

Die Landmarken des klinischen MRTs und CTs

- Material zum Workshop auf der Jahrestagung der GNP in München -

PD Dr. phil. Helmut Hildebrandt
Universität Oldenburg, Psychologie
Klinikum Bremen-Ost, Neurologie

Inhalt:

- I. subkortikale Landmarken
- II. kortikale Landmarken
- III. Vaskularisierung des Gehirns
- IV. Akustisches System und Sprache
- V. Visuelles System und visuo-räumliche Aufmerksamkeit

Bitte beachten Sie, dass weitere Unterlagen zu diesem Thema auf meiner Webseite abgerufen werden können:

<http://www.psychologie.uni-oldenburg.de/helmut.hildebrandt/>

Hier finden Sie auch Diagramme mit schematischer Darstellung neuroanatomischer Zentren und ihrer Funktionen sowie Hinweise auf entsprechende theoretische Modelle.

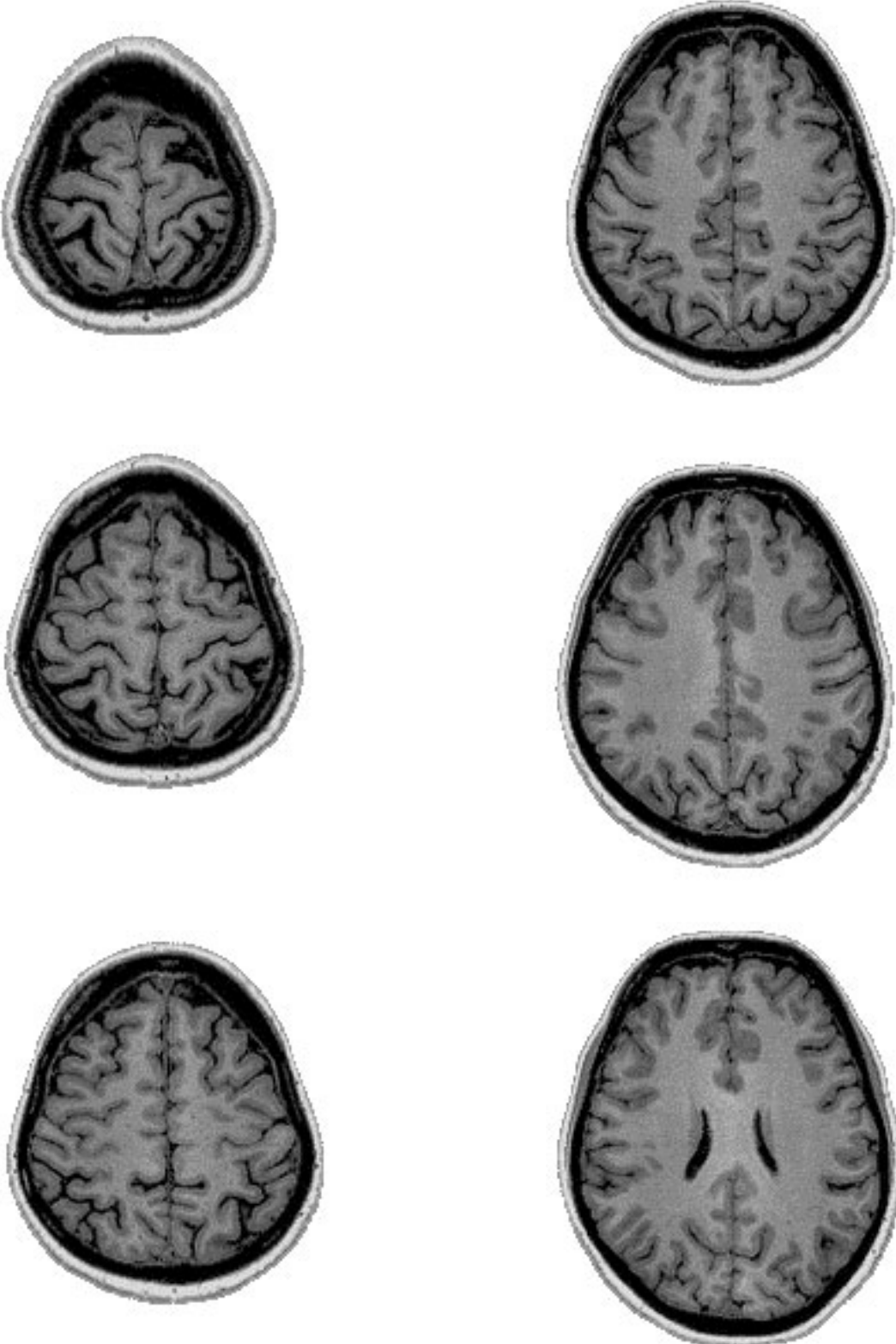
Benutzername und das notwendige Passwort werden im Rahmen der Veranstaltung bekannt gegeben.

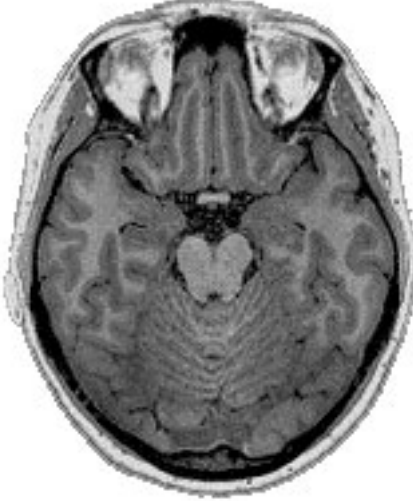
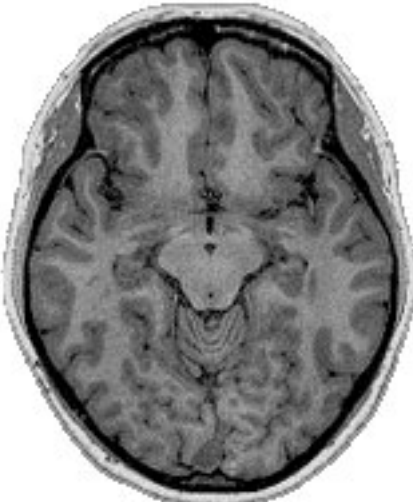
I. Subkortikale Landmarken

1. Das Auffinden von Hirnstrukturen bzw. die Lokalisation von Läsionen im klinischen MRT oder CT ist abhängig von der individuellen Gestalt des betreffenden Gehirns sowie von der Schnittführung, die durch die Neuroradiologie gewählt wurde. Beide Faktoren sind durch die Neuropsychologie nicht zu beeinflussen. Deshalb ist eine sichere Orientierung an Landmarken des Gehirns zwingende Voraussetzung für eine topisch-neuropsychologische Diagnostik.
2. Unter Landmarken des Gehirns werden solche Strukturen verstanden, die sich mit hoher Sicherheit bei jeder Form der Schnittführung bzw. bei jeder individuellen Gestaltung des Gehirns auffinden lassen [jedenfalls solange das Gehirn durch einen pathologischen Prozess (Raumforderung, Atrophie) nicht derart deformiert ist, dass eine sinnvolle Zuordnung nicht mehr möglich ist].
3. Definitionen nicht immer einheitlich gebrauchter Richtungsangaben:
dorsal: in Richtung nach oben, zum Scheitellappen
ventral: in Richtung nach vorne, stirnwärts
caudal: in Richtung nach unten, halswärts
lateral: in Richtung außen
medial: in Richtung innen
anterior: nach vorne, vorderhalb
posterior: nach hinten
4. Im folgenden sollen Landmarken aufgesucht werden, die sich bei axialer Schnittführung finden lassen, weil die axiale Schnittführung die klinisch übliche ist und beim CT praktisch ausschließlich zur Anwendung kommt.
Unter axialer Schnittführung versteht man eine solche, die in 90 Grad gegen die Richtung des Hirnstammes gerichtet ist. Neben der axialen gibt es auch eine coronare Schnittführung und eine saggitale Schnittführung. Coronare Schnitt verlaufen in 90 Grad zum motorischen Cortex (also Richtung dorsal-caudal), saggitale Schnitte parallel zum Hemisphärenspalt.
5. Das Auffinden von Landmarken in klinischen MRT und CT setzt Übung voraus. Relativ einfach lassen sich subkortikale Strukturen abgrenzen, die oft durch Umschaltzentren und durch die großen Faserverläufe des motorischen Systems definiert sind. Häufig reicht für die Groborientierung eine Orientierung an subkortikalen Strukturen
6. Gyri und Sulci der Großhirnrinde sind deutlich häufiger individueller Variation unterworfen und schon einfache Abgrenzungen, wie zwischen Parietallappen und Frontallappen sind nicht immer mit hundertprozentiger Sicherheit möglich. Trotzdem lassen sich eine Reihe von Landmarken definieren, die auch im klinischen MRT oder CT eine Groborientierung hinsichtlich der Lage von Gyri und Sulci ermöglichen.
7. Zu den relevanten subkortikalen Landmarken gehören in Richtung caudal nach dorsal: Kleinhirn, Pons, Mittelhirn mit der Vierhügelplatte, Thalamus, Capsula interna, Basalganglien, Ventrikel, Cella Media, Balken und Corona radiata.

Aufgabe:

Bitte markieren Sie auf den nächsten beiden Seiten die unter 6. genannten Strukturen!



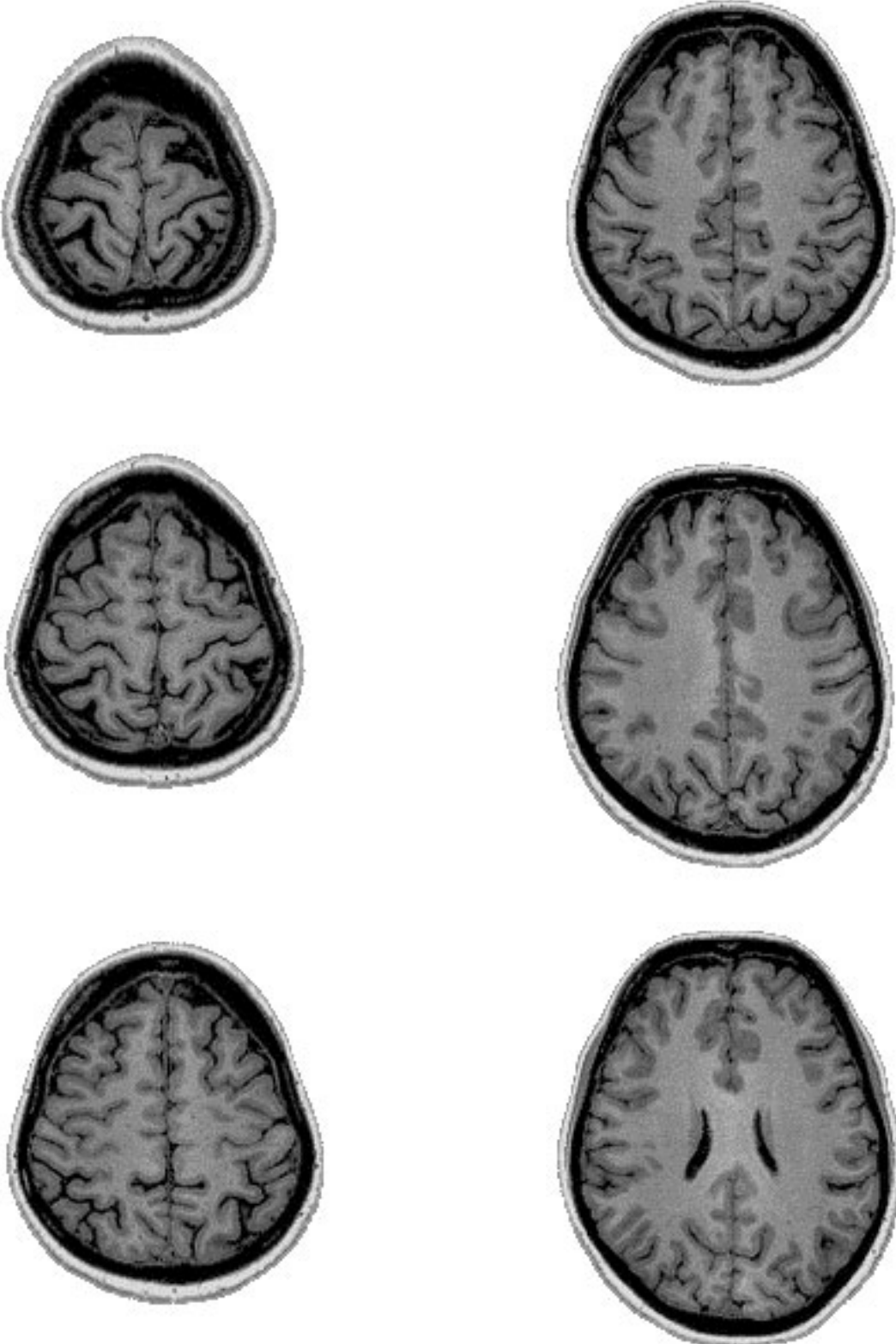


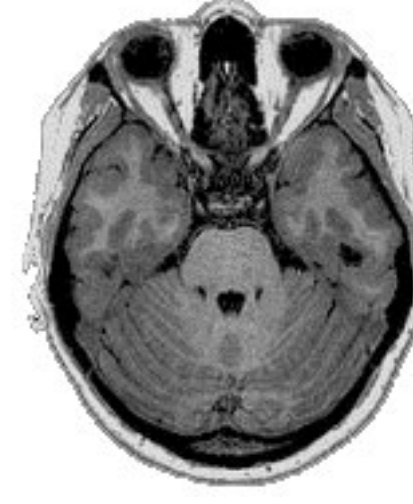
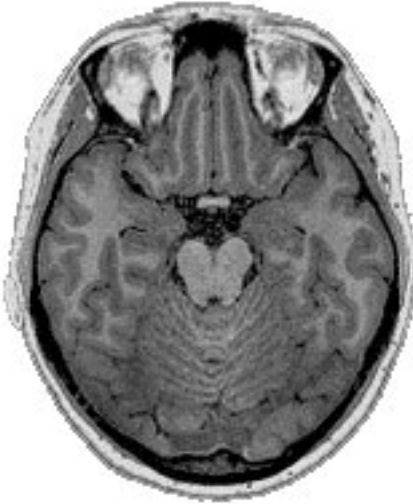
II. Kortikale Landmarken

1. Zu den relevanten kortikalen Landmarken gehören Temporalpol, Inselkortex, Okzipitalpol, Sulcus parieto-okzipitalis, Gyrus supramarginalis und Sulcus centralis
2. Den unteren Temporalpol findet man in den untersten Schichten, die noch Großhirn wiedergeben und man kann ihn dann in den darüber liegenden Schichten leicht abgrenzen.
3. Die mediale Begrenzung des Temporallappens wird durch den Inselkortex gebildet, der durch eine parallel zur Hirnrinde verlaufende Linie aufzufinden ist.
4. Der medio-basale Anteil des Temporallappens lässt sich durch die Lage des Temporalhorn des Seitenventrikels abgrenzen. Anterior der untersten Darstellung des Vorderhorns findet sich die Amygdala und der Uncus. Posterior und medial zum Temporalhorn des Seitenventrikels findet sich der Hippocampus.
5. Der Okzipitalpol ist leicht durch seine Lage im untersten Bereich eines Schnittbildes zu finden, und zwar von unten beginnend mit der Darstellung des Kleinhirnwurms (nicht des Kleinhirns!).
6. Zwischen Okzipitalpol und Splenium (hinterem Balken) bzw. zwischen Okzipitalpol und Seitenventrikel oberhalb letzten Darstellung ihrer Hinterhörner findet sich ein quer verlaufender Gyrus. Dies ist der Sulcus parieto-okzipitales.
7. Die Grenze zwischen Temporallappen und Parietallappen entläuft entlang des Gyrus supramarginalis. Dieser ist aufzufinden, wenn man in den verschiedenen Schichten das komplette Verschwinden der Darstellung des Inselkortex aufsucht.
8. Die Grenze des Parietallappen und Frontallappen werden durch den Sulcus centralis definiert. Da es zwei relativ parallel verlaufende Sulci gibt (Sulcus postcentralis und Sulcus präcentralis) ist die Lokalisation des Sulcus centralis häufig nicht einfach. Als eine Regel gilt, dass auf den Sulcus centralis kein wesentlicher anderer Sulcus in 90 Grad Richtung zuläuft. Dies erleichtert die Abgrenzung zum Sulcus präcentralis (auf den der Sulcus frontalis superior zuläuft) und damit die gesamte Lokalisation.
9. Nach medial liegt zwischen Parietallappen und Frontallappen der Gyrus cinguli. Dieser kann durch querlaufende Gyri, die auf dem Schnittbild oberhalb bzw. unterhalb der Balkenstruktur zu liegen kommen, abgegrenzt werden.

Aufgabe:

Bitte markieren Sie auf den nächsten beiden Seiten den Frontal-, Okzipital- und Temporalpol, den Inselkortex, den Sulcus centralis und postcentralis sowie Balken und Gyrus cinguli.





III. Vaskularisierung des Gehirns und Lage der Großhirnarterien

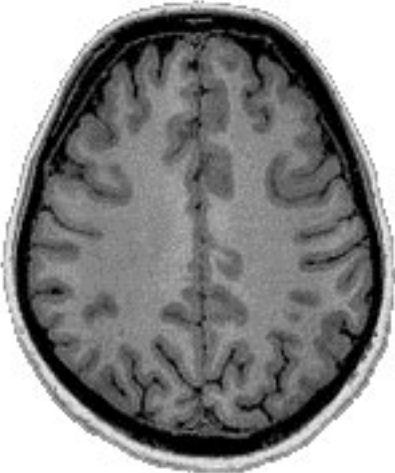
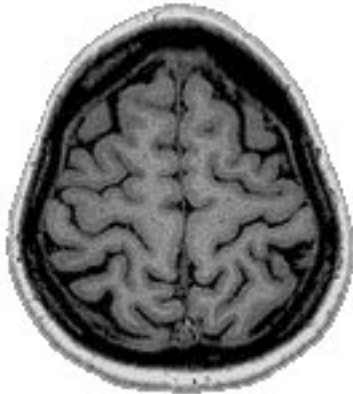
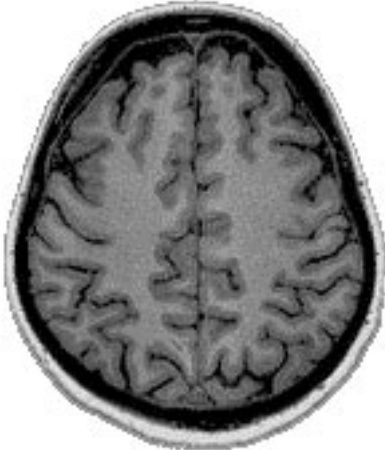
1. Wir unterscheiden den vorderen und den hinteren Vaskularisierungskreislauf
2. Der vordere Kreislauf beginnt mit der Carotis interna und umfasst die Arteria choroidea anterior, A. cerebri media und – anterior.
Der hintere Kreislauf beginnt mit den beiden Ästen der A. vertebralis und umfasst die A. basilaris und A. cerebri posterior
3. Die beiden Versorgungskreisläufe des Gehirns sind an der Hirnbasis durch kommunizierende Arterien verknüpft, so dass ein komplett geschlossener Kreislauf entsteht (Circulus arteriosus, Circulus Willisii). Die Art der Verknüpfung ist interindividuell variabel. Die den Kreislauf schließenden Arterien sind die A. communicans anterior und A. communicans posterior.
4. Von den beiden communicans Arterien gehen eine Reihe kleiner perforierender Arterien ab, die wesentliche subkortikale Strukturen versorgen (s.u.).
5. Versorgung der Großhirnhemisphären erfolgt durch alle drei großen, paarigen Hirnarterien: A. cerebri media, A.c.anterior und A.c.posterior.
6. Die A.c.media ist die weitaus größte Hirnarterie und versorgt den lateralen Anteil des Kortex.
7. Die A.c.anterior und – posterior versorgt die medialen Anteile des Kortex.
8. Für die Media unterscheidet man das
M1 Segment mit dem Verlauf in subkortikale Strukturen (lenticulostriäre Arterien -> Versorgung der Basalganglien, häufig von Infarkten betroffen) und dem Ende im Temporalpol und
Das M2 Segment mit dem Verlauf in die verschiedenen Cortexregionen.
9. Für die Anterior unterscheidet man das A1 und ein A2 Segment
Das A1 Segment wird durch den Teil vor der communicans anterior gebildet und versorgt Teile des orbitofrontalen Cortex
Die A.co.a. verbindet die beiden Äste der A.c.a. Von ihr aus gehen Äste in das basale Vorderhirn und die ventralen Basalganglien.
Das A2 Segment windet sich um den Balken, versorgt diesen, den Gyrus cinguli und die gesamte Mantelkante mit Blut.
10. Für die Posterior unterscheidet man das
P1 Segment (vor A.co.p.) für den Hypothalamus, Thalamus und hintere Capsula interna
P2 Segment (nach A.co.p.) für den lateralen Thalamus und unteren Temporallappen
P3 Segment für Plexus choroideus, Thalamus und Corona radiata
P4 Segment für Okzipitallappen
11. Der Thalamus wird aus vier Hirnarterien versorgt, die überwiegend nicht der Posterior, Media und Anterior entspringen.
12. Das in der neurologischen Literatur aufgeführte Thalamussyndrom (Hypästhesie, erhöhte Schmerzempfindlichkeit, Thalamushand) ist nur für eine dieser Arterien charakteristisch.
13. Für die Vaskularisierung des Thalamus sind verantwortlich: die A.tuberothalamica, A.thalamoperforata, A.thalamogeniculata und die A.choroidea anterior
14. Man unterscheidet Infarkte (Ischämien) nach ihren Ursachen und ihren Auswirkungen
Nach Ursachen kommen embolische, thrombotische und hämodynamische Infarkte in Frage, nach Auswirkungen mikroangiopathische, hämorrhagische, territoriale und Grenzzoneninfarkte.
15. Zu den cerebrovaskulären Erkrankungen gehört auch die Subarachnoidalblutung, die sich durch Blutablagerung in den Sulci und Interhemisphärenspalt darstellt.

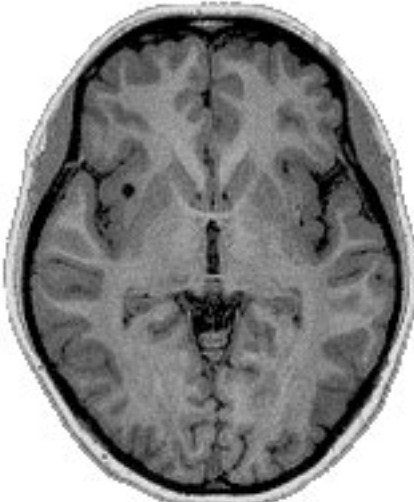
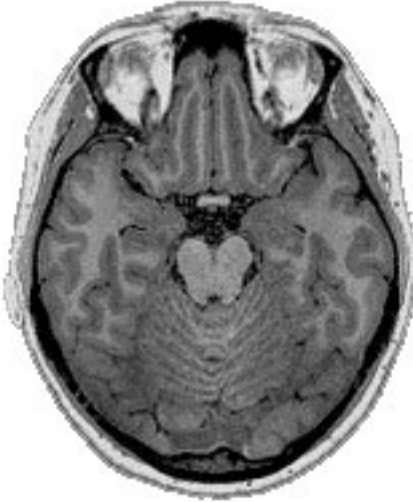
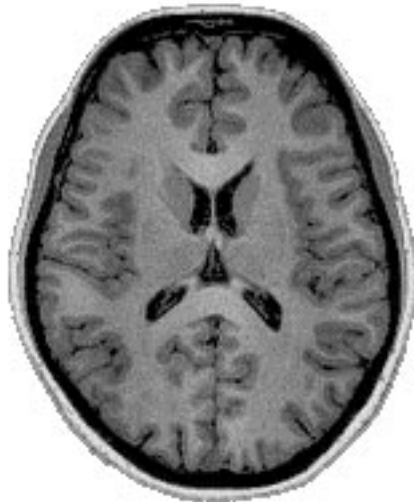
IV. Akustisches System und Sprache

1. Die akustische Information verläuft über den Nervus cochlearis zum Nucleus cochlearis und dann über mehrere Umschaltstationen im Hirnstamm zu den Colliculi inferior des Mittelhirns. Dabei verbleibt ein nicht unerheblicher Anteil der Fasern ipsilateral, so dass für das akustische System keine komplette Kreuzung der Informationsweiterleitung zu unterstellen ist.
2. Auf der Ebene des Thalamus bildet der Corpus geniculatum mediale das entscheidende Umschaltzentrum, von dem aus die Information dann in Richtung des Gyrus temporalis transversus oder Heschlscher Gyrus weiter geleitet wird.
3. Im klinischen MRT lassen sich von diesen Stationen Colliculi inferior und Corpus geniculatum mediale als subkortikale Strukturen aufsuchen.
4. Der Heschlsche Gyrus ist durch die Begrenzung des Inselkortex in den obersten Schichten definiert.
5. Sprachverarbeitung tritt dort auf, wo akustische oder visuelle Information in Phonologie und Bedeutung umgesetzt wird. Sprachproduktion wird dort relevant, wo Bedeutung oder Phonologie in motorische Engramme übersetzt wird. „Bedeutungen“ sind dagegen deutlich multilokational im Gehirn abgelagert.
6. Wir unterscheiden dafür drei Kernregionen und ein wesentliches Fasersystem: das Broca-Areal, das Wernicke-Areal, den anterioren Inselkortex und den Fasciculus arcuatus (Fasciculus longitudinalis superior).
7. Der Fasciculus arcuatus lässt sich relativ leicht durch den Verlauf des Inselkortex und des Claustrums bzw. der Capsula externa lokalisieren.
8. Zur Lokalisation des Broca-Areals bedarf es des Auffindens des Sulcus lateralis ascendens und des Sulcus diagonalis, um die herum das Broca Areal liegt. Im klinischen MRT findet sich der untere Beginn dieser Struktur dort, wo ein der Inselkortex lateral bis zur Hirnoberfläche durch einen Quersulcus unterbrochen wird. Nach oben ist das Broca-Areal durch den schwer auffindbaren Sulcus frontalis medius definiert. Im Groben gilt, dass das Broca Areal bis knapp unter die Schicht reicht, wo der Thalamus sein oberstes Ende findet.
9. Für das Wernicke Areal wird am besten die oberste Schicht aufgesucht, in der sich noch der Inselkortex darstellt. In den Schichten darunter, um den Sulcus lateralis descendens herum, liegt das Wernicke Areal (unter Beibehaltung der anterior-posterior Lokalisation).
10. Speziell für das Lesen (zentrale Dyslexie) ist die Lage des Gyrus angularis von Bedeutung. Zu seiner Lokalisation suchen wir den Gyrus supramarginalis auf (siehe oben). Hinter diesem, d.h. in Richtung okzipital, liegt der Gyrus angularis.
11. Die Lokalisation der Sprechapraxie ist etwas umstritten. Hierfür wird entweder der vordere Anteil des Inselkortex oder das motorisch-prämotorische Gesichtsareal verantwortlich gemacht. Letzteres findet sich direkt an Broca-Areal anschließend in Richtung posterior.

Aufgabe:

Bitte markieren Sie auf den nächsten zwei Seiten das Broca-, Wernicke-Areal, den Fasciculus arcuatus, die Colliculi inferior, das Corpus geniculatum mediale sowie die vordere Inselregion





V. Das visuelle System und neuronale Grundlagen der visuo-räumlichen Aufmerksamkeit

1. Die visuelle Informationsverarbeitung verläuft über den Nervus opticus, das Chiasma opticum zum Tractus opticus um dann das Corpus geniculatum laterale zu erreichen. Von da aus projiziert die Radiatio optica zum visuellen Kortex.
2. Beide Augen sind im Gegensatz zu den Ohren motorische Systeme. Die Steuerung der beiden Augen verläuft über drei Hirnnerven (Nervus oculomotorius, Nervus abducens und Nervus trochlearis). Die drei Hirnnerven müssen in ihrer Aktivität kombiniert werden, damit eine konjugierte Augenbewegung entsteht. Diese Kombination erfolgt durch Hirnstammzentren und Verschaltungen zwischen den Kerngebieten der drei Nerven.
3. Der Nervus oculomotorius entspringt dem Mittelhirn ventral von den Colliculi superior, der Nervus trochlearis entspringt der oberen und der Nervus abducens der unteren Pons.
4. Der Nervus opticus verläuft im MRT und CT entlang der caudalen Schichten des orbitofrontalen Kortex in Richtung anterior-posterior. Oftmals ist dieser nicht ganz dünne Nerv direkt im MRT und CT dargestellt.
5. Auf der Ebene des caudalen Abschnitts des Pedunculus cerebri findet sich das Chiasma opticum. Hier beginnt auch der Tractus opticus, der entlang des äußeren Gebietes des Pedunculus cerebri verläuft.
6. Kurz vor der Ausdehnung des Ventriculus lateralis als Hinterhörner bzw. auf der Ebene der Colliculi inferior und superior findet sich ventral an den Ventriculus lateralis anschließend das Corpus geniculatum laterale. Hier beginnt dann auch die Radiatio optica, die einerseits in Richtung des Temporalhorns des Ventriculus lateralis abbiegt (sog. Meyersche Schleife) oder nach lateral dorsal posterior zum visuellen Kortex projiziert. Allgemein gilt, dass der untere Teil der Sehstrahlung nach vorne zieht, der obere nach oben hinten. U.a. daraus resultiert die Möglichkeit für Quadrantenanopsien.
7. Die topische Organisation der Retina bleibt für den visuellen Kortex erhalten. Der Bereich größter neuronaler Dichte (Fovea und Parafovea) liegt im medialen Bereich des Okzipitalpols, das äußere Gesichtsfeld weiter nach ventral.
8. Für die visuelle Informationsverarbeitung unterscheiden wir einen ventralen Verarbeitungspfad mit Zielpunkt inferiorer Temporallappen und einen dorsalen Verarbeitungspfad mit Zielpunkt lateraler inferiorer Parietallappen. Letzterer wird im wesentlichen durch den Gyrus angularis und den parieto-temporalen Übergangsbereich gebildet. Für die top-down Modulation des dorsalen Pfades und damit der visuo-räumlichen Aufmerksamkeit ist weiter das frontale Augenfeld und der Fasciculus longitudinalis superior von Bedeutung
9. Den Gyrus angularis findet man posterior zum Ramus ascendens posterior des Sulcus lateralis. Um ihn aufzufinden, sucht man den oberen Abschluss des Inselkortex. In den nächst-folgenden Schichten beginnt der Gyrus angularis und zieht sich nach dorsal bis zu den Schichten oberhalb der Cella media bzw. des oberen Balkenschlusses hin (also bis dahin, wo man den Ventriculus lateralis in den obersten Schichten gerade nicht mehr sieht).
10. Das laterale frontale Augenfeld findet sich lateral zur Mantelkante vorderhalb des Sulcus präzentralis. Der Fasciculus longitudinalis verläuft im Bereich der Corona radiata lateral zum obersten Anteil des Kopf des Caudatum.
11. Der Gyrus temporalis inferior lässt sich dadurch auffinden, dass man die Schichten sucht, in denen das Kleinhirn den unteren Teil der Schichtaufnahme schließt (und

nicht mehr der visuelle Kortex). Der Gyrus temporalis inferior ist dann der Bereich der lateral parallel zum Lobus cerebellum liegt. Gyrus temporalis medius und Gyrus temporalis superior liegen dann in den oberen Teilen der sich abbildenden Temporallappenformation.

12. Hinsichtlich des ventralen Informationsverarbeitungsweges sind die frühen visuellen Felder der Gyrus lingualis, der Gyrus fusiformis sowie der laterale Okzipitallappen. In diesen Arealen liegt weiterhin eine retinotopie Organisation vor.
13. Gyrus lingualis und Gyrus fusiformis findet man in den höheren Schichten weit posterior und zwar dort, wo der visuelle Kortex beginnt, den hinteren Teil der Schichtaufnahmen einzunehmen. Sie liegen ebenfalls lateral und parallel zum sich in dieser Höhe darstellenden Kleinhirnwurm.

Aufgaben:

Markiere den Nervus opticus!

Bezeichne das Chiasma opticus?

Wo findet sich das Corpus geniculatum?

Welche Struktur liegt medial vom Tractus opticus?

Welche beiden Hauptrichtungen schlägt die Radiatio optica ein? Welche Struktur liegt medial and lateral der Meyerschen Schleife? Markiere dies in den MRT Bildern.

Welchen neuroanatomischen Grund gibt es dafür, dass Läsionen der Meyerschen Schleife zu oberen Quadrantenanopsien führen, solche der übrigen Sehstrahlung zu unteren Quadrantenanopsien?

Wo liegt der primärer visuelle Kortex in den MRT Bildern?

Wo befindet sich der Sulcus parieto-occipitalis in den MRT Bildern?

Wo befindet sich der Gyrus fusiformis in den MRT Bildern?

Welche Strukturen gehören zur visuo-räumlichen Aufmerksamkeit und wo liegen sie in den MRT-Bildern?

