

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Neurologie	11
1.1 Sensomotorik	11
1.1.1 Funktionsweisen des motorischen Systems	11
Was Dozenten zum Thema „Motorisches System“ fragen	26
Antworten	27
1.1.2 Grundmuster gestörter Motorik	31
1.1.3 Funktionsweisen des sensiblen Systems auf allen Ebenen	41
1.1.4 Grundmuster sensibler Ausfälle und dem Einfluss auf die Motorik.....	43
1.1.5 Bedeutung und Einfluss des Schmerzes	45
Was Dozenten zu diesen Themen fragen	48
Antworten	50
1.2. Vegetatives Nervensystem	55
1.2.1 Vegetativ-autonome-Syndrome	55
1.2.2 Neurogene Blasenstörung	57
1.3 Klinische Untersuchungsmethoden in der Neurologie	58
1.3.1 Anamnese.....	58
1.3.2 Inspektion	58
1.3.3 Palpation.....	58
1.3.4 Funktionsuntersuchung	58
1.3.5 Apparative Untersuchungsmethoden und Labordiagnostik	63
1.4 Neuropsychologische Störungen	68
1.4.1 Störungen des Bewusstseins.....	68
1.4.2 Apallisches Syndrom	68
1.4.3 Locked-in-Syndrom.....	69
1.4.4 Störungen amnestischer Funktionen	70
1.4.5 Störungen der Orientierung	71
1.4.6 Hirnorganische Störungen von Affekt und Antrieb.....	71
1.4.7 Durchgangssyndrom.....	71
1.4.8 Störungen der Kommunikation	72
1.4.9 Störungen der Wahrnehmung und Erkennung	72
1.4.10 Störung der Planung	73
Was Dozenten zu diesen Themen fragen	74
Antworten	76
2. Spezielle klinische Neurologie	80
2.1 Erkrankungen des zentralen Nervensystem	80
2.1.1 Zerebrale Zirkulationsstörungen	80
Was Dozenten zu „zerebralen Durchblutungsstörungen“ fragen	93
Antworten	95
2.1.2 Multiple Sklerose	98
Was Dozenten zum Thema „Multiple Sklerose“ fragen	103
Antworten	104
2.1.3 Traumatische Schädigungen	106
2.1.4 Querschnittsyndrom.....	111
2.1.5 Entzündlich bedingte Erkrankungen	113
Was Dozenten zu diesen Themen fragen	119
Antworten	121
2.1.6 Tumorformen des ZNS	125
2.1.7 Systemerkrankungen	128

Was Dozenten zu diesen Themen fragen	132
Antworten	133
2.1.8 Extrapyramidale Erkrankungen.....	135
2.1.9 Metabolische Erkrankungen	143
2.1.10 Entwicklungsbedingte Störungen des ZNS.....	145
Was Dozenten zu diesen Themen fragen	148
Antworten	150
2.2 Schädigungen des peripheren Nervensystems	155
2.2.1 Polyneuropathie	155
2.2.2 Wichtige Hirnnervenausfälle	161
2.2.3 Wurzelsyndrome	164
2.2.4 Läsionen einzelner Nerven	166
2.2.5 Spinale Tumoren	171
2.2.6 Progressive Bulbärparalyse	172
Was Dozenten zum Thema „Schädigungen des peripheren Nervensystems“ fragen	174
Antworten	176
2.3 Myopathien	180
2.3.1 Progressive Muskeldystrophie	180
2.3.2 Myasthenia gravis pseudoparalytica.....	181
2.3.4 Myotonie	184
2.3.5 Polymyositis.....	185
Was Dozenten zum Thema „Myopathien“ fragen.....	187
Antworten	188
2.4 Anfallsleiden.....	191
2.4.1 Epilepsien	191
2.4.2 Migräne.....	198
2.4.3 Menièr’sche Erkrankung	199
2.4.4 Vasomotorische Anfälle – Synkopen	200
2.4.5 Trigeminusneuralgie	201
2.4.6 Narkolepsie	203
2.4.7 Tetanie.....	204
Was Dozenten zum Thema „Anfallsleiden“ fragen	206
Antworten	208
Literaturverzeichnis	212

1. Allgemeine Neurologie

Neurologie:

Lehre der Erkrankungen des zentralen Nervensystems (ZNS) und des peripheren Nervensystems (PNS) (mit sichtbaren morphologischen Veränderungen) die eine morphologische Grundlage haben.

Man unterscheidet vier Schubladen der Diagnosefragestellung: Funktionelle Systeme

n. Romberg:

- Motorik
- Sensibilität
- Vegetativum
- Psyche

Einfachste Form des Zusammenspiels der Systeme:

→ Muskeleigenreflexe/Monosynaptisch

- Koordination ist das funktionelle Zusammenspiel von mind. zwei Funktionssystemen

Hinweis:

Hirnnerven werden aus dieser Systematik nach Romberg heraus genommen.

Grund: Hirnnerven gehören zum Hirnstamm, ein HN hat viele unterschiedliche Funktionen (Bsp: N. facialis)

1.1 Sensomotorik

= das Zusammenspiel und die Wechselwirkung von sensorischen Einflüssen auf motorische Prozesse, d. h., dass jedes Lebewesen über die Rückmeldung der Sinnesorgane Bewegungen kontrolliert und steuert.

1.1.1 Funktionsweisen des motorischen Systems

1.1.1.1 *Bedingungen für physiologische Bewegungen: (sollte man wissen)*

1. Einfluss der Tiefensensibilität (TFS) und der Oberflächensensibilität (OFS)

- **OFS:** Alle Empfindungen, die über Rezeptoren in den Hautschichten behaarter und unbehaarter Haut aufgenommen werden
 - Druck
 - Berührung
 - Vibration
 - Schmerz
 - Temperatur
- **TFS/Propriozeption:** Wahrnehmung von Reizen aus dem Körperinneren über Muskelspindeln, Golgi-Sehnenorgan und Rezeptoren in der Gelenkkapsel, Bändern und Sehnen.
 - der Stellungssinn (Empfindung über die aktuelle Ausgangstellung von Körperteilen)
 - der Bewegungssinn (das Ausmaß einer Bewegung erfolgt über eine kontinuierliche Rückmeldung)
 - der Kraft- und Widerstandssinn (Dosierung der Kraft)

Alle sensorischen Informationen gelangen über sensible Afferenzen zum Kortex (genauer gesagt Gyrus postcentralis). Alle sensorischen Informationen gelangen über den Thalamus und die primär sensorischen Hirnrinde (Gyrus postcentralis) an das Kleinhirn.

Das Kleinhirn wiederum korrigiert und modifiziert die Bewegungsentwürfe und sorgt für einen reibungslosen Ablauf.

Fehlen sensorische Informationen kommt es zu Bewegungsstörungen, man spricht von einer sensiblen Ataxie.

- Sensible Ataxie: Störung der Bewegungskoordination durch Schädigung sensibler Bahnen im peripheren Nervensystem und somit einem Mangel an sensiblen Informationen über Haltung und Bewegung (z. Bsp. bei multipler Sklerose). Die Bewegungsunsicherheit tritt verstärkt bei Dunkelheit und Unebenheiten auf!

2. Funktionelles Gleichgewicht der Muskulatur:

Erläuterungen:

- ➔ Agonist: Der Muskel, der aufgrund einer nervalen Innervation eine Kontraktion ausführt. Damit diese Bewegung kontrolliert und nicht überschießend abläuft wird der Agonist dabei von seinem Gegenspieler (Antagonist) mit zunehmendem Bewegungsumfang gehemmt!
- ➔ Antagonist: Gegenspieler des kontrahierenden Muskels, der eine Bewegung ausführt
- Die Skelettmuskulatur besitzt immer einen bestimmten Ruhetonus: es findet auch im Zustand völliger Entspannung eine Kontraktion im Muskel statt
- bei einer schlaffen Lähmung ist der Ruhetonus vollkommen weg
- bei einer schlaffen Lähmung fällt eine Muskelgruppe (Bsp.: Kniestrecker) aus, sodass die Extremität von dem zugehörigen intakten Antagonisten in eine bestimmte Position gezogen wird (in unserem Beispiel in eine Knieflexion), was sich im weiteren Verlauf oft zu irreversiblen Kontrakturen entwickelt!
- ein „normaler Muskeltonus“ sollte genau so hoch sein, dass man sich gegen die Schwerkraft bewegen kann, so niedrig sein, dass ein volles Bewegungsausmaß möglich ist und der Tonus der Muskulatur muss jeder Zeit an verschiedene Anforderungen angepasst werden können, d. h. die Muskulatur muss reaktiv arbeiten können
- aufgrund neurologischer Erkrankungen kann das Gleichgewicht zwischen Agonist und Antagonist auch durch eine inadäquate Teilnahme einzelner Muskeln an der Bewegung zustande kommen; man kann häufig im Rahmen peripherer Nervenläsionen beobachten, dass sich der Körper Ausweichbewegungen und Kompensationsmechanismen aneignet um den bestehenden „Schaden“ auszugleichen, dies führt häufig zu inadäquater Aktivität einzelner Muskelgruppen (häufig bilden sich sekundäre Kontrakturen)

3. Intakte kommunikative Fähigkeiten:

- ➔ Kommunikation: Fähigkeit, durch die sich Lebewesen untereinander verständigen können
- verbale und nonverbale Kommunikation ist eine wichtige Voraussetzung für die Motorik des Menschen
- umgekehrt ist Motorik ein wichtiges Instrument für Interaktion und Kommunikation (Sprache, Gestik, ...)
- wenn man als Physiotherapeut einem Patienten einen Bewegungsauftrag geben möchte, muss man darauf achten, dass er diesen auch verstehen kann

- Beispiel: ein Mensch mit einer Hörbehinderung ist darauf angewiesen, dass man ihm mit Hilfe nonverbaler Kommunikationsmethoden (Zeichen, Wort, Bild, Schrift, Mimik, Gestik) genau deutlich machen kann welche Bewegungen er ausführen soll und was das Ziel der Behandlung sein soll
- genau so schwer ist es einem Menschen bei einem bestimmten Problem zu helfen, wenn er sich nicht deutlich ausdrücken kann

4. Kortikale Steuerung/Bewusstsein:

- die meisten Bewegungen haben wir als Bewegungsprogramme abgespeichert und werden weitgehend unbewusst und automatisch ausgeführt
- im Kortex finden bewusste Abläufe statt, sozusagen der Wille etwas zu tun
- Folgende Kortikale Areale werden der Motorik zugeordnet:
 - Primär motorischer Kortex:
 - Lage: im hintersten Teil des Frontallappens, vor dem Sulcus centralis (Zentralwindung des Kortex)
 - die langen Axone ziehen in der Pyramidenbahn ins Rückenmark und stehen mit den Alpha-Motoneuronen (Nervenzellen im Rückenmark, die über die motorische Endplatte die Skelettmuskulatur innervieren) in Verbindung
 - Aufgabe: zentrale Steuerung der Willkürmotorik
 - sekundär motorischer Kortex:
 - Lage: Lobus frontalis vor dem primär motorischen Kortex
 - der sekundär motorische Kortex besteht aus dem:
 - prämotorischen Kortex: Erstellen von Bewegungsprogrammen in Interaktion mit basalen Kernen und dem Kleinhirn
 - supplementär motorischen Areal: initiieren/in Gang setzen der erstellten Bewegungsprogramme und Erlernen neuer Bewegungsprogramme

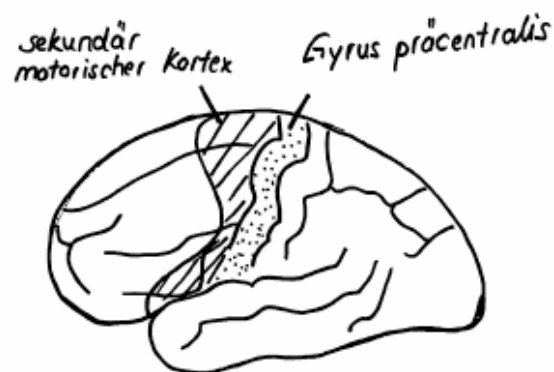


Abb.: Motorischer Kortex

1.1.1.2 Peripheres motorisches System

Die Ausführung einer Bewegung wird von der Muskulatur übernommen, die über die absteigenden Bahnen (Pyramidenbahn und Extrapyramidales System) und letztlich dem Alpha-Motoneuron innerviert wird.

1. Die Axone des Motorkortex ziehen als Pyramidenbahn im Rückenmark bis zu dem zugehörigen Alpha-Motoneuron
2. Die Efferenzen des Alpha-Motoneuron ziehen an die motorische Endplatte des Muskels
3. Wenn das Aktionspotential an der motorischen Endplatte ausreicht entsteht eine Kontraktion

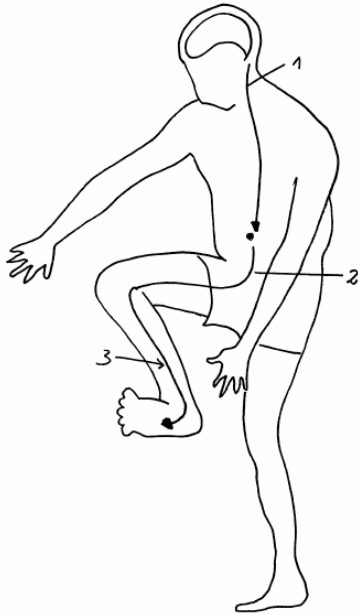


Abb.: Weg der absteigenden Bahn bis zur Ausführung einer Bewegung

Motorische Einheit:

= alle von einem Alpha-Motoneuron innervierten Muskelfasern werden als Motorische Einheit bezeichnet

- Grobe Kraft: je größer die motorische Einheit, desto ungenauer ist die Steuerung und Koordination der Kraft (Bsp.: M. quadrizeps)
- Präzise Kraftsteuerung: (kleine motorische Einheiten erlauben eine feine Kraftabstufung) umso weniger Muskelfasern von einem Alpha-Motoneuron innerviert werden, desto genauer ist die Differenzierung der Kraft

Periphere Rezeptoren der Motorik:

1. Muskelspindel (Muskellängenrezeptor):

- Lage: spindelförmigen Bindegewebskapseln, die von dünnen Muskelfasern umgeben sind und parallel zu der Skelettmuskulatur (extrafusale) liegen (die Muskelfasern der Muskelspindel sind dünner und werden als intrafusale Muskulatur bezeichnet)
- das kontraktile Ende der Spindel wird von Gamma-Efferenzen innerviert
- die Ia-Fasern werden erregt, sobald sich die Länge des Muskels ändert und die Äquatorregion in Dehnung gerät
- Gamma-Innervation:
 - die Empfindlichkeit der Muskelspindel kann über die Gamma-Motoneurone (Gamma Efferenzen) beeinflusst werden
 - durch Kontraktion der Polenden wird die Äquatorregion vorgedehnt und befindet sich in einem Zustand erhöhter Empfindlichkeit (die Formatio reticularis nutzt diesen Mechanismus zur Tonuserhöhung)
- adäquate Reize:
 - Dehnung des Muskels
 - Kontraktion des zugehörigen Antagonisten
- Funktion:
 - die Erregung der Ia-Afferenz bei Muskeldehnung sorgt auf Rückenmarksebene über einen monosynaptischen Reflex zu einer Kontraktion des gedehnten Muskels, um vor einer Überdehnung zu schützen

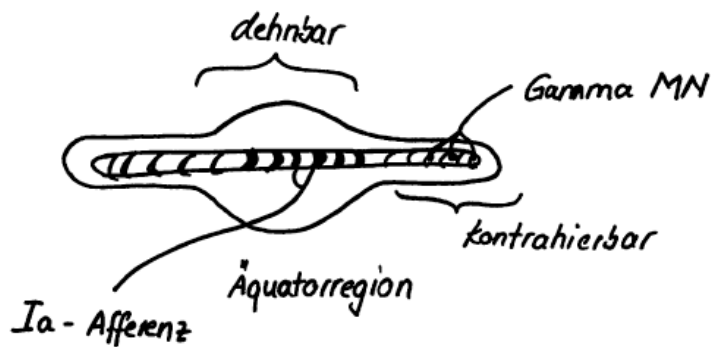


Abb.: Muskelspindel

2. Golgi-Sehnenorgan (Muskelspannungsrezeptor):

- Lage: Rezeptoren liegen von kollagenen Kapseln umhüllt, seriell (hintereinander) zu den extrafusalen Skelettmuskelfasern im Bereich der Sehnenansätze
- über 1b Afferenzen werden die Informationen über den Spannungszustand der Muskulatur an das ZNS weiter geleitet
- adäquate Reize:
 - erhöhte Muskelspannung
 - Dehnung der Muskulatur
 - aktiven Kontraktionen motorischer Einheiten komprimieren die kollagenen Faserbündel und die Ib-Afferenzen erregen sich dadurch
- Funktion:
 - Schutz vor Überlastung oder Überdehnung der Muskulatur durch Hemmung des spannungsentwickelnden Muskels

1.1.1.3 Reflexe

Reflex = automatische, weitgehend stereotype unwillkürliche, rasche und gleichartige Reaktion auf einen äußeren Reiz

1. *Eigen- und Fremdrelexe*

	Eigenreflex	Fremdrelex
Rezeptor	auslösender Reiz und Reflexort sind im selben Organ	Ort des Rezeptors entspricht nicht dem antwortenden Organ
Synapsen	es ist nur eine Synapse beteiligt (monosynaptisch)	mehrere Synapsen sind an dem Reflex beteiligt
Reflexzeit	ca. 20-30ms	deutlich länger
Antwortverhalten	Einzelkontraktion	Komplexe Bewegungen
Besonderheit	können nicht erlernt bzw. unterdrückt werden	Reflexe sind erlernbar

Beispiele für einen Muskeleigenreflex (MER): Patellasehnenreflex:

- Auslöser: Dehnung der Quadrizepssehne durch einen Schlag
- Rezeptor: Muskelspindel
- Synapsen: auf RM-Ebene ist die 1a-Afferenz mit dem Alpha-Motoneuron des M. quadrizeps verbunden
- Reaktion: Kontraktion des M. quadrizeps

Beispiele für Fremdreﬂexe:

- Bauchhautreﬂex (Rezeptor: Bauchhaut, Effektor: Bauchmuskulatur)
- Flexorreﬂex (Rezeptor: Haut, Effektor: Muskel)
- Pupillenreﬂex (Rezeptor: Netzhaut des Auges, Effektor: M. sphincter pupillae)

2. *Unterscheidung spinale und supraspinale Reﬂexe:*

- spinal:
 - das Reﬂexzentrum besteht hauptsächlich aus synaptischen Verbindungen im Rückenmark
 - diese Art von Reﬂexen werden „spinale Reﬂexe“ genannt
- supraspinale:
 - die Reﬂexzentren sind im ganzen ZNS (auch im Gehirn) verteilt
 - diese Art von Reﬂexen nennt man „supraspinale Reﬂexe“

3. *Automatismen/Lokomotion:*

= wenn eine gewisse Anzahl von Reﬂexkomponenten automatisch aktiviert wird spricht man von Lokomotion. Lokomotion findet auf spinaler Ebene statt und kommt durch die Innervation von bestimmten Reﬂexketten zustande. Es entsteht eine zyklische Bewegung, die unterbewusst abläuft.

1.1.1.4 *Einfluss der Medulla oblongata auf die Motorik*

1. *Formatio reticularis (FR):*

= diffuses Netzwerk aus Neuronen und verdichteten Neuronenkernen im Hirnstamm, die untere anderem einen großen Einfluss auf den Tonus der Muskulatur haben.

- anatomische Lage: das Neuronennetzwerk reicht von der Medulla oblongata bis zum Mittelhirn
- der motorische Anteil der FR gehört zu dem extrapyramidal motorischen System und regelt den Tonus der Muskulatur, genauer gesagt den aktiven Muskeltonus
- Impulse gelangen vom Motorkortex und dem Cerebellum in die motorische FR
- zusätzlich empfängt es Impulse von sensorischen Afferenzen und dem vegetativen Nervensystem (Stress, Schmerzen, Wut, ... führen zu einer Tonuserhöhung)
- Funktionsweise der motorischen Formatio reticularis:
 - die Tonuserhöhung durch den Einfluss der FR gehört zu den supraspinalen Mechanismen
 - aufgrund der sensiblen und vegetativen Informationen kann die FR ganz speziell den Tonus (aktiver Tonus, den man über EMG-Ableitung messen kann) der Muskulatur, die v. a. gegen die Schwerkraft gerichtet ist erhöhen und an erwartete Anforderungen vorbereiten
 - die FR reguliert den Tonus über die Gamma-Motoneurone der Muskelspindeln
 - werden die Gammaneurone aktiviert kommt es zur Kontraktion der Muskelspindel
 - bei ausreichender Dehnung der Muskelspindel wird der MER ausgelöst, das Kraftniveau ist erhöht
- Emotion, Motivation

2. Halte- und Stellreflexe:

Halte- und Stellreflexe sind abhängig von:

- vestibulären Reizen
- somatosensorischen Informationen
- Kopfhaltung
- Ausgangsstellung/ASTE

→ Haltereflexe:

- Koordination von agonistischen und antagonistischen Muskelgruppen und verschiedener Muskelspannungszustände
- Rezeptoren bereiten in Abhängigkeit von der Stellung des Kopfes die Körperhaltung des Individuums auf den nächsten Bewegungsablauf vor.
- Rezeptoren dazu, sitzen in der Medulla oblongata

→ Stellreflexe:

- der Körper wird über diesen Reflex unabhängig von der Ausgangsstellung wieder zurück in seine Normalstellung gebracht (senkrecht gegen die Schwerkrafteinwirkung)
- zuerst wird der Kopf gegen die Schwerkraft aufgerichtet und dann folgt der Rumpf
- Ausgangspunkt des Reflexes ist ebenfalls die Medulla oblongata

1.1.1.5 Einfluss des Diencephalon/Zwischenhirn auf die Motorik

Bestandteile des Zwischenhirns:

- Epithalamus
- Subthalamus
- Hypothalamus
- Thalamus

Der Thalamus macht den größten Anteil des Zwischenhirns aus und besteht aus vielen einzelnen Kerngebieten, die funktionell miteinander verbunden sind

Aufgaben des Thalamus:

1. Tor zum Bewusstsein: der Thalamus empfängt alle sensiblen Informationen aus dem Rückenmark und filtert nur das wesentliche aus, dass dann zum sensiblen Kortex weiter geleitet wird
2. Integrationsleistung: im Thalamus werden die Informationen des Kleinhirns und die Bewegungsentwürfe der Basalganglien miteinander verknüpft und zum primär motorischen Kortex geleitet

Wichtige Afferenzen und Efferenzen des Thalamus:

- Afferenzen aus dem Rückenmark und Hirnstamm
- Afferenzen vom Kleinhirn
- Afferenzen von den Basalganglien
- Efferenzen zum Kortex

Motorische Störungen bei Läsion des Thalamus:

- Unsicherheit der Bewegungskontrolle (Ataxie)
- Tremor
- Hyperkinesen

Subthalamus:

- gehört als Ncl. subthalamicus und Globus Pallidus zu den Basalganglien
- der Ncl. subthalamicus hat insgesamt eine bewegungshemmende Funktion
- das Pallidum hat eine bewegungsfördernde Funktion zu

1.1.1.5 Motorische Funktionen des Kleinhirns/Cerebellum

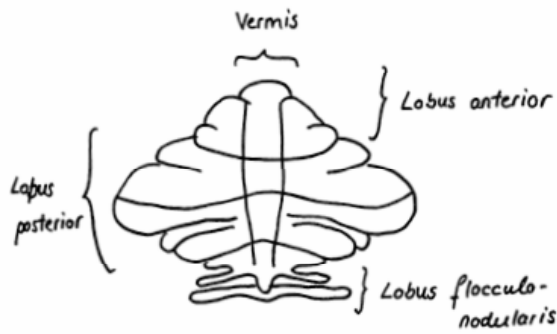


Abb.: Cerebellum

Gliederung des Kleinhirns (wichtig für Anatomie-Prüfung):

Archicerebellum/Urkleinhirn:

- anatomische Lage: entspricht dem Lobus flocculonodularis
- funktionelle Bezeichnung: Vestibulocerebellum
- Funktionsweise:
 - Afferenzen mit Informationen über Körperlage und -bewegung gelangen aus dem Vestibularorgan/Gleichgewichtsorgan in den Lobus flocculonodularis bei
- Aufgaben:
 - Gleichgewichtsregulation
 - Steuerung der Halte- und Stützmotorik
 - Feinabstimmung fast aller Augenbewegungen, Blickstabilisierung
- Symptome bei Ausfall des Archicerebellums:
 - Nystagmus (wegen fehlender Blickstabilisierung)
 - Rumpfataxie: mangelnde Steuerung der Körperhaltung, die sich schon durch ein Schwanken im Sitz bemerkbar macht

Paläocerebellum/Altkleinhirn:

- anatomische Lage: Vermis cerebelli und paravermale Zone (Kleinhirnanteil, der sich neben dem Kleinhirnwurm/Vermis befindet)
- funktionelle Bezeichnung: Spinocerebellum
- Afferenzen gelangen aus dem Rückenmark mit Informationen über Stellung von Gelenken und Tonus der Muskulatur (Tiefensensibilität) in das Spinocerebellum
- Funktionsweise:
 - Vergleich der Afferenzen aus der Peripherie mit den motorischen Efferenzen aus dem Kortex (Rückmeldung über die Bewegungssignale des Kortex)
- Aufgaben:
 - der Vermis cerebelli ist für Gang-, Stand- und Stützmotorik verantwortlich
 - paravermale Zone: Zielmotorik, planmäßige Durchführung einer Bewegung, Feinabstimmung der Sprache
- Symptome bei Ausfall des Paläocerebellums:
 - Vermis cerebelli: Stand-, Gangataxie: schwankender Stand und Gang

- paravermale Zone: Störungen der Zielmotorik (Dysmetrie), Intentionstremors (Zittern wenn man beim Greifen mit der Hand dem gewünschten Ziel näher kommt) Dysdiadochokinese (Einschränkung schnell wechselnde antagonistische Bewegungen wie Supination und Pronation auszuführen), Dysarthrie (verwaschene Sprache)

Exkurs: Dysarthrie: (wichtig)

= Sammelbegriff für verschiedene Störungen des Sprechens

Ursachen:

- erworbene Schädigung des Gehirns
- erworbene Schädigung der Hirnnerven
- Schädigung der peripheren Gesichtsnerven

Auswirkung: Steuerung und Ausführung der Sprechbewegung → gestört ist nur die motorische Innervation der Sprechmuskulatur ng ist gestört

betroffene Funktionen sind:

- Lippe, Zunge, Kiefer, Gaumensegel (Artikulationsorgane)
- Atmung
- Kehlkopf

Neocerebellum/Neukleinhirn:

- dieser Teil des Kleinhirns ist nur bei „höheren“ Säugern zu finden
- anatomische Lage: Kleinhirnhemisphären
- funktionelle Bezeichnung: Pontocerebellum
- Funktionsweise:
 - das Pontocerebellum empfängt Signale aus dem Großhirnkortex, v. a. aus dem prämotorischen Kortex (Ort für Bewegungsentwürfe und Bewegungsplanung)
 - Entwürfe aus dem prämotorischen Kortex werden im Pontocerebellum weiter entwickelt, und korrigiert, (dabei helfen bisherige Erfahrungen)
 - über den Nucleus ruber (roter Kern, der zu den Basalganglien gehört) und der Olive (Kern des Hirnstamms) gelangen die Informationen vom Kortex zum Kleinhirn
 - der Thalamus erhält die Korrekturen des Kleinhirns, verknüpft diese mit den Informationen der Basalganglien und bringt dann den neuen Bewegungsentwurf zurück zum motorischen Kortex
- Aufgaben:
 - Haltung
 - Kurskorrektur langsamer zielmotorischer Bewegungen
 - optimale Durchführung schneller zielmotorischer Bewegungsabläufe
- Symptome bei Ausfall des Neocerebellums:
 - Asynergie: die Muskulatur arbeitet nicht im Synergismus, d. h., dass einzelne Bewegungen nicht mehr koordiniert werden können und deshalb viele Einzelbewegungen entstehen (Bsp.: der Patient muss, um etwas zu greifen, die Schulter isoliert von dem Ober- und Unterarm sowie der Hand bewegen, anstatt die Bewegungen gleichzeitig auszuführen)
 - Extremitätenataxie

Zusammenfassung der Aufgaben des Kleinhirns:

- 1. Tonusregulation
- 2. Koordination
- 3. Gleichgewichtsregulation
- 4. Integrationszentrum der Propriozeption/Tiefensensibilität

1.1.1.6 Motorische Funktionen des Vestibularorgans

Das Vestibularorgan sendet alle Informationen über Stellung und Bewegung des Körpers im Raum zu den Hirnnervenkernen (Ncll. vestibulares) im Rhombencephalon (Kleinhirn, Pons, Medulla oblongata).

Außerdem gelangen in die Vestibulariskerne Informationen aus den Augen, aus sensiblen Bahnen des Rückenmarks, vor allem von den tiefen Halsmuskeln und dem Kleinhirn als übergeordnetes Organ. Die Informationen werden in den Vestibulariskernen integriert und koordiniert und dann je nach Funktion weitergeleitet.

Die Integration aller Informationen sorgt dafür, dass der Mensch gegen den Einfluss der Schwerkraft eine aufrechte Haltung einnehmen und aufrechterhalten kann (posturale Kontrolle).

Aufgaben des Vestibularorgans:

- Mitregulation der posturalen Tonussteuerung (Erhalten und Einnehmen einer aufrechten Körperhaltung unter dem Einfluss der Schwerkraft)
- Blickmotorik

1.1.1.7 Das Extrapyramidal motorische System (EPMS)

= alle absteigenden motorischen Bahnen, die ins Rückenmark ziehen aber nicht in der Pyramidenbahn verlaufen

Bestandteile (variiert bei jedem Autor!):

- Nucleus ruber
- Substantia nigra
- Basalganglien: Striatum (= Ncl. caudatus, Putamen), Nucleus subthalamicus, Globus pallidus
- Ncll. olivaris
- Formatio reticularis

Aufgabe im Hinblick auf Motorik:

- Steuerung von automatischen Bewegungsabläufen: über Projektionen in den Rumpf und Extremitäten werden Massenbewegungen initiiert
- Aufrechterhaltung des Gleichgewichts
- Steuern von Ausmaß, Richtung, Kraft und Geschwindigkeit der Bewegungen
- Kontrolle des Spannungszustands der Skelettmuskulatur (Grundspannung)
- Abstimmung der Muskeltätigkeit bei zielgerichteten Bewegungen (unterstützt die Pyramidenbahn)

Striatum:

- enthält Afferenzen aus dem Kortex, Substantia nigra und den unspezifischen Thalamuskernen
- Wirkungsweise:
 - Hemmung von Bewegungsimpulsen über Projektionen zum Globus pallidus
 - die Hemmfunktion wird über den Thalamus und SN moduliert

Globus pallidus:

- gehört zum Subthalamus
- Wirkungsweise:
 - der Thalamus wird erregt
 - Bewegungsimpulse werden gefördert

Nucleus subthalamicus.

- hat afferente und efferente Verbindungen v. a. mit dem Globus pallidus
- Wirkungsweise:
 - bewegungsimpulshemmende Funktion
 - hat besonderen Einfluss auf die Muskulatur der proximalen Extremitäten

Substantia nigra:

- enthält Afferenzen aus dem Kortex und dem Striatum und sendet Efferenzen zum Striatum
- Wirkungsweise:
 - bewegungsinitiierende Funktion
 - dopaminerge Neurone aus der SN sollen die bewegungsimpulshemmende Funktion des Striatums unterdrücken

Nucleus ruber:

- enthält Afferenzen vom Kleinhirn
- Wirkungsweise:
 - reguliert Körperhaltung und Muskeltonus
 - Ausführung der Willkürmotorik
- Ausfälle bei Läsion des Ncl. ruber:
 - Intentionstremor
 - verminderter Muskeltonus
 - choreatisch-athetotische Bewegungen
 - Ausfallerscheinungen des III. Hirnnerven

Corpus amygdalla:

- gehört zum limbischen System
- Wirkungsweise:
 - vermittelt Flucht- und Angstreaktionen
 - emotional verursachte Handlungen
 - Speicherfunktion für emotional besetzte Erlebnisse

Formatio reticularis:

besteht aus:

- Atemzentrum
- Brechzentrum Kreislaufzentrum
- ARAS (aufsteigendes retikuläres Aktivierungssystem)

Olivenkerne:

- motorische Efferenzen aus der Pyramidenbahn gelangen über Ncl. ruber und Olivenkerne zum Kleinhirn (Siehe Funktion: Kleinhirn)

Extrapyramidalmotorische Syndrome:

- Parkinson-Syndrom (hyperton, hypokinetisch):
 - Akinese, Tremor, Rigor, posturale Instabilität
 - Nervenzelluntergang in der Substantia nigra (SN)

- Chorea (hyperkinetisch, hypoton):
 - unwillkürliche einschießende, Bewegungsimpulse der distalen Extremitäten, meistens asymmetrisch
 - Degeneration im Ncl. caudatus und Putamen
- Dystonie (hyperkinetisch, hypoton):
 - unwillkürliche tonische Kontraktionen der Muskulatur
 - Läsionen im Putamen, evtl. auch Thalamus
- Athetose (hyperkinetisch, hypoton):
 - asymmetrisch, distal betonte unwillkürliche wurmförmige Bewegungen
 - Läsionen im Putamen und Ncl. caudatus
- Ballismus (hyperkinetisch, hypoton):
 - einschießende schleudernde Bewegungen, die v. a. die obere Extremität betreffen
 - Läsion des Ncl. subthalamicus

1.1.1.8 Einfluss der Basalganglien auf die Motorik

Basalganglien enthalten Programme zur Steuerung und Kontrolle komplexer Bewegungen und steuern Ausmaß, Richtung und Kraft einer Bewegung.

Bestandteile:

- Substantia nigra
- Globus pallidus
- Putamen
- Nucleus caudatus
- Nucleus subthalamicus
- Putamen und Ncl. caudatus bilden zusammen das Corpus striatum

Basalganglienschleife:

(man muss das Grundprinzip erklären können – wichtig für Parkinson!)

- der prämotorische Kortex sendet den Entschluss zu einer bestimmten Bewegung zu dem Corpus striatum
- das Corpus striatum hat sowohl bewegungsimpulshemmende als auch bewegungsimpulsfördernde Interneurone die dann die Substantia nigra und den Globus pallidus erreichen
- die Substantia nigra (SN) hat eine Bewegungsimpulsfördernde Funktion, indem sie den hemmenden Anteil des Striatums mit dem Neurotransmitter Dopamin hemmt
- das Globus pallidus (GP) hat auch bewegungsfördernde und bewegungshemmende Interneurone, wobei der bewegungsfördernde Anteil überwiegt
- das GP ist der Antagonist zum Corpus striatum
- das Striatum hemmt über Neurotransmitter die hemmenden Interneurone des Pallidum, sodass der bewegungshemmende Anteil des Ncl. subthalamicus nicht aktiviert wird
- wird das Pallidum vom Striatum gehemmt, so kommt der impulsfördernde Anteil des Ncl. subthalamicus auch mehr zum tragen
- ➔ je nachdem ob Bewegungshemmung oder Initiierung überwiegt werden die Informationen an den Thalamus weiter gegeben, der wiederum den primär motorischen Kortex aktiviert oder hemmt

1.1.1.9 Das pyramidal motorische System/Tractus corticospinalis

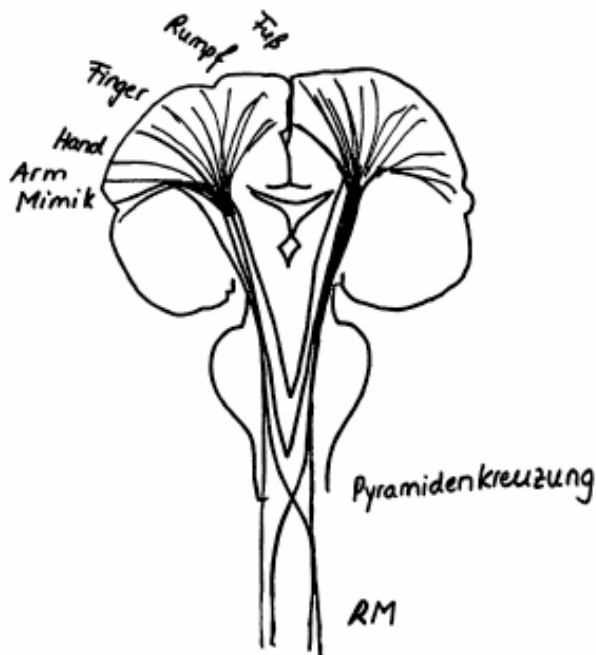


Abb.: Pyramidenbahn

- Pyramidenbahn/Tractus corticospinalis
- an der motorischen Rinde wird jede einzelne Muskelgruppe somatotopisch gegliedert abgebildet!
- Muskelgruppen die besonders präzise Bewegungen ausführen sind an der motorischen Rinde besonders groß abgebildet

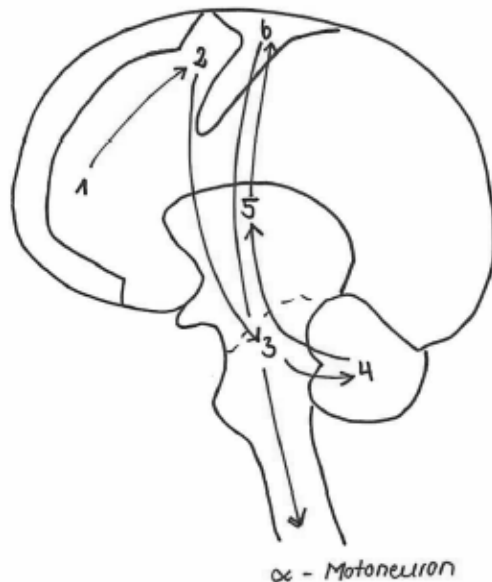
Verlauf der Pyramidenbahn:

- Ausgangspunkt: primär motorischer Kortex/Gyrus präcentralis
- einige Fasern des Gyrus präcentralis ziehen als Tractus corticonuclearis zu den somatomotorischen Hirnnervenkernen
- die Axone ziehen durch die Capsula interna (innere Kapsel),
- dann durch die Crura cerebri (=Großhirnschenkel) im Mittelhirn
- durch die Pons (Brücke) zur Medulla oblongata (verlängertes Mark),
- ca. 80 % der Pyramidenbahnfasern kreuzen in der Medulla oblongata zur Gegenseite und verlaufen im Seitenstrang des RM's als Tractus corticospinalis lateralis nach caudal
- der geringere Anteil der Fasern bleibt auf der Ursprungsseite und verläuft im Vorderstrang des RM's, man nennt ihn Tractus corticospinalis anterior
- die Fasern des Tractus corticospinalis anterior enden im Zervikalmark und kreuzen erst auf segmentaler Ebene
- die gesamte Pyramidenbahn endet an den motorischen Interneuronen (zwischen peripheren Nerv und Pyramidenfasern) in der grauen Substanz des Rückenmarks

Aufgaben:

(wichtig)

1. Willkürmotorik
2. Zielmotorik
3. Feinmotorik
4. Innervation der Alpha-Motoneurone der kontralateralen Körperseite



- 1) in den assoziativen Rindefeldern kommt der Entschluss einer Bewegung zustande (Motivation)
- 2) im prämotorischen Kortex wird ein grober Bewegungsplan entworfen
- 3) der grobe Bewegungsentwurf gelangt über den Ncl. ruber und die Olivenkerne zum Kleinhirn
- 4) das Kleinhirn modifiziert und korrigiert den Entwurf anhand gespeicherter Bewegungsprogramme
- 5) und sendet den Entwurf über den Thalamus (Integrationsstelle) zurück zum Kortex
- 6) die Efferenzen des primärmotorischen Kortex ziehen ins Rückenmark und generieren Bewegung

Abb.: Entstehung einer Bewegung im ZNS

Pyramidal motorische Syndrome:

- eine einseitige Läsion der Pyramidenbahn führt zu einer kontralateralen Hemiparese
- Verlust der Feinmotorik
- Mitbewegungen anderer Muskelgruppen
- je nach Leitsymptomatik der Hemiparese kann man den Ort (Fokus) nachvollziehen

Einfluss der peripheren Afferenzen/Sensibilität auf die kortikale Steuerung:

- wenn die Afferenzen der TFS (Propriozeption) und OFS nicht das Kleinhirn und den Kortex erreichen kann das Gehirn keine koordinierten Bewegungsprogramme erstellen
- die afferenten Rückmeldungen an das Kleinhirn sind wichtig um Kurskorrekturen einzuleiten, das Gleichgewicht zu korrigieren, ...

- wenn dem Gehirn sensible Informationen fehlen, wird die betroffene Extremität nicht mehr benutzt oder es kommt zu Koordinationsstörungen oder spinaler/sensibler Ataxie
- Läsion der Hinterstrangbahn: Verlust der propriozeptiven Informationen über Lage, Bewegungen und Ausmaß der Kraft
- Läsion im Rückenmarkshinterhorn: Analgesie (Schmerzweiterleitung ist unterbrochen) im betroffenen Segment
- Läsion der Hinterwurzel: radikuläre Symptome

Was Dozenten zum Thema „Motorisches System“ fragen

1. Unterscheiden Sie vier funktionelle Systeme, die zur diagnostischen Fragestellung in der Neurologie von Bedeutung sind! (siehe 1)
2. Was versteht man unter einer sensiblen Ataxie? (siehe 1.1.1.1)
3. Welche pathologischen Faktoren können zu einer Ataxie führen? (siehe 1.1.1.1)
4. In welchen kortikalen Arealen wird die Motorik repräsentiert? (siehe 1.1.1.1)
5. Was versteht man unter einer motorischen Einheit? (siehe 1.1.1.2)
6. Beschreiben Sie die Funktionsweise der Muskelspindel und des Golgi-Sehnenorgans! (siehe 1.1.1.2)
7. Was ist ein Reflex? Beschreiben Sie ein Beispiel zur Überprüfung eines MER! (siehe 1.1.1.3)
8. Unterscheiden Sie Halte- und Stellreflexe, von welchen Anteilen des ZNS werden sie gesteuert? (siehe 1.1.1.3)
9. Nennen Sie die Aufgabe des Thalamus! (siehe 1.1.1.4)
10. Nennen Sie die übergeordnete Aufgabe des Kleinhirns! (siehe 1.1.1.5)
11. Beschreiben Sie was mit dem Befund Dysarthrie gemeint ist? (siehe 1.1.1.5)
12. Aufgaben des Vestibularorgans? (siehe 1.1.1.6)
13. Definieren Sie das EPMS und nennen Sie die motorischen Aufgaben dieser Bahnen! (siehe 1.1.1.7)
14. Welche Aufgabe hat das Corpus striatum? (siehe 1.1.1.7)
15. Beschreiben Sie die Wirkungsweise der SN! (siehe 1.1.1.7)
16. Nennen Sie die Basalganglien! (siehe 1.1.1.8)
17. Nennen Sie die Aufgaben der Basalganglien! (siehe 1.1.1.8)
18. Welches klinische Erscheinungsbild deutet auf eine Läsion des Ncl. ruber hin? (siehe 1.1.1.7)
19. Welche EPM-Störungen kennen Sie? (siehe 1.1.1.7)
20. Nennen Sie Aufgaben der Pyramidenbahn! (siehe 1.1.1.9)
21. Skizzieren Sie grob, wie eine Bewegung zustande kommt! (siehe 1.1.1.9)

Antworten

zu 1)

- Motorik
- Sensibilität
- Vegetativum
- Psyche

zu 2)

- Störung der Bewegungskoordination durch Schädigung peripherer sensibler Nerven und somit einem Mangel an sensiblen Informationen über Haltung und Bewegung (z. Bsp. bei multipler Sklerose). Die Bewegungsunsicherheit tritt verstärkt bei Dunkelheit und Unebenheiten auf!

zu 3)

- Kleinhirnläsion
- Läsion extrapyramidaler Bahnen
- Läsionen des Vestibularorgans
- Läsionen der Hinterstrangbahn

zu 4)

- Primär motorischer Kortex: im hintersten Teil des Frontallappens, vor dem Gyrus centralis (Zentralwindung des Kortex)
 - Aufgabe: zentrale Steuerung der Willkürmotorik
- sekundär motorischer Kortex: Lobus frontalis vor dem primär motorischen Kortex
- der sekundär motorische Kortex besteht aus dem:
 - prämotorischen Kortex
 - supplementär motorischen Areal

zu 5)

- alle von einem Alpha-Motoneuron innervierten Muskelfasern

zu 6)

- Muskelspindel:
 - adäquate Reize: Dehnung des Muskels, Kontraktion des zugehörigen Antagonisten
 - Funktion: die Erregung der Ia-Afferenz bei Muskeldehnung sorgt auf Rückenmarksebene über einen monosynaptischen Reflex zur Kontraktion des gedehnten Muskels, um vor einer Überdehnung zu schützen
- Golgi-Sehnenorgan:
 - adäquate Reize: erhöhte Muskelspannung, Dehnung der Muskulatur, aktive Kontraktionen motorischer Einheiten komprimieren die kollagenen Faserbündel und die Ib-Afferenzen erregen sich
 - Funktion: Schutz vor Überlastung oder Überdehnung der Muskulatur durch Hemmung des spannungsentwickelnden Muskels

zu 7)

- Reflex = automatische, weitgehend stereotype unwillkürliche, rasche und gleichartige Reaktion auf einen äußeren Reiz
- Patellasehnenreflex:

- Auslöser: Dehnung der Quadrizepssehne durch einen Schlag
- Rezeptor: Muskelspindel
- Synapsen: auf RM-Ebene ist die 1a-Afferenz mit dem Alpha-Motoneuron des M. quadrizeps verbunden
- Reaktion: Kontraktion des M. quadrizeps

zu 8)

- Aufgabe des Hirnstamms
- Haltereфлекse:
 - Koordination von agonistischen und antagonistischen Muskelgruppen und verschiedener Muskelspannungszustände
 - die Körperhaltung des Individuums wird in Abhängigkeit von der Kopfhaltung eingestellt (wird von Rezeptoren gemessen)
 - die zugehörigen Rezeptoren sitzen in der Medulla oblongata
- Stellreflexe:
 - der Körper wird über diesen Reflex unabhängig von der Ausgangsstellung wieder zurück in seine Normalstellung gebracht (senkrecht gegen die Schwerkrafteinwirkung)
 - zuerst wird der Kopf gegen die Schwerkraft aufgerichtet und dann folgt der Rumpf
 - Ort der Rezeptoren: Medulla oblongata

zu 9)

- Tor zum Bewusstsein: der Thalamus empfängt alle sensiblen Informationen aus dem Rückenmark und filtert nur das wesentliche aus, dass dann zum sensiblen Kortex weiter geleitet wird
- Integrationsleistung: im Thalamus werden die Informationen des Kleinhirns und die Bewegungsentwürfe der Basalganglien miteinander verknüpft und zum primär motorischen Kortex geleitet

zu 10)

- 1. Tonusregulation
- 2. Koordination
- 3. Gleichgewichtsregulation
- 4. Integrationszentrum der Propriozeption/Tiefensensibilität

zu 11)

- = Sammelbegriff für verschiedene Störungen des Sprechens
- Ursachen: erworbene Schädigung des Gehirns, der Hirnnerven oder der peripheren Gesichtsnerven
- Auswirkung: Steuerung und Ausführung der Sprechbewegung ist gestört
→ gestört ist nur die motorische Innervation der Sprechmuskulatur

zu 12)

- Mitregulation der posturalen Tonussteuerung (Erhalten und Einnehmen einer aufrechten Körperhaltung unter dem Einfluss der Schwerkraft)
- Blickmotorik

zu 13)

= alle absteigenden motorischen Bahnen, die ins Rückenmark ziehen aber nicht in der Pyramidenbahn verlaufen

- Steuern automatische Bewegungsabläufe: über Projektionen in den Rumpf und die Extremitäten werden Massenbewegungen initiiert
- Aufrechterhaltung des Gleichgewichts
- Steuern Ausmaß, Richtung, Kraft und Geschwindigkeit der Bewegungen
- Kontrolle des Spannungszustands der Skelettmuskulatur (Grundspannung)
- Abstimmung der Muskeltätigkeit bei zielgerichteten Bewegungen (unterstützt die Pyramidenbahn)

zu 14)

- Hemmung von Bewegungsimpulsen über Projektionen zum Globus pallidus
- die Hemmfunktion wird über den Thalamus und SN moduliert

zu 15)

- bewegungsinitiierende Funktion
- dopaminerge Neurone aus der SN sollen die bewegungsimpulshemmende Funktion des Striatums unterdrücken

zu 16)

- Striatum (= Ncl. caudatus, Putamen), Nucleus subthalamicus, Globus pallidus, Substantia nigra

zu 17)

- Basalganglien enthalten Programme zur Steuerung und Kontrolle komplexer Bewegungen
- steuern Ausmaß, Richtung und Kraft einer Bewegung

zu 18)

- Intentionstremor
- verminderter Muskeltonus
- choreatisch-athetotische Bewegungen

zu 19)

- Parkinson-Syndrom (hyperton, hypokinetisch):
 - Akinese, Tremor, Rigor, posturale Instabilität
 - Nervenzelluntergang in der SN
- Chorea (hyperkinetisch, hypoton):
 - unwillkürliche einschießende, Bewegungsimpulse der distalen Extremitäten, meistens asymmetrisch
 - Degeneration im Ncl. caudatus und Putamen
- Dystonie (hyperkinetisch, hypoton):
 - unwillkürliche tonische Kontraktionen der Muskulatur
 - Läsionen im Putamen, evtl. auch Thalamus
- Athetose (hyperkinetisch, hypoton):
 - asymmetrisch, distal betonte unwillkürliche wurmförmige Bewegungen
 - Läsionen im Putamen und Ncl. caudatus
- Ballismus (hyperkinetisch, hypoton):
 - einschießende schleudernde Bewegungen, die v. a. die obere Extremität betreffen
 - Läsion des Ncl. subthalamicus

zu 20)

1. Willkürmotorik
2. Zielmotorik
3. Feinmotorik
4. Innervation der Alpha-Motoneurone der kontralateralen Körperseite

zu 21)

- in den assoziativen Rindfeldern kommt der Entschluss einer Bewegung zustande (Motivation)
- im prämotorischen Kortex wird ein grober Bewegungsplan entworfen
- der grobe Bewegungsentwurf gelangt über den Ncl. ruber und die Olivenkerne zum Kleinhirn
- das Kleinhirn modifiziert und korrigiert den Entwurf anhand gespeicherter Bewegungsprogramme
- und sendet den Entwurf über den Thalamus (Integrationsstelle) zurück zum Kortex
- die Efferenzen des primärmotorischen Kortex ziehen ins Rückenmark generieren Bewegung