cavum epidurale, Dura und Arachnoidea mater.
- Peridural-Anästhesie (PDA), entspricht Epi-....: Das Anästhetikum wird in den Epidural-Raum gespritzt (Fettgewebe, verteilt sich also kaum). Gute selektive Ausschaltung einzelner Spinalnerven z.B. bei Geburten möglich.
- Spinal-Anästhesie (SPA) : Anästhetikum wird in den Liquor-Raum gespritzt und verteilt sich dort. Meist verwendet, wenn mehrere Segmente zu betäuben sind.

Cave: Erreicht Anästhetikum Cervical-Mark (N.phrenicus...) + Gehirn → Atemstillstand + Bewußtlosigkeit.

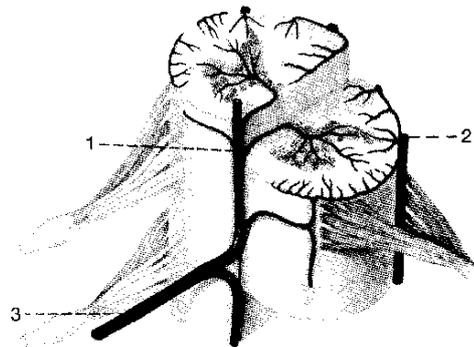
Blutversorgung des RMs

Allg. erfolgt die Durchblutung überwiegend durch die Aa. vertebrales, aber auch über die Aa. segmentalis (Aa. intercostalis + lumbalis via Rr. spinalis, davon der Größte =A. radicularis magna im Lumbal-Bereich).

- **A. spinalis ant.** : Aus Aa. vertebrales in der Fissura longitudinalis ant. nach kaudal laufend.
- **Aa. spinales post.** : Ebenfalls aus Aa. vertebrales (o. Aa. cerebelli inf. post.). Verlaufen dorsal.

Beide bekommen Zuflüsse vor allem in dem Intumeszenzen (Äste der Aa. intercostales und Aa. lumbales). Diese sind aber für die A. spinalis ant. in dem Thorakal-Bereich schlecht ausgebildet (Durchblutungsstörungen).

Das Rückenmark wird über radiäre Äste der drei Hauptäste versorgt. Ausbildung eines Gefäßrings um das Rückenmark. Der venöse Abfluß erfolgt parallel zu den Arterien, dann entlang der segmentalen Venen in den epiduralen Venen-Plexus.



1=A.spinalis ant. 2=A.spinalis post.
3=R. spinalis einer A. intercostalis

Entwicklung ZNS

Literatur : Langman Kapt. 15, Schiebler 5. Auflage S. 740 ff.

Hinweis: Genaue Details sind für den KURS nicht so wichtig (→ grobe Zusammenhänge und „Schlagworte“).

Allg. Entwicklung

Das gesamte Nervensystem entwickelt sich aus dem Neuralrohr (entwickelt sich aus Ektoderm, Wandung wird zum Nervengewebe und das Lumen entspricht dem Ventrikelsystem und Zentralkanal des RMs).

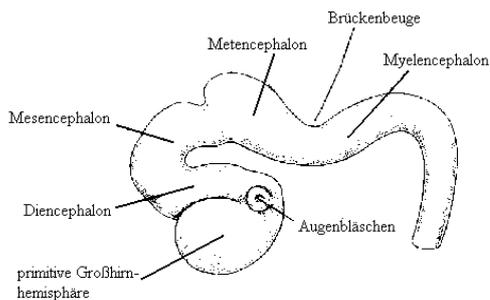
Die Neuralplatte bildet sich in der 3. Woche. Die Neuralrinne wird zum Neuralrohr, der Abschluß dieser Entwicklung folgt durch das Verschließen des Neuroporus ant. (25. Tag) und Neuroporus post. (27. Tag).

siehe Abb. Kurs-Skript S.15

Kranial zeigen sich die 3 primären Hirnbläschen, aus denen sich das Gehirn entwickelt. Das Rückenmark entsteht aus tieferliegenden Abschnitten (ab 4. Somiten). Nackenbeuge und Scheitelbeuge als charakteristische Krümmungen werden deutlich.

Klinik:

Unterbleiben des Neuralrohrschlusses in der Gehirnregion → Anencephalus.



Rückenmark

Die Grenze zum Bläschen des Rhombenzephalons wird durch die Nackenbeuge markiert. Die Neuroblasten bilden die Mantelzone, aus denen sich dann die graue Substanz des RMs entwickelt. Die Mantelzone wölbt sich nach ventral als Grundplatte aus, daraus entstehen dann die efferenten Vorderhornzellen, und nach dorsal als Flügelplatte aus, daraus entstehen dann afferenten

Hinterhornzellen. Diese Gliederung setzt sich in den Hirnstamm nach kranial fort (s.u.). Im thorakalen Bereich entstehen zusätzlich noch die Seitenhörner. Die Neuriten der Neuroblasten bilden die Marginalzone, damit die spätere weiße Substanz des RMs. Durch das schnellere Wachstum des Wirbelsäule kommt es zum scheinbaren Aszensus des RMs. Durch die entstehende eff. Beziehung zum entsprechenden Myotom bzw. aff. Beziehung zum entsprechenden Dermatome kommt es zur segmentalen Gliederung. Nach oben wird das Neuralrohr durch die Deckplatte und nach unten durch die Bodenplatte verschlossen.

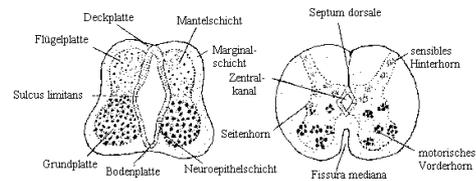


Abb. mit typ. Gliederung (Langman S. 309)

Klinik :

1. Spina bifida occulta : Ausbleiben des dorsalen Verschließens der Wirbelbögen (von Haut bedeckt).
2. Meningozele : zusätzlich noch das Herauswölben der Meningen des RMs als Haut überzogener Sack.
3. Myelomeningozele : wenn der Sack auch das RM enthält.
4. Myelozele : Nicht geschlossenes Neuralrohr, Nervengewebe liegt offen zutage !

Neuralleiste

Zunächst an beiden Seiten der Neuralrinne treten die Neuralleistenzellen auf, die sich dann durch amöboide Bewegung von dieser entfernen und sich zu folgenden Zellen differenzieren:

- Pigmentzellen
- Schwann-Zellen
- Kopfmesenchym
- Spinalganglion
- Ganglien der Branchialnerven
- Ganglien des VNS (Sympathicoblasten)
- Mantel- und Satellitenzellen

Gehirn

Das Gehirn entwickelt sich aus den 3 bläschenartigen Erweiterungen des Neuralrohrs, den Gehirnbläschen:

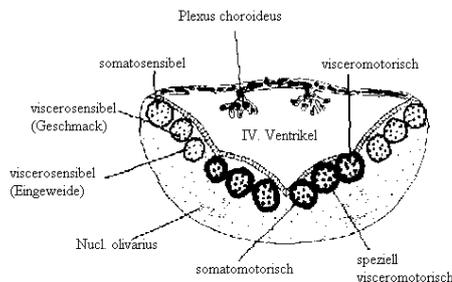
1. dem Rhombenzephalon
2. dem Mesenzephalon
3. dem Prosenzephalon

Rhombenzephalon

Durch das Wachstum des Gehirns knickt Neuralrohr ab (Brückenbeuge, später Pons) und liegt aufgeklappt vor. Die Seitenwände werden nach lateral gedrängt. Die Hinterwand wird zum Dach des IV. Ventrikels ausgezogen, dessen Boden eine rautenförmige Form bekommt. Von medial nach lateral : somatoeff. + visceroeff. (beide Grundplatte) getrennt durch Sulcus limitans von visceroeff. + somatoeff. (beide Flügelplatte) Kernen.

Metenzephalon : Brücke und obere Hälfte des Bodens des IV. Ventrikels.

Meylenzephalon : Medulla oblongata.



Kleinhirn

Entwickelt sich aus dem Metenzephalon des Rhombenzephalons (oberer Abschnitt). Aus der dorsalen Flügelplatte entstehen die Rautenlippen an der Oberkante der Rautengrube, die dann zunehmend nach hinten und unten wachsen. Sie bilden die paarigen Kleinhirnhemisphären und in der Mitte den unpaaren Kleinhirnwurm. Es kommt dann zur Ausbildung der charakteristischen Zellschichtung.

Mesenzephalon

Das aus dem mittleren Hirnbläschen entstehende Mesenzephalon bewahrt den Aufbau des Neuralrohrs. In der Grundplatte bilden sich die Kerne der äußeren Augenmuskeln. Aus der Flügelplatte entsteht die Vierhügel-Platte. Das Lumen des Bläschen wird zum Aquaeductus mesencephali (cerebri). Durch das Längenwachstum winkelt sich das Neuralrohr ab (Scheitelbeuge).

Diencephalon

Das Diencephalon geht aus dem prosenzephalen Bläschen hervor.

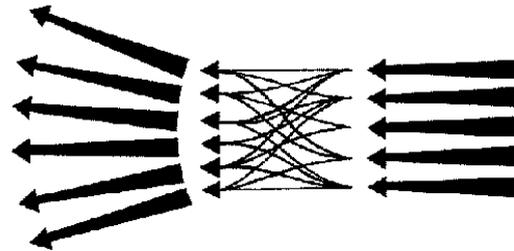
Weiterhin wachsen aus diesem Bläschen die Augenbläschen hervor (Induzierung der Linsenplakode), die Augenbläschen entwickeln sich zum Augenbecher (Entwicklung der Retina, Stiel entspricht N. opticus). Die Anordnung von Grund- und Flügelplatte ist nicht mehr deutlich zu sehen. In der Wand entstehen Teile der Basalganglien, Thalamus und Hypothalamus. Nach hinten stülpt sich das Bläschen zur Epiphyse aus, nach vorne und unten wächst die Neurohypophyse, die sich mit der aus der Rachenmembran entstehenden Adenohypophyse vereint. Das Lumen bildet den III. Ventrikel.

Telencephalon

An dem Foramen interventriculare stülpen sich zwei telencephale aus dem prosenzephalen Bläschen heraus, aus diesen entstehen Paleo-, Archi- und Neokortex.

Durch das schnelle Wachstum kommt es zur Hemisphärenrotation (Achse: Inselrinde und Putamen), so daß sich der Neocortex über die anderen Hirnanteile schiebt (siehe Struktur des limbischen Systems, Nucl. caudatus und Fornix). So kommt es auch zum Einschluß der Lamina terminalis. Am Boden der Bläschen entstehen die Basalganglien. Sie liegen dann später lateral des Diencephalons - bedingt durch die Rotation - und werden durch die Fasern der Capsula int. durchbrochen. Das Lumen der Bläschen wird zu den Seitenventrikeln.

Radikuläre / periphere Innervation und Head-Zonen



periphere Nerven Plexus Spinalnerven

Head-Zonen

Als sog. Head-Zonen werden Hautregionen bezeichnet, deren sensible Afferenzen im Rückenmark auf dasselbe Neuron wie das der viszerale Afferenzen (Konvergenz) projizieren. Damit können viszerale Impulse als somatische „fehlinterpretiert“ werden.

Klinik (z.B.):

- Herz → Ausstrahlung in linke Brustwand oder Arm (bei Angina pectoris oder Herz-Infarkt)
- Gallenblase → Ausstrahlung in rechte Schulter

Mittels Konvergenz aff. somatischer und viszeraler Impulse (z.B. von der (Unter-)haut) auf das prägangl. Neuron im Seitenhorn des RMs versucht man die Wirkung von Hautreizen (wie Akupunktur oder -pressure, Wärme...) auf innere Organe zu erklären.

Radikuläre Innervation

Def. : Die radikuläre Innervation bezeichnet das von einem Rückenmarkssegment (damit auch von einer Nervenwurzel) versorgte periphere Gebiet.

mot. : meist durch die Plexus-Bildung eine genaue Zuordnung zu einem Segment nicht möglich (meist mehrere Segmente beteiligt, Ausnahme: Nn. intercostales).

sens. : entspricht Dermatome

Periphere Innervation

Def. : Die periphere Innervation bezeichnet das versorgte Gebiet eines peripheren Nervens.

Allerdings weisen periphere Nerven durchaus eine segmentale Ordnung auf, z.B. N. musculocutaneus mit Anteilen aus C5-C7. Die Fasern erreichen entsprechend der segmentalen Innervation der einzelnen Segmente ihre Erfolgsorgane.

Wie sehen die Ausfälle (sensibel und motorisch) bei einer radikulären bzw. peripheren Nervenläsion aus ?

Allgemeines zum Nervensystem

Vorkommen als Spinal-, Hirnnerven- oder Ganglien des veg. NS.

Gliederung

- Zentrales Nervensystem : Gehirn und Rückenmark
- Peripheres Nervensystem : Hirnnerven (12) und Spinalnerven (31)

oder auch:

- somatisches Nervensystem (animalisch): bewußte sensible/sensorische. Wahrnehmung und bewußte motorische Steuerung
- vegetatives Nervensystem : Aufrechterhalten des inneren Körpermilieus (unbewußt). Sympathicus und Parasympathicus.

Zelluläre Zusammensetzung

- Neurone : mit Zellkörper (Perikaryon) und Fortsätzen (Axon und Dendriten). Unterscheidung in uni-, pseudouni-, bi- und multipolare Neurone
- Gliazellen : werden differenziert in

Im peripheres NS:

- Schwannzellen (Makscheidenbildner im PNS)

Im zentralen NS:

- Astrozyten (Makroglia, u.a Stütz- und Ernährungsfunktion, Ausbildung Blut-Hirn-Schranke (umschlingen Blutgefäße))
- Oligodendrozyten (Makscheidenbildner im ZNS)
- Mikro- bzw. Mesoglia (u.a. Phagozytose)
- Ependymzellen (Auskleidung der inneren Liquorräume)

Peripheres Nervensystem

- Struktur des peripheren Nerven : Nervenfasern (markscheidenhaltig oder -frei) mit Endoneuralscheide, Endoneurium, Perineurium, Epineurium ...
- Periphere Ganglien : Stellen die einzigen Perikaryen im PNS da ! Nicht mit Ganglienzelle verwechseln ! Hier gemeint ist eine Ansammlung von Nervenzellen.

Zentrales Nervensystem:

- Rückenmark

Gliederung des Gehirns (funktionell):

- Medulla oblongata
- Pons
- Mesencephalon
- Diencephalon
- Cerebellum
- Telencephalon

Als Rhombencephalon wird bezeichnet (umgeben IV. Ventrikel):

- Medulla oblongata
- Pons
- Cerebellum

Als Prosencephalon wird bezeichnet:

- Diencephalon
- Telencephalon

Als Hirnstamm wird bezeichnet:

- Mesencephalon
- Pons
- Medulla oblongata

Als Stammhirn wird bezeichnet (alles außer Endhirn):

- Rhombencephalon
- Mesencephalon
- Diencephalon

Dermatome und Reflexe

Dermatome

Def. : Das Dermatome entspricht dem Hautareal, das mit einem RM-Segment afferent verbunden ist.

Wichtige Dermatome (siehe dazu Abb. im Kurs-Skript/Sensibilitätsschema) :

- Th5 → Mamillen
- Th10 → Nabel
- L1 → Leiste
- L5 → seitlicher Unterschenkel, medialer Fußrücken, Hallux
- S1 → hinterer Unterschenkel, lat. Fußrücken, Kleinzehe

Hinweis: C1 ist nur mot. (daher kein Dermatome). Segment-Sprung von C4 auf Th2 am Rumpf (C5-Th1 innervieren nur die obere Extremität).

Klinik : z.B. Querschnitts- und Bandscheiben-Diagnostik (radikuläre Innervation)

Reflexe

Def. : Reflexe sind stereotype, unwillkürliche und automatische Reaktionen auf einen Reiz.

Die Neuronenschaltung wird als Reflexbogen bezeichnet. Von der großen Anzahl an möglichen Reflexbögen im Rückenmark werden hier -exemplarisch und klinisch wichtig- der (Muskel-) Eigen- und der Fremdreflex behandelt (siehe auch Kurs-Skript Abb.). Klinisch entscheidend ist der Seitenvergleich der Reflexe !

Eigenreflexe → gereiztes Organ und Erfolgsorgan sind identisch, monosynaptisch !
(unermüdbar, Auslösung durch Propriozeptoren, kurze Reflexzeit)

-(Sehnen-) Reflex	Auslösung	Aff. = Eff. Schenkel	Reaktion	überprüftes Segment
Masseter-	Schlag von oben auf das Kinn bei leicht geöffnetem Mund	N. trigemius	Kieferschluß	Pons
Biceps-(BSR)	Schlag auf Bicepssehne	N. musculocutaneus	Beugung im Ellenbogengelenk	C5-C6
Brachio-radialis-(Radius-Periost-, RPR)	Schlag von oben auf den Radius	N. radialis	Beugung im Ellenbogengelenk	C5-C6
Triceps-(TSR)	Schlag auf Tricepssehne	N. radialis	Streckung im Ellenbogengelenk	C7-C8
Patellar-(PSR)	Schlag von vorne gegen das Lig. patellae	N. femoralis	Streckung im Kniegelenk	L2-L4
Achilles-(ASR)	Schlag von hinten auf Achillessehne	N. tibialis	Plantarflexion des Fußes	L5-S2

Fremdreflexe → gereiztes Organ und Erfolgsorgan sind verschieden, polysynaptisch (Interneurone) !
 (ermüdbar, Auslösung durch Exterorezeptoren, lange Reflexzeit , Reflexausbreitung möglich
 (z.B. Husten), Fluchtreflexe (Schutzreflexe), dabei breitet sich die Erregung über verschiedene
 Segmenthöhen via Zwischenneurone aus).

-Reflex	Auslösung	Aff. Schenkel	Segment	Eff. Schenkel	Reaktion
Pupillen-	Lichteinfall ins Auge	N. opticus	Mittelhirn	N. oculo- moturius	Verengung der Pupille
Bauchhaut-	Bestreichen von lat. nach med.	Rr. ant. Nn. thoracici (Nn. intercostales)	Th8-L1	Rr. ant. Nn. thoracici (Nn. intercostales)	Kontraktion der Bauchmuskeln
Cremaster-	Bestreichen der Medialseite des Oberschenkels	N. femoralis, N. obturatorius	L1-L2	R. genitalis N. genitofemoralis	Hochziehen des Hodens
Anal-	Bestreichen der Afterhaut	N. pudendus	S3-S5	N. pudendus	Kontraktion der Schließmuskeln

(beide Tabellen nach Lippert „Anatomie kompakt“, etwas modifiziert)

Übersicht Hirnnerven und Hirnstamm

Übersicht Hirnnerven

Nr.	Name	Aus- bzw. Eintrittsstelle ZNS	Durchtritt Schädel	Innervation
I	N. olfactorius	Bulbus olfactorius	Lam. cribrosa (Siebbein)	Geruchssinn
II	N. opticus	Ausstülpung Diencephalon (Chiasma opticum)	Canalis opticus	Sehsinn
III	N. oculomotorius	Fossa interpeduncularis (unterhalb Corpora mam., Mesencephalon)	Fissura orbitalis sup.	Alle Augenmuskeln außer die von Nn. IV und VI. Zusätzlich: M. sphincter pup., Mm. ciliares.
IV	N. trochlearis	Tectum mesencephali (einziger Hn von dorsal)	Fissura orbitalis sup.	M. obliquus sup.
V V1	N. trigeminus N. ophthalmicus	lateral der Pons	s.u. Fissura orbitalis sup.	Sensibel Oberflächen... Stirn, Nasenrücken, Augenregion
V2	N. maxillaris		Foramen rotundum	Nasen- und Kieferhöhle, Oberlippe, Gaumen, oberer Alveolen
V3	N. mandibularis		Foramen ovale	Unterkiefer, Zunge, Kinnregion; Kaumuskulatur
VI	N. abducens	Unterrand der Pons (zw. Pons und Pyramide)	Fissura orbitalis sup.	M. rectus lat.
VII	N. facialis mit N. intermedius	Kleinhirn-Brücken-Winkel	Porus acusticus int.	mot.: Gesichtsmuskulatur sekr.: Gll. submandibularis, sublingualis und lacrimalis (N.interm.) sensorisch: vordere 2/3 Zunge
VIII	N. vestibulo-cochlearis	Kleinhirn-Brücken-Winkel	Porus acusticus int.	Hör- und Gleichgewichtssinn
IX	N. glosso-pharyngeus	Sulcus lat. post. (Medulla oblongata)	Foramen jugulare	mot.: kranialer Anteil der Rachenmuskeln, tw. Mm. d. Gaumensegels u. - bogens. ; sens.: Pharynx, Mittelohr sensorisch: hintere Zunge sekr.: Gl. parotidea
X	N. vagus	Sulcus lat. post. (Medulla oblongata)	Foramen jugulare	mot.: Pharynx, Larynx, (parasym.) Herz, Lunge, Bronchien, Magen-Darm-Trakt; sens.: Pharynx, Larynx, äußerer Gehörgang und Ohrmuschel
XI	N. accessorius	Sulcus lat. post. (Medulla oblongata)	Foramen jugulare	Mm. sternocleidomastoideus + trapezius
XII	N. hypoglossus	Sulcus lat. ant. (Medulla oblongata)	Canalis hypoglossus	Zungenmuskulatur

Übersicht Hirnstamm

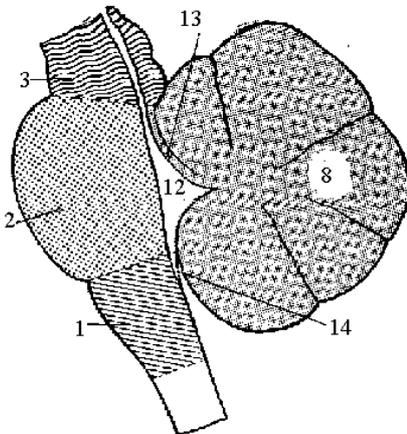
Der Hirnstamm (Truncus cerebri) wird gegliedert:

- Medulla oblongata (1)
- Pons (2)
- Mesencephalon (3)

Das Stammhirn (nicht verwechseln!) umfaßt noch das Zwischenhirn.

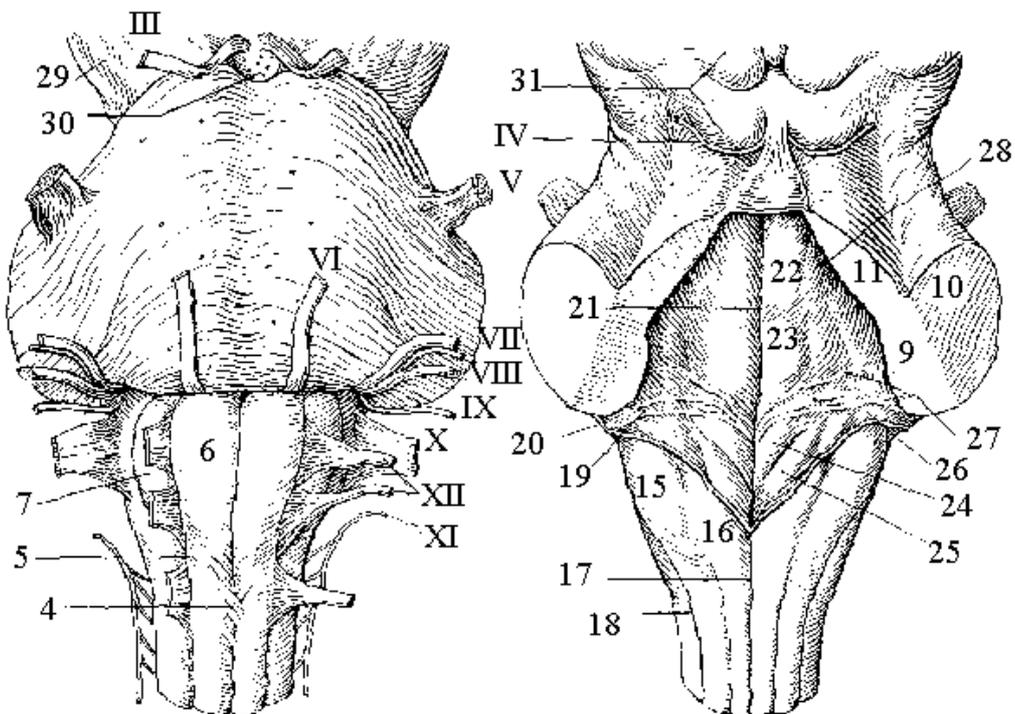
Das Rhombencephalon umfaßt:

- Medulla oblongata
- Pons
- Cerebellum (8)



Wichtige Strukturen der folgenden Abbildungen:
(genaue Kenntnis der Funktionen etc. noch nicht wichtig, nur zur ersten Orientierung...)

- III- XII : entsprechende Hirnnerven
- 4 : Pyramidenkreuzung
- 6 : Pyramiden
- 7 : Oliven
- 9 : unterer Kleinhirnstiel
- 10 : mittlerer Kleinhirnstiel
- 11 : oberer Kleinhirnstiel
- 12 : vierter Ventrikel (mit Aperturæ med. (1x) + lat. (2x))
- 13 : Velum medullare sup.
- 14 : Velum medullare inf.
- 29 : Pedunculi cerebri
- 30 : Fossa interpeduncularis
- 31 : Vierhügelplatte mit Coll. sup. + inf.



Klinik Rückenmark

für Kurstag 1 und 2

Einige Begriffe

Lähmung → Oberbegriff für Parese und Paralyse

- **Parese** : Minderung
- **Paralyse** (Plegie) : Ausfall der Funktion eines Körperteils oder eines Organsystems. Betrifft also mot. und/oder sens. nervöse Systeme.

Unterscheidung der Lähmung in :

1. **Zentrale L.** : Die Läsion betrifft -vereinfacht gesagt- die absteigenden motorischen (aber auch die extrapyramidalen und bulbospinalen) Bahnen, also von der Hirnrinde über Pyramidenbahnen zu mot. Hirnnervenkerne bzw. zum Vorderhorn des Rückenmarks. Tritt allerdings erst Wochen nach der Schädigung auf (s.u.).

- → **spastische Lähmung**, da ...
- hypertoner Muskeltonus
- gesteigerte Muskeleigenreflexe (Wegfall von supraspinalen Hemmungen u.a.)
- keine Muskelatrophie
- pos. Pyramidenbahnzeichen (patholog.)

1. **Periphere L.** : Die Läsion betrifft das 2. Neuron (also Vorderhornzelle, vordere Wurzel bzw. periphere Nerv bis mot. Endplatte)

- → **schlaffe Lähmung**, da ...
- hypotoner Muskeltonus
- erloschene oder abgeschwächte Muskelreflexe
- Muskelatrophie
- neg. Pyramidenbahnzeichen

Hemiplegie → Lähmung einer Körperhälfte (meist ist die Störung der Motorik auf der Gegenseite der Schädigung des 1. mot. Neurons lokalisiert, z. B. beim Schlaganfall)

Diplegia inf. o. sup. → Lähmung beider oberen oder unteren Extremitäten durch zentrale oder periphere Schädigung.

Bandscheibenvorfall

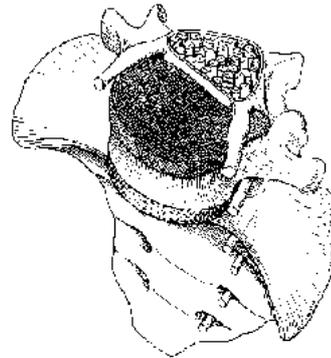
Nach chronischen Fehlbelastungen kann es bei einer akuten Belastung vorkommen, daß der Anulus fibrosus (degeneriert) reißt und der Nucleus pulposus herausgedrückt wird. Wegen des Lig. longitudinale post. gleitet er meist nach *dorsolat.* auf das Foramen intervertebrale zu. Im Lumbalbereich schädigt er meist die

Nervenwurzel, die einen Wirbelkörper tiefer austritt. Nur bei sehr lat. Bandscheibenvorfällen komprimiert er die Wurzel, die aus dem gleichen Segment austritt. *Mediale* Vorfälle können im Zervikal- das Rückenmark und im Lumbalbereich die Cauda equina komprimieren. Deshalb können durchaus auch die Symptome einer Querschnittslähmung bzw. des Cauda-Syndroms (Notfall !!) vorliegen (s.u.).

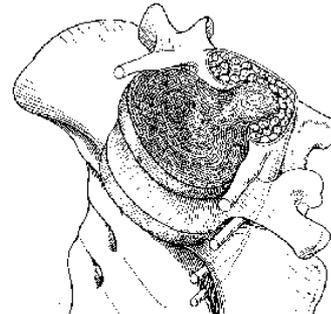
Akutphase :

- Schmerzen mit segmentaler Ausbreitung
- sens. Ausfälle
- Reflexverlust (Seitenvergleich !)
- abgeschwächte Muskelfunktion (Paresen)

Nach ein paar Tagen lassen meist die Schmerzen nach, aber die mot. Paresen und sens. Taubheitsgefühle bleiben.



(Dorso-)Lateraler Vorfall



Medialer Vorfall

L5-Syndrom (Vorfall meist zw. WK L4+5):

- Sensibilitätsstörungen in Dermatome L5
- Kennmuskel : M. extensor hallucis long. (Parese +/- Atrophie, Groß-Zehne kann nicht gegen Widerstand gehoben werden)
- Reflexausfall : Tibialis-post.-Reflex

S1-Syndrom (Vorfall meist zw. WK L5 + S1)

- Sensibilitätsstörungen in Dermatome S1
- Kennmuskel : M. triceps surae (Parese der Mm. peronei)

- Reflexausfall : Achilles-Sehnen-Reflex

Querschnittslähmung

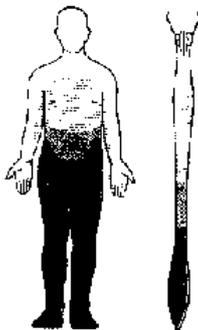
Entweder verursacht durch eine Zerstörung des Rückenmarks (oberhalb von WK L1, spastische L.) oder der Cauda equina (unterhalb von WK L1, schlaffe L.) durch z.B. Trauma, Tumor oder Bandscheibenvorfall (s.o.).

Bei Durchtrennung des Rückenmarks treten zwei Phasen auf (hier beschrieben an einem kompletten z.B. traumatisch bedingten Querschnitt):

1. **Spinaler Schock** : Sofort auftretende und 3-6 Wochen dauernde schlaffe Lähmung, fehlende Sensibilität aller Qualitäten, Ausfall der veg. Funktionen (Wärmeregulation, Blase, Mastdarm ...) unterhalb der Läsion.
- Merkmale: schlaffe Lähmung, Areflexie (bzw. Minderung), Sensibilitäts-Ausfälle, keine patholog. Reflexe (z.B. Babinski)

Erklärung : Es wird vermutet, daß der spinale Schock durch den plötzlichen Wegfall der zentralen, erregenden Impulse bedingt ist.

1. **Chronische Phase** : Nach Wochen kommt es wieder zur Reflexfähigkeit auf spinaler Ebene, allerdings kommt es aufgrund der fehlenden supraspinalen Hemmungen zu den folgenden typischen Symptomen:
 - Hyperreflexie
 - Steigerung des Muskeltonus
 - Spastiken / Kloni
 - patholog. Reflexe (z.B. Babinski)
 - Sensibilitätsausfälle
 - gestörte o. ausgefallene vegetative Funktionen (Blase, Mastdarm, Genitale)



Wichtig:

- Läsionen über C3 → letal !! (C3,C4,C5 keeps the phrenicus alive)
- Läsionen ab C8 aufwärts → Tetraplegie

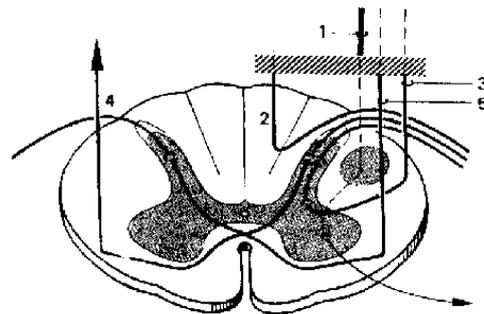
- Läsionen ab S2 aufwärts → Paraplegie (Lähmung der unteren Extremität (und Rumpf))

Brown-Sequard-Syndrom

Halbseitige Rückenmarksläsion (z.B. nach Stichverletzungen, meist aber inkomplett) mit folgenden Befunden:

- Ipsilateral:
 2. Ausfall aller sensiblen Qualitäten in der Höhe des betroffenen Segments.
 3. spastische Lähmungen (nach spinalen Schock) distal der Schädigung
 4. Ausfall der epikritischen (kann auch ungestört sein) und Tiefen-Sensibilität (Tractus spinocerebellaris post. und spinobulbaris)
- Kontralateral (gesunde Seite)
 1. Ausfall der Schmerz- und Temperaturempfindung distal der Schädigung (Tractus spinothalamicus kreuzt auf Segmenthöhe) bei vorhandener epikritischer Sensibilität. → daher auch dissoziierte Empfindungsstörung genannt.

Welche Tractus sind betroffen und wie heißen die Tractus 1-5 ?



Brown-Sequardscher Symptomenkomplex

Zentrale Schädigung des RMs

Eine dissoziierte Empfindungsstörung kann auch bei einer Zerstörung der Commissura alba (z.B. durch Prozesse im Zentralkanal wie Tumore (zentromedulläres Syndrom)) auftreten. Allerdings tritt die Empfindungsstörung dann nur auf der Höhe der betroffenen Segmente auf.

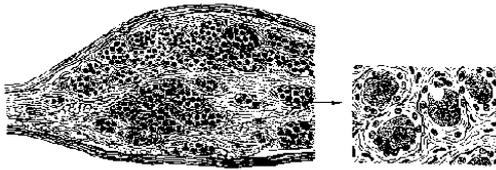
Herpes zoster (Gürtelrose)

Reaktivierte Varicella-Zoster-Virus-Infektion eines
befallenen Spinalganglions (dermatomgebundene
Sensibilitätsstörungen, Schmerzen und bläschen-
förmiger Ausschlag)
→ siehe eindrucksvolle Bilder im Pschyrembel !

KURSTAG 2

Mikroskopieren von Rückenmark und Spinalganglion

Spinalganglion



Das Spinalganglion, gelegen in der hinteren Spinalwurzel, enthält:

- Ansammlung **sensibler Neurone**
- Nervenfaserbündel
- Bindegewebe, Stütz- und Satellitenzellen

Die Nervenzellen sind pseudounipolar, die sich aber aus bipolaren Neuronen entwickelt haben. Die elektrischen Erregungen erreichen das Perikaryon nicht, um das sich der Zellfortsatz schlingenförmig herum legt. Entwicklung → aus der Neuralleiste.

Das Spinalganglion wird von einer äußeren Kapsel umgeben (→Perineurium des Spinalnerven), die mit bindegewebigen Zügen in das Innere strahlt und für jedes Neuron endoganglionäres Bindegewebe bildet. Umgeben wird jedes Neuron von:

- einer äußeren Hülle : bestehend aus bindegewebigen Zügen (=endoganglionäre BG, s.o.)
- einer inneren Hülle : Kranz von Satellitenzellen (=Mantelzellen, Stoffaustausch)

Unterteilung der Neurone in:

1. **Somatoaff. A-Zellen** (bis zu 100µm Ø) → erreicht von Hautrezept. (auch schneller Schmerz (A-Fasern)) und Muskelspindeln.
2. **kleinere visceroeff. D-Zellen** → erreicht von langsamen Schmerzfasern+Temperaturrezept..

Rückenmark -mikroskopisch-

Entwicklung : siehe Entwicklung ZNS

Die **Substantia grisea** (Nervenzellen) hebt sich mit ihrer Schmetterlingsform von der **Substantia alba** (Faserbahen) ab. In der Mitte liegt der Zentral-kanal mit Ependym-Auskleidung (läuft als Filum terminale aus).Die Querschnitte des Rückenmarks variieren allerdings in den einzelnen Bereichen beträchtlich (s.u.).

Weißer Substanz

Die Substantia alba (weiße Substanz) besteht aus Nervenfasern und Gliazellen (keine Nervenzellen). Sie umgibt mantelförmig die Substantia grisea.

- **Funiculus dorsalis** (Hinterstrang) : zw. den beiden Hinterhörnern, gliedert sich in:
 1. Fasciculus cuneatus (lat., Burdach)
 2. Fasciculus gracilis (med., Goll)
- **Funiculus lat.** (Seitenstrang)
- **Funiculus ventralis** (Vorderstrang)

Der Tractus dorsolat. (Lissauer-Randzone) trennt Hinter- und Seitenstrang. Hingegen sind Vorder- und Seitenstrang nicht voneinander zu trennen (daher auch Vorderseitenstrang genannt). Die Commissura alba verbindet die beiden Vorderstränge.

Im Detail besteht weiße Substanz aus:

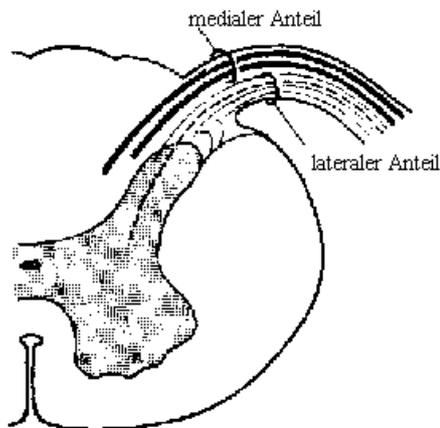
- Markscheidenhaltigen Axonen (A- und B-Fasern)
- Markscheidenlosen Axonen (C-Fasern)
- Gliazellen
- Blutgefäßen

Meist bilden die Axone Bündel, von denen jedes eine andere Herkunft und ein anderes Ziel hat. Diese Bündel lassen sich einteilen in Anteile der:

- afferenten Wurzeln
- efferenten Wurzeln
- Leitungssysteme des Rückenmarks

Im Detail:

- **afferente Wurzel** (Hinterwurzel): Die Fasern gliedern sich schon vor Eintritt in das RM in ein lat. und ein med. Bündel:
- 3. Laterales Bündel : Enthält dünne marklose bzw. -arme Fasern, die Impulse der protopath. Sensibilität vermitteln.
- 4. Mediales Bündel : Enthält dicke markhaltige Fasern der epikritischen Sensibilität (s.u.)



Diese Bahnen sind für den KURS wichtig, siehe auch Kurs-Skript S.22-26.

Die Redlich-Obersteinersche-Zone (schmäler Abschnitt der Hinterwurzel mit einer Verdünnung der Markscheiden) markiert den Übergang vom peripheren zum zentralen Nervensystem.



Redlich-Obersteinersche-Zone (Pfeile)

- **efferente Wurzel (Vorderwurzel):** Neuriten der Motoneurone sowie der Neurone des Parasympathicus und des Sympathicus, die sich ventrolateral zur vorderen Wurzel vereinigen.
- **Leitungssysteme des Rückenmarks :** Die meist eine somatotopie Gliederung aufweisende Faserbündel werden als Tractus bezeichnet. Die Leitungssysteme kann man gliedern (morpholog. / funktionell) in:
 - **Eigenapparat :** spino-spinale Verbindungen (für z.B. spinale Reflexe + Automatismen).
 1. Grundbündel (Fasciculi proprii dors., lat. + ventr.)
 2. ovales Bündel
 3. Schultze-Komma
 - **Verbindungsapparat :** spino-... Verbindungen (also aufsteigende oder absteigende Verbindungen, Tractus ...)
 1. Aufsteigende Bahnen (in Hinter- als auch Vorderseitensträngen) :
 - Tractus spinobulbaris
 - Tractus spinothalamicus
 - Tractus spinocerebellares
 - Tractus spinoolivaris
 - Tractus spinoreticularis
 2. Absteigende Bahnen (nur Vorderseitenstrang) :
 - Pyramiden-Bahnen
 - Extrapyramidale Bahnen:
 - Tractus rubrospinalis
 - Tractus tectospinalis
 - Tractus vestibulospinalis
 - Tractus reticulospinalis

Graue Substanz

- Cornu ventrale, räumlich: Columna ventrale
 - Cornu dorsale, räumlich: Columna dorsale
 - Cornu laterale, räumlich: Columna laterale
- Hinweis: Erstreckt sich nur von C8 bis L2 (also Brustmark). Enthält die Wurzelzellen des Sympathicus (s.u.).

Durch die Ausbildung der Extremitäten sind in den entsprech. Höhen die Vorder- und Hinterhörner des Rückenmarks verdickt (siehe Intumescentiae cervicale et lumbale).

Nervenzellen des Rückenmarks :

- **Wurzelzellen :** Multipolare Neurone in den Vorderhörnern, die ihre Neuriten über die vordere Wurzel hin entlassen (→Spinalnerv).
 1. α -Motoneurone : Diese relativ großen Vorderhornzellen sind mit mot. Endplatten der quergestreiften Muskulatur verbunden (somatoeffeferent, bilden mot. Einheit).
 2. γ -Motoneurone : Ihre Neuriten versorgen die intrafusalen Muskelfasern der Muskelspindeln.
 3. Neurone des Sympathicus (C8-L2) : viceromot. und viscerosekretorische Aufgaben (Nucl. intermediomedialis).
 4. Neurone des Parasympathicus (S2-S4) : Sie befinden sich zw. Vorder- und Hinterhorn, viceromot. und viscerosekretorische Aufgaben (Nucl. parasymph. sacrales).
- **Binnenzellen :** Interneurone (segmental ! Verbleiben mit Neuriten in der grauen Substanz, meist hemmend) Gelegentlich z.B. in Zona intemedialia oder Substantia gelatinosa.

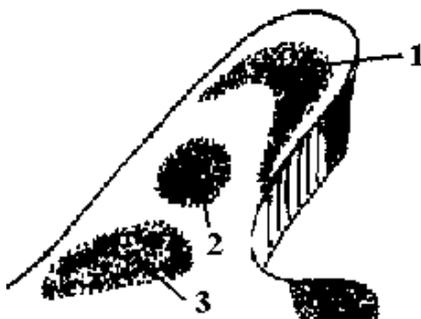
- **Strangzellen** : Bilden mit ihren Neuriten die Bahnen des Eigen- oder des Verbindungsapparates (als Assoziations- oder Kommissurenfasern). Vereinfacht z. B.: 2. Neuron der aff. Bahnen kommend von dem Spinalganglion. (im Hinterhorn und Zona intermedia).

Die graue Substanz wird in 9 Schichten (Laminae I-IX) gegliedert, die sich teilweise allerdings segmentspezifisch darstellen. Area X umgibt den Zentralkanal. Außer den folgenden Strukturen sind weitergehende Details zu den verschiedenen Laminae für den KURS nicht so wichtig.

- **Substantia gelatinosa (1)** : Gelegen im Hinterhorn (Lam. II-III). Vor allem Interneurone, die die Schmerzwahrnehmung modulieren. Zum geringen Anteil auch Umschaltung der Schmerzfasern, diese bilden dann Tractus spinothalamicus lat. → Thalamus (s.u.).

Klinik : Über absteigende Bahnen des ZNS (serotoninerge) kann über die Interneurone (Transmitter:Endorphine) die Umschaltung von dem Gehirn aus beeinflusst werden. Endorphine (damit auch Morphine) hemmen u.a. diese Umschaltung der Schmerzfasern.

- **Nucl. proprius (2)** : Befindet sich ca. in der Mitte des Hinterhorns. Umschaltung der propriozeptiven Afferenzen aus dem Bewegungsapparat, bildet dann Tractus spinocerebellaris anterior.
- **Nucl. thoracicus (3)** (Nucl. dorsalis oder Stilling-Clarke-Säule) : Gelegen in der Hintersäule (Zona intermedia), ventral vor dem Nucl. proprius, im Thorakalmark (C7-L2). Umschaltung der Tiefensensibilität-Afferenzen (ipsilateral) auf das 2. Neuron zum Kleinhirn (Tractus spinocerebellaris post.).



Sinnesqualitäten

- **Epikritische Sensibilität**, Feinwahrnehmung : Information über die Qualität der feinen Tastempfindung und der Lokalisation/Stellung der Extremitäten und Körperhaltung (also extero- und propriozeptiv)
→ z.B. Tractus spinobulbaris med. und lat.
- **Protopathische Sensibilität** (Grobwahrnehmung) : extreme Temperatur-, Schmerz- und grobe Druckreize
→ Tractus spinothalamicus ant. und lat.
- Exterorezeptoren : Diese nehmen Reize von der Umwelt auf (z.B. Berührung, Schmerz, Temperatur ...)
- Propriozeptoren : Diese vermitteln Impulse der Tiefensensibilität (z.B. Gelenkstellung, Muskellänge ...)

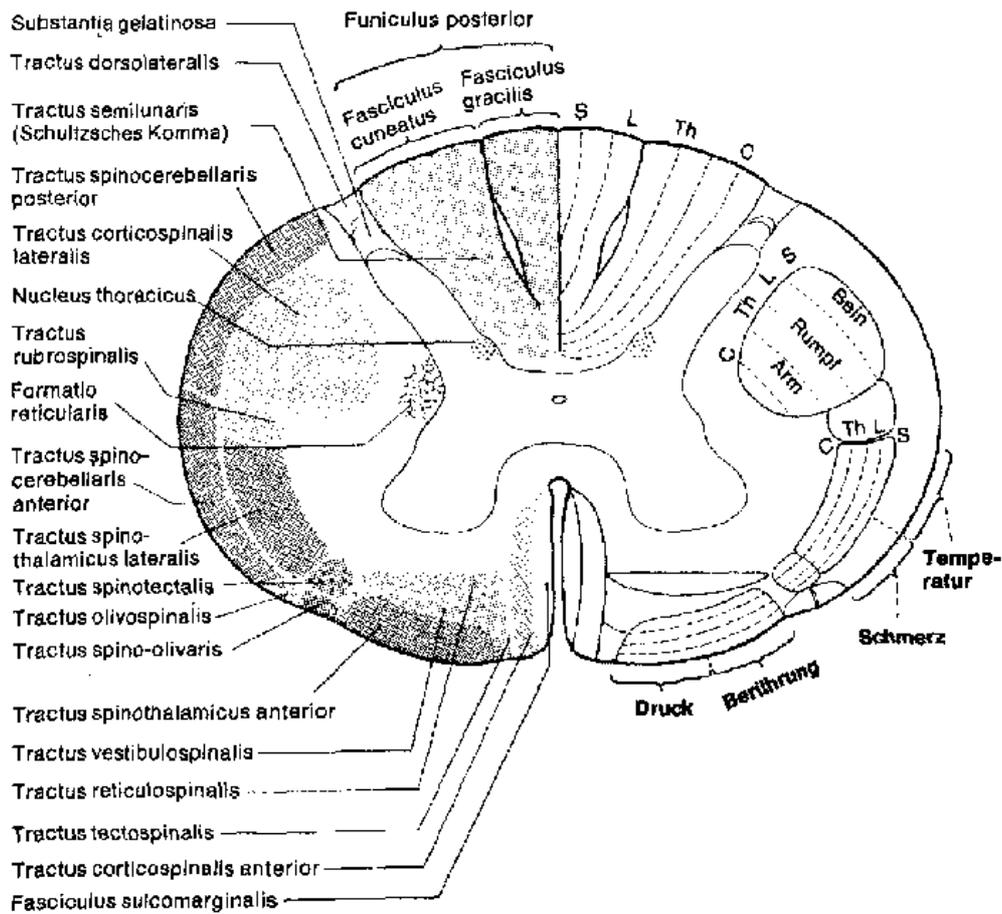
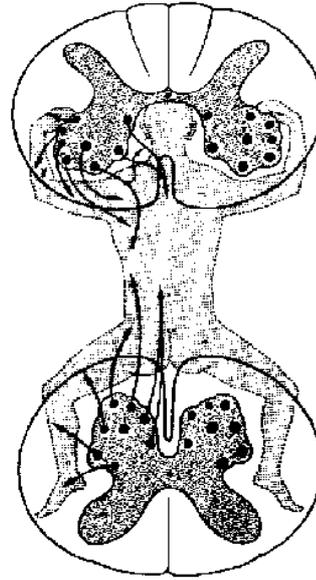
Rückenmarks-Querschnitte

Die Querschnitte variieren in den einzelnen Höhen beträchtlich. Die größten Querschnitte sind in Segmenthöhen C4-C5 und L1-L5 (Intumeszenzen), dort liegen dicke Vorderhörner vor. Hingegen ist die graue Substanz in den Thorakal- bzw. vor allem in den Sakralsegmenten eher spärlich. Die weiße Substanz nimmt von kranial nach kaudal immer mehr ab.

→ siehe z.B. Abb. Kahle S.49 oder im Schiebeler

Somatotope Gliederungen im RM

- **Tractus spinobulbaris med. + lat.** : von medial nach lateral = sakrale, lumbale, thorakale, cervicale Fasern
- **Tractus spinothalamicus lat.** : von lateral nach medial = sakrale, lumbale, thorakale, cervicale Fasern
- **Pyramidenbahn** : von lateral nach medial = sakrale, lumbale, thorakale, cervicale Fasern
- **Vorderhorn** : Im dorsalen Anteil des Vorderhorns liegen die Neurone für die Beuger, im ventralen Anteil die Neurone für die Strecker. Je weiter lateral die Neurone liegen, desto weiter distal an den jeweiligen Extremitäten liegen die Innervationsgebiete. Siehe dazu auch folgende Abbildung (rechts):



Aufsteigende Bahnen des Rückenmarks

Allg. 1.Neuron : Spinalganglion, 2. Neuron (=Interneurone) : Hintersäule des Rückenmarks (Ausnahme: Tr. spinobulbaris), 3. Neuron : im Gehirn

Tractus ...	Rezeptoren	Zellkörper	Kreuzung	Ende	Funktion bzw. Besonderheit
spinobulbaris Fasciculus cuneatus + Fasciculus gracilis	Extero- und Proprio- Rezeptoren	<ul style="list-style-type: none"> • 1.Neuron: Spinalganglion • 2.Neuron: Nucleus gracilis bzw. cuneatus • 3.Neuron: Thalamus 	kranial des Segments: in der Medulla oblongata als Lemniscus med.	Gyrus postcentralis	Epikritische Sensibilität (oberfl. und Tiefen-Sens.) Tr. ... - gracilis → untere Körperhälfte Tr. ... - cuneatus → Rumpf, obere Extremität, Hals (ab Th 3) <u>Ausfälle:</u> bei Läsion ipsilateral (Zwei-Punkte-Diskrimination, Lagesinn, Vibration) ¹
spinothalamicus ant. + lat.	Temperatur-, Schmerz- und Mechano-Rezept.	<ul style="list-style-type: none"> • 1.Neuron: Spinalganglion • 2.Neuron: Hintersäule • 3.Neuron: Thalamus 	auf Segmenthöhe: Commissura alba	Gyrus postcentralis	Protopath. Sensibilität Tr. ... lat. → Schmerz, Temperatur Tr. ... ant. → grobe Berührung, Druck <u>Ausfall:</u> kontralat. , z.B dissoziierte Empfindungsstörung
spinocerebellaris ant. + post.	Propriorezeptoren (Muskel- und Sehnenspindeln)	<ul style="list-style-type: none"> • 1.Neuron: Spinalganglion • 2.Neuron: Hintersäule (Nucl. proprius (→ant.) und Nucl. thoracicus (→post.)) • 3.Neuron: - 	...ant.: auf Segmenthöhe, kreuzt auf Kleinhirnhöhe wieder zurück ...post. : -	Kleinhirn, über Pedunculi cerebellares inf. (Tr. ... post.) und sup. (Tr. ... ant.)	Informationen über die Lage + Stellung der Glieder und des Rumpfes. Hinweis: vor allem der unteren Körperhälfte, obere Hälfte →Fasciculus cuneatus <u>Ausfall:</u> gestörte Bewegungskoordination bei geschlossenen Augen (→ spinale (=sensible) Ataxie)
spinoolivaris	Propriorezeptoren	<ul style="list-style-type: none"> • 1.Neuron: Spinalganglion • 2.Neuron: Hintersäule • 3.Neuron: Nucl. olivaris inf. 	auf Segmenthöhe: Commissura alba	Kleinhirn (über Ped. cerebellaris inf.)	Kleinere Faserbahn, deren Funktionen mit denen der Tractus spinocerebellaris ant. + post. übereinstimmen.
spinoreticularis		<ul style="list-style-type: none"> • polysynaptische Bahn 	auf Segmenthöhe	Formatio reticularis im Hirnstamm	Koordinationsbahn (unbewußte, aff. Signale, die diffus in Großhirnrinde gelangen)

(nach Lippert, „Anatomie kompakt“, etwas modifiziert)

¹bei beidseitiger Läsion : spinale Ataxie

Absteigende Bahnen des Rückenmarks

allg. 1. Neuron : im Gehirn, 2. Neuron : Interneuron oder schon Motoneuron, 3. Neuron : Motoneuron

Tractus ...	Beginn	Erfolgsneuron	Kreuzung	Lage	Funktion, evtl. Besonderheit
corticospinalis lat. + ant.	Gyrus praecentralis	α - Motoneurone in der Vordersäule (meist über Interneurone)	... lat. → Decussatio pyramidum (Hauptanteil) ... ant. → Rückenmarksebene (Cervikalmark)	... ant. → Vorderstrang ... lat. → Seitenstrang	Ziel- und Feinmotorik eher distaler Extremitäten <u>Ausfall</u> : Parese (o. Paralyse) vor allem der Feinmotorik ipsilat. (wenn Läsion unterhalb der Pyramidenkreuzung), positive Pyramidenbahnzeichen (z.B. Babinski)
rubrospinalis	Nucl. ruber	α - + γ - Motoneurone in der Vordersäule	ventrale Haubenkreuzung (Mittelhirn)	Seitenstrang	Gleichgewichtsregelung, betrifft vor allem Kopf, Hals und Arme (Tonus der Flexoren erhöht)
tectospinalis	Colliculus sup.	α - + γ - Motoneurone in der Vordersäule	dorsale Haubenkreuzung (Mittelhirn)	Vorderstrang	Gleichgewichtsregelung (visuelle Stellreflexe, oberer Halsbereich)
vestibulospinalis	Nucl. vestibularis lat. (Medulla oblongata)	α - + γ - Motoneurone in der Vordersäule	ipsi- und kontralateral	Vorderstrang	Gleichgewichtsregelung (Tonus der Extensoren erhöht)
reticulospinalis	Formatio reticularis (Medulla oblongata) In 2 Bahnen laufend.	α - + γ - Motoneurone in der Vordersäule (polysynaptische Bahn)	ipsilateral	Vorder- bzw. Seitenstrang	Unwillkürliche Motorik (z.B. Atmung)

(nach Lippert, „Anatomie kompakt“, etwas modifiziert)

Extrapyramidale Bahnen:

Alle motorischen absteigenden Bahnen, die nicht in der Pyramidenbahn laufen, werden als extrapyramidal bezeichnet.

- Tractus rubrospinalis
- Tractus tectospinalis
- Tractus vestibulospinalis
- Tractus reticulospinalis

Sie verlaufen also multilokal in der weißen Substanz, so daß isolierte Ausfälle kaum vorkommen, sondern meist in Kombination mit anderen .

Funktion : Diese Bahnen sind vor allem für die *Massenbewegungen* verantwortlich (vor allem Rumpf und proximale Extremitätenanteile), damit sind sie nicht weniger differenziert oder unvollständiger als die Pyramidenbahnen, denn sie bilden

vielmehr die *Grundlage für die pyramidale Motorik* (also auch ein Teil der Willkürmotorik, nicht nur Stützmotorik).

Hinweis : Die isolierte Schädigung der Pyramidenbahn hat das Bild einer schlaffen Lähmung der entsprechenden Muskeln bei Erhalt der Massenbewegungen zur Folge. Bei dem spastischen Lähmungsbild müssen demzufolge auch Bahnen des Extrapyramidalen-Systems mitbetroffen sein.

KURSTAG 3 und 4

Hirnbasis und Einteilung des Gehirns

Mikroskopieren von Rautenhirn, Kleinhirn und Mittelhirn

Gliederung des Gehirns

Funktionelle Gliederung (entspricht allerdings nicht der systematischen Gliederung):

- Medulla oblongata
- Pons
- Cerebellum
- Mesencephalon
- Diencephalon
- Telencephalon (mit Basalganglien)

Als Rhombencephalon wird bezeichnet (umgeben IV. Ventrikel):

- Medulla oblongata
- Pons
- Cerebellum

Als Prosencephalon wird bezeichnet:

- Diencephalon
- Telencephalon

Weitere Gliederungsbegriffe:

- Hirnstamm (Med. oblong., Pons + Mesencephalon)
- Stammhirn (Rhomb-, Mes- und Diencephalon, also alles außer Endhirn)
- Metencephalon (Pons + Cerebellum =Hinterhirn)

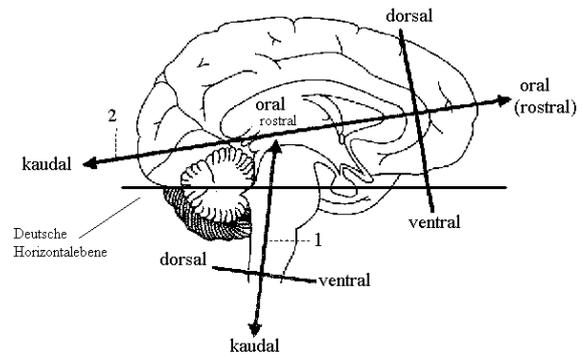
Wichtige Stichpunkte für den 3. Kurstag:

1. Grobe Oberflächen-Anatomie des Großhirns:
 - Lappen-Einteilung des Gehirns (Lobus frontalis, ...)
 - Sulcus + Gyrus-Struktur des Gehirns (vor allem die großen Sulci (Sulcus lat., Sulcus centralis mit den Gyri prae- und postcentralis....))
 - Pedunculi cerebri
2. Hirnnerven (wichtig !, vorwärts ... rückwärts)

3. Cerebellum (Makroskopie, Blutversorgung, siehe Extra-Abschnitt „Cerebellum“)
4. Makroskopie des Hirnstamms (Lamina tecti, Pedunculi cerebri, Tubercula gracilis + cuneatus, Olive, Pyramiden, etc. (siehe Abb. im Atlas oder Kahle S.92-95))
5. Ventrikel- und Liquorsystem (siehe dort)
6. Blutversorgung des Gehirns (siehe dort)

In den folgenden Abschnitten habe ich wegen der besseren Übersicht die Makro- und Mikroskopie für die einzelnen Themenkomplexen zusammen aufgeführt (Makroskopie → 3. Kurstag, Mikroskopie → 4. Kurstag).

Topographische Achsen des Gehirns (wichtig für die Nomenklatur)



1 = Achse des Hirnstammes (Meynert)

2 = Achse des Zwischen- und Großhirns (Forel)

Deutsche Horizontalebene → Horizontalebene mit der Verbindungslinie vom Unterrand der Orbita bis zum oberen Rand des äußeren Gehörganges (Bedeutung in der Radiologie).

Hirnnervenkerne

Die Informationsqualitäten von Nerven lassen sich in 5 Kategorien einteilen:

- *somatomotorische Eff.* (willkürliche motorische Innervationen → Skelett-Muskeln)
- *somatosensible Aff.* (extero- und propriozeptive Sensibilität)
- *viszeromotorische Eff.* (parasympathische oder sympathische Versorgung der glatten Muskulatur, Drüsen und Herzmuskulatur)

- *spezielle visceromotorische Eff.* (Innervation der aus dem Kiemendarm hervorgegangen quergestreiften und glatten Muskulatur). Diese wird im folgenden Teilen auch als „*sek. somatomotorisch*“ bezeichnet.
→ siehe Extrazettel „Branchialbögen“
- *viszerosensible Aff.* (Impulse aus den Eingeweiden und Blutgefäße, werden allerdings mit Ausnahme der Schmerzempfindungen nicht bewußt)
- *sensorische Aff.* (alle Informationen von Sinnesorganen außer extero- und propriozeptive Sensibilität)

Übersicht über die Kerne der Hirnnerven (III-XII)

siehe dazu auch die Abb. Kurs-Skript S. 37 + 38

Allgemeines Prinzip, das sich aus der Entwicklung ableitet, ist folgendes:

Medial			Lateral
somatoeff.	viseroeff.	visceroeff.	somatoeff..

1. **Somatomotorische Kerne** (paramedian, von kaudal nach kranial)

- Nucleus n. hypoglossi (XII)
- Nucleus n. abducentis (VI)
- Nucleus n. trochlearis (IV)
- Nucleus n. oculomotorii (III)

2. **Visceromotorische Kerne**, die noch weiter gegliedert werden:

⇒ **echte visceromotorische Kerne** des Parasympathicus (medial):

- Nucleus dorsalis n. vagi (X)
- Nucleus salivatorius inf. (IX)
- Nucleus salivatorius sup. (VII)
- Nucleus Edinger-Westphal (III)

⇒ **spezielle, branchiogene visceromotorische Kerne** (lateral, meist in der Tiefe):

- Nucleus spinalis n. accessorii (XI)
- Nucleus ambiguus (IX, X)
- Nucleus n. facialis (VII)
- Nucleus motorius n. trigemini (V)

Oberflächlich ist am Boden der Rautengrube der *Sulcus limitans* zu erkennen, der die efferenten und afferenten Kerngruppen voneinander trennt.

3. **viscerosensible Kerne:**

- (Nucleus dorsalis n. vagi (X))
- Nucleus solitarius (VII, IX + X, d. h. 2. Neuron der Geschmacksbahn (Tractus solitarius))

4. **somatosensible Kerne:**

- Kerngebiete des N. trigeminus:
 - Nucl. spinalis n. trigemini (protopath. 2. Neuron). Aber dieses Kerngebiet stellt auch die 2. Neurone für die somatosens. Fasern der Hirnnerven IX und X dar.
 - Nucl. pontinus n. trigemini (epikritisches 2. Neuron)
 - Nucl. mesencephalicus n. trigemini (propriozez. 1. Neuron)
- Nuclei vestibulares (4 Kerne, medial)
- Nuclei cochleares (2 Kerne, lateral)

Sympath. Kerngebiete gibt es nicht im Hirnstamm (nur im thorakalen und lumbalen Rückenmark).

Wo liegen die einzelnen Kerne (Mesencephalon, Pons oder Medulla oblongata) ?

Hirnnerv I → siehe „Hirnnerven im Detail“

Hirnnerv II → siehe „Hirnnerven im Detail“, Kurs-Skript S. 51 ...

Hirnnerven III + IV → siehe Mesencephalon
Hirnnerven V - XII → siehe Rhombencephalon

Branchialbögen

Literatur: Moll S. 221ff. , Schiebler S. 401ff. , Langman S. 246 ff.

Für den NEUROANATOMIE-KURS sind an sich die folgenden Details nicht wichtig (nur das Prinzip und welche Hirnnerven zum Branchialsystem gezählt werden), aber das IMPP mag sie gernePhysikum...

betrifft: Entwicklung Viscerocranium, diese ist unmittelbar mit der Entwicklung der Gehörknöchelchen, des Zungenbeins und des Kehlkopfskeletts verbunden.

- allg. : jeder Branchialbogen besteht aus - mesodermalen Kern
- Knorpelspange
 - Muskelanlage
 - einem Nerv
 - einer Arterie (= einem Aortenbogen)

Der 5. und 6. Branchialbogen sind nur ansatzweise ausgebildet.

Branchialbogen	Skelettanteil	Muskulatur	Nerv (Anteile von)	Arterie
I. (Mandibularbogen)	Teil Mandibula (Meckelscher Knorpel), Malleus, Incus	Kaumuskulatur	N. mandibularis (V ₃)	(A. maxillaris)
II. (Hyoidbogen)	Stapes, Proc. styloideus, Teile vom Zungenbein	Mimische Gesichtsmuskulatur	N. facialis (VII)	
III. (Pharyngobranchialbogen)	Teile vom Zungenbein	Pharynxmuskulatur	N. glossopharyngeus (IX)	A. carotis com. und Teile A. carotis int.
IV. , V. , VI.	Kehlkopfknorpel	Kehlkopfmuskeln, (M. trapezius + sternocleidomast.)	N. vagus (X), (N. accessorius (XI) (V+VI))	IV : li: Aortenbogen re: Teil der Subclavia V :- VI : Aa. pulmonales

wichtig : branchiogene Hirnnerven : V, VII, IX, X, XI → allg. : parasymphatische Versorgung zahlreicher Organe und zur Innervation branchialer , aus dem Kiemendarm hervorgegangener glatter + quergestreifter Muskulatur (spez. visceroeffereenter Kerne)

Schlundtaschen (entodermale Auskleidung) daraus entwickeln sich.....

1. Schlundtasche - Ohrtrompete, Trommelfell, Paukenhöhle, Antrum mastoideum
2. Schlundtasche - Tonsilla palatina
3. Schlundtasche - Thymusanlage, untere Epithelkörperchen
4. Schlundtasche - obere Epithelkörperchen
5. Schlundtasche - ultimobranchialer Körper (Teile der Schilddrüse (parafoll. C-Zellen))

Hinweis: Schilddrüsen-Abstieg vom Boden des Schlunddarmes (siehe Foramen caecum + Ductus thyroglossus)

Cerebellum

Äußere Gliederung

Gestalt :

Grobe Gliederung:

- Vermis (Wurm)
- 2 Hemisphären

Feinere, oberflächliche Gliederung:

- Fissura prima → trennt Lobus ant. und Lobus post. cerebelli
- Fissura dorsolateralis → trennt Lobus flocculonodularis und Corpus cerebelli (=Lobus ant. + post.)

Es gibt noch eine ganze Reihe anderer Strukturen, die aber sowohl für den KURS als auch für das funktionelle Verständnis unwichtig sind. Klinisch wichtig ist noch folgendes:

- Kleinhirntonsillen → unterer Bestandteil der Kleinhirnhemisphären (Lobus post., → „untere Einklemmung“)
- Tentorium cerebelli → trennt als Dura-Duplikation das Cerebellum von dem Großhirn (siehe „obere Einklemmung“, Mesencephalon).

Verbindungen zum Hirnstamm

- Pedunculus cerebellaris sup.
- Pedunculus cerebellaris med.
- Pedunculus cerebellaris inf.

Phylogenetische Gliederung

- **Archaeocerebellum** (Lobus flocculonodularis): Afferenzen vor allem von Ncll. vestibulares, Gleichgewichtserhaltung → Vestibulocerebellum.
- **Palaeocerebellum** (Lobus ant., Pyramis + Uvula vermis) : Verbindung vor allem mit Rückenmark (Spinocerebellum), Koordination von Bewegungen (vor allem proximal).
- **Neocerebellum** (Rest des Lobus post.) : Verbindung hauptsächlich mit Brückenkernen (Pontocerebellum), Koordination und Feinabstimmung der im Großhirn entworfenen Zielmotorik.

Innere Gliederung (Mikroskopie)

- Mark → enthält Kleinhirnkerne (im Querschnitt → Arbor vitae)
- Rinde

Kleinhirnrinde siehe auch Kurs-Skript S. 40

Von innen nach außen:

- Stratum granulosum (Körnerschicht)
- Stratum ganglionare (Purkinje-Zellschicht)
- Stratum moleculare (Molekularschicht)

1. **Purkinje-Zellschicht** : nur eine Schicht, große Zellkörper, Dendritenbaum „spalierobstartig“ in Molekularschicht verzweigt, Axon zu Kleinhirnkernen (einzige Efferenz der Rinde !), inhibitorisch. Afferenzen von hemmenden Interneuronen, Kletter- + Parallel-Fasern der Körnerzellen (erregend).

2. **Stratum granulosum** :

- **Körnerzellen** : klein, Axon → Parallel-Fasern, Dendrit ← Kontakt mit Moos-Fasern (Glomeruli = Synapsenfelder), stellen die einzigen erregenden Zellen der Kleinhirnrinde dar !
- **Golgi-Zellen** : geringe Anzahl, inhibitorisch (hemmen rückkoppelnd)

3. **Stratum moleculare** : vor allem Nervenfasern, aber auch folgende Zellen:

- **Korb-Zellen** : bilden einen regelrechten Faserkorb um Purkinje-Zellen, inhibitorisch.
- **Sternzellen** : bilden synaptische, inhibitorische Kontakte mit Purkinje-Zellen.

Durch die Parallel-Fasern der Körner-Zellen, die Dendriten-Bäume der Purkinje- und Golgi-Zellen entsteht ein regelrechtes 3D-Webmuster in dieser Schicht.

Verschaltungsprinzip der Kleinhirnrinde:

- Die Kleinhirn-Kerne erhalten über Kollateralen ständig Impulse von außerhalb des Kleinhirns liegenden Neuronen. ABER: Eine Weiterleitung ist erst möglich, wenn die Bremswirkung der Purkinje-Zellen durch die hemmenden Interneurone wegfällt ! Somit sind die Kleinhirn-Kerne als eigenständige Schaltzentren zu verstehen.
- Afferente Fasern:
 - **Moos-Fasern** : Afferenzen von Neuronen außerhalb des Kleinhirns enden an den Synapsen-Feldern mit den Körnerzellen.

- **Kletter-Fasern** : Afferenzen von dem Nucl. olivaris inf., enden an Purkinje-Dendriten-Bäumen, sie wirken erregend.
- sowohl Moos- als auch Kletter-Fasern geben Kollateralen zu Kleinhirnkernen ab (s.o.)
- Das Wechselspiel der **hemmenden Interneurone** (Stern-, Korb- und Golgi-Zellen) und der **erregenden Körnerzellen** entscheidet darüber, ob die hemmende Wirkung der **Purkinje-Zellen** gehemmt (also enthemmt!) oder verstärkt wird.
- Efferente Fasern : nur Purkinje-Zellen, ziehen zu Kleinhirn-Kernen und ermöglichen dort eine inhibitorisch modulierte Weiterleitung der Impulse derjenigen Erregungsmuster, die den Kernen zu geleitet wurden (s.o.).

- **Efferente Bahnen** : nehmen ihren Ausgang von den Kleinhirn-Kernen (Ausnahme: Vestibulocerebellum) und ziehen als exitatorische Fasern gekreuzt vor allem zu Thalamus und Hirnstamm.

- zu Vestibularis-Kernen (Tractus cerebello-vestibularis (Ped. inf.)). Daneben auch zu Formatio reticularis und zum RM. Diese Bahnen sind für die vom RM ausgehende Stütz- und Blickmotorik wichtig.
- Tractus cerebelloolivaris (Ped. inf.)
- Tractus cerebellothalamicus (Ped. sup., Ursprung Nucl. dentatus, daher auch Tractus dentatothalamicus, kreuzen)
- Tractus cerebellorubralis (Ped. sup., kreuzen, Feed-back-Schleife ...)

Kleinhirnkerne

Diese erhalten als extracerebelläre Afferenzen Kollateralen zur Rinde ziehender exzitatorische Fasern.

- **Nucl. dentatus** (Neocerebellum)
Afferenzen: Purkinje-Zellen
Efferenzen: Nucl. ruber + Thalamus

Diese 3 folgenden Kerne erhalten u.a. Afferenzen aus dem Wurm:

- Nucl. emboliformis (Palaeocerebellum)
- Nucl. globosi (Palaeocerebellum)
- Nucl. fastigii (Archaeocerebellum)

Die Efferenzen verlassen das Kleinhirn über die Kleinhirnstiele.

Bahnen

Das Verhältnis aff./eff. Bahnen beträgt 40 zu 1 !!

- **Afferente Bahnen** : ziehen grundsätzlich in die Rinde mit Kollateralen zu den Kernen.
 - Tractus vestibulocerebellaris (Ped. inf., endet im Archaeocerebellum)
 - Tractus olivocerebellaris (Ped. inf., kreuzen, endet als Kletterfasern)
 - Tractus spinocerebellaris ant. (Ped. sup. !!, endet im Palaeocerebellum)
 - Tractus spinocerebellaris post. (Ped. inf., endet im Palaeocerebellum)
 - Tractus pontocerebellaris (Ped. med., kreuzen, enden im Neocerebellum als Moos-Fasern, stellt via Brückenkerne die aff. Verbindung mit dem Großhirn dar)

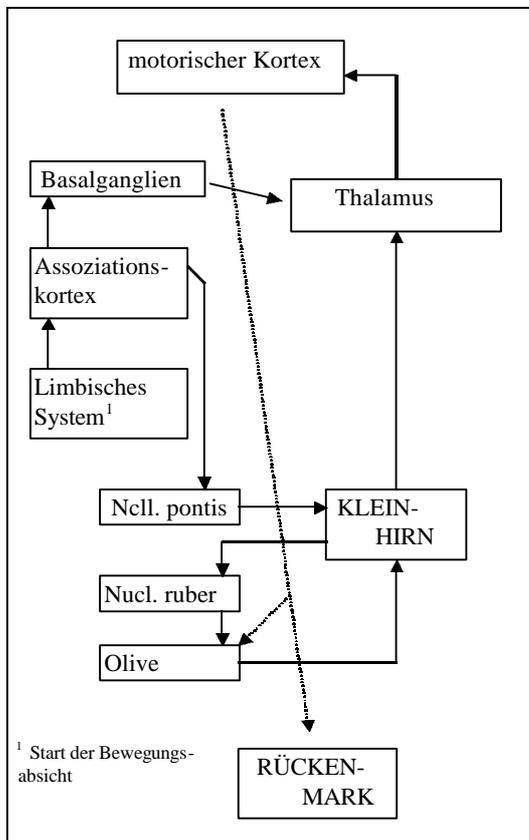
Wer es ganz genau wissen will, dem soll auch nicht der Tractus cuneocerebellaris (Tiefensens. aus RM) verschwiegen werden.

- **Pedunculus cerebellaris sup.** : außer Tractus spinocerebellaris ant. nur Efferenzen !
- **Pedunculus cerebellaris med.** : nur Afferenzen aus der Pons !
- **Pedunculus cerebellaris inf.** : Afferenzen und Efferenzen !

Welche Fasern verlaufen in den einzelnen Pedunculi ?

Funktionen/Leistungen des Kleinhirns

Folgendes Fließschema soll vereinfacht den funktionellen Zusammenhang zwischen Entwurf und Ausführung motorischer Impulse zeigen :



1. **Spino- und Vestibulocerebellum** : allg. Steuerung von Stütz- und Blickmotorik.
 - Ausfall: Rumpf- und Gangataxie, Fallneigung
2. **Pontocerebellum** : Steuerung der Zielmotorik der Extremitäten.
 - Im Detail : Der Kortex erstellt einen Bewegungsplan, von dem das Kleinhirn eine Kopie erhält, so daß es sich schon vorher auf die Bewegung einstellen und sie gegebenenfalls modulieren kann.
 - Ausfall: Störungen der Bewegungskoordination, vor allem der Extremitäten- und Augenbewegungen (siehe Klinik)

Zusammenfassend : Regulation bzw. Glättung der Stütz-, Ziel- und Blickmotorik.

Klinik

Allg. : **Ausfälle des Kleinhirns** sind immer **ipsilateral**, da einerseits die Efferenzen kreuzen (zu Nucl. ruber, Thalamus etc.), aber auch die Pyramidenbahn kreuzt.

• **Kleinhirn-Symptome**

⇒ *Ataxie* (cerebelläre, mangelnde Koordination)

- Gang-, Gliedmaßen- und Rumpfataxie (vor allem Archaeo- und Palaeocerebellum) → Romberg-(Steh-)Versuch und Unterberger-Tretversuch. Wichtig ist die Unterscheidung zur spinalen (sensiblen) Ataxie, die visuell kompensierbar ist.
- Intentionstremor,
- Richtungsabweichungen in Zeigerversuchen,
- skandierende Sprache,
- Rebound-Phänomen,
- Dysdiadochokinese etc. (diese Symptome treten vor allem bei Läsionen der Kleinhirnhemisphären (Neocerebellum) auf)

⇒ *okulomot. Symptome*, speziell Nystagmus (bedingt vor allem durch Projektionen in die Formatio reticularis (präokulomot. Zentren) und zu den Hirnnervenkernen)

⇒ *herabgesetzter Muskeltonus* (durch fehlende Projektion in extrapyramidalen Zentren, ipsilateral) z.B. Gewichtsverschätzen, ...

- untere Einklemmung durch die Kleinhirntonsillen (siehe Mesencephalon)

Gefäßsystem des Gehirns

Arteriell System

Das Gehirn wird durch vier große extrakranielle Arterien mit Blut versorgt: li. + re. A. carotis int. und li. + re. A. vertebralis. Diese bilden einen großen Anastomosenkreis, **Circulus arteriosus cerebri (Willisi)**. Siehe Kurs-Skript S.33.

1. **Aa. vertebrales** (aus Aa. subclaviae), jeweils mit:
- A. spinalis ant.
 - Aa. spinales post. (auch aus PICA)
 - A. cerebelli inf. post. (PICA)

Dies geht über in die:

- **A. basilaris**. Versorgungsgebiet: Hirnstamm und Kleinhirn. Über die A. cerebri post. weiterhin u.a. den Okzipitallappen.
 - A. cerebelli inf. ant. (AICA)
 - A. labyrinthi
 - Rami ad pontem
 - A. cerebelli sup.

Am Oberrand der Pons verzweigt sich die A. basilaris zu den :

- **Aa. cerebri post.**. Diese ist über die Aa. com. post. mit dem Stromgebiet der Aa. carotis int. verbunden.
 - ⇒ Versorgungsgebiet: Supratentorielle Abschnitte des Gehirns, also Okzipital- und Teile des Temporallappens (basal), Thalamus + Striatum (kaudal).

2. Aa. carotis int.:

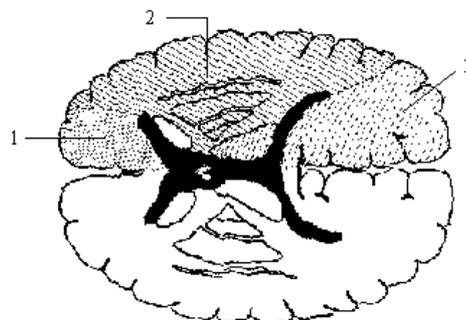
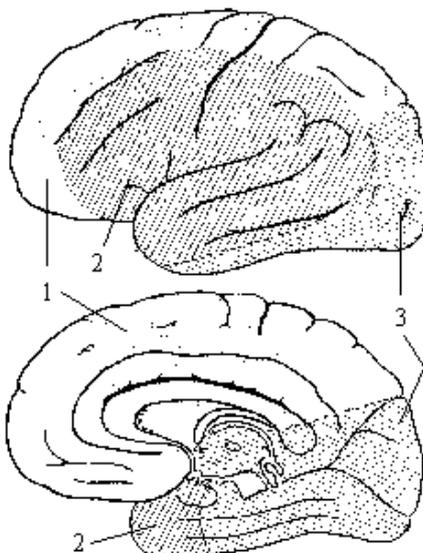
- Pars cervicalis + petrosa (gibt dort keinen Ast ab)
- Pars cavernosa (Topographie Sinus cavernosus, welche Hirnnerven ?)
- Pars cerebralis mit:
 - A. ophthalmica
 - A. com. post. (s.o.)
 - A. choroidea ant. (zieht vom Tractus opticus bis zum Plexus choroideus der Unterhörner der Seitenventikel, versorgt damit ein Teil der basalen Seite des Gehirns (u.a. Teile der Sehbahn, Hippocampus, Mandelkern etc.))

- **A. cerebri ant.** (verläuft um den Balken):
 - A. centralis longa (A. recurrens, Heubnersche Arterie, versorgt Crus ant. der Capsula int. und Teile der angrenzenden Basalganglien)
 - ⇒ Versorgungsgebiet: Vor allem mediale Anteile der Hemisphären und Teile des Balkens.

Die Aa. cerebri ant. sind über die A. com. ant. miteinander verbunden.

- **A. cerebri med. :**
 - ⇒ Versorgungsgebiet: Vorwiegend die lateralen Anteile der Hemisphären (Frontal-, Parietal- und Okzipitallappen), Insel, Basalganglien, Teile des Thalamus (Gebiet der Capsula int.).

Verbunden über die A. com. post. mit dem Stromgebiet der A. cerebri post.



- 1 = A. cerebri ant.
2 = A. cerebri media
3 = A. cerebri post.

Klinik:

1. **Aneurysmen:** 90% intracraniell im Bereich des Circulus arteriosus Willisii (bei Ruptur → subarachnoidale Blutungen !!).
2. **Hypertone Massenblutungen:** 80% supratentoriell, meist im Bereich der Basalganglien (A. cerebri media, davon A. lenticulostriata („Schlaganfallarterie“). Die restlichen 20% sind im Bereich der Pons und des Kleinhirns zu finden.
3. Verschuß der A. cerebelli inf. post. (klin. = PICA) → **Wallenberg-Syndrom** (siehe Rhombencephalon)

Venöses System (im Überblick)

- Blut aus den **oberflächlichen Anteilen** des Gehirns:
⇒ oberflächliche Gehirnvenen, dann
✎ intradurale Sinus (welche ?)

Klinik: Subduralblutung

- Blut aus den **tiefen Anteilen** des Gehirns:
⇒ tiefe Gehirnvenen,
✎ V. cerebri int. oder V. cerebri basalis,
✎ V. cerebri magna (dann via Sinus rectus), die auch noch Blut aus den Klein- und Mittelhirn aufnimmt.
✎ **intradurale Sinus**, die Blut auch aus dem Hirnstammbereich aufnehmen.

Hauptsächlich durch die **Vv. jugulares int.** gelangt das Blut in Richtung re. Herz.

Klinik : Septische Sinus-cavernosus-Thrombosen (Ursprung aus Nasennebenhöhlen oder V. angularis (Gesicht !)) Gute Abbildung im Sobotta I S. 260 über die Topographie des Sinus cavernosus.

Hirnnerven im Detail

Bei den folgenden Seiten handelt es sich um eine sehr ausführliche Übersicht über alle Hirnnerven. Wichtig für den NEUROANATOMIE-KURS sind nicht alle diese Einzelheiten, sondern vor allem die Kerngebiete (siehe an anderer Stelle), Qualitäten der Nerven (mot., sens., ...) + grobe Verschaltung (Ganglien), Austrittsstellen aus dem ZNS als auch Schädeldurchtritte (Löcher) und die Funktionen (nicht aber alle einzelnen Äste !!) sowie allg. Normalbefund, Ausfälle und Funktionsprüfung (wieder nicht alle Details, siehe dazu Skript zum Neuro-Anatomie Seminar).

Literatur:
Schiebler S.487 ff., S. 830 ff. (5. Auflage); Moll S. 278 ff.; Kahle S. 94 ff., Lippert kompakt S. 274 ff., Sobotta I S.257 ff. u.a

Anmerkungen :

zentrale Fasersysteme : I. und II. Hirnnerv

mot. Augenmuskelnerven : III., IV. und VI. Hirnnerv

branchiogene Hirnnerven : V, VII, IX, X, XI

→allg. : parasymphatische Versorgung zahlreicher Organe und zur Innervation branchialer , aus dem Kiemendarm hervorgegangener glatter + quergestreifter Muskulatur (spez. visceroeffere Kerne).

Aff. des Hör- und Gleichgewichtsorgans : VII. Hirnnerv

Zungenmuskulatur : XII. Hirnnerv

Hirnnerv Nr.	Verlauf und Lage		
Nn. olfactorii (I)	extracranial : durch Lamina cribrosa (Os ethmoidale) in vordere Schädelhöhle		
	intracranial : nach Durchbruch Dura mater zum Bulbus olfact. (Umschaltung → 2.Neuron)		
Verästelung	Qualität	Versorgungsgebiet	Verlauf und Lage
-	sensorisch (Geruchssinn)	Regio olfactoria (primäre Sinneszellen (bipolar) bilden ca. 20 Nn. olfactorii)	s.o

Hirnnerv Nr.	Verlauf und Lage		
N. opticus (II)	Pars intraocularis : Beginn Stratum ganglionicum der Retina (3. Neuron). Axone verlassen Bulbus im Discus n. optici (Blinder Fleck).		
	Pars orbitalis : umhüllt von Vagina ext. + int. (= Hirnhäuten, Spatium intravaginale (Subarachnoidalraum), aber keine Verbindung zum SA-Raum des Gehirns. Anulus tendineus com.. Canalis opticus.		
Pars intracranialis : Chiasma opticum (Kreuzen der medialen Nervenfasern (also lat. Gesichtsfeld)). Tractus opticus (Fasern der jeweiligen entgegengesetzten Gesichtshälfte) zum Corpus geniculatum lat. (4. Neuron).			
Hinweis: Strenggenommen eine Ausstülpung des Dienzephalons.			
Verästelung	Qualität	Versorgungsgebiet	Verlauf und Lage
-	sensorisch (Sehsinn)	Pars optica retinae	s.o.

Hirnnerv Nr.	Verlauf und Lage		
N. oculomotorius (III)	intracranial : Fossa interpeduncularis. Zieht zur Fissura orbitalis sup. durch obere+lat. Wand des Sinus cavernosus (Eintritt Dura mater, siehe Sobatta I S. 260) und zw. A. cerebri post. + A.cerebelli sup. extracranial : Teilt sich nach Durchtritt durch Anulus tendineus com. in seine zwei Endäste auf.		
Verästelung	Qualität	Versorgungsgebiet	Verlauf und Lage
R. sup.	mot.	M. rectus sup., M. levator palpebrae	
R. inf.	mot.	M. rectus med., M. rectus inf., M. obliquus inf.	
- Radix oculomotoria	parasymp.	M.ciliaris, M. sphincter pupillae	Ganglion ciliare, Nn. ciliares breves.

Hirnnerv Nr.	Verlauf und Lage		
N. trochlearis (IV)	intracranial : Kreuzt direkt nach Verlassen des Kerns auf die Gegenseite und verläßt als einziger Hirnnerv den Hirnstamm dorsal (unterhalb der Colliculi inferiores, Lamina tecti). Zieht um Crura cerebri (innerhalb Cisterna ambiens). Anschließend nach Durchdringung Dura mater läuft er in der lat. Wand des Sinus cavernosus. extracranial : Durch Fissura orbitalis sup. in Orbita. Oberhalb des M. levator palpebrae sup..		
Verästelung	Qualität	Versorgungsgebiet	Verlauf und Lage
-	mot.	M. obliquus sup.	s.o. (senkt Blick lateralwärts)

Hirnnerv Nr.	Verlauf und Lage		
N. trigeminus (V)	intracranial : Verläßt Hirnstamm lat. der Pons. Besteht aus dicken sensiblen Portio major (aff.), <i>Radix sensoria</i> , und aus dünnen motorischen Portio minor (eff.), <i>Radix motoria</i> . Zieht in taschenförmige Aussackung der Dura mater (Cavum trigeminale mit Ganglion trigeminale (entspricht Spinalgangl.), vollständig von Liquor umspült, Sob. I. S. 261). Hinter dem Ganglion teilt sich die Radix sensoria in ihre 3. Äste auf (→N.ophthalmicus (V ₁), N. maxillaris (V ₂), N. mandibularis (V ₃)). Die Radix motoria läuft unterhalb Ganglion und schließt sich dem N. mandibularis an. Siehe unten weiter. extracranial : Siehe unten.		
Verästelung	Qualität	Versorgungsgebiet	Verlauf und Lage
N. ophthalmicus (V₁)	rein sensibel	s.u	intercranial : Läuft in der lat. Wand des Sinus cavernosus. Gibt R. tenorii zum Tentorium cerebelli und Falx cerebri ab. extracranial : Durch Fissura orbitalis sup. in Orbita. Zweigt sich in seine Äste auf.
-N. lacrimalis	sens.	Lat. Augenlid + Bindehaut, Tränendrüse	(Verläuft über M. rect. lat. zu Tränendrüse, erhält via N. zygomaticus (V ₂) parasympath. Fasern (Umschaltung Ganglion pterygo...) für die Innervation der Tränendrüse

-N. frontalis	sens.	Stirnhaut, med. Augenwinkel	Dickster Ast. Direkt unter Orbitadach. - N.supratrochlearis - N.supraorbitalis (R. lat. (Incisura supraorbitalis), R. med. (Incisura frontalis))
-N. nasociliaris	sens.	Bulbus, Hornhaut, Iris, Nasenhöhle, Schleimhaut der Siebbeinzellen und Keilbeinhöhle	Zwischen N. opticus und M. rect. sup. mit folgenden Aufzweigungen: - Nn. ethm. post + ant. - N. infratrochlearis - Nn. ciliares longi
N. maxillaris (V₂)	sens.	s.u.	intracranial : In der lat. (unten) Wand des Sinus cavernosus. R. meningeus extracranial : Durch Foramen rotundum in die Fossa pterygopalatina, teilt sich dort in seine Äste auf. Hinweis : Das Ganglion pterygopalatinum (parasympath. aus N. intermedius (VII)) lagert sich an Nerv an. Die sekretorischen Äste ziehen mit sens. Ästen des N. maxillaris zu Nasen-, Mundschleimhaut und Tränendrüse.
- N. zygomaticus	sens.	Haut der Schläfengegend	Durch Fissura orbitalis inf. in Orbita, spaltet sich an der lat. Orbitawand in: - R. zygomaticofacialis (mit sekretorischen Fasern zur Tränendrüse via N. lacrimalis (V ₁), s.o.) - R. zygomaticotemporalis
- Nn. pterygopalatini	sens.	Schleimhaut des Gaumens, Tonsillen, Oberkiefermolaren	- Nn. palatini (bilden N. palatinus maj. und Nn. palatini min., mit sekretorischen Fasern zur Gaumenschleimhaut, s.o.) - Rr. alveolares sup. post.
- Rr. nasales	sens.	Nasenschleimhaut	- Rr. nasales post. sup. med. + lat. - Rr. nasales post. inf. (+sekretorische Fasern zur Nasenschleimhaut)
- N. nasopalatinus	sens.	vordere Gaumenschleimhaut, obere Schneidezähne	Via Nasenseptum zum Canalis incisivus.
- N. infraorbitalis	sens.	vordere Zähne des Oberkiefers (bis prämolare), Haut seitlich Nasenflügel	Via Fissura orbitalis inf. in Orbita, dann Canalis infraorbitale (Abzweigen der Äste zu den Zähnen), Foramen infraorbitale.
N. mandibulares (V₃)	mot. + sens.	s.u.	intracranial / extracranial : Gelangt mit Radix mot. über das Foramen ovale in die Fossa infratemporalis. Rückläufiger R. meningeus. Hinweis : Unterhalb des For. ovale liegt medial vom Nerv das Ganglion oticum (N.IX → Jacobson - Anastomose via Plexus tympanicus → Ohrspeicheldrüse). motorisch : sämtliche Kaumuskel !!
Portio maj.			
- N. buccalis	sens.	Haut und Schleimhaut der Wange	Zw. beiden Köpfen des M. pterygo. lat., liegt auf M. buccinator.
- N. auriculotemporalis	sens.	Gl. parotidea, äußerer Gehörgang, Haut der Schläfengegend	Umschließt A. meningea med., zieht dann mit A. temporalis superficialis (mit sekretorischen Fasern s.o zur Gl. parotidea).

- N. alv. inf.	sens.	Unterkieferzähne, Haut und Schleimhaut des Unterkiefers	Zw. den Mm. pterygoidei liegend zum Canalis mandibularis, von dort : - Rr. dentales inf. + gingivales inf. (→Plexus dentalis inf.). Endast: N. mentalis (Foramen mentale).
- N. lingualis	sens.	Zunge, vordere 2/3 Mundbodenschleimhaut	Zw. Mm. pterygoidei med. + lat. in Richtung Mundboden. Verläuft oberhalb Gl. submandibularis. Überkreuzt Ductus submandibularis, dringt dann in Zungenkörper ein. Hinweis: Zu Beginn lagert sich die Chorda tympani (N. VII) an (sekretorische und Geschmacks-Fasern)
Portio min.			
- N. massetericus	mot.		
- Nn. temp. prof.	mot.		
- N. ptery. lat.	mot.		
- N. ptery. med.	mot.		Auch den M. tensor veli palatinus + M. tensor tympani.
-N. mylohyoideus	mot.		Auch den Venter ant. des M. digastricus.

Hirnnerv Nr.	Verlauf und Lage		
N. abducens (VI)	intracranial : Tritt zwischen Pons und Pyramide aus dem Hirnstamm. Durch Gefäßkabel A. labyrinthi und A. cerebelli inf. ant.. Durchbricht im Bereich des Clivus Dura mater (längste intradurale Strecke aller Hirnnerven!). Liegt direkt lat. der A. carotis int. im Sinus cavernosus. extracranial : Durch Fissura orbitalis sup. in Orbita.		
Verästelung	Qualität	Versorgungsgebiet	Verlauf und Lage
-	mot.	M. rectus lat.	s.o.

Hirnnerv Nr.	Verlauf und Lage		
N. intermedio-facialis (VII)	intracranial : Verläßt Hirnstamm am Kleinhirnbrückenwinkel (mit N. VIII). Als gemischter Nerv (branchiomot., sens. + Geschmacksfasern). Ganglion geniculi (pseudounipolar, 1.Neuron der Chorda tympani). Eintritt in Meatus acusticus int. (mit N. VIII). Genu externum nervi facialis, Canalis facialis (topograph. Nähe des Sinus sigmoideus, umgeben tw. von Cellulae mastoidea). extracranial : Austritt durch Foramen stylomastoideum, tritt in Gl. parotidea ein, bildet Plexus parotideus (fächerförmig in die mimische Gesichtsmuskulatur).		
Verästelung	Qualität	Versorgungsgebiet	Verlauf und Lage
Mot. Teile			Hinweis : Ontogenetisch →spez. visceroefferen.
N. stapedius	mot.	M. stapedius	Verläßt N. facialis innerhalb Canalis facialis..

N. auricularis post.	mot.	M. occipitalis, hintere Ohrmuskeln	Zweigt kurz nach Austritt aus Foramen stylomastoideus ab.
R. digastricus	mot.	Venter post. M. digastrici	
R. stylohyoideus	mot.	M. stylohyoideus	
Plexus parotideus	mot.	Mimimische Gesichtsmuskulatur	
R. colli	mot.	Platysma	Zusammen mit Ast des N. transversus colli (Plexus cervicalis).
N. intermedius	parasym. + Geschmackfasern	s.u.	Die Aufteilung in seine beiden Endäste erfolgt im Genuculum ext. n. facialis
N. petrosus maj.	parasym.	Gll. lacrimalis, nasales, palatinae	Sulcus n. petrosi maj., Foramen lacerum, vereinigt sich mit N. petrosus prof. (sympath.), zusammen durch Canalis pterygoideus zum Ganglion ptery...(dort Umschaltung auf postganglionär), - mit R. zygomaticus (V ₂) und N. lacrimalis (V ₁) zur Tränendrüse, - mit Rr. nasales post. bzw. Nn. palatini zur Nasen- bzw. Rachenschleimhaut. (s.o.)
Chorda tympani	parasym. Geschmacksfasern	- Gll. submandibularis, sublingualis, linguales ant. - Geschmacksfasern der vorderen 2/3 der Zunge	Zieht durch Fissura petrotympanica, dann durch die Paukenhöhle, um in den Canalis facialis zum Ganglion geniculi zu gelangen. (s.u.) Parasym. : Eff. Fasern. Vorbei am Ganglion geniculi, lagern sich an N. lingualis (V ₃) an, zum Ganglion submandibulare (von dort wieder mit N. lacrimalis zu den genannten Speicheldrüsen). Geschmacksfasern : Aff. Fasern. Via N. lingualis (V ₃) zur Chorda tympani, dazugehöriges Ganglion ist Ganglion geniculi (vergleichbar Spinalganglion, → zentral : Tr. solitarius).

Hirnnerv Nr.	Verlauf und Lage		
N. vestibulo-cochlearis (VIII)	intracranial : Zusammengesetzt aus Radix sup. (vestibularis) und Radix inf. (cochlearis). Die Perikarya liegen im Ganglion vestibulare bzw. Ganglion spirale. Austritt aus dem Porus acusticus int.. Eintritt (Nahe Austritt N. VII) in den Kleinhirnbrückenwinkel (Hirnstamm).		
Verästelung	Qualität	Versorgungsgebiet	Verlauf und Lage
N. cochlearis	sensorisch	Hörorgan (Corti-Organ)	Bipolare Nervenzellen im Ganglion spirale (1. Neuron).
N. vestibularis	sensorisch	Gleichgewichtsorgan (Sacculus, Utriculus und Ampullen)	Bipolare Nervenzellen im Ganglion vestibulare (1. Neuron).

Hirnnerv Nr.	Verlauf und Lage		
N. glosso-pharyngeus (IX)	intracranial : Tritt aus der Medulla oblongata aus dem Sulcus dorsolat. (zusammen mit Nn. X + XI). extracranial : Verläßt die Schädelhöhle durch das Foramen jugulare, dort bildet der Nerv das Ganglion sup. (pseudounipolare Perikaryen der sens. + Geschmacksfasern). Im Anschluß an das Foramen wird das Ganglion inf. (Perikaryen parasym. Neurone) gebildet. Verläuft zwischen A. carotis int. und V. jugularis int. und dann zur lat. Pharynxwand (zw. M. styloglossus + M. stylopharyngeus).		
Verästelung	Qualität	Versorgungsgebiet	Verlauf und Lage
N. tympanicus	sens. + parasym.	Paukenhöhle Gl. parotidea	Verläßt den N. IX unmittelbar nach dem Ganglion inf. (→Canaliculus tympanicus). Gelangt in die Paukenhöhle. sens. : Bilden dort zusammen den Nn. caroticotympanici den Plexus tympanicus. parasym. : Passieren Plexus, bilden N. petrosus min. zum Ganglion oticum (→Jacobson-Anastomose, via N. auriculotemporalis (N. V ₃)).
Rr. pharyngei	mot.	M. constrictor pharyngis sup.	Bilden gemeinsam mit N. vagus und Truncus sympathicus den Plexus pharyngeus.
Rr. pharyngei	sens. + parasym.	Schleimhaut, Gll. pharyngeae	Nach Umschaltung in Ganglion inf. (parasym.).
R. m. stylopharyngei	mot.	M. stylopharyngei	
R. tubarius	sens.	Tuba auditiva	
Rr. tonsillares	sens.	Tonsilla palatina, Palatum molle	
Rr. sinus carotici	sens.	Glomus caroticum (Chemo-) + Sinus caroticum (Presso-Rezeptoren)	
Rr. linguales	sens.	Hintere 1/3 Zunge	Umschaltung in Ganglion sup.
Rr. linguales	Geschmacksfasern	Hintere 1/3 Zunge	bzw. Ganglion inf.

Hirnnerv Nr.	Verlauf und Lage		
N. vagus (X)	intracranial : Verläßt die Medulla oblongata im Sulcus dorsolat. (zw. N. IX und XI) extracranial : Durch das Foramen jugulare tritt er aus der hinteren Schädelgrube. Innerhalb des Foramen liegt das Ganglion sup. (sens.) und unterhalb das Ganglion inf.. Im Halsbereich läuft der N. X in dem Gefäß-Nerven-Strang zw. A.carotis int. und V. jugularis int. Hinweis : Er besitzt Rr.communicantes zu allen großen Hirnnerven (Nn. VII, IX, XI, XII und Truncus sympathicus). Der linke und rechte N. X haben einen unterschiedlichen Verlauf : → linke Seite : Nach Eintritt obere Thoraxapertur vor dem Arcus aortae und hinter Bronchus principalis sin. zur ventralen Seite des Oesophagus (bildet dort mit re. N. X Plexus oesophageus). Gelangt als Truncus vagalis ant. durch den Hiatus oesophageus auf die Vorderfläche des Magens (Abgabe von Ästen an das Ganglion coeliacum). → rechte Seite : Zieht über die A. subclavia dextra durch die obere Thoraxapertur, dann zw. V. brachiocephalica dextra und Truncus brachiocephalicus an . Liegt an Trachea an, dann hinter Bronchus principalis dexter zur dorsalen Fläche des Oesophagus. Gelangt als Truncus vagalis post. nach Durchtritt durch Hiatus oesophageus auf die dorsale Magenfläche (Äste		

zum Ganglion coeliacum) (siehe dazu Sob. II S. 114 ff.) - R. meningeus : Zieht durch Foramen jug. zurück → Dura mater hintere Schädelgrube.			
Verästelung	Qualität	Versorgungsgebiet	Verlauf und Lage
R. auricularis	sens.	Äußerer Gehörgang	Verläßt innerhalb des Ganglion sup. den Hauptnerv → Canaliculus mast., um dann in den Ohrbereich zu gelangen.
Rr. pharyngei	sens. + sekret. + mot.	Schleimhaut Pharynx M. constrictor phary. inf.	Bildet mit gleichnamigen Ästen des N. IX den Plexus pharyngeus. Innervation M. levator veli palatini, M. uvulae und M. constrictor pharyngis med. über diesen Plexus.
R. lingualis	Ge- schmacksf.	Zungenwurzel	
N. laryngeus sup.	mot. + sens.	M. cricothyroideus (R. ext.) Larynxschleimhaut (oberhalb Rima glottidis) (R. int.)	Zweigt unmittelbar nach dem Ganglion inf. ab, verläuft jeweils med. der A. carotis int. (bis Höhe Zungenbein, Aufteilung in Endäste :). R. ext. + R. int.
N. laryngeus recurrens	mot. + sens. + sekret.	Innere Kehlkopfmuskeln Kehlkopfschleimhaut unterhalb der Rima glottidis	Rechts: Umschlingt die A. subclavia. Links : Umschlingt Arcus aortae lat des Lig. arteriosum (siehe Sob. II S. 114ff.) Ziehen dann zw. Trachea und Oesophagus aufwärts (dorsal der Schilddüse !)
Rr. cardiaci	parasym.	Herz (+Pericard)	Ziehen zum Plexus cardiacus (Arcus aortae). Negative chronotrope, dromotrope + inotrope (nicht Kammer!) Wirkung. - Rr. cardiaci cervicales sup. - Rr. cardiaci cervicales inf.
Rr. tracheales	sens., parasym.	Trachea	Bilden mit Rr. bronchiales Plexus pulmonalis.
Rr. bronchiales	sens., parasym.	Bronchien	Bilden mit Rr. tracheales Plexus pulmonalis.
Rr. oesophagei	sens., parasym.	Oesophagus	Gruppieren sich zum Plexus oesophagus, daraus entwickeln sich im unteren Abschnitt (s.o.): - Truncus vagalis post. (re.) - Truncus vagalis ant. (li.)
Rr. gastrici	sens., parasym	Magen, + letztendlich gesamte Eingeweidesystem bis <i>Cannon-Böhm-Punkt</i>	Bilden die Fortsetzung der Trunci vagalis ant. + post.. - Rr. gastrici post. - Rr. gastrici ant. → Über Ganglia coeliaca und das Ganglion mesentericum sup. Innervation des Eingeweidesystems bis <i>Cannon-Böhm-Punkt</i> .

Hirnnerv Nr.	Verlauf und Lage		
N. accessorius (XI)	<p>intracranial : Besteht aus Radices spinales (beginnen in Höhe C₆, ziehen durch Foramen magnum, um sich dann mit mit Radices craniales zu vereinigen) und Radices craniales (Kerngebiet: Nucl. ambiguus). Die Radices craniales treten aus dem Sulcus dorsolat. aus der Medulla oblongata (wie auch Nn. IX + X).</p> <p>extracranial : Der vereinheitlichte Nerv verläßt die Schädelhöhle durch Foramen jugulare. Hinweis : Genaugenommen kann ein R. internus (cranialer Anteil, schließt sich dem N. vagus an) und ein R. externus (spinaler (mot.) Anteil, s.u.) unterschieden werden.</p>		
Verästelung	Qualität	Versorgungsgebiet	Verlauf und Lage
-	mot.	M. sternocleidomastoideus, M. trapezius (Anteile davon)	

Hirnnerv Nr.	Verlauf und Lage		
N. hypoglossus (XII)	<p>intracranial : Ontogenetisch handelt es sich zerebralisierten Spinalnerven, deren Radices post. (sens.) sich zurückgebildet haben. Austritt aus der Medulla oblongata im Sulcus ventrolat. (zw. Olive und Pyramide).</p> <p>extracranial : Verläßt die Schädelhöhle durch den Canalis hypoglossi. Verläuft dann in topographischer Nähe der A. carotis int. + ext. sowie V. jugularis int. (lat. davon). Zieht im Bogen um den Venter post. m. digastrici (Arcus hypoglossi). Gelangt dann zur Binnenmuskulatur der Zunge (durch Spalte M. mylohyoideus und M. hyoglossus)</p>		
Verästelung	Qualität	Versorgungsgebiet	Verlauf und Lage
-	mot.	Binnenzungenmuskulatur + äußere Zungenmuskeln (M. genio-, M. hyo-, M. styloglossus)	

Klinik : Schädigung des Nucl. ruber oder auch des Oliven-Systems weisen allgemein Symptome auf, die auch bei Kleinhirnschäden auftreten, wenn auch in unterschiedlicher Ausprägung. Sie bilden ja alle zusammen ein komplexes funktionelles System.

Substantia nigra

- mikroskopisch : Pars compacta (melaninhaltig, dopaminerg) und Pars reticularis (eisenhaltig)
- Afferenzen: Basalganglien und Großhirnrinde
- Efferenzen: vor allem Striatum (dopaminerg)

Dieser Kernkomplex gehört zu den motorischen Systemen. Die Fasern bewirken eine Hemmung (Dopamin) der Nervenzellen des Striatums, diese haben selber einen hemmenden Einfluß auf die motorischen Impulse des Großhirns. Letztendlich bewirkt die Substantia nigra also eine Ent-hemmung, es resultiert ein Bewegungsantrieb bzw. -initiation.

Neben der Motorik scheint die Substantia nigra auch eine Rolle bei der Verarbeitung von aff. Sinnesimpulsen zu spielen (sie ist auch mit dem limb. System verknüpft). Einzelheiten sind aber noch nicht verstanden.

Klinik: Morbus Parkinson (Trias : Tremor, Rigor, Akinese), siehe genaue Details bei Basalganglien.

Formatio reticularis

Diese Kernkomplexe befinden sich diffus im ganzen Hirnstamm verteilt, nicht nur im Mittelhirn. Sie sind sicherlich für den KURS nicht so wichtig, aber sie beinhalten doch einige sehr interessante und lebenswichtige Funktionen.

Eine der Hauptfunktion ist das Verschalten der Hirnnervenkerne für deren Reflexe, um damit u.a. auch die Aufrechterhaltung des inneren Milieus zu gewährleisten, die sich u.a. in den folgenden Zentren (sind multizentrisch und -funktionell angelegt) niederschlägt:

- Weckzentrum (aufsteigendes retikuläres aktivierendes System, ARAS)
- Brechzentrum (liegt am Boden der Rautengrube (=Area postrema), daher bei Hirndrucksteigerung → Erbrechen)
- Atemzentrum (jeweils ein Zentrum für die Inspiration und eines für die Expiration)
- Kreislaufzentrum

Atem- und Kreislaufzentrum liegen in der Medulla oblongata.

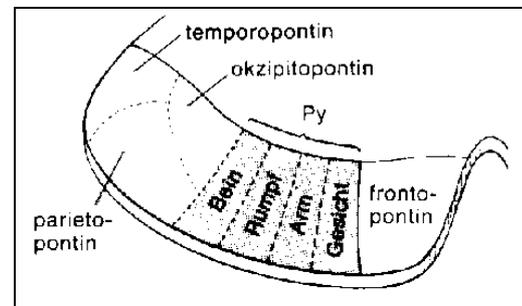
Bahnen /Fasersystem

siehe dazu auch → Rhombencephalon

- Faserbündel innerhalb des Hirnstammes
- Lange aufsteigende Bahnen
- Afferenzen + Efferenzen des Nucl. ruber

III. Pars ventralis pedunculi cerebri (Crus cerebri)

- Tractus corticopontinus (gegliedert in einzelne Fibrae → fronto-, parieto- etc. pontinae ...)
- Fibrae corticonucleares (siehe Abb.: Gesicht)
- Tractus corticospinalis



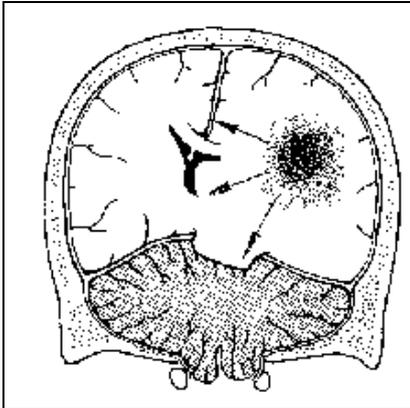
Mehr Details zu den einzelnen Tractus : siehe auch → Rhombencephalon

Reflexe

- Pupillen/Licht-Reflex
- Masseter-Reflex

Welche Hirnnerven sind an diesen Reflexen beteiligt ? Welche Nerven bilden die jeweiligen Afferenzen bzw. Efferenzen ?

Klinik



Folgen eines erhöhten intrakraniellen Druckes:

- **Obere Einklemmung** („Mittelhirnsyndrom“, MHS) : Durch das Einklemmen im Tentoriumschlitz kommt es u.a. zu einer Blockade der absteigenden Bahnen, die die Extensoren-erregenden Tractus vestibulospinales hemmen (z.B. Tractus rubrospinalis), so daß eine Enthemmung der Tractus vestibulospinales auftritt („Extensorenspasmus“, „Enthirnungsstarre“). Auch ein „Weiterwerden der Pupillen“, verminderte Lichtreaktion (N. oculomotorius wird ebenfalls eingeklemmt) und Bewußtseinsverlust kann beobachtet werden.
- **Untere Einklemmung** („Bulbärhirnsyndrom“, BHS) : Diese folgt meist auf die obere Einklemmung, ist aber im Gegensatz zu der oberen lebensbedrohlich ! Durch einen erhöhten intrakraniellen Druck rutschen die Kleinhirn-Tonsillen in das Foramen magnum und pressen die Medulla oblongata (Atem- und Kreislaufzentrum !) gegen die knöchernen Strukturen.

Rhombencephalon

- Pons
- Cerebellum (siehe dort)
- Medulla oblongata

Gliederung im Querschnitt

1. Gebiet dorsal des Canalis centralis bzw. des IV. Ventrikels
2. Tegmentum rhomb. (unter dem Boden der Rautengrube)
3. Ventraler Teil mit Pars ventralis pontis und Pyramis

siehe auch Kurs-Skript S. 38

I. Dorsales Gebiet

- untere 2/3 der Medulla oblongata entsprechen dem inneren Aufbau des Rückenmarks. Auffällig sind die folgenden Strukturen:
 - Tuberculum gracile (**Nucleus gracile**)
 - Tuberculum cuneatus (**Nucleus cuneatus**)
Dort endet der Tractus spinobulbaris und wird auf das 2. Neuron umgeschaltet (→Tractus bulbothalamicus).
- Oberes 1/3 der Medulla oblongata bildet dorsal das zeltartige Dach des IV. Ventrikels mit Plexus choroideus (Velum medullare caudale).

II. Tegmentum

Allg. : Beinhaltet eff. und aff. Verbindungsfunktionen zu Peripherie, Teile des vegetativen NS, spielt also bei den Reflexen, der Koordination und den Relais-Aufgaben eine bedeutende Rolle.

Hirnnervenkerne V- XII

Im folgenden sind neben den Kernen der Hirnnerven vor allem Besonderheiten und evtl. klinisch interessante Details erwähnt (weitere Informationen über die Hirnnerven siehe „Hirnnerven im Detail“ und Skript zum Neuroanatomie Seminar).

Hinweis : spez. visceromot. wird als sek. somatomot. im folgenden bezeichnet.

- Kerne des N. trigeminus (V) (sek. somatomot. + somatosensibel)

1. **Nucl. motorius n. trigemini** (mot. Anteil → Portio minor (N. mandibularis))
2. **Nucl. spinalis n. trigemini** (protopath.)
3. **Nucl. pontinus n. trigemini** (epikritisch)
Diese bilden das 2. Neuron. Das 1. Neuron liegt im Ganglion trigeminale.

4. **Nucl. mesencephali n. trigemini** (propriozez.)
Hierbei handelt es sich um das 1. Neuron. Man spricht auch von einem „im ZNS liegende- bliebenen Ganglion“ (pseudounipolare Nervenzellen).

Klinik: Entsprechender Sensibilitätsverlust, beispielsweise kein Corneal- oder Masseter-Reflex ...

- Kern des N. abducens (VI) (somatomot.)

– **Nucl. n. abducentis** (M. rectus lat.)

Klinik : Doppelbilder (verstärken sich bei seitlichen Blick) und eine Innendrehung des betroffenen Auges (siehe Kurs-Skript S.44).

- Kerne des N. facialis (VII) (sek. somatomot. + viscerosens. + parasymph.)

1. **Nucl. n. facialis** (mot. (mimische Mm.)), bildet um den Nucl. n. abducentis das innere Facialis-Knie)
2. **Nucl. solitarius** (sensorisch, 2. Neuron der Geschmackswahrnehmung, 1. Neuron befindet sich im Ganglion geniculi)
3. **Nucl. salivatorius sup.** (parasymphatisch, sekretorische Innervation der Glandulae lacrimalis, sublingualis + submandibularis)

Hinweis: 2+3 werden auch als *N. intermedius* zusammengefaßt (mit 1 dann auch als *N. intermediofacialis* bezeichnet). Das äußere Facialis-Knie liegt bei der Einmündung in den Canalis n. facialis.

Klinik: siehe Kurs-Skript S. 30 f.:

- ⇒ **periphere Lähmung** : Eine komplette Läsion des peripheren Nervens hat eine komplette schlaffe Lähmung der ipsilateralen Gesichtsmuskulatur zur Folge, damit ist also auch kein Stirnrunzeln mehr möglich. (+ Gefahr der Austrocknung des Auges)
- ⇒ **zentrale Lähmung** (besser : supranukleäre): Kontralateraler Ausfall der mimischen Muskulatur mit Ausnahme der Stirnmuskulatur (Stirnrunzeln ist möglich !), da diese sowohl

von ipsilat. als auch kontralat. kortikonukleären Bahnen versorgt werden.

Wie sieht das Lähmungsbild aus, wenn ein Nucl. n. facialis zerstört wurde ?

Wie sieht die Differential-Diagnostik bei inkompletten peripheren Läsionen aus ?

- Kerne des N. vestibulocochlearis (VIII)

1. **Nucl. cochleares** (2x)
2. **Nucl. vestibulares** (4x)

Diese sensorischen Kerne bilden jeweils das 2. Neuron. Das 1. Neuron liegt in den entsprechenden Ganglien.

Insgesamt liegt ein sehr komplexes Verschaltungsmuster vor.

Klinik: Schwindel, Nystagmus und Gleichgewichtsstörungen u. / o. Hörstörungen als Ausfallserscheinungen.

- Kerne des N. glossopharyngeus (IX) (sek. somatomot. + parasympath. + viscerosens. + somatosensibel)

1. **Nucl. ambiguus** (sek. somatomot., Pharynx-Mm.)
2. **Nucl. salivatorius inf.** (parasympathisch., Glandula parotis)
3. **Nucl. spinalis trigemini** (somatosens., z.B. von Naso-/Oro-Pharynx und hintere 1/3 Zunge)
4. **Nucl. solitarius** (sensorisch + viscerosens., Geschmacksfasern, aber auch die sensiblen Impulse der Mechanorezeptoren des Sinus caroticus und der Chemorezeptoren des Glomus caroticus)

Hinweis zum Nucl. solitarius : Die Afferenzen erreichen diese Kerngruppe als *Tractus solitarius*.

Klinik: Bei einer peripheren Läsion Ausfall aller Funktionen, bei zentraler meist nicht alle Kerne betroffen, daher nicht alle Funktionen ausgefallen. Würger reflex. Siehe auch Klinik N. vagus.

- Kerne des N. vagus (X) (sek. somatomot. + parasympath. + viscerosens. + somatosensibel)

1. **Nucl. ambiguus** (sek. somatomot., Schlund-Mm. (mit N. IX) und Kehlkopfmuskulatur)
2. **Nucl. dorsalis n. vagi** (parasympath. Innervation vom Halsbereich bis zum Cannon-Böhmschen-Punkt)
3. **Nucl. spinalis n. trigemini** (somatosens., Innervation von Kehlkopf, Teil der Dura und äußerer Gehörgang)

4. **Nucl. solitarius** (viscerosens., teilweise wird für diese Funktionen auch der **Nucl. dorsalis n. vagi** genannt, sensible Impulse aus den Eingeweiden (Lunge, Trachea, Bauchraum ...))

Klinik: Allgemeines entspricht dem Bild des N. IX (peripher, zentral). Beide Nerven entspringen größtenteils aus den gleichen Kernen. Wichtig der N. vagus ist der einzige Nerv, der sensibel und motorisch den Kehlkopf innerviert. Schluckstörungen, Heiserkeit (Stimmbandlähmung, nur N. X), Abweichung der Uvula zur gesunden Seite (Kulissenphänomen).

- Kern des N. accessorius (XI)

- **Nucl. n. accessorii** ((sek. somato-)mot., entspricht dem spinalen Anteil (C1-C5 im Halsmark), Innervation von M. sternocleidomastoides und M. trapezius). Hinweis : Der kraniale Anteil entstammt aus dem Nucl. ambiguus und schließt sich den Nn. IX und X an.

Klinik: Heben des Armes über die Horizontale + Drehen des Kopfes zur Gegenseite erschwert.

- Kern des N. hypoglossus (XII)

- **Nucl. n. hypoglossi** (somatomot., Zungenmuskulatur)

Klinik: Zunge zeigt zur gelähmten Seite (Übergewicht des M. genioglossus auf der gesunden Seite). Siehe Kurs-Skript S. 32.

Für das Verständnis der Hirnnerven ist es aber auch wichtig, die anbindenden Fasersysteme zu verstehen (z. B. Unterscheiden der Facialis-Paresen). Siehe Fasersysteme.

Formatio reticularis

→ siehe Mesencephalon

Olivensystem

- **Nucl. olivaris inf.** (im Querschnitt: sackförmig)
- Nucl. olivaris acc. med.
- Nucl. olivaris acc. dorsalis

Das Olivensystem stellt eine wichtige Relaisstation der motorischen, neuronalen Schaltkreise

dar. Es hat vor allem Verbindungen zum Kleinhirn und ist damit wichtig für die Koordination und Feinabstimmung von (Präzisions-)Bewegungen.

Die genauere Funktion kann allerdings erst im Zusammenhang mit dem Nucl. ruber und dem Kleinhirn verstanden werden. Es ist mit diesen in einem komplexen Verschaltungssystem verbunden.

Afferenzen:

- Nucl. ruber
- Motocortex und Basalganglien
- Tractus spinoolivaris (vor allem zu den Nebenoliven)

Efferenzen:

- Tractus olivocerebellaris (kreuzt, unterer Kleinhirnstiel, Kletterfasern ...)

Die Nebenoliven haben vor allem Beziehungen zu den älteren Anteilen des Cerebellums (Spino-cerebellum, mediale Anteile) und sind daher eher für Massenbewegungen mit verantwortlich.

Hinweis: Der Nucl. olivaris sup. ist ein Kern der Hörbahn.

Fasersysteme

1. Faserbündel innerhalb des Hirnstammes

- **Fasciculus longitudinalis medialis** (kein einheitliches Fasersystem, auf- und absteigend, Funktion: Verbindung einzelner Hirnnervenkerne und anderer Kerne untereinander (u.a. bei Augen-, Hals- und Kopf-Bewegungen))
- **Fasciculus longitudinalis dorsalis** (verbindet den Hypothalamus (zentrale Schaltstelle der vegetativen Funktionen) mit den vegetativen Kernen des Hirnstammes (z.B. Anteile von Nn. III, VII, IX, X) und des RMs).
- **Tractus tegmentalis centralis** (zentr. Haubenbahn, stellt den wichtigsten efferenten Weg des extrapyramidalen Systems dar (...→ Nucl. ruber → Olive → Kleinhirn ...))
- Tractus tectobulbaris (nicht wichtig! Okulomot. System)
- Corpus trapezoideum und Lemniscus lateralis (Fasersystem, das zur Hörbahn gehört)

2. Lange aufsteigende Bahnen

- **Lemniscus medialis**, der beinhaltet:
 - Tractus bulbothalamicus (bildet die Fortsetzung des Tr. spinobulbaris, kreuzt als Fibræ arcuatae int.)

- Tractus spinothalamicus lat. + ant. (kreuzt nicht)
- Lemniscus trigeminale (aufsteigende Fasern der Trigemini-Kerne (mit Anteile von N. IX und X), die ebenfalls kreuzen)

Hinweis: Manche Autoren fassen den Begriff Lemniscus med. enger (nur Tractus bulbothalam.) Auch verlaufen im medialen Bereich die Fasern des Tractus solitarius (wahrscheinlich gekreuzt).

Σ führt also alle **sensibel-sensorischen Impulse** der gesamten kontralateralen Körperhälfte zum Zwischenhirn, dort Umschaltung auf das 3. Neuron, welches in den Gyrus postcentralis projiziert.

- **Lemniscus lateralis** (Fasern der Hörbahn laufen gekreuzt/ungekreuzt zu den unteren Hügeln des Tectums des Mittelhirns)

III. Ventraler Teil

Bahnen

Die folgenden Bahnen nehmen ihren Ursprung vom dem motorischen Kortex aus:

- **Tractus corticopontinus** → Nuclei pontis (Weiterverschaltung zum Neocerebellum)
- **Fibræ corticonucleares** → Hirnnerven-Kerne
 - doppelseitig : N. III, N. V. (mot.), kaudaler Anteil des N. VII (Stirnmuskulatur), mot. Anteile des Nn. IX und X (Nucl. ambiguus)
 - gekreuzt : N. VI, kranialer Anteil des N. VII (Gesichtsmm. außer Stirn), N. XII
 - ipsilateral : N. IV (kreuzt noch vor Austritt ZNS) und N. XI (für M. sternocleidomastoideus)

Klinik: siehe Differenzierung der verschiedenen Facialis-Paresen.

- **Tractus corticospinalis** (siehe Rückenmark, Großteil der Fasern kreuzt in Medulla oblongata in der Decussatio pyramidalis auf die Gegenseite → Tractus corticospinalis lat. (der Rest → Tractus corticospinalis ant.))

Brückenkerne

- **Nuclei pontis**

Im Bereich der Pons liegen nicht nur Fasern, sondern auch eine große Anzahl an Kernen, die ihre Afferenzen vor allem von den kortikopontinen Bahnen erhalten. Die Efferenzen projizieren über den mittleren Kleinhirnstiel in die Kleinhirnhemisphären (kreuzen zur Gegenseite).

- Nuclei arcuati (liegen vor der Pyramidenbahn in der Medulla oblongata und dienen als Umschaltstation von Kollateralen der Pyramidenbahn, die dann zum Kleinhirn laufen)

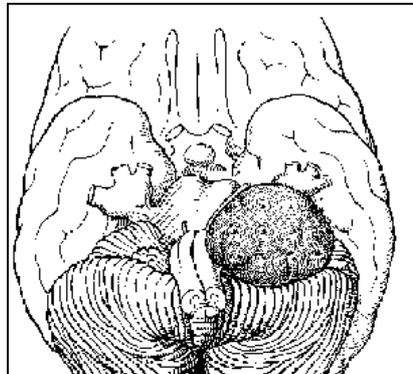
IV. Reflexe des Rhombencephalons

- Corneal-Reflex
- Würge-Reflex
- Speichel-Sekretion
- Stell-Reflexe (optisch, akustisch, vestibulär)

Welche Hirnnerven sind an diesen Reflexen beteiligt ? Welche Nerven bilden die jeweiligen Afferenzen bzw. Efferenzen ?

V. Klinik

- **Akustikusneurinom** : Benigner (gutartiger) Tumor, der von den Schwann'schen Zellen des N. VIII ausgeht. Entsprechend der Lage im Kleinhirnbrückenwinkel (siehe Abb.) sind der N. VII und VIII betroffen (später dann auch N. V, IX und X). Meist fällt die zunehmende Schwerhörigkeit zu erst auf, daneben Schwindelgefühl und Tinnitus (HNO-Arzt stellt häufig die Diagnose). Wenn deutliche Facialis-Paresen und Gleichgewichtsstörungen auftreten, dann ist der Tumor meist so groß, daß er den IV. Ventrikel einengt, so daß es zu Hirndrucksymptomen (Kopfschmerzen, Übelkeit, Nackensteifigkeit, ...) kommt. Therapie: neurochirurgisch, Prognose bei rechtzeitiger Entdeckung recht gut.



Akustikusneurinom (aus Duus)

- Einklemmungssyndrom → siehe Mesencephalon
- **Wallenberg-Syndrom** : Durch Verschuß der A. cerebellaris inf. post. (PICA) wird der dorsolaterale Bereich der Medulla oblongata mit den dort liegenden Kernen nicht mehr ausreichend versorgt. Symptome: u.a. Übelkeit, Schwindel+Nystagmus (Ncll. vestibulares), Dysphonie (Nucl. ambiguus) ...

Ventrikel- und Liquorsystem

Allgemeines

- Inhalt : **Liquor cerebrospinalis** (ca. 150 ml, kaum Zellen, andere Zusammensetzung als Blutplasma, weniger Glucose + Eiweiße).
- Funktion: Flüssigkeitspuffer
- Innerer Liquorraum: Ventrikel I-IV, ausgekleidet mit Ependym (hochprism. Epithel →Liquorfluß).
- Äußerer Liquorraum: Subarachnoidal-Raum (Außenseite Gehirn und Rückenmark).
- **Liquorproduktion:** täglich ca. 500 ml in den Plexus choroidei der Ventrikel I+II (Vorder- bis Unterhorn, nicht aber Hinterhorn), III + IV (kann tw. aus den Aperturæ lat. heraustreten).
- **Plexus choroideus** (mikroskopisch) :
 1. Einschichtiges Plexus-Epithel (spez. Ependym, iso- bis hochprismatisch) mit Bürstensaum (Sekretion/Modifizierung des Ultrafiltrats).
 2. Gefäßhaltiges Bindegewebe
- **Liquorresorption:** Der per Liquorfluß in den Subarachnoidalraum gelangte Liquor wird vor allem über zwei Wege wieder zurück in das Blutsystem resorbiert:
 1. Schädelbereich: Arachnoidalzotten, die sich in die venösen Sinus stülpen.
 2. Wirbelkanal: Austrittsstellen der Spinalnerven.

Innerer Liquorraum

- **Seitenventrikel I + II** mit Pars centralis, Cornu frontale, occipitale und temporale.

Stehen über die Foramina interventriculara mit dem Ventrikel III in Verbindung.

- **Ventrikel III** : Umgeben von Diencephalon (Topographie!) mit Adhaesio interthalamica und Recessus opticus, infundibularis, suprapinealis und pinealis.
Kaudal: Lamina terminalis, Commissura ant.
Lateral: Thalamus
Dorsal: Plexus choroideus
Ventral: Chiasma opticum, Corpora mamillaria
Kaudal: Epiphyse, Commissura post.
(Lagebezeichnungen nach Forel-Achse!)

Die Verbindung zum IV. Ventrikel stellt der Aquaeductus mesencephali (sehr dünn!) dar.

- **Ventrikel IV** : Form eines Zettes. Boden bildet Rautengrube. Velum medullare sup. + inf. (mit Plexus choroideus). Er setzt sich in den Zentralkanal des Rückenmarks fort.

Kommuniziert mit dem äußeren Liquorraum über die Aperturæ lat. (paarig, Luschka) und med. (unpaar, Magendie).

- Liquorfluß: Ventrikel I+II →III → IV → äußerer Liquorraum.

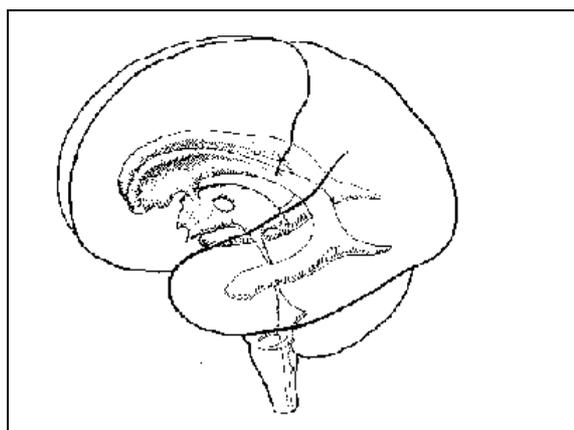
Äußerer Liquorraum

Der äußere Liquorraum entspricht dem Subarachnoidal-Raum:

- Hemisphären-Bereich: sehr schmal
- Hirnbasis: Zisternenbildung (Cisternae pontis, interpeduncularis, etc.)

Klinik

1. Zur Änderungen der Liquorzusammensetzung kommt es bei zahlreichen neurologischen Krankheiten (z.B. Multiple Sklerose).
2. Durch Liquorabflußstauungen (vor allem im Bereich des Aquädukts im Mittelhirn) kommt es zu einem Liquoraufstau mit dem klinischen Bild eines Hydrozephalus (intracranieller Druck ↑, damit entsprechende neurologische Symptome...)



Wichtige Stichpunkte für den 3. Kurstag:

1. Gliederung des Gehirns (Hirnstamm, Großhirn, etc. ...)
2. Grobe Oberflächen-Anatomie des Großhirns (deskriptiv, nicht die Funktionen !)
 - Lappen-Einteilung des Gehirns (Lobus frontalis,
 - Sulcus + Gyrus-Struktur des Gehirns (vor allem die großen Sulci (Sulcus lat., Sulcus centralis mit den Gyri prae- und postcentralis....)
3. **Hirnnerven (wichtig !**, vorwärts ... rückwärts, Kerne (in welche Höhe ungefähr ?, Qualitäten ?)
4. **Cerebellum** (Makroskopie, Blutversorgung, Funktion)
5. Aufbau des **Mesencephalons** (auch Medulla oblongata, Pons)
6. Makroskopie des **Hirnstamms** (Lamina tecti, Pedunculi cerebri, Tubercula gracilis + cuneatus, Olive, Pyramiden, etc. (siehe Abb. im Atlas oder Kahle S.92-95)
7. **Ventrikel- und Liquorsystem**
8. **Blutversorgung des Gehirns**

Gruß, ... Lars ...

KURSTAG 5

Präparation des Prosencephalon

Diencephalon

Das Zwischenhirn umgibt den III. Ventrikel und liegt damit in der Tiefe des Endhirns. Von außen sichtbar sind am Boden des III. Ventrikels nur:

- Corpora mamillaria
- Tuber cinereum
- Hypophysenstiel mit der Hypophyse
- Chiasma opticum

Topographie des III. Ventrikels ?

Die innere Gliederung sieht folgendermaßen aus:

- Epithalamus
- Thalamus (Thalamus dorsalis)
- Metathalamus
- Subthalamus (Thalamus ventralis)
- Hypothalamus

Epithalamus

Der Epithalamus sitzt dem Thalamus dorsokaudal auf. Oberster Teil des Zwischenhirns.

- **Corpus pineale** (Zirbeldrüse)
- Habenulae mit Ncll. habenulae (stellt Relais-Station dar)
- Commissura epithalamica (post., verbindet u.a. Mittelhirn-Kerne miteinander)

Funktion : Zirbeldrüse produziert Hormon Melatonin (Steuerung endogener Rhythmik ? Hemmende Wirkung auf endokrine Organe ?)

Klinik: Kalksalz-Einlagerung in der Zirbeldrüse dient als Orientierungspunkt im Röntgen- oder CT- Bild.

Thalamus (dorsalis)

Der Thalamus stellt ein eiförmiges Gebilde dar, das sich aus zahlreichen Einzelkernen zusammensetzt, die meist rein topographische Bezeichnungen tragen.

Topographie (nach Forel):

- medial: III. Ventrikel
- lateral: Capsula int.
- dorsal: Plexus choroideus der Seitenventrikel

Funktionell gliedert man den Thalamus:

1. **Spezifische Thalamuskern** (Palliothalamus): Somatotopes Prinzip der Anordnung der Verbindungen zu Peripherie und Kortex, d.h. z.B ein Kerngebiet projiziert spezifisch in den motorischen Kortex.
- „**Tor zum Bewußtsein**“ (alle sensorischen (außer olfaktorischen) + sensiblen Bahnen enden hier kontralateral.
- Selektion (Reizauslese) + Integration der Impulse, Weiterleitung zum Kortex (sensibel wie motorisch).

Für die ganz Wissensdurstigen die besonders relevanten Verbindungen aus der verwirrenden Vielfalt ... folgende Zusammenfassung soll eher zum Nachschauen, nicht zum Auswendiglernen dienen !!

- Nucl. ventr. ant. (VA) → prämot. Rinde
- Nucl. ventr. lat. (VL) → mot. Rinde
- Nucl. ventr. post. (VP) → sens. Rinde (postzentr.)
- Corp. geni. lat. (CGL) → Hörrinde
- Corp. geni. med. (CGM) → Sehrinde
- Ncll. ant. → limb. System

2. **Unspezische Thalamuskern**
(Truncothalamus): Diesen Kernen fehlt eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung (vielmehr Konvergenz), sie sind diffus mit allen Kortex-Arealen verbunden, führen u.a. zu einer diffusen Erregung des gesamten Kortex (→Wachreaktion).
– daher stark beeinflusst durch ARAS (Wecksystem, Formatio reticularis)
3. Assoziationskerne : Diese Kerne haben vor allem wechselseitige Verbindungen zum Großhirn (Limb. System, Basalganglien etc.)

Für den KURS sind nicht wichtig die zahlreichen einzelnen Kerne, aber eine grobe Übersicht über die Funktion und die Topographie.

- **Radiationes thalamicae** : Ausgedehnte Fasersysteme zw. Thalamus und Kortex, fächerförmige Anordnung in der Capsula int.

Klinik: Thalamus-Syndrom (heftigste Schmerzen in der kontralateralen (!!)) Seite mit Sensibilitätsstörungen, Hemianopsie, Hemiparese, Ataxie, Bewegungsunruhe..., Ursache meist zerebrale Durchblutungsstörung).

Metathalamus

- **Corpus geniculatum lat.** (CGL): Teil der Sehbahn, subkortikales Sehzentrum verbunden mit Colliculi sup. (Brachium...) und Radiatio optica. Klinik: Ausfall der gegenseitigen Gesichtsfeldhälfte (homonyme Hemianopsie).
- **Corpus geniculatum med.** (CGM): Teil der Hörbahn, die über das Brachium colliculi inf. das CGM erreichen.

Funktionell sind die Kerngebiete des CGL und CGM den funktionellen Thalamuskernen zu zuordnen, daher werden sie manchmal auch dort aufgeführt.

Subthalamus

Lage zwischen Hypothalamus + Capsula int. sowie kaudal des Thalamus.

- **Globus pallidus** (Pallidum)

Liegt gut erkennbar zw. Capsula int. und Putamen, gehört onto-genetisch zum Zwischenhirn, aber

funktionell zu den Basalganglien (stellt damit ein wichtiges mot. Zentrum dar).

- **Nucl. subthalamicus**
- Zona incerta (Fortsetzung der Formatio reticularis aus dem Mittelhirn)

Hypothalamus

Der Hypothalamus bildet den basalen Anteil des Zwischenhirns. Topographisch bildet er den Boden und ein Teil der Seitenwand des III. Ventrikels.

Gliedert sich in folgende Anteile:

- Corpora mamillaria (limbisches System)
- Hypophyse (Neuro-)
- diverse Kerngebiete

Der Hypothalamus wird häufig noch nach 1. topographischen (periventriculäre, mediale und laterale Zone) oder 2. Gehalt an markscheidenhaltigen Nervenfasern weiter untergliedert (dies ist allerdings für den KURS eher unwichtig).

Funktionell bildet der Hypothalamus ein **übergeordnetes vegetatives Regulationszentrum** und ein wichtiger Teil des neuroendokrinen Systems, d.h. er ist für die Aufrechterhaltung des inneren Milieus mitverantwortlich.

So ist er z.B. über den Fasciculus longitudinalis dorsalis mit den vegetativen Zentren im Hirnstamm verbunden, weiterhin bestehen aber auch komplexe Schaltkreise mit dem Kortex, dem limbischen System etc. .

Im Detail:

- **Corpora mamillaria** : Diese Kerngruppen bilden den *markreichen Hypothalamus*. Sie stellen einen wichtigen Teil des limbischen Systems (Faserverbindungen : Fornix, Tractus mamillothalamicus und - tegmentalis → siehe auch Papez-Neuronen-Kreis) dar.

• **Hypophyse** :

- **Neurohypophyse** : Lobus post. (**HHL**), hervorgegangen aus Zwischenhirn, dort enden Axone aus dem Hypothalamus (s.u.).
- **Adenohypophyse** : Lobus ant. (**HVL**), aus Rachendach hervorgegangen, über Pfortadersystem mit Hypothalamus verbunden. Basophile Zellen: FSH, LH, ACTH, TSH
Azidophile Zellen: Prolaktin + STH

Hinweis: Die Adenohypophyse enthält keine neuronalen sondern Drüsenzellen, also gehört strenggenommen nicht zum Gehirn.

- **Kerngebiete** : Liegen im *markarmen Hypothalamus*.

Zum einem gibt es Kerne, deren Axone in die Neurohypophyse ziehen:

- *Nucl. supraopticus* → ADH-Produktion
- *Nucl. paraventricularis* → Oxytocin-Produktion

Klinik: Ausfall Nucl.supraopticus → Diabetes insipidus.

Weiterhin bilden die Kerne des *Hypothalamo-infundibulären Systems* (Nucl. infundibularis) die **Releasing-Hormone**, die dann über das Pfortader-System des Infundibulums die Adenohypophyse erreichen.

Beispielhaft seien noch folgende Kerne genannt, die keine Beziehung zu der Hypophyse haben:

- Nucl. suprachiasmaticus → zirkadianer Rhythmus
- Nucl. praeopticus → Körpertemperatur und Ausschüttung der gonadotropen Hormone
- Nucl. tuberales → neben der Produktion der Releasing-Hormone (=Nucl. infundibularis), Sättigungs- und Hungerzentrum.

• **Faserverbindungen** des Hypothalamus:

- afferent und efferent stark ausgeprägte Verbindungen mit limbischen System
- afferente Projektionen, daneben vor allem aus sensiblen Zentren des ZNS
- efferente Verbindungen vor allem mit visceromotorischen Kerngebieten

- *Fornix* : verbindet Hippocampus mit Corpora mamillaria
- *Fasciculus longitudinales dorsalis*
- *Stria terminalis* : verbindet Mandelkern (Kern des Großhirns) mit Hypothalamus

Telencephalon

Allgemeines

Das Endhirn besteht aus 2 Hemisphären (Fissura longitudinalis cerebri), die mittels Kommissuren miteinander verbunden sind (u.a. Corpus callosum). Jede Hemisphäre besteht aus 5 Lappen, die die typischen Gyri und Sulci aufweisen.

Entwicklung : Hemisphären-Rotation (Achse ?)

- Palaeopallium → Riechhirn
- Striatum
- Archipallium → u.a. Hippocampus
- Neopallium (Neocortex)

Äußere Gestalt und Gliederung

- Facies superolateralis
- Facies medialis
- Facies inferior

Hauptfurchen:

- Fissura longitudinalis cerebri
- Sulcus lateralis (Sylvius)
- Fissura transversa cerebri (trennt End- und Zwischenhirn)

Lappen:

- Lobus frontalis
- Lobus parietalis
- Lobus occipitalis
- Lobus temporalis
- Lobus insularis

Innere Gliederung

⇒ Graue Substanz

- Cortex cerebri
- Endhirnkerne (diese bilden zusammen mit dem Globus pallidus des Zwischenhirns die funktionelle Einheit der Basalganglien)

⇒ Weiße Substanz (markarme und markreiche Nervenfasern)

⇒ Seitenventrikel (I +II)

Graue Substanz

Basalganglien

Wie angesprochen bilden die Endhirnkerne und der Globus pallidus (Zwischenhirn) die

Basalganglien. Funktionell wird auch noch der Nucl. subthalamicus hinzugerechnet.

Lage: Nähe der Seitenventrikel (aber **immer lateral u./o. dorsal !!** Nie medial → Hippocampus)

siehe auch Abb. im Kurs-Skript S. 52+53

- **Nucl. caudatus** → liegt in der lat. Wand der Seitenventrikel (im Bereich des Cornu temp. bildet er das Dach), mit folgenden Anteilen:
 - Caput
 - Corpus
 - Cauda

Hinweis : In Frontal-Schnitten kann er 2x mal angeschnitten sein.

- **Nucl. lentiformis** (besteht aus den folgenden zwei Anteilen, die aber nicht in funktioneller, sondern nur in topographischer Beziehung zueinander stehen :)

1. **Putamen** (entspricht der Form nach einer Schale, der lateral die Capsula ext. und dorsal der Nucl. caudatus sowie medial der Globus pallidus anliegt).

2. **Globus pallidus** → geht entwicklungs-geschichtlich aus dem Zwischenhirn hervor, liegt lateral der Capsula int. und wird in zwei Anteile durch die Lamina medullaris medialis getrennt:

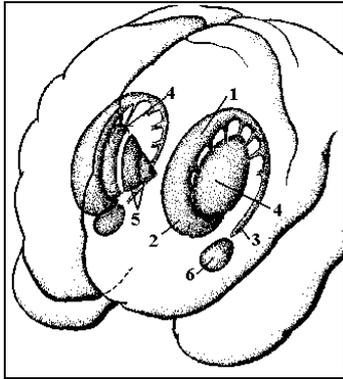
- Globus pallidus medialis,
- Globus pallidus lateralis.

⇒ Hinweis : Nucl. caudatus und Putamen werden auch als **Striatum** bezeichnet.

- **Clastrum** (liegt lateral vom Putamen, mediale Begrenzung durch die Capsula externa und die laterale durch die Capsula extrema) → Funktionelle Beziehung zu anderen Basalganglien nicht bekannt als auch genaue Bedeutung unbekannt.

- **Corpus amygdaloideum** → dieses dem limbischen System zugehörige Kerngebiet liegt (medial) vor der Spitze der Cauda nuclei caudati. Daneben hat es auch ausgeprägte Verbindungen zu dem olfaktorischen System, d.h. es steht funktionell in keiner direkten Beziehung zu den Basalganglien.

- **Nucl. subthalamicus** → dieser Kern des Zwischenhirns, der lateral des Hypothalamus liegt, gehört ebenfalls zum „basalen motorischen System“ (enge Beziehung zum Globus pallidus).



Nucl. caudatus (1) mit Caput (2) und Cauda (3), Putamen (4), Pallidum (5) sowie Mandelkern (6).

Funktion und Verschaltungsprinzip der Basalganglien

Das Verschaltungsprinzip der Basalganglien ist sehr komplex, aber allgemein kann man sagen, daß die Funktion darin besteht, an der Steuerung der Motorik (pyramidales und extrapyramidales System) mitzuwirken, damit diese also „sinnvoll und situationsgerecht“ zur Ausführung gelangen kann. Allerdings steht der Mandelkern damit nicht in

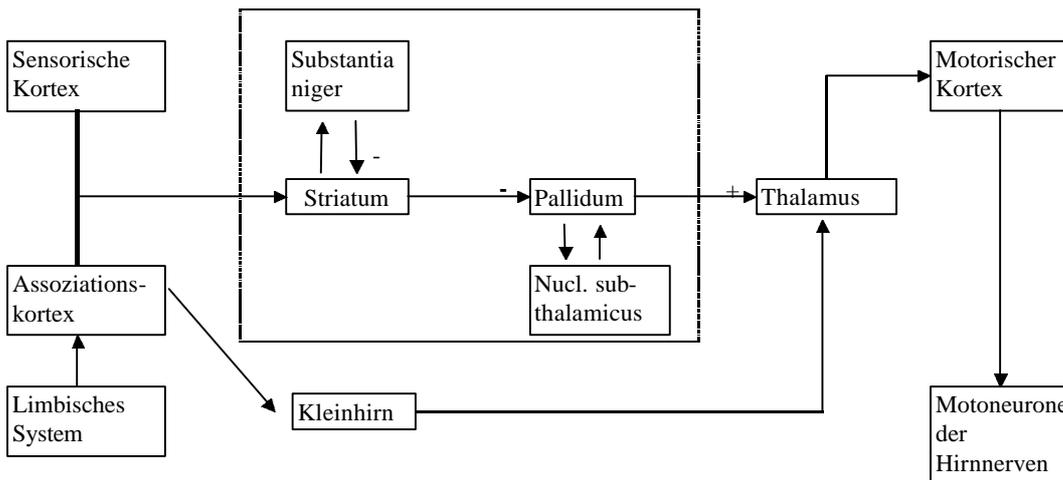
einem funktionellen Zusammenhang → limbisches System.

Entscheidende (Teil-)Funktionen:

- **Striatum** → mot. zentrale Schaltstelle mit vor allem hemmender Bedeutung (Modulation durch den Erregungszustand der Substantia nigra).
- **Pallidum** → vor allem bahnendes Zentrum (lateraler Anteil) für motorische Impulse. Der Erregungszustand ist entscheidend, ob im Thalamus vorliegende Bewegungsimpulse des Kleinhirns ausgeführt werden..
- **Nucl. subthalamicus** → bewegungshemmende Funktion (Modulation des Pallidums)

Vereinfacht und zusammengefaßt: Die motorischen Impulse des Kortex werden auf zwei Wegen, nämlich in den *Basalganglien* und dem *Kleinhirn*, bahnend oder unterdrückend verarbeitet (Integrationsfunktion), wobei sie dann im Thalamus konvergieren, genauer gesagt im Nucl. ventralis ant. (VA) und Nucl. ventralis lat (VL) des Thalamus. Im *Thalamus* wird dann die „Entscheidung gefällt“, ob die Bewegungsimpulse an den Motocortex weitergegeben werden sollen oder eben nicht.

Vereinfachtes Schema über das Verschaltungsprinzip der Basalganglien:



Beteiligte Transmitter : erregend → Glutamat (Glu)
 hemmend → Gamma-Amino-Buttersäure (GABA) + Dopamin (DA, Substantia nigra)

Klinik Basalganglien

1. Striatum

- **Morbus Parkinson** → Degeneration der dopaminergen Neurone in der Substantia nigra, damit Ausfall der nigrostriatalen Projektion und so ein Überwiegen der hemmenden Funktion des Striatums.



Symptome :

Ruhe-Tremor, Rigor, Akinese
(Hypokinetisches - hypertones
(rigides) Krankheitsbild).
Daneben Schmerzen wie auch
vegetative und psychische
Symptome

- meist beidseitige Schädigungen der Substantia nigra, bei einseitiger → Parkinson-Symptome an der kontralateralen Seite (Hemi-Parkinson, allerdings selten)
 - Symptome Rigor und Akinese lassen sich einigermaßen plausibel durch den Ausfall der hemmenden nigrostriatalen Projektion erklären, allerdings deutet das Bild der Akinese an, daß neben der Substantia nigra noch weitere neuronale Systeme degenerativ betroffen sind.
 - Therapie : L-Dopa (→Dopamin), Anticholinergika (striale ACh-erge Interneurone)
- **Chorea** → Degeneration des Striatums, Hyperkinesen (Hypotonus der Muskulatur, wird auch als „Veitstanz“ bezeichnet)
- ### 2. Pallidum → Schädigung : Bewegungsarmut und Ungeschicklichkeiten
- ### 3. Nucl. subthalamicus → Schädigung : ballistisches Syndrom (einseitig: Hemiballismus)

Cortex cerebri

Im folgenden Abschnitt werden kurz die wichtigen Begriffe zu den einzelnen Lappen aufgeführt. Diese meist topographischen Begriffe müssen mit den einzelnen Rindenfeldern in Beziehung gesetzt werden. Siehe auch Kurs-Skript S. 50, 52 ff. .

1. Lobus frontalis

- Facies superolat. → Gyrus frontalis sup., med., inf. (Pars orbitalis, triangularis, opercularis) und entsprechenden Sulci.
- Gyrus praecentralis (Sulci praecentralis + centralis)
- Facies inf. → Gyri orbitales + rectus

2. Lobus parietalis

- Gyrus postcentralis
- Lobuli parietalis sup. + inf. (Sulcus postcentralis)
- Gyrus supramarginalis (umfaßt Sulcus lat.)
- Gyrus angularis (umfaßt Sulcus temporalis sup.)

3. Lobus occipitalis

- lateral → unregelmäßige Windungen
- basal → Gyri occipitotemporalis lat. + med.

4. Lobus temporalis

- lateral → Gyrus temporalis sup. (mit Sulci + Gyri temporales transversi), med. + inf. (Sulci temporalis sup. + inf.)
- basal → Gyri occipitotemporalis lat. + med.

5. **Lobus insularis** → liegt in der Tiefe des Sulcus lateralis und wird überdeckt durch die Opercula (Operculum (lat.) = Deckel) frontoparietale und temporale.

6. **Facies medialis** mit Corpus callosum, Septum pellucidum (Glia-Schicht) und Fornix.

- balkennahe Strukturen (gehören tw. zum limbischen System): Gyri paraterminalis, cinguli und parahippocampalis, in der Tiefe Gyrus dentatus (Teil der Hippocampus-Formation), Indusium griseum.
- balkenferne Strukturen : Gyrus frontalis sup., Lobulus paracentralis, Praecuneus, Cuneus, Sulcus calcarinus.

Bauplan

- Neocortex (Isocortex) → bildet - mikroskopisch 6-schichtig - den Großteil des Kortex. Siehe Rindenfelder.

- Archaeocortex → u.a. Hippocampus-Formation (Lage im Temporal-Lappens, mikroskopisch 3-schichtig, u.a. Thema des Kurstag 6)
- Palaeocortex → olfaktorisches System

Palaeocortex / Riechhirn

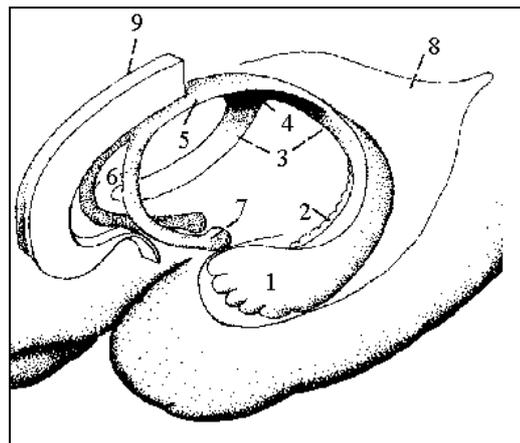
Dieser älteste Teil des Kortex bildet mit seinen Strukturen das Riechhirn (Lage frontobasal) :

- Bulbus olfactorius (Umschaltung Hirnnerv I.) und Tractus olfactorius
 - Trigonum olfactorium (sek. Riechzentren)
 - Septum mit diagonalen Band nach Broca (nicht Septum pellucidum !)
 - Corpus amygdaloideum
- (Genaue Details sind aber für den KURS nicht so wichtig)

Archaeocortex

- **Hippocampusformation** (mit Gyrus dentatus, Hippocampus und Subiculum) → Lage **medial (!) der Seitenventrikel** (Unterkorn, Temporallappen). Die Fasern des Hippocampus laufen im Fornix zu den Corpora mamillaria. Weitere Details kommen im Kurstag 5 bzw. 6.
- Regio entorhinalis
- Teile des Gyrus cinguli

Funktion: Diese Strukturen bilden Zentren des limbischen Systems, deren Bedeutung sich in den Gedächtnisleistungen, Aggressions-, Motivations- und Bewußtseinsvorgängen niederschlägt.



Lage des Hippocampus (1) und des Fornix in den Hemisphären

Gyrus dentatus (2), Crura (3) + Commissura (4) und Corpus (5) mit Columnae fornicis (6), Corpora mamillaria (7), Seitenventrikel (8), Corpus callosum (9).

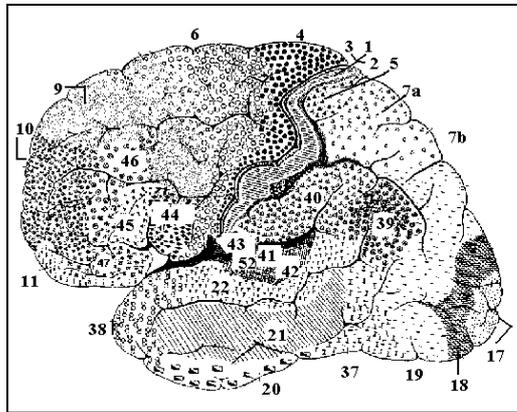
Klinik:

- anterograde Amnesie → Zerstörung eines Gliedes des Papez-Neuronen-Kreises (einseitig reicht aus !)
- Epilepsien : Die Hippocampus-Formation zeigt eine sehr hohe Krampfbereitschaft.

Neocortex / Rindenfelder

In den Rindenfelder spiegeln sich die besonderen Leistungen des Isocortex wider. Die Einteilung in Areale erfolgte aufgrund der Zytoarchitektur (nach Brodman).

Um die funktionellen Beziehungen besser zu verstehen, siehe Abb. Kurs-Skript S. 51,63-67 (neurofunktionelle Systeme).



Rindenfeldgliederung nach Brodman

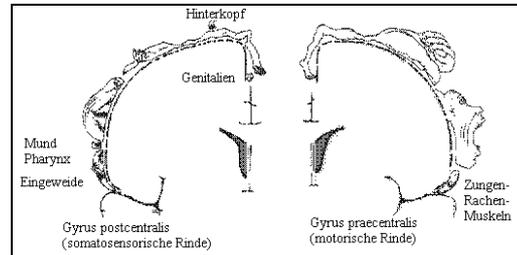
1. Primäre Rindenfelder → Somatotopie Gliederung („interpretationsfreies Bewußtsein“).

- **Gyrus praecentralis** (Area 4, Motocortex) → mot. Versorgung der kontralat. Körperhälfte
 - Aff.: Thalamus,
 - Eff.: Pyramidenbahn.

Klinik: Bei alleiniger Läsion der Area 4 resultiert eine schlaffe Parese der betreffenden kontralateralen Region („kortikale Monoparese“). Meist aber ist das extrapyramidale System (Basalganglien, prämotorischer Kortex ...) mitbetroffen, so daß eine spastische Lähmung resultiert, da dann auch die extrapyramidalen Kontrollsysteme, die an sich die extrapyramidalen Zentren im Hirnstamm antagonisieren, ausfallen (man spricht dann auch von einer „supraspinalen Spastik“).

- **Gyrus postcentralis** (Areae 3,1,2) → Sammelstelle der sens. kontralat. Afferenzen (von Thalamus)

Klinik: Ausfall der Sensibilität in der kontralateral gelegenen Region.

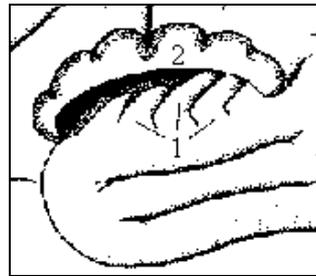


- **Area striata** (Area 17, prim. optisches Rindenfeld) → Ende der Sehbahn am Sulcus calcarinus (Aff. von CGL, Eff. zu sek. Sehrinde)

Klinik : (komplette) homonyme Hemianopsie bei erhalten gebliebenen Pupillen-Reflexen.

- **Gyri temporales transversi** (Areae 41+42, prim. Hörrinde, Aff. : CGM, Eff. : Wernicke-Zentrum)

Klinik: Keine komplette Taubheit, da die Hörbahnen kreuzen.



Heschl-Querwindungen (1) im Gyrus temp. superior. Angeschnitten untere Frontal- und Parietallappenanteile (2).

2. Supplementärfelder → Nachbarschaft zu primären Rindenfeldern und deren Grenze zum Lobus insularis und dem limbischen System, geringere somatotopie Gliederung. Es gibt ein mot., sensibles, optisches und akustisches Supplementärfeld .

3. Sekundäre Rindenfelder → „Assoziationsfelder“, kein somatotoper Aufbau, „gnostische Funktionen“ (vorläufige Interpretation der Information), daher zahlreiche Verbindungen

zu anderen Strukturen. Lage meist in der Nähe der Primärfelder.

- **prämotorischer Kortex** (Areae 6, tw. 8) → rostral von Gyrus praecentralis, Aff. : Basalganglien, u.a. Speicherung von Bewegungsmustern ...

Klinik: Apraxie (früher gekonnte komplexe Handlungsabläufe können nicht mehr ausgeführt werden).

- **sek. somatosens. Kortex** (Areae 5 + 7) → okzipital des Gyrus postcentralis, dessen Informationen verarbeitet werden.

Klinik: z.B. taktile Agnosie

- **sek. Sehrinde** (Areae 18 + 19) → integrative Verarbeitung der Informationen aus Area 17, zahlreiche Efferenzen mit weiteren Hirnstrukturen.

Klinik: Visuelle Agnosie („Der Mann, der seine Frau mit einem Hut verwechselte ...“).

Die folgenden drei Zentren (**Broca-, Wernicke- und Lesezentrum**) liegen **lateralisiert** vor, d.h. sie liegen einseitig in der **dominanten Hemisphäre** (beim Rechtshänder → links, beim Linkshänder → links oder rechts). Läsionen in den betreffenden dominanten Arealen werden als Ausfälle deutlich, die nicht durch die andere Seite kompensiert werden können.

- **Broca-Sprachzentrum** (Pars opercularis, tw. triangularis des Gyrus frontale inf.) → Formung der Sprache in Wort + Satzbau (über Zwischenstationen Projektion zu Motocortex). Afferenzen: u.a vom Wernicke-Zentrum.

Klinik: *motorische Aphasie* (Telegrammstil (=Agrammatismus). Sprache wird aber noch verstanden)

- **Sensorische Sprachregion** (Wernicke, sek. Hörrinde, Areae 42+44) → Sprachverständnis (d.h. die Erkennung akustischer Signale)

Klinik: *sensorische Aphasie* (Sprache kann nicht mehr verstanden werden. Da aber das Sprachverständnis auch die Voraussetzung für das Sprechen ist, ist dieses meist auch gestört („Wortsalat“).

- **Lesezentrum** (Gyrus angularis, Area 39) → Schaltstelle zwischen visuellen und sprachlichem Kortex (Lesen, Schreiben, begriffliches Benennen etc.).

Klinik: Alexie, Agraphie, Wortfindungsstörungen

- **präfrontale Rinde** (Areae 9 +10) → höhere geistige und psychische Leistungen ...

Klinik: (schwere) Persönlichkeitsveränderungen (z.B. das Ende des Filmes „Und einer flog über das Kuckucksnest“).

Weißer Substanz

Für den 5. Kurstag reichen Kenntnisse über die Capsula int., Fornix und Corpus callosum (Topographie !!). Die Fasersysteme sind in aller Ausführlichkeit Thema des 7. Kurstages.

Broca- und Wernicke Aphasie im Vergleich

Quelle : Poeck, Neurologie, 9. Auflage

Broca Aphasie

Im Detail:

Die Kranken sprechen spontan kaum. Die Sprache ist abgehackt und undeutlich gesprochen. Die Sätze enthalten nur wichtige Substantive, Verben und Adjektive (Agrammatismus oder Telegrammstil).

Die Worte sind durch phonematische Paraphasien verändert (d.h. einzelne Silben oder Buchstaben sind vertauscht, umgestellt oder ausgelassen). Alle expressiven sprachlichen Leistungen, also auch das Schreiben, sind betroffen. Das Sprachverständnis ist meist nicht stark in Mitleidenschaft gezogen, kann allerdings leichte, aber meist nicht sehr beeinträchtigende Störungen aufweisen.

Die Läsionen in der nicht dominanten Hemisphäre führen zu einer rasch vorübergehenden Sprechstörung ohne Aphasie.

Neuroanatomischer Befund : Läsion im Bereich des Pars opercularis und tw. den Pars triangularis des Gyrus frontalis inferior.

Leitsymptome : Sprachanstrengung und Agrammatismus bei relativ gutem Sprachverständnis.

Als Beispiel folgendes Interview :

Untersucher : Wie hat das denn angefangen mit Ihrer Krankheit ?

Patient : mein Frau und ich ... schwimmen ... und war Badeun ... eh ... eh ... eh ... Ba ... de ... un ... ah ... nein

Untersucher : doch stimmt ... Bade ... unfall

Patient : nein

Untersucher: Badeunfall

Patient : Unfall ja ... nicht ... und zwar ... meine Frau ... und ich eh ... eh ... eh Badestalt ... und schwimmen ... eh ... eh ... einmalig ... nicht ... eh ... eh ... prima ... Wasser ... nicht ... dan Beterbrett ... und zwar runtersprungen ... untata ... getaucht ... eh ... eh ... dann ... und ... ich auf einmal weg ... weg ... also ... belußtlos

Wernicke Aphasie

Im Detail :

Die Spontansprache der Patienten ist gut artikuliert und von normaler Sprachmelodie und -rhythmik. Allerdings ist die Rede durch zahlreiche Paraphasien und Neuschöpfungen von Wörtern entstellt. Der Satzbau ist aufgrund falscher Kombinationen und Stellungen von Wörtern etc. gestört (Paragrammatismus). Das Sprachverständnis ist erheblich beeinträchtigt.

Interessanterweise führen Läsionen in der nicht dominanten Hemisphäre zu einem Verlust des Musikverständnisses.

Neuroanatomischer Befund : Läsion im Gyrus temporalis superior (und den okzipital anschließenden Rindenregionen) im Bereich der sensorischen (sek.) Hörrinde (Wernicke).

Leitsymptome : Flüssige, paraphasische Sprachproduktion mit Paragrammatismus und starken Sprachverständnisstörungen.

Als Beispiel folgendes Interview :

Untersucher : Können Sie mich eigentlich verstehen ?

Patient : ich brauch unbedingt die Helfen des Seren ... ah ... das mir die Möglichkeit gibt der Intolationen zu verarbeiten und anzuweitnen ... die ich ohne ... z. B. mit geschlognen Augnen gar nicht benutzen könnte ... Das wird also das gleich ... eh ... exkult verschiedn.

Beide Aphasien sind behandlungsbedürftige Krankheitszustände (logopädische Aphasietherapie).

KURSTAG 6

Mikroskopieren des Prosencephalons

Corpus geniculatum laterale (CGL)

Das CGL stellt ein subkortikales Sehzentrum dar. Es liegt etwas abgedornt an der ventrokaudalen Fläche des Thalamus. Von den Colliculi superiores aus ist das CGL durch Verfolgen des Brachium colliculi sup. zu finden. Eine andere Möglichkeit ist, das Ende des Tr. opticus aufzusuchen. Die Corpora geniculata lat. und med. bilden den Metathalamus, funktionell werden sie allerdings zu den spezifischen Thalamuskernen (Palliothalamus) gezählt.

- Zum Präparat:

Mit angeschnitten sind Crus cerebri und Substantia nigra (Mesencephalon), wobei man sich an der Substantia nigra als mediale Struktur des Präparats orientieren kann.

Das CGL selber zeichnet sich durch eine markante Schichtengliederung aus. Man unterscheidet 6 Zellagen, die durch 5 dazwischenliegende Faserlamellen des Tr. opticus getrennt werden. Der Tr. opticus führt Fasern der ipsilateralen temporalen Netzhauthälfte, die in der 2., 3. und 5. Zellschicht enden, sowie Fasern der kontralateralen nasalen Netzhauthälfte, die in der 1., 4. und 6. Zellschicht enden. Die Genuiculatumzellen der vier oberen Zellagen sind eher kleinzellig, die übrigen sind großzellig. Eine dichte Markfaserkapsel, gebildet aus Fasern der sich anschließenden Sehstrahlung, umgibt das CGL.

Zur Funktion:

Im Corpus geniculatum lat. werden die Fasern des Tr. opticus, die also Impulse aus der kontralateralen Gesichtsfeldhälfte beider Augen enthalten, auf das **4. Neuron** umgeschaltet. Das CGL ist somit eine wichtige Zwischenstation des visuellen Systems (siehe Kurstag 6).

Weiterhin ist das CGL Bestandteil einer optischen Reflexbahn über die der *Pupillenreflex* verläuft.

Kollateralen des Tr. opticus gelangen vom CGL, die dort nicht umgeschaltet werden, zu den beiden Ncll. praetectales (also ipsi- und kontralat.), die dann mit dem Edinger-Westphal-Kern in Verbindung stehen und so die konsensuelle Lichtreaktion ermöglichen. (siehe z. B. Abb. Schiebler, „neurofunktionelle Systeme“)

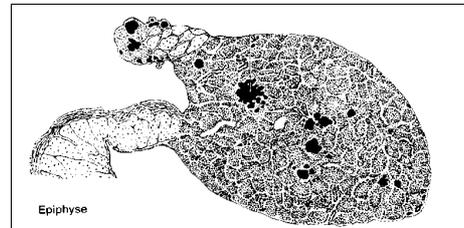
Retina → N. opt. → Tr. opt. → CGL → Ncll. praetectales → Edinger-Westphal-Kern → Ganglion ciliare → Nn. ciliares breves → M. sphincter pupillae

Epiphyse

Die Epiphyse hat eine zapfenartige Gestalt und liegt zwischen den Colliculi superiores dem Tectum mesencephali direkt auf. Zusammen mit den Habenulae und der Commissura post. bildet sie den Epithalamus.

- Zum Präparat:

Eingebettet in stark vaskularisiertem Bindegewebe liegen in einem Maschenwerk aus Gliazellen polygonale epitheloide Pinealozysten. BG-Septen führen zur Läppchengliederung. Mit zunehmendem Alter sind Kalkablagerungen (Hirnsand od. Acervulus) zu beobachten.



Zur Funktion:

Die Epiphyse stellt bei Reptilien ein lichtempfindliches Organ dar, das auf endokrinem Weg (Melatonin) Einfluß auf den zirkadianen Rhythmus hat.

Beim Menschen werden eine antigonadotrope Wirkung, eine Beeinflussung des Sympathicus und der endogenen Rhythmik über Melatonin diskutiert.

Klinik:

1. Kalkeinlagerungen bilden einen wichtigen topographischen Orientierungspkt. im CT oder Röntgenbild. Abweichungen von der Medianebene zeigen Massenverschiebungen an.
2. Tumore der Epiphyse (Pinealome) können die Area praetectalis komprimieren und u.a. einen Ausfall des Pupillenreflexes verursachen.
3. Bei Kindern kann der Ausfall der Epiphyse gelegentlich zur Pubertas praecox führen.

Hippocampus

Die **Hippocampusformation** (Gyrus dentatus, Ammonshorn und Subiculum) befindet sich in der medialen Seitenwand des Seitenventrikelunterhorns und kaudal des Corpus amygdaloideum. Sie ist die wichtigste Struktur des *Archicortex*, der histologisch dem Allocortex zugerechnet wird.

- Zum Präparat:

3-schichtiger Aufbau der Hippocampusformation ist repräsentativ für den Allocortex:

Stratum moleculare (9): enthält vor allem Dendritenbäume der Nervenzellen und ist selberzellarm.

Nervenzellschicht: Im *Gyrus dentatus* überwiegend Körnerzellen (5), deren Axone durch plexiforme Schicht zum Ammonshorn ziehen. Im *Ammonshorn* überwiegend Pyramidenzellen (10), deren Neuriten unterhalb der Ventrikeloberfläche den Alveus bilden.

Stratum oriens (11): Dritte Schicht des *Ammonshorns* enthält Nervenfasern und Korbzellen als Interneurone. Ihr entspricht im Gyrus dentatus das Stratum plexiforme.

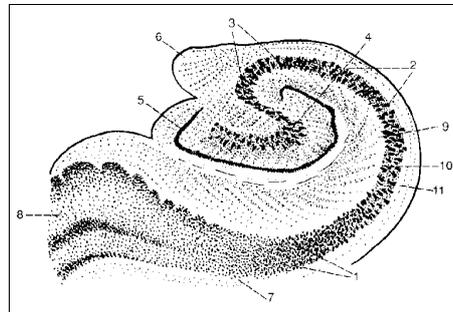
Im Frontalschnitt des Ammonshorns unterscheidet man vier Abschnitte:

- kleine Pyramidenzellen (1)
- große dichte Pyramidenzellen (2)
- große locker gepackte Pyramidenzellen (3)
- aufgelockerte Struktur (4)

Weitere Strukturen im Präparat:

- Fimbria hippocampi (6)
- Subiculum (7)

Gyrus parahippocampalis mit Regio entorhinalis (8)



Verschaltungsprinzip:

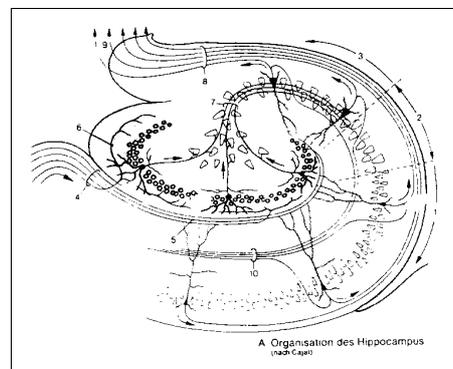
Der *afferente* Tr. perforans (4) endet:

- an distalen Verzweigungen der Apikaldendriten (5) der Pyramidenzellen im Stratum moleculare.
- über Kollaterale (6) an Dendriten der Körnerzellen, die über ihre Axone (7) Kontakt mit proximalen Apikaldendriten der Pyramidenzellen in Abschnitt 3 und 4 haben.

Die *efferenten* Pyramidenzellen:

- werden von Korbzellen des Stratum oriens inhibiert.
- geben Schaffer-Kollaterale (10) ab, die die apikalen Dendritenbäume durchlaufen.
- schicken ihre Neuriten durch Stratum oriens zum Alveus (8). Über die Fimbria (9) verlassen Neuriten die Rinde.

Welche Afferenzen erreichen den Hippocampus?
Welche Efferenzen verlassen ihn?

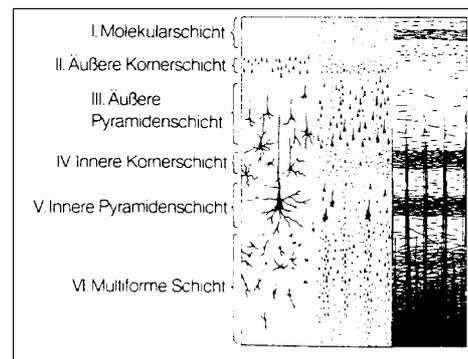


Prosencephalon

Eine Aufgabe dieses Präparats ist neben der topographischen Übersicht der Vergleich zwischen Isokortex und bereits dargestelltem Allokokortex.

Isokortex zeichnet sich durch seinen 6-schichtigen Aufbau aus (außen→ innen):

- **I Molekularschicht:**
gliazellreich, viele oberflächenparallel verlaufende Nervenfasern, nervenzellarm, Astrozyten bilden Membrana limitans gliae.
- **II Äußere Körnerschicht:**
dicht gepackte Körnerzellen, auch kleine Pyramidenzellen, Bündel horizontal verlaufender Nervenfasern sichtbar.
- **III Äußere Pyramidenschicht:**
Mittelgroße Pyramidenzellen, deren Spitzendendriten senkrecht zur Oberfläche ziehen. Neuriten ziehen als Assoziations- oder Kommissurenfasern ins Marklager.
- **IV Innere Körnerschicht:**
Viele oft sehr dicht gepackte Körnerzellen. Hier endet Hauptteil der Afferenzen, deren Fasern sich horizontal verzweigen und dadurch den äußeren Baillarger Streifen bilden (→ Gennari Streifen). Dicke der Schicht variiert in den unterschiedlichen Kortexarealen beträchtlich!
- **V Innere Pyramidenschicht:**
Große Pyramidenzellen, deren Axone mit Abstand den größten Teil des efferenten Systems der Großhirnrinde ausmachen. In Area 4 besonders groß (Betz-Riesenzellen → wesentlicher Teil der Pyramidenbahn). Innerer Baillarger Streifen durch Kollaterale aus II, III und IV.
- **VI Multiforme Schicht:**
vielgestaltige oft spindelförmige Zellen. Neuriten ziehen entweder ins Marklager oder rückläufig zur Rinde.



Vereinfacht:

Körnerzellen stellen das afferente, die Pyramidenzellen das efferente System dar.

Sensible und sensorische Kortexareale können daher als granulärer Kortex (Schichten II und IV sehr ausgeprägt), motorische Kortexareale als agranulärer Kortex (Schichten II + IV schwach, dagegen III + V stark ausgeprägt) bezeichnet werden.

KURSTAG 7

Hirnfaserung

Weißer Substanz des Telencephalons

Die weiße Substanz bildet das Marklager, das sich zwischen der Hirnrinde und den in der Tiefe liegenden Kernen erstreckt. Sie besteht aus markhaltigen Nervenfasern und Neuroglia.

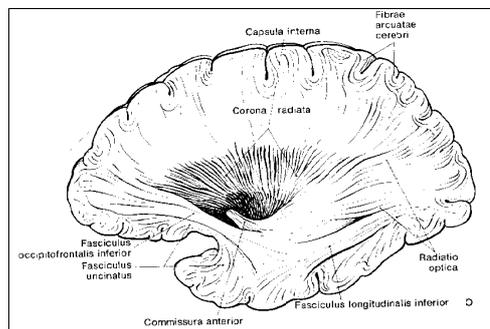
Die Nervenfasern kann man funktionell in drei Fasersysteme gliedern:

- Projektionsfasern
- Assoziationsfasern
- Kommissurenfasern

1. Projektionsfasern

Fasern des Neokortex verbinden afferent und efferent Kortextareale mit tiefer gelegenen Zentren des Hirns (Basalganglien, Thalamus, Hirnstamm) sowie dem RM.

Diese bilden fächerförmige *Corona radiata*, die an der Grenze zwischen Di- und Telencephalon in gebündelter Form in die *Capsula interna* übergeht. Ein geringer Faseranteil bildet die *Capsulae ext.* und *extrema*, diese schließen sich später den Fasern der *Capsula int. an.*



Die *Capsula interna* stellt im Horizontalschnitt einen stumpfen Winkel dar, der folgendermaßen gegliedert wird:

Crus anterius: begrenzt vom Kaudatumkopf und Nucl. lentiformis

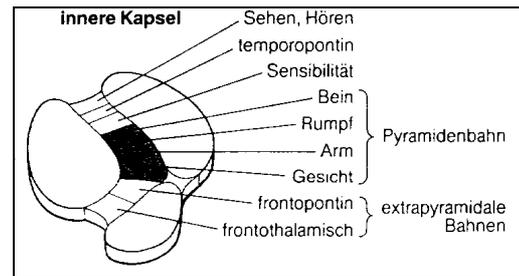
- vorderer Thalamusstiel
- Tr. frontopontinus

Genu capsulae internae: zw. beiden Crura

- Tr. corticonuclearis

Crus posterius: begrenzt vom Thalamus und Nucl. lentiformis

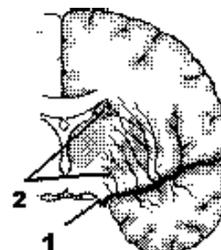
- zentraler Thalamusstiel
- Tr. corticospinalis
- Tr. corticorubralis
- Tr. corticoreticularis
- hinterer Thalamusstiel
- Sehstrahlung
- Hörstrahlung
- Tr. corticotectalis
- Tr. temporopontinus



Klinik : Die topographische Anordnung der Fasern der Capsula interna ist klinisch sehr wichtig !

Capsula interna - Syndrom

Zu einer Schädigung der Capsula interna kann es u. a. im Rahmen eines Infarktes oder einer Massenblutung im Stromgebiet der A. cerebri medialis kommen.



A. cerebri media (1) und die von ihr ausgehenden Aa. lenticulostriatas (2), die vor allem die Basalganglien und damit auch die Capsula int. versorgen.

Folgende Symptomatik resultiert:

- *kontralat. spastische Hemiparese* (nach Abklingen des spinalen Schocks) bei Läsion des Tr. corticospinalis.
- meist *kontralat. Facialis- und Hypoglossusparese*, wenn Teile der Tractus corticonucleares mitgeschädigt werden.
- *kontralat. Hemianästhesie* bei Läsion sensibler Bahnen.

Projektionsbahnen des Allokortex verlaufen von der Hippocampusformation über den Fornix zu den Corpora mamillaria. Weiterverschaltung siehe *Papez-Kreis*.

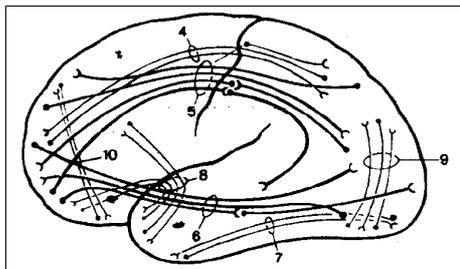
2. Assoziationsfasern

Diese verbinden **Areale derselben Hemisphäre** und ermöglichen dadurch Kommunikation verschiedener Zentren. Man unterscheidet:

- kurze Fasern (Fibrae arcuatae od. auch U-Fasern zw. benachbarten Windungen)
- lange Fasern

Lange Assoziationsfasern verbinden Hirnlappen einer Hemisphäre. Stellen regelrechte Bündel dar:

- Fasciculus longitudinalis sup. (5)
- Fasciculus frontooccipitalis arcuatus (Teil von 5, der zum Sulcus lat. zieht)
- Fasciculus longitudinalis inf. (7)
- Fasciculus frontooccipitalis inf. (6)
- Fasciculus occipitalis verticalis (9)
- Fasciculus uncinatus (8)
- Cingulum (hier nicht abgebildet, Fasern liegen unter Gyrus cinguli und folgen seinem Verlauf)



3. Kommissurenfasern

Verbinden **gleiche Rindenareale beider Hemisphären** miteinander. Dies betrifft nur assoziative und supplementäre Rindenfelder. Aufgrund der funktionellen Spaltung des Großhirns in eine musisch-nonverbale Hälfte (nicht-dominante Hemisphäre) sowie eine rational-intellektuelle Hälfte (dominante Hemisphäre) hat die Verbindung große Bedeutung. → siehe Split brain

Man unterscheidet:

- Corpus callosum
- Commissura anterior
- Commissura fornicis

Corpus callosum

Dieses stellt den größten Teil der Kommissurenfasern dar und verbindet fast alle Teile der Hemisphären miteinander. Es bildet im Marklager die Balkenstrahlung.

Im Detail hervorzuheben sind:

- *Forceps minor*: Fasern, die beide Frontallappen miteinander verbinden.
- *Forceps major*: Fasern, die beide Occipitallappen miteinander verbinden.

Im Medianschnitt sind folgende Abschnitte des Balkens von rostral nach occipital zu sehen:

- Genu corporis callosi
- Truncus corporis callosi
- Splenium corporis callosi

Commissura anterior

Besteht aus zwei Anteilen, der eine verbindet Areale des Palaeocortex, der andere Areale des Isokortex des Stirn- u. Schläfenlappens miteinander.

Commissura fornicis

Gebildet aus sich kreuzenden Fasern beider Fornixschenkel. Verbindet Areale des Archaeocortex. (Zur Orientierung siehe Abb. im Atlas)

Hinweis : Die **Commissura posterior (epithalamica)** gehört nicht zu den Kommissurenfasern des Endhirns. Sie besteht aus Fasern verschiedener Herkunft, u.a. Fasern zu den Ncll. praetectales (Pupillenreflex) und dem mesencephalen Tegmentum (vor allem Formatio reticularis).

Klinik: **Split brain** (Balkendurchtrennung)

Da Zentren des Sprachvermögens (Broca/Wernicke) auf der dominanten, meist linken, Seite lokalisiert sind, kann der Pat. nach Balkendurchtrennung Gegenstände, die mit den rechten Netzhauthälften wahrgenommen oder mit der linken Hand getastet werden, nicht mehr benennen → Verbindung zum mot. und sens. Sprachzentrum ist gekappt! Beschreibung nur durch Handbewegungen möglich!

Es tritt keine Persönlichkeitsveränderung auf. Benennung der Gegenstände, die mit rechts ertastet oder mit den linken Netzhauthälften wahrgenommen werden, ist nicht gestört.

Limbisches System

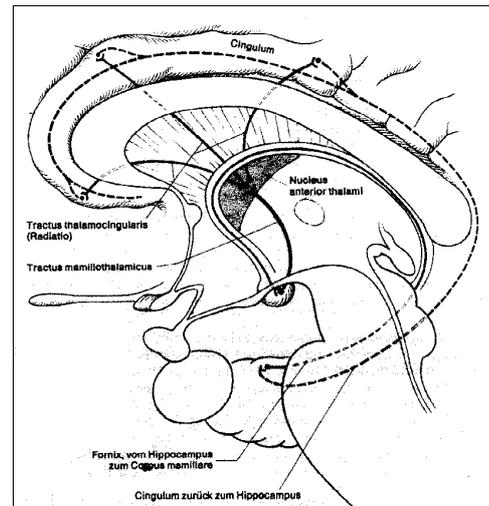
Hierbei handelt es sich um Rindenbezirke, die sich wie ein Saum um den Balken, die Basalganglien und das Diencephalon legen. Diese Bezirke sind funktionell miteinander verknüpft.

Das limbische System dient der Selbst- und Art-erhaltung, es wird als zerebraler Entstehungsort von Gefühlen, Trieben und intellektuellen Leistungen angesehen.

Folgende Strukturen werden dazugezählt:

- Hippocampusformation
- Indusium griseum
- Gyrus paraterminalis
- Gyrus cinguli
- Gyrus parahippocampalis mit Regio entorhinalis
- Corpus amygdaloideum
- Corpora mamillaria

Corpora mamillaria nehmen eine gewisse Schlüsselposition ein, da sie das limbische System mit dem Tegmentum (bes. Formatio ret.) des Mittelhirns und Rautenhirns über den Tr. mamillo-tegmentalis verbinden. Ebenso sind sie über den Tr. mamillo-thalamicus in den Papez-Kreis eingegliedert.



Papez-Kreis

- Hippocampus → Fornix → Corpora mamillare, über Tr. Mamillo-thalamicus → Ncll. ant. Thalami → Gyrus cinguli → Cingulum → Hippocampus

Klinik:

- Schädigung des Gyrus cinguli führt zu schweren Persönlichkeitsstörungen wie Abgestumpftheit und Bewegungsarmut.
- Zerstörung eines einzigen Gliedes des Papez-Kreis führt zur anterograden Amnesie.

Damit wird deutlich, daß der Papez-Neuronen-Kreis eine entscheidende Rolle bei der Entstehung des Gedächtnisses spielt !! Interessanterweise reicht schon eine einseitige Störung des Kreises aus, um die Symptome einer anterograden Amnesie zu bekommen.

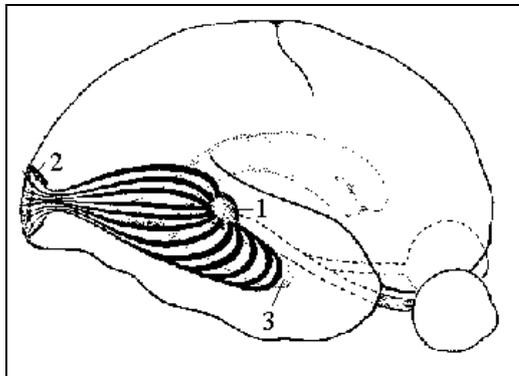
Visuelles System

1. Neuron: Zapfen und Stäbchen
2. Neuron: bipolare Schaltzellen
3. Neuron: Ganglienzellen

Neuriten der Ganglienzellen → **N.opticus**

- **Chiasma opticum**: Fasern der nasalen Netzhauthälften tauschen die Seite.
Störung ⇒ bitemporale Hemianopsie
- **Tr. opticus**: Enthält Fasern der ipsilat. Netzhauthälften beider Retinae, zieht zum CGL.
Störung ⇒ homonyme Hemianopsie
- **Corpus gen. laterale (CGL)** : Umschaltung auf 4. Neuron, Axone bilden Radiatio optica
Störung ⇒ homonyme Hemianopsie
- **Radiatio optica** (Gratiolet Sehstrahlung): zieht vom CGL zunächst frontalwärts, biegt nach occipital um und gelangt durch das Crus post. der Capsula interna in Area striata.
Störung ⇒ homonyme Hemianopsie

→ Abb. siehe Kursskript



Verlauf der Sehstrahlung. Zieht vom CGL (1) zur Area 17 (2). Beachtenswert ist, daß ein Teil der Fasern im Temporallappen um das Unterhorn (3) des Seitenventrikels herumzieht.