

Lernziele Physiologie (allgemein)

Die Studierenden sollen

- Kenntnisse zur Physiologie des Menschen erwerben und Zusammenhänge und Funktionsweisen der menschlichen Körperfunktionen verstehen.
- Kenntnisse in der Zell- und Systemphysiologie erwerben und zur Problemlösung befähigt werden.
- sich mit Themenschwerpunkten befassen, die neurophysiologische und vegetative Problemfelder umfassen und in die Grundlagen der Endokrinologie und Immunologie eingeführt werden.
- an die Grundlagen der Pathophysiologie herangeführt werden.
- ein Verständnis physiologischer Vorgänge unter besonderer Berücksichtigung regulatorischer Aspekte und ihrer molekularen Grundlagen erwerben.
- lernen, praktische Fertigkeiten mit theoretischen Einsichten zu verknüpfen und dadurch in die Lage versetzt werden, wissenschaftliche Evidenzen zu erarbeiten und zu analysieren und die Fähigkeit zur Reflektion zu entwickeln.
- Einblicke in die Geschichte des Tierversuches, die Notwendigkeit von Tierversuchen und die aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen für die Durchführung von Tierversuchen in der Medizin gewinnen, und ethische Fragen diskutieren können.

Lernziele zur Erregung, zur synaptischen Transmission und zur Signaltransduktion

kognitiv:

Die Studierenden sollen

- die Entstehung von Membranpotenzialen und die Funktion der Plasmamembran verstehen und unter Einbeziehung der osmotischen und elektrischen Gradienten die Entstehung des Ruhemembranpotenzials erklären können.
- die Rolle der ATPasen und ihren Funktionsmechanismus diskutieren können.
- Die Bedeutung des Membranpotenzials für sekundär aktive Transportprozesse beurteilen können
- die Entstehung von Aktionspotenzialen in erregbaren Strukturen (Neuron, Nerv, Skelettmuskulatur, Herz, glatter Muskel) beschreiben können.
- Unterschiede zwischen AP und lokalem Potenzial (RP, EPSP, EPP) benennen können. Sie sollen in diesem Zusammenhang die Wirkung von Lokalanästhetika erklären können.
- Aussagen zur Schwelle, Refraktärzeit, schnellem Natriumkanal (Zustände und Blockierungsmöglichkeiten), Nachpotenzialen und Akkommodation treffen können.
- Grundlagen elektrotonischer (Zeitkonstante, Längskonstante) und saltatorischer Erregungsausbreitung erklären und zwischen Leitung in nichtmyelinisierten und myelinisierten Fasern (Beispiele des Vorkommens und Leitungsgeschwindigkeiten) differenzieren können.
- in der Lage sein, den Einfluss von Widerständen und kapazitiven Eigenschaften der Membran für die Weiterleitung von Potenzialen zu beschreiben.

- Beziehungen zwischen Axondurchmesser und Leitungsgeschwindigkeit diskutieren können.
- grundlegende Vorstellungen zu elektrischen Synapsen besitzen (gap junctions, Konnexone) und ihre Bedeutung für die Synchronisierung der Nervenzellaktivität kennen.
- die Freisetzung von Transmittern aus der präsynaptischen Endigung erläutern können und auf die Wirkung von Tetanustoxinen und Cholera-toxinen eingehen können.
- grundsätzliche Vorstellungen zur Funktion und Wirkungsweise der wichtigsten Transmitter besitzen und dabei verstehen, dass die Transmitter-Rezeptor-Wechselwirkung Erregung oder Hemmung vermittelt und dass über Ko-transmission die synaptische Transmission frequenzabhängig moduliert werden kann.
- Aufbau und Funktion der ionotropen Rezeptoren erklären können (GABA_A und GABA_C, Glyzin, NMDA, AMPA, Kainat, nikotinerger, 5-HT₃).
- Signalwege der G-protein-gesteuerten metabotropen Neurotransmitter-Rezeptoren benennen können (intrazelluläre Folgereaktionen nach Bindung extrazellulärer Liganden (cAMP, cGMP, DAG, IP₃, Ca²⁺, Kinasen, Phosphatasen, NO).
- andere metabotrope Rezeptoren benennen können (Tyrosinkinase).
- Enzymaktivierung und Beeinflussung der Genexpression durch second messenger erläutern können.
- Unterschiede zwischen neuro-muskulärer und neuro-neuronaler Synapse (zeitliche und räumliche Summation) aufzählen und begründen können, warum das AP am Axonhügel entsteht.
- die Vorgänge Summation und Bahnung voneinander abgrenzen können.
- prä- und postsynaptische Hemmungen erklären können.

anwendungsbezogen:

Die Studierenden sollen

- Gleichgewichtspotenziale für Kalium und Natrium mit der Nernst-Gleichung berechnen, die Goldman-Hodkin-Katz-Gleichung (Rolle der Permeabilität) diskutieren und Umkehrpotenziale für IPSPs und EPSPs verstehen können.
- erläutern, welche Folgen Hypo- und Hyperkaliämie hervorrufen und unter welchen Umständen Änderungen der extrazellulären Kaliumkonzentration pathophysiologische Konsequenzen verursachen können (Herz, Rolle der Gliazellen).
- erläutern in welchen Bereichen Summenaktionspotenziale zur Diagnostik verwendet werden (Neurographie, Myographie) und Aussagen zu der Ableitmethodik treffen können.
- prinzipielle Unterschiede zwischen extrazellulären und intrazellulären Ableitungen aufzeigen können.
- erläutern wie die Leitungsgeschwindigkeit gemessen werden kann und worin ihre diagnostische Bedeutung (z.B. Neuropathien) liegt.
- verstehen, wie die verschiedenen Parameter der elektrischen Reizung (Intensität, Dauer, Frequenz, Polung) für diagnostische und therapeutische Zwecke genutzt werden können (Rheobase, Chronaxie, Gleich- und Wechselstromreizung).
- verstehen wie IPSPs und IPSCs gemessen werden (Spannungsklemme).

- verstehen, dass Deregulation von Neurotransmitterrezeptoren neuronalen Zelltod verursachen kann (Beispiel: Epilepsie).
- Kenntnisse der Mechanismen der langsamen und schnellen axoplasmatischen Transportvorgänge und ihrer physiologischen und pathophysiologischen (Herpes simplex, Polio, Tetanus) Bedeutung erwerben.
- Anwendungsbeispiele kennen, wie über die Hemmung der Wiederaufnahme des Transmitters in die präsynaptische Endigung Krankheiten therapiert werden können.
- erläutern, an welchen Synapsen Drogen wirken.

Lernziele zum Muskel

kognitiv:

Die Studierenden sollen

- die synaptische Übertragung an der neuromuskulären Endplatte erklären, Beeinflussungsmöglichkeiten prä- (Lokalanästhetika, Botox), im Spalt (Azetylcholinesterasehemmer – Behandlung von Myasthenie und Alzheimererkrankung) und postsynaptisch (Rezeptorantagonisten zur Muskelrelaxation) diskutieren können und verstehen, dass die Übertragung an der neuromuskulären Synapse einen hohen Sicherheitsfaktor besitzt.
- die Funktion der Renshaw-Hemmung erklären können
- erklären, wie das elektrische Signal in eine Kontraktion umgesetzt wird (elektromechanische Ankopplung – T-System (Kalziumkanäle vom L-Typ bzw Dihydropyridin-Rezeptor – longitudinales System – Ryanodinrezeptor – Kalziumfreisetzung – Pumpmechanismen zur Erniedrigung der $[Ca^{2+}]_i$; – Gleit-filamenttheorie).
- Kenntnisse zum Aufbau von Sarkomeren, Myosin und Aktin haben und verstehen, dass Kalzium und ATP die Brückenbildung und Erschlaffung steuern und die Kontraktion durch wiederholte Brückenbildung entsteht.
- die Beziehungen zwischen Kraft und Muskellänge und zwischen Verkürzungsgeschwindigkeit und Kraft graphisch darstellen und sich mit dem Arbeitsdiagramm des Skelettmuskels auseinandersetzen.
- die verschiedenen Kontraktionsformen erklären können (isometrisch, isotonisch, auxotonisch, Anschlagszuckung, Unterstützungszuckung – Einzelzuckung und Tetanus).
- Unterschiede zwischen Skelettmuskulatur, Herzmuskulatur und glattem Muskel benennen können (Histologie, Innervation, Ermüdbarkeit, Fasertypen, single und multi-unit Typen) und die Unterschiede bei der elektromechanischen Ankopplung erklären können.
- die verschiedenen Mechanismen zur Muskelkraftregulation erklären können.
- Vorstellungen zum Energieumsatz entwickeln können und dabei verstehen, dass drei Wege für die ATP-Resynthese zur Verfügung stehen (Kreatinphosphat – rasch verfügbarer, anaerob-alkalischer Hintergrundspeicher; Glykolyse – anaerob-alkalische Energie für etwa 60 s und Atmungskettenphosphorylierung – aerob-alkalische Energie für langfristige Kontraktionen).
- sich mit Wirkungsgrad und Wärmebildung (Arbeitshyperthermie) auseinandersetzen.

anwendungsbezogen:

Die Studierenden sollen

- die klinische Bedeutung von Mutationen des Ryanodin-Rezeptors kennen (maligne Hyperthermie).
- zwischen statischer und dynamischer Arbeit differenzieren können.
- Unterschiede peripherer und zentraler Ermüdung diskutieren und praktische Anwendungsbeispiele nennen können.
- sich mit der maximalen Sauerstoffaufnahme, Sauerstoffschuld und Erholungspulssumme bei Sport und Arbeit auseinandersetzen und geeignete Möglichkeiten zum Training von Kraft und Schnelligkeit diskutieren.
- die Anpassungsvorgänge an physische Belastung bei Gesunden erläutern (Muskel-Skelett-System, Herz-Kreislaufsystem, Atmung, Endokrinum, ZNS) und auf die Bedeutung der Muskelfasertypen eingehen.
- sich mit Fragen des Dopings (z.B. Anabolika, EPO, Amphetamine) und seiner Gefahren kritisch auseinandersetzen.

Lernziele zum Vegetativen (autonomen) Nervensystem

kognitiv:

Die Studierenden sollen

- grundsätzliche Vorstellungen zur zentralen und peripheren Organisation des VNS besitzen.
- zwischen ergotroper und trophotroper Reaktionslage unterscheiden können.
- den Unterschied zwischen prä- und postganglionären Fasern (einschließlich der beteiligten Transmitter) kennen.
- die postganglionären Transmitter-Rezeptoren (M1, M3, α , β) und die entsprechenden second Messenger benennen und den Organsystemen zuordnen können.
- Unterschiede in sympathischer und parasympathischer Innervation einzelner Organsysteme (Synergismus, Antagonismus) aufzeigen können.
- die präsynaptische Kontrolle der Transmitterfreisetzung an Beispielen belegen können.

anwendungsbezogen:

Die Studierenden sollen

- Möglichkeiten der Therapie der arteriellen Hypertonie diskutieren können (L-Typ-Kalziumblocker, ACE-Hemmer, Betablocker).
- vegetative Reflexe erklären können (z.B. Miktion und Erbrechen).
- Wirkung von β -Mimetika auf den Atemwegswiderstand beim Asthmaanfall diskutieren können

Lernziele zur Endokrinologie

kognitiv:

Die Studierenden sollen

physiologische Mechanismen der Signalübertragung durch Hormone verstehen und begreifen, dass Störungen hormoneller Systeme zu Krankheiten führen.

Hypothalamus, Hypophyse, Epiphyse

- den Hypothalamus als neuroendokrine Schaltstelle diskutieren und die verschiedenen negativen und positiven Rückkopplungsschleifen an Beispielen belegen können (Rolle des Pfortadersystems, Liberine/Statine, Funktion der adenohipophysären und der neurohypophysären Hormone, Funktion von Melatonin).

Nebenniere

- die Steuerung der Hormonfreisetzung aus der Nebennierenrinde erläutern können (ACTH: posttranslationales Processing von POMC, Funktionen von ACTH, 24-Stunden-Rhythmus, Funktion und Syntheseort der Hormone der Nebennierenrinde und Pathophysiologie (Cushing), Rolle des Angiotensin II für die Aldosteronfreisetzung im Rahmen der hormonellen Regulation kardiovaskulärer Funktionen).
- endokrinologische Kenntnisse dazu benutzen, um die hormonalen (unter Berücksichtigung der immunologischen, antiinflammatorischen und metabolischen Wirkungen der Glukokortikoide), vegetativen und neuronalen Veränderungen bei Stress zu diskutieren und pathophysiologische Konsequenzen (z.B. Depression) aufzuzeigen.
- Fehlregulationen (AGS) diskutieren können und Ursachen von Atrophie (Folgen der exogenen Hormonzufuhr) und Hypertrophie der Nebennierenrinde kennen.

Schilddrüse

- physiologische Wirkungen der Hormone der Schilddrüse erläutern können und die Rolle der Schilddrüse als Stellglied in der Temperaturregulation (Kältestress) diskutieren können.
- Beispiele der Pathophysiologie des Hypothalamus-Hypophysen-Schilddrüsen-Systems (Hyperthyreose, Hypothyreose, Kretinismus, Myxödem, Jodmangel) benennen und erläutern können.

Kalziumhormone

- die Mechanismen zur Homöostase der Kalziumkonzentration erläutern können (Regulation, Synthese und Wirkungsorte des D-Hormons, des Calcitonins und des Parathormons).
- pathophysiologische Konsequenzen einer gestörten Kalziumhomöostase aufzeigen können (Osteoporose)

Pankreashormone

- die Mechanismen zur Homöostase des Glucosehaushaltes kennen (Rolle von Insulin, Glukagon)
- pathophysiologische Aspekte (Diabetes und Folgeerkrankungen) erläutern und Therapiemöglichkeiten aufzeigen.

anwendungsbezogen:

Die Studierenden sollen

- pathophysiologisch relevante Hormonstörungen diskutieren können

Lernziele zur Sensorik

Übergeordnete Lernziele:

Das Erwerben von sinnesphysiologischen Kenntnissen sollte dadurch gekennzeichnet sein, dass Grundlagen für die klinische Ausbildung in der Dermatologie (Hautsensoren), der Anästhesie (Nocizeptoren, Schmerzbekämpfung), der HNO-Klinik (auditives System) und der Augenklinik (visuelles System) erworben werden. Gleichzeitig ist das Verständnis der somatoviszeralen Sensorik eine Grundlage für die stomatologische Ausbildung.

kognitiv:

Die Studierenden sollen

grundlegende Gesetzmäßigkeiten der Sinnesphysiologie erläutern und gegebenenfalls graphisch darstellen können (Klassifikation, Modalität und Qualität, pd-Verhalten, Adaptation, Schwellen, rezeptives Feld, laterale Hemmung, Weber-Fechner'sches Gesetz, Stevens'sche Potenzfunktion, Transduktion und Transformation).

Hautsensoren

- Die unterschiedlichen Funktionen und die Verteilung der Mechanosensoren, der Thermosensoren und der Nocizeptoren unter Einbeziehung der transienten receptor potential- (TRP) Kanäle erklären und deren Verschaltung (einschließlich der Modulation durch prä- und postsynaptische Hemmmechanismen durch GABA und Opiate) aufzeigen können.
- die Hautsensoren durch ihr Antwortverhalten und ihr Adaptationsvermögen klassifizieren können.
- die Gate-Kontroll-Theorie auf Ebene des Rückenmarks diskutieren können.

Schmerz

- relevante schmerzauslösende Reize und beteiligte Fasertypen benennen, periphere und zentrale Sensibilisierung erklären und Möglichkeiten der Schmerzunterdrückung (z.B. Kälte, Wärme, Akupunktur, Lokalanästhetika,

Antihistaminika, ASS, COX-2-Antagonisten, endogene Schmerzhemmung durch Opiate und absteigendes katecholaminerges System, stress-induzierte Analgesie, Antiepileptika bei Neuropathien, Narkotika) aufzeigen können.

- die kortikale und limbische Repräsentation der Hautsinne unter Berücksichtigung der Mehrdimensionalität von Schmerz benennen können.
- erläutern können, warum die Lokalisation von Schmerzen ungenau sein kann
- erläutern, warum die Angaben zur Schmerzintensität oft ungenau sind.

Visuelles System

- den grundsätzlichen Aufbau des dioptrischen Apparates kennen, den für das Auge adäquaten Reiz charakterisieren und die Brechkraft definieren können.
- das Zustandekommen von Abbildungsfehlern (Aberrationen, Refraktionsanomalien) erklären und auf Veränderungen des Nah- und Fernpunktes bei Myopie, Hyperopie und Presbyopie eingehen können.
- die Akkommodationstrias erklären können, wobei für Pupillenreflex und Nahakkommodation Rezeptor, zentrale Verarbeitung und beteiligte Effektoren zu erläutern sind.
- die Bildung und den Abfluss des Kammerwassers im Kontext des Augeninnendrucks diskutieren können.
- grundsätzliche Vorstellungen zur Okulomotorik (schnelle und langsame Bewegungen, Sakkaden, Nystagmen) besitzen und Bezüge zum Vestibularapparat herstellen können.
- Stäbchen und Zapfen nach verschiedenen Kriterien unterscheiden können (Sensormorphologie, Verteilung, Verschaltung, Flimmerverschmelzungsfrequenz, skotopisches und photopisches Sehen) und prinzipielle Vorstellungen zur Signaltransduktion besitzen.
- Mechanismen der Hell- und Dunkeladaptation unter Einbeziehung der Struktur der rezeptiven Felder und der lateralen Hemmung erläutern können.
- Faktoren benennen und diskutieren, die das räumliche Auflösungsvermögen bestimmen und den Visus definieren können.
- grundlegende Vorstellungen zum räumlichen Sehen (Horopter, Querdissipation, gekreuzte und ungekreuzte Doppelbilder) und zum Farbsehen (trichromatische Theorie, Gegenfarbentheorie) entwickeln können.
- die spezialisierten Zellklassen in der Retina Detail-, Farben- und Bewegungssehen zuordnen, die verschiedenen Sehbahnen mit ihren Funktionen beschreiben und grundsätzliche Vorstellungen zur kortikalen Verarbeitung (Orientierungssäulen, okuläre Dominanzsäulen, Farbsäulen) und der kortikalen Repräsentation von Form- und Bewegungssehen entwickeln können.

Auditives System

- Intensitäts- und Frequenzschwellen darstellen und die physikalischen Grundlagen des Schalls (Phon, Dezibel, Isophone, Lautstärke, Lautheit) definieren können.
- die Funktionen des Mittelohres erläutern können.
- die Funktionen des Innenohrs erklären können (Ortsprinzip-, Wanderwelle, Funktion und Zusammensetzung von Endo- und Perilymphe, Transduktion, Unterschiede zwischen inneren und äußeren Haarzellen).
- den Verlauf der Hörbahn, die Kodierung des Schalls in afferenten Nervenfasern (Tuningkurven) und das Richtungshören erklären können.

- grundsätzliche Vorstellungen zu Stimmbildung, Artikulation und Phonation entwickeln können.

Geruch und Geschmack

- grundlegende Kenntnisse zu den Geruchs- und Geschmacksqualitäten und den Transduktionsmechanismen einschließlich der zentralen Verarbeitung von Geruchs- und Geschmacksreizen besitzen.

anwendungsbezogen:

Die Studierenden sollen

Hautsensorik

- die in der Histologie und Makroanatomie erworbenen Kenntnisse zu den Hautsensoren mit deren Funktion und Antwortverhalten verknüpfen und aufgrund der unterschiedlichen zentralen Verschaltung diagnostische Möglichkeiten aufzeigen können (z.B. Zweipunktschwellen, periphere und segmentale Läsionen, Brown-Sequard Syndrom).
- grundsätzliche Vorstellungen zu neuronaler Plastizität (Entzündung-Sensibilisierung, Nervenläsionen, kortikale Reorganisation) besitzen, und erlernte Schmerzen physiologisch interpretieren können.
- in der Lage sein, die Kenntnisse über die Funktionsweise des VNS mit der Sensorik zu verknüpfen, um somato-vegetative Reflexe, Head'sche Zonen, übertragenen und projizierten Schmerz erklären zu können.
- die Bedeutung der Tiefensensibilität (Muskelspindel, Golgirezeptoren, freie Nervenfasern) für die Körper-Stellung im Raum und die Zielmotorik erklären können.

Visuelles System

- Grundsätzliche Kenntnisse zum Augenspiegeln (direkt, indirekt) besitzen und die Rolle von Atropin kennen.
- in der Lage sein, ein Brillenrezept (s. Praktikum: Sinnesphysiologie) zu interpretieren, Korrekturvorschläge zu Sehfehlern zu machen und Untersuchungstechniken zur Feststellung von Sehfehlern aufzählen können.
- Ursachen einer Glaukomentstehung diskutieren, adäquate Messmethoden (Augendruckmessung, Perimetrie) zur Diagnose benennen und Therapiemöglichkeiten aufzeigen können.
- die Unterschiede zwischen statischen und dynamischen Perimetern erklären, den blinden Fleck lokalisieren und die unterschiedliche Größe der Farbgesichtsfelder begründen können.
- erläutern können, wie eine Dunkeladaptationskurve bei Probanden aufgenommen wird.
- beschreiben, wie die Sehschärfe definiert und geprüft werden kann (Visusbestimmung).
- Prüfverfahren erläutern können, wie Störungen des Farbsehens objektiviert werden können.

- Ursachen von Defiziten beim räumlichen Sehen (z.B. Schielamblyopie) und beim Farbsehen (Genetik der Farbanomalien) diskutieren können.
- Methoden zur Analyse zentraler Verarbeitungsprozesse im visuellen System erklären können (VEP, fMRI, ERG ua)

Auditives System

- verschiedene Testverfahren (subjektive und objektive Audiometrie, Stimmgabelverfahren zur Differenzierung der Luft- und Knochenleitung) erläutern können.
- Kenntnisse über elektrophysiologische Messmethoden zur Funktionsprüfung des Innenohrs (oto-akustische Emissionen) und der Hörbahn (Hirnstammpotentiale) besitzen und grundlegende Kenntnisse zu Therapiemöglichkeiten bei Innenohrschwerhörigkeit (Cochleaimplantat) erwerben.

Lernziele zur Motorik

Übergeordnete Lernziele:

Basierend auf den Grundlagen der Muskelphysiologie und der Anatomie sollen die Studierenden ein Verständnis dafür entwickeln, wie Laufen, Stehen, Gleichgewichtseinstellungen und Zielmotorik durch das Zusammenspiel verschiedener Hirnareale zustande kommt und Vorstellungen entwickeln wie die Programmierung einer Willkürbewegung entsteht. Sie sollen in die Lage versetzt werden, verschiedene Erkrankungen des motorischen Systems mit ihren vorherrschenden Ausfallserscheinungen zu beschreiben und Therapiemöglichkeiten aufzuzeigen.

kognitiv:

Die Studierenden sollen

Kortex

- die Phasen der Willkürmotorik (Entschlussphase – Handlungsantrieb, Strategie; Programmierungsphase und Programmdurchführung) unter Einbeziehung des Bereitschaftspotenzials diskutieren können.
- sich mit den verschiedenen Funktionen des motorischen (Area 4: Aktivierung der Muskulatur der kontralateralen Seite; Somatotopie, Aktivierung der Neurone vor der Bewegung, Kodierung der Kontraktionskraft, Reafferenz) des prä- ((PMC, Area 6, lateraler Teil - Programmierung der initialen Phase der Bewegung; Orientierung des Körpers zu einem Ziel und Körperhaltung) und supplementärmotorischen Kortex (SMA – Area 6, medialer Teil: Programmierung der sequentiellen Abfolge der Bewegungskomponenten, Apraxie), dem posterior-parietalen Kortex (räumliche Information über Objekt, das ergriffen werden soll; Neglect) und dem strukturellen Aufbau des Kortex allgemein auseinandersetzen können.

- Projektionssysteme, die den Kortex erreichen (Verschaltung der Kortex untereinander; Schleife aus Kortex in die Basalganglien über Thalamus zurück; Schleife aus Kortex in das Kleinhirn über Thalamus zurück; Eingang Peripherie über Thalamus) benennen können.

Rückenmark

- die motorische Einheit als Effektor der Motorik diskutieren (Möglichkeiten der Abstufbarkeit einer Kontraktion – Rekrutierung und Frequenzmodulation).
- Lokalisation, Aufbau und Innervation der Sensoren in Muskeln und Sehnen (adäquaten Reiz) beschreiben und funktionell interpretieren können und dabei verstehen, dass die Muskelspindel als PD-Sensor die Muskellänge misst.
- an Hand von Eigen- und Fremdreflexen prinzipielle Verschaltungen im Rückenmark erläutern und graphisch darstellen und wesentliche Unterschiede zwischen Eigen- und Fremdrelex benennen können (Verschaltung; Abhängigkeit von der Reizstärke, Summierbarkeit, Zuckungsform, Ermüdbarkeit, Reflexzeit).
- verschiedene prä- und postsynaptische Hemmmechanismen im Rückenmark erläutern können (z.B. Renshawhemmung – Steuerung der Tiefe der reziproken Hemmung)
- die Bedeutung der α - γ -Koaktivierung und der γ -Spindelschleife für die Zielmotorik erläutern (steuert Kontraktion gegen einen unbekanntes Widerstand).
- wichtige Reflexsysteme erklären können (Muskeldehnungsreflex – Körper gegen Schwerkraft; reziproke Hemmung – Anpassung der Antagonisten an einem Scharniergelenk; Golgi-Sehnenreflex: lastregulierendes System, messen die entwickelte Kraft; Fluchtrelex – organisiert Verhalten (Beugereflexe).

Hirnstamm und Vestibularapparat

- Kenntnisse zur Funktion des Hirnstamms bei der Stützmotorik besitzen und mit den Einflüssen des Vestibularapparates (adäquater Reiz, Sensoren, Transduktion, Verschaltung) auf die motorischen Funktionen verknüpfen (Okulomotorik, vestibulo-okulärer Reflex, vestibulärer Nystagmus, Muskeltonus, Halte- und Stellreflexe, Dezerebrierungsstarre).

Basalganglien

- Kenntnisse zum Programmierungsablauf der Basalganglienschleifen (skelettomotorische, okulomotorische, sensorische, limbische) und zur Balance zwischen direktem und indirektem Hemmungsweg besitzen.
- aufbauend auf den Kenntnissen zur Verschaltung der Basalganglien aus der Anatomie in die Lage versetzt werden, Erkrankungen wie M. Parkinson, Dystonien, Ballismus oder Chorea Huntington durch Änderungen der Transmission bzw. neurodegenerative Änderungen zu beschreiben, wesentliche Ausfallserscheinungen zu benennen und Therapiemöglichkeiten aufzuzeigen.

Kleinhirn

- basierend auf den Kenntnissen der Zytoarchitektur des Kleinhirns, seiner synaptischen Verschaltung und afferenten und efferenten Innervation die Funktionen einzelner Bereiche des Kleinhirns erläutern (Okulomotorik, Gleichgewicht, Kontrolle der Bewegungsdurchführung, Planung Zielmotorik, motorisches Lernen (LTD), feedback und feedforward Steuerung der Motorik).

anwendungsbezogen:

Die Studierenden sollen

- Möglichkeiten zur Reflexprüfung (Eigen- und Fremdre reflexe) beschreiben, Kenntnisse zur Pathophysiologie von Reflexen besitzen und Vorstellungen über Reflexzeiten entwickeln. Sie sollen elektrophysiologische Ableitungen von Eigenreflexen (H- Welle, M-Welle) interpretieren können.
- Mechanismen auf Ebene des Rückenmarks erklären können, die für die Reflexantwort mit Jendrassik'schem Handgriff verantwortlich sind und dabei verstehen, dass die Polyinnervation durch die Gammafasern beide Enden der Spindel kontrahiert und dadurch das nichtkontraktile Mittelstück gedehnt wird, wodurch der adäquate Reiz für die IA-Afferenzen entsteht.
- Prüfmöglichkeiten (kalorische Reizung, Drehstuhl) der Funktion des Vestibularapparates erläutern können.
- Ursachen der spinalen Querschnittsareflexie benennen und Charakteristika der spinalen Querschnittshyperreflexie als Beispiel eines dysregulierten spinalen Reflexsystems diskutieren (Babinski, Blutdruckanstieg, Beugereflexe, Massenreflexe) und Reorganisationsvorgänge im Rückenmark (Schwellenveränderungen, Sprouting, Wegfall tonischer Hemmung) diskutieren.
- als Beispiel einer retikulären Dysregulation die Dezebrierungsstarre in ihren Symptomen (generelle Aktivierung der Extensoren, Plantarflexion der Füße, Überstreckung des Rückens, Dorsalbeugung des Kopfes) beschreiben können.
- Spastik als Dysregulation der Balance zwischen α - und γ -Motoneuronen verstehen lernen und dabei die verschobene Balance zwischen kortikalen und hirnstamm-motorischen Zentren benennen können.
- in der Lage sein, die veränderte Transmission in den Basalganglien beim M. Parkinson und ihren Einfluss auf die Erregung des Nucl. subthalamicus erläutern können.
- basierend auf den Kenntnissen der efferenten Projektionen der motorischen Kortizes, die Symptomatik bei Ischämien und Blutungen in der Capsula interna beschreiben können.
- sich dessen bewusst sein, dass ein Ausfall der Pyramidenbahn vor allem die diskrete und unabhängige Fingermotorik stört, und die (häufig vorgenommene) Trennung eines Pyramidenbahnsystems von einem extrapyramidalen System weder funktionell noch anatomisch gerechtfertigt ist, sondern vor allem historische Gründe hat.
- wesentliche Symptome bei Kleinhirnschädigungen benennen können.

Lernziele zu integrativen Leistungen des Zentralnervensystems

Übergeordnete Lernziele:

die Studierenden sollen in der Lage sein, die in der Anatomie und Psychologie erworbenen Kenntnisse zum ZNS mit den physiologischen Kenntnissen zu verknüpfen. Ziel ist es, Grundlagen für die Neurologie und Psychiatrie zu vermitteln und ein Verständnis für die Dynamik und Plastizität des ZNS zu erreichen.

kognitiv:

Die Studierenden sollen

Schlaf-wach-abhängige Prozesse

- verschiedene Bewusstseinsformen benennen und die Rolle des aufsteigenden retikulären Aktivierungssystems, einschließlich der beteiligten Transmitter erklären können.
- die verschiedenen Schlafstadien benennen und die Unterschiede zwischen REM und Non-REM Schlaf beschreiben können (Altersabhängigkeit und Einfluss von Drogen auf das Schlafmuster, pathologische Schlafmuster, beteiligte Hirnstrukturen und Transmitter).
- die Hirnstruktur benennen, die wesentlich an der Erzeugung circadianer Rhythmen beteiligt ist und den Einfluss von Melatonin und Histamin diskutieren können.
- die Wirkung von Zeitgebern auf die Synchronisation von circadianen Rhythmen erklären können.
- die Bedeutung von endogenen Tagesrhythmen und schlaf-wach abhängiger Prozesse für Gesundheit und Krankheit verstehen.

Lernen und Gedächtnis

- die Unterschiede zwischen Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis kennen, zwischen deklarativen und nichtdeklarativen Gedächtnisformen differenzieren und Hirnregionen benennen können, denen eine exponierte Rolle bei bestimmten Gedächtnisleistungen zugeschrieben wird.
- synaptische Plastizitätsphänomene als Grundlage für Gedächtnisbildung (Hebb-Synapse, LTP, LTD) erklären können und beteiligte Transmitter und second messenger-Kaskaden benennen können.
- die Bedeutung des Hippocampus für räumliches Gedächtnis, als Neuigkeitsdetektor und für die Überführung von Kurzzeit- in Langzeitgedächtnis diskutieren können.
- Formen der Entwicklungsplastizität (z.B. Schielamblyopie) mit adulter Plastizität (Bildung von Schmerzgedächtnis, Phantomschmerz) vergleichen können.

Neurovegetative Regulationen

Neben der Funktionsweise des vegetativen Nervensystems und der neuronalen Steuerung von Atmung, Herz und Kreislauf (Medulla, Hypothalamus) sollen die Studierenden

- ein grundlegendes Verständnis zu den an Basismotivationen (Hunger, Durst, Sexualverhalten) beteiligten Hirnstrukturen und Transmittern entwickeln.
- die Bedeutung des Hypothalamus und der wichtigsten beteiligten Peptide für das nutritive Verhalten kennen und erläutern können.
- die Rolle der Amygdala bei der Furchtkonditionierung, der Gesichtsausdrucksinterpretation und als ein Wirkort von Antidepressiva kennen.
- grundsätzliche Vorstellungen zur Bedeutung des Nucleus Accumbens, zur Wirkung von Drogen, zu gelernter Motivation und Sucht besitzen.

Integrative Funktionen des Kortex

- den Aufbau der Großhirnrinde und die Funktionen der einzelnen kortikalen Felder beschreiben können.
- die Unterschiede zur Funktion von Broca-, Wernicke-Zentrum und Gyrus angularis benennen können.
- Unterschiede zwischen den Funktionen der beiden Hemisphären am Beispiel der Balkendurchtrennung (Split-Brain) erklären können.

anwendungsbezogen:

Die Studierenden sollen

- bei der elektrophysiologischen Analyse von Hirnrindenaktivität nicht nur die Mechanismen aufzeigen, die bei der Generierung der einzelnen Rhythmen beteiligt sind (EEG) und die Frequenzbänder benennen können, sondern auch in der Lage sein, kortikale Summenpotenziale abzuleiten und zu interpretieren.
- Vorstellungen entwickeln, wozu extra-, intrazelluläre und Summenpotenzialableitungen genutzt werden und welche Rückschlüsse die einzelnen elektrophysiologischen Messmethoden auf die Funktion der untersuchten Strukturen erlauben.
- grundsätzliche Vorstellungen zur EEG-Analyse bei Bewusstseinsstörungen und Krampfanfällen erwerben.
- die in der Anatomie erworbenen Kenntnisse zu bildgebenden Verfahren für die Interpretation der Funktionen der kortikalen Felder nutzen.
- die in einem Schlaflabor verwendeten Methoden (EEG, EMG, Okulogramm, Messung vegetativer Parameter) den entsprechenden Schlafstadien zuordnen und Ableitetechniken erklären können.
- Verknüpfungen zwischen den einzelnen Regulationsmechanismen herstellen können (z.B. Rolle des Histamins für Allergien, Verdauung und Wachheitsgrad oder die Rolle des Orexins für Nahrungsverhalten und Wachheitsgrad).
- Die Kenntnisse zum nichtdeklarativen (Prägung, klassische Konditionierung, motorisches und emotionelles Lernen) und deklarativen Gedächtnis (episodisches und semantisches Gedächtnis) an Beispielen erläutern.

- Ursachen von Gedächtnisdefiziten diskutieren und physiologische Veränderungen bei neurodegenerativen Erkrankungen (Beispiel: Alzheimer-Erkrankung) mit biochemischen und anatomischen Kenntnissen verknüpfen.
- Erworbene Kenntnisse zur Steuerung des Nahrungsverhaltens mit den Kenntnissen zu den biochemischen Grundlagen der Ernährung verknüpfen und physiologische Fehlregulationen als eine mögliche Ursache verschiedener Krankheiten (Bulimie, Anorexia nervosa, Adipositas) diskutieren.
- emotionell geprägtes und stress-induziertes Verhalten mit endokrinen, vegetativen und motorischen (Kampf- und Fluchtverhalten) Veränderungen verknüpfen.
- diskutieren, wie man das Wissen über die Plastizität des ZNS klinisch nutzen kann und könnte.