

**med**  
medizin



Dee U. Silverthorn

# Physiologie

4., aktualisierte Auflage

inklusive  
Online-Zugang zu  
Original-Prüfungsfragen  
des **IMPP**

Benjamin Cummings

PEARSON  
Studium

# Physiologie

4., aktualisierte Auflage

# Physiologie

## Inhaltsverzeichnis

Physiologie - 4., aktualisierte Auflage

Inhaltsübersicht

Inhaltsverzeichnis

Vorwort für Studierende

Vorwort

Vorwort zur deutschen Ausgabe

### 1 Einführung in die Physiologie

1.1 Physiologische Systeme

1.2 Zweck und Prozess

1.3 Homöostase

1.4 Physiologie: Jenseits des Genoms

1.5 Physiologie ist eine integrative Wissenschaft

1.6 Themen der Physiologie

1.7 Die Wissenschaft der Physiologie

1.7.1 Gute wissenschaftliche Experimente müssen sorgfältig geplant werden

1.7.2 Die Schwierigkeiten der Interpretation von Experimenten mit menschlichen Probanden

1.7.3 Designs von Studien mit menschlichen Probanden

1.8 Suchen und Lesen wissenschaftlicher Literatur

Übungsaufgaben

Lösungen

Antworten zu den Verständnisfragen

Antworten zu den Abbildungsfragen

### 2 Molekulare Wechselwirkungen

#### 2.1 Chemische Grundlagen

2.1.1 Atome bestehen aus Protonen, Neutronen und Elektronen

2.1.2 Die Anzahl der Protonen im Atomkern bestimmt das Element

2.1.3 Isotope eines Elements enthalten unterschiedlich viele Neutronen

2.1.4 Die Rolle von Elektronen bei der Bildung von Bindungen und bei der Übertragung von Energie

# Inhaltsverzeichnis

## 2.2 Chemische Bindungen und Molekülstruktur

- 2.2.1 Kovalente Bindungen durch gemeinsame Elektronenpaare
- 2.2.2 Ionenbindungen durch die vollständige Übertragung von Elektronen
- 2.2.3 Wasserstoffbrücken und Van-der-Waals-Kräfte
- 2.2.4 Beziehungen zwischen der Struktur und der Funktion von Molekülen

## 2.3 Biomoleküle

- 2.3.1 Kohlenhydrate sind die mengenmäßig häufigsten Biomoleküle
- 2.3.2 Lipide sind eine strukturell vielfältige Klasse von Biomolekülen
- 2.3.3 Proteine sind die vielseitigsten Biomoleküle
- 2.3.4 In manchen Molekülen sind Kohlenhydrate, Proteine und Lipide miteinander verknüpft
- 2.3.5 Nucleotide und Nucleinsäuren als Überträger und Speicher von Energie und Information

## 2.4 Wässrige Lösungen, Säuren, Basen und Puffer

- 2.4.1 Nicht alle Moleküle sind wasserlöslich
- 2.4.2 Verschiedene Möglichkeiten, die Konzentration einer Lösung zu beschreiben
- 2.4.3 Massenprozent, Volumenprozent und Masse/Volumen
- 2.4.4 Der pH-Wert und die  $H^+$ -Konzentration im Körper

## 2.5 Wechselwirkungen von Proteinen

- 2.5.1 Die Bindung von Molekülen an Proteine erfolgt spezifisch
- 2.5.2 Viele Faktoren beeinflussen die Ligandenbindung an Proteine
- 2.5.3 Regulation der Ligandenbindung und der Proteinaktivität
- 2.5.4 Regulation und Inaktivierung von Proteinen durch pH-Wert und Temperatur
- 2.5.5 Der Proteingehalt in Zellen wird reguliert
- 2.5.6 Die Reaktionsgeschwindigkeit kann ein Maximum erreichen

## Übungsaufgaben

### Lösungen

- Antworten zu den Verständnisfragen
- Antworten zu den Abbildungsfragen

## 3 Kompartimentierung: Zellen und Gewebe

### 3.1 Funktionelle Kompartimente des Körpers

- 3.1.1 Das Lumen von Hohlorganen ist nicht immer Teil des inneren Milieus
- 3.1.2 Unterteilung des Körpers in drei funktionelle Kompartimente

### 3.2 Biologische Membranen

- 3.2.1 Die Zellmembran trennt das Zellinnere von der äußeren Umgebung
- 3.2.2 Membranen bestehen überwiegend aus Lipiden und Proteinen
- 3.2.3 Membranlipide als Barriere zwischen dem Cytoplasma und der extrazellulären Flüssigkeit
- 3.2.4 Membranproteine können lose oder fest mit der Membran assoziiert vorliegen

# Inhaltsverzeichnis

3.2.5 Sowohl Membranlipide als auch Membranproteine können Kohlenhydrate tragen

## 3.3 Intrazelluläre Kompartimente

3.3.1 Zellen sind in Kompartimente unterteilt

3.3.2 Das Cytoplasma Cytosol, Zelleinschlüsse und Organellen

3.3.3 Zelleinschlüsse stehen in direktem Kontakt mit dem Cytosol

3.3.4 Cytoplasmatische Proteinfilamente kommen in drei Größen vor

3.3.5 Mikrotubuli bilden Centriolen, Cilien und Flagellen

3.3.6 Das Cytoskelett ist ein veränderliches Gerüst

3.3.7 Motorproteine erzeugen Bewegung

3.3.8 Organellen bilden Kompartimente für spezialisierte Funktionen

3.3.9 Der Zellkern ist das Kontrollzentrum der Zelle

## 3.4 Die Gewebe des Körpers

3.4.1 Die extrazelluläre Matrix besitzt viele Funktionen

3.4.2 Zellkontakte zwischen Zellen in Geweben

3.4.3 Epithelien bieten Schutz und regulieren den Stoffaustausch

3.4.4 Bindegewebe dient als mechanische Stütze und Barriere

3.4.5 Muskel- und Nervengewebe sind erregbar

## 3.5 Neubildung von Gewebe

3.5.1 Apoptose als saubere Form des Zelltods

3.5.2 Aus Stammzellen entstehen neue spezialisierte Zellen

## 3.6 Organe

## Übungsaufgaben

## Lösungen

Antworten zu den Verständnisfragen

Antworten zu den Abbildungsfragen

# 4 Energie- und Zellstoffwechsel

## 4.1 Energie in biologischen Systemen

4.1.1 Energie wird zur Verrichtung von Arbeit verwendet

4.1.2 Die zwei Hauptformen von Energie Kinetische und potenzielle Energie

4.1.3 Verschiedene Energieformen können ineinander umgewandelt werden

4.1.4 Die Thermodynamik

## 4.2 Chemische Reaktionen

4.2.1 Übertragung von Energie zwischen Molekülen während chemischer Reaktionen

4.2.3 Energieumsatz bei chemischen Reaktionen

4.2.2 Die Aktivierungsenergie

4.2.4 Die Größe der Freien Reaktionsenthalpie bestimmt die Reversibilität einer Reaktion

# Inhaltsverzeichnis

## 4.3 Enzyme

- 4.3.1 Wechselwirkungen von Enzymen
- 4.3.2 Enzyme können aktiviert, inaktiviert und reguliert werden
- 4.3.3 Enzyme verringern die Aktivierungsenergie
- 4.3.4 Reaktionsgeschwindigkeiten sind variabel
- 4.3.5 Reversible Reaktionen folgen dem Massenwirkungsgesetz
- 4.3.6 Klassifizierung von enzymatischen Reaktionen

## 4.4 Stoffwechsel Metabolismus

- 4.4.1 Zellen regulieren die Aktivität ihrer Stoffwechselwege
- 4.4.2 ATP ist ein kurzfristiger Energieüberträger

## 4.5 ATP-Produktion

- 4.5.1 Glucose wird durch die Glycolyse zu Pyruvat abgebaut
- 4.5.2 Im anaeroben Stoffwechsel wird Pyruvat in Lactat umgewandelt
- 4.5.3 Unter aeroben Bedingungen tritt Pyruvat über Acetyl-CoA in den Citronensäurezyklus ein
- 4.5.4 Übertragung der Energie von NADH und FADH<sub>2</sub> auf ATP durch die oxidative Phosphorylierung
- 4.5.5 Kopplung von Protonenfluss und ATP-Synthese
- 4.5.6 Die maximale Energieausbeute des Katabolismus eines Glucosemoleküls beträgt 30 bis 32 ATP
- 4.5.7 Der Beitrag großer Biomoleküle zur ATP-Produktion

## 4.6 Anabole Stoffwechselwege

- 4.6.1 Glycogen kann aus Glucosesynthetisiert werden
- 4.6.2 Glucose kann aus Aminosäuren oder Glycerin synthetisiert werden
- 4.6.3 Acetyl-CoA als wichtiger Vorläufer in der Lipidsynthese
- 4.6.4 Proteine sind der Schlüssel zur Funktionsfähigkeit der Zelle
- 4.6.5 Der Weg von der DNA zum Protein ist kompliziert
- 4.6.6 Die DNA dient bei der Transkription als Matrize für die Synthese eines komplementären mRNA-Moleküls
- 4.6.7 Durch alternatives Spleißen kann eine DNA-Sequenz mehrere Proteine codieren
- 4.6.8 Proteinbiosynthese Translation
- 4.6.9 Zielsteuerung der Proteine
- 4.6.10 Die posttranslationale Modifizierung führt zur endgültigen Proteinstruktur
- 4.6.11 Der sekretorische Weg

## Übungsaufgaben

## Lösungen

- Antworten zu den Verständnisfragen
- Antwort zu der Abschlussfrage des Fallbeispiels

# Inhaltsverzeichnis

Antworten zu den Abbildungsfragen

## 5 Membrandynamik

### 5.1 Massenbilanz und Homöostase

5.1.1 Eliminierung von Substanzen aus dem Körper durch Exkretion

5.1.2 Homöostase ist nicht Gleichgewicht

### 5.2 Diffusion

5.2.1 Diffusion beruht nur auf der Eigenbewegung der Moleküle

5.2.2 Lipophile Moleküle können durch Lipiddoppelschichten diffundieren

### 5.3 Proteinvermittelter Transport

5.3.1 Membranproteine als strukturelle Proteine, Enzyme, Rezeptoren oder Transporter

5.3.2 Kanalproteine bilden offene, wassergefüllte Poren

5.3.3 Carrier-Proteine verändern ihre Konformation für den Transport von Molekülen

5.3.4 Erleichterte Diffusion durch Carrier-Proteine

5.3.5 Der aktive Transport erfolgt gegen einen Konzentrationsgradienten

5.3.6 Der carriervermittelte Transport zeigt die Merkmale der Spezifität, Bindungskonkurrenz und Sättigung

### 5.4 Vesikulärer Transport

5.4.1 Bei der Phagocytose werden Vesikel mithilfe des Cytoskeletts erzeugt

5.4.2 Bei der Endocytose werden kleinere Partikel gebildet

5.4.3 Durch Exocytose werden Moleküle freigesetzt, die für Transportproteine zu groß sind

### 5.5 Transepithelialer Transport

5.5.1 Transepithelialer Transport von Glucose mithilfe von Membranproteinen

5.5.2 Transcytose Durchquerung des Epithels in Vesikeln

### 5.6 Osmose und Tonizität

5.6.1 Der Körper besteht überwiegend aus Wasser

5.6.2 Der Körper befindet sich im osmotischen Gleichgewicht

5.6.3 Die Osmolarität entspricht der Teilchenkonzentration in der Lösung

5.6.4 Die Tonizität einer Lösung beschreibt die Volumenänderung einer Zelle, die in der Lösung platziert wird

### 5.7 Das Membranpotenzial

5.7.1 Zellmembranen ermöglichen die Trennung von Ladungen

5.7.2 Das Membranpotenzial beruht hauptsächlich auf Kalium-Ionen

5.7.3 Änderungen des Membranpotenzials durch Variationen der Permeabilität für Ionen

### 5.8 Insulinsekretion ein Beispiel für einen potenzialabhängigen Membranprozess

## Übungsaufgaben

## Lösungen

# Inhaltsverzeichnis

Antworten zu den Verständnisfragen

Antworten zu den Abbildungsfragen

## 6 Kommunikation, Integration und Homöostase

### 6.1 Zell-Zell-Kommunikation

- 6.1.1 Gap Junctions bilden cytoplasmatische Brücken
- 6.1.2 Kontaktabhängige Signale sind auf Zell-Zell-Kontakte angewiesen
- 6.1.3 Parakrine und autokrine Signale dienen der lokalen Kommunikation
- 6.1.4 Nervenimpulse, Hormone und Neurohormone dienen zur weitreichenden Kommunikation
- 6.1.5 Cytokine können als lokale oder weitreichende Signale wirken

### 6.2 Signalwege

- 6.2.1 Rezeptorproteine befinden sich innerhalb der Zelle oder auf der Zelloberfläche
- 6.2.2 Membranproteine ermöglichen die Signaltransduktion
- 6.2.3 Rezeptorenzyme besitzen Protein-Kinase- oder Guanylat-Cyclase-Aktivität
- 6.2.4 Die meisten Signaltransduktionen erfolgen über G-Proteine
- 6.2.5 Der Adenylat-Cyclase-Signalweg ist das Signaltransduktionssystem für viele lipophobe Hormone
- 6.2.6 Der Phosphoinositid-Signalweg
- 6.2.7 Integrin-Rezeptoren übertragen Informationen von der extrazellulären Matrix
- 6.2.8 Die meisten schnellen Signalwege verändern den Ionenfluss durch Kanalproteine

### 6.3 Ungewöhnliche Signalmoleküle

- 6.3.1 Calcium-Ionen sind ein wichtiges intrazelluläres Signal
- 6.3.3 Eicosanoide sind wichtige parakrine Signale
- 6.3.2 Gase sind flüchtige Signalmoleküle

### 6.4 Regulation von Signalwegen

- 6.4.1 Rezeptoren zeigen die Merkmale der Sättigung, der Spezifität und der Bindungskonkurrenz
- 6.4.2 Durch Aufwärts- und Abwärts-Regulation können Zellen Antworten modulieren
- 6.4.3 Zellen müssen Signalwege beenden können
- 6.4.4 Viele Erkrankungen und Medikamente beeinflussen Proteine der Signaltransduktion

### 6.5 Regelkreise : Antwort- und Rückkopplungsschleifen

Kontrollsysteme

- 6.5.1 Cannons Postulate beschreiben Regelgrößen und physiologische Kontrollsysteme
- 6.5.2 Homöostase kann durch lokale oder weitreichende Regelsysteme aufrechterhalten werden
- 6.5.3 Antwortschleifen beginnen mit einem Reiz und enden mit einer Antwort
- 6.5.4 Sollwerte können variiert werden
- 6.5.5 Antwortschleifen werden durch Rückkopplungsschleifen moduliert



# Inhaltsverzeichnis

6.5.6 Feedforward-Kontrolle

6.5.7 Biologische Rhythmen resultieren aus Änderungen von Sollwerten

6.5.8 Kontroll- und Regelsysteme variieren in ihren Geschwindigkeiten und Spezifitäten

6.5.9 Komplizierte Reflexwege besitzen mehrere Datenverarbeitungszentren

## Übungsaufgaben

## Lösungen

Problemlösungen

Quantitative Aufgaben

Antworten zu den Verständnisfragen

Antworten zu den Abbildungsfragen

## 7 Einführung in das endokrine System

### 7.1 Hormone

7.1.1 Hormone kannte man bereits im Altertum

7.1.2 Was macht eine Substanz zu einem Hormon?

### 7.2 Die Klassifizierung von Hormonen

7.2.1 Die meisten Hormone sind Peptide oder Proteine

7.2.2 Synthese, Speicherung und Freisetzung von Peptidhormonen

7.2.3 Steroidhormone werden aus Cholesterin gebildet

7.2.4 Aminhormone leiten sich von den Aminosäuren Tryptophan oder Tyrosin ab

### 7.3 Regulation der Hormonsekretion

7.3.1 Hormone können nach ihren Reflexwegen klassifiziert werden

7.3.2 Der Sensor in den einfachsten endokrinen Reflexwegen ist die endokrine Zelle selbst

7.3.3 An vielen endokrinen Reflexen ist das Nervensystem beteiligt

7.3.4 Neurohormone werden durch Neuronen ins Blut sezerniert

7.3.5 Die Hypophyse besteht tatsächlich aus zwei fusionierten Drüsen

7.3.6 Der Hypophysenhinterlappen speichert und sezerniert zwei Neurohormone

7.3.7 Der Hypophysenvorderlappen sezerniert sechs Hormone

7.3.8 Das Hypothalamus-Hypophysen-System zeigt andere Rückkopplungsmuster

7.3.9 Das hypothalamisch-hypophyseale Portalgefäßsystem

7.3.10 Adenohypophysenhormone kontrollieren Wachstum, Stoffwechsel und Reproduktion

### 7.4 Hormonelle Wechselwirkungen

7.4.1 Beim Synergismus ist der Effekt mehrerer Hormone nicht einfach additiv

7.4.2 Ein permissives Hormon ermöglicht einem anderen Hormon die Entfaltung seiner vollen Wirkung

7.4.3 Antagonistische Hormone zeigen entgegengesetzte Effekte

### 7.5 Endokrinopathien

# Inhaltsverzeichnis

- 7.5.1 Hypersekretion führt zu einer übermäßigen Hormonwirkung
- 7.5.2 Durch Hyposekretion wird die Hormonwirkung vermindert oder vollständig aufgehoben
- 7.5.3 Fehler in den Rezeptoren oder sekundären Botenstoffen verursachen anomales Reaktionsvermögen der Zielgewebe
- 7.5.4 Die Diagnose von Endokrinopathien wird durch die Komplexität des Reflexes beeinflusst

## 7.6 Die Evolution der Hormone

### Übungsaufgaben

### Lösungen

Antworten zu den Verständnisfragen

Antworten zu den Abbildungsfragen

## 8 Neuronen: Zelluläre und vernetzende Eigenschaften

### 8.1 Organisation des Nervensystems

### 8.2 Die Zellen des Nervensystems

- 8.2.1 Neuronen sind erregbare Zellen, die elektrische Signale erzeugen und weiterleiten
- 8.2.2 Gliazellen bilden die Stütze des Nervensystems

### 8.3 Elektrische Signale in Neuronen

- 8.3.1 Die Nernst-Gleichung beschreibt das Membranpotenzial für eine einzelne Ionensorte
- 8.3.2 Die Goldman-Hodgkin-Katz-Gleichung
- 8.3.3 Ionenflüsse durch die Zellmembran erzeugen elektrische Signale
- 8.3.4 Gesteuerte Ionenkanäle kontrollieren die Ionenpermeabilität der Zellmembran von Neuronen
- 8.3.5 Elektrische Signale werden durch Änderungen der Permeabilität von Ionenkanälen erzeugt
- 8.3.6 Generatorpotenziale spiegeln die Stärke des auslösenden Reizes wider
- 8.3.7 Aktionspotenziale pflanzen sich ohne Intensitätsverlust über größere Entfernungen fort
- 8.3.8 Der Fluss von  $\text{Na}^+$ - und  $\text{K}^+$ -Ionen durch die Membran generiert Aktionspotenziale
- 8.3.9  $\text{Na}^+$ -Kanäle im Axon besitzen zwei Tore
- 8.3.10 Während der absoluten Refraktärphase kann kein neues Aktionspotenzial erzeugt werden
- 8.3.11 Die Reizstärke wird durch die Frequenz von Aktionspotenzialen codiert
- 8.3.12 Durch ein Aktionspotenzial werden die Konzentrationsgradienten der Ionen nicht verändert
- 8.3.13 Aktionspotenziale werden von der Triggerzone zur Axonterminale weitergeleitet
- 8.3.14 In größeren Axonen pflanzen sich Aktionspotenziale schneller fort
- 8.3.15 In myelinisierten Axonen ist die Leitungsgeschwindigkeit größer
- 8.3.16 Die elektrische Aktivität kann durch eine Vielfalt von chemischen Faktoren verändert werden

### 8.4 Zell-Zell-Kommunikation im Nervensystem

# Inhaltsverzeichnis

- 8.4.1 An einer Synapse werden Signale von Zelle zu Zelle übertragen
- 8.4.2 Calcium-Ionen dienen als Signal zur Freisetzung der Neurotransmitter an einer Synapse
- 8.4.3 Neurokrine tragen Informationen von Neuronen zu anderen Zellen
- 8.4.4 Das Nervensystem sezerniert eine Vielfalt von Neurokrinen
- 8.4.5 Viele Rezeptortypen verstärken die Effekte von Neurotransmittern
- 8.4.6 Nicht alle postsynaptischen Antworten sind schnell und von kurzer Dauer
- 8.4.7 Die Wirkung von Neurotransmittern wird schnell terminiert

## 8.5 Integration neural übertragener Informationen

- 8.5.1 An neuralen Signalwegen können viele Neuronen simultan beteiligt sein
- 8.5.2 Die synaptische Aktivität kann auch an der Axonterminale moduliert werden
- 8.5.3 Die Langzeitpotenzierung verändert die synaptische Kommunikation
- 8.5.4 Störungen der synaptischen Signalübertragung sind für viele Krankheiten verantwortlich
- 8.5.5 Die Entwicklung des Nervensystems hängt von chemischen Signalen ab
- 8.5.6 Bei Verletzungen sterben vom Perikaryon abgetrennte Segmente der Nervenzellen ab

## Übungsaufgaben

## Lösungen

- Antworten zu den Verständnisfragen
- Antworten zu den Abbildungsfragen

## 9 Das Zentralnervensystem

### 9.1 Spontane Eigenschaften neuronaler Netze

### 9.2 Evolution der Nervensysteme

### 9.3 Anatomie des Zentralnervensystems

- 9.3.1 Das Zentralnervensystem entwickelt sich aus einem Rohr
- 9.3.2 Das Zentralnervensystem ist unterteilt in graue und weiße Substanz
- 9.3.3 Knochen und Bindegewebe stützen das Zentralnervensystem
- 9.3.4 Das Gehirn schwimmt in Cerebrospinalflüssigkeit
- 9.3.5 Die Blut-Hirn-Schranke schützt das Gehirn vor schädlichen Substanzen im Blut
- 9.3.6 Nervengewebe stellt spezielle metabolische Anforderungen

### 9.4 Das Rückenmark

### 9.5 Das Gehirn

- 9.5.1 Der Hirnstamm ist der Übergang zwischen Rückenmark und Mittelhirn
- 9.5.2 Der Hirnstamm besteht aus Medulla, Pons und Mittelhirn
- 9.5.3 Das Cerebellum dient zur Bewegungskoordination
- 9.5.4 Das Diencephalon enthält Homöostasezentren
- 9.5.5 Das Großhirn ist der Sitz höherer Hirnfunktionen
- 9.5.6 Das Großhirn weist separate Bereiche von grauer und weißer Substanz auf

# Inhaltsverzeichnis

## 9.6 Die Gehirnfunktion

- 9.6.1 Der cerebrale Cortex ist in funktionellen Arealen organisiert
- 9.6.2 Sensorische Information wird im Rückenmark und im Gehirn integriert
- 9.6.3 Sensorische Information wird zu Wahrnehmung verarbeitet
- 9.6.4 Das motorische System steuert den Output des Zentralnervensystems
- 9.6.5 Das Verhaltenszustandssystem moduliert den motorischen Output
- 9.6.6 Das retikuläre aktivierende System beeinflusst Wachheitszustände
- 9.6.7 Warum schlafen wir?
- 9.6.8 Physiologische Funktionen zeigen eine circadiane Rhythmik
- 9.6.9 An Emotion und Motivation sind komplexe neuronale Bahnen beteiligt
- 9.6.10 Stimmungen sind lang anhaltende emotionale Zustände
- 9.6.11 Lernen und Erinnern verändern die synaptischen Verbindungen im Gehirn
- 9.6.12 Lernen ist der Erwerb von Wissen
- 9.6.13 Erinnerung ist die Fähigkeit, Information zu behalten und abzurufen
- 9.6.14 Sprache ist das komplexeste kognitive Verhalten aus Erfahrung und Erbgut
- 9.6.15 Persönlichkeit ist eine Kombination

## Übungsaufgaben

## Lösungen

Antworten zu den Verständnisfragen

Antworten zu den Abbildungsfragen

## 10 Sinnesphysiologie

### 10.1 Allgemeine Eigenschaften sensorischer Systeme

- 10.1.1 Rezeptoren sind hoch spezifisch für ganz bestimmte Energieformen
- 10.1.2 Sensorische Transduktion wandelt Reize in abgestufte Potenziale um
- 10.1.3 Ein sensorisches Neuron hat ein rezeptives Feld
- 10.1.4 Das Zentralnervensystem integriert sensorische Information
- 10.1.5 Codierung und Verarbeitung unterscheiden Reizmodalität, Reizort, Reizstärke und Reizdauer

### 10.2 Die somatischen Sinne

- 10.2.1 Bahnen für somatische Perzeption projizieren in den somatosensorischen Cortex und ins Cerebellum
- 10.2.2 Berührungsrezeptoren reagieren auf viele verschiedene Reize
- 10.2.3 Temperaturrezeptoren sind freie Nervenendigungen
- 10.2.4 Nocizeptoren setzen Schutzreaktionen in Gang
- 10.2.5 Schmerzen und Jucken werden von Nocizeptoren vermittelt

### 10.3 Chemorezeption: Geruch und Geschmack

- 10.3.1 Der Geruchssinn ist einer der ältesten Sinne

# Inhaltsverzeichnis

10.3.2 Geschmack ist eine Kombination aus fünf Grundgeschmacksempfindungen

## 10.4 Das Ohr: Hören

10.4.1 Hören ist unsere Wahrnehmung von Schall

10.4.2 Die Transduktion von Schall ist ein mehrstufiger Prozess

10.4.3 Die Cochlea ist mit Flüssigkeit gefüllt

10.4.4 Schall wird zuerst in der Cochlea verarbeitet

10.4.5 Hörbahnen projizieren in den auditorischen Cortex

10.4.6 Hörverlust kann eine Folge mechanischer oder neuronaler Schädigung sein

## Das Ohr: Gleichgewicht

10.5.1 Der Vestibularapparat ist mit Endolymphe gefüllt

10.5.2 Der Vestibularapparat liefert Information über Bewegung und Position im Raum

10.5.3 Die Bogengänge nehmen Winkelbeschleunigung wahr

10.5.4 Die Statolithenorgane nehmen Linearbeschleunigung und Kopfhaltung wahr

10.5.5 Gleichgewichtsbahnen projizieren hauptsächlich ins Cerebellum

## 10.6 Auge und Sehen

10.6.1 Das Auge wird vom Schädel geschützt

10.6.2 Licht tritt durch die Pupille ins Auge ein

10.6.3 Die Linse fokussiert Licht auf der Retina

10.6.4 Die Phototransduktion findet in der Retina statt

10.6.5 Photorezeptoren wandeln Licht in elektrische Signale um

10.6.6 Die Signalverarbeitung beginnt in der Retina

## Übungsaufgaben

## Lösungen

Antworten zu den Verständnisfragen

Antworten zu den Abbildungsfragen

# 11 Efferenter Teil: Autonome und somatomotorische Kontrolle

## 11.1 Autonomer Teil

11.1.1 Autonome Reflexe sind wichtig für die Homöostase

11.1.2 Die antagonistische Kontrolle ist typisch für das autonome System

11.1.3 Autonome Leitungsbahnen bestehen aus zwei in Reihe geschalteten efferenten Neuronen

11.1.4 Sympathische und parasympathische Nerven treten in unterschiedlichen Rückenmarksabschnitten aus

11.1.5 Das autonome Nervensystem bedient sich verschiedenster Neurotransmitter und Modulatoren

11.1.6 Autonome Leitungsbahnen kontrollieren glatte Muskulatur, Herzmuskulatur, Drüsen, lymphatisches und Fettgewebe

# Inhaltsverzeichnis

- 11.1.7 Neurotransmitter des autonomen Systems werden im Axon synthetisiert
- 11.1.8 Die meisten sympathischen Leitungsbahnen setzen Noradrenalin an adrenergen Rezeptoren frei
- 11.1.9 Das Nebennierenmark bildet Katecholamine
- 11.1.10 Parasympathische Leitungsbahnen setzen Acetylcholin an muscarinergen Rezeptoren frei
- 11.1.11 Autonome Agonisten und Antagonisten sind wichtige Werkzeuge der medizinischen Forschung und Praxis
- 11.1.12 Primärerkrankungen des autonomen Nervensystems sind eher selten
- 11.1.13 Sympathikus und Parasympathikus: Zusammenfassung

## 11.2 Somatomotorischer Teil

- 11.2.1 Eine somatomotorische Leitungsbahn besteht aus einem einzigen Neuron
- 11.2.2 Die neuromuskuläre Endplatte enthält nicotinische Rezeptoren

## Übungsaufgaben

## Lösungen

- Quantitative Aufgaben
- Antworten zu den Verständnisfragen
- Antworten zu den Abbildungsfragen

## 12 Muskulatur

### 12.1 Skelettmuskulatur

- 12.1.1 Skelettmuskeln bestehen aus Muskelfasern
- 12.1.2 Myofibrillen sind die kontraktile Elemente einer Muskelfaser
- 12.1.3 Muskelkontraktion erzeugt Kraft
- 12.1.4 Muskeln verkürzen sich bei der Kontraktion
- 12.1.5 Troponin und Tropomyosin regulieren die Kontraktion
- 12.1.6 Acetylcholin initiiert die elektromechanische Kopplung
- 12.1.7 Die Kontraktion der Skelettmuskeln erfordert ständigen Nachschub an ATP
- 12.1.8 Die Ermüdung von Muskeln kann verschiedene Ursachen haben
- 12.1.9 Skelettmuskelfasern werden nach ihrer Kontraktionsgeschwindigkeit und Ermüdbarkeit eingeteilt
- 12.1.10 Die von einer Muskelfaser entwickelte Spannung ist eine Funktion der Faserlänge
- 12.1.11 Durch die Summation von Muskelzuckungen wird die Kontraktionskraft gesteigert
- 12.1.12 Eine motorische Einheit umfasst ein somatomotorisches Neuron und die von ihm innervierten Muskelfasern
- 12.1.13 Die Kontraktion des Muskels richtet sich nach der Art und Zahl der motorischen Einheiten

### 12.2 Mechanik der Bewegung

# Inhaltsverzeichnis

12.2.1 Isotonische Kontraktionen bewegen Lasten, isometrische Kontraktionen erzeugen Kraft ohne Bewegung

12.2.2 Knochen und Muskeln bilden mit Gelenken Hebel und Drehpunkte

12.2.3 Muskelerkrankungen haben verschiedenste Ursachen

## 12.3 Glatte Muskulatur

12.3.1 Die Zellen der glatten Muskulatur sind viel kleiner als Skelettmuskelfasern

12.3.2 Glatte Muskulatur verfügt über längere Actin- und Myosinfilamente

12.3.3 Die kontraktile Elemente der glatten Muskulatur bilden keine Sarcomere

12.3.4 Die Phosphorylierung von Proteinen spielt bei der Kontraktion glatter Muskulatur eine entscheidende Rolle

12.3.5 Die Entspannung der glatten Muskulatur erfolgt in mehreren Schritten

12.3.6 Der Calciumeinstrom gibt das Signal zur Kontraktion der glatten Muskulatur

12.3.7 Die Dehnung des Muskels öffnet  $\text{Ca}^{2+}$ -Kanäle

12.3.8 Manche glatten Muskeln haben instabile Membranpotenziale

12.3.9 Die Aktivität der glatten Muskulatur wird über chemische Signale reguliert

## 12.4 Herzmuskulatur

### Übungsaufgaben

### Lösungen

Antworten zu den Verständnisfragen

Antworten zu den Abbildungsfragen

## 13 Integrative Physiologie I: Kontrolle der Bewegung

### 13.1 Neuronale Reflexe

13.1.1 Neuronale Reflexbahnen werden nach unterschiedlichen Gesichtspunkten eingeteilt

### 13.2 Autonome Reflexe

### 13.3 Reflexe der Skelettmuskulatur

13.3.1 Muskelspindeln reagieren auf die Dehnung des Muskels

13.3.2 Golgi-Sehnenorgane reagieren auf die Spannung des Muskels

13.3.3 Muskeldehnungsreflexe und reziproke Hemmung steuern die Gelenkbewegung

13.3.4 Beugereflexe lassen Gliedmaßen von schmerzhaften Reizen zurückzucken

### 13.4 Die integrative Kontrolle der Bewegung

13.4.1 Man unterscheidet reflexhafte, willkürliche und rhythmische Bewegungen

13.4.2 Die Integration der Bewegung im ZNS

13.4.3 Symptome des Parkinson-Syndroms spiegeln die Funktion der Basalganglien wider

### 13.5 Kontrolle der Bewegung der visceralen Muskulatur

### Übungsaufgaben

### Lösungen

# Inhaltsverzeichnis

Problemlösungen

Antworten zu den Verständnisfragen

## 14 Kardiovaskuläre Physiologie

### 14.1 Überblick über das kardiovaskuläre System

14.1.1 Das kardiovaskuläre System transportiert viele verschiedene Stoffe durch den ganzen Körper

14.1.2 Das kardiovaskuläre System besteht aus dem Herzen, den Blutgefäßen und dem Blut

### 14.2 Druck, Volumen, Fluss und Widerstand

14.2.1 Der Druck einer bewegten Flüssigkeit sinkt mit zunehmender Wegstrecke

14.2.2 Flüssigkeiten sind inkompressibel (nicht komprimierbar)

14.2.3 Blut strömt von Orten höheren Drucks zu Orten niedrigeren Drucks

14.2.4 Dem Fluss steht ein Widerstand entgegen

14.2.5 Strömungsgeschwindigkeit, Volumenstrom und Querschnittsfläche

### 14.3 Der Herzmuskel und das Herz

14.3.1 Das Herz besitzt vier Kammern

14.3.2 Die Herzklappen gewährleisten den Einbahn-Blutfluss im Herzen

14.3.3 Einige Herzmuskelzellen kontrahieren ohne neurale Stimulation

14.3.4 Die elektromechanische Kopplung im Herzmuskel

14.3.5 Die Kontraktionskraft der einzelnen Herzmuskelzelle ist variabel

14.3.6 Eine Dehnung des Herzmuskels führt zu einer stärkeren Kontraktion

14.3.7 Aktionspotenziale in Herzmuskelzellen variieren mit dem Zelltyp

14.3.8 Neurotransmitter des vegetativen Nervensystems modulieren die Herzfrequenz

### 14.4 Das Herz als Pumpe

14.4.1 Koordination der Herzmuskelkontraktion

14.4.2 Schrittmacherzellen bestimmen die Herzfrequenz

14.4.3 Das Elektrokardiogramm spiegelt die elektrische Aktivität des Herzens wider

14.4.4 Das Herz kontrahiert und relaxiert einmal während eines Herzzyklus

14.4.5 Druck-Volumen-Diagramme zur Beschreibung des Herzzyklus

14.4.6 Das Herzschlagvolumen

14.4.7 Das Herzzeitvolumen ist ein Maß für die Herzleistung

14.4.8 Regulierung der Herzfrequenz durch vegetative Neuronen

14.4.9 Das Schlagvolumen wird durch mehrere Faktoren beeinflusst

14.4.10 Regulierung der Kontraktilität durch Neuronen und das endokrine System

14.4.11 Das EDV und der arterielle Blutdruck bestimmen die Nachlast

## Übungsaufgaben

## Lösungen

Antworten zu den Verständnisfragen



# Inhaltsverzeichnis

Antworten zu den Abbildungsfragen

## 15 Blutfluss und Kontrolle des Blutdrucks

### 15.1 Die Blutgefäße

- 15.1.1 Vaskuläre glatte Muskulatur
- 15.1.2 In Arterien und Arteriolen fließt das Blut vom Herzen zu den Geweben
- 15.1.3 Austauschvorgänge zwischen dem Blut und der interstitiellen Flüssigkeit finden in den Kapillaren statt
- 15.1.4 Das Blut aus den Kapillaren fließt in den Venolen und Venen zusammen
- 15.1.5 Durch Angiogenese entstehen neue Blutgefäße

### 15.2 Der Blutdruck

- 15.2.1 Der Blutdruck ist in den Arterien am höchsten und in den Venen am niedrigsten
- 15.2.2 Der arterielle Blutdruck spiegelt den Antriebsdruck für den Blutfluss wider
- 15.2.3 Bestimmung des Blutdrucks durch Sphygmomanometrie
- 15.2.4 Das Herzzeitvolumen und der periphere Gefäßwiderstand bestimmen den mittleren arteriellen Blutdruck
- 15.2.5 Veränderungen des Blutvolumens beeinflussen den Blutdruck

### 15.3 Strömungswiderstand in den Arteriolen

- 15.3.1 Der Blutfluss wird durch myogene Autoregulation automatisch angepasst
- 15.3.2 Parakrine beeinflussen die Kontraktion der vaskulären glatten Muskulatur
- 15.3.3 Das sympathische Nervensystem kontrolliert den größten Teil der vaskulären glatten Muskulatur

### 15.4 Verteilung des Blutes auf die Gewebe

### 15.5 Stoffaustausch in den Kapillaren

- 15.5.1 Die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes ist in den Kapillaren am kleinsten
- 15.5.2 Der Stoffaustausch in den Kapillaren erfolgt überwiegend durch Diffusion und Transcytose
- 15.5.3 Filtration und Reabsorption in Kapillaren

### 15.6 Das lymphatische Gefäßsystem

- 15.6.1 Ödeme sind die Folge von Veränderungen des kapillären Stoffaustauschs

### 15.7 Regulation des Blutdrucks

- 15.7.1 Der Barorezeptorreflex
- 15.7.2 Orthostatischer Hypertonus und der Barorezeptorreflex

### 15.8 Kardiovaskuläre Erkrankungen

- 15.8.1 Rauchen, Fettleibigkeit und vererbare Faktoren erhöhen das Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen
- 15.8.2 Arteriosklerose ist ein entzündlicher Prozess
- 15.8.3 Ein Hypertonie repräsentiert eine Störung der Homöostase

### Übungsaufgaben

# Inhaltsverzeichnis

## Lösungen

Antworten zu den Verständnisfragen

Antworten zu den Abbildungsfragen

## 16 Das Blut

### 16.1 Das Plasma und die zellulären Bestandteile des Blutes

16.1.1 Das Blutplasma besteht aus Wasser, gelösten Proteinen, Ionen, organischen Molekülen und Gasen

16.1.2 Die zellulären Bestandteile des Blutes Erythrocyten, Leukocyten und Thrombocyten

### 16.2 Blutzellbildung (Hämatopoese)

16.2.1 Die Hämatopoese erfolgt im Knochenmark

16.2.2 Kontrolle der Hämatopoese durch koloniestimulierende Faktoren, Interleukine und andere Cytokine

16.2.3 Koloniestimulierende Faktoren regulieren die Leukopoese

16.2.4 Kontrolle der Thrombopoese durch Thrombopoetin

16.2.5 Kontrolle der Erythropoese durch Erythropoetin

### 16.3 Erythrocyten rote Blutkörperchen

16.3.1 Reife Erythrocyten besitzen keinen Zellkern

16.3.2 Für die Hämoglobinsynthese ist Eisen erforderlich

16.3.3 Die Lebensdauer von Erythrocyten beträgt etwa vier Monate

16.3.4 Erkrankungen der Erythrocyten verursachen eine Senkung der Sauerstofftransportkapazität

### 16.4 Thrombocyten und Blutgerinnung

16.4.1 Thrombocyten sind kleine Zellfragmente

16.4.2 Die Hämostase verhindert den Blutverlust aus beschädigten Gefäßen

16.4.3 Aktivierung von Thrombocyten und primäre Hämostase

16.4.4 Stabilisierung des weißen Thrombus durch die Blutgerinnung

16.4.5 Antikoagulanzen begrenzen das Ausmaß der Blutgerinnung

## Übungsaufgaben

## Lösungen

Antworten zu den Verständnisfragen

## 17 Atemmechanik

### 17.1 Das respiratorische System

17.1.1 Die Knochen und Muskeln des Thorax umgeben die Lungen

17.1.2 Die Pleurahöhlen umschließen die Lungen

17.1.3 Die Atemwege verbinden die Lungen mit der äußeren Umgebung

17.1.4 In den Alveolen erfolgt der Gasaustausch

17.1.5 Im Lungenkreislauf herrschen ein großer Fluss und ein kleiner Druck

# Inhaltsverzeichnis

## 17.2 Gasgesetze

- 17.2.1 Luft ist eine Mischung aus verschiedenen Gasen
- 17.2.2 Gase strömen in Richtung von Druckgradienten
- 17.2.3 Das Boylesche Gesetz beschreibt die Druck-Volumen-Beziehung in Gasen

## 17.3 Ventilation

- 17.3.1 Während der Ventilation ändert sich Lungenvolumina das Lungenvolumen
- 17.3.2 Die inspirierte Luft wird in den Atemwegen erwärmt, angefeuchtet und gefiltert
- 17.3.3 Die Luftströmungen bei der Ventilation werden durch Druckgradienten hervorgerufen
- 17.3.4 Die Inspiration erfolgt, wenn der Alveolardruck sinkt
- 17.3.5 Die Expiration erfolgt, wenn der Alveolardruck über den Atmosphärendruck steigt
- 17.3.6 Der Intrapleuraldruck verändert sich während der Ventilation
- 17.3.7 Compliance und Elastance der Lungen können durch Krankheiten verändert werden
- 17.3.8 Der Surfactant-Faktor erleichtert die Atmung
- 17.3.9 Der Strömungswiderstand der Atemwege wird hauptsächlich durch ihren Durchmesser bestimmt
- 17.3.10 Atemfrequenz und Atemzugvolumen bestimmen die Effektivität der Atmung
- 17.3.11 Die Gaszusammensetzung in den Alveolen während der Ruheatmung
- 17.3.12 Alveoläre Ventilation und alveolärer Blutvolumenstrom werden aufeinander abgestimmt
- 17.3.13 Die Lungenfunktion wird durch Auskultation und Spirometrie bewertet

## Übungsaufgaben

### Lösungen

- Antworten zu den Verständnisfragen
- Antworten zu den Abbildungsfragen

## 18 Austausch und Transport von Gasen

### 18.1 Diffusion und Löslichkeit von Gasen

- 18.1.1 Die Lösung von Gasen in Flüssigkeiten hängt vom Druck, der Löslichkeit und der Temperatur ab

### 18.2 Gasaustausch in den Lungen und in den Geweben

- 18.2.1 Eine Abnahme des alveolaren  $pO_2$  führt zu einer geringeren Sauerstoffaufnahme in den Lungen
- 18.2.2 Veränderungen des Alveolarepithels beeinflussen den Gasaustausch

### 18.3 Gastransport im Blut

- 18.3.1 Der meiste Sauerstoff wird von Hämoglobin zu den Geweben transportiert
- 18.3.2 Ein Hämoglobinmolekül bindet bis zu vier Sauerstoffmoleküle
- 18.3.3 Die Bindung von Sauerstoff an Hämoglobin folgt dem Massenwirkungsgesetz

# Inhaltsverzeichnis

- 18.3.4 Der  $pO_2$  bestimmt die an Hämoglobin gebundene Sauerstoffmenge
- 18.3.5 Sauerstoffsättigung des Hämoglobins
- 18.3.6 Beeinflussung der Sauerstoff-Hämoglobin-Bindung durch verschiedene Faktoren
- 18.3.7 Kohlendioxid wird auf drei Arten im Blut transportiert

## 18.4 Regulation der Atmung

- 18.4.1 Neuronen in der Medulla regulieren die Atmung
- 18.4.2 Kohlendioxid, Sauerstoff und der pH-Wert beeinflussen die Ventilation
- 18.4.3 Schutzreflexe bewahren die Lungen vor Schäden
- 18.4.4 Höhere Hirnzentren beeinflussen die Atmung

## Übungsaufgaben

## Lösungen

- Quantitative Aufgaben
- Antworten zu den Verständnisfragen
- Antworten zu den Abbildungsfragen

## 19 Die Nieren

### 19.1 Funktionen der Nieren

### 19.2 Anatomie des Harnsystems

- 19.2.1 Das Harnsystem besteht aus den Nieren, den Harnleitern, der Harnblase und der Harnröhre
- 19.2.2 Das Nephron ist die funktionelle Einheit der Nieren

### 19.3 Überblick über die Funktionen der Nieren

- 19.3.1 Die drei Prozesse im Nephron sind die Filtration, die Resorption und die Sekretion
- 19.3.2 Das Volumen und die Osmolarität des Filtrats ändern sich auf dem Weg durchs Nephron

### 19.4 Renale Filtration

- 19.4.1 Das Nierenkörperchen weist drei Filtrationsbarrieren auf
- 19.4.2 Die Filtration wird durch den hydrostatischen Druck in den Kapillaren angetrieben
- 19.4.3 Der Blutdruck und der renale Blutfluss beeinflussen die GFR
- 19.4.4 Die GFR unterliegt einer Autoregulation
- 19.4.5 Auch Hormone und autonome Neuronen beeinflussen die GFR

### 19.5 Renale Resorption

- 19.5.1 Die Resorption kann passiv oder aktiv sein
- 19.5.2 Die Rolle der Sättigung der renalen Transportsysteme für die Nierenfunktion
- 19.5.3 Der peritubuläre Kapillardruck begünstigt die Resorption

### 19.6 Renale Sekretion

- 19.6.1 Verringerung der Penicillinsekretion durch Bindungskonkurrenz

### 19.7 Renale Exkretion

# Inhaltsverzeichnis

19.7.1 Die Clearance als nichtinvasive Methode zur Messung der GFR

19.7.2 Clearance und GFR dienen zur Bestimmung des renalen Schicksals einer Substanz

## 19.8 Miktion

### Übungsaufgaben

### Lösungen

Antworten zu den Verständnisfragen

Antworten zu den Abbildungsfragen

## 20 Integrative Physiologie II: Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt

### 20.1 Flüssigkeits- und Elektrolythomöostase

20.1.1 Die Osmolarität der EZF beeinflusst das Zellvolumen

20.1.2 Ein ausgeglichener Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt erfordert die Integration vieler Systeme des Zellvolumen

### 20.2 Wasserhaushalt

gegenseitig aus

20.2.1 Die tägliche Aufnahme und Ausscheidung von Wasser gleichen sich gegenseitig aus

20.2.2 Die Nieren sparen Wasser

20.2.3 Die Urinkonzentration wird in den Henle-Schleifen und den Sammelrohren eingestellt

20.2.4 Die Kontrolle der Wasserresorption durch ADH (Vasopressin)

20.2.5 Auslösung von Reflexen zur Regulierung des Wasserhaushalts

20.2.6 Die Henle-Schleife ist ein Gegenstrom-Multiplikator

### 20.3 Natriumhaushalt und das EZF-Volumen

20.3.1 Aldosteron kontrolliert den Natriumhaushalt

20.3.2 Der Blutdruck als Hauptreiz zur Sekretion von Aldosteron

20.3.3 Angiotensin II beeinflusst den Blutdruck auf mehreren Wegen

20.3.4 Das atriale natriuretische Peptid fördert die Exkretion von Na<sup>+</sup>-Ionen und Wasser

### 20.4 Kaliumhaushalt

### 20.5 Verhaltensmechanismen zur Regulation des Elektrolyt- und Wasserhaushalts

20.5.1 Trinken ersetzt einen Flüssigkeitsverlust

20.5.2 Ein niedriger Na<sup>+</sup>-Spiegel stimuliert den Appetit auf Salz

20.5.3 Vermeidungsverhalten zur Verhinderung einer Dehydratation

### 20.6 Integrative Kontrolle des Volumens und der Osmolarität

20.6.1 Osmolarität und Volumen können sich unabhängig voneinander ändern

20.6.2 Eine Dehydratation löst renale und kardiovaskuläre Antworten aus

### 20.7 Säure-Base-Haushalt

# Inhaltsverzeichnis

- 20.7.1 Enzyme und das Nervensystem sind besonders empfindlich gegenüber pH-Änderungen
- 20.7.2 Säuren und Basen im Körper stammen aus verschiedenen Quellen
- 20.7.3 Die pH-Homöostase ist auf Puffersysteme, die Lungen und die Nieren angewiesen
- 20.7.4 An Puffersystemen sind Proteine, Phosphat und Hydrogencarbonat beteiligt
- 20.7.5 Die Ventilation kann Störungen der pH-Homöostase kompensieren
- 20.7.6 Die Nieren verwenden Ammoniak- und Phosphatpuffer
- 20.7.7 Im proximalen Tubulus werden  $H^+$ -Ionen sezerniert und  $HCO_3^-$ -Ionen resorbiert
- 20.7.8 Das distale Nephron kontrolliert die Exkretion von Säure
- 20.7.9 Störungen der pH-Homöostase können respiratorischen oder nicht-respiratorischen Ursprungs sein

## Übungsaufgaben

## Lösungen

Antworten zu den Verständnisfragen

Antworten zu den Abbildungsfragen

## 21 Das Verdauungssystem

### 21.1 Funktionen und Prozesse des Verdauungssystems

### 21.2 Anatomie des Verdauungssystems

21.2.1 Das Verdauungssystem besteht aus Mundhöhle, Gastrointestinaltrakt und akzessorischen Drüsen

21.2.2 Die Wand des Gastrointestinaltrakts besteht aus vier Schichten

### 21.3 Motilität

21.3.1 Die glatte Muskulatur des Gastrointestinaltrakts kontrahiert sich spontan

21.3.2 Die glatte Muskulatur des Gastrointestinaltrakts weist unterschiedliche Kontraktionsmuster auf

### 21.4 Sekretion

21.4.1 Das Verdauungssystem sezerniert Ionen und Wasser

21.4.2 Verdauungsenzyme werden in den Mund, in den Magen und in den Darm sezerniert

21.4.3 Spezialisierte Zellen sezernieren Schleim

21.4.4 Speichel wird exokrin sezerniert

21.4.5 Die Leber sezerniert Galle

### 21.5 Regulation der Funktion des Verdauungstrakts

21.5.1 Das enterische Nervensystem kann unabhängig auf das zentrale Nervensystem wirken

21.5.2 Zu den Peptiden des Magen-Darm-Trakts gehören auch Hormone, Neuropeptide und Cytokine

### 21.6 Verdauung und Absorption

# Inhaltsverzeichnis

- 21.6.1 Kohlenhydrate werden als Monosaccharide absorbiert
- 21.6.2 Proteine werden in kleine Peptide und Aminosäuren zerlegt
- 21.6.3 Einige größere Peptide können im Ganzen absorbiert werden
- 21.6.4 Gallensalze erleichtern die Fettverdauung
- 21.6.5 Nucleinsäuren werden in Stickstoffbasen und Monosaccharide aufgespalten
- 21.6.6 Der Darm absorbiert Vitamine und Mineralien
- 21.6.7 Der Darm absorbiert Ionen und Wasser

## 21.7 Die Cephalische Phase

Verdauung beginnt im Mund

21.7.1 Die chemische und mechanische  
den Magen transportiert

21.7.2 Durch die Schluckbewegung wird die Nahrung vom Mund in

## 21.8 Die gastrische Phase

21.8.1 Der Magen speichert Nahrung

21.8.2 Der Magen sezerniert Säure, Enzyme und Signalmoleküle

21.8.3 Der Magen hält eine Balance zwischen Verdauung und Schutz

## 21.9 Die intestinale Phase

21.9.1 Bicarbonate im Dünndarm neutralisieren die Magensäure

21.9.2 Die meiste Flüssigkeit wird im Dünndarm absorbiert

21.9.3 Der größte Teil der Verdauung findet im Dünndarm statt

21.9.4 Der Dickdarm konzentriert den Stuhl für die Ausscheidung

21.9.5 Durchfall kann zur Dehydratation führen

## 21.10 Immunologische Funktionen des Gastrointestinaltrakts

21.10.1 M-Zellen nehmen Stichproben des Darminhalts

21.10.2 Erbrechen ist ein Schutzreflex

## Übungsaufgaben

### Lösungen

Antworten zu den Abbildungsfragen

Antworten zu den Verständnisfragen

## 22 Stoffwechsel und Energiehaushalt

### 22.1 Energiebilanz

22.1.1 Die Energieaufnahme entspricht der Energieabgabe

22.1.2 Der Energieverbrauch eines Menschen spiegelt sich im Sauerstoffverbrauch

22.1.3 Energie wird in Form von Fett und Glycogen gespeichert

### 22.2 Stoffwechsel

22.2.1 Die Energie aus den Nährstoffen kann entweder sofort verbraucht oder  
gespeichert werden

# **Inhaltsverzeichnis**

22.2.2 Hormone kontrollieren Stoffwechselprozesse, indem sie die Enzymaktivität verändern

22.2.3 Anabole Stoffwechselprozesse dominieren in der absorptiven Phase

22.2.4 Cholesterinspiegel im Blut als Risikofaktor für die koronare Herzkrankheit

22.2.5 In der postabsorptiven Phase dominiert der katabole Stoffwechsel

## **22.3 Die homöostatische Kontrolle des Stoffwechsels**

22.3.1 Der Pankreas sezerniert Insulin und Glucagon

22.3.2 Das Verhältnis von Insulin zu Glucagon reguliert den Stoffwechsel

22.3.3 Insulin ist das dominante Hormon der absorptiven Phase

22.3.4 Insulin fördert den Anabolismus

22.3.5 Glucagon dominiert in der postabsorptiven Phase

22.3.6 Diabetes mellitus eine Familie von Stoffwechselkrankheiten

22.3.7 Typ-1-Diabetiker neigen zu einer Ketoacidose

22.3.8 Typ-2-Diabetiker haben oft erhöhte Insulinspiegel

22.3.9 Zum metabolischen Syndrom zählen sowohl Diabetes als auch kardiovaskuläre Erkrankungen

## **22.4 Körpertemperatur**

22.4.1 Die Körpertemperatur ist ein Gleichgewicht zwischen Wärmeproduktion, Wärmeaufnahme und Wärmeabgabe

22.4.2 Die Körpertemperatur wird homöostatisch reguliert

22.4.3 Der Körper produziert Wärme durch Bewegung und Stoffwechsel

22.4.4 Der Thermostat des Körpers kann neu eingestellt werden

## **Übungsaufgaben**

### **Lösungen**

Antworten zu den Verständnisfragen

Antworten zu den Abbildungsfragen

## **23 Die hormonelle Kontrolle von Stoffwechsel und Wachstum**

### **23.1 Überblick über die Prinzipien der Hormonregulation**

### **23.2 Glucocorticoide der Nebennieren**

23.2.1 Die Nebennierenrinde sezerniert Steroidhormone

23.2.2 Adrenocorticotropes Hormon (ACTH) kontrolliert die Ausschüttung von Cortisol

23.2.3 Cortisol ist lebenswichtig

23.2.4 Cortisol ist ein nützliches Medikament

23.2.5 Ein zu hoher oder ein zu niedriger Cortisolspiegel verursacht Krankheiten

23.2.6 CRH und ACTH haben zusätzliche physiologische Funktionen

### **23.3 Schilddrüsenhormone**

23.3.1 Die Schilddrüsenhormone enthalten Iod

23.3.2 Schilddrüsenhormone beeinflussen die Lebensqualität



# Inhaltsverzeichnis

23.3.3 TSH kontrolliert die Schilddrüse

## 23.4 Wachstumshormon/ Somatotropin

23.4.1 Das Somatotropin wirkt anabolisch

23.4.2 Somatotropin ist wichtig für das normale Wachstum von Kindern

23.4.3 Das gentechnisch hergestellte menschliche Somatotropin wirft ethische Fragen auf

## 23.5 Gewebe- und Knochenwachstum

23.5.1 Das Gewebewachstum erfordert Hormone und parakrine Signale

23.5.2 Das Knochenwachstum erfordert angemessene Calciummengen in der Nahrung

## 23.6 Calciumhaushalt

23.6.1 Die Calciumkonzentration im Blut wird innerhalb eines engen Bereichs reguliert

23.6.2 Drei Hormone kontrollieren das Calciumgleichgewicht

23.6.3 Die Homöostase von Calcium und Phosphat sind miteinander verknüpft

23.6.4 Osteoporose ist eine Krankheit, bei der Knochen abgebaut wird

## Übungsaufgaben

### Lösungen

Antworten zu den Verständnisfragen

Antworten zu den Abbildungsfragen

## 24 Das Immunsystem

### 24.1 Ein Überblick über die Funktionen des Immunsystems

### 24.2 Krankheitserreger des Menschen

24.2.1 Der Körper braucht unterschiedliche Abwehrmechanismen gegen Bakterien und Viren

24.2.2 Viren können sich nur in einer Wirtszelle replizieren

### 24.3 Die Immunantwort

### 24.4 Anatomie des Immunsystems

24.4.1 Das Lymphgewebe ist über den gesamten Körper verteilt

24.4.2 Leukocyten sind die wichtigsten Zellen des Immunsystems

### 24.5 Angeborene Immunität: Unspezifische Immunantwort

die erworbene Immunität

24.5.1 Physikalische und chemische Barrieren sind die ersten Verteidigungslinien des Körpers Dendritische Zellen aktivieren Lymphocyten

Lymphocyten vermitteln

24.5.2 Phagocyten erkennen und verschlingen fremdes Material

eliminieren virusinfizierte Zellen

und Tumorzellen

24.5.4 Chemische Mediatoren sorgen für die Entzündungsreaktion

# Inhaltsverzeichnis

## 24.5.3 Natürliche Killerzellen

Proteine der akuten Phase werden früh

in der Immunantwort ausgeschüttet

systemische Effekte

Histamin setzt die Entzündung in Gang

Bradykinin stimuliert Schmerzrezeptoren

Interleukine zeigen ausgeprägte

und Chemotaxine

Komplementproteine sind Opsonine

## 24.6 Erworbene Immunität: Antigen-spezifische Reaktionen

24.6.1 Lymphocyten sind die wichtigsten Zellen, die an der erworbenen Immunantwort beteiligt sind

24.6.2 Die B-Lymphocyten differenzieren sich in Plasmazellen und Gedächtniszellen

24.6.3 Antikörper sind Proteine, die von Plasmazellen ausgeschüttet werden

24.6.4 Die Bindung eines Antigens an die Antikörper einer B-Zelle aktiviert die Zelle

24.6.5 T-Lymphocyten müssen mit ihren Zielzellen in direkten Kontakt treten

24.6.6 Der Haupthistokompatibilitätskomplex baut Antigenfragmente ein

## 24.7 Kontrollwege der Immunantwort

24.7.1 Entzündung ist eine typische Reaktion auf eine Infektion mit Bakterien

24.7.2 Intrazelluläre Abwehrmechanismen sind beim Kampf gegen eine virale Infektion notwendig

24.7.3 Allergische Reaktionen sind entzündliche Reaktionen, die durch spezifische Antigene ausgelöst werden

24.7.4 MHC-Proteine können fremdes Gewebe erkennen

24.7.5 Die Erkennung des Selbst ist eine wichtige Funktion des Immunsystems

24.7.6 Durch die Überwachung durch das Immunsystem kann der Körper abnorme Zellen entfernen

## 24.8 Interaktionen zwischen Nervensystem, Hormonsystem und Immunsystem

24.8.1 Stress verändert die Funktion des Immunsystems

24.8.2 Therapien der modernen Medizin berücksichtigen die Interaktionen zwischen Geist und Körper

## Übungsaufgaben

## Lösungen

Antworten zu den Verständnisfragen

Antworten zu den Abbildungsfragen

## 25 Integrative Physiologie III: Bewegung

### 25.1 Stoffwechsel und Bewegung

# **Inhaltsverzeichnis**

25.1.1 Hormone regulieren den Stoffwechsel während der Bewegung

25.1.2 Der Sauerstoffverbrauch steht im Zusammenhang mit der Bewegungsintensität

25.1.3 Mehrere Faktoren limitieren die Leistungsfähigkeit

## **25.2 Reaktionen der Ventilation auf Bewegung**

## **25.3 Reaktionen des Herz-Kreislauf-Systems auf Bewegung**

25.3.1 Das Herzzeitvolumen steigt während Bewegung leicht an

25.3.2 Bei körperlicher Bewegung leitet die periphere Durchblutung das Blut in den Muskel um

25.3.3 Der Blutdruck steigt während Bewegung leicht an

25.3.4 Der Barorezeptorreflex stellt sich auf Bewegung ein

## **25.4 Feedforward-Reaktionen auf Bewegung**

## **25.5 Temperaturregulation bei körperlicher Aktivität**

## **25.6 Bewegung und Gesundheit**

25.6.1 Bewegung vermindert das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen

25.6.2 Diabetes mellitus Typ 2 kann durch Bewegung gelindert werden

25.6.3 Stress und Immunsystem können durch Bewegung beeinflusst werden

## **Übungsaufgaben**

## **Lösungen**

Problemlösungen

Antworten zu den Abbildungsfragen

Antworten zu den Verständnisfragen

# **26 Fortpflanzung und Entwicklung**

## **26.1 Geschlechtsdetermination**

26.1.1 Die Geschlechtschromosomen bestimmen das genetische Geschlecht

26.1.2 Die sexuelle Differenzierung findet im zweiten Entwicklungsmonat statt

## **26.2 Grundmuster der Fortpflanzung**

26.2.1 Die Gametogenese beginnt in der Gebärmutter und setzt sich während der Pubertät fort

26.2.2 Das Gehirn steuert die Fortpflanzung

26.2.3 Fortpflanzung wird durch Umweltfaktoren beeinflusst

## **26.3 Die Fortpflanzungsorgane des Mannes**

26.3.1 Hoden produzieren Spermien und Testosteron

26.3.2 Für die Spermatogenese sind Gonadotropine und Testosteron notwendig

26.3.3 Männliche akzessorische Drüsen fügen dem Samen Sekrete bei

26.3.4 Androgene beeinflussen sekundäre Geschlechtsmerkmale

## **26.4 Die Fortpflanzungsorgane der Frau**

gehören Ovarien und Uterus

26.4.1 Zum weiblichen Fortpflanzungstrakt gehören Ovarien und Uterus

# Inhaltsverzeichnis

26.4.2 Das Ovar produziert Oocyten und Hormone

26.4.3 Ein Menstruationszyklus dauert ungefähr einen Monat lang

26.4.4 Die hormonelle Kontrolle des Menstruationszyklus ist komplex

26.4.5 Östrogene und Androgene beeinflussen die sekundären Geschlechtsmerkmale der Frauen

## 26.5 Zeugung

26.5.1 Die sexuelle Erregung des Menschen besteht aus vier Phasen

26.5.2 Zum Geschlechtsakt des Mannes gehören Erektion und Ejakulation

26.5.3 Eine sexuelle Dysfunktion kann sowohl Männer als auch Frauen betreffen

26.5.4 Kontrazeptiva sollen eine Schwangerschaft verhindern

26.5.5 Infertilität ist die Unfähigkeit, ein Kind zu empfangen

## 26.6 Schwangerschaft und Geburt

26.6.1 Zur Befruchtung ist die Kapazitation notwendig

26.6.2 Der Embryo nistet sich im Endometrium ein

26.6.3 Die Plazenta gibt während der Schwangerschaft Hormone ab

26.6.4 Die Schwangerschaft endet mit den Wehen und der Geburt

26.6.5 Die Brustdrüsen geben während der Stillperiode (Laktation) Milch ab

26.6.6 Prolactin spielt noch andere physiologische Rollen

## 26.7 Wachstum und Altern

26.7.1 Die Pubertät ist ein Zeichen für den Beginn der fortpflanzungsfähigen Jahre

26.7.2 Menopause und Andropause sind eine Folge des Alterns

## Übungsaufgaben

## Lösungen

Antworten zu den Verständnisfragen

## Anhang

### Anhang A: Lösungen zu den Übungsaufgaben

Kapitel 1

Kapitel 2

Kapitel 3

Kapitel 4

Kapitel 5

Kapitel 6

Kapitel 7

Kapitel 8

Kapitel 9

Kapitel 10

Kapitel 11

# Inhaltsverzeichnis

Kapitel 12

Kapitel 13

Kapitel 14

Kapitel 15

Kapitel 16

Kapitel 17

Kapitel 18

Kapitel 19

Kapitel 20

Kapitel 21

Kapitel 22

Kapitel 23

Kapitel 24

Kapitel 25

Kapitel 26

Anhang B: Glossar physiologischer Fachbegriffe

Anhang C: Index

Personenindex

Sachindex

Anhang D: Abbildungsnachweis

Copyright

# Copyright

Daten, Texte, Design und Grafiken dieses eBooks, sowie die eventuell angebotenen eBook-Zusatzdaten sind urheberrechtlich geschützt. Dieses eBook stellen wir lediglich als **persönliche Einzelplatz-Lizenz** zur Verfügung!

Jede andere Verwendung dieses eBooks oder zugehöriger Materialien und Informationen, einschließlich

- der Reproduktion,
- der Weitergabe,
- des Weitervertriebs,
- der Platzierung im Internet, in Intranets, in Extranets,
- der Veränderung,
- des Weiterverkaufs und
- der Veröffentlichung

bedarf der **schriftlichen Genehmigung** des Verlags. Insbesondere ist die Entfernung oder Änderung des vom Verlag vergebenen Passwort- und DRM-Schutzes ausdrücklich untersagt!

Bei Fragen zu diesem Thema wenden Sie sich bitte an: **info@pearson.de**

## Zusatzdaten

Möglicherweise liegt dem gedruckten Buch eine CD-ROM mit Zusatzdaten oder ein Zugangscode zu einer eLearning Plattform bei. Die Zurverfügungstellung dieser Daten auf unseren Websites ist eine freiwillige Leistung des Verlags. **Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.** Zugangscodes können Sie darüberhinaus auf unserer Website käuflich erwerben.

## Hinweis

Dieses und viele weitere eBooks können Sie rund um die Uhr und legal auf unserer Website herunterladen:

**<https://www.pearson-studium.de>**