

Lerneinheit I.10: Vitalzeichen kontrollieren

Blutgefäßsystem

Herz und Blutgefäße bilden zusammen das Herzkreislaufsystem oder kardiovaskuläre System. Es stellt das wichtigste Transportsystem des menschlichen Organismus dar. Es dient damit der *Homöostase* (d.h. der Konstanthaltung des inneren Milieus).

Es transportiert:

- Atemgase, Nährstoffe und Metaboliten des Zellstoffwechsels
- Wasser und Elektrolyte im Dienste des Wasser- und Elektrolythaushaltes
- Säuren und Basen zur pH-Regulation
- Wärme zur Körperoberfläche im Dienste der Temperaturregulation
- Hormonale Informationsträger
- Zelluläre und humorale Abwehrsystem

Die Bedeutung der Kreislauffunktion erkennt man daran, daß bei einem Kreislaufstillstand bereits nach einigen Sekunden die ersten Funktionsstörungen und nach 3-5 min die ersten irreparablen Schäden im Gehirn eintreten.

Man unterscheidet zwei Kreisläufe:

Lungenkreislauf: oder kleiner Kreislauf

Das vom rechten Herzen weiter transportierte Blut fließt durch das Lungengefäßsystem und gelangt dann wieder zum linken Herzen

Körperkreislauf: oder großer Kreislauf

Das von der linken Herzhälfte ausgeworfene Blut verteilt sich auf die einzelnen Organe und wird danach dem rechten Herzen zugeleitet

Aufbau des Herzkreislaufsystems:

Linke Herzhälfte – große Arterien – weitere Verzweigung in kleine Arterien – Arteriolen – Kapillaren (hier findet der Stoffaustausch statt) – Venolen – kleine Venen – große Venen – rechte Herzhälfte

Arterien: Gefäße, die das Blut vom Herzen den Organen zuführen

Venen: Führen das Blut zum Herzen hin

Blutvolumen im gesamten Herzkreislaufsystem:

Männer: 5 – 6 Liter

Frauen: 4 – 5 Liter

Das Herz = COR:

Größe und Gewicht:

- so groß wie eine geschlossene Faust
- wiegt ca. 300g
- sieht wie ein Kegel aus, der schräg im mittleren Brustraum zwischen den beiden Lungenflügel (=Mediastinalraum, mittleres Gebiet des Brustraumes, das wird beiderseits von den äußeren Pleurablättern der Lungenflügel begrenzt.)
- zwei Drittel befinden sich in der linken Brustkorbhälfte, ein Drittel rechts

Form:

- mit einem abgestumpften Kegel vergleichbar, dessen Basis oben liegt und dessen Spitze schräg nach unten weist

Lage:

- Längsachse des Herzens zeigt nach links unten und vorn, dadurch kommt die Herzspitze sehr nahe an der Brustwand zu liegen
- Im vorderen unteren Teil des Mediastinums = Mittelfell, Raum zwischen den Lungenflügeln

Gliederung des Herzens:

- das Herz des Menschen gliedert sich in zwei Abschnitte, das rechte und das linke Herz, wird durch die Herzscheidewand (*Septum cardiale*) abgetrennt
- bestehen jeweils aus einem kleineren Vorhof (*Atrium*) und einer größeren Kammer (*Ventrikel*)

Atrium: sammelt das Blut aus dem Körper oder der Lunge ein, ist muskelschwach

Ventrikel: saugt das Blut aus dem Vorhof an und pumpt es wieder in den Körper- bzw. in den Lungenkreislauf

Aufbau der Herzwand:

- besteht nicht nur aus Muskulatur
- gliedert sich von innen nach außen in drei Schichten:

Endokard:

Innenhaut, weniger als 1mm dick, kleidet den gesamten Innenraum des Herzens aus

Myokard:

Muskelschicht, im linken Ventrikel ca. 8-11mm, im rechten Ventrikel ca. 2-4mm und in den Vorhöfen weniger als 1mm dick

- arbeitende Schicht des Herzens
- durch Kontraktion wird das Blut ausgeworfen
- wegen der höheren Pumpkraft der linken Kammer, hier Muskulatur am dicksten
- Vorhöfe haben nur eine dünne Muskelschicht, sie unterstützen lediglich den Blutfluß vom Vorhof in die Kammer
- Herzmuskulatur umwickeln die Herzhöhle spiralförmig
- Diese Anordnung hat den Zweck, eine möglichst konzentrische Verkleinerung der Herzhöhlen bei der Kontraktion sicherzustellen

Epikard:

Außenhaut, weniger als 1mm dick

- derbe und reißfeste Bindegewebsschicht

Umschlossen wird das Herz vom **Perikard**, weniger als 1mm dick

Epikard + Perikard bilden zusammen den **Herzbeutel**, dieser erleichtert die Bewegungen des Herzmuskels, in dem er ein reibungsarmes Gleitlager bildet, besteht also ähnlich wie die Pleura aus zwei Blättern, im Bereich der Pforten für die großen Gefäße des Herzens geht das innere in das äußere Blatt (also Epikard ins Perikard) über. Umschließen beide einen schmalen abgeschlossenen Hohlraum, in diesen Spaltraum sondert das Epikard eine geringe Menge klarer Flüssigkeit ab: die *Herzbeutelflüssigkeit*, dient als Gleitfilm und reduziert die Reibung zwischen den Blättern auf ein Minimum.

Versuch mit den Objektträgern

Klappensystem:

- beiden Herzkammern haben jeweils einen Eingang und einen Ausgang
- Eingänge führen von den Vorhöfen in die Kammern, die Ausgänge leiten das Blut in die beiden größten Schlagadern des Körpers, die *Aorta* und die Lungenschlagader (*Truncus pulmonalis*), an diesen Stellen sitzen die Herzklappen
- Jede Klappe läßt sich vom Blutstrom nur in eine Richtung aufdrücken, kommt der Druck von der anderen Seite schlägt sie zu und versperrt den Weg – Blut wird nur in eine Richtung gepumpt

Mitral- und Trikuspidalklappe:

- die Klappen zwischen Vorhöfen und Kammern
- bestehen aus dünnen Bindegewebe
- wegen Form und Aufbau nennt man sie Segelklappen
- wegen Lage auch *Atrio-Ventrikular-Klappen* (Vorhof-Kammer-Klappen) genannt, in Klinik AV-Klappen

Mitralklappe:

- linke Segelklappe
- hat zwei dieser Segel, sieht mit etwas Phantasie aus wie eine Bischofsmütze (Mitra)

Trikuspidalklappe:

- rechte Segelklappe
- besitzt drei Segel (tri cuspis)

Zipfel der Segel über feine Sehnenfäden mit den Kammerwänden verbunden, dadurch wird erreicht, dass sie bei der Kammeraktion die Herzkammern gegenüber den Vorhöfen verschließen, d.h., dass sie nicht in den Vorhof zurückschlagen können, während der Kammererschaffung öffnen sie sich und lassen das Blut aus den Vorhöfen einfließen

Aorten- und Pulmonalklappe:

- Klappen zw. den Kammern und den großen Schlagadern, werden Taschenklappen genannt
- Bestehen aus taschenartigen Mulden
- Wird Blut aus den Kammern ausgetrieben, so weichen diese Taschen auseinander, fließt Blut nach beendeter Austreibung zurück in Richtung Kammern, so füllen sich die Mulden mit Blut, ihre Ränder legen sich aneinander und schließen die Öffnung

Aortenklappe:

Taschenklappe zw. linker Kammer und Aorta

Pulmonalklappe:

Zw. rechter Kammer und Lungenschlagader *Truncus pulmonalis*

Defekte Klappen:

Klappenstenose: Klappen öffnen sich nicht weit genug, Herz muß einen höheren druck aufbringen, um das Blut durch die kleinere Öffnung zu pressen

Klappeninsuffizienz: Klappen sind nicht mehr dicht, bei jedem Herzschlag strömt Blut entgegen der normalen Flußrichtung zurück, die Beförderung dieses Pendelblutes bedeutet eine Mehrarbeit für das herz, die Volumenbelastung genannt wird

- beide können die Leistungsfähigkeit des herzens übersteigen, so daß eine Herzleistungsschwäche (Herzinsuffizienz) entsteht

die einzelnen Herzhöhlen:

- rechter Vorhof - *Atrium dextrum:*

obere Hohlvene – *Vena cava superior* (sammelt Blut aus der oberen Körperhälfte, also von Kopf, Hals, Armen und Brustwand) und die untere Hohlvene – *Vena cava inferior* (Blut aus den Beinen, vom Rumpf und den Bauchorganen) münden dort ohne Klappen auch das Blut aus den Herzkranzgefäßen sammelt sich in einem größeren Gefäß – *Sinus coronarius* (Kranzbucht) an der Rückseite des Herzens und strömt dort direkt in den rechten Vorhof

- rechte Kammer – *Ventriculus dexter:*

Trikuspidalklappe – trennt Vorhof von der Kammer

Lungenschlagader – *Truncus pulmonalis* – stellt den Ausgang dar, (über die Pulmonalklappe) Blut fließt darüber in die rechte und linke Lungenarterie – *A. pulmonalis dextra, A. pulmonalis sinistra* – es gelangt in die beiden Lungenhälfte

- linker Vorhof – *Atrium sinistrum:*

Blut aus der Lunge über Lungenvenen in den linken Vorhof
Mitralklappe ist Tür zur Kammer

- linke Kammer – *Ventriculus sinister*:
Muskulatur ist die dickste und stärkste des gesamten Herzens
Blut gelangt über die Aortenklappe in die Aorta

Blutversorgung des Herzens:

- benötigt $\frac{1}{20}$ des gesamt gepumpten Blutes für die eigene Arbeit, das Gewicht nimmt aber nur $\frac{1}{200}$ des Körpergewichtes ein

Herzkranzgefäße:

- Versorgung geschieht über zwei kleine Gefäße, die von der Aorta abzweigen, das eine zieht quer über die rechte und das andere quer über die linke Herzhälfte
- Beide Arterien umschließen mit ihren Verzweigungen das Herz wie einen Kranz, daher heißen sie Herzkranzarterien – *Koronararterien*

- die Venen laufen etwa parallel zu den Arterien, vereinigen sich zu immer größeren Gefäßen und münden als *Sinus coronarius* in den rechten Vorhof

Erregungsbildung und Erregungsleitung

Autonomie des Herzens:

- das Herz schlägt weiter, wenn es aus dem Körper entfernt und in einer geeigneten Nährflüssigkeit aufbewahrt wird, dies zeigt, dass der Antrieb für die Herztätigkeit im Herzen selbst liegt = das Herz arbeitet Autonom (unabhängig)
- das Herz erregt sich selbst
- es erhält aber trotzdem auch Info's vom ZNS (Sympathikus (*steigert die Herzleistung*) und den N. vagus (*ist nur mit dem rechten Vorhof verbunden, weniger ausgeprägter, hemmender Einfluss*)), diese Impulse haben aber nur begrenzte regulierende, keinen taktgebenen Einfluss, dass Herz arbeitet auch ohne sie
- diese Autonomie kommt durch ein System spezialisierter Muskelzellen, die in der Lage sind, Erregungen zu bilden und diese schnell weiterzuleiten, diese Muskulatur nennt man **Erregungsbildungs- und Erregungsleitungssystem**

Sinusknoten

- wichtigste Struktur für die Erregungsbildung
- hier gehen alle Erregungen des Herzens aus
- Geflecht spezialisierter Herzmuskelfasern, also keine Nervenfasern

Lage:

- In der Wand des rechten Vorhofes unmittelbar an der Mündungsstelle der oberen Hohlvene

Funktion:

- er bestimmt die Herzfrequenz (Geschwindigkeit des Herzschlages)
- Schrittmacher, Frequenz beträgt ca. 70 Potentiale/Minute
- Erregung gelangt über normale Vorhofmuskulatur zu einem weiteren Schrittmacherzentrum, dem AV-Knoten

Die Erregung würde sich durch die verzweigten Herzmuskelfasern auf das ganze Herz ausbreiten können, das stimmt auch, bis auf eine Ausnahme: Die Klappenebene (Ventilebene) trennt die Muskulatur der Vorhöfe von der der Kammern. Zur Übertragung der Erregung von den Kammern ist daher eine spezielle Struktur vorhanden, der:

Atrio-ventrikular Knoten (AV-Knoten)

- Besteht wie der Sinusknoten aus spezialisierten Muskelfasern
- Ist die einzige leitende Verbindung, über die die Sinusknotenerregung die Kammern erreichen kann

Lage:

- am Boden des rechten Vorhofes dicht an der Vorhofscheidewand

His – Bündel

- sind sehr kurz

Lage:

- verläuft am Boden des rechten Vorhofes in Richtung Kammerscheidewand, dort teilt er sich in einen rechten und linken Kammerschenkel

Kammerschenkel = Tawara-Schenkel

Lage:

- innerhalb des Kammerseptums verlaufen sie zur Herzspitze
- teilen sich auf in:

Purkinjefasern

Lage:

- ziehen in den Kammerwänden in Richtung Ventilebene
- Erregung wird sehr schnell auf die gesamte Kammermuskulatur verteilt, so dass eine einheitliche Kontraktion, der Herzschlag zustande kommt

Was ist der Sinn einer derart komplizierten Erregungsleitung?

Dominosteine nehmen und so aufstellen, daß sie nacheinander alle umkippen, einmal eine lange Reihe und beim anderen die Reihe aufzweigen.

Danach nach dem Sinn fragen!

- Zellgrenzen stellen kein Hindernis für die Fortleitung von Erregungen dar
- Es könnten also alle Myokardfasern von der Sinusknoten-Erregung erfasst werden, nur leider sehr langsam, so dass keine gemeinsame Kontraktion stattfinden würde

Aufgaben der Strukturen:

- Erregung mit hoher Geschwindigkeit über den ganzen Herzmuskel verteilen, daher eine fast gleichzeitige Erregung in den verschiedenen Herzregionen, daher effektive Kontraktion
- Ledig im AV-Knoten eine leichte Verzögerung der Erregungsleitung, dadurch kann sich erst der Vorhof und dann die Kammer zusammenziehen, durch diese Schlagfolge, kann die Vorhofkontraktion zur Kammerfüllung beitragen, bevor sich durch die Kammerkontraktion die Segelklappe schließt

Alles oder nichts Prinzip:

- wird Muskel durch Stromstoß gereizt, so kommt es zu einer Kontraktion
- zw. der Erregbarkeit eines Skelettmuskels und der des Herzmuskels gibt es einen Unterschied:

Skelettmuskel	Herzmuskel
<ul style="list-style-type: none"> - hat der Stromstoß (Reiz) ein Schwellenpotential überschritten so kommt es zur Ausbildung eines Aktionspotentials und somit zur Kontraktion - je stärker dieser Reiz ist, desto stärker die Kontraktion, weil mehr motorische Einheiten (<i>wird aus einem Motoneuron und der von ihm innervierten Gruppe von Muskelfasern gebildet</i>) eines Muskels aktiviert werden 	<ul style="list-style-type: none"> - alles oder nichts Prinzip - wenn der Reiz stark genug ist, dann löst er eine immer gleich starke Kontraktion aus, es ist also nicht möglich durch Steigerung der Reizintensität eine stärkere Kontraktion hervorzurufen

- außerdem kommt es nach der Ausbildung von einem Aktionspotential zur Refraktärperiode

Funktion:

Keine Störung der Herzaktion durch zu frühe Wiedererregung

Bildet Schutz gegen den Wiedereintritt von Erregungen, die nach Durchlaufen eines bestimmten Weges zu ihrem Ursprungsort zurückkehren, die Erregungen treffen alle zuvor erregten Abschnitte im refraktären Zustand an, so dass es in der Regel nicht zu einem Kreisen von Erregungen kommen kann

außerdem können sich in dieser Ruhephase die Herzkranzgefäße wieder mit Blut füllen

- werden allerdings Extraerregungen (z.B. beim Elektrounfall oder durch spontane Extraerregungen) in der relativen Refraktärperiode ausgelöst, so können unter Umständen kreisende Erregungen entstehen (es entsteht entweder ein Kammerflattern oder – flimmern)

Flattern	Flimmern
<ul style="list-style-type: none"> - Frequenz von 220-350/min - Rasche Folge relativ regelmäßiger Herzkammeraktionen 	<ul style="list-style-type: none"> - Frequenz von über 350/min - Ohne effektive Auswurfleistung <p>Therapie: Defibrillation</p>

Der Herzzyklus

- bei einem gesunden Erwachsenen schlägt das Herz in Ruhe ca. 70 mal pro Minute
Herzfrequenz: ca. 70/min
- pro Tag schlägt es ca. 100.000 mal und innerhalb eines Lebens des Menschen ca. 2,5 Milliarden mal
- die pro Minute geförderte Blutmenge heißt Herzminutenvolumen (HMV) und beträgt bei körperlicher Ruhe etwa 5 Liter (70 Herzschläge a 70 ml)
- das arbeitende Herz zeigt einen regelmäßigen Wechsel von Kontraktion und Erschlaffung:
Kontraktionsphase = Systole
Ruhephase = Diastole

Diastole	Systole
Es werden die Kammern mit Blut gefüllt. <ul style="list-style-type: none">- Erschlaffung der Muskulatur- Dauer: ca. 0,7 Sekunden	Blut wird durch Kontraktion ausgepresst, wobei die Richtung des Blutstromes durch die Klappen festgelegt ist <ul style="list-style-type: none">- die Kontraktion verkleinert dabei ruckartig den Innenraum der Herzhöhlen, so dass das Blut herausgeschleudert wird- Dauer: ca. 0,15 Sekunden

Mechanik des Herzens:

- die Systole und die Diastole können, anhand des Klappenspiels, noch einmal unterteilt werden:
- zu Beginn der Systole sind alle Klappen geschlossen, es kann daher kein Blut bewegt werden, das Volumen bleibt konstant, aber die Kontraktion führt zur Druckentwicklung in den Kammern = **Anspannungsphase**
- der Druck in den Kammern steigt so lange, bis er größer wird als der Druck hinter den Taschenklappen, in den großen Gefäßen, sobald dieser Druck überschritten wird, gehen die Taschenklappen auf und das Blut strömt in die Gefäße

die Austreibungsphase beginnt

- sie endet mit Ende der Kontraktion, denn damit fällt der Druck in den Herzkammern, das Blut würde aus den großen Gefäßen zurückfließen, schließt dabei aber die Taschenklappen
- die Erschlaffung des Herzmuskels und der damit verbundene Druckabfall kennzeichnet die **Entspannungsphase der Diastole**, in dieser Zeit sind wieder alle Klappen geschlossen, Phase sehr kurz
- **Füllungsphase:** schließlich öffnen sich die Segelklappen, weil der Druck in den Vorhöfen den in den Kammern übersteigt, und damit strömt das Blut in die Kammern

Systole		Diastole	
Anspannungsphase	Austreibungsphase	Entspannungsphase	Füllungsphase
Alle Klappen geschlossen	Taschenklappen auf	Alle Klappen geschlossen	Segelklappen auf

Folie

- Diastolisch beträgt der Druck etwa 0 mmHg
- Nimmt in der Anspannungsphase auf den dann vorhandenen Aortendruck von 80mmHg und in der Austreibungsphase auf etwa 120 mmHg
- Im rechten Ventrikel entwickeln sich wesentlich geringere Drücke, diese Werte reichen aus, um den kleinen Kreislauf zu durchströmen, er setzt dem Blutstrom nur wenig Widerstand entgegen
- das Volumen beträgt nach der Füllung in jeder Kammer etwa 140 ml (=enddiastolisches Volumen), die Hälfte davon wird ausgeworfen, diese Menge ist das Schlagvolumen, die übriggebliebenen 70ml sind das Restvolumen

Koordination von Vorhöfen und Kammern

- die dargestellten Phasen werden immer auf die Kammern bezogen
- beide Kammern arbeiten synchron
- die Kontraktion der Vorkammern erfolgt jedoch vor der Kontraktion der Kammer, das wird dadurch erreicht, daß der AV-Knoten im Gegensatz zu allen anderen Strukturen des Erregungsleitungssystems eine extrem langsame Leitungsgeschwindigkeit besitzt
- Kontraktion trägt nur 20% zur Kammerfüllung bei

Ventilebenenmechanismus

Alle vier Klappen sind an bindegewebigen Ringen aufgehängt und liegen an der Grenze zwischen Vorhöfen und Kammern bzw. zw. Kammern und Schlagadern.

Sie bilden dort eine Ebene, die Klappenebene. Weil die Klappen wie Ventile arbeiten, spricht man auch von der Ventilebene.

- die Füllung des Herzens erfolgt zu einem großen Teil über einen Vorgang, der **Ventilebenenmechanismus** genannt wird
- die Ventilebene wird während der Kontraktion der Ventrikel herzsipitzenwärts verlagert

das liegt daran, daß das Blut in die großen Gefäße an der Herzbasis ausgetrieben wird, daraus ergibt sich ein Rückstoß, der die Ventrikel spitzenwärts treibt, das liegt daran, daß das Blut in die großen Gefäße an der Herzbasis ausgetrieben wird, daraus ergibt sich ein Rückstoß, der die Ventrikel spitzenwärts treibt, das Herz kann aber nicht als Ganzes verlagert werden, da die Gefäße über Bindegewebe im Körper verankert sind, nur die nachgiebigen Vorhöfe werden gedehnt, diese Dehnung senkt den Druck in den Vorhöfen und führt dadurch zum Einstrom von Blut aus den Hohlvenen bzw. Lungenvenen

Wesentlicher Mechanismus zur Füllung der Vorhöfe!!

- bei der Erschlaffung der Ventrikel gleitet die Ventilebene wieder nach oben, wodurch das Blut aus den Vorhöfen in die Kammern kommt

Gefäße

Aufbau der Arterien:

- aus 3 Wandschichten aufgebaut, die einen Hohlraum umgeben

innen: Gefäßendothel (Endothel = einschichtiges Plattenepithel), darunter liegt eine elastische Membran aus feinen Bindegewebsfasern,

Mitte: am kräftigsten entwickelte Schicht

Enthält glatte Muskelzellen und elastische Fasern

Außen: Dünne Bindegewebschicht mit kollagenen Fasern (hohe Zugfestigkeit)

Verbindet das Gefäß locker mit der Umgebung

In dieser Schicht laufen die Nervenfasern und die Blutgefäße zur

Versorgung der größeren Gefäße

Arterien vom elastischen Typ	Arterien vom muskulären Typ
<ul style="list-style-type: none">- in der mittleren Schicht (Tunica media) überwiegen die elastischen Fasern <p>Vorkommen: Bei den Schlagadern in der Nähe des Herzens</p> <p>Funktion: Windkesselfunktion</p>	<ul style="list-style-type: none">- in der Tunica media überwiegen die glatten Muskelzellen <p>Vorkommen: Arterien in der Körperperipherie</p> <p>Funktion: Können durch Kontraktion oder Entspannung die Weite ihres Lumens und damit die Durchblutung der von ihnen versorgten Organe beeinflussen</p>

WINDKESSELFUNKTION:

- bei Schlagadern in der Nähe des Herzens, wie der Aorta oder der Halsschlagader, überwiegen die elastischen Fasern in der Tunica media, dies sind Arterien vom elastischen Typ
- leisten einen wichtigen Beitrag zur gleichmäßigen Funktion des Kreislaufes
- Herz wirft ruckartig Blut aus, dies dehnt die Gefäßwand der Aorta und der herznahen Arterien kurz auf
- Während der Diastole entspannt sich der Herzmuskel und die Gefäßwand zieht sich wieder zusammen und schiebt so das in ihr gespeicherte Blut weiter
- dadurch sorgen die herznahen, elastischen Gefäße für einen gleichmäßigen Blutstrom
- wäre Aorta starr wie ein Wasserrohr, stünde nach Beendigung jeder Herzaktion der Blutstrom still

Pulswelle

Die Pulswelle ist die Druckwelle, die durch die systolische Kontraktion erzeugt wird. Sie ist erheblich schneller als die Blutströmung, da die Impulse hier direkt von Teilchen zu Teilchen übertragen werden. Die Pulswelle erreicht bereits 0,2s nach der Systole die Fußarterien und legt somit ca. 4 - 12 m/s zurück. Sie ist an oberflächlich liegenden Arterien als Puls fühlbar.

Arteriolen:

- befinden sich am Übergang zw. den Arterien und Kapillaren
- Arterien vom muskulären Typ
- Haben nur eine einschichtige, glatte Muskelzellschicht

Arteriosklerose:

= Gefäßverkalkung

- ist durch Läsionen (kleinste Verletzungen) der Arterienwand gekennzeichnet
- Cholesterin lagert sich ab, Makrophagen kommen und wollen sie auffressen, es entstehen Schaumzellen, es kommt nach verschiedenen Schritten zur Kalksalzeinlagerungen
- Beginnt schon mit dem 15. Lebensjahr, aber nur in Vorstufen

Kapillaren:

- mikroskopisch feinen Gefäße verbinden die Arterien mit den Venen
 - bilden ein Netz, alle feinen Gefäße zusammen haben den Größtengesamtquerschnitt im Körper und der Blutstrom ist in ihnen besonders langsam
- dadurch wird der Stoffaustausch durch die Kapillarwand begünstigt

Aufbau:

Besteht nur noch aus der inneren, durchlässigen Endothelschicht

Kapillarwände bilden eine semipermeable Membran, mit Ausnahme der Blutkörperchen und der Riesenmoleküle der Plasmaeiweiße können alle Substanzen diese Poren frei passieren

Dekubitus:

Feinen Kapillaren sind sehr empfindlich gegenüber Druck von außen

Oft reicht schon das aufliegende Körpergewicht, diese feinen Gefäße beim Liegen abzudrücken und den Stoffaustausch des Gewebes zu unterbrechen, zunächst versucht der Körper durch eine erhöhte Durchblutung den Sauerstoffmangel auszugleichen – die Haut rötet sich

Bleibt Druck länger als 2 Stunden bestehen, fallen so viele saure Stoffwechselendprodukte (da anaerober Zellstoffwechsel stattfindet) an, daß die Zellen geschädigt werden und abzusterben beginnen

Aufbau der Venen:

- in den Venen ein niedrigerer Druck als in den Arterien, deshalb ist Wand dünner als die der Arterien

- folgende Unterschiede:

äußere Schicht – (Tunica externa) – ist dicker

mittlere Schicht - Muskulatur ist schwächer in der (Tunica media)

innere Schicht – (Tunica interna) – bildet in den kleinen und mittelgroßen Venen

Taschenklappen

Taschenklappen – 2 oder 3 dieser Klappen bilden zusammen eine Art Ventil, das den Blutstrom zum Herzen freigibt, strömt Blut jedoch in die andere Richtung, so entfalten sie sich und verhindern den Rückfluß

- unterstützt wird dieses Klappensystem durch die Muskulatur, die eine Vene umgibt, kontrahiert sich die umgebende Muskulatur, so drückt sie die Vene zusammen und presst dadurch Blut zum Herzen, also der Rückfluss zum Herzen ist am größten, wenn die Muskelpumpe arbeitet

- im Körper drei Arten von Venen die über Klappen verfügen:

1. tiefe Venen – tief in der Muskulatur

2. oberflächliche Venen – bilden Netzwerk unter der Haut

3. Perforansvenen – (Perforation = Durchbruch) verbinden tiefe und oberflächliche Venen miteinander, Blut kann aber nur in eine Richtung fließen und zwar von den oberflächlichen in die tiefen Venen

Das Pfortadersystem:

- das venöse Blut aus den Bauchorganen fließt nicht direkt zum rechten Herzen zurück, sondern vereinigt sich zunächst in einer großen Vene, der **Pfortader**
- die Pfortader führt das nährstoffreiche Blut aus den Verdauungsorganen zur Leber, wo es sich mit dem sauerstoffreichen Blut der Leberarterie vermischt
- in der Leber laufen dann zahlreiche biochemische Prozesse ab, die Leber entgiftet gefährliche Substanzen und verändert manche aufgenommenen Stoffe so, daß die Körperzellen sie weiterverarbeiten können, dazu fließt das Blut von Pfortader und Leberarterie in das kapillare Netzwerk der Leber, um nach der Leberpassage über die untere Hohlvene in die rechte Herzkammer zu gelangen

Krampfadern:

- Klappen funktionieren nur bei einem ausreichenden Tonus (Spannungszustand) der Venenwand
- Wenn Wandspannung zu gering, dann weichen die Enden der Klappen voneinander, Venenklappen schließen nicht mehr vollständig = Venenklappeninsuffizienz
- Rückfluß dehnt die Venenwände zusätzlich auf, so daß die **Varikose = Krampfader** entsteht

Regulation des Blutkreislaufes

- Reaktion eines Gefäßabschnittes auf direkte, lokale Reize, sie hält bei wechselndem RR die Organdurchblutung konstant bzw. passt sie etwa bei Aufnahme körperlicher Arbeit dem Bedarf an
 - vor allem die Arteriolen beteiligen sich an der Autoregulation
- z.B. **Sauerstoffmangel im Gewebe** – wirkt gefäßerweiternd auf die Arteriolen, dadurch Steigerung des Blutflusses in einem Organ
- Organe mit einer ausgeprägten Regulation sind die Niere und das Gehirn
- Gefäßerweiterung = Vasodilatation
- auch **hormonalen Durchblutungsregulation**: z.B. Erweiterung von Gefäßen bei Entzündungsreaktionen, da werden Hormone freigesetzt die zur Vasodilatation führen
 - Regulation durch das **vegetative Nervensystem** (Sympathikus = Erregung vor allem bei Aktivitäten, die nach außen gerichtet sind, Parasympathikus = dominiert bei nach innen gerichteten Körperfunktionen)

Blutdruckregulation

RR = die Kraft, die das Blut auf die Gefäßwand ausübt, hängt vom Herzzeitvolumen, dem Blutvolumen und dem peripheren Widerstand ab = physikalische Größen

- natürlich u.a. auch vom Lebensalter, von der Elastizität der herznahen Gefäße

Herzzeitvolumen = Volumen pro Minute, ist rund 5l/min (pro Schlag 70 ml)

Blutvolumen = erniedrigt, etwa in Folge einer schweren Blutung, meist niedriger Blutdruck

Puls = die mit jedem Herzschlag ausgelöste Druckwelle pflanzt sich als Oberflächenwelle auf den Arterienwänden fort und kann als Pulswelle getastet werden

Mechanismen zur kurzfristigen Blutdruckregulation:

- kurzfristige Regulationsmechanismen sind dadurch gekennzeichnet, dass sie auf veränderte Kreislaufanforderungen innerhalb weniger Sekunden reagieren, jedoch bei dauernder Beanspruchung innerhalb von Tagen ihre Wirksamkeit teilweise oder vollständig verlieren
- in Aorta, Halsschlagader sowie anderen großen Arterien in Brustkorb und Hals messen druckempfindliche Sinneszellen, die Pressorezeptoren, die Dehnung der Arterienwand
- sie senden zum Kreislaufzentrum (**Medulla oblongata**) ihre Impulse
- Kreislaufzentrum beantwortet eine arterielle Drucksenkung mit einer allgemeinen Aktivierung des Sympathikus und einer Hemmung des Parasympathikus

Sympathikus	Parasympathikus
- erhöht alle Werte	Senkt alle Werte
Chronotrope Wirkung Frequenz Dromotrope Wirkung Erregungsleitungsgeschwindigkeit Inotrope Wirkung Kontraktionskraft des Herzens	

Und der periphere Widerstand steigt durch Vasokonstriktion der Gefäße in der Skelettmuskulatur

- der Blutdruck steigt wieder

- wenn die Pressorezeptoren einen zu hohen Blutdruck messen, dann verlaufen die Vorgänge umgekehrt

Mechanismen zur mittelfristigen Blutdruckregulation:

- Mechanismen setzen bei plötzlicher Blutdruckänderung nach einigen Minuten ein und erreichen erst nach gewisser Zeit ihre volle Wirksamkeit
- kommt es infolge eines starken Blutdruckabfalls oder durch eine mechanisch ausgelöste Durchblutungsrosselung zu einer Einschränkung der Nierendurchblutung, so wird im verstärkten Maße das Hormon **RENIN** aus der Niere (**Seite 327** juxtaglomeruläre Apparat, Kontaktstelle zw. zuführende Arteriole und distalem Tubulusabschnitt) ins Blut freigesetzt
- im Blut befindet sich ebenfalls das Angiotensinogen (wird in der Leber gebildet), das Renin spaltet es in das Angiotensin I und daraus entsteht das Angiotensin II

Wirkung des Angiotensin II:

Starke Vasokonstriktion der Arterien und auch der Venen

Mechanismen zur langfristigen Blutdruckregulation:

- beruht vor allem auf eine Anpassung des extrazellulären Flüssigkeitsvolumens (Volumen außerhalb der Zelle, also dem Plasmaraum (Blutwasser), der Flüssigkeit zwischen den Zellen und der Flüssigkeit in den Körperhöhlen(Liquor, Kammerwasser des Auges und Gelenkflüssigkeit))– und damit gekoppelt des Blutvolumens – an veränderte Kreislaufsituationen, dies wird über die Flüssigkeitsausscheidung der Niere geregelt

- Renale Volumenregulation:

arterielle Blutdrucksteigerungen lösen eine vermehrte Harnausscheidung aus, daher Reduktion des extrazellulären Flüssigkeitsvolumens und des Blutvolumens, dadurch wird der venöse Rückfluß zum Herzen vermindert, damit kommt es zur Abnahme des Herzzeitvolumens und schließlich zu einer Senkung des zunächst erhöhten arteriellen Blutdruckes

deshalb bei Hypertonie Gabe von Wassertabletten

- Renin–Angiotensin-Aldosteron-Mechanismus:

Angiotensin II stimuliert die Ausscheidung von Aldosteron aus der Nebennierenrinde, dadurch wird weniger Flüssigkeit ausgeschieden

DAS RENIN-ANGIOTENSIN-ALDOSTERON-SYSTEM bewirkt also, dass das Blutvolumen bei Blutdruckabfall erhöht und bei Blutdruckanstieg reduziert wird

Arbeitsblatt 1

Lerneinheit I.10

Vitalzeichen kontrollieren

Herz = Cor

Größe und Gewicht:

Form und Lage:

Gliederung des Herzens:

Aufbau der Herzwand:

-

-

1. Endokard:

2. Myokard:

3. Epikard:

4. Perikard:

Der Herzbeutel wird von dem und dem gebildet. Er besteht aus ... Blättern. Das Epikard geht im Bereich der in das über. Zwischen diesen Blättern befindet sich etwas Sie heißt und dient als während der Herzaktion. Mit Hilfe dieses Flüssigkeitsfilmes wird die Reibung zwischen den beiden Blättern auf ein Minimum reduziert.

Klappensystem:

Mitral- und Trikuspidalklappe:

Arbeitsblatt 2

Lerneinheit I.10

Vitalzeichen kontrollieren

Aorten- und Pulmonalklappe:

Alle 4 Klappen sind an bindegewebigen Ringen aufgehängt und liegen an der Grenze zwischen Vorhöfen und Kammern bzw. zwischen Kammern und Schlagadern. Sie bilden dort eine Ebene, die Klappenebene. Weil die Klappen wie Ventile arbeiten, spricht man auch von der Ventilebene.

Die Herzhöhlen:

- rechter Vorhof – *Atrium dextrum*:

- rechte Kammer – *Ventriculus dexter*:

- linker Vorhof – *Atrium sinistrum*:

- linke Kammer – *Ventriculus sinister*:

Blutversorgung des Herzens:

Arbeitsblatt 3

Lerneinheit I.10

Vitalzeichen kontrollieren

Erregungsbildung und Erregungsleitung am Herzen

Arbeitsblatt 4

Lerneinheit I.10

Vitalzeichen kontrollieren