Humanbiologie 1

Wintersemester 2012/13

Achtung:
Hierbei handelt es sich um kein offizielles Dokument der FH- Burgenland. Für den Inhalt wird keine Haftung übernommen. Der Autor garantiert nicht für Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Genauigkeit der Informationen.

Vorlesung

A.Univ.Prof.Dr.Wolfgang Marktl

Zusammenfassung

Martina Meister

© www.health.meister.it

Nervensystem

Informationsverarbeitung in lebenden Systemen:

- **Humorales (endokrines) System:** älter, chemische Basis (Botenstoffe) = Hormone, geringe Komplexität (können nicht so viel), höherer Zeitbedarf
- **Nervales System**: jünger, elektrische & chemische Basis, höhere Komplexität, geringerer Zeitbedarf
- **Autokrin – parakrine Mechanismen:** Zelle informiert Zelle
- **Zentrales Nervensystem:** Gehirn & Rückenmark (somatisch = willkürlich + vegetativ = unwillkürlich)
- **Peripheres Nervensystem:** alles außer ZNS (somatisch + vegetativ)

Anatomie und Physiologie des Nervensystems

- **Funktionelle Einheit des NS = Nervenzelle (= Neuron)**
- **Zellen:** an Zellmembran elektrischen Ladungsunterschied (wegen unterschiedlicher Verteilung von Ionen an der Innen und Außenseite der Zellmembran) = Ruhemembranpotential
- **Ladungsunterschied ab- und aufbauen:** Aktionspotential (AP) werden schnell über Nerven weitergeleitet, Infos werden in elektronischer Form weitergeleitet

Aufnahme und Codierung von Infos

- **Reiz:** mechanische, thermische, chemische Energie
- **Transduktion:** Nervenzelle verfügt über Rezeptoren/Sensoren die Reiz aufnehmen und in elektrische Signale umwandelt + Verstärkung
- **Transformation:** Rezeptorpotentiale langsam+ Energieverlust daher Transformation in AP
- **Aktionspotentiale:** Frequenz der Aktionspotentiale (Amplitude des Rezeptorpotentials wird in Frequenz der Aktionspotentiale umgewandelt = Frequenzcodierung der Reizstärke) starker Reiz = viel AP, schwacher Reiz = wenig AP

Peripheres Nervensystem: **Reiz – Transduktion** - Generator Strom - **Transformation** –Aktionspotentiale – **Kodierung** – Frequenz der AP

Weiterleitung

Zentrales Nervensystem: Präsynaptische Vorgänge – **Dekodierung** (im Gehirn) – postsynaptische Signal – **Reaktionssysteme - Reaktion**

Informationsverarbeitung im ZNS, Physiologie der Synapsen

- Umwandlung spezifischer Reize in AP: vorübergehend geht Spezifität der Info verloren, Fortleitung des einzelnen AP ist auf jeweils ein Neuron beschränkt, kein Übertritt eines AP zwischen Neuronen
- Synapsen = Schaltstellen: elektrisches Signal des AP wird in chemisches Signal umgewandelt = Freisetzung des Transmitters
- Transmitter: bindet sich an Rezeptormoleküle an der postsynaptischen Membran – Folge: neues elektrisches Signal wird generiert (postsynaptisches Potential)
- Postsynaptisches Potential: kann Neuentstehung von APs im postsynaptischen Neuron fördern (erregendes postsynaptisches Potential ESP)oder unterdrücken (inhibitorisches postsynaptisches Potential IPSP) => Selektion bei der Weiterleitung von Infos
- Komplexität der Informationsverarbeitung: unterschiedliche Transmitter, Komplexität der synaptischen Verschaltungen in neuronalen Netzwerken

© www.health.meister.it

Reflex

- Reaktion, zweckmäßige Antwort auf Reizung von Rezeptoren (Stammesgeschichtlich, individuellen Entwicklung) zB.: Halte und Stellreflexe(zB.: Stehen), Schutzreflexe, Fluchtreflexe, Lokomotionsreflexe (Augen), Nutritionsreflexe (Saugen)
- Unterschied: angeborene Reflexe = nicht konditionierten, und erworbenen Reflexen = konditionierten
- Reflexe können auch verändert und angepasst werden

Reflexbogen

Rezeptor (Reizaufnahme + Signaltransduktion) – fortgeleitete APs (transformierte Signale) – afferenter Nerv – ZNS – efferenter Nerv – fortgeleitete APs – Erfolgsorgan (sicht- oder messbare Reaktion)

Hormone

- **First Messenger:** Informationsvermittler: endokrinen Drüsen freigesetzt, wirken an Zellen von Erfolgsorganen spezifisch
- **Second Messenger:** Nachdem Hormone an Rezeptoren der Zielzelle gebunden haben, wird Information durch intrazelluläre Botenstoffe weitergeleitet, Hormone wirken über Hormonrezeptoren

Informationsvermittlung

- **Autokrin:** Hormon wirkt auf gleiche Zelle wo es produziert wurde
- **Parakrin:** Hormon wirkt auf benachbarte Zelle – Botenstoffe
- **Endokrin:** Hormon gelangt über Blutkreislauf in die Peripherie und wirkt dort an Zielzelle

Hormonwirkung/Hormonrezeptoren

- Hormone treten in geringer Konzentration auf!
- Jede Zelle kann Botenstoffe bilden/ausscheiden – werden in Zellmembran eingebunden
- Aufgaben: Wachstum, Steuerung von Reproduktionsvorgängen, Empfinden
- **Hormone = chemischer Botenstoff/Signalstoff**
- Gibt wasserlösliche & fettlösliche Hormone
- **Hormonrezeptoren:** hochspezifisch das richtige Hormon erkennen + hohe Bindungsaffinität, Hormonkonzentration ist gering
- **Spezifität durch Hormonrezeptor** = wirkt nur in der Zielzelle (gibt viel mehr Rezeptoren als Hormone)
- Up-/Down- Regulation: Zelle bestimmt über Anzahl der Hormonrezeptoren wieviel sie haben will
- Bindung des Hormons ist reversibel und nicht- kovalent, dh. wirkt so lang es gebunden ist
- Bindung des Hormons löst eine Konformationsänderung des Rezeptors aus (= chemische Verbindung)
- Nach Bindung leiten die Rezeptoren die Info an die Zelle weiter, wobei komplexe intrazelluläre Signaltransduktionskaskaden ausgelöst werden: Proteinphosphorylierung, Enzymktivierungen (Postrezeptor Effekte)

Hormonrezeptoren lassen sich in membranssoziierte und intrazelluläre Rezeptoren unterteilen

- **Membranassoziierte Hormonrezeptoren**: Polypeptide und Katecholamine (polare Hormone) binden an Rezeptoren, die mit der Zellmembran assoziiert sind
- **Intrazelluläre Hormonrezeptoren:** Steroid und Schilddrüsenhormone (lipophile Hormone) binden an Rezeptoren die intrazellulär lokalisiert sind

© www.health.meister.it

Muskelphysiologie

- Nerven & Muskeln: Erregbare Strukturen, befähigt Aktionspotentiale zu bilden und weiterzuleiten
- Aktionspotential im Muskel = Kontraktion
- **Skellettmuskel:** quergestreift, Kontraktion wird nerval ausgelöst, willkürlich, Dauerkontraktion möglich (= tetanisch), keine syncytiale Verbindung zwischen den Muskelfasern, dehn- verkürzbar, für Körperhaltung + Bewegung + Blutrückfluss
- **Herzmuskel:** quergestreift, Schrittmacher (hat von sich aus AP), unwillkürlich, Kontraktion nicht tetanisch (Systole, Diastole), syncytiale Verbindung zwischen Muskelfasern (anatomisch + funktionell verbunden)
- **Glatter Muskel:** glatt, nerval und Schrittmacher, unwillkührlich, Kontraktion: tetanisch (Dauerkontraktion), zB.: Blutgefässe, Koliken, synicytiale Verbindungen zwischen Muskelfasern

Muskelenergetik

- Arbeitender Muskel hat hohen Energiebedarf
- Mäßige Arbeit im Ausdauer- Leistungsbereich Fett verbraucht, zunehmende Intensität: Glukose
- **Plötzliche hochintensive Belastung:** Energie: ATP Speicher, Zerfall von Kreatinphosphat (kurzfristig 40-50s), danach aerobe Energiprozesse (Oxidation von Kohlenhydraten und Fetten)
- Schnellkraftbelastung (bis 45 sec): rein anerob, energiereiche Phosphate (ATP, Kreatinphoshat)
- Kurzzeitausdauer (45s- 2m): vorwiegend anaerob, Kohlenhydrate (Glykolyse)
- Mittelzeitausdauer (2m - 8m): aerob/anaerob, Kohlenhydrate
- Langzeitausdauer (8m – 60m): vorwiegend aerob, gemischte Kohlenhydrate/Fette
- Extreme Ausdauerbelastung (über 1h): rein aerob, gemischte Kohlenhydrate/Fette

Energieäquivalent: Bezeichnung für das im Zuge des Energiestoffwechsels gebildete ATP (universell für energiebedürftige Prozesse verwendbar)

- **ADP = Adenosindiphosphat**, 2 Phosphatreste bleiben bei der Hydrolyse von ATP über
- **ATP = Adenosintriephosphat**: 3 Phoshate (am energiereichsten), 3 Phosphate
- **Kreatinphosphat + ADP -> Kreatin + ATP** (können nur ATP nutzen nicht Kreatinphosphat), anaerob(ohne O_2 Verwendung), alaktazid (ohne Milchsäureentstehung)
- **Glukose + ADP -> Milchsäure + ATP (Glykolyse)**, zeitlich begrenzt – Übersäuerung, anaerob (ohne O_2 Verwendung), laktazid (mit Milchsäureentstehung)
- **Glukose + O_2 + ADP -> Wasser + Kohlensäure + ATP**: aerob (mit O_2 Verwendung), alaktazid
- **Fette + O_2 + ADP -> Wasser + Kohlensäure + ATP**: aerob, alaktazid (Langzeitenergie)
- **Arminosäuren (Proteine)**: gleich in Muskel, aerob, alaktazid
- Aerob: Langsam, Energiebereitstellung unter Verwendung von Sauerstoff
- Anaerob: Schnell, Energiebereitstellung ohne Verwendung von Sauerstoff

© www.health.meister.it

Thermoregulation

- Mensch = homoiothermes Lebewesen -> Körperkerntemperatur muss um 37°C konstant sein

Wärmetransport: Konvektion & Leitung, Strahlung, Verdunstung

- **Konvektion & Leitung:** Wärmeaustausch zwischen zwei in Kontakt stehenden ruhenden (Leitungen) oder bewegten (Konvektion) Objekten, im Organismus: konvektiver Wärmetransport mit Blut, Veränderung der Blutgefäßweite vor allem in der Haut
- **Strahlung:** Wärmetransport durch Infrarotwellen, kein Kontakt, Wärmetransport abhängig von Temperaturdifferenz und Oberflächenbeschaffenheit
- **Verdunstung:** Wärmeabgabe durch Verdunsten von Schweiß auf der Haut (wichtig ist wie gut er verdunsten kann, nicht wie viel) Luftfeuchtigkeit große Rolle, einzige Möglichkeit der Wärmeabgaben wenn durch Konvektion & Strahlung Wärme zugeführt wird

Empfinden beeinflusst durch

- Lufttemperatur, Strahlungstemperatur & Strahlungsbedingungen, Windgeschwindigkeit & Luftbewegung, Wasserdampfdruck in der Luft, endogenen Wärmeproduktion, Kleidung, körperlichen Aktivität
- Angenehm bei Körperruhe und normaler Bekleidung: 23°C, 0,1 m/s Wind, Feuchte 50%

Regulation/Thermorezeptoren

- **Hypothalamus:** Wärmeregulationszentrum, Infos von Thermorezeptoren an verschiedenen Stellen, Ist- Wert wird mit Soll-Wert (37°C) verglichen, Kälteabwehrmaßnahmen oder Wärmeabwehrmaßnahmen
- **Wärmerezeptoren:** gleichmäßig verteilt
- **Kälterezeptoren:** 10x so viel, charakteristisches Verteilungsmuster, Körperstellen unterschiedlich starke Reaktion

Neutraltemperatur/Indifferenzzone

- **Neutraltemperatur**: Hauttemperatur 32-34°C, keine thermische Empfindungen, ab 45°C, unter 18°C Schmerzempfinden
- **Indifferenzzone:** Umgebungstemperatur die weder kalt noch warm ist, ist von verschiedenen Faktoren abhängig, zB. Wärmeleiteigenschaft

Störungen

- **Hypothermie:** Körperkerntemperatur unter 35°C, immer von außen induziert, ab 28°C lebensbedrohlich
- **Hyperthermie:** Körperkerntemperatur über 37°C, Körperliche Arbeit, Krankheit, von außen (zB.: Sauna)

Abwehrmechanismen

- **Kälteabwehr:** Vasokonstriktion (Gefäßverengung), zitterfreie Wärmebildung (Hormone), Kältezittern, gesteigerte Aktivität, Verhaltensanpassung
- **Wärmeabwehr:** Vasodilatation (Gefäßerweiterung), Schweißsekretion (Verdunstung), Verhaltensanpassung

© www.health.meister.it

Herz- Kreislaufsystem

Transportsystem von

- Atemgasen, Nährstoffen und Metaboliten für den Zellstoffwechsel
- Wasser und Elektrolyten für den Wasser- und Mineralhaushalt
- Säuren und Basen für die pH-Regulation
- Wärme zur Körperoberfläche für die Temperaturregulation
- Hormonale Informationsträger
- Zellulären und humoralen Abwehrsystemen

Komponenten des Herz- Kreislaufsystems

- **Herz:** Hohlorgan, saugt Blut aus venösen Blutgefäßen an und presst in arterielle Gefäße hinaus, vier Abschnitte: rechter und linker Vorhof und rechte und linke Kammer
- **Hochdrucksystem:** Arterien des Körperkreislaufs, kennzeichnend: hoher Druck (Blutdruck) und das Pulsphänomen, haben eine Druckspeicherfunktion
- **Mikrozirkulationssystem:** Kapillaren und Lymphgefäße, Flüssigkeits- und Stoffaustausch zwischen Blut und Zellen
- **Niederdrucksystem:** Venen des Körperkreislaufs und Lungenkreislaufs, kennzeichnend: niedrige Druckwerte und hoher Volumsanteil, hat eine Volumsspeicherfunktion

Physiologie des Herzens

Saug-Druckpumpe mit „Elektroantrieb“, man spricht von einer Elektrophysiologie des Herzens und einer Herzmechanik, Daueraktiver Muskel

Elektrophysiologie des Herzens

- Muskuläres Hohlorgan, befähigt Aktionspotentiale zu bilden und weiterzuleiten
- **Reizbildungs- und Reizleitungssystems** (Elektroantrieb) und **Arbeitsmyocard** (Grundlage der Saug- und Druckwirkung)
- Bildung und Ausbreitung der elektrischen Erregung im Herz ist autonom, aber vegetatives Nervensystem beeinflusst **Frequenz der Erregungsbildung (Chronotropie)** und **Geschwindigkeit der Erregungsausbreitung (Dromotropie)**
- **Parasympathikus(Vagus):** Grundaktivität (merkt man vor allem nachts), negativ chronotrop (senkt Herzfrequenz), negativ dromotrop (Erregungsleitung verlangsamt)
- **Sympathicus:** kommt bei Aktivität dazu (Tag), positiv chronotrop (erhöht Herzfrequenz), positiv dromotrop (Erregungsleitung beschleunigt) – Blut fließt schneller
- **Arbeitsmyocard:** quergestreifte Arbeitsmuskulatur, Erregungsleitungssystem fortgeleiteter Aktionspotentiale greift auf Arbeitsmuskulatur über und bringt diese zur Kontraktion, ist nicht tetanisierbar und Kontraktionsstärke wird nicht durch Aktionspotentiale des Reizleitungssystem erhöht, Grund: lange Aktionspotentialdauer welche die Dauer der Kontraktion übertrifft, dh.: die auf ein Aktionspotential folgende Kontraktion der Herzmuskelfaser ist bereits wieder abgeklungen, bevor das nächste Aktionspotential eintrifft, Aktionspotential und Kontraktion der Herzmuskelfaser ist in seiner Amplitude (Ausschlag) und Zeitdauer festgelegt

© www.health.meister.it

Herzmechanik

- Bildung und Weiterleitung der Aktionspotentiale ist Voraussetzung für die Tätigkeit des Herzens
- Herzarbeit wird von Saug- und Druckleistung des Herzens erbracht
- Gegenstand der Herzmechanik: Druck und Volums Veränderung während der Herzaktion
- **Ansaugphase (Diastole)** passiv 2/3 Zeit **– Austreibungsphase (Systole)** aktiv 1/3 Zeit
- Diastole bestimmt Herzfrequenz ca. 220- Alter, Zyklus ca. 1 sec
- **Vier Herzklappen:** Ventile – legen Richtung der Blutströmung fest, räumlich auf einer Ebene: Ventilebene
- **Artrio- Ventrikuläre Klappen (AV- Klappen):** Segelklappen: Trikuspidalklappe , Mitralklappe: Zwischen Vorhöfen und Kammern
- **Taschenklappen**: Pulmonalklappe, Aortenklappe: Zwischen Kammer und Ausstromgefäß
- **Herzzyklus:** späte Diastole - Vorhof Systole – Isovolumetrische Ventrikel Kontraktion – Ventrikel Auswurf Phase – Isovolumetrische Ventrikel Erschlaffung

1. **Späte Diastole:** A-V Klappen offen, Taschenklappen zu, Blut strömt durch Druckunterschied von Vorhöfen in Kammern (70% der Ventrikelfüllung)
2. **Vorhof Systole:** Durch Kontraktion der Vorhöfe restliche Füllung der Kammern (30%). Druck in Kammern höher als Vorhofdruck - AV Klappen schließen
3. **Isovolumetrische Ventrikel- Kontraktion:** Rascher Druckanstieg in den Kammern, bis der Druck über dem Druck in den abführenden arteriellen Gefäßen angestiegen ist - Öffnung der Taschenklappen
4. **Ventrikel- Auswurf- Phase:** Auxotone Kontraktion der Kammermuskulatur – kurzzeitiger weiterer Druckanstieg bis zum systolischen RR- Wert – Auswurf des Schlagvolumens. Durch Zusammenziehen der Herzmuskelfassern, Herabziehen der Ventilebene – Saugwirkung auf die herznahen Venen zur raschen Füllung der Vorhöfe
5. **Isovolumetrische Ventrikel- Erschlaffung:** Rascher Druckabfall in den Ventrikeln – nach Unterschreiten des Blutdrucks, Schluss der Taschenklappen – nach Unterschreiten des Vorhofdrucks Öffnung der AV Klappen

Herzzeitvolumen

- Entscheidend für Pumpleistungsfähigkeit des Herzens
- Schlagvolumen x Frequenz
- HMV: ca. 5l HMV in Ruhe, kann bis ca. 20-25l gesteigert werden
- Herzminutenvolumen (HMV) kann gesteigert werden über
- **Steigerung der Herzfrequenz** (positiv chronotrope Wirkung des Sympathikus)
- **Steigerung des Schlagvolumens**: Erhöhung des Blutvolumens im Herzen oder Steigerung der Herzkraft durch den Sympathikus (positiv inotrope Wirkung des Sympathicus)

Herzenergetik

- Arbeit des Herzens: ca. 5% des täglichen Energiebedarfs - Herz erhält ca. 5% des Herzzeitvolumens
- Herz braucht in Ruhe sehr viel O_2 , wenn erhöhter O_2 Bedarf - erfolgt Durchblutungssteigerung
- **Reize für Durchblutungssteigerung:** O_2 Mangel im Myokard (Herzmuskel), Sympahicusimpulse
- **Nährstoffe für Energiegewinnung des Herzens in der Ruhe:** vor allem Fettsäuren und Glukose, bei Belastung immer mehr Milchsäure
- **Myokardischämie** (Unterversorgung mit O_2): 3-4 Minuten – Herz kann seine Funktion nicht mehr erfüllen, 5-6 Minuten – Herzstillstand

© www.health.meister.it

Hochdrucksystem (Arterien)

- Kennzeichnend: Hoher Druck, Phänomen des arteriellen Pulses
- **Periodische Druckschwankungen:** systolischer und diastolischer Blutdruck, abhängig vom Herzzeitvolumen, der Elastizität der Arterienwand und der Weite der Arterien
- **Systolischer Blutdruck:** abhängig vom Herzzeitvolumen
- **Diastolischer Blutdruck:** abhängig vom peripheren arteriellen Wiederstand, durch Weite der Arteriolen repräsentiert
- **Aufgaben:** für eine situationsangepasste Organ und Gewebeperfusion(Durchblutung) zu sorgen
- Maß dafür ist der mittlere Blutdruck: Druckpulskurve oder einfache Faustregel
- **Mittlerer Blutdruck (= Perfusionsdruck)** = diast. RR + 1/3 RR Amplitude (RR- Amplitude = systol. RR – diast. RR)
- **Arterieller Blutdruck** ist keine statische sondern eine dynamische Größe – Blutdruckvariabilität
- **Beeinflussende Faktoren:** genetische Faktoren, Rhythmen, psychische Faktoren, Nahrungsaufnahme, körperliche Arbeit, Körperlage, Lebensalter, Reize wie Stress Geräusche Außentemperatur

Mikrozirkulationssystem (Kapillaren und Lymphgefäße)

- **Versorgung und Entsorgung der Organe und des Gewebes**, durch Austausch von Flüssigkeit, Elektrolyten, Nährstoffen, Atemgasen
- Wichtige Funktion bei Flüssigkeitsaustausch durch Filtration: **Blutdruck in den Kapillaren** – drückt Flüssigkeit in das Gewebe, **Plasmaeiweißkörper** – hält Flüssigkeit in den Kapillaren zurück
- Auf der arteriellen Seite der Kapillare wird mehr Flüssigkeit filtriert als auf der venösen Seite resorbiert wird, restliche Flüssigkeit wird durch die Lymphe abtransportiert (Drainagefunktion der Lymphe)
- **Ödem**: Flüssigkeitsansammlung im Gewebe, verursacht durch: venösen Rückstau, Eiweißmangel (-Verlust), Lymphstau

Niederdrucksstem (Venen des Körperkreislaufs und Lungenkreislaufs)

- **2 Funktionen: Blutspeicherung** (gesamtes Niederdrucksystem), **Rücktransport** des Blutes zum Herzen (Venen des Körperkreislaufs)
- **Gefäße des Niederdrucksystems = Kapazitätsgefäße** (gut dehnbar, Volumsveränderung bewirkt keine große Druckveränderung, da sie nicht prall gefüllt sind)
- Venen des Körperkreislaufs über 60%, im Niederdrucksystem über 80% des zirkulierenden Blutvolumens
- **Rücktransport zum Herzen:** Druckdifferenz zwischen peripheren und zentralen Venen, atmungsabhängige Druckschwankungen im Brust und Bauchraum, Muskelvenenpumpe (Extremitäten, Venenklappen), Herztätigkeit (Sogwirkung auf die herznahen großen Venen)

Kreislaufregulation

- **Adäquate Organ und Gewebsperfusion**, durch hohen stabilen systemischen Blutdruck und Möglichkeit die Durchblutung einzelner Organe und des Gewebes selektiv zu verändern
- Gibt eine **Blutdruckregulation** und eine **Durchblutungsregulation**
- **Stabiler Blutdruck:** Abstimmung des Blutvolumens im Blutgefäß und der Blutgefäßweite

© www.health.meister.it

- **Kurzfristig: Nerval:** Rascher Wirkungseintritt, Blutdruckstabilisierung, Baro-(Presso-)rezeptorenreflex: Blutdruck im Aortenbogen und Carotissinus registriert (Druck auf Arterienwand)– Meldung an Kreislaufzentren im Gehirnstamm:
  Blutdruck zu niedrig: HMV wird gesteigert durch Herzfrequenzerhöhung –> systolischer Blutdruck steigt, Kontraktion (zusammenziehen) der Arteriolen -> diastolischer Blutdruck steigt
  Blutdruck zu hoch: HMV wird gesenkt durch Herzfrequenzsenkung -> systolischer Blutdruck sinkt, Relaxation der Arteriolen -> diastolischer Blutdruck sinkt
- **Mittelfristig: Hormonell:** Renin-Angiotensin-Aldosteron-Mechanismus, Minderdurchblutung der Niere: Freisetzung von Renin -> Aktivierung von Angiotensin (wirkt gefäßverengend), -> Blutdruck steigt durch starke Vasokonstrikrion (Gefäßverängung), Freisetzung von Aldosteron aus der Nebennierenrinde -> fördert in den Nierenkanälchen den Rücktransport von Natrium und Wasser aus dem Urin ins Blut -> Kochsalzgehalt des Blutes und das Blutvolumen steigen
- **Langfristig: Hormonell:** Bei Absinken des Blutvolumens: ADH (Anti- Diuretisches- Hormon) -> Freisetzung aus dem Hypophysenhinterlappen -> Wasserretention der Niere (sichert Wasserbestand durch Verminderung der Harnausscheidung) -> Blutvolumen und Blutdruck steigen, Hohe (unphysiologische) Mengen von ADH führen auch direkt zur Vasokonstriktion (Gefäßverengung)

Herz- Kreislauf und körperliche Belastung

- Herzleistung ist beim gesunden Menschen der limitierende Faktor für seine Höchstleistungsfähigkeit
- Anstieg des HMV wegen Zunahme der Muskeldurchblutung
- HMV durch Steigerung der Herzfrequenz
- Wechselbeziehung (Korrelation) zwischen Ausmaß der körperlichen Leistung und Herzfrequenz -> Maß für individuelle Belastungsfähigkeit
- **Systolischer Blutdruck steigt bei Belastung** (da abhängig vom HMV)
- **Diastolischer Blutdruck verändert sich gegenüber den Ruhewerten nur wenig** (abhängig vom peripheren arteriellen Gefäßwiderstand – Teil der Arteriolen verengt sich zb. Magen/Darm – Teil der Arteriolen weitet sich zb. Muskulatur = > gegensätzliche Einflüsse heben sich auf)

© www.health.meister.it

Atmungsphysiologie

- Unterteilbar in: **Äußere Atmung**, **Innere Atmung** und **Atmungsregulation**
- Aufgaben: ständige und ausreichende Versorgung mit O_2, Abatmung von Co_2 (Säure- Basen Haushalt
- Arterielles Blut (fast 100% O_2 Sättigung) Venöses Blut (75% O_2 Sättigung)
- 1 von 4 Sauerstoffmolekülen werden ans Gewebe abgegeben

Äußere Atmung

- Austausch der Atemgase Sauerstoff und Kohlendioxid zwischen Umgebungsluft und dem Blut
- Atemapperat: Thorax und Lunge
- Vorgänge: **Ventilation** (Be- und Entlüftung der Lunge) **Perfusion** (Durchblutung der Lunge) **Diffusion** (Austausch der Atemgase zwischen Lunge und Blut)

Ventilation (Be- bzw. Entlüftung der Lunge)

- Lunge und Thorax wirken gemeinsam (Bestreben in entgegengesetzte Richtungen zu wirken)
- **Lunge:** Infolge ihrer elastischen Fasern eine starke Tendenz sich zu verkleinern
- **Thorax:** Aufgrund der Anatomie eine leichte Tendenz sich nach außen zu erweitern
- Spalt zwischen Lunge und Thoraxinnenseite: **Intrapleuralspalt**: gefüllt mit **Pleuralflüssigkeit** die die Trennung dieser beiden Oberflächen verhindert -> Folge: im Intrapleuralsalt herrscht ein subatmosphärischer Druck
- **Tätigkeit des Atmungsapperates:** Für **Einatmung (Inspiration)** und **Ausatmung (Exspiration)** ist ein **Druckunterschied** zwischen der Umgebungsluft und dem Lungeninneren notwendig
- Fördernde Luftvolumen folgt passiv dem Druckunterschied bis zum Druckausgleich
- **Inspiration:** Aktiver Vorgang: Muskelkraft notwendig: um den Druck in der Lunge (intrapulmonaler Druck) unter den Umgebungsdruck (Luftdruck, Atmosphärendruck) abzusenken müssen die Einatmungsmuskeln (Zwerchfell, äußere Zwischenrippenmuskel) den Thorax erweitern und die Lunge ausdehnen
- **Exspiration:** Passiver Vorgang (Bei Ruheatmung): Druck in der Lunge übersteigt den Atmosphärendruck -> Luft wird aus der Lunge hinausgepresst, kein Muskeleinsatz erforderlich, da sich die Lunge nach Erschlaffung der Einatmungsmuskeln von selbst zusammenzieht
- **Ruheatmung:** Druckänderungen sind relativ gering, meist unbewusst, die Notwendigkeit größerer Druckveränderungen für die Förderung der Luftvolumina wird dem Menschen als unangenehmes Gefühl der Atemnot bewusst (zB.: bei Elastizitätsverlust des Atemapparates oder Verengung der Luftwege)
- **Vegatives Nervensystem** steuert Weite der Bronchien
- **Symphaticus:** erweitert Bronchien
- **Parasympatikus:** verengt Bronchien (daher Atemprobleme vor allem Nachts)

Perfussion (Durchblutung der Lunge)

- **Lungenkreislauf gehört zum Niederdrucksystem**
- **Niedriger Druck** -> keine hohen Druckunterschiede (Lunge kleiner Kreislauf, Körper großer Kreislauf -> muss in der selben Zeit, gleich viel Blut gepumpt werden) -> Problem: wenn das HZV durch Anstrengung größer wird
- Durchblutung der Lungenbasis ist immer besser als der Lungenspitzen (Schwerkraft)

Diffusion (Übertritt der Atemgase von der Lunge in das Blut bzw. umgekehrt)

© www.health.meister.it

Gasaustausch zwischen Lunge und Blut hängt von folgenden Faktoren ab:

- **Gaskonzentration** in Lunge und Blut (Gaskonzentrationsdifferenz – wesentliche Bedeutung)
  Gaskonzentrationsdifferenz von Sauerstoff ist höher als von Kohlendioxid
  Tiefe der Atemzüge hat Einfluss auf die Atemgaskonzentration
  Alveolen (Lungenbläschen): findet Gasaustausch statt (alveoläre Anteil: flach: 250ml- tief:350ml)
  Todraumvolumen: kein Gasaustausch (Luftwege: ca. 150ml)
- **Ventilations- Perfusionsverhältnis**
  Von großer praktischer Bedeutung, in aufrechter Lage unterliegen beide der Schwerkraft (Perfusion etwas stärker), Gasaustausch in den Lungenspitzen ist schlechter als in der Lungenbasis
- **Durchlässigkeit verschiedener Membranen für Atemgase**
  Membrandurchlässigkeit für Kohlendioxid ist höher als für Sauerstoff (relativiert Gaskonzentrationsdifferenz) Gibt mehr Probleme beim Übertritt von Sauerstoff als beim Übertritt von Kohlendioxid
- **Kontaktzeit** (1s) und **Kontaktfläche** (80m^2 innere Lunge) – wenig praktische Bedeutung

Innere Atmung

- Transport der Atemgase im Blut
- Gasaustausch im Gewebe

Sauerstofftransport:

- **99% wird an Hämoglobin** (roter Blutfarbstoff) gebunden, **1% an Plasma**
- **Oxigenierung:** das sich im Hämoglobin befindliche zweiwertige Eisenion bindet Sauerstoff **reversibel**
- **Kohlenmonoxid Vergiftung:** Bindet sich Anstelle von Sauerstoff an das Hämoglobin
- **Sauerstoffbindungskurve** des Hämoglobin: Beziehung zwischen Sauerstoffkonzentration und Sauerstoffgehalt des Hämoglobins
  Bei normalen Sauerstoffpartialdruck im Blut ist das Hämoglobin fast ganz mit Sauerstoff gesättigt
  Bei niedrigen Sauerstoffkonzentrationen besteht auch schon einen hohe Sauerstoffsättigung
- Stärke der Sauerstoffbindung an das Hämoglobin kann verändert werden

Rechtsverschiebung der Sauerstoffbindungskurve: lockerere Sauerstoffbindung (Sauerstoffabgabe an das Gewebe wird verbessert)

- pCO_2 erhöht (Steigerung der Konzentration von Kohlendioxid – Blut das durch die Lunge fließt)
- Temperaturanstieg (Muskel/Bewegung)
- Absinken des PH- Wert (Anaerob)
- 2,3 Diphosphoglycerat steigt (Abbauprodukt der Glukose – Kennzeichen der Höhenakklamation)

Linksverschiebung der Sauerstoffbindungskurve: stärkere Sauerstoffbindung

- pCO_2 sinkt (Absinken der Konzentration von Kohlendioxid)
- Temperaturabnahme
- Anstieg des PH- Wertes (krankhaft)
- 2,3 Diphosphoglycerat sinkt (gibt es nur beim Embryo)

Transport von Kohlendioxid

© www.health.meister.it

- 80% von Kohlendioxid wird nach Diffusion in den **Erythrocyten in Hydrogencarbonat** umgewandelt
- Vorgang wird gefördert, dass die entstehenden H^+ Ionen vom Hämoglobin, das seinen Sauerstoff teilweise abgegeben hat **(desoxygeniertes Hämoglobin)** abgepuffert werden kann
- Das in den Erythrozyten gebildete **Hydrogencarbonat tritt zum Teil ins Plasma** über wo es als wichtige **Puffersubstanz im Säure Basenhaushalt** fungiert
- In der Lunge wird vom Hämoglobin Sauerstoff aufgenommen, dadurch werden die H^+ Ionen wieder frei, verbinden sich mit Hydrogencarbonat wodurch wieder Kohlendioxid entsteht, welches abgeatmet werden kann
- Durch die Bildung von Hydrogencarbonat und die Möglichkeit die **Abatmung von Kohlendioxid** zu variieren, greift die Atmung in die **Regulation des Säure Basenhaushaltes** ein

Atemregulation

- Hirnstamm befindliche Gebiete regulieren die Ruheatmung und die Anpassung der Atmung an Situationen
- **Ruheatmung** (regelmäßig, stereotyp): wird vor allem über Schrittmacherzellen aus der Medulla oblongata gesteuert
- **Atemanpassung** (vielfältig, variabel, willkürlich): Informationen und Beeinflussung spielen eine Rolle, Unterschied: rückgekoppelte und rückgekoppelte Atemantriebe (Regulationscharakter)
- Verbraucht man mehr O_2 bildet man mehr CO_2
- Atmung gibt den psychischen Zustand wieder

Rythmogenese der Atmung

- **Respiratorische Neuronen (RN) (in der Medulla oblongata) bekommen die Informationen**
- Chemischen Atmungsantrieb + Zentrale und reflektorische Einflüsse
- **Rückgekoppelte Atemantriebe:** Zentrale Antriebe, Chemorezeptoren, Dehnungsrezeptoren, Irritantrezeptoren
  Chemorezeptoren: Periphere (Aortenbogen, Carotissimus = große Arterie die das Gehirn versorgt) Zentrale (4 Ventrikel, Liquar = Hirnflüssigkeit -> größten Einfluss auf die Atmung, messbar durch Wasserstoffionenkonzentration)
- **Nicht rückgekoppelte Atemantriebe:** Höhere Zentren, Hormone, Körpertemperatur, Thermorezeptoren, Schmerzrezeptoren, Pressorezeptoren, Mechanorezeptoren

© www.health.meister.it

Energiehaushalt

- Körperfunktionen können nur stattfinden, wenn dafür vom Organismus ausreichend Energie in Form von ATP bildet und den Zellen zur Verfügung stellt
- Nährstoffe und Sauerstoff aus der Umwelt werden zu ATP gemacht und dann in der Zelle (Engergieumwandler) verwendet und als Energie wieder an die Umwelt abgegeben

Energie:

- Chemische Energie: Fermentation (Gärung) Respiration (Atmung)
- Physikalische Energie: Photosynthese

Arbeit:

- Chemische Arbeit: Biosynthese (Verarbeitung von Nahrung)
- Mechanische Arbeit: Bewegung
- Osmotische Arbeit: Transport (Ausbildung und Aufrechterhaltung von Konzentrationsgradienten, energieabhängige Transportprozesse bei Resorption und Aufnahme von Stoffen in die Zelle, Erregungsbildung und Reizleitung)

Energie liefernder Nährstoff + O_2 = ATP + H_2O + CO_2

- Vorbereitende Reaktion: Aminosäuren(wird zusätzlich noch NH_3 gebildet), Glukose und Fettsäuren werden über verschiedene Stoffwechselwege vor allem zu Acetyl-CoA abgebaut
- Gemeinsame Endstrecke: Oxidation im Citratzyklus
- Biologische Oxidation: in der Atmungskette (Mitochondrien) wird Coenzym gebundener Wasserstoff zu H_2O oxidiert (ATP entsteht)
- **Energieäquivalent(in kJ/g):** Energiegehalt der Nährstoffe oder von Sauerstoff (Energieausbeute bei Einsatz von 1l O_2 bei der Oxidation der Nährstoffe), Menge des gebildeten ATP
- **Respiratorischer Quotient RQ:** Verhältnis zwischen CO_2 Abgabe und CO_2 Aufnahme => RQ=Co_2Abgabe/O_2Verbrauch
- Höhe des RQ: Hinweis auf Art der bevorzugten oxidierten Substrate

Energieumsatz:

- Grundumsatz (Schlafumsatz + Wachzustand): Sympathisches Nervensystem, Hormone, genetische Faktoren, Geschlecht, Alter, Fettmasse, fettfreie Masse
- Thermogene Wirkung der Nahrung: Menge/Zusammensetzung der Nahrung
- Spontane körperliche Aktivität: genetische Faktoren, sympathisches Nervensystem
- Willkürliche körperliche Aktivität: Intensität, Dauer, Körpergewicht
- Energieverbrauch: Leber 26%, Muskel 26%, Gehirn 18%, Herz 9%, Nieren 7%, Rest 14%

© www.health.meister.it

Wasserhaushalt

Flüssigkeitsräume: Gesamte Flüssigkeit (60% des Körpergewichts)

- **Intrazellulärer Flüssigkeitsraum** (40% des KG): enthält Kaliumsalze und Proteine
- **Extrazellulärer Flüssigkeitsraum** (20% des KG): Kochsalzlösung unterteilt in: Interstitieller Flüssigkeitsraum (15% des KG) und Plasma (5% des KG)
- **Flüssigkeitsaufnahme:** Nahrung (700ml), Trinken (1000-1500ml), Oxidationswasser (300ml)
- **Flüssigkeitsabgabe:** Stuhl (100ml), Urin (1000-1500ml), Lunge (400ml), Haut (500ml)
- Aufrechterhaltung des Wasser und Salzhaushaltes ist notwendig für die Funktion der Zellen
- Regulation durch Durst und Harnausscheidung

Hormonelle Systeme zur Regulation:

- **Antidiuretische Hormon (ADH):** Natriumretention -> Wasserretention
- **Renin Angiotensin Adosteron System:** verminderter Blutdruck, Natrium- und Wasserretention (Niere, Darm, Schweißdrüsen)
- **Natriuretische Hormone**: von der Muskulatur der Herzvorhöfe freigesetzt - regen zur Harnausscheidung an- vor allem Natrium

Regulationsziele des Flüssigkeitshaushaltes

- **Erhaltung der Osmolarität:** (wichtigstes Ziel): Chemische Teilchen haben einen Wassermantel (Zahl ist wichtig, nicht Art)
- **Volumenkonstanz:** Wasser wird aus Gewebe genommen um Osmolarität zu erhalten
- Informationen: Osmorezeptoren (Hypothalamus und Leber), Volumsrezeptoren (Niederdrucksystem)
- Reaktion des ADH: Anstieg der Plasmaosmolarität 1-2%, Abfall des Plasmavolumens 10-20%

Wassermangel (% des KG)

- 1-5%: Durst, Unbehagen, Einschränkung der Bewegung, Appetitlosigkeit, Hautröte, Ungeduld, Müdigkeit, Erhöhte Herzfrequenz, Erhöhte Rektaltemperatur, Übelkeit
- 6-10%: Schwindelgefühl, Kopfschmerzen, Atemnot, Kribbeln in den Gliedern, Vermindertes Blutvolumen, Erhöhte Blutkonzentration, Ausbleiben der Speichelbildung, Cyanose, Sprechschwierigkeiten, Gehunfähigkeit
- 11-20%: Delirium, Krämpfe, Geschwollene Zunge, Unfähigkeit zum Schlucken, Schwerhörigkeit, Verschleiertes Sehen, Runzelige Haut, Schmerzhaftes Harnlassen, Empfindungslose Haut, Anurie

Osmolarität

Anzahl osmotisch aktiver Teilchen in einem bestimmten Volumen unabhängig von der Art der Teilchen

- Hyperton = hyperosmolar: höhere Osmolarität als Vergleichslösung
- Isoton = isoosmolar: gleiche Osmolarität wie Vergleichslösung
- Hypoton = hypoosmolar: geringere Osmolarität wie Vergleichslösung
- Kochsalzlösung in unserem Körper: 9g NaCl/l 0 290 mosmol/l
- Reines Wasser: kaum Osmolarität
- Bei starkem Schwitzen besser: Mineralwasser mit Fruchtsaft
- Mineral allein ca. 1/3 der Körperflüssigkeitsosmolarität

© www.health.meister.it

Säure – Basen – Haushalt

- PH-Wert: **pH = –log (H^+)** negative dekadische Logarithmus der freien Wasserstoffionenkonzentration
- Abfall des pH Wertes = Anstieg der freien Wasserstoffionenkonzentration (Säure)
- Anstieg des pH Wertes = Abfall der freien Wasserstoffionenkonzentration (Basen)
- Körperflüssigkeit: pH Wert: 7,35 – 7,45 entspricht 45- 36 mmol/l
- Funktionen (vom pH Wert abhängig): z.B.: Aktivität von Enzymen, Stoffwechsel, Synthese von DNA, Zellproliferation, O_2 Bindung an das Hämoglobin, Blutgefäßweite, Zustand der Bluteiweißkörper
- **Säuren:** Verbindungen, die in einer Lösung Wasserstoffionen abgeben
- **Basen:** Verbindungen, die Wasserstoffionen binden
- H^+ Bilanz: H^+ Ionen aus Nahrung oder Stoffwechsel, Basenverlust (Stuhl), H^+Eliminierung (Niere)
- Abbau von Säuren: Bicarbonat Ausscheidung (saurer Harn- frei H^+), Ausscheidung titrierbarer Säuren, Ammoniak – Synthese (alle Nierenzellen können Ammoniak produzieren)
- Bicarbonat Puffergleichung: $[H^+] + [HCO_3] = [H_2CO_3] = [H_2O] + [CO_2]$

Einteilung von Säuren und Basen im Organismus

- Kohlensäure: H^+ Konzentration durch Kohlensäure im Plasma ist von der Atemfunktion abhängig
- Metabolisierbare Säuren/Basen: aus Nahrung oder Stoffwechsel (zB.: Laktat), werden durch Stoffwechselvorgänge kontrolliert (Niere und Ernährung spielen untergeordnete Rolle)
- Nicht-metabolisierbare Säuren/Basen: aus Nahrung oder Stoffwechsel, können nicht abgebaut werden und müssen über Niere eliminiert werden

Regulationsmechanismen

- **Puffersysteme** (binden oder setzen H^+ frei, rasch aber begrenzte Kapazität): Bicarbonatpuffer (einziges offenes Puffersystem, da über die Lunge Co_2 abgeatmet werden kann), Proteinpuffer, Hämoglobinpuffer, Phosphatpuffer
- **Atmungsfunktion** (Pulmonale Regulation) mehr Abatmung von Co2 -> mehr Bindung von H^+ -> weniger freie H^+
- **Niere (die dabei mit Leber zusammenarbeitet):** Wichtigste Funktion bei der Regulation! pH- Wert des Harns schwankt zwischen 4,5-8,0 Niere scheidet H+ in verschiedenen Formen aus vor allem als NH_4^+ (NH_3 kommt aus der Leber)

Störungen im Säure- Basen- Haushaltes (pH Wert im Plasma)

- Rolle der Ernährung ist umstritten, Mensch kann Säure besser loswerden als Basen

Azidosen: Abnahme des pH- Wertes unter 7,35

- Respiratorische Störung: Hypoventilation [-> Renale (Niere) Kompensation]
- Nicht- respiratorische Störung: Funktionsstörung der Niere, Vorgänge im Stoffwechsel, Metabolisch: Keto- Azidosen (Hungern), Laktat- Azidosen (Muskelübersäuerung), Diabetes Mellitus [-> Pulmonale (Lunge) und renale Kompensation]

Alkalose: Anstieg des pH- Wertes über 7,45

- Respiratorische Störung: Hyperventilation [-> Renale (Niere) Kompensation]
- Nicht- respiratorische Störung: Funktionsstörung der Niere, Vorgänge im Stoffwechsel [-> Pulmonale (Lunge) und renale Kompensation]

© www.health.meister.it