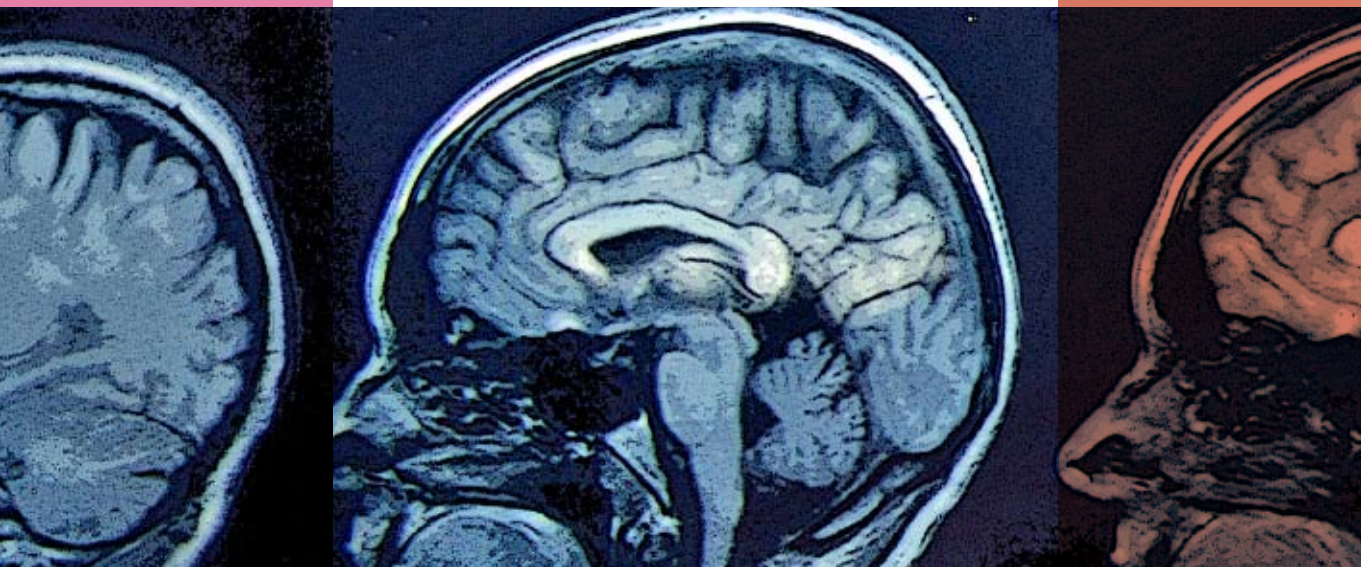


Das Gehirn von A-Z

Anatomie und Funktionen auf einen Blick
Ein Handbuch für die Praxis



Angela Frank-Scholler



Vorwort

Auf dieses Buch haben viele gewartet! Ein Nachschlagwerk für all diejenigen, die sich in der Vielfalt des zentralen Nervensystems, seiner Areale, Kerne, Trakte und funktioneller Systeme zurechtfinden und die Funktionsweise des Gehirns besser verstehen wollen.

In mehrjähriger Arbeit entstand dieses Glossar mit annähernd 900 Begriffen. Es ist von A bis Z gegliedert und ermöglicht dadurch ein rasches Nachschlagen. Kurz, knapp und auch für den Einsteiger gut verständlich werden die einzelnen Gehirnstrukturen erklärt. Neben der anatomischen Beschreibung, in welchem Gebiet die Struktur liegt und welche wichtigen Verbindungen sie hat, werden vor allem die Funktionen der einzelnen Gehirnstrukturen ganz detailliert erklärt.

Dazu habe ich Grundinformationen aus der gängigen neuroanatomischen Fachliteratur, aber auch neuere Forschungsergebnisse zusammengetragen. Die funktionellen Angaben orientieren sich am gegenwärtigen Stand der Neurowissenschaften, wohl wissend, dass nicht immer alle Autoren übereinstimmend die gleiche Ansicht vertreten und dass sich die Neurowissenschaft in einem rasanten Entwicklungsprozess befindet. Deshalb könnten aktuelle Aussagen in einiger Zeit eventuell schon überholt sein.

Zum Schluss noch eine Aufforderung an die Leser: Ich habe versucht, die vielen, zum Teil auch unterschiedlichen Informationen korrekt zusammenzutragen. Trotzdem könnten sich Fehler eingeschlichen haben. Wenn Sie Fehler entdecken oder weitere Anregungen haben, teilen Sie mir das bitte mit.

Elchingen, September 2009

Angela Frank-Scholler

Benutzerhinweise

Dieses Glossar entstand im Rahmen meiner Tätigkeit als begleitende Kinesiologin, LEAP-Practitionerin und Sonderschullehrerin.

Kinesiologische Neuroedukation und kinesiologisches Gehirncoaching sind moderne kinesiologische Verfahren, die sich in den letzten Jahren enorm weiterentwickelt haben. Sie bauen auf den Erkenntnissen der neurowissenschaftlichen Forschung auf und setzen diese Forschungsergebnisse in praktische Verfahren und Balancen um. Das erfordert vom Anwender detaillierte Kenntnisse über die Funktionsweise des Gehirns, seiner einzelnen Strukturen, deren Vernetzung und seiner biochemischen Prozesse.

Das vorliegende Glossar stellt nicht nur ein Nachschlagwerk dar, sondern auch ein Arbeitsbuch für erfahrene Kinesiologen, die mit Hugo Tobars Brain-Hologramm oder anderen kinesiologischen Methoden, wie der LEAP-Gehirnintegration oder der Neuro-Meridian-Kinestetik, arbeiten.

Es verbindet aktuelle neurowissenschaftliche Information über das Gehirn mit der kinesiologischen Arbeit durch Formate und Akupunkturpunkte. Fast 900 Begriffe sind anatomisch und funktional beschrieben. Der erfahrene Anwender setzt das ihm bekannte Format ein, wobei das Buch so vorbereitet ist, dass nur noch die entsprechenden Akupunkturpunkte einzufügen sind.

Ammonshorn

Hippocampus proper

oder Cornu ammonis (CA) stellt die innere Struktur des Hippocampus dar. Zusammen mit dem Gyrus dentatus und dem Subiculum bildet es die Hippocampusformation. Aufgrund der unterschiedlichen Gewebestruktur kann man im Ammonshorn die vier Regionen CA1, CA2, CA3 und CA4 unterscheiden. Das Ammonshorn bekommt Afferenzen aus dem entorhinalen Kortex (BA 28). Diese gelangen über den Tr. perforans zunächst ins Feld CA3 und werden dort zu CA1 umgeschaltet. Von CA1 gibt es einen direkten Output, der wieder zurück ins Subiculum zieht.

Im Ammonshorn findet die so genannte Langzeitpotenzierung (LTP) statt, die als Grundlage aller Lern- und Gedächtnisprozesse gilt.¹⁴

Amygdala

oder Corpus amygdaloideum bzw. Mandelkern ist ein großer Kernkomplex des limbischen Systems. Sie hat keine einheitliche Struktur, sondern setzt sich aus verschiedenen Kernen zusammen: dem Ncl. corticalis, Ncl. anterior, Ncl. lateralis, Ncl. centralis, Ncl. medialis und Ncl. basalis.

Die Amygdala wird in die erweiterte mediale, erweiterte zentrale und in die kortikobasolaterale Amygdala eingeteilt. Sie hat intensive doppelläufige Verbindungen zum Neokortex, zum basalen Vorderhirn, zum Hypothalamus, zum Thalamus, zu den anderen Strukturen des limbischen Systems, zum Cerebellum und zu vielen Teilen des Hirnstamms.

Die wichtigste efferente Bahn der Amygdala bildet die Stria terminalis, die auch zur erweiterten Amygdala gehört.

Die Amygdala steuert emotionale Prozesse, insbesondere unsere Überlebensemotionen (Wut, Angst, Panik, Furcht, Lust) und löst die Kampf-Flucht-Reaktion aus (Aktivierung des Sympathikus, Anstieg des Blutdrucks, der Atem- und Herzfrequenz, veränderte Pupillen, etc.). Dazu bekommt die Amygdala ständig sensorische Informationen von Thalamus und Kortex. Sie erkennt nur schemenhaft, worum es sich handelt, überprüft sofort die emotionale Bedeutung des Wahrgenommenen und aktiviert viszerale und autonome Reaktionen. Durch dieses emotionale Gedächtnis, das sehr stark durch Angst aktiviert wird, erkennt die Amygdala eine Gefahr für unser Überleben sofort, noch bevor das Objekt auf kortikaler Ebene exakt erkannt wurde.

Als Teil des basolateral- limbischen Systems speichert die Amygdala emotional eingefärbte Informationen. Sie hat deshalb eine äußerst wichtige Rolle bei emotionalen Gedächtnisprozessen.

Limisches System

Limisches System

Hier kommt es zu einer bewussten Wahrnehmung von Temperatur- und Schmerzreizen, von leichtem Druck auf der Hautoberfläche und von tiefen Stimuli, wie Vibration und Lageempfindung. BA 3 wird in 3a und 3b unterteilt. 3a, der vordere Teil, reagiert auf tiefen Druck (Haut und Muskelspindeln), im Gegensatz zu 3b, dem hinteren Teil, der auf Oberflächenstimuli, Schmerz und Temperatur reagiert. Von verschiedenen Autoren wird das Gebiet BA 3a auch dem primär motorischen bzw. primär vestibulären Kortex zugeordnet.¹⁸

Kortex

Brodmann-Areal (BA) 4

Brodmann's area 4

liegt im Frontallappen direkt vor der Zentralfurche (Sulcus centralis) auf dem Gyrus precentralis. Es stellt den primär motorischen Kortex dar. Die gegenüberliegende Körperseite wird somatotop abgebildet, wobei die Gebiete von Hand-, Gesichts- und Sprechmuskulatur besonders viel Platz einnehmen (vgl. motorischer Humunculus). BA 4 bekommt Afferenzen aus dem somatosensorischen Kortex, von den anderen prämotorischen Arealen und vom Ncl. ventralis anterior (VA) des Thalamus.

*Der primär motorische Kortex steuert komplexe Bewegungen und dabei besonders die der Hände und Finger. Die 5. Schicht hat viele große Pyramidenzellen. Aus ihren langen Axonen bildet sich die Pyramidenbahn, die kontralateral und ohne Umschaltung über den Hirnstamm ins Rückenmark zieht und erst dort auf Motoneurone umgeschaltet wird. BA 4 wird deshalb auch als Ursprungsgebiet der Willkürmotorik bezeichnet. Eine Schädigung hat zunächst eine schlaffe Lähmung der gegenüberliegenden Seite zur Folge. Aufgrund der fehlenden kortikalen Hemmung kommt es anschließend zu einer spastischen Lähmung.*¹⁹

Kortex

Brodmann-Areal (BA) 5

Brodmann's area 5

oder sekundär somatosensorischer Kortex (S II) liegt im Parietallappen und ist ein somatosensorisches Assoziationsareal (Hautoberfläche, Tiefenwahrnehmung, Schmerz, Temperatur). Es enthält eine Körperkarte und ist mit allen Bereichen des primär somatosensorischen Kortex verknüpft.

*Hier ist das innere Bild, das wir von unserem Körper haben, repräsentiert. BA 5 ist aktiv, wenn Dinge durch Tasten erkannt werden. Es bildet zusammen mit BA 7 und 40 den posterior-parietalen Assoziationskortex. Dieser Assoziationskortex integriert somatosensorische mit visuellen, akustischen und vestibulären Informationen und ermöglicht auf diese Weise, Gegenstände im Raum zu lokalisieren. Diese Raumwahrnehmung ist die Grundlage für gezielte Augen-, Hand- und Ganzkörperbewegungen.*²⁰

Brodmann-Areal (BA) 6

Brodmann's area 6

liegt im Frontallappen und beinhaltet das prämotorische Areal (lateralen Teil des Areals 6) und das supplementärmotorische Areal (medialer Teil des Areals 6).

Zusammen mit BA 24 werden beide Gebiete auch als sekundär motorische Region bezeichnet. Einige Autoren ordnen beim Menschen das frontale Augenfeld dem lateralen vorderen Brodmann-Areal 6 zu, das im Affenkortex der Area 8 entspricht. BA 6 hat Input vom Ncl. ventralis anterior (VA) und vom Ncl. ventralis lateralis (VL) des Thalamus.

BA 6, BA 4 und der cinguläre motorische Kortex (BA 24) werden zusammen mit den Basalganglien und dem Cerebellum aktiv, wenn ein Bewegungsablauf geplant, initiiert und durchgeführt wird.

BA 6 speichert dabei Handlungspläne und Strategien, ruft motorische Gedächtnisinhalte und die aufeinanderfolgenden Bewegungssequenzen ab und ermöglicht so eine laufende Optimierung der Bewegungsabläufe.

BA 6 projiziert direkt zu BA 4. Der prämotorische Kortex ist somatotop gegliedert und regelt das Zusammenspiel vieler Muskeln bei komplexen Bewegungsabläufen. Er steuert dabei hauptsächlich die proximale Muskulatur (Schulter, Hüfte) und den Rumpf und damit Körperhaltung sowie Fortbewegung. Er ist auch an feinmotorischen Handlungen beteiligt, wie präzisen Greif- und Zielbewegungen. Der laterale Teil des prämotorischen Kortex reagiert auf sensorische Informationen mit der angemessenen Bewegungsform und steuert z.B. visuell geführte Bewegungen.

Das supplementär motorische Areal (SMA) ist an der Planung und Einleitung komplexer Bewegungen beteiligt. Dabei ist es besonders bei der Bewegungsvorbereitung aktiv und hilft, eine gedachte Bewegung in eine real ausgeführte umzusetzen. Darüber hinaus ist das SMA an der Koordination beidhändiger Bewegungen beteiligt. Es grenzt direkt an den motorischen Gyrus cinguli (BA 24).

In verschiedenen Untersuchungen wurde festgestellt, dass der laterale Teil des Brodmann-Areals 6 auch beim Kopfrechnen aktiv ist. Das bedeutet, dass dieses Gebiet nicht nur bei der Verkettung motorischer, sondern auch nichtmotorischer symbolischer Gesetzmäßigkeiten aktiv ist.²¹

Kortex

Brodmann-Areal (BA) 7

Brodmann's area 7

liegt im Parietallappen und ist ein visuelles und somatosensorisches Assoziationsareal. Es bildet zusammen mit BA 5 und BA 40 den posterior-parietalen Assoziationskortex. Das Areal 7 wird in 7a und 7b unterteilt.

Kortex

Limbisches System	<p>Commissura anterior Anterior commissure oder vordere Kommissur ist ein kleines Bündel von Kommissurfasern. Hier kreuzen die Fasern des Riechhirns, des Amygdala-Komplexes und des inferioren Temporallappens zur Gegenseite. <i>Sie ist an der Geruchs- und Emotionsverarbeitung beteiligt.²⁷</i></p>
Mittelhirn	<p>Commissura colliculi inferiores Commissure of inferior colliculus verbindet die beiden Colliculi inferiores miteinander. So gelangen die Hörinformationen auch auf dieser Ebene zur gegenüberliegenden Seite. <i>Diese beidseitige Weiterleitung gewährleistet, dass jede Hemisphäre Informationen von beiden Ohren erhält.²⁸</i></p>
Mittelhirn	<p>Commissura colliculi superiores Commissure of superior colliculus verbindet beide Colliculi superiores miteinander. <i>Sie ist an der Steuerung okulomotorischer Reflexe und Sakkaden beteiligt.²⁸</i></p>
Mittelhirn	<p>Commissura epithalamica Posterior epithalamic commissure wird auch Commissura posterior genannt. Hier kreuzen Fasern aus dem mesenzephalen Tegmentum, aus der Area pretectalis und von den Colliculi superiores zur gegenüberliegenden Seite. <i>Sie ist an der Steuerung vertikaler Augenbewegungen und an der Pupillenreaktion beteiligt. Da die Fasern in der Commissura posterior kreuzen, verengen sich beide Pupillen gleichzeitig, auch wenn nur auf eine Pupille Licht trifft.²⁹</i></p>
Limbisches System	<p>Commissura fornicis Commissure of the fornix ist eine Verbindungsplatte zwischen dem rechten und linken Fornix, die unterhalb des Corpus callosum verläuft. Hier kreuzen einige hippocampale Efferenzen zur gegenüberliegenden Seite. <i>Über die Commissura fornicis werden vermutlich die Aktivitäten des rechten Hippocampus (visuell-räumlich) und des linken Hippocampus (auditiv) aufeinander abgestimmt.³⁰</i></p>
Diencephalon	<p>Commissura habenulae Habenular commissure verbindet die beiden Ncll. habenulae miteinander und bildet zusammen mit ihnen die Habenula. <i>In der Habenula werden olfaktorische Informationen aus der Riechrinde zu vegetativen Kernen des Hirnstamms umgeschaltet. So können Geruchswahrnehmungen in Form von Brechreiz oder Speichelfluss Einfluss auf die Nahrungsaufnahme nehmen.³¹</i></p>

Rückenmark

Dorsolaterale Kerngruppe des Rückenmarks***Dorsolateral nucleus of spinal cord***

oder Ncl. dorsolateralis ist eine Zellsäule im Vorderhorn der grauen Substanz des Rückenmarks, der Columna ventralis. Er gehört zur lateralen Zellgruppe innerhalb der Columna ventralis und erstreckt sich von C5 bis Th1 und von L2 bis S2.

Das Vorderhorn ist somatotop gegliedert. Die Motoneurone des Ncl. dorsolateralis innervieren die Muskulatur von Unterarm und Hand.⁷

Kortex

Dorsolateraler präfrontaler Kortex (DLPFC)***Dorsolateral prefrontal cortex***

wird von den Brodmann-Arealen 9, 46 und Teilen des Areals 8 gebildet. Er ist Teil eines großen Netzwerks und bekommt Afferenzen aus fast allen kortikalen, aber auch aus subkortikalen Gebieten, wie Hippocampus, Amygdala, Gyrus cinguli, Thalamus, Formatio reticularis und basalem Vorderhirn.

Er ist Teil des Arbeitsgedächtnisses und für die zielorientierte Planung von Verhalten und Handlungen zuständig. Er sorgt dafür, dass am Anfang vorgegebene Regeln auch im Verlauf des Prozesses weiter beachtet werden. Dazu hat der DLPFC Verbindungen zu fast allen Bereichen des Gehirns und beeinflusst diese im Sinne einer Exekutive.

Nach dem derzeit gängigen Erklärungsmodell nutzt der DLPFC für das Arbeitsgedächtnis unterschiedliche Systeme. Das verbale Arbeitsgedächtnis (phonologische Schleife, wiederholtes Aufsagen) ist hauptsächlich in der linken Großhirnrinde, das visuell-räumliche eher in der rechten repräsentiert.

Neue Studien lassen jedoch vermuten, dass das Arbeitsgedächtnis nicht nur dem DLPFC zuzuordnen ist. Untersuchungen zeigen, dass auch die Hirnareale am Arbeitsgedächtnis beteiligt sind, die die entsprechenden Wahrnehmungen üblicherweise verarbeiten.

Durch seine gezielte Aufmerksamkeitssteuerung käme dem DLPFC dann bei Leistungen des Arbeitsgedächtnisses eher eine Filterrolle zu.

Im DLPFC enden dopaminerge Fasern aus der Area ventralis tegmentalis (VTA) und führen über erfolgreiches Lernen zu einer Verstärkung und damit zu erhöhter Motivation.

Er ist an höheren Intelligenzleistungen, wie Analogie-Bildungen, beteiligt. Der DLPFC ist besonders dann aktiv, wenn neue Fakten ohne Vorwissen und entsprechendem Gedächtnisbezug gelernt werden. Er kontrolliert und sorgt für die Aufrechterhaltung selektiver Aufmerksamkeit, trotz ablenkender Faktoren, auch über einen längeren Zeitraum hinweg.

Bei depressiven Menschen zeigen der linke DLPFC, der Gyrus cinguli anterior und der linke Gyrus angularis weniger Aktivität.⁸

Formatio reticularis

Reticular formation

ist ein großes Zellnetz, das in der Mitte des Hirnstamms liegt und sich über Medulla oblongata, Pons und Mittelhirn ausbreitet. Die Formatio reticularis bekommt Afferenzen aus allen Sinneskanälen. Sie hat Einfluss auf Motorik, Kreislauf, Atmung, Schlaf, Wachheit, Aufmerksamkeit, Bewusstsein und einfache Reflexe, wie Schlucken und Erbrechen. Bei einer Schädigung der oberen Formatio reticularis kommt es zum Verlust des Bewusstseins bzw. zum Koma.

Innerhalb der Formatio reticularis werden 3 Längszonen unterschieden, die starke Verbindungen untereinander haben:⁴⁵

Die mediane oder paramediane Zone

besteht hauptsächlich aus den Raphekernen (Ncl. raphes pallidus, Ncl. raphes obscurus, Ncl. raphes magnus, Ncl. raphes pontis, Ncl. raphes centralis superior, Ncl. raphes dorsalis). Sie produzieren den Neurotransmitter Serotonin und innervieren damit das gesamte Nervensystem. Die Raphekerne bekommen Afferenzen aus verschiedenen Gebieten, auch aus dem limbischen System und aus dem basalen Vorderhirn. Sie haben doppeläufige Verbindungen zum Hypothalamus, zum Kleinhirn und zu den noradrenergen Zellgruppen der Formatio reticularis.

Die Raphekerne wirken modulierend auf die Befindlichkeit und das Verhalten. Sie sind an der Steuerung von Schlaf, Wachheit, Körpertemperatur und Sexualverhalten beteiligt.⁴⁶

Die mediale Zone der Formatio reticularis

definiert sich durch ihre großzelligen Kerne (Ncl. reticularis gigantocellularis, Ncl. reticularis pontis caudalis, Ncl. reticularis pontis oralis, Ncl. cuneiformis, Ncl. subcuneiformis). Sie bekommt Informationen von den sensorischen Hirnnervenkernen über alle Sinneswahrnehmungen. Weitere Afferenzen kommen aus dem Rückenmark über den Tr. spinoreticularis, aus dem Kleinhirn, aus dem limbischen System, vom Hypothalamus und aus dem prämotorischen Kortex (BA 6). Die absteigenden Bahnen der medialen Gruppe ziehen im Tr. reticulospinalis ins Rückenmark und zu den Hirnnervenkernen. Von den Kernen der medialen Gruppe ziehen aufsteigende efferente Bahnen ins basale Vorderhirn, ins limbische System und über die intralaminaren Kerne des Thalamus direkt in den Kortex.

Diese Bahnen sind Teil des aufsteigenden aktivierenden retikulären Systems (ARAS) und haben Einfluss auf Bewusstsein, Wachheit und den allgemeinen Aktivitätszustand des Gehirns. Die mediale Zone hat motorische, sensorische und zum Teil auch schmerzmodulierende Funktion. Die paramediane pontine

Mittelhirn
Pons
Medulla oblongata

Mittelhirn
Pons
Medulla oblongata

Mittelhirn
Pons
Medulla oblongata

Hirnnerv II (N. opticus)**Optic nerve**

ist ein rein sensorischer Nerv, der Sehinformationen von der Retina zur Sehbahnkreuzung (Chiasma opticum) führt.

Im Chiasma opticum kreuzt ein Teil der Fasern zur Gegenseite. Gekreuzte und ungekreuzte Fasern ziehen als Tractus opticus weiter zum seitlichen Kniehöcker des Thalamus (Corpus geniculatum laterale).¹⁰

Hirnnerv III (N. oculomotorius)**Oculomotor nerve**

ist ein somato- und viszeromotorischer Nerv, der verschiedene Augenbewegungen und die Pupillenverengung steuert.

Der somatomotorische Anteil beginnt im Ncl. n. oculomotorii und innerviert den Lidheber (M. levator palpebrae superioris) und vier der sechs äußeren Augenmuskeln:

M. rectus medialis,

der die horizontale Bewegung des Augapfels zur Nase hin ermöglicht;

M. rectus superior,

der die Blickbewegung nach oben und nach oben innen ermöglicht;

M. rectus inferior,

der die Blickbewegung nach unten und nach unten innen ermöglicht;

M. obliquus inferior,

der die Außenrotation des Auges und die Blickbewegung nach oben außen ermöglicht.

Der viszeromotorische Anteil des N. oculomotorius mit den parasympathischen Fasern beginnt im Ncl. accessorius n. oculomotorii, der auch Ncl. Edinger-Westphal genannt wird. Im Ganglion ciliare werden die Nervenfasern zu den beiden inneren Augenmuskeln umgeschaltet, wodurch es zu einer Bewegungsaktivierung kommt.

M. ciliaris oder Ziliarmuskel, der die Akkomodation des Auges ermöglicht;

M. sphinkter pupillae,

der für die Pupillenverengung sorgt.¹¹

Hirnnerv IV (N. trochlearis)**Trochlear nerve**

ist ein somatomotorischer Nerv, der den M. obliquus superior, einen äußeren Augenmuskel, innerviert.

Kapsel***Capsule***

oder Capsula führt Projektionsfasern, die den Kortex mit darunterliegenden Gehirnarealen verbinden. Man unterscheidet die Capsula interna, externa und extrema.¹

Vgl. Capsula interna, externa und extrema.

Kleinhirn***Cerebellum***

Das Kleinhirn kontrolliert die Haltemotorik. Es integriert und koordiniert die Feinabstimmung der Körperbewegungen und reguliert den Muskeltonus. Dazu vergleicht es die Efferenzkopie mit der Reafferenz, d.h. die tatsächliche Bewegung mit der beabsichtigten, und korrigiert diese. Diese sensomotorischen Prozesse werden hauptsächlich im Lobus cerebelli anterior, besonders im Lobulus quadrangularis anterior, verarbeitet.

Das Kleinhirn spielt auch beim impliziten Lernen bzw. prozeduralen Gedächtnis eine wichtige Rolle. Zusammen mit den Basalganglien sorgt es für automatisierte Bewegungsabläufe, wie z.B. korrekte Fingerbewegungen beim Klavierspielen. Neben seiner Bedeutung für die Motrik ist das Cerebellum auch an der Verarbeitung komplexer kognitiver Operationen, an der Sprachverarbeitung, am verbalen Arbeitsgedächtnis, an visuell-räumlichen Funktionen, an der Exekutivfunktion, am Verhalten und an der Affektregulation beteiligt. Diese kognitiven und emotionalen Prozesse werden vorwiegend im hinteren Kleinhirn, besonders im Lobulus quadrangularis (H VI), in den Lobuli semilunares (H VII A, B) und im Lobulus gracilis (H VII B), verarbeitet. Durch seine Verbindungen zu limbischen Strukturen und kortikalen Assoziationsarealen nimmt das Kleinhirn regulierend und modulierend Einfluss auf deren Verarbeitungsprozesse.

Kleinhirnschädigungen führen vor allem zu Ataxie und Störungen gezielter Willkür- und Greifbewegungen. Sie können aber auch zu Defiziten in den oben beschriebenen kognitiven, affektiven, sprachlichen oder räumlich-visuellen Fähigkeiten führen.

Das Kleinhirn besteht in der Mitte aus dem Kleinhirnwurm (Vermis) und den beiden, rechts und links davon liegenden, Kleinhirnhemisphären (Kortex cerebelli). Alle Bahnen vom und zum Cerebellum verlaufen in den drei Kleinhirnstielen, dem Pedunculus cerebellaris inferior, medius und superior.

Das Cerebellum setzt sich aus drei Schichten zusammen. Affferente Fasern erreichen das Kleinhirn über die präcerebellaren

Pons

lamus. Er bekommt Afferenzen aus der Amygdala, vom Hippocampus und von anderen Kernen des Hypothalamus und des Hirnstamms. Seine Efferenzen ziehen u.a. zu Amygdala, Ncl. interstitialis (BNST), anderen hypothalamischen Kernen, PAG, Locus coeruleus und Area tegmentalis ventralis.

Der Ncl. ventromedialis hypothalami wird auch als „Sättigungszentrum“ bezeichnet und spielt eine wichtige Rolle bei der Steuerung des Essverhaltens. Eine Schädigung führt zu Esssucht und Fettleibigkeit. Darüber hinaus ist der Ncl. ventromedialis an der Regulation des Angriffsverhaltens und der Kampfeslust beteiligt. Verletzungen haben starke Wutreaktionen zur Folge. Er ist auch an der Steuerung des weiblichen Sexualverhaltens beteiligt, indem er, beeinflusst durch Östrogen, die Bereitschaft zu sexueller Aktivität erhöht.²⁰³

Nuclei vestibulares

Vestibular nuclei

sind Umschaltstationen efferenter Fasern der Gleichgewichtsorgane. Diese Informationen der Bogengänge, des Sacculus und des Utriculus gelangen über den N. vestibularis zu den Vestibulariskernen. Neben Gleichgewichtsinformationen erreichen sie auch propriozeptive und optische Reize. Ihre Efferenzen ziehen zu Thalamus und Kortex, hauptsächlich aber zu unbewussten Gebieten, wie Cerebellum, Rückenmark, Formatio reticularis und Augenmuskelkernen.

Die Ncll. vestibulares haben eine wichtige Funktion bei der Steuerung des Gleichgewichts und des aufrechten Gangs, bei Ausgleichsbewegungen und bei der Anpassung der Augenbewegungen an die Körperbewegungen (VOR).²⁰⁴

Ncl. vestibularis inferior (caudalis)

Inferior vestibular nucleus

bekommt Afferenzen von Sacculus, Utriculus und aus den Cristae ampullares der Bogengänge. Seine efferenten Fasern ziehen über den Tr. vestibulocerebellaris ins Vestibulocerebellum.

Dadurch übt er einen tonisierenden Einfluss auf die Muskulatur aus. Durch seine Efferenzen zu den Augenmuskelkernen, dem Ncl. n. oculomotorii und dem Ncl. n. trochlearis, nimmt der Ncl. vestibularis inferior Einfluss auf die Anpassung der Augenbewegungen an die Körperbewegung (VOR).²⁰⁵

Ncl. vestibularis lateralis

Lateral vestibular nucleus

ist der Ursprung des Tr. vestibulospinalis lateralis. Die meisten Afferenzen bekommt er vom Kleinhirnwurm (Vermis). Damit ist er, neben den anderen Kleinhirnkernen, eine wichtige Ausgangsstation des Cerebellums. Wenige Afferenzen bekommt er von den Gleichgewichtsorganen Sacculus, Utriculus und Bogengängen.

Pons
Medulla oblongata

Pons
Medulla oblongata

Pons

PAG

oder periaquäduktales Grau wird auch Substantia grisea periaqueductalis oder zentrales Höhlengrau genannt. Es ist eine Ansammlung grauer Substanz, die den Aquaeductus mesenzephalii umgibt und eine wichtige Mittelhirnstruktur darstellt.

Das periaquäduktale Grau bekommt Afferenzen aus fast allen Bereichen des Gehirns. Besonders viele Fasern ziehen von vorderem und insulärem Kortex, Gyrus cinguli anterior, Thalamus, Amygdala, Septum, BNST und Hypothalamus zum PAG. Weitere Verbindungen bestehen zu den Kernen des Hirnstamms, besonders zur Formatio reticularis und ins Rückenmark. Die Efferenzen des PAG entsprechen weitgehend seinen Afferenzen. Deshalb ziehen viele efferente Fasern zu Thalamus, frontalem Kortex, Hypothalamus, Septum, Amygdala und Ncl. interstitialis (BNST). Weitere aufsteigende Efferenzen ziehen ins Tegmentum zur Area tegmentalis (VTA) und absteigende zur Formatio reticularis und in die intermediolaterale Zone des Rückenmarks.

Das periaquäduktale Grau ist an der Steuerung verschiedener Verhaltensweisen beteiligt, besonders auch dann, wenn es um das Überleben und um Überlebensemotionen geht. Dazu integriert es sensorische, motorische, autonome und emotionale Informationen.

Nach Panksepp ist das PAG an allen Basisemotionen beteiligt, wie Motivation und Erwartung, Wut, Angst, Lust, Fürsorge, Panik und Freude. Über starke Verbindungen zum limbischen System moduliert es Angst-, Flucht- und Abwehrreaktionen. Es steuert den physiologischen Ausdruck der Basisemotionen, wie Erstarren, Wutreaktion oder Kampfverhalten, und sorgt dabei für die entsprechenden vegetativen Reaktionen.

Beim Sexualverhalten ist das PAG an der Steuerung von Bewegungen und Haltungen, wie dem Lordosereflex, beteiligt. Absteigende Bahnen sind Teil des Schmerzkontrollsystems und ermöglichen eine Schmerzunterdrückung. Das PAG spielt beim stimmlichen Ausdrücken von Emotionen eine Rolle, wie Stöhnen, Klagen, etc. Darüber hinaus ist das periaquäduktale Grau ein wichtiges vegetatives Integrationszentrum, das verschiedene Hirnnervenkerne koordiniert und an der Wärmeregulation, an kardiovaskulären Funktionen, an der Blasenkontrolle und an der Hormonfreisetzung beteiligt ist.¹

Paleokortex

gehört mit seinem dreischichtigen Aufbau zum Allokortex und ist der älteste Rindenbezirk des Endhirns. Er bildet zusammen mit dem Bulbus olfactorius und dem Tr. olfactorius das so genannte Riechhirn.

Er umfasst das Tuberculum olfactorium, die Area prepiriformis, die Regio periamygdalaris, das Septum, das diagonale Band von Broca und die Regio entorhinalis.²

Mittelhirn
Pons

Limbischer Kortex

Kortex
↓
Mittelhirn

kortiko-retikulär-spinale Weg eine weitere Verbindung zwischen Kortex und Rückenmark. Durch die Umschaltung im Hirnstamm ist er allerdings wesentlich langsamer als die Pyramidenbahn.¹⁷

Tr. corticorubralis **Corticorubral fibres**

führt efferente Fasern des motorischen Kortex zum Ncl. ruber, der ein wichtiger Kern im motorischen System darstellt. Neben corticorubralen Fasern erreichen ihn auch efferente Fasern des Kleinhirns und der Basalganglien.

Auf dieser Grundlage greift der Ncl. ruber regulierend in die Steuerung präziser Willkürbewegungen, der Körperhaltung und des Muskeltonus ein.¹⁸

Kortex
↓
Mittelhirn
↓
Pons
↓
Medulla oblongata
↓
Rückenmark

Tr. corticospinalis **Corticospinal tract**

oder Tr. pyramidalis wird von Pyramidenzellen gebildet, die hauptsächlich im motorischen Kortex (BA 4, 6 und 8) liegen. Ein kleiner Teil hat seinen Ursprung in den somatosensorischen Arealen (BA 1, 2, 3 und 40).

Der Tr. corticospinalis zieht als größte absteigende motorische Bahn ohne Umschaltung direkt ins Rückenmark. Dabei endet nur ein kleiner Teil der Fasern direkt an den Motoneuronen im Vorderhorn. Der größte Teil zieht zu hemmenden Interneuronen und wird erst anschließend auf Motoneurone umgeschaltet. Dadurch werden erregende und hemmende kortikale Impulse vermittelt und ein angemessenes Zusammenspiel der Beuge- und Streckmuskulatur ermöglicht.

80 % der Pyramidenbahnfasern kreuzen auf Höhe der Medulla oblongata in der Pyramidenbahnkreuzung zur Gegenseite und ziehen im Tr. corticospinalis lateralis weiter ins Rückenmark.

Die restlichen 20 % bleiben im Tr. corticospinalis anterior auf der gleichen Seite und kreuzen erst beim Eintritt in die graue Substanz des Rückenmarks.

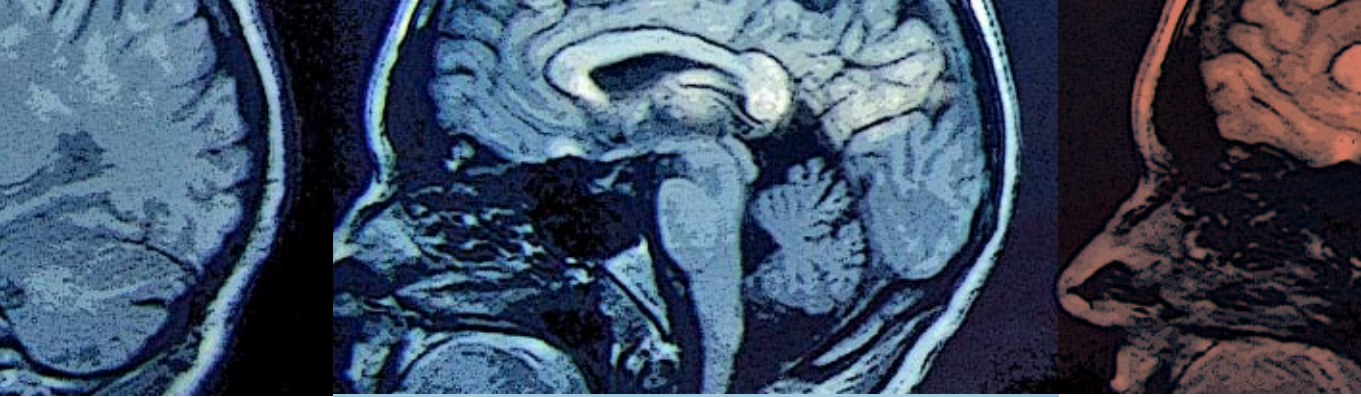
Der Tr. corticospinalis überträgt Bewegungsimpulse der Großhirnrinde auf die Muskulatur. Er steuert bewusste zielgerichtete Bewegungen und ist damit die Bahn der Willkürmotorik.

Über den Tr. corticospinalis beeinflusst und kontrolliert der Kortex subkortikale Bewegungsabläufe und ermöglicht gezielte und fein abgestimmte Bewegungen, besonders auch die der Hand- und Fingermuskulatur. Dazu aktivieren die Neurone der Pyramidenbahn hauptsächlich die Beugemuskulatur (Flexoren) und hemmen die Streckmuskulatur (Extensoren).¹⁹

Kortex
↓
Mittelhirn

Tr. corticotectalis **Corticotectal tract**

verbindet das Großhirn mit dem Tectum und endet an den Colliculi superiores.



Das Gehirn von A bis Z

Auf dieses Handbuch haben viele gewartet!
Ein Nachschlagwerk für all diejenigen, die sich im ZNS
zurechtfinden und seine Funktionsweise besser verstehen wollen.
Von A wie Adenohypophyse bis Z wie Zona periventricularis

- fast 900 Begriffe werden erklärt
- von A bis Z gegliedert
- Anatomie und Funktion auf einen Blick
- auch für Einsteiger gut verständlich

Dieses Buch entstand durch Literatur-Recherche der gängigen neuroanatomischen und neurowissenschaftlichen Literatur. Diese Quellen bilden die Grundlage für die anatomische und funktionale Beschreibung der Gehirnstrukturen, Areale, Kerne und Trakte. Die umfassende und alphabetisch geordnete Darstellung erlaubt ein rasches Nachschlagen und stellt zugleich eine verständliche Einführung in die Funktionsweise des Gehirns dar.

Wie heißt die Struktur? Wo liegt sie? Welche Verbindungen hat sie?
Was tut sie? Wozu ist sie da?

Was, wo, wie auf einen Blick!