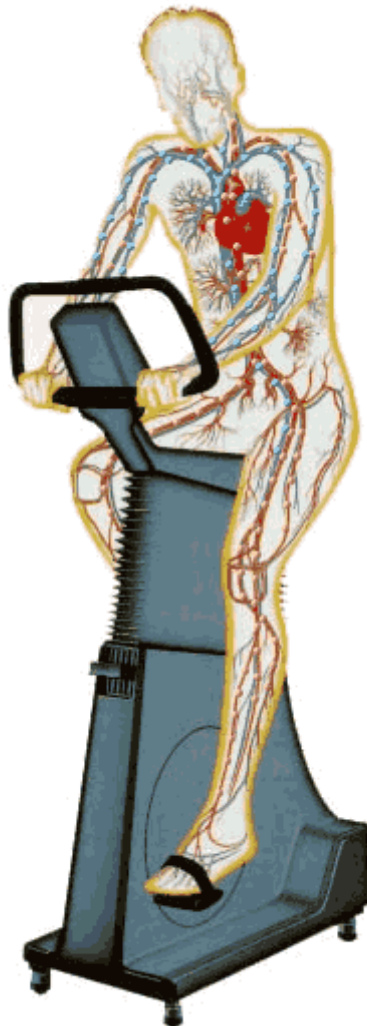


Naam leereenheid: systemische microcirculatie

Domein: zorgvrager gebonden

Thema: Cardiovasculaire systeem





Inhoud leereenheid

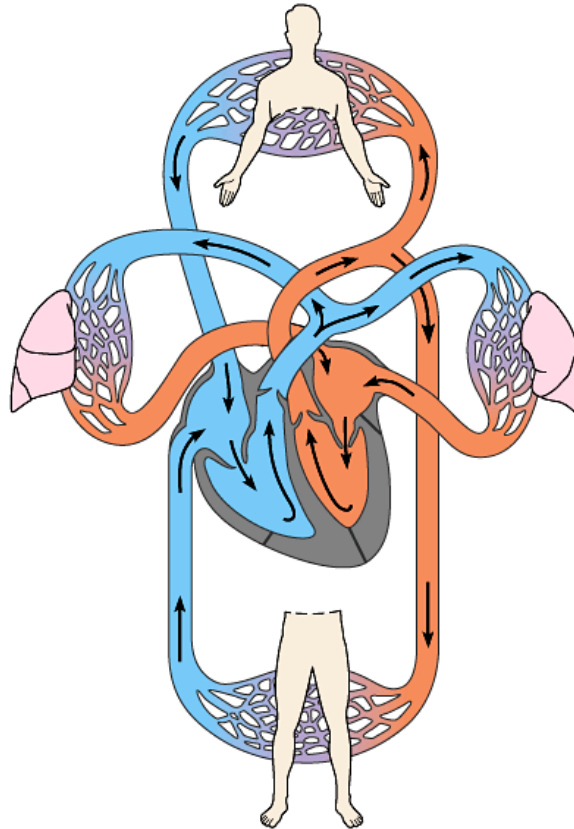
Veneuze return

1. Inleiding
2. Leerdoelen
3. studeeraanwijzingen
4. Leerkern
5. Zelftoets
6. Terugkoppeling
 - o Uitwerking van de opgaven
 - o Antwoorden op de zelftoets
 - o Literatuur



1. Inleiding:

1. Introductie van de leereenheid



Het cardiovasculair systeem is net als het respiratoir systeem een onmisbare functie om het lichaam te laten functioneren. De taak van het cardiovasculair systeem is het d.m.v. spierarbeid van het hart rondpompen van bloed naar en van de weefsels/organen. Het cardiovasculair systeem moet zich voortdurend aanpassen aan de volgende drie variabele metabole factoren:

- de activiteitenfactor (bijv. de activiteiten van de skeletspieren)
- de stressfactor (bijv. infectie, trauma, ziekte e.d.)
- de lichaamstemperatuur (bijv. koorts, onderkoeling).

Zowel in de grote als de kleine circulatie zijn er drie, sterk van elkaar afhankelijke, subsystemen

te onderscheiden (niet te scheiden). Dit zijn volumeaanbod, pomp en distributie/perfusie. De hersenstam reguleert de circulatie. In tegenstelling tot het respiratoir systeem is dit geen volledige regulatie. Zowel het hart als de orgaanperfusie zijn grotendeels autonoom.

Om problemen met het cardiovasculair systeem goed te kunnen duiden is het cardiovasculair systeem opgedeeld in een vijftal subsystemen:

1. Volumeaanbod / veneuze return
2. Prikkelvorming en geleiding systeem
3. Pompfunctie
4. Distributie
5. **Microcirculatie**

In deze leereenheid wordt het aandeel van het subsysteem **systemische microcirculatie** besproken.

Het uiteindelijke product van de samenwerkende subsystemen (waarvan de microcirculatie een onderdeel uitmaakt) is dat de aan en afvoer van bloed precies gelijk is aan de metabole behoefte en de afvoer van bloed precies gelijk is aan de aanvoer. Hart en bloedvaten moeten zich daaraan aanpassen. De neurohumorale controle van het hart en de circulatie spelen hierbij een onlosmakelijke rol.



2. Leerdoelen:

2.1 Algemene doelen

Met competentiegericht opleiden in onze verpleegkundige vervolgoopleidingen worden twee hoofddoelen nagestreefd.

Het eerste doel is uiteraard dat een aantal competenties worden verworven; namelijk die competenties die noodzakelijk zijn om op een goede manier de studeeropdracht(en) uit te voeren. Dit betekent dat er niet één bepaalde set aan competenties bestaat die voor iedereen hetzelfde is. De competenties die aangeleerd moeten worden, hangen onder andere af van je beginsituatie (welke competenties worden reeds beheerst). Wel zijn er om vaardig aan de leereenheid te kunnen beginnen een aantal competenties die iedereen moet bezitten.

Het tweede doel is te leren jezelf te ontwikkelen. Dit betekent dat het werken aan en het beantwoorden van bijvoorbeeld de volgende vragen als het ware een tweede natuur wordt: welke competenties bezit ik reeds, welke competenties heb ik nodig en zijn onvoldoende ontwikkeld, waar kan ik de benodigde kennis vinden, hoe kan ik mij de benodigde kennis en vaardigheden eigen maken, hoe ga ik efficiënt en effectief gedrag vertonen, hoe kan ik het leren versnellen, gaat het leren effectief en efficiënt en hoe kan ik dat verbeteren?

2.2 Specifieke leerdoelen

Leerdoelen:

Na bestudering van deze leereenheid ben je in staat om:

- De anatomie en fysiologie van het vasculaire systeem en de microcirculatie te beschrijven.
- De arteriële, veneuze en mean arteriële bloeddruk te verklaren.
- De Regulatie van de systeem vasculaire weerstand te verwoorden.
- Het totale proces van de capillaire fluïd shift te verklaren
- De neurohumorale regulatie van het cardiovasculaire systeem te verklaren.



3. Studeeraanwijzingen:

Ter verduidelijking of verdieping van de leerstof worden in deze leereenheid **verwijzingen** gedaan naar boeken, artikels en internetpagina's over dit onderwerp. Voor het bestuderen van deze leereenheid is het dus handig als je toegang hebt tot de bibliotheek van het ziekenhuis en/of het internet.

Het bestuderen van de hele leereenheid zal ongeveer 4 uren kosten, al naar gelang de voorkennis die je van dit onderwerp hebt. Indien je de leerkern tijdens het studeren wil opsplitsen, kun je dit het beste doen aan de hand van de indeling in paragrafen zoals aangegeven in de inhoudsopgave.



Vasculair netwerk

4. Leerkern

De microcirculatie

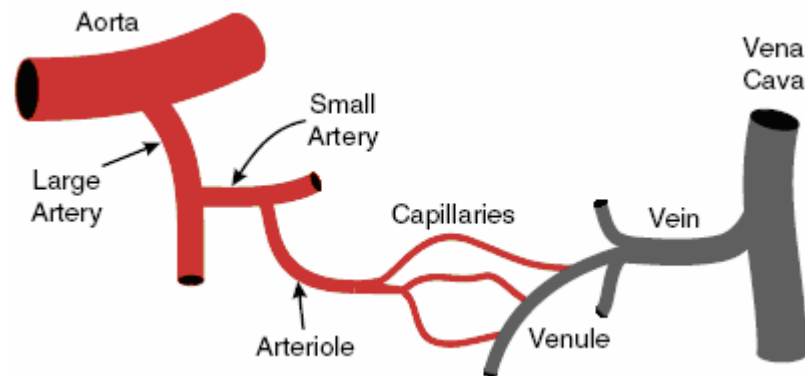
De uiteindelijke plaats waar de verversing van het interstitium plaatsvindt is het capillaire vaatbed van een orgaan.

Het vasculaire systeem

Het vasculaire systeem bedient twee functies: distributie en uitwisseling. Distributie omvat transport van bloed naar en van de organen.

Vasculair netwerk.

De linker ventrikel ejecteert bloed in de aorta die dan het bloed distribueert door het lichaam, gebruikmakend van een netwerk van arteriële vaten.



Soorten bloedvaten in de circulatie.

Grootte en functie van verschillende soorten bloedvaten in de system circulatie

VESSEL TYPE	DIAMETER (MM)	FUNCTION
Aorta	25	Pulse dampening and distribution
Large arteries	1.0–4.0	Distribution
Small arteries	0.2–1.0	Distribution and resistance
Arterioles	0.01–0.20	Resistance (pressure/flow regulation)
Capillaries	0.006–0.010	Exchange
Venules	0.01–0.20	Exchange, collection, and capacitance
Veins	0.2–5.0	Capacitance function (blood volume)
Vena cava	35	Collection

Arteriolen

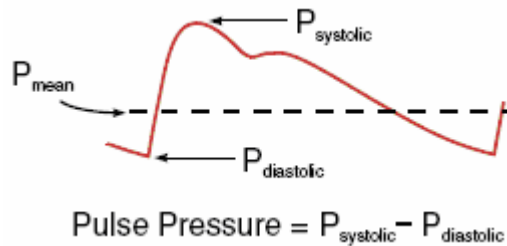
Capillairen

De kleine arteriën en arteriolen representeren de primaire weerstand vaten die de arteriële bloeddruk en bloedflow in de organen reguleren. Vaten die zijn opgebouwd uit endotheel cellen en een membraam worden capillairen genoemd. Ofschoon zij de kleinste vaten in de circulatie zijn hebben zij het grootste oppervlak.

Omdat de totale bloedflow van de capillairen hetzelfde is als de flow in de aorta en omdat het totale capillaire oppervlakte ongeveer 1000 keer groter is dan de aorta is de gemiddelde snelheid van de bloedflow in de capillairen (0,05 cm/sec) 1000 keer lager dan in de aorta (50 cm/sec). De flow (F) is het product van de gemiddelde snelheid (V) maal oppervlakte (A) ($F=V \cdot A$). Capillairen hebben de grootste oppervlakte voor de uitwisseling.

Arteriële bloeddruk

Ejectie van bloed in de aorta door de linker ventrikel resulteert in een karakteristieke arteriële druk curve.



Polsdruk MAP

Polsdruk in de aorta. De polsdruk is het verschil tussen de hoogste druk (systole) en de laagste druk (diastole). De mean pressure is ongeveer gelijk aan de diastolische druk plus een-derde van de polsdruk. De piek druk van de aorta curve is de systolische druk en de laagste druk in de aorta die je ziet net voordat de ventrikel bloed in de aorta ejecteert wordt de diastolische druk genoemd.

CVD

Veneuze bloeddruk.

Dit is de gemiddelde bloeddruk in het veneuze vaatbed. Een meer specifieke benaming is de centraal veneuze druk, wat de bloeddruk in de thoracale vena cava dicht bij het rechter atrium beschrijft. Deze druk is belangrijk omdat deze de vullingsdruk van de rechter ventrikel bepaalden daarmee wordt het slagvolume van de rechter ventrikel bepaald.

Orgaanperfusie

De Mean Arterial Pressure (MAP) om orgaanperfusie te bewaken

Het meten en bewaken van de arteriële bloeddruk is en blijft van groot belang en behoeft verder geen betoog. Het berekenen en beoordelen van de gemiddelde druk (MAP) is echter geen algemeen goed. Dit ten onrechte van deze parameter. Het is, zeker in kritieke situaties, een zeer nuttige middeling van de systolische en diastolische bloeddrukwaarden. De belangrijkste reden is de volgende: een veranderende systolische waarde heeft meestal ook effect op de diastolische waarde en andersom ook. Deze twee waarden zijn onderhevig aan dezelfde invloeden en compensatiemechanismen. Het is daarom lastig om te ontdekken of veranderingen van deze waarden een direct gevolg voor de orgaanperfusie hebben. De MAP daarentegen is één maat met één duidelijke grenswaarde voor een minimum druk. Voor de neonaat is deze grenswaarde ongeveer 30 mmHg en voor de volwassene ongeveer 50 à 60 mmHg. Met het ouder worden zal ook de minimale MAP, door degeneratie van de vaatwand, doorgaans stijgen terwijl de maximale MAP zal dalen.

De bandbreedte neemt daarmee dus af hetgeen een verklaring is voor het voorkomen van een te lage of te hoge MAP.

Klinisch is het monitoren van de nierperfusie (de nier is de barometer van het cardiovasculair systeem!) samen met het bewustzijn maatgevend voor het bewaken van (on)voldoende perfusie van vitale organen. In beide gevallen zal een te lage MAP goed zichtbare gevolgen hebben. In het eerste geval zal bij een te lage MAP de patiënt stoppen met plassen en in het tweede geval zullen de uitingen van een verminderd bewustzijn zich openbaren bijvoorbeeld in de vorm van oriëntatie en inprentingstoornissen. Een te hoge MAP draagt een direct gevaar voor een CVA met zich mee.

Cerebrale bloedstroom (CBF)

De CBF is tussen een MAP van 50 en 150 mmHg constant. Bij een MAP < 50 mmHg zal de CBF verminderen met directe gevolgen voor het functioneren van het brein.

Factoren die de hoogte van de MAP bepalen

De hoogte van de MAP wordt direct bepaald door de Cardiac Output en de perifere weerstand ($MAP = CO \times TPR$). In geval van een te lage MAP kan dit alleen het gevolg zijn van een te lage CO en/of vaatweerstand.

De vraag rijst nu weer wat kunnen de oorzaken van een te lage CO of TPR zijn?

Op hun beurt worden factoren weer door andere factoren bepaald. Het is dus uiteindelijk een keten van factoren. Stoornissen in deze keten zullen dus vroeger of later invloed op de hoogte van de MAP hebben.

Bij het bewaken en beoordelen van de MAP waarde dient men oorzaak en gevolg te kunnen scheiden. In het belang van de diagnostiek is het van groot belang om hier consequent mee om te kunnen gaan.

Opgave 1



Onderwerp:

Zorg voor de zorgvrager met een probleem/aandoening van het cardiovasculair systeem.

Opdracht:

- Beschrijf een situatie waarin jij een belangrijke rol speelde bij de opvang van een patiënt waarbij sprake was van een probleem/aandoening van het cardiovasculair systeem.
- Het functioneren van het cardiovasculair systeem kun je beoordelen met behulp van o.a de basisparameters arteriële systolische druk, de arteriële diastolische druk en de arteriële mean bloeddruk. Beschrijf waar deze druk gemeten wordt en hoe deze druk tot stand komt.

TPR

Regulatie van de systeem vasculaire weerstand.

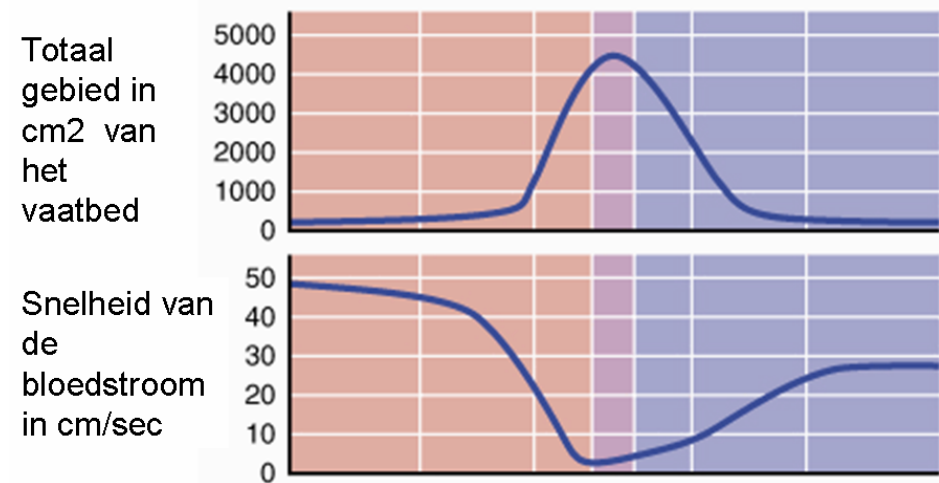
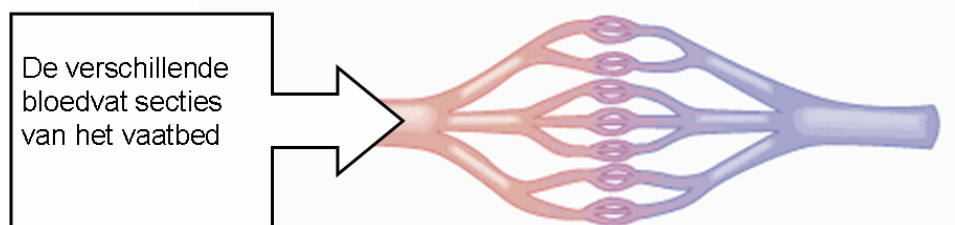
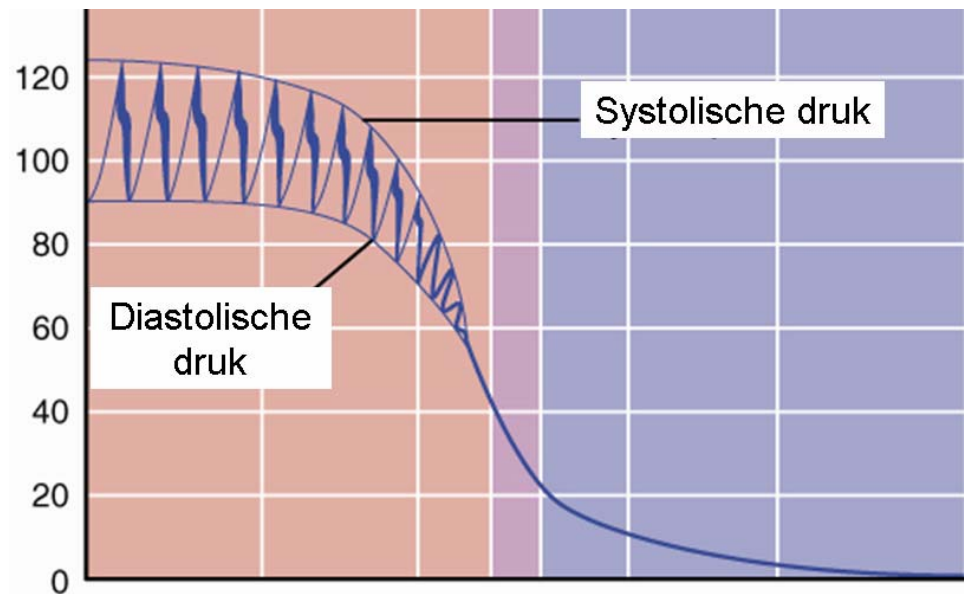
De systeem vasculaire weerstand die ook wel de totaal perifere weerstand (TPR) genoemd wordt is de weerstand die aan de bloedflow geboden wordt door het hele systeem vaatbed met uitzondering van het pulmonale vaatbed.

Mechanismen die een gegeneraliseerde vasoconstrictie veroorzaken zullen de systeem vaatweerstand verhogen en mechanismen die vasodilatatie veroorzaken verminderen de systeem vasculaire weerstand. De verhoging van de systeem vasculaire weerstand als reactie op sympathische stimulatie hangt af van de mate van sympathische activatie, de reactie van het vaatstelsel, de grootte van het betrokken vaatbed. De systeem vasculaire weerstand wordt primair bepaald door veranderingen in de diameter van het vat, hoewel veranderingen in de viscositeit van het bloed ook de systeem vasculaire weerstand beïnvloeden.

Interstitium

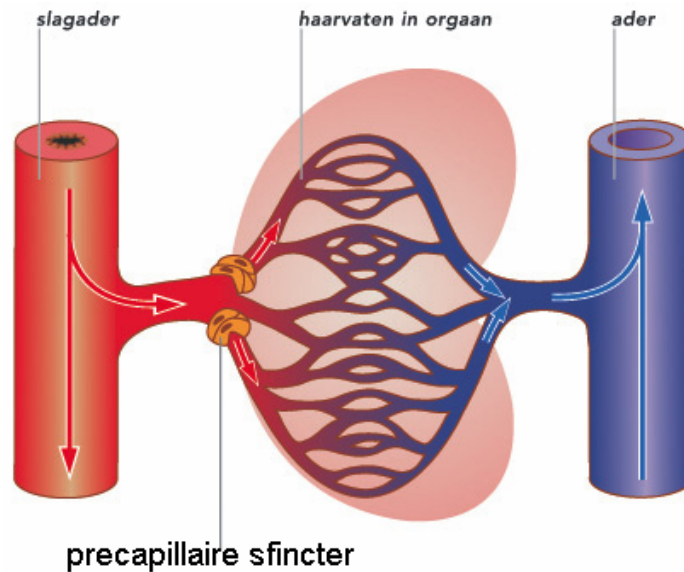
verversing van het interstitium

De centrale en uiteindelijke perifere bloedvaten zijn steeds verder vertakt en de flow is niet meer pulserend maar gelijkmatig geworden. Er is dan ook géén systolische/diastolische druk meer. De perifere bloeddruk is niet meer een rechtstreeks gevolg van de centraal heersende druk (MAP). De druk is dan ook veel lager dan we gewend zijn van de centrale druk, namelijk : 25 mmHg. De stroomsnelheid van het bloed is daardoor ook véél trager geworden. Deze was in de aorta 30-50 centimeter per seconde en is in de capillairen nog maar 1 millimeter per seconde. Hierdoor ontstaat voldoende tijd voor de noodzakelijke uitwisselingsprocessen.



Pré-capillaire sfincters

Naast de arteriolen hebben de weefsels nog een middel om de doorstroming te reguleren, namelijk de pré-capillaire sfincters. In de weefsels die een sterke wisseling in activiteit vertonen zal in rust het merendeel van de pré-capillaire sfincters gesloten zijn.



Met-arteriolen

De voorkeurskanalen vormen dan de enige doorvoerweg. Het sluiten van de pré-capillaire sfincters heeft een zéér grote invloed op de vaatweerstand. In de huid bevinden zich de zogenaamde met-arteriolen. Deze anastomosen tussen een arteriole en een venule spelen een grote rol in de warmtehuishouding.

In geval van een sepsis kunnen deze met-arteriolen onder invloed van toxinen volledig dilateren. Er ontstaat zo een shunt tussen een arteriole en de venulen. Het effect daarvan is een warme en rode huid, maar ook een enorme daling van de vaatweerstand.

In de capillairen zal de uitwisseling van water en stoffen plaats vinden op basis van een drietal gekoppelde processen:

- filtratie;
- osmose;
- reabsorbtie.

Capillaire fluid shift

Dit totale proces noemen we de capillaire fluid shift.

In de wand van de capillairen is de porie-grootte zodanig dat zowel water als de daarin opgeloste stoffen vrij gefiltreerd kunnen worden. De bloedcellen en de grote eiwitten blijven intravasculair en zorgen aan het einde van de capillairen voor de terugresorptie van water en afvalstoffen. Uit de gezamenlijke capillairen van het lichaam wordt per 24 uur ongeveer 20 liter vloeistof in het interstitium gepompt. Daartegenover staat een terugresorptie van ongeveer 18 liter. Het restant van 2 liter komt via een omweg als lymfe weer in de circulatie terecht.

Interstitium

Lymfe

Veneuze return

Het capillaire netwerk gaat over in venulen en deze op hun beurt weer in venen. Het meest relevante anatomische verschil tussen deze twee is de aanwezigheid van glad spierweefsel in de wanden van de venulen zodat constrictie en dilatatie mogelijk is en in de venen vinden we kleppen. De functie van het spierweefsel in de wanden van de venulen is dat in tijden van een verhoogde behoefte aan volume van bloed een vasoconstrictie zorgt voor het leegdrukken van het veneuze compartiment (veneuze return). De kleppen in de venen hebben een belangrijke functie in het weer centraliseren van het veneuze bloed. De terugvloed van het bloed naar het hart komt door een aantal secundaire krachten tot stand. De kleppen ondersteunen deze krachten op een essentiële wijze.

De veneuze return ontstaat door:

- de adempomp (ook wel thoraxpomp);
- de arteriële pomp (vermogen tot contraheren);
- zwaartekracht (afhankelijk van lichaamsdeel t.o.v. het hart);
- de mate van venaconstrictie;
- de spierpomp.



Opgave 2

Inleiding

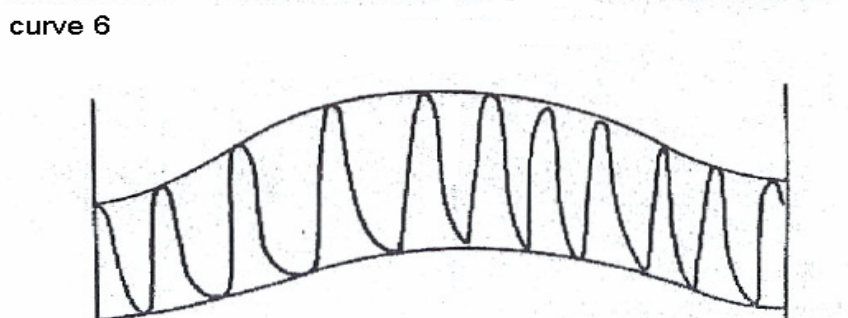
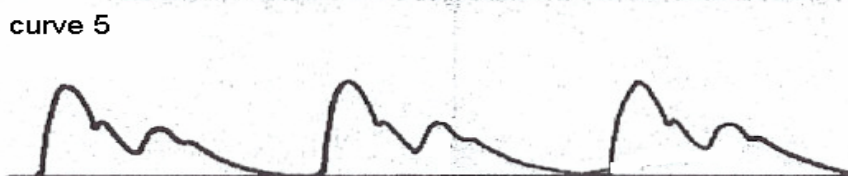
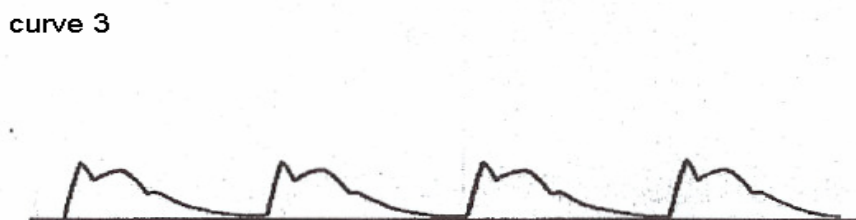
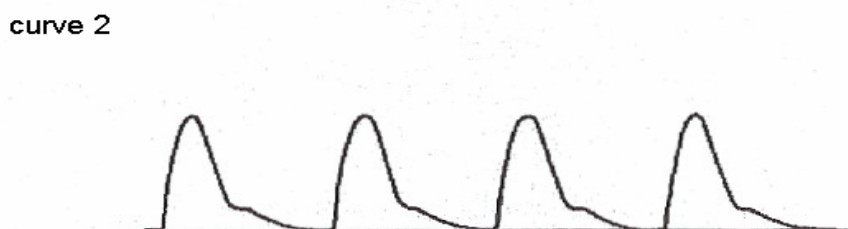
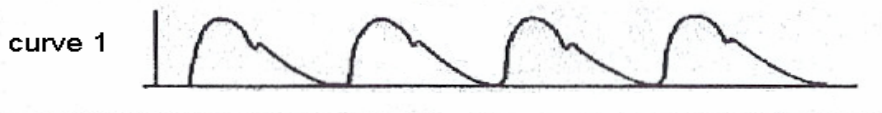
De hartfrequentie wordt centraal gereguleerd en kan op verschillende plaatsen manueel gevoeld worden waaruit je veel informatie kunt krijgen.

Deze pulsaties horen onderling van gelijke kracht te zijn.

Het pulseren is op die plaatsen te voelen waar onder de slagader een harde structuur zoals het bot ligt. Deze pulsaties zou je kunnen weergeven middels een curve.

Opdracht:

Geef een verklaring voor onderstaande curves

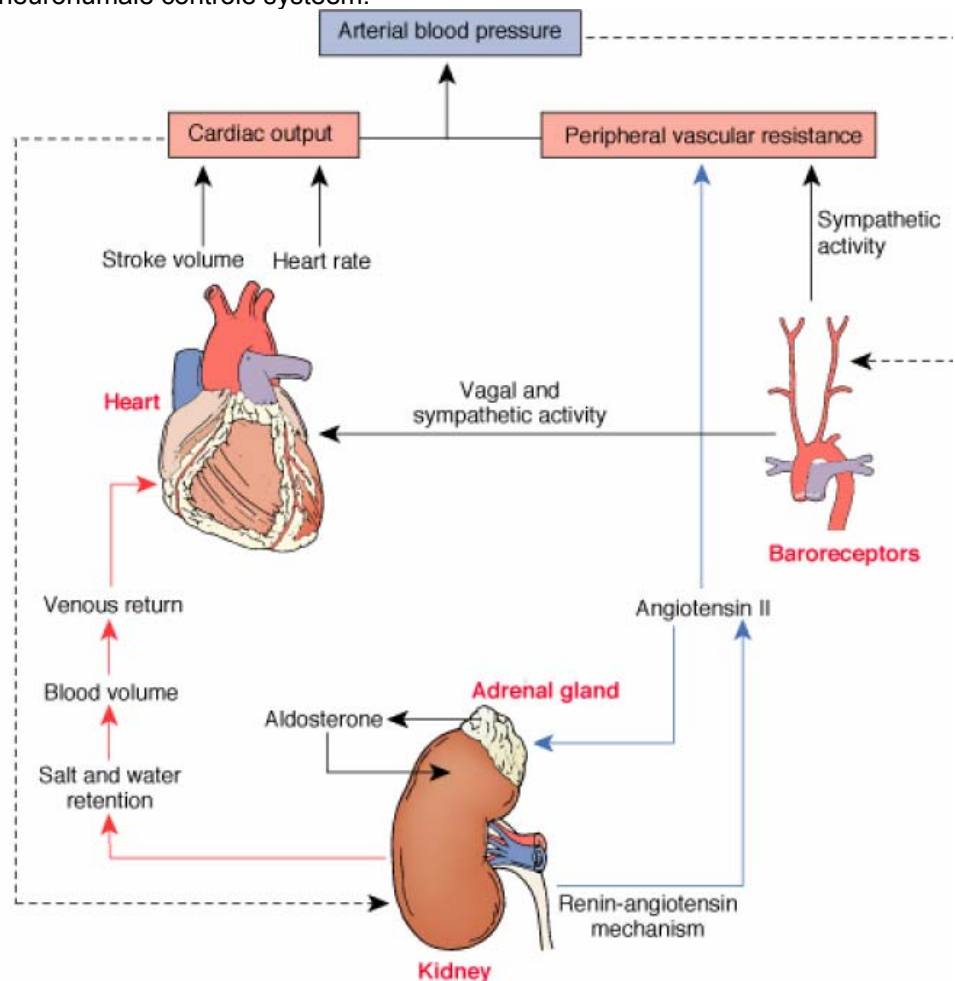


**Neurohumorale
regulatie**

**Baro/chemo/
osmo-receptoren**

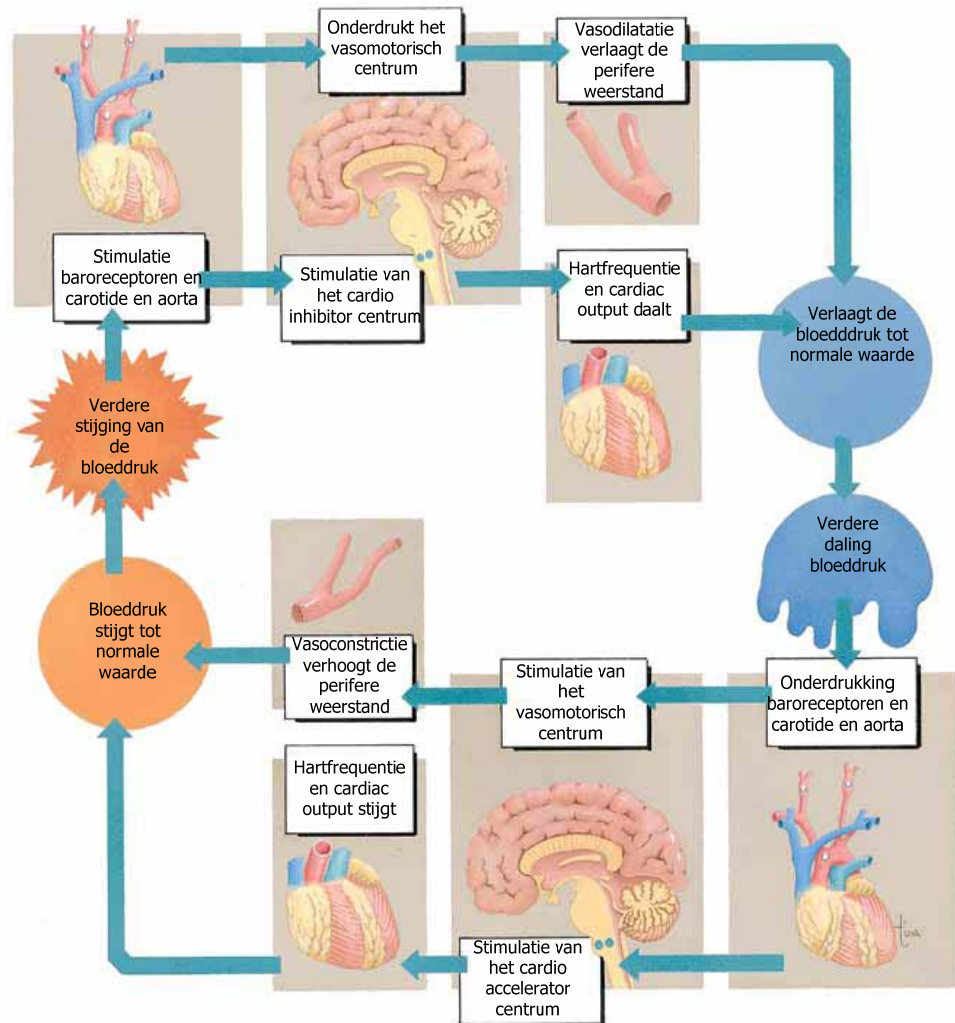
Het uiteindelijke product van de samenwerkende subsystemen (waarvan de microcirculatie een onderdeel uitmaakt) is dat de aan en afvoer van bloed precies gelijk is aan de metabole behoefte en de afvoer van bloed precies gelijk is aan de aanvoer. Hart en bloedvaten moeten zich daaraan aanpassen. De activiteiten van het hart en de tonus van de bloedvaten worden o.a. gereguleerd door het vasomotorische centrum. Het reageert op veranderingen in de gemiddelde bloeddruk. Zenuwbanen van het autonome zenuwstelsel vormen de verbinding tussen de hersenstam en het hart en de bloedvaten. Veranderingen in de druk worden door de sensoren in de grote bloedvaten geregistreerd en doorgegeven aan het vasomotorische centrum. Vanuit dit centrum volgen impulsen om de compensatiemechanismen te activeren.

Autonome zenuwen en circulerende hormonen dienen als belangrijk mechanisme bij de regulering van de cardiale en vasculaire functies. Deze mechanismen worden gecontroleerd door sensoren die de bloeddruk (baroreceptoren), circulerend bloedvolume (volumereceptoren), elektrolyten (chemoreceptoren) en plasma-osmolariteit (osmoreceptoren) bewaken. Perifere sensoren zoals baroreceptoren bevinden zich in arteriën, venen en hartkamers. Zij hebben een verbinding met het centrale zenuwstelsel die de arteriële druk bewaken en reguleren door deze te vergelijken met een "ijkwaarde". Afwijkingen in deze "ijkwaarde" resulteren in een selectieve activatie of deactivatie van het neurohumale controle systeem.



bloeddrukregulatie

Mechanismen van de bloeddruk regulatie.



Autonome neurale controle.

Medulla oblongata

Autonome regulatie van de cardiovasculaire functie wordt gecontroleerd door het centrale zenuwstelsel. De medulla oblongata, gelegen in de hersenstam, de hypothalamus en de cortex reguleren de autonome functies.

Baroreceptor regulatie van de arteriële druk

baroreceptoren

Sympathische zenuwen spelen een belangrijke rol bij de regulatie van de systeem vasculaire weerstand en de cardiale functies en daardoor de arteriële bloeddruk. De arteriële bloeddruk wordt gereguleerd door negatieve feedback systemen en samenwerking met druksensoren (baroreceptoren) op strategische locaties in het vasculaire systeem. Arteriële baroreceptoren bevinden zich in de sinus carotis (bij de bifurcatie van externe en interne sinus carotis) en in de aortaboog.

Chemoreceptoren

chemoreceptoren perifeer en centraal

Chemoreceptoren zijn gespecialiseerde cellen gelokaliseerd op arteriën (perifere chemoreceptoren) en in de medulla (centrale chemoreceptoren), die de PO_2 , en de PCO_2 en de H^+ concentratie bewaken. Hun primaire functie is de ademhalingsactiviteit te reguleren om de PO_2 , PCO_2 en PH van het arteriële bloed binnen de normale grenzen te houden.

De activiteit van de chemoreceptoren beïnvloeden de cardiovasculaire functies, hetzij door directe beïnvloeding van de medullaire cardiovasculaire centra of indirect door verandering van de pulmonale "stretch" receptor. Verminderde pulmonale gasuitwisseling, hypoxie, cerebrale ischaemie en circulatoire shock

verhogen de activiteit van de chemoreceptoren, wat leidt tot een verhoogde sympathische prikkeling naar het hart en vaatstelsel door activering van de druk regionen in de medulla.

De perifere chemoreceptoren zitten op twee plaatsen:

1. In de arteria carotis externa vlakbij de bifurcatie (carotid bodies)
2. in de aortaboog (aorta bodies)

Sympathische activiteit

De centrale chemoreceptoren vindt je in de medulla die de cardiovasculaire en respiratoire functies controleren. Als een subject een gasmengsel ademt van 10% zuurstof in plaats van 21% krijg je een verhoogde chemoreceptor activiteit, (vooral perifeer) wat de ademhalingsactiviteit verhoogt en de sympathische activiteit van het hart en systeemvaatbed stimuleert wat de arteriële bloeddruk doet stijgen. Indien echter de ademhalingsfrequentie en diepte niet veranderen door wat voor een oorzaak ook, gaat de sympathische response gepaard met bradycardie als gevolg van een vagale prikkeling van het hart. Dit geeft aan de tachycardie wat normaal gesproken samen gaat met hypoxie secundair is aan de respiratoire stimulatie en activatie van de pulmonale stretch receptoren. Cardiovasculaire reactie op hypercapnie en acidose hangt deels af van de respiratoire respons.

Autonome reflexen

Andere autonome reflexen die het hart en de circulatie beïnvloeden.

Er zijn naast baroreceptoren en chemoreceptoren nog andere reflexen die de cardiovasculaire functies beïnvloeden.

Een verhoging van de intracraniële druk lokt een sterke sympathische gemedieerde druk reactie uit, vaak samengaan met een baroreceptor gemedieerde bradycardie. Een andere sympathische reflex met betrekking tot de hersenen treedt op als de cerebrale perfusie daalt als gevolg van hypotensie ($MAP < 60 \text{ mmHg}$) wat cerebrale ischaemie veroorzaakt. Dit kan gezien worden als een laatste poging van het lichaam om de perfusiedruk in de hersenen te herstellen door een heftige constrictie in de systeem circulatie te veroorzaken. Tijdens ernstige cerebrale ischaemie kan de MAP stijgen tot boven 200 mmHg. Pijn beïnvloedt ook cardiovasculaire functie. Bijv, pijn op de borst ten gevolge van coronair ischaemie of myocard infarct, kan een algehele sympathische activatie veroorzaken wat leidt tot verhoogde arteriële druk, tachycardie en transpireren. Als de cardiac output significant daalt als gevolg van ischaemie kan de arteriële bloeddruk dalen ondanks de verhoogde sympathische activiteit.

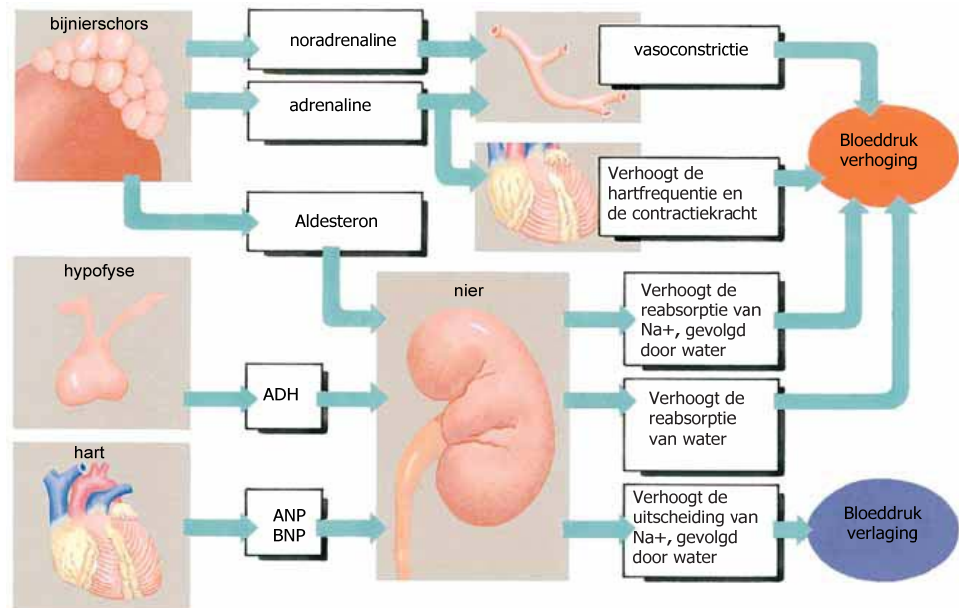
Een ander voorbeeld van pijnreflex is de cold pressure respons. Als je onder gedompeld wordt in ijskoud water, stijgt de arteriële druk al gevolg van sympathische stimulatie. Stimulatie van specifieke chemoreceptoren in het hart en coronair arteriën kunnen bradycardieën en hypotensie veroorzaken door mediatie van de nervus vagus. (Bezold-Jarish reflex). Deze reflex wordt soms gestimuleerd als contrastvloeistof geïnjecteerd wordt in de coronair vaten tijdens C.A.G. Ischaemie in de infero-posterior wand kan ook deze reflex initiëren. Inflatie van de longen activeert de pulmonale stretch receptoren (zitten in de luchtweg en ademhalingsspieren) en remmen de medullaire sympathische centra en veroorzaken arteriële bloeddruk daling, waardoor de hartfrequentie reflexmatig stijgt. Deze receptoren dragen bij aan de normale verandering van de hartfrequentie en arteriële druk samen met de respiratoire activiteit. Het duik reflex wordt ook gezien bij mensen hoewel dit reflex meer ontwikkeld is bij dieren zoals zeehonden en eenden. Als iemand onder water duikt, vertraagt het hartritme (vagaal gemedieert) en de systeem bloedflow wordt verminderd als gevolg van vasoconstrictie (sympathisch gemedieert). Dit verandert de zuurstofconsumptie van het lichaam en myocard terwijl de cerebrale en coronaire bloedflow onderhouden wordt.

Humorale controle

Naast het autonome zenuwstelsel zijn er veel circulerende factoren. (humorale substanties) die de cardiale en vasculaire functies beïnvloeden. Enkele van deze factoren beïnvloeden direct het hart en de bloedvaten, terwijl andere weer indirect de cardiovasculaire functies beïnvloeden door veranderingen in het circulerend bloedvolume.

Humorale factoren

Belangrijke humorale factoren zijn: catecholamines, Renine-angiotensine-aldoseron systeem, atrial natriuretic peptide, brain natriuretic peptide, anti-diuretisch hormoon, en vasopressine.



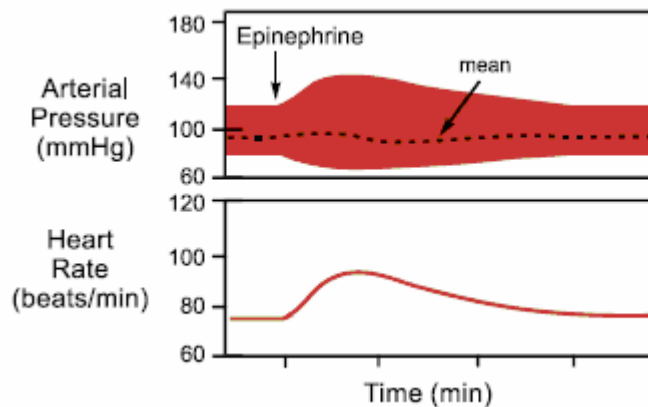
catecholamines adrenaline noradrenaline

Circulerende catecholamines.

Circulerende catecholamine ontstaan uit twee bronnen.

De bijnierschors scheidt catecholamines uit. (80% adrenaline 20% noradrenaline) als preganglionic zenuwen die dit gebied bedienen worden geactiveerd. Dit gebeurt tijdens stress (inspanning, hartfalen, emotionele stress, opwinding, bloedverlies of pijn)

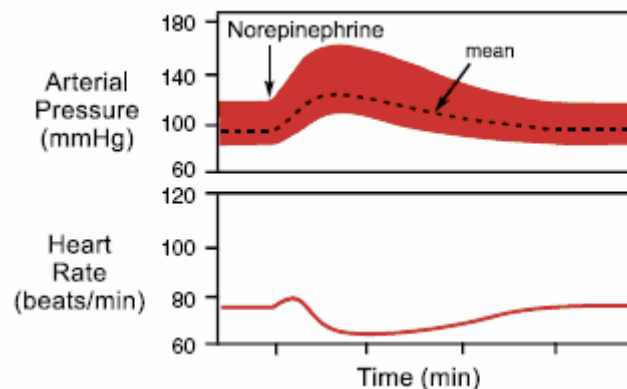
Sympathische zenuwen die de bloedvaten bedienen zijn een andere bron van circulerende catecholamines, in principe noradrenaline. Normaliter wordt het meeste van de vrijgekomen noradrenaline van sympathische zenuwen terug opgenomen door de zenuwen en omgezet (ook door extramuraal weefsel). Een kleine hoeveelheid van de vrijgekomen noradrenaline wordt echter opgenomen in het bloed en circuleert door het lichaam. Bij hoge mate van activatie van het sympathisch zenuwstelsel komt grote hoeveelheid noradrenaline in het bloed. Circulerend adrenaline heeft verschillende cardiovasculaire werkingen, die afhankelijk zijn van de adrenerge receptoren in verschillende organen en de gevoeligheid van de verschillende receptoren op adrenaline. Adrenaline bindt zich aan $\beta_1, \beta_2, \alpha_1$ en α_2 adrenoreceptoren, echter de affiniteit van adrenaline voor β adrenoreceptor is groter dan voor alfa-adrenoreceptoren. Een hoger tot gemiddelde dosis circulerend adrenaline stimuleert de hartfrequentie, inotropie en de chronotropie.



Effecten van intraveneuze toediening van een lage dosis epinephrine op de arteriële druk en hartfrequentie. Een lage dosis epinephrine verhoogt de hartfrequentie en de arteriële polsdruk (het verhoogt de systolische en verlaagt de diastolische druk) met een kleine verandering in de mean arteriële druk. De mean arteriële druk verandert niet veel omdat de verhoging van de cardiac output teniet gedaan wordt door de daling van de system vasculaire weerstand.

adenoreceptoren

Circulerend noradrenaline heeft invloed op het hart en het systeem vaatbed door zich te binden aan $\beta_1, \beta_2, \alpha_1$ en α_2 adrenoreceptoren, echter de affiniteit van noradrenaline voor β_2 , en α_2 adrenoreceptoren is heel zwak. Daardoor is het overheersende effect van noradrenaline gemedieerd door α_1 en β_1 adrenoreceptoren. Als noradrenaline intraveneus gegeven wordt, veroorzaakt het een stijging van de mean arteriële bloeddruk (systeem vasoconstrictie) en polsdruk (als gevolg van het verhoogde slagvolume) en een paradoxale verlaging van de hartfrequentie na een initiële voorbijgaande stijging van de hartfrequentie.



Effecten van intraveneuze toediening van een lage dosis norepinephrine op de arteriële druk en hartfrequentie. Norepinephrine verhoogt de mean arteriële druk; de hartfrequentie stijgt tijdelijk en daalt vervolgens als gevolg van vagale prikkeling van het hart door het baroreceptor reflex. De mean arteriële druk stijgt omdat de system vasculaire weerstand stijgt.

De voorbijgaande verhoging van de hartfrequentie is het gevolg van de binding van noradrenaline aan de β_1 adrenoreceptoren in de SA knoop, terwijl de secundaire bradycardie het gevolg is van het baroreceptor effect. (vagaal gemedieert) wat de reactie is op de verhoging van de arteriële druk.

Hoge spiegels van circulerende catecholamines veroorzaakt door een

catecholamine uitscheidende bijnier tumor (pheochromocytoom) veroorzaakt: tachycardie, aritmieën en ernstige hypertensie (systolische arteriële druk tot

boven de 200 mmHg).

Andere werkingen van circulerende catecholamines zijn:

1. stimulatie van renine release met daaraan gekoppeld verhoging van angiotensine II en aldosteron.
2. Cardiale en vasculaire spier hypertrofie en remodeling.

Dit heeft geleid tot ontwikkeling en gebruik van veel verschillende soorten alfa en bèta adrenoreceptor antaganonisten om de effecten te moduleren van circulerende catecholamines alsook de noradrenaline die door de sympathische zenuwen vrijkomen.

RAAS-systeem

Renine-angiotensine-aldosteron-systeem RAAS

Het renine angiotensine aldosteron systeem speelt een belangrijke rol in de regulering van het circulerend bloedvolume, cardiale functies en arteriële bloeddruk. Sympathische stimulering van de nieren (via β_1 adrenoreceptoren) renale arteriële hypotensie, en verminderde zout toevoer naar de distale tubuli (wat gebeurt door verminderde glomerulus filtratie secundair aan een verminderde nierperfusie) stimuleert het vrijkomen van renine in de circulatie.

Angiotensinogeen

Angiotensine I

Angiotensine II

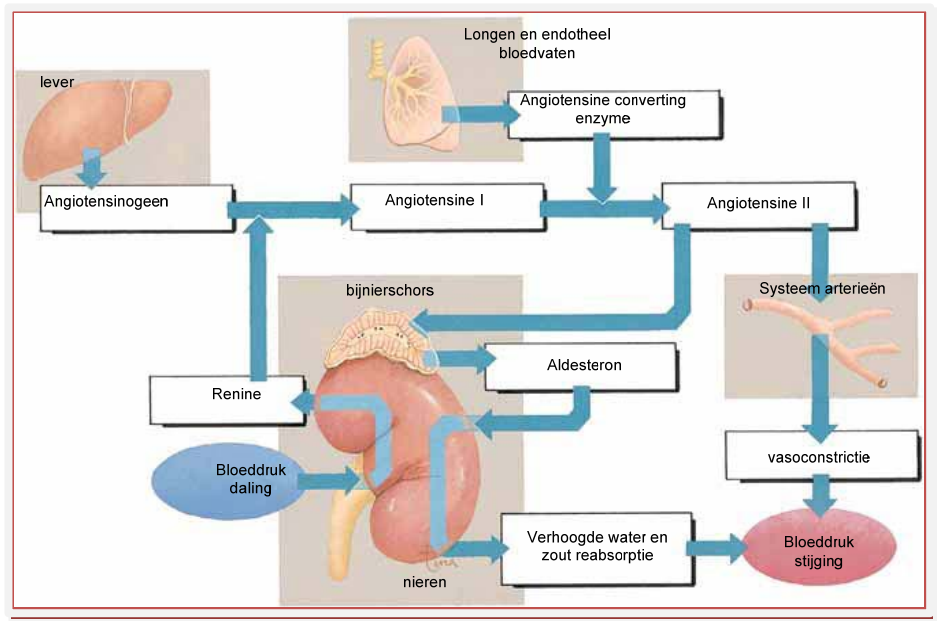
renine

Bloeddruk regulering door het renine-angiotensine-aldosteron systeem. Renine zet het angiotensinogeen om tot angiotensine I; het angiotensine-converting enzyme in de long zet het angiotensine I om in angiotensine II; en angiotensine II geeft vasoconstrictie en verhoogt de water en zout retentie door de nieren en verhoogde aldosteron secretie van de bijnier schors.

Renine en angiotensine I

Als het circulerend bloedvolume afneemt, de bloeddruk daalt of het natriumgehalte van het bloed afneemt, geven de nieren het hormoon renine af aan het bloed. Renine zorgt ervoor dat het in het bloed aanwezige angiotensinogeen wordt omgezet in angiotensine I. Vervolgens zet het in het bloed aanwezige enzyme ACE (angiotensine convertend enzym) het gevormde angiotensine I om in angiotensine II.

Hier door stijgt de angiotensine II spiegel in het bloed.



Angiotensine II

Toename van de hoeveelheid angiotensine II in het bloed heeft de volgende effecten:

1. vernauwing van de bloedvaten, daarmee de systeem vaatweerstand verhogend en de arteriële bloeddruk
2. Toename van de productie van het bijnierschors hormoon, aldosteron, en het hypofyse hormoon, vasopressine (=ADH= anti diuretisch)

- hormoon). Deze beide hormonen zorgen ervoor dat de nieren meer water vasthouden, waardoor het circulerend bloedvolume groter wordt.
3. Toename van het dorstgevoel.
 4. Vrijwel overal in het lichaam worden vaatvernauwende (vasoconstrictieve) stoffen gevormd, zoals noradrenaline en endotheline. Hierdoor stijgt de bloeddruk
 5. De groei van de spiercellen van de vaatwand en de wand van het hart wordt gestimuleerd, waardoor de vaatwand en de wand van het hart dikker wordt. Hierdoor worden de vaten minder elastisch en de pompfunctie van het hart minder goed.
 6. Het bradykinine gehalte in het bloed afneemt, waardoor minder vaatverwijdende stoffen, zoals stikstof monoxide (NO) en prostaglandine, worden gevormd. Dit heeft een bloeddruk verhogend effect.

Angiotensine II wordt continu geproduceerd onder normale omstandigheden; de productie van angiotensine II kan veranderen bij veranderde fysiologische omstandigheden.

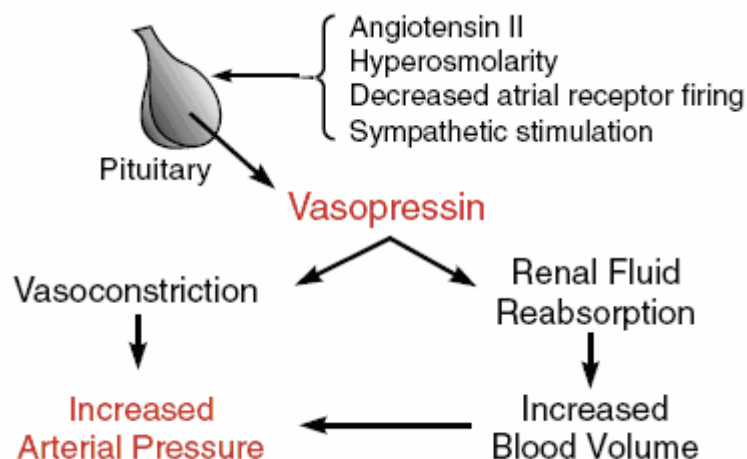
Bijv. Tijdens inspanning krijg je een verhoogde spiegel van angiotensine II, mogelijk ten gevolge van sympathische stimulatie van de nieren.

Dehydratie en bloedverlies stimuleert het vrijkomen van renine en de aanmaak van angiotensine II, als reactie op de renale hypotensie, verminderde glomerulus filtratie en sympathische activatie.

Vasopressine (anti diuretisch hormoon)

ADH

Het (anti-diuretisch hormoon) spreekt een belangrijke rol bij de terugresorptie van water in de distale tubulus in de verzamelbuis in de nieren. Het ADH moet er voor zorgen dat niet teveel water in de urine terecht komt. De productie van het ADH wordt geregeld vanuit de osmosensoren die zich bevinden in de hypothalamus. Het wordt afgescheiden door de hypofyse. Bij gebrek aan het ADH treedt diabetes insipidus op, waarbij de patiënt water niet goed vasthoudt en ontzettend veel moet drinken (10-20 liter per dag) om niet uit te drogen.



Cardiovasculaire en renale effecten van arginine vasopressine (AVP). AVP komt vrij van de achterste hypofyse kwab onder invloed van het angiotensine II, hyperosmolariteit, hypovolemie, en sympathetische prikkeling. Het AVP zet de nieren aan tot een verhoogde water reabsorptie (anti-diuretisch effect) wat het bloedvolume verhoogt en de arteriële druk. AVP geeft bij hoge concentratie vasoconstrictie.

Integratie van neurohumorale mechanismen

Autonome en hormonale invloeden zijn noodzakelijk om een normale bloeddruk te onderhouden onder wisselende omstandigheden waarin het lichaam functioneert. De werking van het neurohumorale mechanisme bestaat uit veranderingen van systeem vasculaire weerstand, veneuze compliantie, circulerend bloedvolume en cardiale functies waardoor de arteriële bloeddruk gereguleerd wordt.

Hoewel ieder mechanisme zijn eigen onafhankelijke werking heeft is het belangrijk te begrijpen dat ieder mechanisme complexe interacties heeft met andere controle mechanismen.



7. Zelftoets

1. Het vasculaire systeem bedient twee functies: distributie en uitwisseling
juist / onjuist
2. De uitwisseling tussen weefsels en bloed vindt plaats bij:
 - A. de arteriën
 - B. de capillairen
 - C. de venen
3. De stootsgewijze bloedtoevoer uit het hart wordt geëgaliseerd:
 - A. door de stevigheid van de arteriewand
 - B. door de elasticiteit van de arteriewand
 - C. door de grote diameter van het capillairnet
4. het drukverval is het grootst in:
 - A. arteriën
 - B. venen
 - C. capillairen
5. de colloïd-osmotische druk van plasma is:
 - A. groter dan
 - B. gelijk aan
 - C. kleiner dan
 die van de weefselvloeistof
6. de bloedcirculatie wordt geregeld door:
 - A. het centrale zenuwstelsel
 - B. het vegetatieve zenuwstelsel
 - C. het vegetatieve zenuwstelsel en het hormoonstelsel
7. De Mean Arterial Pressure (MAP) is vooral van belang om
orgaanperfusie te bewaken
juist / onjuist
8. Onderdompeling in ijskoud water doet de arteriële bloeddruk dalen.
Juist / onjuist
9. De arteriële bloeddruk wordt gereguleerd door negatieve feedback
systemen en samenwerking met druksensoren (baroreceptors) op
strategische locaties in het vasculaire systeem
juist / onjuist
10. A.D.H:
 - A. bevordert
 - B. heeft geen effect
 - C. remt
 de resorptie van water
11. A.D.H:
 - A. maakt de cellen van de verzamelbuis ondoorlaatbaar voor water
 - B. heeft geen invloed op ze
 - C. maakt ze doorlaatbaar voor water

8. Terugkoppeling

6.1 uitwerking van de opgaven



Uitwerking opgave 1

Arteriële systolische druk (normaal = 110-140 mmHg)

- De systolische druk is, de in een grote arterie gemeten, piekdruk van de linker ventrikelcontractie.
- De systolische druk is het gevolg van: slagvolume, pompkracht en elasticiteit van m.n. de aorta.

Een hoge systolische druk zien we bij:

- Stress/ pijn
- Extreem hoge systemische vaatweerstand
- Overvulling
- Verkalkte aorta
- Afklemming van de aorta.

Een lage systolische druk zien we bij:

- Rust/ slaap en ontspanning
- Ondervulling: zie hypovolemisch probleemtype
- Hartpomp problemen: zie cardiogeen probleemtype.
- Pulmonale obstructie: zie obstructief probleemtype
- Extreem lage systemische vaatweerstand: zie distributief probleemtype

Arteriële diastolische druk (normaal = 70-90 mmHg)

- De diastolische druk is, de in een grote arterie gemeten, dalddruk in het arteriële vaatbed.
- De diastolische druk is grotendeels het gevolg van de vaatweerstand.
- Tijdens systole knijpt het hart de coronairen dicht.
- De diastolische bloeddruk is daarom de perfusiedruk voor het myocard.

Een hoge diastolische druk wordt gezien bij:

- Stress/ pijn
- Verkalkte bloedvaten
- Ademhalingsproblemen
- Afklemming van de aorta.

Een lage diastolische druk wordt gezien bij:

- Alle vormen van shock echter vooral bij: een extreem lage vaatweerstand.

Arteriële mean bloeddruk (MAP) (normaal = 70-95 mm Hg)

- De MAP wordt berekend met de volgende formule: $(2 \times \text{diastole} + 1 \times \text{systole}) : 3$.
- De MAP is een goede maat voor de perfusiedruk van de organen, behalve voor het hart.
- De uiterste ondergrens van de MAP is 60 mmHg.
- Een MAP lager dan 50-60 mmHg is de kans groot op: anurie en/of coronaire, cerebrale ischemie.
- De individuele ondergrens kan bijv. door vaatsclerose hoger liggen: afmeten aan bijv. de diurese.

Een hoge MAP wordt gezien bij:

- Alle vormen van systolische en diastolische hypertensie.
- Inklemming van de hersenstam (in combinatie met een ernstige bradycardie).

Een lage MAP wordt gezien bij:

- Alle vormen van systolische en diastolische hypotensie.

Uitwerking opgave 2

Curve 1

Normale arteriële pulsaties en reflecteert de ejectie van bloed in de aorta die men op de pletysmograaf kan waarnemen.

Curve 2:

Zwakke pols, zoals bij chronisch hartfalen of hypovolemie gevoeld kan worden.

Curve 3:

Vinnige pols (vasodilatatie), zoals bijvoorbeeld bij koorts, hyperthyreose gezien en gevoeld kan worden.

Curve 4:

Pulsus bisferiens. Dubbel voelbare pols met 2 systolische pieken. Veel voorkomend bij aortainsufficiëntie, of hypertrofische cardiomyopathie

Curve 5:

Pulsus alterans: ritmisch afwisselend een grote en kleine pulsatie, gezien en te voelen bij LV-disfunctie

Curve 6:

Pulsus bigeminus: Hierbij voelt men een te grote, te vroeg en een kleine pauze in de pulsaties. Wordt gezien en gevoeld bij hartritmestoornissen. Ventriculaire bigeminie.

Curve 7:

Pulsus paradoxus:

Een respiratoire fasische ongelijkheid en wordt gezien bij een tamponade COPD patiënten.

6.2 zelftoets terugkoppeling

1. Het vasculaire systeem bedient twee functies: distributie en uitwisseling
juist / onjuist
2. De uitwisseling tussen weefsels en bloed vindt plaats bij:
 - a. de arteriën
 - b. de capillairen**
 - c. de venen
3. De stootsgewijze bloedtoevoer uit het hart wordt geëgaliseerd:
 - a. door de stevigheid van de arteriewand
 - b. door de elasticiteit van de arteriewand**
 - c. door de grote diameter van het capillairnet
4. het drukverval is het grootst in:
 - a. arteriën**
 - b. venen
 - c. capillairen
5. de colloïd-osmotische druk van plasma is:
 - a. groter dan**
 - b. gelijk aan
 - c. kleiner dandie van de weefselvloeistof
6. de bloedcirculatie wordt geregeld door:
 - a. het centrale zenuwstelsel
 - b. het vegetatieve zenuwstelsel
 - c. het vegetatieve zenuwstelsel en het hormoonstelsel**
7. De Mean Arterial Pressure (MAP) is vooral van belang om
orgaanperfusie te bewaken
juist / onjuist
8. Onderdompeling in ijskoud water doet de arteriële bloeddruk dalen.
Juist / **onjuist**
9. De arteriële bloeddruk wordt gereguleerd door negatieve feedback systemen en samenwerking met druksensoren (baroreceptors) op strategische locaties in het vasculaire systeem
juist / onjuist
10. A.D.H.:
 - a. bevordert**
 - b. heeft geen effect
 - c. remtde resorptie van water
11. A.D.H.:
 - a. maakt de cellen van de verzamelbuis ondoorlaatbaar voor water
 - b. heeft geen invloed op ze
 - c. maakt ze doorlaatbaar voor water**

6.3 literatuurlijst

- Leerboek intensive care verpleegkunde deel 1
Van den Brink / linsen / Rap / Uffink

Geraadpleegde internet websites:

- <http://www.texasheart.org/anatomy.html>
- <http://cardiovascular.cx/>
- <http://www.circulationpractitioner.nl/index.htm>

