

INHOUD

2. ZENUWSTELSEL	4
2.1 Wat is de structurele eenheid van het zenuwstelsel en hoe is het zenuwstelsel structureel georganiseerd?.....	4
2.2 Hoe ontstaat en verloopt een zenuwactiepotential?	5
2.3 Wat wordt bedoeld met refractaire periode? Hoe kan dit worden verklaard en wat is de fysiologische betekenis?	6
2.4 Welke factoren bepalen de snelheid waarmee een zenuwprikkel wordt geleid?	7
2.5 Hoe worden prikkels van een neuron overgedragen aan een volgende cel?	8
2.6 Wat is een reflexboog?	9
2.7 Hoe zijn de hersenen van vertebraten opgebouwd?	9
2.8 Beschrijf opbouw en functie van het perifeer zenuwstelsel.	11
3. ZINTUIGEN	12
3.1 begrippen.....	12
4. HORMONALE REGULATIE	13
4.1 Hoe werken hormonen in op cellen en hoe verloopt de intracellulaire communicatie?.....	13
4.2 Bespreek de hormonale controle van vervelling bij de mot.	14
4.3 Bespreek opbouw en functie van het hypothalamus-hypofysesysteem in de endocriene controle van de lichaamsfuncties. Bespreek hierbij alle hormonen die door dit systeem geproduceerd worden.	14
4.4 Bespreek de functie van de eicosanoïden.	16
4.5 Wat is de rol van de schildklier in de endocriene regulatie?.....	17
4.6 Hoe wordt hormoonsecretie gereguleerd? Geef voorbeelden ter illustratie.	18
4.7 Welke endocriene functies worden door de pancreas vervuld?	19
4.8 Geef een overzicht van de verschillende groepen steroïdhormonen inclusief hun functie en plaats van synthese.	20
4.9 Bespreek de rol van hormonen geproduceerd door de bijnier.	21
4.10 Vergelijk de hormonale regulatie van de gonaden bij man en vrouw.	22
4.11 Beschrijf de hormonale regulatie van de menstruatiecyclus bij de mens.	23
4.12 Bespreek de rol van hormonen tijdens de zwangerschap en geboorte bij de mens.	24
4.12 Bespreek de hormonale regulatie van de calciumhomeostase.	25

4.13 Geef een overzicht van de belangrijkste endocriene klieren van de mens en hun functies.	27
Epifyse	27
Hypothalamus.....	27
Hypofyse.....	27
Schildklier	28
Bij schildklier	29
Bijnier.....	29
Pancreas	30
Eierstokken (vrouwelijk)	30
Testes (mannelijk)	30
5. CIRCULATIE	31
5.1 Welke vloeistofcompartimenten worden onderscheiden in multi-cellulaire organismen en wat is hun fysiologische betekenis? Wat weet je over de samenstelling van deze vloeistoffen, inclusief het bloed?	31
5.2 Vergelijk de organisatie van de bloedcirculatie bij vissen, amfibieën en zoogdieren.	33
5.2.1 algemeen.....	33
5.2.2 vissen	33
5.2.3 amfibieën	34
5.2.4 zoogdieren (!)	34
5.3 Hoe verloopt de prikkelgeleiding over het hart?	35
5.4 Welke functies vervult het lymfesysteem?.....	36
6. ADEMHALING.....	37
6.1 Vergelijk de problematiek van de zuurstofopname bij dieren die ademen in water en lucht.	37
6.2 Bespreek ademhaling via kieuwen met aandacht voor biodiversiteit.	37
6.3 Vergelijk de ademhaling bij vogels, amfibieën en zoogdieren.	38
6.4 Bespreek structuur en functie van het ademhalingsstelsel bij zoogdieren.	39
6.5 Waarom zijn ademhalingspigmenten noodzakelijk? Hoe ziet een zuurstofbindingscurve eruit?	40
6.6 Bespreek het transport van zuurstof en koolstofdioxide in het bloed bij zoogdieren.	41
7. ION- EN OSMOREGULATIE	42
7.1 Geef voorbeelden van dieren die in termen van ion- en osmoregulatie als conformers of regulatoren kunnen worden beschouwd. In welke milieus komen deze dieren voor?	42

7.2 Met welke ion- en osmoregulatorische problemen worden mariene en zoetwaterbeenvissen geconfronteerd en hoe lossen ze die op?	42
7.3 Bespreek en vergelijk de ion-osmoregulatie bij zoetwaterbeenvissen en amfibieën.	44
7.4 Wat zijn de verschillen in ion- en osmoregulatorische strategie tussen beenvissen en kraakbeenvissen?	45
7.5 Wat zijn de belangrijkste ion- en osmoregulatorische problemen waarmee terrestrische dieren te maken hebben? Geef ook voorbeelden van aanpassingen aan extreme omstandigheden.	46
7.6 Wat zijn de verschillende vormen van stikstofexcretie die voorkomen doorheen het dierenrijk? Geef telkens voorbeelden van relevante diergroepen.	46
7.7 Bespreek de structurele en functionele organisatie van de nier bij zoogdieren. Hoe kan er een hyperosmotische urine gevormd worden?	48
8. SPIJSVERTERING EN ENERGIE	50
8.1 Welke rol speelt de maag in het spijsverteringsproces?	50
8.2 Welke rol speelt de dunne darm in het spijsverteringsproces?	50
8.3 Wat is de rol van de pancreas in het spijsverteringsproces?	51
8.4 Wat is de rol van de gal in het spijsverteringsproces?	51
8.5 Wat is de rol van de lever in het energiemetabolisme?	51
8.6 Hoe wordt de secretie van spijsverteringsenzymen en andere stoffen in de maag en dunne darm geregeld?	52

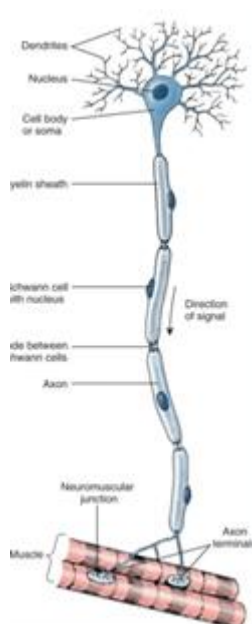
De vetgedurkte voorbeeldvragen zijn al meerdere keren gevraagd op een examen

TYPEVRAGEN: DIERENFYSIOLOGIE

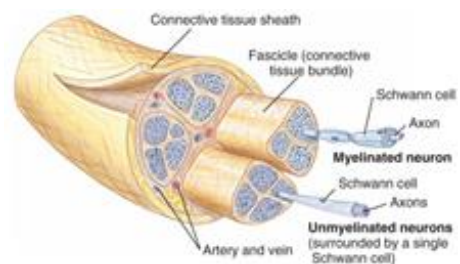
2. ZENUWSTELSEL

2.1 WAT IS DE STRUCTURELE EENHEID VAN HET ZENUWSTELSEL EN HOE IS HET ZENUWSTELSEL STRUCTUREEL GEORGANISEERD?

Het neuron is de functionele eenheid. Één of meerdere dendrieten (boomachtige structuur) dienen als het ontvangst-systeem van de neuron, deze signalen (inhiberend of exciterend) worden naar het soma (bezit de celkern) of cellichaam gestuurd waar ze verwerkt worden, via de axonheuvel gaat het signaal naar het axon (= zenuwuitloper) dat zorgt voor de signaalgeleiding naar de uiteindes, de juncties, waar het signaal overgedragen wordt.



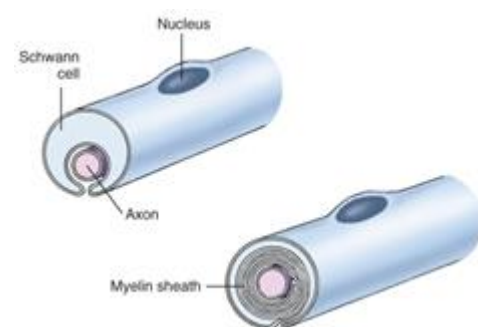
Het neurale netwerk is het netwerk gevormd door verbindingen of synapsen en is eigenlijk een groep verbonden neuronen. Verder wordt er een onderscheid gemaakt tussen het centrale zenuwstelsel (CNS), wat bestaat uit de hersenen, ruggenmerg en inetrneuronen (= schakelneuronen; zijn aan beide uiteinden verbonden aan cellen van het zenuwstelsel) en het perifeer zenuwstelsel (PNS), dat neuronen bevat die binnenkomen en buitgaan. Afferente neuronen zijn neuronen die verbonden zijn met receptoren en brengen zintuigelijke prikkels van het PNS naar het CNS. Efferente neuronen zijn neuronen die verbonden zijn met effectoren en signalen naar effectoren sturen vanuit het CNS.



Neuronen worden gebundeld en vormen een zenuwbundel met al dan niet gemyeliniseerde neuronen, deze worden omsloten met bindweefsel en zijn doorlopen met bloedvaten. De functie van de zenuwbundels is het beschermen van het axon tegen schade. De myelineschede rond het axon wordt gevormd door vele laagjes membranen bestaande uit lipiden. Dit zorgt voor een goede isolatie van het axon voor een snellere prikkeloverdracht. In de myelineschede zit er maar weinig cytoplasma, waardoor een strakke omwenteling mogelijk is.

Gliacellen ondersteunen neuronen en komen veel meer voor de neuronen bij vertebraten (10:1 ratio!):

- Schwanncellen (PNS) en oligodendrocyten(CNS) = produceren myelinescheden (meerdere membraanlaagjes myeline zorgen voor een goede isolatie van bepaalde delen van het axon, en verhogen de geleidingssnelheid: zie verder)
- Astrocyten = stervormig, voorzien neuronen van nutrienten en ionen, dienen voor herstel en ontwikkeling en opslag evt overbodige ionen.
- Microgliacellen= voor fagocytose en bij hersenschade (opruimen bij schade).



2.2 HOE ONTSTAAT EN VERLOOPT EEN ZENUWACTIEPOTENTIAL?

De zenuwactiepotential is een elektrochemisch signaal dat er voor zorgt dat prikkels (signalen) worden doorgegeven door de neuronen. Het is gebaseerd op de verplaatsing van ionen dat een verandering van de membraanpotential teweeg brengt. Het is een alles of niets signaal, dat wil zeggen dat een half actiepotential niet bestaat. De amplitude van het actiepotential is altijd even hoog. Langs de andere kant, kan de frequentie van het signaal wel variëren tot 1000/s. De toename in frequentie is dan de manier van neuronen om door te geven dat een signaal sterker is geworden.

A) Rusttoestand (membraanpotential) : -70 mV

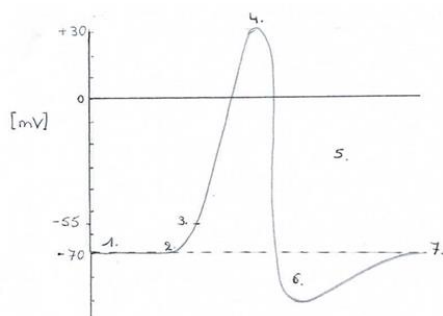
- Intracellulair (neuron): negatief
 - Hoge concentratie aan eiwitten (impermeabele anionen)
 - Hoge concentratie aan K^+
 - Lage concentratie aan Na^+
 - Lage concentratie aan Cl^-
- Extracellulair (neuron): positief
 - Hoge concentratie aan Na^+
 - Hoge concentratie aan Cl^-
 - Lage concentratie aan K^+
 - Lage concentratie aan eiwitten (impermeabele anionen)

⇒ De iongradiënten worden in stand gehouden door de Na^+/K^+ -ATPase

B) Zenuwactiepotential:

= Snelle en korte depolarisatie van het membraan van de zenuwcel waarbij de negatieve membraanpotential tijdelijk positief wordt.

1. Er komt een stimulus binnen
2. Na^+ kanalen worden geopend wanneer de drempelwaarde van -55mV wordt bereikt, waardoor Na^+ de cel binnenstroomt volgens de concentratiegradiënt
3. Veel positieve ladingen binnenin de cel
4. Depolarisatie = het membraanpotential zal stijgen tot + 35 mV
5. De piek is het actiepotential
6. Bij +35 mV gaan de Na^+ kanalen weer sluiten en openen de K^+ kanalen, waarbij K^+ volgens de concentratiegradiënt naar buiten stroomt en het intracellulaire milieu weer negatiever wordt
7. De K^+ kanalen worden te lang open gehouden waardoor het membraan gehyperpolariseerd wordt (- 90 mV)
8. Na^+/K^+ -ATPase zijn zeer actief en moeten het evenwicht herstellen; K^+ naar binnen & Na^+ naar buiten



2.3 WAT WORDT BEDOELD MET REFRACTAIRE PERIODE? HOE KAN DIT WORDEN VERKLAARD EN WAT IS DE FYSIOLOGISCHE BETEKENIS?

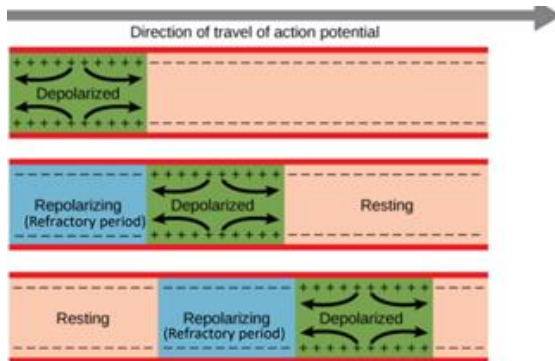
De refractaire periode is de periode waarin het voor het stukje axon waar het actiepotentiaal plaatsvindt het moeilijk is om een nieuw actiepotentiaal op te wekken. De lengte van deze periode (wachtijd) bedraagt 1-2 ms. Deze periode zorgt voor het éénrichtingsverkeer van het actiepotentiaal doorheen het axon. Dus dat het signaal zich verplaatst van de dendrieten, naar het soma, naar het axon (via de axonheuvel), naar de junctie en nooit andersom. Het treedt meteen na het actiepotentiaal op.

Absolute refractaire periode is de periode waarbij geen ontwikkeling van nieuwe actiepotentiaal mogelijk is door de inactivatie van Na^+ kanalen. Deze periode loopt vanaf de piek tot aan de hyperpolarisatie.

Relatieve refractaire periode is de periode waarbij het wel mogelijk is om een nieuw actiepotentiaal op te wekken, maar moeilijk door de verlaagde gevoeligheid ten gevolge van de hyperpolarisatie. Bij de hyperpolarisatie bedraagt de membraanpotentiaal namelijk -90 mV, waardoor het veel moeilijker is om aan de drempelwaarde van -55 mV te geraken die nodig is om een actiepotentiaal te veroorzaken.

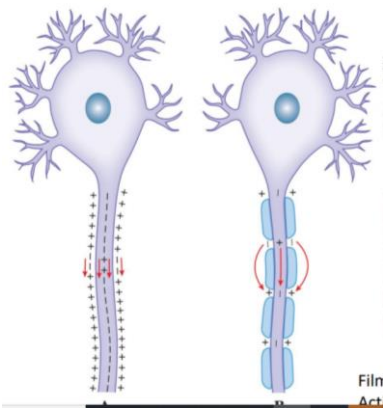
Stukje axon dat net een zenuwactiepotentiaal heeft laten doorgaan kan nooit meteen weer een signaal uitoefenen, hierdoor verloopt het signaal maar in 1 richting

- Stoma wordt gedepolariseerd, Na^+ gaat diffunderen naar andere stukjes van de axon
- Weer diffusie, is random, Na^+ die terug bewegen komen in het refractieve stuk terecht (waar de Na^+ kanalen gesloten zijn): het signaal kan alleen maar naar rechts



2.4 WELKE FACTOREN BEPALEN DE SNELHEID WAARMEE EEN ZENUWPRIKKEL WORDT GELEID?

De myelineschede zorgt voor de isolatie van het axon waardoor de snelheid van de prikkelgeleiding toeneemt. (aangemaakt door de Schwann-cellen in het PNS, door de oligodendrocyten in het CNS)



In de figuur links, staat er een neuron waarbij de axon geen myelineschede bezit. Het actiepotentiaal moet op elk stukje van het axon worden opgewekt en er zijn dus heel veel actiepotentialen die moeten worden opgewekt. Dit resulteert in een trage geleidingssnelheid.

In de figuur rechts, staat er een neuron waarbij de axon wel gemyeliniseerd is. Deze is echter wel niet continu, er zijn namelijk openingen tussen de myelineschedes, **knopen van Ranvier** genaamd. Het actie potentiaal vindt dan enkel plaats in die knopen van Ranvier. Hierdoor spreekt men van een spronggewijze overdracht en moeten er minder actiepotentialen opgewekt worden. Dit resulteert in een grote geleidingssnelheid.

Waarom dan geen volledig gemyeliniseerd axon, maar 1 sprong?

Er is een limiet op de lengte van de myelinschede op een neuron. De Na^+ -ionen die binnenstromen, worden namelijk geïsoleerd en bijgehouden, waarbij ze diffunderen naar de volgende knoop van Ranvier. De isolatie van de myelineschede is echter niet perfect, waardoor er ook ionen lekken naar het extracellulaire milieu. Maar het blijft wel belangrijk dat op het einde van de myelineschede de impuls nog altijd even groot is. groot genoeg om het actiepotentiaal door te geven. Hierdoor is de myelineschede niet te lang en bestaat er een balans tussen de lengte van de schede en het uitdoven van het signaal.

Diameter van het axon speelt ook een rol in de geleidingssnelheid; namelijk hoe groter de diameter, hoe lager de weerstand en hoe sneller de prikkelgeleiding. Dikke axonen zorgen dus voor een snelle respons.

Temperatuur beïnvloedt snelheid van alle processen. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen endotherm en ectotherm. Bij endotherme dieren blijft de lichaamstemperatuur namelijk stabiel en is de prikkelsnelheid altijd even snel (bv. mens). Bij de ectotherme dieren is de lichaamstemperatuur echter afhankelijk van de omgevingstemperatuur. Een warme omgevingstemperatuur zorgt dan ook voor een snelle prikkeloverdracht. (bv. vlinder warmen hun vleugels, dus neuronen, op in de zon voor een snellere prikkeloverdracht)

2.5 HOE WORDEN PRIKKELS VAN EEN NEURON OVERGEDRAGEN AAN EEN VOLGENDE CEL?

Prikkels worden van een neuron naar de volgende cel overgedragen via **synapsen** (niet verwarren met transmissie doorheen neuron door wijziging in zenuwactiepotentiaal!!).

1. wat is een synaps?

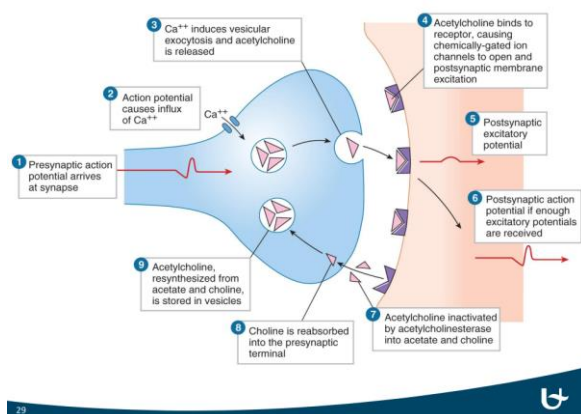
Een synaps is een junctie tussen neuronen (of tussen een neuron en een effector), pre-synaptisch en post-synaptisch, die het ontwikkelen van een zenuwactiepotentiaal in het postsynaptische neuron beïnvloedt (twee soorten synapsen: excitatorisch en inhibitorisch). De functie van de synaps is dus de overdracht van prikkels van een neuron naar een volgende cel. Synapsen laten informatieverwerking en -evaluatie toe. Bijvoorbeeld, geheugen en leerprocessen gaan gepaard met veranderingen in synapsen.

Excitatorische synapsen zorgen er voor dat het volgende neuron makkelijker een zenuwactiepotentiaal gaat ontwikkelen. Terwijl inhibitorische synapsen er voor zorgen dat het volgende neuron minder makkelijk een zenuwactiepotentiaal gaat opwekken.

Bij vertebraten is een chemische synaps het gebruikelijkst, dit is een synaps waardoor een chemisch signaal wordt doorgegeven aan het postsynaptische neuron. Dit signaal neemt de vorm aan van neurotransmitters. Een chemische synaps bevatten vesikels met neurotransmitters.

2. hoe werkt het precies?

- onder invloed van de actiepotentiaal die zich voortplant doorheen het presynaptisch neuron, worden de voltage-gated Ca^{2+} -kanalen aan het axon geopend (\leftrightarrow voltage-gated Na^+ -kanalen in de rest van axon!)
- influx van Ca^{2+} in axon
- o.i.v. de gewijzigde Ca^{2+} -concentratie worden neurotransmitters, die in het axon opgeslagen zaten in synaptische vesikels, vrijgesteld in de synaptische spleet door exocytose
- via diffusie komen de neurotransmitters bij het soma van het postsynaptische neuron, waar ze binden op de receptoren van ligand-gated Na^+ -kanalen
- door de binding van de neurotransmitters gaan de kanalen open en stroomt Na^+ de cel in, de depolarisatie die hiermee wordt opgewekt is de start voor een zenuwactiepotentiaal in een nieuw neuron (of een ander signaal in een effectorcel bv. spiercel)



hierboven: voorbeeld van een neuromusculaire synaps (neurotransmitter = acetylcholine)

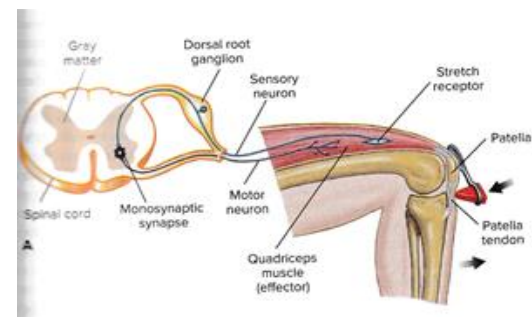
2.6 WAT IS EEN REFLEXBOOG?

Reflex = **onwillekeurig** event (= kan niet door de wil bepaald worden). Er zijn 2 soorten reflexbogen, namelijk de eenvoudige reflexboog en de multisynaptische reflexboog. Beide types worden geïllustreerd aan de hand van de onderstaande voorbeelden.

Eenvoudige reflexboog: 1 sensorisch neuron & 1 motorisch neuron, zonder interneuronen.

Bv. Slaan met hamer op patellapees (knie)

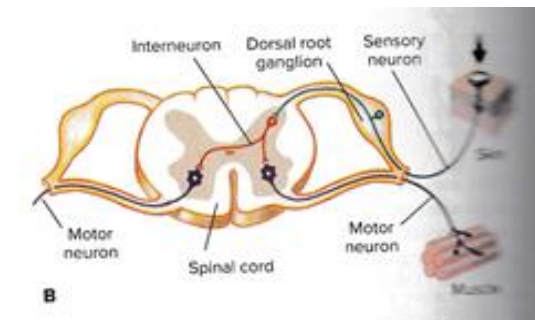
- ⇒ Kloppen met de hamer onder de knie
- ⇒ Stretch receptor neemt waar dat er een uitrekking is
- ⇒ Een afferent sensorisch neuron stuurt de zenuwimpuls naar het ruggenmerg
- ⇒ Ruggenmerg heeft een rechte schakeling met efferent motorisch neuron
- ⇒ Efferent motorisch neuron brengt de zenuwimpuls naar de spier
- ⇒ De spier gaat samentrekken waardoor het onderbeen omhoog zal gaan



Multisynaptische reflexboog: met interneuronen, die zorgen voor de schakeling tussen sensorische en motorische neuronen.

Bv. Prik in voet met punaise

- ⇒ Afferent sensorisch neuron stuurt zenuwimpuls naar ruggenmerg (CNS)
- ⇒ In ruggenmerg zitten interneuronen
- ⇒ Interneuronen geven zenuwimpuls door aan (verschillende) efferente motorische neuronen
- ⇒ Reflexmatig terugtrekken van de voet
- ⇒ Meerdere motorische neuronen: verschillende spierbewegingen
 - Enerzijds voet terugtrekken
 - Anderzijds evenwicht niet verliezen



2.7 HOE ZIJN DE HERSENEN VAN VERTEBRATEN OPGEBOUWD?

De hersenen bestaan uit het cerebrum (= grote hersenen) en het cerebellum (= kleine hersenen). De grote hersenen staan in voor de bewuste/ willekeurige zaken. Zij verwerken de sensorische stimuli en zetten deze om in iets bewust en staan in voor de cognitieve en emotionele processen. De (bewuste) motoriek zoals het het de beslisbare spierbewegingen en het aansturen van skeletspieren worden hier ook geregeld. De kleine hersenen staan in voor de onbewuste/ onwillekeurige/ automatische zaken. Hier wordt de balans en de onbewuste spierbewegingen geregeld.

De hersenen van de eerste vertebraten (embryo) zijn als volgt opgebouwd:

- Prosencephalon (vooraan) : reuk
- Mesencephalon (midden) : zicht
- Rhombencephalon (achteraan) : gehoor en balans

Vroeg embryo	Laat embryo	Voornaamste componenten in adulten	Functie
Forebrain	Telencephalon	Cerebrum	Motorisch gedeelte controleert de vrijwillige spierbeweging; sensorische cortex is het centrum voor bewuste perceptie van aanraking, druk, vibratie, pijn, temperatuur en smaak; associatiegebieden integreren en verwerken sensorische gegevens
	Diencephalon	Thalamus	Maakt deel uit van het limbisch systeem: het integreert de sensorische info dat in de thalamus toekomt en projecteert dit naar de frontale hersenkwab
		Hypothalamus	Controleert autonome functies: zorgt voor driften zoals honger, dorst, seksueel verlangen en gedrag voor voortplanting; neemt deel aan emotionele responses; secreteert ADH en oxytocin; secreteert releasing hormones voor het anterieure gedeelte van de hypofyse
Midbrain	Mesencephalon	Optic lobes	Integreert visuele informatie met andere sensorische inputs; geeft auditieve informatie door
		Midbrain nuclei	Onvrijwillige controle van de spiertonus; verwerking van inkomende sensaties en uitgaande motorische bevelen
Hindbrain	Metencephalon	Cerebellum	Onvrijwillige coördinatie en controle van uitgaande bewegingen voor evenwicht, spiertonus en houding
		Pons	Verbindt cerebellum met andere hersencentra en met de medulla en ruggenmerg; wijzigt de output van de ademhalingscentra in de medulla
	Myelencephalon	Medulla oblongata	Reguleert hartfrequentie en contractiekracht, vasomotorische controle (bloeddruk), zorgt voor ademhalingsfrequentie, geeft info door aan cerebellum, integreert voedings- en verzadigingsstimuli

2.8 BESCHRIJF OPBOUW EN FUNCTIE VAN HET PERIFEEER ZENUWSTELSEL.

Het perifere zenuwstelsel (PNS) bestaat uit de zenuwen die vanuit het centraal zenuwstelsel vertrekken (CNS). Dit stelsel bestaat uit het sensorisch systeem, het somatisch motorisch systeem en het autonoom motorisch systeem.

Het sensorisch systeem wordt ook het afferent systeem genoemd. Het bestaat uit sensorische zenuwvezels die gaan naar het centraal zenuwstelsel. Zij staan in voor de geleiding van sensorische signalen van de receptoren naar het CNS.

Het somatisch motorisch systeem wordt ook het efferent systeem genoemd. Hierbij gaan motorische zenuwvezels weg van het CNS naar de effectoren (om bijvoorbeeld spieren aan te sturen). Dit systeem controleert de bewuste, willekeurige bewegingen met skeletspieren. De synaps bestaat uit 1 zenuwcel met spiercel en is stimulerend.

Het autonoom motorisch systeem is ook een efferent systeem. Hierbij gaan de motorische zenuwvezels weg van het CNS naar de klieren, het hart en de gladde spieren. Zij controleren dus de gladde spieren (beweging van het darmkanaal, bloedvaten, urineblaas, iris), de hartspier en klieren. Met andere woorden dit systeem staat in voor de onbewuste interne functies van het lichaam. Het bestaat uit 2 delen, namelijk het sympathetisch zenuwsysteem en parasympathetisch zenuwsysteem. Het sympathetisch zenuwsysteem is actief in stress situaties en zorgt dus voor stress responsen. Terwijl het parasympathetisch systeem actief is in rustsituaties en zorgt dat de rust bewaard blijft. Beide systemen werken elkaar tegen waardoor het lichaam in balans blijft.

Het sympathetisch systeem vertrekt toracaal (borsthoogte) en lumbaal (ruggenmerg hoogte). Het systeem staat bv. in voor de fight or flight respons levensbedreigende situaties. Het systeem gaat signalen uitzenden om het lichaam klaar en bestendig te maken tegen stress situaties.

Het parasympathetisch systeem vertrekt craniaal (hersenhoogte) en sacraal (staartbeen hoogte). Dit systeem gaat alle zaken van het sympathetisch systeem omgekeerd doen. Bv. een tragere hartslag veroorzaken wanneer het organisme zich in rust bevindt.

3. ZINTUIGEN

3.1 BEGRIPPEN

Chemotaxis	Het verplaatsen van organismen als gevolg van de concentratieverschillen van bepaalde stoffen in de omgeving. Oriëntatie naar of weg van een chemische bron (chemoreceptie)
Lichaampje van Paccini	Drukreceptor op de huid; zenuwuiteinde met daarrond concentrische lagen bindweefsel. Bij het indrukken (hoog genoeg druk) kan het een actiepotentiaal veroorzaken.
Laterale lijn (zijlijn)	Lijn op de flank van vissen. Dit is een orgaan om bewegingen, prooien & schoolgedrag te detecteren. Dit gebeurt door trillingen van andere dieren in water te detecteren.
Buis van Eustachius	De buis die de verbinding maakt tussen het midden oor en de farynx (keel/ neusholte). Dit laat toe om de druk tussen het middenoor en het uitwendig oor gelijk te maken waardoor er een gelijke druk aan beide zijden van het trommelvlies ontstaat.
Orgaan van Corti	Sensorisch orgaan in het cochleair kanaal (binnenoor). Bestaat uit rijen haarcellen (microvilli en 1 cilium), een basilair lichaam (= basis waar haarcellen op rusten; registreert trillingen) & tectoriaal membraan (= ligt langs boven op de haarcellen)
Statocyst	Evenwichtsorgaan dat in staat is voor de detectie van zwaartekracht en trillingen
Facetoog	Samengesteld oog dat bestaat uit een samenstelling van duizenden lenzen (kleine oogjes). Die kleine oogstructuren worden de ommatidia genoemd.
Opsine	Lichtgevoelige eiwitten aanwezig in de fotoreceptorcellen in de retina. Hier wordt het signaal opgevangen en doorgegeven aan hersenen. <ul style="list-style-type: none">- Staafjes:<ul style="list-style-type: none">• Licht-donker• Actief bij lage lichtintensiteit• Bleaching: overexcitatie- Kegeltjes:<ul style="list-style-type: none">• Kleurenzicht• Actief bij voldoende verlichting• 3 type kegeltjes bij de mens (rood, blauw, groen)
Fovea centralis	Centrale vlek dat ligt op de retina. Vlek waarop onze lens zich altijd focust (scherpste zicht) en bevat enkel kegeltjes.
Rodopsine	Staafjes: nemen het verschil tussen licht en donker weer <ul style="list-style-type: none">⇒ Zien groen licht maar interpreteren het niet als groen, maar als licht⇒ Ziet geen rood licht, dus een rood voorwerp in het donker kunnen we niet waarnemen.⇒ Purkinje-effect

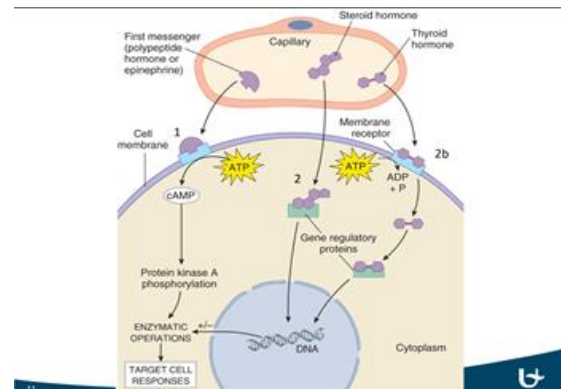
4. HORMONALE REGULATIE

4.1 HOE WERKEN HORMONEN IN OP CELLEN EN HOE VERLOOPT DE INTRACELLULAIRE COMMUNICATIE?

Intracellulaire communicatie kan plaatsvinden door middel van zenuwimpulsen of via hormonen. Hormonen worden meestal gebruikt voor lange afstand signaaloverdracht en voor signalen die niet super snel moeten zijn maar bijvoorbeeld ook voor een langere tijd actief moeten blijven. Hormonen zijn bovendien al actief in zeer lage concentraties. Terwijl neurotransmitters (zenuwimpuls) in staan voor de hele snelle responsen en over een hele kleine afstand (synaptische spleet) bewegen.

De manier waarop hormonen voor intracellulaire communicatie zorgen is door als kleine moleculen zich doorheen te verplaatsen en vervolgens te binden op receptoren die zich in/op de celwand bevinden van het doelweefsel. Dit kan op 3 verschillende manieren gebeuren. Autocriene hormonen binden op een receptor van dezelfde cel als vanwaar ze komen. Paracriene hormonen binden zich op receptoren van naburige cellen. Endocriene hormonen binden op receptoren die ver verwijderd zijn van de oorspronkelijke cellen. Deze hormonen verplaatsen zich over een grote afstand. In die doelcellen zullen de hormonen dan een fysiologische respons veroorzaken.

Hormonen kunnen op 3 verschillende manieren intracellulaire milieu van de doelcel aanpassen. De hormonen kunnen zich gedragen als eerste boodschappers en nadat ze gebonden zijn op een receptor van de doelcel zal de receptor een tweede boodschapper activeren die in de cel een specifieke cel respons zal veroorzaken (zoals de activatie van enzymen). Sommige hormonen die vet oplosbaar zijn (steroiden), kunnen door de celwand migreren en gaan binden op nucleaire receptor in het cytoplasma of in de nucleus, en zijn dan actief in de nucleus om een wijziging in de gentranscriptie teweeg te brengen. Het is ook mogelijk dat het hormoon door een transporter (EN nodig, ATP) getransporteerd wordt naar het intracellulaire milieu en dan eveneens bindt op nucleaire receptoren.



Hormonen zorgen dus deels voor de intracellulaire communicatie en doen dit door zich te verplaatsen tussen en vervolgens te binden aan receptoren in/op de cel en zo de gentranscriptie te beïnvloeden (soms met gebruik van een tweede boodschapper).

4.2 BESPREEK DE HORMONALE CONTROLE VAN VERVELLING BIJ DE MOT.

Metamorfose van insecten: Hormonale controle van vervelling (mot/arthropoda). Bij vervelling wordt het rigide exoskelet vervangen om te kunnen groeien. De vervelling van de mot wordt gereguleerd door 2 hormonen, namelijk het juveniel hormoon en ecdyson.

Ecdyson is het vervellinghormoon dat wordt gesynthetiseerd in de prothoracala klier onder invloed van de hersenen (controle door PTTH dat wordt geproduceerd in de hersenen). Het vervellinghormoon gaat de impuls geven om verder te ontwikkelen naar een volgend stadium. Het stimuleert dus de maturatie, met andere woorden het doorlopen van het larvale, pop- en adultstadium.

Het juveniel hormoon wordt geproduceerd in de hersenen in corpora allata. Dit hormoon zal net de ontwikkeling tot adult inhiberen (en dus ecdyson tegenwerken). Het zal de mot zolang mogelijk in het larvale stadium proberen te houden. Dit hormoon zal ook zorgen voor de diapauze, dit is een stilstand in de groei tijdens ongunstige omstandigheden. Bepaalde insectisiden zijn gebaseerd op dit hormoon, aangezien de mot door dit hormoon niet zal matureren en dus geen schade kunnen aanbrengen aan de gewassen.

De 2 hormonen hebben ook rechte invloed op het DNA (chromosomen) en gaan bepaalde genen activeren die nodig zijn voor dat specifieke ontwikkelingsstadium. Tijdens het larvale stadium is het juveniel hormoon heel actief en dus dominant. In het pop stadium is het juveniel hormoon iets minder belangrijk en zal ecdyson geleidelijk overnemen. In het adultstadium zal ecdyson net heel actief zijn en dus dominant.

4.3 BESPREEK OPBOUW EN FUNCTIE VAN HET HYPOTHALAMUS-HYPOFYSESISTEEM IN DE ENDOCRINE CONTROLE VAN DE LICHAAMSFUNCTIES. BESPREEK HIERBIJ ALLE HORMONEN DIE DOOR DIT SYSTEEM GEPRODUCEERD WORDEN.

De hypothalamus is een onderdeel van de hersenen dat groepen neurosecretorische cellen bevat. Dit zijn zenuwcellen die hormonen secreteren. De hypothalamus staat zelf onder controle van inputs uit andere delen van de hersenen en reguleert de endocriene signalen van de hypofyse.

De hypofyse is een lobvormig orgaan onder de hersenen dat bestaat uit 2 lobben met verschillende afkomst en dus ook structuur. De anterior of adeno-hypofyse is ontstaan uit mondweefsel, terwijl de posterior of neurohypofyse is ontstaan uit neurale weefsel. Beide lobben worden ook op verschillende manier gereguleerd door de hypothalamus. De adeno-hypofyse heeft geen anatomische connectie met de hersenen, maar is toch functioneel verbonden via een portaal systeem. Deze verbindt de capillaire netwerken van hypothalamus en adeno-hypofyse. Op deze manier kan de hypothalamus, door vrijstelling van releasing factors in het bloed, toch de adeno-hypofyse controleren in zijn synthese van hormonen. De neurohypofyse is wel rechtstreeks verbonden. De axonen van de neurosecretorische cellen van de hypothalamus eindigen in de neurohypofyse en kunnen daar dus rechtstreeks neurohormonen vrijstellen in het bloed. In deze zin is de neurohypofyse dus geen endocriene klier, aangezien de hormonen die hier opgeslagen en vrijgesteld worden, geproduceerd zijn in de hypothalamus. Er komen dus geen releasing factors aan te pas.

Het hypothalamus-hypofyse systeem gaat verdere controle uitvoeren over de endocriene cellen in het lichaam. Dit doen ze via productie van volgende hormonen:

Adenohypofyse:

Releasing factors van de hypothalamus	Hormoon	Functie
TRH (TSH-releasing hormone)	TSH (thyroid stimulating hormone)	De schildklier stimuleren tot productie en vrijstelling van schildklierhormonen.
GnRH (gonadotropin-releasing hormone)	FSH (follicle stimulating hormone)	Bij vrouwen zorgt dit voor de ontwikkeling van follikels in de ovaria en voor de productie van oestrogeen door follikels. Bij mannen zorgt dit voor productie van zaadcellen.
GnRH (gonadotropin-releasing hormone)	LH (luteïniserend hormoon)	Bij vrouwen stimuleert dit de ovulatie en de vorming van het corpus luteum en zorgt voor de synthese van oestrogeen en progesteron. Bij mannen stimuleert dit testosteron secretie.
/	PRL (prolactine)	Staat in voor de groei van de borstklieren, de melksynthese, immuunrespons, angiogenese (vorming bloedvaten) en ouderlijk gedrag bij zoogdieren. Bij lagere vertebraten staat het in voor de water- en zoutbalans.
/	GH (growth hormone)	Stimuleert de groei van botten en zachte weefsels en staat in voor de proteïnesynthese en mobilisatie van energie voorraden (glycogeen en vetweefsel).
CRH (corticotropin-releasing hormone)	ACTH (adrenocorticotropic hormone)	Stimuleert de synthese van glucocorticoïden door het bijnierschors.

Neurohypofyse: geen releasing hormones !!

Hormoon	Functie
oxytocine	Staat in voor contracties in de tepels (borstvoeding) en de uterus (bevalling) en zorgt voor partner binding en seksueel gedrag.
ADH (antidiuretisch hormoon)	Zorgt ervoor dat er meer water wordt vastgehouden in de nieren van zoogdieren.
vasotocin	Heeft dezelfde functie als ADH, maar dan bij andere vertebraten.

4.4 BESPREK DE FUNCTIE VAN DE EICOSANOÏDEN.

Eicosanoïden zijn nogal gevarieerd in structuur en functie. Ze zijn actief over heel ons lichaam en spelen onder andere een rol in de reproductie (feromoon, contractie uterus), in ontsteking – pijn – koorts, in de bloedstolling, in de regulatie van de bloeddruk, in de contractie van glad spierweefsel, in het diurnaal ritme, in de chemotaxis leukocyten etc. (Eicosanoïden worden vrijgesteld door verschillende celtypes. 'Eicosa' betekent 20. Alle eicosanoïden zijn afgeleid van een C20 vetzuur (arachidonzuur). Hierbij speelt het enzyme 'cyclo-oxygenase' een belangrijke rol.)

De eicosanoïden onderverdeeld in 2 groepen:

Leukotriënen zijn hormonen, belangrijk voor de werking van de witte bloedcellen. Ze reguleren de witte bloedcellen bij ontstekingsreacties.

1 grote groep de Prostanoïden (prostaglandinen, thromboxanen & prostacyclinen), want het zijn lokale hormonen. Ze zijn ofwel autocrien, ze zorgen voor een reactie door de cel zelf, die ook de hormonen vrijgesteld, ofwel paracrien, typisch in het immuunsysteem, cellen van het immuunsysteem gaan hormonen vrijstellen en hebben effect op de naburige cellen van het immuunsysteem → ontstekingsreactie.

Functies:

Prostaglandinen (verspreid in bijna alle weefsels):

- Contractie van zacht spierweefsel (bv. contractie uterus, zaadvloeistof)
- Veroorzaakt koorts, ontsteking en pijn
- Vaatverwijdend
- Belangrijke rol bij mucussecretie in de maag: de maagwand wordt aan de binnenkant beschermt (tegen lage pH) door een mucuslaagje. Bij te weinig prostaglandinen, maak je kans op het ontwikkelen van een maagzweer.

Tromboxanen:

- Geproduceerd door bloedplaatjes wanneer een bloedvat beschadigd is.
- stimulatie bloedstolling.
- Ze zorgen ook voor een reductie van bloedstroom naar die plaats waar het bloedvat beschadigd is. → minder bloedverlies + makkelijk vormen van bloedstolsel.

Prostacyclinen:

- Antagonistische werking aan tromboxanen → homeostase: regulatie van bloedstolling!
- Geproduceerd door gezonde endotheelcellen. → geen bloedstolsel ontstaat, bloedplaatjes worden niet geactiveerd.
- Vasodilatatie: verwijden van bloedvaten en verhogen van de bloedstroom.

4.5 WAT IS DE ROL VAN DE SCHILDKLIER IN DE ENDOCRIENE REGULATIE?

De schildklier bevindt zich rond de pharynx (keel) en is een endocriene klier die bestaat uit follikels. Naargelang de activiteit van de schildklier, zal het weefsel in de follikels er anders uitzien. Zo gaat het folliculair epitheel precies opzwellen bij een hoge schildklier activiteit. Deze epitheelcellen zorgen dus voor de synthese van de schildklierhormonen, die worden vrijgesteld in het bloed. Binnenin de follikel zit colloid, dat zorgt voor de opslag.

De follikels bevatten een hoge concentratie aan jodium, want deze is nodig voor de hormoon synthese. De synthese van de hormonen gebeurt op basis van het tyrosine AZ. De belangrijkste schildklierhormonen zijn T4: thyroxine (4 I ionen) en T3: triiodothyronine (3 I ionen). Deze laatste is de biologische meest actieve schildklierhormoon en waarvan T4 de precursor is. T4 wordt dus omgezet naar T3 aan de hand van enzym deodinase.

Schildklierhormonen werken via een nucleaire receptor. Zij worden opgenomen in de cel door diffusie doorheen het celmembraan ofwel via een transporter. Eens in de cel binden ze aan een nucleaire receptor en gaan dan naar de nucleus (hormoon + receptor), waar ze de gentranscriptie wijzigen. Hierdoor zal de genexpressie van katabole enzymen (afbraak) stijgen. Ze zijn eveneens belangrijk voor de groei en ontwikkeling. Tijdens de embryonale ontwikkeling zijn ze essentieel om de overgangen in verschillende ontwikkelingsstadia juist te laten verlopen. Ook voor de regulatie van de metabole snelheid (warmteproductie) zijn ze belangrijk. Ze houden namelijk de lichaamstemperatuur constant.

Hypothalamus-hypofyse-schildklier-as

De hypothalamus stelt TRH (releasing hormoon) vrij, de hypofyse reageert en stelt TSH (stimulating hormoon) vrij. De schildklier stelt voornamelijk T4 vrij in het bloed, het wordt geactiveerd in de lever. T3 gaat naar de doelorganen.

Negatieve feedback om een overmaat T4 tegen te gaan: T4 signaal naar de hypofyse en hypothalamus voor minder productie van TRH en TSH.

Te lage productie

- Endothermen: lagere metabole snelheid, minder alert, lagere hartslag, gewichtstoename, spierzwakte, gevoelig voor de koude.
- Cretinisme bij de mens: dwerggroei en mentale achterstand

Te hoge productie

- Endothermen: hoge metabole snelheid, hoge hartslag, gewichtsverlies, hoge eetlust, nervositeit, gevoelig voor warmte
- Vissen en amfibieën: premature ontwikkeling

Goiter = abnormaal vergrote schildklier waardoor de nek opzwelt

In berggebieden is er een jodiumtekort. De hypothalamus en hypofyse stimuleren de productie van T4, maar de schildklier kan geen T4 produceren, want er is geen jodium voor handen.

De lage T4 concentraties in het bloed zorgen voor weinig negatieve feedback. Veel TRH en TSH zorgen voor overstimulatie van de schildklier. Extra cellen en follikels worden aangemaakt (proliferatie).

Metamorfose

De metamorfose van ectotherme dieren, zoals kikkers en padden gebeurt onder controle van schildklierhormonen. Metamorfose van aquatisch herbivoor kikkervisje naar semi terrestrische carnivoor met longen en 4 poten.

Metamorfose bij vissen zoals tong: migratie en rotatie van het linkeroog naar de andere kant.

4.6 HOE WORDT HORMOONSECRETIE GEREĞULEERD? GEEF VOORBEELDEN TER ILLUSTRATIE.

We nemen hierbij het voorbeeld van de schildklier en de daarbij horende schildklierhormonen. De twee belangrijkste schildklierhormonen (SKhormonen) zijn T3 (triiodothyronine) en T4 (thyroxine). T4 wordt voornamelijk geproduceerd door de schildklier (SK) en is een precursor voor de synthese van T3. Wanneer het nodig is, zal T4 worden omgezet, welke biologisch inactief is, tot T3 met behulp van het enzym dejodinase. T3 is wel biologisch actief.

Secretie wordt gereguleerd door de hypothalamus-hypofyse-schildklier-as.

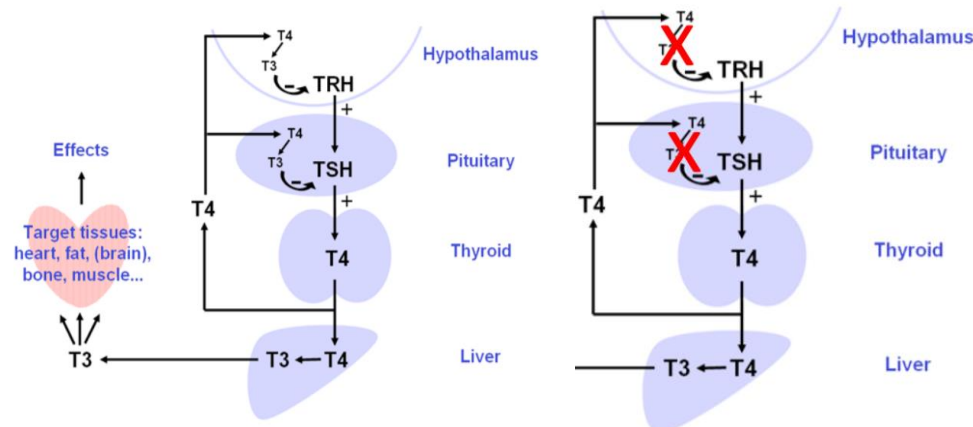
Vanuit de hypothalamus wordt er TRH (thyrotropin releasing hormone) vrijgesteld.

→ positieve feedback op de adenohipofyse → productie van TSH (thyroid stimulating hormone) → productie T4 in SK stijgt (positieve feedback) → in de lever wordt T4 omgezet naar T3 met behulp van het enzym dejodinase → T3 wordt via het bloed getransporteerd en komt terecht bij verschillende weefsels en structuren zoals spieren, botten, het hart ... die hier verschillende effecten teweeg gaat brengen zoals regeling metabole snelheid, hartslag, spiersterkte...

Nu ontbreekt er een cyclus van negatieve feedback. Indien dit niet aanwezig zou zijn, dan zou de SK in overdrive gaan met het produceren van T4 omdat het continu een ononderbroken stimulus krijgt van de hypofyse (en onrechtstreeks ook van de hypothalamus).

Er gaat een deel T4 dat geproduceerd wordt in de SK, richting de hypothalamus die daar wordt omgezet naar T3 → T3 brengt een negatieve feedback teweeg; de productie van TRH wordt gehinderd/afgeremd. T4 komt via de bloedbaan ook terecht in de hypofyse waar het ook weer wordt omgezet naar T3; T3 oefent opnieuw een negatieve feedback uit op de hypofyse met als gevolg dat de hypofyse de productie van TSH mindert. Door deze negatieve feedbackcyclus wordt er voor gezorgd dat de SK niet in overdrive gaat en dat er nooit een teveel aan T4 wordt geproduceerd.

Bij volkeren die in gebieden leven waar weinig jodium voorhanden is, zoals in bijvoorbeeld berggebieden die ver van een groot waterlichaam liggen, is er een lage productie aan T₄; men heeft jodium namelijk nodig voor de vorming van T₄. Hierdoor is er te weinig T₄ dat omgezet kan worden naar T₃ in de hypofyse en de hypothalamus → geen negatieve feedback! Dit heeft als gevolg dat de hypofyse en de hypothalamus dus geen negatieve impulsen krijgen en dus respectievelijk TSH en TRH blijven produceren → SK wordt overgestimuleerd. Aangezien er te weinig jodium aanwezig is, resulteert de overstimulatie tot een toename van de hoeveelheid organisch weefsel. Dit resulteert op zijn beurt in een sterk opgezwollen SK (goiter).



4.7 WELKE ENDOCRINE FUNCTIES WORDEN DOOR DE PANCREAS VERVULD?

De endocriene klier van de pancreas bestaat uit de eilandjes van langerhans. Deze eilandjes van cellen produceren hormonen. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen alfa cellen die glucagon produceren en beta cellen die insuline produceren. De functie van de endocriene klier van de pancreas is de bloedglucosespiegel reguleren. Insuline en glucagon zijn 2 antagonistische hormonen. Ze werken elkaar dus tegen waardoor de bloedglucosespiegel heel goed gereguleerd kan worden.

Bij een normale bloedglucosespiegel spreken we van homeostase; de glucoseconcentratie in het bloed is dan constant.

Bij een hoge bloedsuikerspiegel wordt insuline gesecreteerd door de alfa cellen en wordt vrijgesteld in het bloed. Insuline gaat dan binden op receptoren op veel verschillende cellen waardoor glucosekanalen openen. De glucose dat in het bloed zit gaat dan worden opgenomen door verschillende cellen in verschillende organen. Bv. de spiercellen gaan glucose opnemen en gaan ofwel deze glucose meteen gebruiken als EN bron (= glycolyse), ofwel slaan ze glucose op in de vorm van glycogeen om later te gebruiken als glucose (= gluconeogenese). De lever is het orgaan dat het energiemetabolisme reguleert. De opname van glucose moleculen door de cellen zorgt voor een daling van de glucose concentratie in het bloed waardoor op een bepaalde moment geen insuline meer geproduceerd zal worden.

Bij een te lage bloedsuikerspiegel wordt glucagon gesecreteerd door beta cellen en vrijgesteld in het bloed. Glucagon zal dan binden op receptoren en zorgt er voor dat de lever glycogeen voorraden zal beginnen afbreken. Zo wordt er dan weer glucose vrijgesteld in het bloed en wordt gebruikt als EN bron door cellen in ons lichaam. Wanneer de glucose concentratie weer zal stijgen zal de secretie van glucagon stoppen en zal de lever stoppen met het afbreken van glycogeen.

4.8 GEEF EEN OVERZICHT VAN DE VERSCHILLENDE GROEPEN STEROÏDHORMONEN INCLUSIEF HUN FUNCTIE EN PLAATS VAN SYNTHESE.

- **Lipofiel/vetoplosbaar** → kunnen dus doorheen celmembraan diffunderen
 - Binden op **nucleaire receptoren** in cytoplasma of nucleus
 - Beïnvloeden **gentranscriptie (mRNA)** in de nucleus van de doelgenen
- ⇒ Enzymatische activiteit wijzigen door dimerisatie en HRE-werking

Dimeer en HRE-werking

--> Dimeren van steroïdhormoonreceptoren herkennen HormoneResponseElements (HRE) in specifieke genen van DNA

--> dimeer met steroïdhormoon bindt HRE

--> RNA-polymerase (= enzyme) stimuleert transcriptie

Cholesterol als basisstructuur geeft aanleiding tot verschillende hormonen in biosynthetische pathways met aromatase als verantwoordelijk enzym.

Corticosteroiden (steroïdhormonen geproduceerd in bijniercortex)

- **Glucocorticoïden**
 - Regelen de koolhydraatmetabolisme en immuunsysteem
 - Stressrespons (gluconeogenese bevorderen)
 - (cortisol)
- **Mineralocorticoïden**
 - Regelen de water-zoutbalans
 - (aldosteron)

Geslachtshormonen

- **Androgenen (man)**
 - Testoseron/dihydrotestosteron
 - → In testes (cellen van Leydig)
- **Oestrogenen (vrouw)**
 - Oestradiol
 - In ovarium en placenta
- **Progestagenen (vrouw)**
 - Progesteron
 - In corpus luteum en placenta

Secosteroiden (gebroken ringstructuur door bv. UV)

- Vitamine D (=biologisch inactieve precursor voor de actieve 1,25-Dihydroxyvitamine D₃)
 - Staat in voor de calcium-homeostase

4.9 BESPREEK DE ROL VAN HORMONEN GEPRODUCEERD DOOR DE BIJNIER.

De bijnier heeft twee delen waar hormonen worden geproduceerd namelijk de bijnierschors en het bijniermerg, we zullen beginnen bij de bijnierschors.

1. De buitenste laag produceert mineralocorticoïden die invloed hebben op de mineraalhuishouding en bestaat 95% uit aldosteron dat ook op indirecte wijze de bloeddruk reguleert. Aldosteron is het belangrijkste mineralocorticoïd en zal de resorptie van Na en excretie van K in de nieren stimuleren. Dit is nodig omdat het lichaam zo weinig mogelijk Na wil verliezen en dus zoveel mogelijk zal proberen recyclen (evolutionaire eigenschap, aangezien we vroeger te weinig Na, zout, ter beschikking hadden). De synthese wordt gestimuleerd door renine-angiotensine systeem: wanneer er een lage bloednatriumconcentratie en lage bloeddruk is en bij een hoge bloedkaliumconcentratie.
2. De middelste laag produceert de glucocorticoïden die een invloed hebben op de glucosehuishouding en bestaat voor 95% uit cortisol. Cortisol is een stresshormoon dat tijdens stressreacties de glucosehuishouding zal stimuleren. Dit wil zeggen dat cortisol de bloedsuikerspiegel zal verhogen en dus energie te beschikking zal stellen voor spieren en het zenuwstelsel om met de stress om te gaan.

Verder zal cortisol ook ontsteking en allergische reacties onderdrukken door het immuunsysteem te onderdrukken.

De hypothalamus-hypofyse-bijnier as reguleert de synthese en vrijstelling van cortisol (via adenohipofyse)

3. De binnenste laag produceert zowel de mannelijke als de vrouwelijke geslachtshormonen namelijk zowel androgenen als oestrogeen, maar deze productie is zo klein vergeleken met de productie in de gonaden waardoor de productie van deze hormonen heel weinig invloed gaan hebben op het tot uiting komen van de primaire en secundaire geslachtskenmerken.

Nu het bijniermerg (situeert zich in het midden van de bijnier): Deze structuur produceert twee hormonen namelijk het bekende adrenaline en het hormoon noradrenaline dat een vergelijkbare werking heeft als adrenaline. De activatie van het bijniermerg gebeurt door de sympathicus. Deze activatie gebeurt in stressomstandigheden. Het sympathicus zal dan het bijniermerg stimuleren adrenaline vrij te stellen en adrenaline verlengt de effecten van de sympathicus. Sommige zaken maken we dan bewust mee maar dit wil niet zeggen dat we ze kunnen controleren (de vrijstelling van adrenaline kunnen we bewust niet controleren). Door adrenaline zullen de bloedvaten vernauwen (bloedvatconstrictie), aangezien hierdoor de bloeddruk zal verhogen, wat de weefsels beter van O₂ zal doen voorzien. Adrenaline zal eveneens zorgen voor de mobilisatie van glycogeen (glucoseogenese) voor een verhoogde energiebeschikbaarheid. We krijgen dan een verhoogd zuurstofverbruik, versnelde bloedstolling en de inhibitie van organen die geen prioriteit in de stress situatie vormen.

4.10 VERGELIJK DE HORMONALE REGULATIE VAN DE GONADEN BIJ MAN EN VROUW.

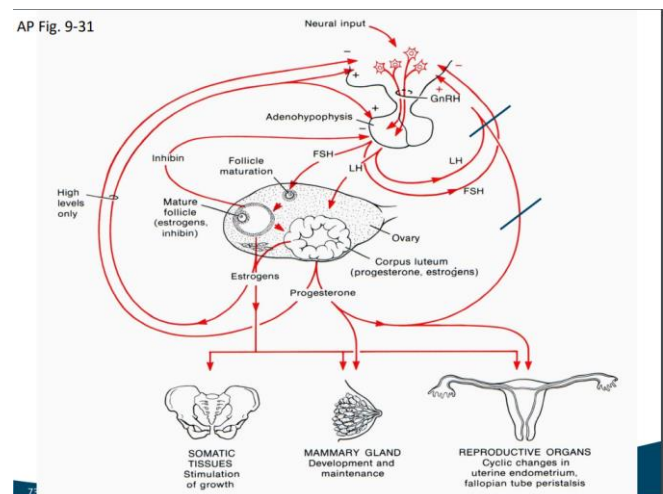
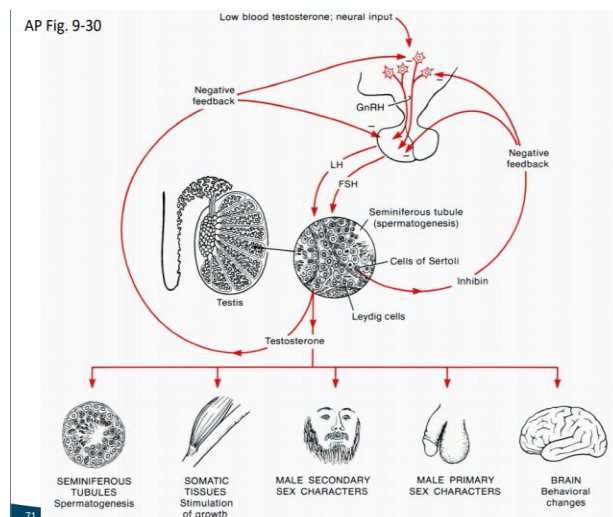
De productie van geslachtelijke hormonen worden beiden geproduceerd door de gonaden onder invloed van het GnRH (=releasing hormone) uit de hypothalamus en het FSH en LH vanuit het anterior lobe. GnRH gaat via het portaaltje naar de anterior lobe waar het de productie en vrijstelling van LH en FSH stimuleert. GnRH zorgt bij mannen als bij vrouwen ervoor dat niet te veel GnRH wordt aangemaakt.

Zowel bij vrouwen en mannen zal het FSH de gonaden stimuleren om geslachtshormonen aan te maken. Bij de vrouw zal FSH ervoor zorgen dat de follikels matureren en oestrogeen en progesteron produceren (productie door de eierstok). Bij de mannen zal FSH ervoor zorgen dat de testes (specifiek de cellen van Leydig) testosteron en dihydrotestosteron produceren. Bij de mannen zal ook inhibine door de cellen van Sertoli gemaakt worden. Deze, samen met testosteron en dihydrotestosteron, voorzien een negatieve feedback voor de adenohipofyse en de hypothalamus zodat niet te veel aangemaakt wordt.

Bij de vrouwen is het een beetje complexer: FSH en LH zorgen ook voor een negatieve feedback op de hypothalamus. LH zorgt er ook voor de eisprong (ovulatie) en progesteron voor het behoud van het geel lichaampje dat ook oestrogeen en progesteron aanmaakt. Bij de mannen zorgt LH voor de secretie van testosteron. Inhibine wordt ook gemaakt door de follikels. Inhibine zorgt ook voor een negatieve feedback. Zoals bij de mannen zorgen de geslachtshormonen ook voor een negatieve feedback (De negatieve feedback werkt zowel op de hypothalamus als op de anterior lobe).

De geslachtshormonen zorgen zowel bij mannen als bij vrouwen voor secundaire geslachtskenmerken. Deze zijn niet noodzakelijk voor de aanmaak van de gameten maar wel voor de reproductiesucces. Vrouwen krijgen door oestrogeen en progesteron bredere heupen, borstvorming... en bij mannen baardgroei, meer spiermassa...

Oestrogeen zorgt ook voor de ontwikkeling van oviducten (eileiders), uterus en vagina bij vrouwen. Ook zorgt het bij de vrouwen voor de innesteling van de bevruchte cel in de uterus en ook voor de controle van secundaire geslachtskenmerken. Testosteron en dihydrotestosteron bij de man zorgen voor de ontwikkeling van de penis, klieren en spermakanalen en zorgen voor de controle van secundaire geslachtskenmerken.



4.11 BESCHRIJF DE HORMONALE REGULATIE VAN DE MENSTRUATIECYCLUS BIJ DE MENS.

Menstruatiecyclus komt voor bij primaten. Vrouwtjes zijn receptief tijdens ganse cyclus, maar meer rond ovulatie. De eigenlijke menstruatie is de afbraak en uitscheiding van het endometrium.

Mensis (latijn: maand)

Ovarium

Folliculaire fase (dag 1-13)

- Rijpen van follikels onder invloed van follikelstimulerend hormoon (FSH)
- Follikels produceren oestrogeen
- Rond dag 10
 - o Meeste follikels: atresie (degraderen)
 - o Één of meerdere follikels: graafse follikel
 - § Hoge oestrogeensecretie
 - § Secretie inhibine: inhibeert secretie FSH = negatieve feedback

Ovulatie (dag 13-14)

- Hoge oestrogeenconcentratie stimuleert secretie van gonadotropin releasing hormone (GnRH) door hypothalamus: positieve feedback
- Hypofyse secreteert luteïniserend hormoon (LH) (en FSH)
- LH stimuleert ruptuur van graafse follikel = ovulatie
- Oöcyt overleeft +- 12u in oviduct: bevruchting

Luteale fase (dag 15-28)

- Corpus luteum: klier vormt zich uit resten van follikel
 - o Gestimuleerd door LH
 - o Synthese progesteron (en oestrogeen in primaten)
 - § Stimuleert groei endometrium (baarmoederslijmvlies)

Uterus

Menstruele fase (dag 1-5)

- Indien geen bevruchting
- Degeneratie corpus luteum: stop secretie progesteron en oestrogeen
- Degeneratie en afscheiding endometrium

Proliferatieve fase (dag 6-15)

- Oestrogeen stimuleert groei endometrium (uterusklier)

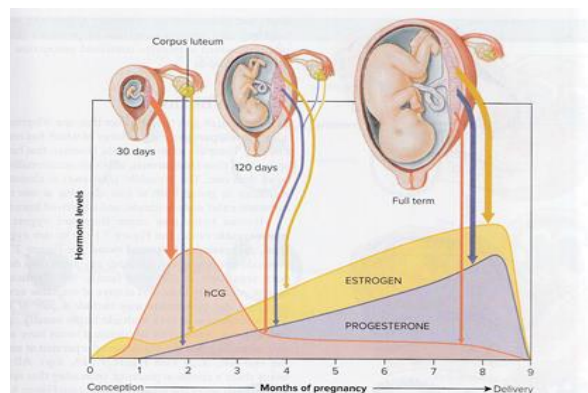
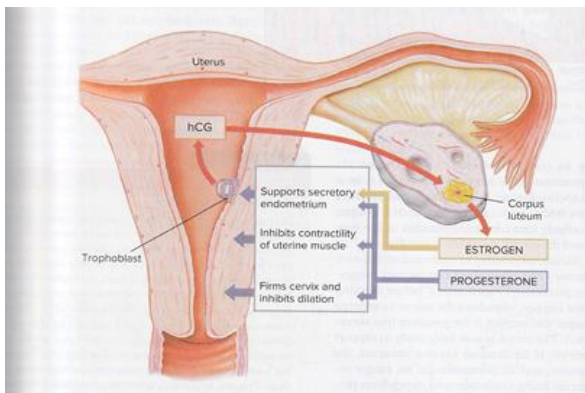
Secratorische fase (dag 16-28)

- Uterus wordt finaal voorbereid op implantatie embryo
- Progesteron stimuleert finale maturatie endometrium en activiteit klieren

4.12 BESPREK DE ROL VAN HORMONEN TIJDENS DE ZWANGERSCHAP EN GEBORTE BIJ DE MENS.

Zwangerschap:

- 1) Oöcyt (= bevruchte eikel) wordt bevrucht in het oviduct waar de oöcyt een aantal delingen ondergaat
→ Vorming zygote
- 2) Zygote gaat naar de uterus
→ Ontwikkeling tot blastocyt
- 3) Na 6 dagen gaat blastocyt implanteren in de baarmoederwand
→ Geïmplanteerde embryo heeft chorion (= buitenste laag van het embryo)
- 4) Chorion secreteert hCG (= humaan gonadotrofine) in het bloed
→ Stimuleert corpus luteum om verder oestrogeen en progesterone aan te maken (totdat placenta rol van het corpus luteum overneemt)
- 5) Corpus luteum moet in stand blijven; blijft oestrogeen en progesterone produceren (!)
→ Oestrogeen zorgt ervoor dat endometrium secretorisch actief blijft: uterusklieën gaan slijm produceren voor omgeving embryo
→ Progesteron zorgt voor blokkage op contraheren van de spieren van de baarmoeder (= progesteron blok): anders zou de vrucht kunnen afdrijven



Hormoonspiegel tijdens de volledige zwangerschap:

- Corpus luteum zal onder invloed van hCG oestrogeen en progesteron produceren.
- Rol corpus luteum wordt later overgenomen
→ Daling van hCG, want niet meer nodig voor stimulatie corpus luteum door placenta

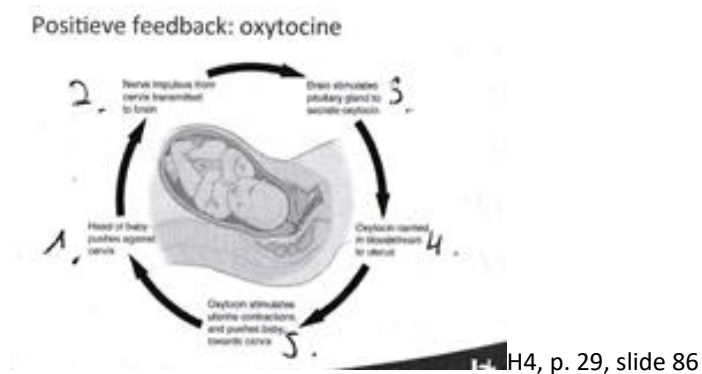
Einde zwangerschap: **placenta** neemt productie progesteron en oestrogeen over & corpus luteum breekt af (vermindering productie hCG)

Geboorte:

- I. Net voor geboorte: concentraties oestrogeen & progesterone nemen af
→ Oestrogeen blijft net iets langer hoog dan progesterone
→ Stimuleert contracties uterus
→ Progesterone daalt: opheffing 'progesterone block' (die hield contracties tegen)
- II. Prostaglandine stijgt: zorgt voor uteruscontracties voor geboorte
- III. Uitrekking van de cervix (baarmoederhals) veroorzaakt secretie van oxytocine
→ Oxytocine = knuffelhormoon gesynthetiseerd door neurohypofyse (→ geen releasing hormone)
→ Oxytocine stimuleert contracties: positieve feedback

→ uitrekking van de baarmoederhals zorgt voor secretie **oxytocine** (= knuffelhormoon) → uteruscontracties: **positieve feedbackloop**

Uteruscontracties → hoofdje baby naar omlaag → zenuwimpulsen naar hersenen → stimulatie hypofyse voor secretie oxytocine → via bloedstroom naar uterus → uteruscontracties



Negatieve feedback is goed voor homeostase: regulatie

Positieve feedback is voor extreme gebeurtenissen: ovulatie & geboorte

4.12 BESPREEK DE HORMONALE REGULATIE VAN DE CALCIUMHOMEOSTASE.

- Calcium is essentieel voor:
 - Beendervorming: bestaande uit osteoblasten(botvorming) en osteoclasten(botresorptie).
 - De vrijstelling van neurotransmitters
 - Spiercontractie
 - Intracellulaire communicatie
 - Bloedstolling
- **Calciumhomeostase** is de regulatie van calciumabsorptie en de calciumconcentratie in het bloed.
 - Een te lage bloedcalciumconcentratie leidt tot:
 - Een meer prikkelbare zenuwstelsel
 - door de hoge permeabiliteit van neuronale membranen
 - Na zal de gemakkelijk de cellen binnenstromen
 - te gemakkelijk actiepotentiaal opgewekt
 - Spierspasmen, tetanus, dood

- Er bestaan drie hormonen die zorgen voor deze calciumregulatie:

1) 1,25-dihydroxyvitamine D3

- Precursor: vitamine D
 - Opgenomen uit dieet of gesynthetiseerd in het huid met UV.
 - Lever en nier: geactiveerd tot
- Activatie wordt gestimuleerd door PTH(parathyroid hormoon) wanneer de calciumconcentratie in het bloed te laag is
- Absorptie van calcium in darm
- Deficiëntie hiervan leidt tot rachitis -> weke kromme botten

2) Parathyroid hormoon(PTH)

- Synthese in bijschildklier wanneer de calciumconcentratie in het bloed te laag is
- Verhoogt de activiteit van osteoclasten(botresorptie) -> vrijstelling van calcium in het bloed
- Verhoogt de calciumopname/verlaagt de calciumexcretie in de nieren
- Verhoogt tenslotte ook de productie van 1,25-dihydroxyvitamine D3

3) Calcitonine(tegengestelde werking van PTH)

- Synthese door schildklier in zoogdieren wanneer de calciumconcentratie in het bloed hoog is
- Onderdrukt botresorptie
- Verlaagt de absorptie van calcium in de darm
- Verhoogt de excretie van calcium in de nieren

4.13 GEEF EEN OVERZICHT VAN DE BELANGRIJKSTE ENDOCRIENE KLIEREN VAN DE MENS EN HUN FUNCTIES.

EPIFYSE

- Bij prik, amfibieën functioneert de epifyse als derde oog
- Bij zoogdieren, vogels: klier
- Is gevoelig voor licht/donker
- Secretie melatonine (= hormoon)
 - o 's nachts: hoge productie
- Zorgt voor circadiaans ritme: biologische klok
 - o Bij zoogdieren speelt ook de hypothalamus hier een rol in
- Seizoenale cyclus voortplanting
 - o Lente: dagen worden langer

HYPOTHALAMUS

- Zorgt voor honger, dorst en seksueel gedrag. Scheidt hormonen uit die invloed hebben op het emotioneel gedrag
- Synthetiseert releasing factors/hormones
 - o Vrijgesteld in gespecialiseerd capillair netwerk
 - o Stimuleren of inhiberen vrijstelling van hormonen door adenohipofyse
- Secretie corticotropin-releasing hormone (CHI)
 - o Neurosecretorische cellen
- Vrijstellen en inhiberen van hormonen: reguleren anterieure hypofyse

HYPOFYSE

Anterior hypofyse of adenohipofyse

- Follikelstimulerend hormoon (FSH) en luteïniserend hormoon (LH): stimuleert eierstokken en testes
- Schildklier-stimulerend hormoon (TSH): stimuleert de schildklier
- Secretie adrenocorticotroop hormoon (ACTH): stimuleert bijnierschors
- Secretie van prolactine: stimuleert borstklieren
- Secretie van groeihormoon (GH): stimuleert groei en metabolische functies

Posterior hypofyse of neurohypofyse

- Vrijstelling van oxytocine: stimuleert de contractie van glad spierweefsel in de uterus en in borstklieren
- Vrijstelling van vasopressine (antidiuretisch hormoon, ADH): Stimuleert retentie van water in nieren, beïnvloed sociaal gedrag

SCHILDKLIJER

T₃ en T₄: belangrijkste schildklierhormonen

De schildklier bestaat uit follikels

- Schildklierhormonen worden gesynthetiseerd, opgeslagen en in het bloed gebracht
- Concentratie van jodium
- Synthese van schildklierhormonen
 - o Op basis van aminozuur thyrosine
 - o T₄: thyroxine
 - o T₃: triiodothyronine: biologisch actief
- Nucleaire receptor
- Wijziging genexpressie
 - o Verhoging expressie katabole enzymen -> zorgen voor afbraak (vooral van hersenen)
- Groei en ontwikkeling
- Regulatie metabole snelheid
 - o Homeotherme organismen (vogels en zoogdieren)
 - § Toename warmteproductie voor lichaamstemp
- Secreteert calcitonine: verlaagt concentratie van calcium in bloed

Te lage productie

- Endothermen: lagere metabole snelheid, minder alert, lagere hartslag, spierzwakte, gewichtstoename, gevoelig voor koude
- Cretisme bij mens
 - o Dwerggroei
 - o Mentale achterstand

Te hoge productie

- Vissen en amfibieën: premature ontwikkeling (te snelle ontwikkeling)
- Endothermen: hoge metabole snelheid, hoge eet lust, gewichtsverlies, hoge hartslag, nervositeit, gevoelig voor warmte

Goiter

- Schildklier wordt groter door jodiumtekort
- Er is te weinig jodium voor de productie van schildklierhormonen → zwelt op
- Hoge TSH concentratie

Metamorfose

- Kikkers, padden
- Aquatisch herbivoor kikkervisje → semiterrestrische carnivoor: longen en 4 poten
- Onder controle van schildklierhormonen
- Tong
- Migratie en rotatie van linkeroog

BIJSCHILDKLIER

- Synthese Parathyroid hormoon
 - o Wanneer calciumconcentratie in bloed laag is
 - o Verhoogt activiteit van osteoclasten → breken bot af wat leidt tot vrijstelling van calcium in bloed ([plasmacalcium])
 - o Verhoogt calciumopname/verlaagt calciumexcretie in de nieren
 - o Verhoogt productie van 1,25-dihydroxyvitamine D₃

BIJNIER

Synthese door de bijnierschors (cortex):

- Corticosteroïdhormonen
 - o Mineralocorticoïden: stimuleren reabsorptie van Na⁺ en excretie van K⁺ in nieren
 - o Glucocorticoïden: verhogen bloedsuikerspiegel
- Androgenen
 - o Bv. testosteron → zowel bij man als vrouw

Synthese door het bijniermerg (medulla):

- (Nor)adrenaline: hogere bloedsuikerspiegel, versnelde metabolische activiteit, vernauwing van bepaalde bloedvaten

PANCREAS

Eilandjes van Langerhans (nauw geassocieerd met bloedvaten)

- Alfa-cellen: secretie glucagon
- Beta-cellen: secretie insuline

Insuline en glucagon

- Antagonistisch (tegengestelde werking)
- Regulatie metabolisme koolhydraten en vetten
- Spiercel kan glycogeen enkel opslaan voor eigen gebruik

Insuline

- Secretie wanneer bloedglucosespiegel hoog is
- Noodzakelijk voor opname van glucose in cellen (behalve neuronen) → insuline-onafhankelijk glucose transporter

Glucagon

- Secretie wanneer bloedglucosespiegel laag is
- Stimuleert vrijstelling van glucose uit leverglycogeen (ketting van glucose voor opslag)

EIERSTOKKEN (VROUWELIJK)

Oestrogeen en progesteron

Oestrogeen:

- Ontwikkeling oviducten (eileiders), uterus, vagina
- Stimuleren reproductieve activiteit
 - o Zoogdieren: uterus voorbereiden op innesteling (ook progesteron)
- Controle secundaire geslachtskenmerken
 - o Bv. botontwikkeling, lichaamsgrootte, borstontwikkeling bij zoogdieren, huid- en veerkenmerken

TESTES (MANNELIJK)

Synthese van androgenen in cellen van Leydig: testosteron en dihydrotestosteron

- Ontwikkeling penis, klieren, spermakanalen
- Stimuleren zaadproductie
- Controle secundaire geslachtskenmerken
 - o Niet primair betrokken bij gameetvorming
 - o Essentieel voor reproductiesucces

Vb. gedrag, botontwikkeling, lichaamsgrootte, stem bij mensen, huid- en veerkenmerken, gewei bij hert

5. CIRCULATIE

5.1 WELKE VLOEISTOFCOMPARTIMENTEN WORDEN ONDERSCHIEDEN IN MULTIYCELLULAIRE ORGANISMEN EN WAT IS HUN FYSIOLOGISCHE BETEKENIS? WAT WEET JE OVER DE SAMENSTELLING VAN DEZE VLOEISTOFFEN, INCLUSIEF HET BLOED?

3 vloeistofcompartimenten:

- Intracellulaire omgeving
- Interne extracellulaire omgeving
- Externe omgeving

1) intracellulaire compartiment: Dit is het grootste volume van het lichaam, het is de som van al de vloeistoffen in alle cellen.

2) Intern extracellulair compartiment: Alle vloeistoffen die zich buiten de cellen, bevindt. Bij dieren met een gesloten circulatorisch systeem omvat dit het bloedplasma (in de bloedvaten) en de interstitiële vloeistof (denk aan weefselvocht dat continu wordt gevormd uit plasma). Het interstitiële vocht bevindt zich rond de lichaamscellen.

3) Extracellulaire compartiment: Beschermde cellen tegen fysische en chemische veranderingen. Afvoer van afbraakproducten en schadelijke stoffen. Aanvoer O₂, mineralen, nutriënten, hormonen. Deze komen uit bloedplasma en moeten dan eerst door het interstitiële vocht om aan de cel te geraken. Bloedplasma zorgt voor uitwisseling met omgeving.

Samenstelling lichaamsvloeistoffen: Hoofdbestanddeel is water (dieren 70-90%)

Mens 70% met 5% water in bloedplasma, 15% in interstitiële vocht en 50% in intracellulaire compartiment. Veel Na in extracellulaire omgeving maar ook veel chloor, bicarbonaat. Plasma heeft zowat zelfde samenstelling maar wel meer proteïnen (vaak te groot om door bloedvatwand heen te gaan) dan het interstitiële vocht. Intracellulaire omgeving: Kalium, magnesium, fosfaat en proteïnen. Beiden netto lading neutraal. Er is dus een drastisch verschil tussen de intracellulaire vloeistof en de extracellulaire vloeistof. Dit verschil wordt in stand gehouden door actief transport ionenpompen (bv Na/K-ATPase)

Samenstelling van het bloed:

Invertebraten zonder circulatorisch systeem hebben niet echt bloed. Invertebraten met een open circulatorisch systeem hebben een soort van 'waterig' bloed (=hemolymfe). Dit is lichaamsvloeistof dat zowel bestaat uit extracellulaire vloeistof als bloed. Invertebraten met een gesloten circulatorisch systeem hebben een scheiding tussen bloed in de bloedvaten en het interstitiële vocht rondom de bloedvaten en cellen. Vertebraten hebben bloed bestaande uit 45% Bloedcellen en 55% uit plasma.

Plasma bestaat voor 90% uit water en rest uit opgeloste gassen en opgeloste stoffen. Opgeloste stoffen zijn plasmaproteïnen, glucose, AZn, elektrolyten, enzymen, hormonen, metabole afvalstoffen, ...De opgeloste gassen zijn O₂, CO₂, N₂. Plasmaproteïnen zijn een diverse groep van kleine en grote proteïnen:

- Albumines (komen meeste voor) en bewaren het osmotisch evenwicht.
- Globulines: metaal bindende proteïnen en immuglobines → immuniteit
- Fibrinogenen helpen bij bloedstolling

Bij de bloedcellen (= RBC) maken we een onderscheid tussen 3 verschillende de soorten bloedcellen. Namelijk de rode bloedcellen (= erythrocyten), de witte bloedcellen (= leukocyten) en de bloedplaatjes. Rode bloedcellen staan in voor het transport van zuurstof naar organen en weefsels aan de hand van hemoglobine (= bloedtransporting pigment). Witte bloedcellen vormen een deel van het immuunsysteem van ons lichaam. Zij ruimen alles van debris op en spelen ook een rol in de immuunafweer (verdediging tegen infecties). De bloedplaatjes zijn celfragmenten of kleine cellen (=thrombocyten) die een rol spelen in de bloedstolling.

Bij de zoogdieren en vogel worden de erythrocyten continu geproduceerd uit grote gekernde erythroblasten (= rode beenmergcel) in het rode beenmerg. Deze erythrocyten hebben geen celkern, geen mitochondriën en ze zijn biconcaaf (voor een groter oppervlak, diffusie). Hun membraan is gevuld met hemoglobine moleculen. Ze worden opgeruimd door macrofagen via fagocytose waarbij de Fe van de heemgroep gerecycleerd wordt. Bij andere vertebraten worden ze gevormd in de nier en de milt. Deze erythrocyten bezitten wel een celkern en zijn convex.

Witte bloedcellen:

- Granulocyten bevatten een gelobde, variërende celkern bestaande uit 3 segmenten. Het is een type witte bloedcel dat granulen in het cytoplasma bevat.
 - a) Eosinofiele granulocyt: zorgt voor vernietigen van parasieten en opruimen van antigen-antilichaamcomplexen.
 - b) Neutrofiële granulocyt: Vormen de primaire immuunrespons, waardoor infecties snel gecontroleerd kunnen worden. Deze fagocyteren bacteriën en schimmels.
 - c) Basofiele granulocyt: Allergische reacties; basofielen laten de inhoud van de granulen vrijkomen, waardoor veel bloedvaten verwijden en gaan lekken. Het bloedvolume wordt hierdoor kleiner.
- Agranulocyten:
 - a) Monocyten: Differentiatie tot macrofagen: Deze gaan dan fagocytose doen van lichaamsvreemde stoffen.
 - b) Lymfocyten: Worden gevormd in het beenmerg. T-lymfocyten (= afweercellen) gaan veranderende eigen lichaamscellen vernietigen en B-lymfocyten gaan zorgen voor de productie van antilichamen.

Bloedplaatjes zijn celfragmenten en bezitten geen celkern. Zij staan in voor de bloedstolling bij de vertebraten om te voorkomen dat er teveel bloed verloren gaat bij schade, verwonding.

Indien bloedstolling ook besproken moet worden:

Hemostase principe is het principe voor het voorkomen van bloedverlies. (In)vertebraten gaan aan vasoconstrictie doen bij beschadiging van een bloedvat. Dit is het samentrekken van de gladde spieren rondom het bloedvat. Wanneer het binnenoppervlak bloedvat is onderbroken door schade gaan de bloedplaatjes zich hechten aan het opprvlak. Bloedplaatjes, de beschadigde cellen en plasma laten stollingfactoren vrij (= cascade reactie). De cascade stollingsfactoren activeren prothrombine (= precursor) tot thrombine. Het thrombine enzyme katalyseert de transformatie van fibrinogeen in fibrine, wat een netwerk kan vormen tussen de bloedcellen (= gelachtig stolsel). Er is een positieve feedback van thromboxaan. Dat wil zeggen dat die de enzymatische cascade stimuleert. Prostacycline zorgt voor de negatieve feedback, die de activatie van de bloedplaatjes en bloedstolling zal inhiberen.

5.2 VERGELIJK DE ORGANISATIE VAN DE BLOEDCIRCULATIE BIJ VISSSEN, AMFIBIEËN EN ZOOGDIEREN.

5.2.1 ALGEMEEN

De meeste annelida, cephalopoden en alle chordaten bezitten een gesloten circulatiesysteem. Dit wil zeggen dat het bloed stroomt doorheen een gesloten stelsel van vaten. Zo'n systeem bevat een aantal algemene kenmerken:

- Een hart pompt bloed in arteriën
- Arteriën vertakken in arteriolen
- Arteriolen vertakken in capillairen
- Capillairen interageren met weefsels en cellen
- Bloed dat de capillairen verlaat stromen in venulen
- Venulen komen samen in venen
- Venen brengen het bloed terug naar het hart

Het gesloten circulatiesysteem is beter gepast voor grote actieve dieren. Aangezien, het bloed sneller stroomt naar de meest actieve weefsels en er een regulatie is van de bloedtoevoer door de diameter van de vaten te regelen. Bloeddruk is veel hoger bij gesloten circulaties dus het bloed stroomt constant door de dunne wanden van de capillairen naar de omliggende weefsels. Het meeste van de interstetiële vloeistof wordt terug opgenomen in de capillairen via osmose. Het resterende deel door het lymfatische stelsel.

De meeste verschillen tussen deze dieren hebben te maken met een geleidelijke scheiding die zich vormt in het hart in twee afzonderlijke pompen.

5.2.2 VISSSEN

Vissen bevatten 2 hoofdkamers in serie, namelijk atrium en ventrikel. Het atrium wordt voorafgegaan door een grotere kamer de sinus venosus. Deze laatste verzamelt het bloed van de venen en verzekerd een vlotte overgang van het bloed naar het hart. Bij de teleosten is er bulbus arteriosus (zelfde functie), deze dempt de bloeddrukoscillaties vooraleer het bloed in de fijne capillairen stroomt. Elasmobranchii hebben een conus arteriosus en die heeft dezelfde functie als de bulbus arteriosus.

- Bloed maakt één omloop door het circulatiestelsel
- Het wordt gepompt van het hart (zuurstofarm) naar de kieuwen
- Daar kan het bloed zuurstof opnemen
- Dan stroomt het in de dorsale aorta om zo naar weefsels (zuurstofrijk) te gaan

Nadeel: hart moet voldoende druk uitoefenen om het bloed voort te duwen naar 2 sequentiële capillaire systemen (1 van de kieuwen, 2 rest van het lichaam). Capillairen geven veel weerstand dus de bloeddruk is zeer laag

5.2.3 AMFIBIEËN

Amfibieënharten hebben 3 kamers. Het atrium is volledig verdeeld in 2 atria. Het rechteratrium ontvangt veneus/ zuurstofarm bloed van de weefsels via de sinus venosus. Het linkeratrium ontvangt zuurstofrijk bloed van de longen en huid. Er is 1 ventrikel, dat niet verdeeld is, hoewel het zuurstofrijk en zuurstofarm bloed toch gescheiden word door een spiraalvormige plooï in de conus arteriosus. Zij hebben wel een dubbele circulatie van het bloed waardoor hun bloeddruk hoog ligt, hoewel er nog geen volledige scheiding is tussen de circuits.

5.2.4 ZOOGDIEREN (!)

Het hart van zoogdieren is een musculaire orgaan gelegen in de borstholte, bestaande uit 4 kamers (2 atria & 2 ventrikels). Het hart wordt omringd door een taai hartzakje, het pericardium genaamd. Bij zoogdieren vindt er een dubbele bloedcirculatie plaats. Er wordt dus een onderscheid gemaakt tussen het pulmonary circuit en het systematisch circuit. Deze 2 zijn volledig gescheiden en worden elks bediend door 1 helft van het hart.

Bloed dat terugkeert van de longen (pulmonary circuit) via de longaders verzamelt in het linkeratrium en gaat naar het linkerventrikel. Het bloed wordt dan via de aorta naar de rest van het lichaam gepompt (systematisch circuit).

Bloed dat terugkeert van het lichaam (systematisch circuit) gaat via de inferior (posterior) en superior anterior vena cava naar het rechteratrium en dan naar de rechterventrikel. Het bloed wordt dan via de longslagaders gepompt naar de longen (pulmonary circuit).

Goed om te weten: De linkerventrikel is meer gespierd dan de rechter ventrikel, aangezien de linker ventrikel het bloed naar het ganse lichaam moet pompen, terwijl de rechterventrikel het bloed enkel naar de longen moet pompen, wat veel minder ver is.

De terugstroom van het bloed in het hart wordt tegengehouden door de hartkleppen. Deze kleppen vormen verlengingen van de binnenwand van het hart. Zij kunnen passief openen en sluiten in respons op drukverschillen tussen de hartkamers.

→ Linker atrio-ventriculaire klep (bicuspidalis) en de rechter atrio-ventriculaire klep (tricuspidalis) scheiden de holtes van het atrium en ventrikel in elke helft van het hart

→ Semilunaire aortaklep (van het linker ventrikel) en semilunaire longklep (van het rechter ventrikel) voorkomen terugstroom van het bloed in de respectievelijke ventrikels

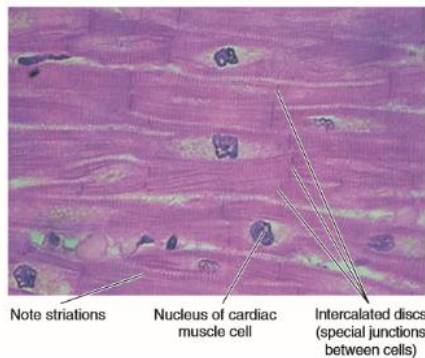
De hartcyclus of het contraheren van het hart wordt in 2 fasen opgedeeld; de systole (= contractie van het hart) & de diastole (= relaxatie van het hart). Wanneer de atria samentrekken (= atrial systole/ ventrikel diastole), ontspannen de ventrikels en worden deze gevuld met bloed. Er stroomt dan zuurstofarm bloed van het rechteratrium naar het rechterventrikel en zuurstofrijk bloed van het linkeratrium naar de rechterventrikel. Ventrikels die samentrekken (= atrial diastole/ ventrikel systole), zorgt voor ontspannen en vullen van de atria. Er stroomt zuurstofarm bloed door de aorta en zuurstofrijk bloed door de longslagaders weg van het hart.

Debiet afhankelijk van hartslag en slagvolume (afhankelijk van leeftijd, geslacht, sport)

Coronaire circulatie: coronaire aderen splitsen links en rechts in het hart om de hartspieren te voorzien van zuurstof en nutriënten. Het hart heeft meer zuurstof nodig dan andere organen → kleinste blockage in coronaire aders kan een hartinfarct veroorzaken. Waarbij hartcellen zullen afsterven door een tekort aan zuurstof.

5.3 HOE VERLOOPT DE PRIKKELGELEIDING OVER HET HART?

De hartspier is onafhankelijk van zenuwactiviteit zoals skeletspieren. Het stimulatiecentrum van de hartspier zit in het hart zelf. De prikkelgeleiding gebeurt door gespecialiseerde hartspiercellen, de pacemakercellen genaamd. Ze zorgen voor een regelmatige contractie van het hart. De hartslag gebeurt dus willekeurig en spontaan.



Cardiac muscle is another type of striated muscle found only in the vertebrate heart. The cells are much shorter than those of skeletal muscle and have only one nucleus per cell (uninucleate). Cardiac muscle tissue is a branching network of fibers with individual cells interconnected by junctional complexes called intercalated discs. Cardiac muscle is considered involuntary muscle because it does not require nerve activity to stimulate contraction. Instead, heart rate is controlled by specialized pacemaker cells located in the heart itself. However, autonomic nerves from the brain may alter pacemaker activity.

De hartspiercontractie bij reptielen, zoogdieren en vogels verloopt als volgt:

- a. 1^e pacemaker zit in de sinusatriale knoop (in de wand van de rechteratria)
 - ➔ Zorgt voor een regelmatige contractie van de hartspier
 - ➔ Initieert elektrische activiteit
- b. Elektrische impuls wordt verspreid over de spieren van 2 atria
 - ➔ Contractie van de atria (ventrikel in rust)
 - ➔ Atria vullen ventrikels met bloed
- c. Elektrische impuls bereikt 2^e pacemaker in de atrioventriculaire knoop (gelegen tussen linker en rechteratria en tussen atria en ventrikels)
 - ➔ Geleid de elektrische impuls, maar met vertraging
 - ➔ Gaat snel door de bundels van his, dan door linker en rechter bundeltakken, dan via netwerk van purkinjevezels naar ventrikels
- d. Systole van ventrikels

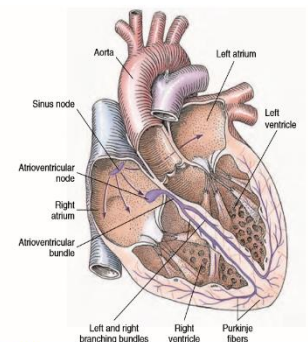


Figure 33-14
Neuromuscular mechanisms controlling heartbeat. Arrows indicate spread of excitation from the sinus node, across the atria, to the atrioventricular node. Wave of excitation is then conducted very rapidly to ventricular muscle over the specialized conducting bundles and Purkinje fiber system.

Bundels van His & Purkinjevezels zijn gemodificeerd spiervezels gespecialiseerd in het doorgeven van elektrische signalen uit de AV knoop naar ventrikels. Ze zijn gelegen in het tussenschot tussen linker- en rechterventrikel. Bundels His en bundeltakken brengen de impuls naar het onderste punt van het hart, Purkinjevezels, en vanaf daar gaat de impuls omhoog. Hierdoor begint de contractie van ventrikels onderin en gaat zo naar boven. Dit is de meest efficiënte manier om het bloed op te stuwen uit het hart.

Structurele specialisaties in Purkinje-vezels:

- ⇒ goed ontwikkelde geïntercaleerde schijven & talrijke spleetovergangen → snelle geleiding door deze vezels.

De hersenstam zorgt voor de externe regulatie van het hart. Deze is verbonden met 2 sets van zenuwen met het hart; de sympathicus en de parasympathicus. De parasympathicus zorgt voor verlaging hartslag bij activatie en de sympathicus zorgt voor de verhoging van de hartslag bij activatie. Beide zenuwen eindigen in de SA knoop van het hart. De hersenstam ontvangt informatie over de bloeddruk en chemie en kan een aanpassing van de hartslag en slagvolume regelen indien nodig.

5.4 WELKE FUNCTIES VERVULT HET LYMFESYSTEEM?

Lymfesysteem = uitgebreid netwerk van dunwandige bloedvaten die in meeste weefsels v/h lichaam ontstaan als blinde lymfevaten. Deze verenigen zich in een boomachtige structuur van steeds grotere lymfevaten. Het is een afvoerend systeem en transporteert lymfe of lymfevocht vanuit de weefsels (afvalstoffen)

- Functies:
 - Overtollige interstitiële vocht terug naar bloed transporteren
 - Transport van grotere moleculen naar bloed zoals lipiden uit de darm
 - Centrale rol in immuunsysteem: lymfeknopen (of lymfeklieren) zijn gelokaliseerd in intervallen langs de lymfevaten.
 - Macrofagen zijn cellen in de lymfeklieren die in staan voor het verwijderen van vreemde deeltjes die anders de algemene bloedsomloop binnen dringen bv bacteriën
 - Lymfeknopen zijn ook centra voor productie, onderhoud en distributie van lymfocyten (essentiële componenten v/d afweermechanisme v/e lichaam; witte bloedcellen die virussen en bacteriën vernietigen)

6. ADEMHALING

6.1 VERGELIJK DE PROBLEMATIEK VAN DE ZUURSTOFOPNAME BIJ DIEREN DIE ADEMHALEN IN WATER EN LUCHT.

Water en land zijn verschillend in hun fysische kenmerken. Zo is de zuurstofconcentratie in lucht zo'n 20x groter dan in water. Bovendien is de diffusie van gasmoleculen immens veel hoger. Gasmoleculen diffunderen namelijk 10000x sneller in lucht dan in water. De CO₂ oplosbaarheid in water is hoger, maar de O₂ oplosbaarheid is hoger in lucht. Verder is de viscositeit van water ongeveer 50x groter dan die van lucht.

Deze verschillen betekenen dat aquatische dieren efficiënte manieren moesten ontwikkelen om O₂ uit water te verwijderen. Er is namelijk een hoger energetische kost verbonden aan de extractie van zuurstof uit water. Vissen met zeer efficiënte kieuwen en pompmechanismen gebruiken 20% van hun energie om aan zuurstofextractie te doen, wat enorm hoog is. Terrestrische dieren gebruiken slechts 1% of 2% van hun energie voor de zuurstofextractie.

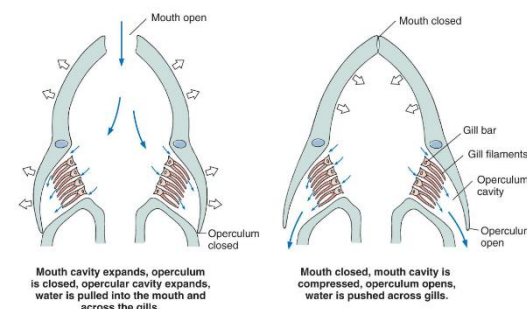
Het respiratorisch oppervlak moet ook dun zijn en moet altijd vochtig gehouden worden door een dun vloeistoflaagje op het respiratorisch oppervlak. Zodat de diffusie van gassen over een waterige fase tussen omgeving en de onderliggende circulatie mogelijk is. In water vormt dit natuurlijk geen probleem, aangezien zij ondergedompeld zijn door water. Dit is echter wel een uitdaging voor terrestrische dieren want hun waterlaag verdampt continu. Om het respiratorisch vlak vochtig te houden en te beschermen tegen schade, wordt het ingewikkeld in invaginaties van het lichaamsoppervlak tegen het uitdrogen. Zij maken eveneens gebruik van een pompsysteem om lucht in en uit de ademhalingsregio te verplaatsen.

6.2 BESPREEK ADEMHALING VIA KIEUWEN MET AANDACHT VOOR BIODIVERSITEIT.

Kieuwen of brachia zijn de ademhalingsapparaten voor het leven in water. Ze bestaan uit eenvoudige externe uitstulpingen van het lichaamsoppervlak. De meest efficiënte kieuwen zijn de interne kieuwen van de vissen, weekdieren en arthropoden. Zij bestaan uit kieuwbogen, filamenten (voorzien van bloedvaten) en lamellen. Interne kieuwen werken volgens het tegenstroomprincipe; Kieuwen zijn zo gerangschikt dat de bloedstroom tegengesteld is aan de waterstroom over de kieuwen. Dit zorgt voor de grootst mogelijke extractie van zuurstof uit het water.

De waterstroom of kieuwventilatie loopt enigszins anders bij weekdieren dan bij vissen: De waterstroom bij weekdieren stroomt over de kieuwfilamenten door beweging van de cilia. De waterstroom bij vissen stroomt over de kieuwen in een constante stroom door de actie van een 2 kleppige skeletspier (1 pomp in de mondholte & 1 pomp in de operculum holte).

- De mond van de vis gaat open
- → de mondholte expandeert
- → operculum is gesloten
- → operculum caviteit expandeert
- → water wordt in de mond gezogen en passert over de kieuwen
- De mond van de vis is gesloten
- → mondholte is samengedrukt
- → operculum opent
- → water wordt over de kieuwen geduwd en verlaat het lichaam via de operculum



De kieuwventilatie wordt vaak ondersteund door de voorwaartse beweging van de vis met zijn mond open.

Antropoden en weekdieren: ook interne kieuwen

Gasuitwisseling

- Same current: gradiënt is aanwezig en er is diffusie mogelijk
 - O₂ conc stijgt in het bloed
 - Bij evenwicht stopt diffusie
- Counter current: bloed een hogere O₂ conc heeft kan er nog steeds zuurstof worden opgenomen uit het water.
 - Diffusie tussen zuurstofrijke water en zuurstofrijke bloed

6.3 VERGELIJK DE ADEMHALING BIJ VOGELS, AMFIBIEËN EN ZOOGDIEREN.

De longen van een vogel bestaan uit een uitgebreide systeem van luchtzakken met een groot aantal buisvormige parabronchi. Hier vindt de gasuitwisseling plaats. Bij inademing gaat een groot deel van de lucht in de achterste luchtzakken, bij uitademing passeert een groot deel van deze lucht langs de parabronchi, waar de luchtcapillairen O₂ opnemen en CO₂ afgeven. Bij een 2de cyclus wordt lucht tijdens het inademen ingezogen in de voorste luchtzakken, en bij uitademing verlaat de lucht het lichaam via de trachea. In de parabronchi is er sprake van het tegenstroomprincipe: de luchtstroom en bloedstroom zijn tegenovergesteld aan elkaar. Dit bevordert de gasuitwisseling. Vogels hebben een zeer efficiënt systeem van gasuitwisseling.

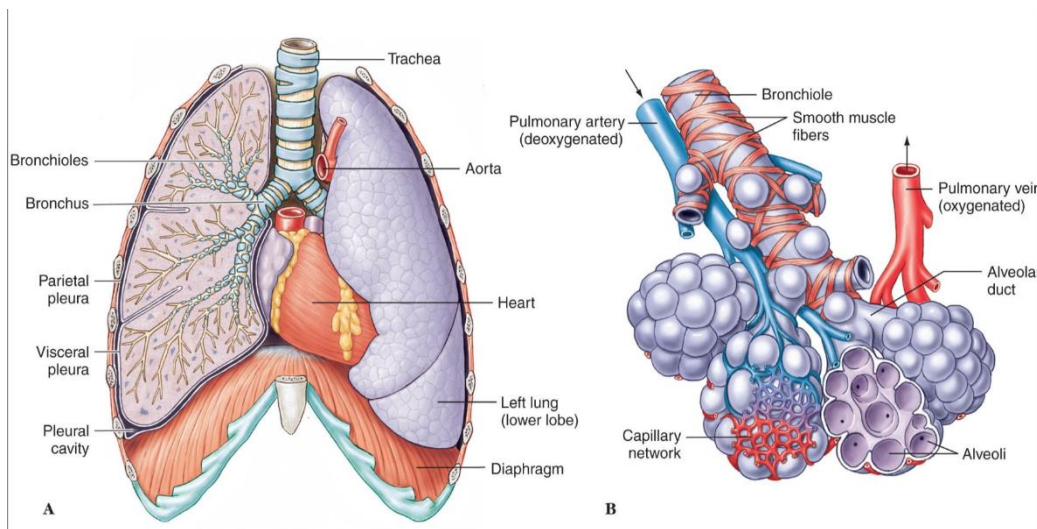
Vogels en zoogdieren regelen ventilatie door een negatieve druk. Door de borstkas te expanderen wordt lucht naar binnen gezogen.

Amfibieën ademen door een positieve druk te creëren. Kikkers ademen door de bodem van hun mond te verlagen, zodat de lucht via de neusgaten binnenstroomt. Dan sluiten ze hun neusgaten en openen ze hun glottis, zodat de lucht in de longen wordt gedwongen door de bodem van de mond te verhogen. Dan ventileren ze de mondholte, en dan worden de longen leeggemaakt door contractie van de lichaamswand en de elastische terugslag van de longen.

Zoogdieren hebben longen die bestaan uit miljoenen kleine luchtzakjes, genaamd alveoli. Deze verhogen het respiratorisch oppervlak (essentieel voor O₂-opname). Er is een groot nadeel aan deze soort longen door de doodlopende structuur van de vertakkingen, zodat lucht binnen- en buitenkomt langs dezelfde tube. Gasuitwisseling vindt enkel plaats in de alveoli. Hierdoor is er een dode ruimte (deel van de luchtwegen waar geen gasuitwisseling plaatsvindt). Bij de uitademing wordt er telkens verse lucht gemengd met lucht waar O₂ uit is gehaald in de dode ruimte. Bij de inademing wordt deze lucht van de vorige cyclus terug ingeademd. Niet alle ingeademde lucht wordt dus gebruikt om O₂ uit te halen. Daarom is deze soort van ademhaling inefficiënt.

6.4 BESPREEK STRUCTUUR EN FUNCTIE VAN HET ADEMHALINGSSTELSEL BIJ ZOOGDIEREN.

Lucht komt binnen in het ademhalingsstelsel via de neusgaten → nasale kamer → interne neusgaten = nasale openingen die verbonden zijn met de pharynx of keel → vanuit de pharynx zal lucht doorheen een nauwe opening gaan (glottis), terwijl voedsel dat eveneens langs de pharynx passeert via de slokdarm verdwijnt → glottis komt vervolgens uit op de larynx (strottenhoofd) → de trachea of luchtpijp → splitst in 2 **bronchiën**, één per long → binnenin de longen vertakt elke bronchus in kleine tubes, de **bronchiolen**. Deze bevatten kleine kanaaltjes (alveolaire kanalen) die uitkomen in de longblaasjes of **alveoli**.



De alveolaire kanalen en alveoli hebben slechts een enkele laag endotheelcellen en zijn vrij **vochtig** om gasuitwisseling tussen lucht en aangrenzende vasculaire capillairen te vergemakkelijken. Verder zijn de bronchiolen bekleed met **mucus** secreterende cellen en cellen met **cilia**, die een belangrijke rol spelen in het **conditioneren** van de **lucht** alvorens deze de alveoli bereikt. De lucht wordt immers gefilterd van stof, verwarmd tot lichaamstemperatuur en bevochtigd in zijn weg naar de longblaasjes.

De longen zelf bevatten veel elastisch bindweefsel dat afgelijnd is door een dun laagje taai endotheel dat men de viscerale pleura of het longvlies noemt. Het vlies is dubbelgevouwen en vormt aan de buitenkant tegen de borstholte het pariëtale pleura of borstvlies. Tussen deze twee lagen bevindt zich weefselvocht en heerst er een gedeeltelijk vacuüm of **negatieve intrapleurale druk**. Dit vacuüm zorgt ervoor dat de longen geëxpandeerd blijven en meebewegen met de ribben.

Bij inademing worden de ribben omhoog getrokken en contraheert het diafragma. Het diafragma is een koepelvormige spier die een scheiding vormt tussen de borstholte en de buikholte (abdomen). Een **gespierd diafragma** komt enkel bij zoogdieren voor. Door de contractie wordt de spier vlakker. Dit in combinatie met de beweging van de ribben resulteert in een expansie van het volume van de borstkas. Dit zorgt dan weer voor een daling in de intrapleurale druk en de **intrapulmonaire druk** (druk in de longen) tot onder de atmosferische druk. Hierdoor wordt lucht in de longen gezogen om het drukverschil gelijk te maken. Het uitademen wordt vervolgens geïnitieerd door de elastische terugslag van het bindweefsel en door ontspanning van spieren. De ribben en het diafragma zullen naar hun oorspronkelijke positie terugkeren waardoor het volume van de borstkas weer daalt. De intrapleurale en intrapulmonaire druk nemen toe en lucht wordt naar buiten geduwd.

Bij **inspanning** zal men echter geforceerd uitademen om zo meer lucht uit de longen te duwen en bij de volgende inademing dus ook meer lucht in te ademen. Dit wordt bereikt door enerzijds contractie van de **interne intercostale spieren**. Dit zijn extra spieren tussen de ribben die ervoor zorgen dat de ribben in grotere mate naar omlaag en inwaarts worden getrokken. Anderzijds zorgt contractie van de **buikspieren** ervoor dat de abdominale

organen omhoog worden geduwd waardoor het diafragma eveneens meer omhoog wordt gedrukt dan bij normale uitademing.

Ademen gebeurt automatisch, maar kan wel willekeurig **gecontroleerd** worden. De neuronen in de **medulla** in de hersenen reguleren de normale ademhaling door spontaan ritmische signalen te produceren die spiercontracties veroorzaken van het diafragma en de externe intercostale spieren. De ademhaling moet zich echter wel kunnen aanpassen aan de veranderende zuurstofbehoefte van het lichaam. Om dit te kunnen doen zijn er centrale en perifere **chemoreceptoren** die vooral gevoelig zijn voor een stijging in **CO₂ concentratie**. Een hogere CO₂ concentratie gaat gepaard met een verhoging in H⁺ concentratie (door reactie met water) in het cerebrospinaal vocht waarin de hersenen baden. Deze verzuring stimuleert de centrale chemoreceptoren die dan zullen zorgen voor een stijging in zowel snelheid als diepte van de ademhaling zodat er relatief meer zuurstof kan opgenomen worden en de concentratie CO₂ daalt. De perifere receptoren reageren op hun beurt op concentratieveranderingen in het bloed en geven een signaal aan de medulla indien het niveau CO₂ of H⁺ stijgt.

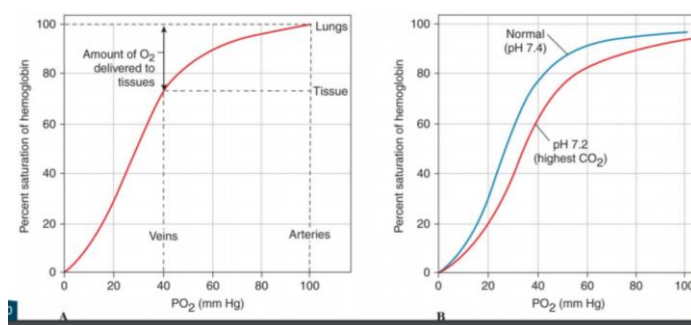
6.5 WAAROM ZIJN ADEMHALINGSPIGMENTEN NOODZAKELIJK? HOE ZIET EEN ZUURSTOFBINDINGSCURVE ERUIT?

Ademhalingspigmenten zijn noodzakelijk omdat slechts 1% van de nodige O₂ kan worden opgelost in het plasma van het bloed en hiermee getransporteerd worden. De andere nodige hoeveelheid wordt getransporteerd adhv respiratorische pigmenten.

Bij vertebraten: hemoglobine, bij invertebraten: andere structuren. Hemoglobine komt voor in de erythrocyten (rode bloedcellen) en bestaat uit 4 subunits waar stoffen aan kunnen binden en een heemgroep met Fe.

Hemoglobine saturatiecurve/ O₂ dissociatiecurve: Deze sigmoïdale curve wordt bepaald door de 4 subunits van hemoglobine en hun interacties. O₂ wordt afgegeven aan weefsels met een lage partiële PO₂

Rechtercurve: illustratie van het Bohr-effect: → Hoge concentratie CO₂ zorgt voor lagere pH bevordert de afgifte van O₂



6.6 BESPREEK HET TRANSPORT VAN ZUURSTOF EN KOOLSTOFDIOXIDE IN HET BLOED BIJ ZOOGDIEREN.

Respiratoire pigmenten zorgen voor het transport van bijna alle O_2 en een significante hoeveelheid CO_2 . Bij de mensen is dit pigment hemoglobine. Het bestaat uit een heemgroep (bevat ijzer, wat zorgt voor de rode kleur) en globine (een kleurloze proteïne). De heemgroep heeft een zeer grote affiniteit voor O_2 en zal er bijgevolg aan binden. Zo kan het O_2 vervoeren naar andere plaatsen in het lichaam langs de bloedbaan. O_2 beweegt van hoge naar lage partiële druk, dus van de alveoli naar het bloed, en van het bloed naar de weefsels.

CO_2 kan op 3 manieren worden vervoerd. In de weefsels (hogere partiële druk CO_2) zullen de CO_2 moleculen bewegen naar het bloed (lagere partiële druk CO_2). 5% van de CO_2 moleculen worden opgelost in het plasma. 25% bindt aan hemoglobine (niet aan de heemgroep, maar aan aminogroepen van de aminozuren). 70% komt rode bloedcellen binnen, waar het enzym carbonic anhydrase het omzet tot koolzuur (H_2CO_3). H_2CO_3 dissocieert onmiddellijk in H^+ en HCO_3^- . Een deel van de bicarbonaat ionen verlaat de rode bloedcel en wordt opgelost in het plasma. Bij het verlaten van de bicarbonaat ionen vindt er een uitwisseling met Cl^- plaats over de membraan van de rode bloedcel en neemt de rode bloedcel dus Cl^- op. Dit zorgt ervoor dat er in bloed met een hogere partiële druk van CO_2 een hogere Cl^- concentratie is. Aan de alveoli is er een lagere partiële druk CO_2 dan in het bloed, dus aan de diffundeert CO_2 naar de longcapillairen.

7. ION- EN OSMOREGULATIE

7.1 GEEF VOORBEELDEN VAN DIEREN DIE IN TERMEN VAN ION- EN OSMOREGULATIE ALS CONFORMERS OF REGULATOREN KUNNEN WORDEN BESCHOUWD. IN WELKE MILIEUS KOMEN DEZE DIEREN VOOR?

Conformers (breed tolerantiegebied) ⇒ perfect lineaire grafiek = 'line of conformity'

Conformers zijn organismen die 'conformer' aan wat er in hun omgeving gebeurt en varieert. Ze gaan dus niet reguleren maar mee met de omgeving variëren.

BV. De spinkrab die in de open zee leeft, een omgeving die vrij tot zeer stabiel is met weinig variatie ([zeewater-zout] = 35 g/L). Door dit stabiel milieu is de spinkrab in staat bij (kleine) veranderingen de interne omgeving mee te laten wijzigen. De spinkrab conformeert naar de [zeewater] en is dus een marien invertebraat.

Regulators (nauw tolerantiegebied) ⇒ afgeplatte grafiek met plateau = stabiliteitszone

Regulators zullen bij veranderingen in de externe omgeving reguleren zodanig dat hij het interne milieu nagenoeg constant kan houden (optimum) → volgt uit de homeostase, maar dit proces kent wel limieten. **BV.** de Strandkrab die in instabiele omgevingen leeft zal bij variaties de interne extracellulaire condities nagenoeg constant houden (binnen zekere marges → daarna gedraagt deze zich als conformer). We denken bijvoorbeeld aan stranden, kusten en mondingen waar, door onder andere, getijden variaties zoals zoutconcentraties zich voor kunnen doen. De Strandkrab reguleert naar de +/- de [zeewater] (= 35 g/L) en dit kan gedaan worden door waterexcretie via de nieren of de actieve opname van ionen in kieuwen. De strandkrab is een estuarien invertebraat.

7.2 MET WELKE ION- EN OSMOREGULATORISCHE PROBLEMEN WORDEN MARIENE EN ZOETWATERBEENVISSEN GECONFRONTEERD EN HOE LOSSEN ZE DIE OP?

De zoutconcentratie in de zee is 35 g/L. De zoutconcentratie van zoetwater is 1 g/L.

ZOETWATERBEENVIS

In zoetwater heerst er een lage zoutconcentratie, wat het reguleren van het interne extracellulaire milieu moeilijk maakt. Bovendien is een zoetwaterbeenvis een vertebraat. Hierdoor weten we dat de zoetwaterbeenvis een regulator is, waarbij zijn inwendige extracellulaire omgeving ongeveer $1/3$ à $1/4^e$ is van de zoutconcentratie van de zee (= 10 g/L). Met andere woorden de interne extracellulaire omgeving (= 10 g/L) heeft een grotere zoutconcentratie dan de omgeving (= 1 g/L).

Problemen voor zoetwaterbeenvissen:

Door het feit dat de zoutconcentratie van de interne extracellulaire omgeving groter is dan die van de uitwendige omgeving, zal de zoetwaterbeenvis zouten verliezen aan de omgeving. Zouten lekken passief naar buiten.

De vis gaat ook passief water opnemen, doordat er een osmotische druk is van 1 g/L tegenover 10 g/L. het water beweegt naar de plaats waar het meeste zouten zijn. Dus water zal in de vis stromen. Indien er teveel passieve wateropname is, kan de opzwellen.

Oplossing:

- De vis gaat geen water drinken, aangezien het passief binnenkomt
- De excretie van water gebeurt via de urine
- De vis gaat via zijn voedsel actief ionen (zouten) opnemen. De zouten worden vastgehouden en dus zullen de uitwerpselen uitgescheiden worden met zo min mogelijk zouten
- De vis gaat via zijn kieuwen actief ionen opnemen uit de omgeving.
 - ➔ Probleem: als zouten worden opgenomen uit de omgeving gaat dat altijd gepaard met de passieve wateropname. Hierdoor bestaat er een kans dat er teveel water wordt opgenomen
- Actieve reabsorptie van ionen in nieren, waardoor de urine verdund is. zo kan overtollig water worden afgevoerd.
- De schubben en mucus zorgen ervoor dat de huid niet te permeabel is, zodat er niet nog meer water naar binnenkomt en zout naar buiten gaat.

De zoetwaterbeenvis is dus een efficiënte hyperosmotische regulator.

MARIENE BEENVISSSEN

De mariene beenvis heeft een interne extracellulaire concentratie van 10 g/L ($1/3$ à $1/4^e$ van de mariene zoutconcentratie). De interne extracellulaire concentratie is dus te vergelijken met die van een zoetwaterbeenvis. Dit is niet wat we hadden verwacht van een mariene vis en dit komt doordat de mariene beenvis evolutief verwant is aan de zoetwater beenvis.

Problemen voor mariene beenvissen:

De marine beenvis moet passief ionen/ zouten opnemen in plaats van actief, aangezien de zoutconcentratie van de omgeving veel hoger is dan de interne extracellulaire concentratie. Er is een gevaar dat de vis teveel zouten opneemt.

Water gaat hier door osmose uit de vis stromen, waardoor er een verlies van water plaatsvindt. Dit komt door dat de zoutconcentratie van de omgeving veel hoger ligt (uitdrogingsgevaar).

Oplossing:

De vis gaat voortdurend drinken (tegen het uitdrogingsgevaar). Bij het drinken komen er ook heel veel zouten binnen. Via de voeding komen er ook zouten binnen. In het spijsverteringstelsel worden zouten en water opgenomen. In de uitwerpselen zullen een heel groot deel van de zouten worden uitgescheiden (bv. $MgSO_4$).

Kieuwen gaat actief zouten uitscheiden door een specifiek celtype. Dit celtype noemt men de chloridecel. Deze bevatten veel mitochondriën, veel glycogeengranules en hoge ionentransportactiviteit. ➔ **Nevenwerking:** ook een deel van het water zal worden uitgescheiden.

Nieren gaan ervoor zorgen dat zouten extra gesecreteerd worden naar de urine en met de urine afgevoerd worden. (Er wordt zo weinig mogelijk water afgevoerd via de urine). Dus de nieren gaan zeer geconcentreerde urine produceren met weinig water en veel zeezouten.

Schubben en mucus: afscheiding van omgeving.

7.3 BESPREEK EN VERGELIJK DE ION-OSMOREGULATIE BIJ ZOETWATERBEENVISSEN EN AMFIBIEËN.

Zoetwaterbeenvissen (= hyperosmotische regulatoren)

- Passieve opname van water en verlies van ionen
- Excretie van water via urine
- Actieve reabsorptie van ionen in nieren-->verdunde urine
- Actieve opname van ionen via kieuwen en voedsel
- Schubben en mucus

Amfibieën

- Permeabele huid & actieve opname van ionen via de huid
 - ➔ Passieve opname van water en verlies van ionen
- Excretie van water via urine
- Actieve opname van ionen via huid en voedsel
- Actieve reabsorptie van ionen in nieren
 - Verdunde urine wanneer in water
 - Geconcentreerde urine wanneer op land

Zoetwater Beenvissen en amfibieën gaan zeer gelijkaardig om met hun ion-osmoregulatie. Amfibieën hebben echter nog extra aanpassingen voor wanneer ze zich op land willen verplaatsen. Ze kunnen namelijk aanpassen hoeveel water hun nieren reabsorberen afhankelijk van de omgeving. In water gaan ze verdunde urine produceren, terwijl op land ze veel water gaan resorberen en dus geconcentreerde urine gaan produceren. Dit laat hen toe om hun waterinhoud trager te verliezen in een omgeving waar water zeer schaars is. Zoetwater Beenvissen hebben deze aanpassing natuurlijk niet nodig aangezien zij zich constant in een overschot aan (zoet) water bevinden.

Maar beide organismen hebben dus ook veel gemeen zoals bv. een passieve opname van water en verlies van ionen, excretie van water via urine en een actieve opname van ionen via huid/kieuwen en voedsel.

7.4 WAT ZIJN DE VERSCHILLEN IN ION- EN OSMOREGULATORISCHE STRATEGIE TUSSEN BEENVISSEN EN KRAAKBEENVISSEN?

MARIENE BEENVISSEN

De mariene beervis heeft een interne extracellulaire concentratie van 10 g/L ($1/3$ à $1/4^e$ van de mariene zoutconcentratie). De interne extracellulaire concentratie is dus te vergelijken met die van een zoetwaterbeervis. Dit is niet wat we hadden verwacht van een mariene vis en dit komt doordat de mariene beervis evolutief verwant is aan de zoetwater beervis.

Problemen voor mariene beenvissen:

De marine beervis moet passief ionen/ zouten opnemen in plaats van actief, aangezien de zoutconcentratie van de omgeving veel hoger is dan de interne extracellulaire concentratie. Er is een gevaar dat de vis teveel zouten opneemt.

Water gaat hier door osmose uit de vis stromen, waardoor er een verlies van water plaatsvindt. Dit komt door dat de zoutconcentratie van de omgeving veel hoger ligt (uitdrogingsgevaar).

Oplossing:

De vis gaat voortdurend drinken (tegen het uitdrogingsgevaar). Bij het drinken komen er ook heel veel zouten binnen. Via de voeding komen er ook zouten binnen. In het spijsverteringsstelsel worden zouten en water opgenomen. In de uitwerpselen zullen een heel groot deel van de zouten worden uitgescheiden (bv. $MgSO_4$).

Kieuwen gaat actief zouten uitscheiden door een specifiek celtype. Dit celtype noemt men de chloridecel. Deze bevatten veel mitochondriën, veel glycogeengranules en hoge ionentransportactiviteit. → **Nevenwerking:** ook een deel van het water zal worden uitgescheiden.

Nieren gaan ervoor zorgen dat zouten extra gesecreteerd worden naar de urine en met de urine afgevoerd worden. (Er wordt zo weinig mogelijk water afgevoerd via de urine). Dus de nieren gaan zeer geconcentreerde urine produceren met weinig water en veel zeezouten.

Schubben en mucus: afscheiding van omgeving.

KRAAKBEENVISSEN

Elasmobranchen (haaien en roggen, subklasse van kraakbeenvissen) hebben een andere manier van osmoregulatie dan de beenvissen. De intern extracellulaire omgeving is $1/2^e$ van de omgeving (= 35 g/L).

Doordat ook hier de zoutconcentratie van de omgeving hoger is dan die van het interne extracellulaire milieu, zal er een passieve opname van ionen plaatsvinden. Langs de andere kant, de kraakbeenvissen kampen niet met het probleem van verlies van water.

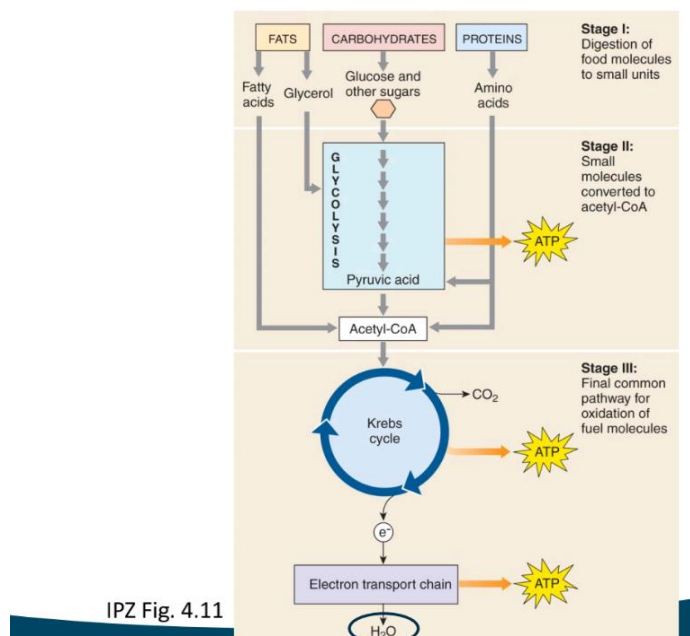
De kraakbeenvissen nemen water passief op. Door het ureum in hun bloed, is hun bloed licht hyperosmotisch. Ureum is het afbraanproduct van ammoniumproducten. Zij krijgen N binnen door het eten van andere vissen en dit voeren ze af in de vorm van ureum. Ze slagen ureum op in hun bloed waardoor die dus hyperosmotisch is tegenover hun omgeving. Hierdoor gaan ze passief water opnemen en hebben dus geen probleem dat ze water kwijtraken (ureum trekt water aan).

Water wordt uitgescheiden via de urine, om het passief opgenomen water kwijt te spelen. Er is eveneens een actieve excretie van zouten door nieren en zoutklier via de urine. Haaien nemen passief zouten op door de concentratiegradiënt, aangezien de zoutconcentratie buiten de haai groter is dan binnenin.

7.5 WAT ZIJN DE BELANGRIJKSTE ION- EN OSMOREGULATORISCHE PROBLEMEN WAARMEE TERRESTRISCHE DIEREN TE MAKEN HEBBEN? GEEF OOK VOORBEELDEN VAN AANPASSINGEN AAN EXTREME OMSTANDIGHEDEN.

Terrestrische dieren hebben het meeste moeite met de waterbalans te behouden, om zo uitdroging te vermijden. Water kan namelijk verloren gaan door verdamping via ademhaling, via het lichaamsoppervlak (bv. regenworm doet aan huidademhaling), excretie van urine en eliminatie in faeces. De watervoorraad van terrestrische dieren wordt aangevuld door voeding en drinken en door behoud van metabool water na oxidatie van energiehoudende moleculen (zoals koolhydraten en vetten).

Metabool water



glycolyse → citroenzuurcyclus → elektronen afgeven aan elektronentransportketen → O₂ omgezet naar water = H₂O door metabolisme omgezet = metaboolwater

De mens (terrestrisch zoogdier) gaat zijn watervoorraad aanvullen door het drinken van water en via de voeding. Terwijl de wangzakmuis niet veel zal kunnen drinken (geen water in de woestijn) en dus voornamelijk afhankelijk zal zijn van het metabole water.

De mens zal water verliezen via urine, terwijl de wangzakmuis minder zal verliezen via urine. Zij zullen eerder water verliezen door verdamping. De wangzakmuis heeft wel een systeem om de verdamping te beperken door middel van zijn lang neusje waarvan het tipje veel kouder is. bij ademhaling zal het vocht terug condenseren en terug worden opgenomen.

7.6 WAT ZIJN DE VERSCHILLENDE VORMEN VAN STIKSTOFEXCRETIE DIE VOORKOMEN DOORHEEN HET DIERENRIJK? GEEF TELKENS VOORBEELDEN VAN RELEVANTE DIERGROEPEN.

Ammonium is het primaire afbraakproduct van stikstofhoudende verbindingen (zoals DNA, RNA etc.), en is erg schadelijk. NH₃ & NH₄⁺ moeten dus afgevoerd worden (= stikstofexcretie) en dieren doen dit op verschillende manieren afhankelijk van hun habitat.

Mechanismen voor stikstofexcretie: 3 grote groepen

Ammoniooteel is de rechte excretie van ammonium of ammoniak. Dit komt voornamelijk voor bij aquatische dieren. Bijvoorbeeld mariene beenvissen maken gebruik van omgevingswater en doen aan diffusie over de kieuwen (concentratiegradiënt nodig). Ze leven in een groot watervolume en hebben een hoge $[\text{NH}_3]$ in de kieuwen en een lage $[\text{NH}_3]$ in de omgeving. Zo ontstaan er dus een concentratiegradiënt en is de excretie van ammoniak via simpele diffusie mogelijk.

Bij het ureoteel mechanisme wordt stikstof eerst omgezet naar een minder schadelijk verbinding, namelijk ureum. Dit zijn ureotele dieren (zoogdieren, amfibieën, haaien & sommige beenvissen) en gaan dus N excreteren onder de vorm van ureum.

Bij het uricoteel mechanisme (reptielen, vogels, insecten & slakken) wordt N ook omgezet naar een minder schadelijke verbinding, maar hier wordt het omgezet naar urinezuur in plaats van naar ureum. Urinezuur is zeer slecht wateroplosbaar en is zeer zuur. Hierdoor is de urine zeer geconcentreerd en dat helpt om weinig water uit te scheiden. Omdat urinezuur zo slecht wateroplosbaar is, gaat het kristallen vormen (ook slecht water oplosbaar), waardoor er dus niet veel water mee wordt uitgescheiden.

- Reptielen en vogels
 - Amniotisch ei
 - harde eischaal: tegen uitdroging
 - chorion
 - Amnion: begrenst waterige omgeving
 - Urinezuur wordt als kristallen opgeslagen

Urinezuur wordt afgezet als kristallen

belangrijk voor de ontwikkeling van dieren (die urinezuur produceren)

→ Door **evolutie**

- Nakomelingen moeten tijdens embryonale ontwikkeling kunnen ontwikkelen in een vochtige omgeving (dit gaat niet goed in een droge omgeving)

→ De eerste dieren leefden in een waterig milieu, die geen probleem hadden hiermee

→ Uitdaging toen dieren op het land kwamen

-Als oplossing worden de nakomelingen tijdens hun embryonale ontwikkelen verpakt in een compartiment dat vochtig gehouden wordt

-Harde eischaal: embryo beschermd tegen omgeving

-Chorion: extra barrière die de embryo afsluit van de omgeving

-Amnionvlies: bakent vochtige ruimte af (hierin zit het vruchtwater)

⇒ Waterige omgeving is essentieel om het embryo te laten ontwikkelen

⇒ Dieren hebben zich ontwikkeld om een amniotisch ei te vormen (aanpassing aan nieuw habitat)

-Voeding via dooier (hierin zitten bv. proteïnen)

→ Voeding wordt afgebroken door embryo en er komt stikstof vrij

→ Dit is schadelijk als het wordt opgestapeld als ammoniak in die kleine vochtige omgeving die het embryo ter beschikking heeft (Dit is toxisch voor het embryo)

⇒ Evolutie; omzetting in urinezuur dat slecht wateroplosbaar is en daardoor kristallen zal vormen. Het wordt afgezet binnen de ruimte binnen het amnion, maar het is onschadelijk omdat het niet oplost in het water (embryo ondervindt hier geen last van)

→ Embryo kan de stikstofverbindingen dus afbreken zonder dat het schadelijk is

7.7 BESPREEK DE STRUCTURELE EN FUNCTIONELE ORGANISATIE VAN DE NIER BIJ ZOOGDIEREN. HOE KAN ER EEN HYPEROSMOTISCHE URINE GEVORMD WORDEN?

We nemen als voorbeeld de menselijke nier.

De nier heeft als functies osmoregulatie, het verwijderen van afvalstoffen, het reguleren van volume en samenstelling interne vloeistofcompartimenten, het reabsorberen van glucose en Na^+ en het opconcentreren van ureum.

De nier bestaat uit een schors (cortex) en een merg (medulla). De functionele eenheid van de vertebrate nier is een nefron. Miljoenen nefronen produceren allemaal apart urine die vervolgens worden verzameld in verzamelbuizen en uiteindelijk terechtkomen in het nierbekken. Nefronen lopen vanuit de cortex tot in de medulla; het bovenste deel van een nefron ligt in de cortex; het grotere, onderste deel ligt in de medulla van de nier.

Een nefron is opgebouwd uit een nierlichaampje; bestaande uit een glomerulus (een capillair kluwen van bloedvaten) met daarrond het kapsel van Bowman. Dit geheel staat in voor de primaire filtratie van het bloed. Het primaire ultrafiltraat (filtraat ontstaat door bloeddruk, aanwezig in de glomerulus) wordt opgevangen in het kapsel van Bowman. Daarnaast heb je ook een nierbuis; bestaande uit een proximale buis, een neerwaartse en opwaartse lus van Henle en distale buis. Dit volledige geheel heeft als functie op water, glucose, zouten (NaCl), aminozuren... te resorberen en het overtollige te secreteren. Na de distale buis komt het filtraat in een verzamelbuis terecht; hier gebeurt reabsorptie van H_2O en ureum. Wanneer de eigenlijk urine terechtkomt in het nierbekken, wordt de urine vervolgens afgevoerd via de ureter naar de blaas waar het terechtkomt in de urineblaas. De urine wordt verwijderd uit het lichaam via de urethra.

In de nier heerst een osmolariteitgradiënt; deze gradiënt is essentieel voor de werking van de nieren. Wanneer het ultrafiltraat in de proximale tubulus komt, treedt er actief transport op van NaCl . Water zal uiteindelijk volgen. Er treedt geen diffusie op want er is geen gradiënt (zowel in het filtraat als in het interstitieel vocht heerst er 300 mOsm). Vervolgens komt het filtraat terecht in de neerwaartse lus van Henle; de osmolariteitgradiënt van het interstitieel vocht rond de tubulus begint te stijgen naar 600-700 mOsm. Hierdoor wordt er water onttrokken uit de tubulus. De neerwaartse lus van Henle is enkel waterpermeabel. Osmolariteit in de tubulus stijgt vervolgens ook. Vanonder in de lus van Henle heerst er dezelfde osmolariteit in zowel de tubulus als in het interstitieel vocht; 1200 mOsm. De opwaartse lus van Henle is enkel permeabel voor zouten (NaCl); obligate reabsorptie van zouten vindt plaats. In de proximale tubulus en in de opwaartse lus van Henle vindt er dus een obligate reabsorptie plaats van Na^+ (NaCl) van 85%. Dit getal staat vast!

Op het einde van de lus van Henle pompen we NaCl actief tegen zijn concentratiegradiënt in, uit de tubulus. Hierdoor daalt de osmolariteit in de tubulus tot 100 mOsm. Door deze lagere osmolariteit kan er opnieuw water worden gereabsorbeerd door de omgeving. Dit staat onder hormonale regulatie (stippellijnen).

Hier wordt de hormonale regulatie even uitgelicht. Het is belangrijk dat de bloedosmolariteit constant gehouden wordt, maar in bepaalde gevallen kan deze stijgen wanneer men bijvoorbeeld hard zweet en weinig drinkt; er treedt veel waterverlies op. Dit waterverlies en dus stijging van de bloedosmolariteit, wordt gedetecteerd door osmoreceptoren in de hersenen (meer bepaald in de hypothalamus). De hypothalamus stelt ADH vrij (anti-diuretisch hormone) en dat gaat ervoor zorgen dat het lichaam meer water kan vasthouden. ADH komt terecht in de distale en verzamelbuis en zorgt ervoor dat er meer waterkanalen worden ingebouwd in de wand van de distale en verzamelbuis. Hoe meer kanalen er worden ingebouwd in de wand van die tubuli, hoe meer waterreabsorptie er kan plaatsvinden. We spreken hier over waterKANALEN want water kan niet actief getransporteerd worden! Er bestaat niet zoiets als waterpompen! Thee, alcohol en koffie inhiberen de productie van ADH; hierdoor worden er minder waterkanalen ingebouwd en gaat er dus veel water verloren.

Nu al het water en zouten gereabsorbeerd zijn, blijven enkel de afbraakproducten van stikstof (ureum) in het filtraat achter; ze zijn enorm opgeconcentreerd! Verzamelbuis is permeabel voor ureum; omgeving neemt ureum op. Ureum draagt bij tot de osmotische gradiënt in het niermerg. De osmotische gradiënt wordt deels veroorzaakt door NaCl die wordt opgenomen vanuit de opwaartse lus van Henle maar ook door opstapeling van ureum in het weefsel.

Hyperosmotische urine; sterk geconcentreerde urine. Dit kan gevormd worden indien het lichaam te weinig water binnenkrijgt (bijvoorbeeld men drinkt te weinig en/of men zweet hard → veel vochtverlies). Het lichaam gaat hierop reageren via de hormonale regulatie om toch zoveel mogelijk water vast te houden. Zie hierboven.

Dit deel valt ook onder de hormonale controle van tubulaire reabsorptie en draagt onrechtstreeks bij tot de vorming van hyperosmotische urine. Indien de bloeddruk en het bloedvolume daalt door bijvoorbeeld dehydratie, wordt deze daling waargenomen door receptoren in het juxtaglomerulair apparaat (JGA). Dit apparaat stelt op zijn beurt renine vrij; dit cleavet angiotensinogeen in angiotensine I. Angiotensine I wordt vervolgens omgezet door ACE (angiotensine convertende enzyme) in angiotensine II. Angiotensine II stimuleert de bijnier voor de productie van aldosterone; stimuleert de reabsorptie van water en Na⁺ en de excretie van K⁺. Angiotensine stimuleert ook dorst. Hierdoor brengen we het bloedvolume terug op een normaal niveau en dus ook de bloeddruk. Angiotensine II leidt ook rechtstreeks tot een stijging van de bloeddruk door vasoconstrictie. Renine verhoogt ook de productie van ADH.

8. SPIJSVERTERING EN ENERGIE

1x gevraagd: geef alle organen die een rol spelen bij de spijsvertering en leg uit

8.1 WELKE ROL SPEELT DE MAAG IN HET SPIJSVERTERINGSPROCES?

(kort antwoord: afbreken van proteïnen naar kleinere polypeptiden)

In de maag wordt voedsel opgeslagen en is er een initiële vertering. Sommige dieren (vogels, insecten, crustacea) hebben een extra spiermaag om voedsel te vermalen (met steentjes, chitinetanden, verkalkte tanden, ...).

De maagwand secreteert maagsappen, die bestaan uit HCl, pepsine en in het geval van herkauwers chymosine (rennin). HCl zorgt ervoor dat er een zure omgeving is ($\text{pH}=1,5$). Deze zure omgeving zorgt ervoor dat het protease enzym pepsine actief wordt. Pepsine breekt peptidebindingen van grote proteïnen in kleinere polypeptiden. Dit is wel nog geen volledig gedegradeerd eiwit. De verdere vertering van het eiwit gebeurt in de darm door andere protease.

De maag secreteert continu deze maagsappen, maar de secretie wordt gestimuleerd door geur, zicht, maagvulling, angst en woede. Er is ook een mucuslaag (=slijmlaag) aan de maagwand, die de maagwand beschermt tegen de zure sappen en schade.

De maag produceert ook een hormoon genaamd gastrine. De secretie van gastrine wordt gestimuleerd door de parasympathicus en door eiwitrijke voeding in de maag. Gastrine stimuleert de secretie van HCl door de maag en de maagmotiliteit.

8.2 WELKE ROL SPEELT DE DUNNE DARM IN HET SPIJSVERTERINGSPROCES?

De dunne darm staat in voor de finale vertering en absorptie. Voor die absorptie is oppervlaktevergroting zeer belangrijk (door lengte van de darm, microvilli, darmvilli). De dunne darm secreteert membraanenzymen: aminopeptidase (afbreken van kleine peptides in aminozuren), disaccharidase (zet 12C suikers of disachariden om naar 6C suikers of monosachariden) (bv. maltase, lactase en sucrase), alkaline fosfatase (afbraak fosfaathoudende moleculen), nucleotidasen en nucleosidasen (afbreken van nucleotides naar nucleosides naar (stikstofhoudende basen, suikers en fosfaten).

Ook nemen de darmvilli monosachariden, aminozuren, peptiden en triglyceriden op.

Ook worden er 2 hormonen gesecreteerd: secretine en CKK (cholecystokinine).

Secretine wordt geproduceerd door de duodenumwand. De secretie wordt gestimuleerd door zure voeding in de maag en in de dunne darm. Secretine stimuleert de galsecretie, de secretie van bicarbonaat door de pancreas en de vertering van vetten door inhibitie van de maagmotiliteit.

CKK wordt geproduceerd door de dunne darmepitheel. De secretie wordt gestimuleerd door vetzuren en aminozuren in de duodenum. Secretine stimuleert de galsecretie, de secretie van pancreasenzymen en een verzadigingsgevoel in de hersenen.

8.3 WAT IS DE ROL VAN DE PANCREAS IN HET SPIJSVERTERINGSPROCES?

De pancreas heeft een exocriene functie, dit wil zeggen dat het zorgt voor uitwendige afscheiding, het pancreassap. Het pancreassap is van groot belang voor de vertering in het deodenum. Dit sap bevat heel veel proteasen zoals trypsine, chymotrypsine en carboxypeptidase. Chymotrypsine gaat de hydrolytische splitsing van peptidebindingen katalyseren en carboxypeptidase gaat de aminozuren van carboxyle polypeptide-uiteindeinden er afhalen. Verder gaan er ook lipases (voor vetafbraak), amylases (voor zetmeelafbraak) en nucleasen (voor RNA en DNA afbraak tot nucleotiden). In wisselwerking met gal, zal het pancreassap dus van groot belang zijn van de vertering van chymus(voedsel) in de duodenum.

8.4 WAT IS DE ROL VAN DE GAL IN HET SPIJSVERTERINGSPROCES?

Gal wordt gesecreteerd door de lever en gaat via de galweg naar de deodenum van de darm. Tussen maaltijden in wordt het galsap opgeslagen in de galblaas, indien er vet voedsel in de duodenum terechtkomt zal het gal dat opgeslagen is, kunnen worden vrijgesteld.

Het belang van gal in de spijsvertering zit in het feit dat dit sap galzouten en galpigment bevat. Deze galzouten gaan namelijk de vetvertering bevorderen. Het brengt vetten in emulsie (kleine druppels), waardoor de oppervlaktespanning verlaagt. Dankzij de vele kleine druppels is er een tegelijkertijd een oppervlaktevergroting waardoor lipasen de vertering van deze vetten makkelijker kan controleren. Vetten kennen namelijk initieel een zeer slechte enzymatische vertering.

Het galpigment geeft de specifieke geel/groene kleur, afkomstig van bilirubine. Dit is een afbraakproduct van hemoglobine.

Verder bevat galsap water en geen enzymen.

8.5 WAT IS DE ROL VAN DE LEVER IN HET ENERGIEMETABOLISME?

Alles wat in de darm terechtkomt, passert eerst langs de lever (= first pass metabolisme). Dit wordt mogelijk gemaakt door de poortader. Dit vermijdt dat moleculen opgenomen uit de darmen via het hart rechtsreeks de andere organen zouden kunnen bereiken.

De lever reguleert dus de aanvoer van nutriënten naar andere weefsels en converteert moleculen naar andere moleculen (bv. omzetten van schadelijke moleculen = detoxificatie of het omzetten van energiehoudende moleculen). Het staat dus in voor de detoxificatie, opslaghuis voor glycogeen & glucosehomeostase, het synthesececenter van eiwitten (plasmaproteïnen) en de afbraak van versleten rode bloedcellen.

Het is het orgaan dat het enrgiemetabolisme reguleert. Onder andere het koolhydraatmetabolisme (gluceogenese), vetzuurmetabolisme (productie van gal) en aminozuurmetabolisme (detoxificatie van eiwtresten).

8.6 HOE WORDT DE SECRETIE VAN SPIJSVERTERINGSENZYMEN EN ANDERE STOFFEN IN DE MAAG EN DUNNE DARM GEREGLD?

Er zijn 3 gastrointestinale hormonen die een rol spelen in het verteringsproces.

1) gastrine

- wordt gescreteerd door endocriene cellen in de maag (het pylorische deel = het deel van de maag dat zich het dichtst bij de darmen bevindt).
- Het kan worden gescreteerd door de aanwezigheid van eiwitrijke voeding in de maag. Deze worden gedetecteerd door de parasympathicus, die is via zenuwen ook geconnecteerd met de maag en stuurt dus signalen uit naar de endocriene cellen om gastrine aan te maken.
- gastrine heeft een dubbele functie, ten eerste zal het maagzuur HCl aanmaken, dat dus voor de zure ph in de maag zorgt. Deze is rond de 2. Dit is broodnodig aangezien de ph optimum voor de enzymen in de maag (bv pepsine) ook 2 is. Bij het ph optimum werken de enzyme het beste. Ten tweede draagt het bij aan de motiliteit van de maag : vermogen om spontaan te bewegen, waardoor het voedsel naar de darmen kan.
- uniek hormoon : werkt in zelfde orgaan dat het secreteerd. De meeste hormonen worden immers via de bloedbaan getransporteerd.

2) secretine

- hormoon geproduceerd door de duodenum (eerste deel dunne darm)
- wordt gestimuleerd door de voeding in de maag en de dunne darm
- secretine heeft 2 zeer belangrijke functies, Ten eerste gaat secretine de secretie van bicarbonaat uit de pancreas stimuleren. Bicarbonaat is sterk alkalisch en zal de ph terug doen stijgen tot 8. Dit is de optimumph van de enzymen die werken in de dunne darm (bv amylase).
- ten tweede heeft secretine een zeer belangrijke rol in de vertering van vetten. Het zal namelijk de lever extrar gal doen produceren. Gal zorgt er voor dat vetten onder de vorm van micellen(kleine vetdruppels) worden opgeslagen. Deze kunnen makkelijk door de vili worden opgenomen door de vergroting van het contactoppervlak. Ook zal de maagmotiliteit gehinhibeerd worden.

3) cck

- cholecystokinine
- hormoon geproduceerd door endocriene cellen van het dunne darmepitheel.
- Cck wordt gestimuleerd door de aanwezigheid van vetzuren en aminozuren in de duodenum. Cck komt dus veel vrij bij het eten van een vetrijke maaltijd.
- Cck stimuleert de pancreas om een extra flow aan galzouten te voorzien waardoor de vetzuren makkelijker worden opgenomen. Cck zal ook de pancreasenzymen die een rol hebben in de vertering stimuleren=> grotere stroom enzymen naar duodenum. Tot slot zal cck aan de hersenstam een gevoel van verzadiging geven.

- 4) naast deze 3 hormonen is er ook een hongercenter aanwezig in de hypothalamus, deze detecteert glucosetekorten waardoor er een gevoel van honger naar boven komt en het zet de lever aan glycogeen om te zetten glucose.