2019 - 2020

Samenvatting fysiologie

1e bachelor psychologie

Kelsey Minnaert
UGENT

THEMA 1: ALGEMENE INLEIDING

Anatomie = de studie van inwendige en uitwendige structuren en de fysieke relaties tussen lichaamsdelen.

Fysiologie = de studie van de manier waarop levenden organismen hun vitale functies verrichten.

Ze staan sterk in verband met elkaar:

- Anatomie => aanwijzingen voor mogelijke functies
- Fysiologische mechanismen kunnen vaak verklaard worden door achterliggende anatomie
- Het verband tussen structuur en functie is altijd aanwezig, maar wordt niet altijd begrepen

SITUERING VAN FYSIOLOGIE ALS WETENSCHAP

MODERNE FYSIOLOGIE IS ONTSTAAN IN DE 19DE EEUW

Enkele Grieken hadden fantastische ideeën, maar het hield geen steek. Er waren enorme misvattingen.

Vesalius: lijken uit elkaar halen en allemaal mooi tekenen wat we zien.

Harvey: we hebben een bloedomloop

Dan uiteindelijk Benard Claude

- Hij maakte zichzelf niet populair met zijn onderzoeksmethoden (vivisectie = het ontleden van een levend dier voor wetenschappelijk onderzoek.)
- Grondlegger van de moderne fysiologie, hij leefde in de 19e eeuw (dit is laat!)
- 1920: ontdekking insuline => te kort bij diabetes
- Fysiologie = basiswetenschap van de geneeskunde, als je weet hoe organen werken kan je ook inzien wat er gebeurt als het niet werkt.
- Als we het systeem begrijpen (wij kennen ong. 10%), dan kunnen we ziektes oplossen.

GEDRAGSNEUROWETENSCHAP

GEDRAGSNEUROWETENSCHAP

Gedragsneurowetenschappen was vroeger gekend onder de naam 'fysiologische psychologie'. De hoofdfunctie van ons brein is het controleren van bewegingen (dit bevat ook spraak…). De basisfunctie van perceptie is om ons te informeren wat er in onze dichte omgeving gebeurt zodat we ons gedrag hieraan kunnen aanpassen. Perceptie zou nutteloos zijn als we niet kunnen reageren op de gebeurtenissen rond ons.

Hoe we ons gedragen hangt af van de werking van onze hersenen.

Reductionistische visie: materialistisch en monisme

HISTORIEK

In ons lichaam speelt het zenuwstelsel een centrale rol, ze ontvangt informatie van de zintuigen en controleren de bewegingen van de spieren.

Maar wat doet de geest? Speelt dit ook een centrale rol? Dit staat gekend onder de naam: 'mind-body question'. Door deze vraag zijn er 2 grote groepen ontstaan:

1. Dualisme = geloof in de duale natuur van de realiteit. De geest en het lichaam zijn 2 aparte delen, het lichaam is gemaakt uit 'gewoon' materiaal die na onze dood ook gewoon mee sterft terwijl onze geest na onze dood teruggaat naar de 'ideale' wereld.
2. Monisme = het geloof dat alles in het universum bestaat uit materie en energie en dat de geest niet meer is dan een fenomeen ontstaan uit de werken van ons zenuwstelsel.

OUDE WERELD

De studie van de fysiologie van het gedrag is al zeer oud, zo zijn er op een papyrus rol (van ong. 1700 v.C.) chirurgische verslagen gevonden over hoofdwonden en de oudste beschrijvingen van het brein, de schedel, hersenvocht en hersenvliezen.

Oude Egyptische, Indische en Chinese culturen waren ervan overtuigd dat het hart de plaats was waar de emoties en gedachten vandaan kwamen (omdat het kloppen van het hart noodzakelijk was voor leven en het hart sterker begon te kloppen door bepaalde emoties). Ook de oude Grieken geloofden hierin, maar Hippocrates concludeerde dat deze rol moest toegeschreven worden aan het brein. Niet alle Grieken (zoals Aristoteles) waren hier mee akkoord, maar Galen (die veel respect had voor Aristoteles) had veel over het brein geleerd (via o.a. dieren) en concludeerde dat Aristoteles theorie absurd was, want anders zou natuur ons brein niet zo ver van ons hard geplaatst hebben.

Grieken: hart of hersenen?

- Hart als centrum van gedachten en emoties
- Hippocrates was de eerste Griek die concludeerde dat deze rol toegeschreven kon worden aan de hersenen

ZEVENTIENDE EEUW

René Descartes

- Dieren waren mechanische apparaten, zo was het menselijk lichaam ook gewoon een machine.
- Descartes gaf ook de naam 'reflexen' aan bewegingen die automatische en onvrijwillig gebeurden. (Reflexen zijn reacties op uitwendige stimuli die tot uiting komen via het zenuwstelsel)
- Hij geloofde in het dualisme, maar dacht anders. Zo was hij de eerste die suggereerde dat er een link bestaat tussen de geest en zijn huis, het brein.
- De geest controleerde de bewegingen van het lichaam en het lichaam voedde de geest met informatie van de buitenwereld. Dit vond plaats in de hersenstam meer specifiek in het pijnappellichaam. De hersenvloeistoffen in de ventrikels staan onder druk en de beweging hiervan was de reden waarom we konden bewegen.

Luigi Galvani

- Ging niet akkoord met de laatste stelling.
- Hij vond dat de elektrische stimulatie in de zenuwen van een kikker beweging veroorzaakte in de spieren. De contractie kwam zelf voor wanneer alleen de zenuw en de spier verbonden waren (en dus geen andere delen van het lichaam waren verbonden aan de zenuw of de spier)
- Gebruikte elektriciteit om te demonstreren dat spieren zelf de bron van energie bevatten die hun contracties aandrijft.

NEGENTIENDE EEUW

Johannes Müller

- Hij vond dat we het lichaam alleen maar konden begrijpen door gebruik te maken van experimenten en niet alleen observatie.
- Doctrine van specifieke zenuwenergiën => alle zenuwen bevatten hetzelfde basis bericht (een elektrische impuls), maar toch ontvangen we de berichten van verschillende zenuwen in verschillende manieren. Het antwoord ligt hem in de plaats. De berichten komen voor in verschillenden kanalen.
- Het brein moet dus functioneel verdeeld zijn, sommige delen voeren bepaal de functies uit terwijl andere delen andere functies uitvoeren.

Pierre Flourens

- Hij haalde bepaalde delen van het brein van een dier weg en keek wat er gebeurde met het dier. (= experimentele ablatie)

Paul Broca

- Hij observeerde het gedrag van mensen die hersenschade hadden opgelopen door een beroerte.
- In 1861 voerde hij een autopsie uit op het brein van een man die na zijn beroerte het vermogen om te spreken verloor, zo ontdekte hij dat een deel van de cerebrale cortex (vanvoor aan de linkerkant van de hersenen) bepaalde functies uitvoerde die nodig zijn om te kunnen spreken.

Gustav Fritsch en Eduard Hitzig

- Gebruikten elektrische stimulatie als een hulpmiddel om de fysiologie in het brein te begrijpen.
- Zij vonden de primaire motor cortex

Herman van Helmholtz

- Hij bedacht een wiskundige formule voor de wet van het behoud van energie, bedacht de oftalmoscoop, bedacht een belangrijke en invloedrijke theorie van kleurenzien en kleurenblindheid en studeerde auditie, muziek en vele fysiologische processen
- Hij was de eerste wetenschapper die probeerde om de snelheid van de signalen in onze hersenen te meten (vooraf dacht men altijd dat dit de snelheid van het lichaam was). Hij kwam uit op ongeveer 90 feet per seconde (ong. 27, 43 meter per seconde)

Jan Purkinje

- Purkinje vezels = neuronen die eindigen op hartcellen die verantwoordelijk zijn voor het beheersen van contracties van het hart
- Hij was ook de eerste die wees op de uniekheid van ieders vingerprints

Ramon Santiago y Cajal

- Gebruikte de golgi-kleuringstechniek om individuele neuronen van de hersenen te onderzoeken

HEDENDAAGS ONDERZOEK

Nieuwe vooruitgang in de technologie maakte behandeling mogelijk voor depressie, ziekte van Parkinson door gebruik te maken van brein stimulatie technieken.

DIVERSITEIT IN NEUROWETENSCHAPPEN

Society for neuroscience => opgericht in 1969 met ong. 500 leden

ORGANISATIENIVEAUS VAN HET LEVEN

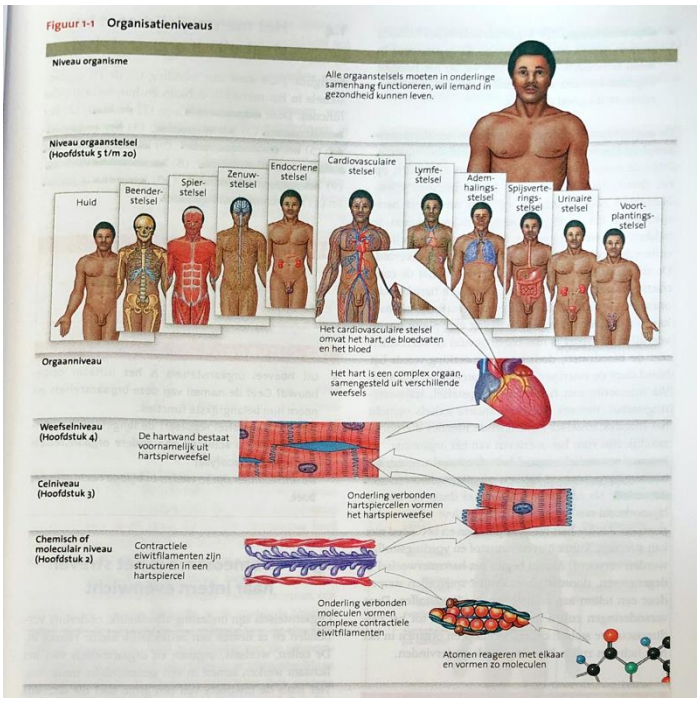
Wij kunnen zien tot 1 mm, alles wat kleiner is kunnen wij niet waarnemen. In ons lichaam is de eicel de grootste cel (net kleiner dan een mm) en de zaadcel is de kleinste cel in ons lichaam.

Zie foto dia's

Atomen → moleculen → cellen → weefsel → organen → orgaanstelsels → organismen

Kennis over onderdelen van stelsel is nodig om stelsel te begrijpen.

Het is een wereld die te klein is om de werkelijkheid te zien dus we maken gebruik van microscopen.



Chemisch niveau: Atomen verbinden zich met elkaar tot moleculen met een complexe vorm. De functie van een molecuul wordt gedefinieerd door zijn speciale vorm

Celniveau: Moleculen vertonen interactie en vormen grotere structuren. Elk type structuur heeft een bepaalde functie in de cel

Weefselniveau: Cellen van hetzelfde type die samenwerken om een bepaalde functie uit te voeren vormen een weefsel

Orgaanniveau: 2 of meerdere verschillende weefsels die samenwerken om een specifieke functie uit te voeren vormen een orgaan

Orgaanstelselniveau: Organen werken samen in orgaanstelsels

Organismeniveau: Alle orgaanstelsels in het lichaam werken samen om het leven en de gezondheid in stand te houden

DE BOUW VAN DE CEL

Cel theorie is ontwikkeld uit 4 basale concepten:

1) Cellen zijn de bouwstenen van alle planten en dieren
2) Cellen zijn de kleinste functionerende eenheden van het leven
3) Cellen worden gevormd door de deling van eerder bestaande cellen
4) In elke cel wordt de homeostase gehandhaafd

BIOCHEMIE: CELLEN MAKEN GEBRUIK VAN 5 SOORTEN BASISMOLECULEN

Enkelvoudig => complex

1) Suikers => koolhydraten
2) Vetzuren => vetten
3) Aminozuren => eiwitten
4) Nucleotiden => DNA/RNA
5) Energierijke fosfaten

BIOCHEMISCHE MOLECULEN BESTAAN VOORAL UIT C, H, O, EN N

C, H en O noemen we de koolwaterstoffen.

Er komen ook spoorelementen voor, maar deze bespreken we niet omdat ze maar in een minieme hoeveelheid voorkomen.

EIWITSTRUCTUUR IS GEBASSEERD OP DNA-CODE

Eiwitten zijn een vrij simpele sequentie van aminozuren. Er zijn 20 soorten AZ.

Een eiwit is een unieke sequentie van 20 soorten aminozuren.

Eiwitten kunnen o.a. enzymen, transporters, hormonen, antilichamen, structuureiwitten... zijn.

VAN GENEN NAAR FUNCTIONELE EIWITTEN IN MEERCELLIGE ORGANISMEN

DNA => RNA => eiwitten

We hebben ±23 000 genen, iedere cel gaat op zoek naar de specifieke genen die hij nodig heeft om eiwitten te vormen. => meer dan 100 000 eiwitten.

Expressie per celtype (differentiatie) ong. 5000 genen die leiden tot meer dan 10 000 eiwitten.

DIFFERENTIATIE IS SPECIALISATIE VAN CELLEN ALS GEVOLG VAN DE ACTIVERING OF ONDERDRUKKING VAN GENEN

Alle cellen hebben dezelfde soort chromosomen en genen. Cellen verschillen doordat in de ene soort cellen een bepaalde groep genen toegankelijk is voor transcriptie terwijl in een andere soort cellen dit andere genen zijn. Als een gen geïnactiveerd wordt verliest de cel het vermogen een bepaald eiwit te vormen. Naarmate meer genen worden uitgeschakeld, worden de functies van een cel verder beperkt en gespecialiseerd (=differentiatie).

DNA STUURT DE EIWITSYNTHESE EN DE CELSTRUCTUUR EN CELFUNCTIE

Elk DNA-molecuul bevat duizenden genen waarin de informatie is opgeslagen die nodig is voor de synthese van duizenden eiwitten. Deze genen zijn strak opgerold en aan histonen gebonden, dus voordat een bepaald gen kan worden geactiveerd moeten de bindingen verbroken worden en de histonen verwijderd worden.

Eiwitsynthese wordt opgedeeld in transcriptie (in de celkern) en translatie (in het cytoplasma).

TRANSCRIPTIE

Dit is de productie van mRNA a.d.h.v. een enkele streng DNA. De nieuwgevormde mRNA is een kopie van de informatie die in het gen besloten ligt.

RNA-polymerase (= een enzym) bindt zich aan het 'startsignaal' (de promoter) van een gen. Dit enzym bevordert de synthese van een mRNA streng, waarbij nucleotiden (adenine, guanine, cytosine of uracil) worden gebruikt die complementair zijn aan die in het gen. Merk op dat bij RNA uracil wordt gebruikt i.p.v. thymine.

Een codon = een reeks van 3 stikstofhoudende basen langs de nieuwe mRNA-streng. Deze is complementair aan de corresponderende triplet uit de gen.

Bij het stopsignaal (de terminator) van het DNA maken het enzym en de mRNA-streng zich los en de complementaire DNA-strengen binden zich opnieuw.

Voordat de mRNA-strang de kern verlaat via de poriën van de kern, worden de intronen verwijderd en de exonen terug aan elkaar gebonden. Deze kortere en functionele mRNA-streng kan nu de kern verlaten.

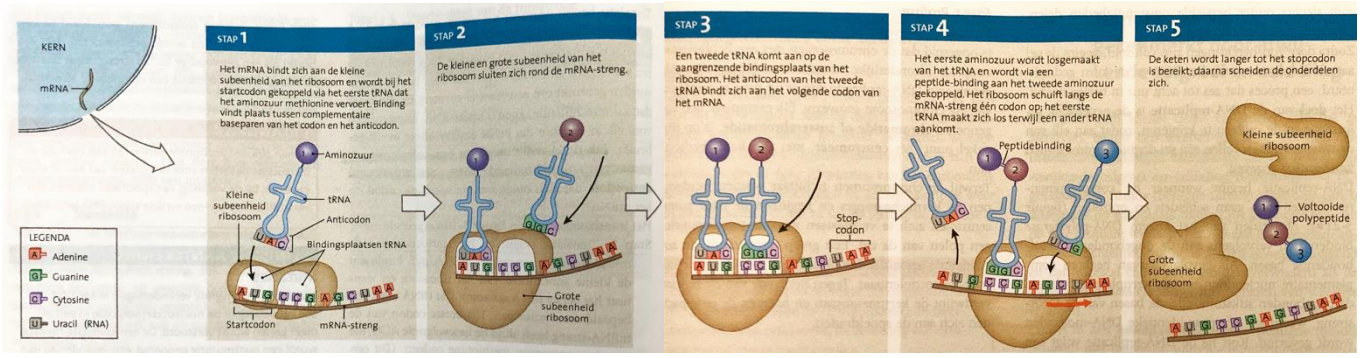
TRANSLATIE

Dit is de synthese van een eiwit waarbij gebruikt wordt gemaakt van de informatie in de opeenvolgende codons langs de mRNA-streng.

Dit proces begint wanneer het gevormde mRNA de celkern verlaat en zich bindt aan een ribosoom in het cytoplasma. Moleculen tRNA voeren vervolgens AZ aan die door het ribosoom worden gebruikt om een eiwit te vormen. Elk tRNA molecuul bevat een complementair triplet van stikstofhoudende basen (= een anticodon), dat zich bindt aan een specifiek codon op het mRNA.

Translatie verloopt in 5 stappen:

1) Translatie begint bij het startcodon. Het eerste codon is altijd AUG (methionine).
2) De kleine en grote sub eenheid van het ribosoom binden zich aan elkaar en sluiten het mRNA in
3) Een tweede tRNA komt aan dat een ander AZ aanvoert en zijn anticodon bindt zich nu aan het 2de codon
4) Eerste tRNA maakt zich los en gaat terug naar het cytosolwaar het een ander aminozuurmolecuul oppikt.
5) Dit proces herhaalt zich tot het een stopcodon bereikt.



CYTOSKELET, HET INWENDIG RAAMWERK VAN DE CEL

Een inwendig raamwerk van eiwitten met draadvormige filamenten en holle buisjes, dat het cytoplasma stevigheid en buigzaamheid verleent.

Zorgt voor de vorm van de cel. Bestaat uit:

- Microfilamenten = de dunste strengen van het cytoskelet.
  - Bestaan meestal uit het eiwit actine
  - Binden het plasmamembraan aan het onderliggende cytoplasma door het vormen van verbindingen met eiwitten uit het plasmamembraan.
  - In spiercellen reageren ze met dikke filamenten (bestaande uit het eiwit myosine)

- Intermediaire filamenten
  - Verstevigen de cel en stabiliseren de positie van de cel tenopzichte van de omringende cellen via gespecialiseerde hechtingen aan het plasmamembraan
- Microtubuli
  - Holle buisjes die bestaan uit tubuline
  - Geven de cel sterkte en stevigheid en verankeren de organellen, zorgen voor axonaal transport

CELADEMHALING IN DE MITOCHONDRIËN

Zijn kleine organellen die energie leveren voor de cel. Mitochondriën produceren ATP en CO_2 uit brandstoffen en zuurstof.

Het aantal is afhankelijk van de energiebehoefte van de cel.

Ze hebben 2 membranen:

- Binnenste membraan bevat talrijke cristae (plooien)
- Buitenste membraan omgeeft het gehele organel

De vloeibare inhoud is de matrix.

ENERGIEPRODUCTIE IN MITOCHONDRIËN (HB)

In het cytosol wordt vindt de glycolyse plaats (glucose met 6 koolstofatomen worden afgebroken tot pyruvaat met 3 koolstofatomen). Dit pyruvaat wordt opgenomen door de mitochondriën.

Het proces van energieproductie in de mitochondriën worden de aerobe dissimilatie of celademhaling genoemd. Ze zorgen voor ong. 95% van de energie die de cel nodig heeft om te overleven.

Erfelijke aandoeningen zijn dus vaak het gevolg van afwijkende activiteiten in de mitochondriën.

ATP

Verbindingen tussen fosfaten zijn energierijk

Samenstelling ATP: 1 adenine + 1 ribose + 3 fosfaatgroepen

Zon geeft energie -> zit in planten… -> wij eten dit -> via mitochondriën ATP uit ADP maken

Fotosynthese en celademhaling belangrijkste: celademhaling is omgekeerde van fotosynthese (planten doen dus exact het omgekeerde van wat dieren doen).

Als je dit niet meer kunt synthetiseren dan ben je dood of ga je dood = ATP-depletie

Kan ook in cellen vb. in kransslagader hart: gedeeltelijke ‘dood’

Citroenzuurcyclus/Krebs cycle: Koolhydraten, vetten en eiwitten ➔ CO2 + H2O + ATP

ANDERE CELORGANELLEN P58-59 HB!

Celkern: bevat erfelijk materiaal (DNA)

Endoplasmatisch reticulum (ER):

- Ruw ER: bevat ribosomen, neemt deel aan eiwitsynthese (RNA - eiwit)
- Glad ER: geen ribosomen, plaats waar vetten en koolhydraten gevormd worden (synthese membraanlipiden)

Golgiapparaat: regelt de eindbestemming van eiwitten

Lysosomen en peroxisomen: kleine membraanblaasjes die zorgen voor vertering en detoxificatie

PLASMAMEMBRAAN OF CELMEMBRAAN

Algemene functies (p57):

- Fysieke isolatie
- Reguleren van de uitwisseling met de omgeving
- Gevoeligheid voor de omgeving
- Structurele stabiliteit

Het plasmamembraan is dun (6à 10nm) en bevat eiwitten, koolhydraten en vetten.

MEMBRAANLIPIDEN

Een fosfaatgroep dient als verbinding tussen een diglyceride (2 'vetzuurstaarten') en een niet-lipide 'kop'.

Hydrofiele kop (oplosbaar in water): aan buitenkant van cel en 2 hydrofobe staarten (oplosbaar in vet): aan binnenkant van cel => daarom de naam fosfolipide dubbellaag.

Tussen de vetzuurstaarten liggen cholesterolmoleculen en kleine hoeveelheden andere vetten.

MEMBRAANEIWITTEN

Transmembraaneiwitten: overspannen de breedte van het plasmamembraan 1 of enkele malen

Membraaneiwitten kunnen fungeren als receptoren, kanalen, dragerstoffen, enzymen, verankering of als herkenning.

GROEP	FUNCTIE	VOORBEELD
RECEPTOREIWITTEN	Gevoelig voor specifieke extracellulaire stoffen die zich aan de eiwitten binden, waardoor de activiteiten van de cel worden gewijzigd	Door binding van het hormoon insuline gaan cellen meer glucosemoleculen per tijdseenheid opnemen
KANAALEIWITTEN	Centrale porie, of kanaal, maakt het mogelijk dat water, ionen en andere opgeloste stoffen het vetgedeelte van de membraan kunnen omzeilen	Verplaatsing calciumionen door kanalen is noodzakelijk voor spiersamentrekking en voortgeleiding zenuwimpulsen
DRAGEREIWITTEN	Binden zich aan opgeloste stoffen en vervoeren deze door de plasmamembraan heen. Voor dit proces is soms wel en soms geen energie nodig	Dragereiwitten brengen glucose het cytoplasma binnen en transporteren ook natrium-, kalium- en calciumionen de cel in en uit
ENZYMEN	Katalyseren reacties in de extracellulaire vloeistof of in het cytosol (intracellulaire vloeistof)	Enzymen op de buitenmembranen van de cellen die het darmkanaal bekleden, breken dipeptiden af tot aminozuren
VERANKERINGSEIWITTEN	Hechten de plasmamembraan aan andere structuren vast en stabiliseren de positie van de cel	Binnen de cel binden verankeringseiwitten zich aan het cytoskelet (netwerk van verstevigende filamenten). Buiten de cel hechten verankeringseiwitten de cel aan extracellulaire eiwitvezels of aan andere cellen
HERKENNINGSEIWITTEN	Maken aan het immuunsysteem kenbaar of de cel al dan niet lichaamseigen is en of deze afwijkend of gezond is	Een groep van dergelijke herkenningseiwitten is het major histocompatibility complex (MHC), (dat in hoofdstuk 14 wordt besproken)

MEMBRAANKOOLHYDRATEN

Aan het buitenste oppervlak van de membraan. Fungeren als smeermiddel of kleefmiddel voor de cel, ze werken als receptor voor extracellulaire verbindingen en maken deel uit van een herkenningssysteem waarmee wordt voorkomen dat het immuunsysteem de lichaamseigen cellen en weefsel aanvalt.

Rond de cellen ligt dus een beschermende vetlaag zodat in wateroplosbare moleculen er niet doorheen kunnen.

DIFFUSIE EN FILTRATIE ZIJN PASSIEVE TRANSPORTMECHANISMEN DIE BIJDRAGEN AAN HET MEMBRAANTRANSPORT

Permeabiliteit of doorlaatbaarheid

- Impermeabel => er kan niets door het membraan heen
- Volledig permeabel => alle stoffen kunnen zonder problemen door het membraan passeren
- Selectief permeabel => sommige stoffen kunnen vrij passeren, andere niet

De verplaatsing van een stof door het membraan kan actief of passief zijn.

- Passieve processen => ionen of moleculen worden door het plasmamembraan getransporteerd zonder dat dit de celenergie kost
- Actief transport => kost de cel energie

DIFFUSIE (PASSIEF PROCES)

= de netto verplaatsing van moleculen van een plaats met relatief hoge concentratie naar een gebied met een relatief lage concentratie (met het concentratieverschil mee). Als gevolg wordt het concentratieverschil opgeheven.

<u>Diffusie door plasmamembranen</u>

Een ion of molecule kan onafhankelijk door het plasmamembraan diffunderen op 1 van de volgende 2 manieren:

1) Door verplaatsing door het vetgedeelte van de membraan
2) Door zich via een kanaaleiwit van de membraan te verplaatsen

De mate waarin de stof in vet oplost & de omvang van de stof ten opzichte van de membraankanalen zijn dus belangrijke factoren die bepalen of een stof erdoor kan diffunderen of niet.

Aquaporinen = waterkanaaltjes (watermoleculen kunnen via deze kanaaltjes het cytoplasma binnenkomen of verlaten)

<u>Osmose</u>

= diffusie van water door een semipermeabel membraan

Zowel intracellulaire als extracellulaire vloeistoffen zijn oplossingen met verschillende opgeloste stoffen. Elke opgeloste stof heeft de neiging te diffunderen alsof er geen andere stoffen in de oplossing aanwezig zijn. Dus bv kaliumionen hebben geen invloed op de diffusiesnelheid of richting.

Als we de afzonderlijke moleculen negeren en eenvoudig de opgeloste ionen en moleculen tellen, blijkt dat de totale concentratie van opgeloste ionen en moleculen tellen, blijkt dat de totale concentratie binnen het plasmamembraan gelijk is aan dat erbuiten. Dit komt doordat het plasmamembraan vrij doorlaatbaar is door water (hoe hoger de concentratie opgeloste deeltjes, hoe lager de concentratie water => gevolg watermoleculen hebben de neiging te stromen in de richting van de hoogste concentratie opgeloste stoffen)

3 kenmerken osmose:

1) Osmose is de diffusie van water door een semipermeabel membraan
2) Het treedt op door een selectief permeabele membraan die vrij doorlaatbaar is voor water, maar niet voor opgeloste deeltjes
3) Water stormt door het membraan naar de oplossing die de hoofste concentratie opgeloste deeltjes heeft, doordat de concentratie van het water lager is

De osmotische druk = een indicatie voor de kracht van waterbeweging naar die oplossing toe als gevolg van de concentratie opgeloste deeltjes. (Als de concentratie opgeloste deeltjes toeneemt, zal de osmotische druk ook toenemen)

Oplossingen met verschillende concentraties opgeloste deeltjes zijn:

- Isotoon als het een oplossing is die geen netto watertransport in of uit de cel veroorzaakt
- Hypotoon als er meer watertransport is naar de cel (uiteindelijk zwelt de cel op als een ballon waardoor hij ofwel ontploft ofwel lyseert)
- Hyperoon als er meer watertransport is uit de cel (crenatie = krimpen van de cel)

FILTRATIE (PASSIEF PROCES)

Water wordt als gevolg van hydrostatische druk door een membraan geperst

DOOR DRAGERSTOF GEMEDIEERD TRANSPORT EN VESILCULAIR TRANSPORT

DOOR DRAGERSTOF GEMEDIEERD TRANSPORT

Membraaneiwitten binden zich aan specifieke ionen of organische substraten en vervoeren deze door het plasmamembraan heen.

Kan zowel passief als actief

- Passief: opgeloste stoffen worde meestal vervoerd van een gebied met een hoge concentratie naar een gebied met een lage concentratie
- Actief: bestaande concentratiegradiënt volgen of er tegenin gaan.

Cotransport => de dragerstof vervoert tegelijkertijd 2 opgeloste stoffen in dezelfde richting hetzij de cel in of uit.

Contratransport => de ene cel wordt in de cel binnengebracht, terwijl de andere naar buiten wordt vervoerd.

<u>Gefaciliteerde diffusie</u>

- Het te transporteren molecuul bindt zich aan een receptorplaats op het dragereiwit
  De vorm van het eiwit verandert, waardoor het molecuul naar de binnenkant van het plasmamembraan wordt verplaatst
  Wordt afgegeven in het cytoplasma
- Verschil met gewone diffusie? De snelheid kan niet oneindig toenemen, er is slechts een beperkt aantal dragereiwitten beschikbaar

<u>Actief transport</u>

- Kost energie
- Deze vorm van transport is niet afhankelijk van een concentratiegradiënt (de cel kan specifieke stoffen opnemen of afgeven ongeacht de concentratie binnen of buiten de cel)
- Alle cellen bevatten ionenpompen (dragereiwitten), veel van deze dragereiwitten vervoeren een specifiek kation of anion uitsluitend in 1 richting, indien het in de 2 richtingen mogelijk is noemen we het een uitwissleingspomp (belangrijke functie hiervan: homeostase behouden in de cel)
- Lekkanalen = kanaaleiwitten die altijd open staan
- Poortkanalen = kanaaleiwitten die kunnen openen en sluiten
- De natrium-kalium-ATPase-pomp => per verbruikt ATP-molecuul worden 3 natriumionen naar buiten verplaatst en 2 calciumionen opnieuw door de cel opgenomen

VESICULAIR TRANSPORT

Stoffen worden in blaasjes en in of ut de cel verplaatst.

Endocytose

Het verpakken van extracellulair materiaal in een blaasje bij het celoppervlak voor transport in de cel. 3 belangrijke types:

1) Receptor gemedieerde endocytose
   Vesikels worden gevormd aan het membraanoppervlak en laten specifieke doelmoleculen uit de extracellulaire vloeistof binnen.
2) Pinocytose
   'Drinken voor de cel', instulpingen
3) Fagocytose
   'Eten voor de cel', uitstulpingen

Exocytose

Een blaasje dat in de cel is ontstaan versmelt met het plasmamembraan en geeft zijn inhoud aan de extracellulaire omgeving af.

GEDIFFERENTIEERDE CELLEN

Wij bestaan uit ongeveer 200 verschillende gedifferentieerde cellen die elk in iets anders gespecialiseerd zijn (cytologie of celleer = het bestuderen van de structuur en functie kan de cellen).

Lichtmicroscoop => circa 1000 keer vergroten => microfoto

Elektronenmicroscoop => transmissie elektronenmicrofoto's en scanning elektronenmicrofoto's

De afkortingen (LM, TEM, SEM) worden vervolgd door x en een getal, dit getal geeft de totale vergroting van een afbeelding weer.

Die cellen zijn zich gaan vormen naar hun taak, waardoor zij enkel die taak meer kunnen uitvoeren.

Het grootste aantal cellen in ons lichaam zijn rode bloedcellen. Rode bloedcellen leven 120 dagen, cellen in de maagwand slechts 4 dagen, huidcellen leven ook maar een paar dagen.

Cellen zijn zeer dynamisch. Zenuwcellen en spiercellen blijven altijd bestaan, maar de eiwitten die erin zitten worden wel vervangen.

Onze genen hebben een selectieve expressie. Dit betekent dat er heel veel differentiatie mogelijk is.

STAMCELLEN ZIJN NOG NIET GEDIFFETENTIEERDE VOORLOPERCELLEN

Gedifferentieerde cellen waren eerst allemaal stamcellen.

Stamcellen zijn "kind"-cellen die nog alles kunnen worden, ze zijn multipotent.

Elke cel bevat DNA van het volledig genoom.

De bevruchte eicel heeft de mogelijkheid om uit te groeien tot elke soort cel (differentiatie).

Wanneer stamcellen verdubbelen blijft de ene een stamcel (en verdubbelt zich opnieuw), de andere stamcel differentieert.

Een stamcel die gedifferentieerd is (met behulp van hormonen...) is terminaal. De gedifferentieerde cellen niet terug stamcellen worden.

In beenmerg zitten er nog veel stamcellen die “bijspringen” waar nodig.

Hoe ons lichaam van een eicel naar zo’n complex wezen is gegaan weet de wetenschap nog niet tot in detail, omdat dit zo’n complex proces is.

HISTOLOGIE: WEEFSELS ZIJN OPGEBOUWD UIT CELLEN EN ORGANEN UIT WEEFSLES

Cellen => weefsels => organen

Weefsels zijn een complex van cellen met overeenkomsten in structuur en functie.

Cellen die zich niet groeperen tot weefsels (nieuw niveau) zijn weinig waard.
De structuur en werking van een orgaan hangt af van de weefsels waaruit het is opgebouwd. Er bestaan 4 soorten weefsels:

1) Epitheelweefsel: binnen bedekking van holle organen *(darmen, longen, blaas...)*
   Dit weefsel kan verschillend zijn in elk orgaan, want ze zijn niet allemaal in hetzelfde gespecialiseerd.
2) Bindweefsel: *vliezen, pezen, ...*
3) Spierweefsel:
   a. Gladde spieren: spieren die we niet onder controle hebben *(baarmoeder, maag...)*
   b. Hartspier (dwarsgestreept)
   c. Skeletspieren: spieren die aan het skelet vasthangen *(biceps, hamstrings...)*
      i. Trage spiervezels
      ii. Snelle spiervezels
4) Zenuwweefsel (belangrijkst in de lessen fysiologie)

STELSELS ZIJN OPGEBOUWD UIT VERSCHILLENDE ORGANEN

Het lichaam is een bad waarin cellen zich bevinden in een constant milieu interieur (Claude Bernard). Er zijn stelsels nodig om structuur te brengen. Er is ook een milieu exterieur (longen, maag...), die is veranderlijk.

Het menselijk lichaam bestaat uit 11 orgaanstelsels (zie pwp voor de bijhorende afbeeldingen):

Stelsel	Functie	Medisch specialisme
De huidlaag	Beschermt het lichaam tegen gevaren vanuit de omgeving. Speelt een rol bij het reguleren van de lichaamstemperatuur.	Dermatologie
Beenderenstelsel	Biedt stevigheid, beschermt de weefsels (ribbenkast, schedel, bekken...), opslag van mineralen, vorming van bloed. ↳ De thorex = hart en longen ↳ Schedel = hersenen ↳ Beenmerg = een bepaald zacht weefsel (dubbel)	Orthopedie
Spierstelsel	Zorgt voor beweging en voortbeweging, stevigheid en produceert warmte. Zorgt ook voor bescherming (buikwand).	Fysische geneeskunde
Zenuwstelsel	Geleiding van onmiddellijke reactie op prikkels, meestal door het coördineren van de activiteiten van andere orgaanstelsels. Wordt gecontroleerd door de hersenen.	Neurologie
Hormoonstelsel	Reguleert langdurige veranderingen in andere orgaanstelsels. Bijna alle weefsels gebruiken endocrinologie (communicatie via hormonen). Ook spieren, vetcellen... produceren hormonen. Veel organen kunnen enkel productie van hormonen (bv schildklier), andere kunnen ook nog een andere functie hebben naast deze productie (bv teelballen maken ook zaadcellen)	Endocrinologie

Cardiovasculair stelsel	Transporteert cellen en opgeloste stoffen, met inbegrip van voedingsstoffen, afvalstoffen en gassen. Het cardiorespiratoire systeem transporteert zuurstof en CO2.	Cardiologie Vasculaire geneeskunde
Lymfestelsel	Verdedigt tegen infecties en ziekten (Immuunsysteem) Zorgt voor terugkeer van weefselvocht naar de bloedsomloop. Amandelen = lymfeorgaan	Immunologie
Ademhalingsstelsel	Transporteert lucht naar plaatsen waar gaswisseling kan plaatsvinden tussen de lucht en het bloed in de bloedsomloop. Gassen van de buitenlucht transporteren naar de cellen.	Pneumologie (Neus-keel-oor-arts)
Spijsverteringsstelsel	Verwerking van voedsel, opname van voedingsstoffen, verwijdering van afvalproducten.	Gastro-enterologie
Urinaire stelsel Uitscheidingsstelsel	Verwijdert overtollig water, zouten en afvalstoffen.	Urologie Nefrologie (nieren)
Voortplantingsstelsel	Vormt geslachtscellen en hormonen.	Andrologie (man) Gynaecologie (vrouw)

HOMEOSTASE

HOMEOSTASE EN FEEDBACKSYSTEMEN

Orgaanstelsels zijn onderling afhankelijk, onderling verbonden en ze nemen een betrekkelijk kleine ruimte in.

Cellen nemen in het menselijk lichaam zuurstof en voedingsstoffen op uit de lichaamsvloeistoffen waardoor ze zijn omgeven.

Alle levende cellen staan in contact met bloed of een andere lichaamsvloeistof en elke verandering van de samenstelling van deze vloeistof zal op een of andere wijze op de cellen van invloed zijn.

Homeostase = het bestaan van een stabiel intern milieu

- Om te overleven moet elke cel dit handhaven
- Homeostatische regulering = de aanpassingen van de fysiologische systemen, waardoor de homeostase wordt gehandhaafd. Dit omvat:
    1. Een receptor die gevoelig is voor een bepaalde verandering in de omgeving (=prikkels)
    2. Een besturingscentrum of integratiecentrum, deze ontvangt en verwerkt de informatie van de receptor
    3. Een effector (cel of orgaan) die reageert op de signalen van het besturingscentrum en waarvan de werking de prikkel tegengaat of versterkt
- Kan bereikt worden door negatieve terugkoppeling
- Er zijn heel veel parameters (duizenden) (suikergehalte, temperatuur...) die in een dynamisch evenwicht moeten blijven.
- De homeostase behouden doen we met behulp van feedbacksystemen
- Falen homeostase => ziekte

NEGATIEVE TERUGKOPPELING HERSTELT OORSPRONKELIJKE SITUATIE

Kenmerk: ongeacht of de prikkel bij de receptor toeneemt of afneemt, wekt een variatie buiten de normale grenzen een automatische reactie op waardoor de situatie wordt gecorrigeerd.

De sensor of receptor detecteert een afwijking van de “setpoint” door een (externe) verstoring. Het integratiecentrum of besturingscentrum bepaalt de respons en de effector produceert dan de respons.

We gebruiken warmteregulatie als voorbeeld:

- Warmteregulatie = het wijzigen van de relatie tussen warmteverlies (voornamelijk aan het lichaamsoppervlak) en warmteproductie (in alle levende wezens)

- Als de lichaamstemperatuur hoger wordt dan 37,2°C, richt de activiteit van het warmteregulatiecentrum zich op 2 effectoren
    1. De gladde spieren in de wanden van de bloedvaten ter hoogte van de huid => worden wijder (dilateren)
    2. De zweetklieren => meer transpireren
- Als het lager is dan 36,7°C, worden dezelfde 2 effectoren gebruikt en de skeletspieren
    1. Bloedvaten worden nauwer
    2. Activiteit zweetklieren neemt af
    3. Willekeurige samentrekken van skeletspieren veroorzaakt trillen die als een extra warmte kan worden gegenereerd
- De variatie tussen verschillende personen is groot, bij elke mens zijn de homeostatische waarden anders ingesteld
- Fysiologische waarden = gemiddelde waarden die zijn verkregen door bepalingen die bij een groot aantal mensen zijn verricht of als een onder- en bovengrens waar 95% of meer van de bestudeerde populatie binnen valt

SETPOINTS VAN ENKELE BELANGRIJKE BLOEDPARAMETERS

Parameter	Setpoint	Ziekte/symptoom
Glucose	90 mg/dl (tussen 70-110)	Te hoog: diabetes Te laag: hypoglycemie
pH	7,4 (tussen 7,35-7,45)	Te hoog: alkalose Te laag: acidose
Ureum	25 mg/dl	Te hoog: uremie
Zuurstof	20 ml/dl	Te laag: hypoxie
Vetten	600 mg/dl	Te hoog: hypercholesterolemie
Eiwitten	7 g/dl	Te laag: ondervoeding, oedeem

-emie => concentratie in het bloed

Hyper- => te veel

Hypo- => te weinig

Een homeostase kan enkel bekomen worden als de celtypes met elkaar communiceren.

POSITIEVE TERUGKOPPELING

De aanvankelijke prikkel brengt een reactie teweeg waardoor die prikkel wordt versterkt. Het is dus een zichzelf versterkende cyclus.

In het lichaam wordt dit betrokken bij de regulering van mogelijk gevaarlijke of belastende processen die snel moeten worden voltooid.

Het menselijk lichaam is verbazingwekkend effectief bij het handhaven van de homeostase. Toch kan een infectie, een verwonding, een genetische afwijking soms zulke ernstige gevolgen hebben dat deze niet volledig door homeostatische mechanismen kunnen worden gecompenseerd.

- Dit kan leiden tot het disfunctioneren van orgaanstelsels en ziektes veroorzaken
- Inzicht in normale homeostatische mechanismen biedt meestal de mogelijkheid om conclusies te trekken over wat er verantwoordelijk zou kunnen zijn voor de aanwijzingen en symptomen die kenmerkend zijn voor vele ziekten
- Symptomen zijn subjectief, maar er kunnen wel objectieve aanwijzingen zijn
- De technologie heeft voor aanvullende aanwijzingen gezorgd

Positieve feedback gebeurt bijna nooit in het lichaam.
Meestal is positieve feedback een klein deel van de grotere negatieve feedbackloop.

Bv bloedstolling: bloedklonter (korst) op een wonde zodat het bloeden stopt.

DIABETES IS EEN VOORBEELD VAN VERSTOORDE HOMEOSTASE.

Er bestaan 2 soorten diabetes:

- Type 1: immuunsysteem vernietigd bètacellen die insuline aanmaken, productie van insuline is defect (aangeboren)
- Type 2: ontstaat door overgewicht of ouderdom

Na een maaltijd komt er suiker (glucose) in het bloed. Hierdoor stijgt het suikergehalte en raakt de homeostase verstoord. Deze verstoring van de suikerspiegel (glycemie) wordt tegengewerkt door insuline.

Bij type 1 diabetisch is de productie van insuline defect

Bij diabetes moet de feedbackloop overgenomen worden door artificiële apparaten.

- Sensor: glucosemeter (prikker)
- Integratiecentrum: rationele ervaring van arts en patiënt
- Effector: insuline-injectie

INTERACTIE TUSSEN CEL EN OMGEVING

COMMUNICATIE TUSSEN CELLEN

Communicatie tussen cellen gebeurt op 3 niveaus:

1) Lokaal (binnen 1 weefsel):
    a. Gap junctions: eiwitten die een buis vormen zodat 2 cellen in direct contact met elkaar staan (soort siamese tweeling)
    b. Paracriene boodschappers: geven informatie door aan nabije cellen (versus endocriene boodschappers: geven via bloed informatie door aan verder gelegen cellen). Testosteron kan paracrien en endocrien functioneren.

LANGE AFSTANDSCOMMUNICATIE

2) Neuraal: prikkel gaat via kabel (axon) naar doelcel
3) Hormonaal: molecule gaat via bloedbaan naar alle cellen, maar heeft enkel een effect in de doelcel.

ANATOMISCHE RICHTINGEN EN VLAKKEN

ANATOMISCHE VLAKKEN/ SNEDEN

3 primaire vlakken:

1) Transversaal vlak (of horizontaal)
   - Staat loodrecht op de lengteas
   - Bovenste en onderste gedeelte
   - Transversale snede of dwarsdoorsnede
2) Frontaal vlak (of coronaal)
   - Coronale vlak
   - Loopt langs de lengteas
   - Ventraal en dorsaal
3) Sagittaal vlak
   - Loopt langs de lengteas maar van ventraal naar dorsaal
   - Linker en rechter gedeelte
   - Midsagittale doorsnede (op middellijn van het lichaam => doorsnijdt de benen dus niet)

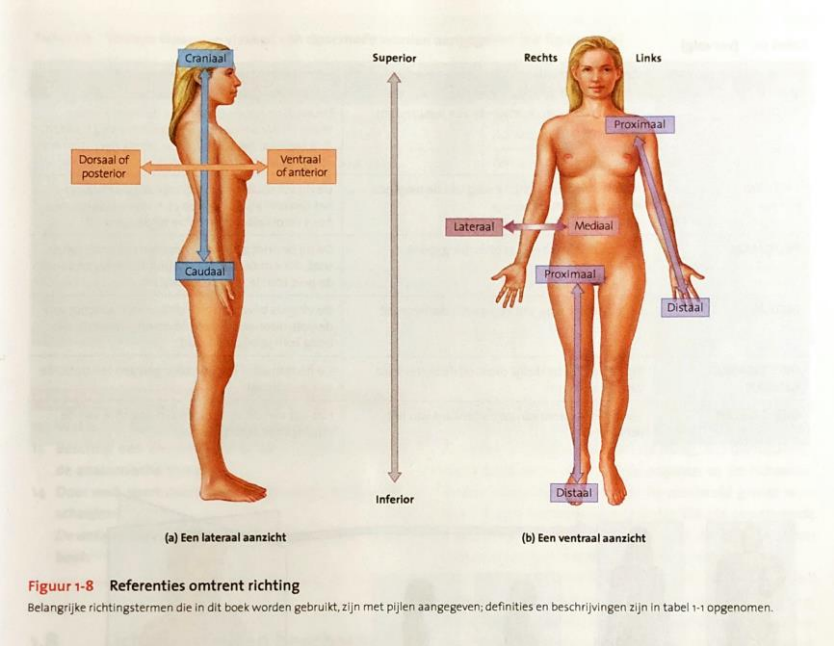
VLAK	ORIËNTATIE VAN HET VLAK	REFERENTIE AAN RICHTING	OMSCHRIJVING
Transversaal of horizontaal	Loodrecht op lengteas	Transversaal of horizontaal	Een *transversale* of *horizontale doorsnede* scheidt een bovenste en onderste gedeelte van het lichaam.
Sagittaal	Parallel aan lengteas	Sagittaal	Een *sagittale doorsnede* scheidt een linker- en rechtergedeelte.
Midsagittaal			Bij een *midsagittale doorsnede* loopt het vlak door de middenlijn, waardoor het lichaam door het midden wordt gedeeld en de linker- en rechterhelft worden gescheiden.
Frontaal of coronaal		Frontaal of coronaal	Een *frontale* of *coronale doorsnede scheidt een ventraal en dorsaal gedeelte van het lichaam; coronaal* heeft meestal betrekking op doorsneden door het hoofd.

ANATOMISCHE RICHTINGEN

Met rechts en links bedoelen we steeds de rechter en linkerzijde van de betrokkene en niet van de waarnemer!

Tabel 1-1 Termen om richtingen aan te duiden (zie figuur 1-8●)

TERM	GEBIED OF REFERENTIE	VOORBEELD
ANTERIOR	De voorkant; voor	
VENTRAAL	De buikzijde (synoniem aan anterior als naar het menselijk lichaam wordt verwezen)	De navel bevindt zich aan de *ventrale* (anterior) zijde van de romp.
POSTERIOR	De achterzijde, achter	
DORSAAL	De rugzijde (synoniem aan posterior als naar het menselijk lichaam wordt verwezen)	Het schouderblad bevindt zich *dorsaal (posterior) ten opzichte van de thorax*.
CRANIAAL OF CEFAAL	Het hoofd	De *craniale* of *cefale* rand van het bekken bevindt zich boven de dij.
SUPERIOR	Boven, op een hoger niveau (in het menselijk lichaam in de richting van het hoofd)	De neus bevindt zich *superior* ten opzichte van de kin.
CAUDAAL	De staart (coccyx bij de mens).	De heupen bevinden zich *caudaal* ten opzichte van de schouders.
INFERIOR	Onder, op een lager niveau	De knieën bevinden zich *inferior* ten opzichte van de heupen.



Figuur 1-8 Referenties omtrent richting
Belangrijke richtingstermen die in dit boek worden gebruikt, zijn met pijlen aangegeven; definities en beschrijvingen zijn in tabel 1-1 opgenomen.

EVOLUTIE EN NATUURLIJKE SELECTIE

EIGENSCHAPPEN EN DRIJFVEER VAN LEVENDE WEZENS

Over het leven kunnen we ons vragen stellen. Wat is leven? Wat is het doel van het leven? Wat kunnen levende wezens? Levende wezens hebben gemeenschappelijke basale functies:

1. Reactievermogen
   - Prikkelbaarheid = organismen reageren op veranderingen in hun onmiddellijke omgeving.
     - Hand wegtrekken van een warme kookplaat
     - Hond die blaft omdat er een vreemde in de buurt is
   - Aanpassingsvermogen = langdurige veranderingen doormaken wanneer zij zich aan hun omgeving aanpassen
     - Dikkere vacht als de winter nadert of naar warmer klimaat trekken in de winter
2. Groei
   - Cellen = bouwstenen van het leven
     - Eencellige organismen kunnen in omvang groeien doordat de cel groter wordt
     - Complexe organismen groeien door dat het aantal cellen toeneemt
   - Differentiatie = in meercellige organismen kunnen afzonderlijke cellen zich specialiseren zodat ze bepaalde functies kunnen vervullen (soms ten koste van andere functies)
3. Voortplanting
   - Organismen planten zich voort en kunnen zo voldoende nieuwe generaties van de organismen voortbrengen
4. Beweging
   - Inwendige beweging
     - Transport van voedingsstoffen, bloed…
   - Uitwendige transport
     - Voortbeweging door de omgeving
5. Stofwisseling
   - Afhankelijk van chemische reacties om energie te leveren
   - Stofwisseling (metabolisme) = alle chemische reacties in het lichaam
   - De cellen hebben voedingsstoffen en zuurstof nodig om energie te kunnen leveren
   - Respiratie = de opname, het vervoer en het gebruik van zuurstof door de cellen
   - Uitscheiding (excretie) = het proces waarin de onnodige of mogelijk schadelijke afvalstoffen uit het lichaam dienen te worden verwijderd

Een andere gemeenschappelijkheid is dat we allemaal sterven.

“De 7 dochters van Eva”: het genetisch, mitochondriaal DNA zal altijd blijven bestaan als we ons voortplanten. We zullen dus nooit echt sterven.

De drijfveer, het doel van ons bestaan is om te overleven.

- Korte termijn: eten en niet opgegeten worden (overleven van organisme)
- Lange termijn: voortplanten (overleven van genetisch materiaal van de soort)

EVOLUTIE: NATUURLIJKE & SEKSUELE SELECTIE

Natuurlijke en seksuele selectie zijn primaire aspecten die ons gedrag en ons leven verklaren.

Om de evolutie optimaal te laten verlopen moeten we dieren die verstoten zijn of gekwetst zijn met rust laten, want die zijn zo met een reden. We moeten hen laten sterven, anders planten ze zich voort en blijven er ‘domme’ dieren bestaan.

Zwermen spreeuwen doen het ‘vogelballet’ om de roofvogels af te leiden.

Vlinder met vogelogen: wanneer de vlinder met haar vleugels gesloten zit en er komt een vogel naast haar zitten dan spreidt ze haar vleugels en toont ze de ogen zodat de vogel verschiet en wegvliegt.

=> dit zijn voorbeelden van natuurlijke selectie

FUNCTIONALISME OM MENS TE LEREN BEGRIJPEN

Functionalisme: om een biologisch probleem te begrijpen moeten we de functie ervan voor het organisme begrijpen

Niet alles wat we hebben heeft nog een functie of nut (kippenvel: vroeger diende dit zodat je haar ging rechtstaan en er een luchtlaag/thermoslaag over jou kwam, grijpreflex: om in bomen te hangen maar dit doen we niet meer). Dingen die geen nut meer hebben, maar nog wel steeds bestaan zijn evolutionaire relicten of overblijfselen.

Ook het begrijpen van aspecten van (menselijk) gedrag vereist inzicht in hun evolutionair nut.

Darwins theorie benadrukte dat alle karakteristieken van een organisme een functioneel doel hebben. Het gedrag is niet overgeërfd maar, een structuur (de hersenen) die de oorzaak is van gedrag wordt overgeërfd.

Deze theorie was het startpunt van het functionalisme (= het geloof dat de karakteristieken van levende organismen nuttige functies uitvoeren.).

Om de werking van bv het zenuwstelsel te begrijpen moeten we de functies ervan weten.

Natuurlijke selectie => Darwin ondervond dat niet alle leden van een bepaalde soort gelijk waren en dat sommige verschillen die ze vertoonden overgeërfd werden door hun nakomelingen.

De wetenschappers van die tijd (Darwin inclusief) wisten nog niet waarom dit was, dit was maar in het midden van de 20ste eeuw ontdekt. Namelijk dat elk seksueel reproductief meercellig organisme bestaat uit een groot aantal cellen, waarvan elk individu chromosomen bevat. Dit zijn grote complexe moleculen die de recepten voor het maken van de potreins die cellen nodig hebben om te groeien en te functioneren bevatten.

Mutaties zijn perongelukke veranderingen in de chromosomen van de sperma of eicellen die samen een nieuw organisme maken. De meeste mutaties zijn schadelijk waardoor de nakomeling faalt en sterft. Maar een klein procent zorgt voor selectieve voordelen. Andere mutaties zijn niet zichtbaar of schadelijk maar bieden ook geen voordelen, deze blijven dus in het organisme en worden ook doorgegeven aan de nakomelingen.

Variëteiten binnen een soort zijn een groot voordeel, want als er iets veranderd in de omgeving moeten ze zich kunnen aanpassen of weglopen naar een andere omgeving waarin ze wel kunnen overleven.

PRINCIPES EVOLUTIETHEORIE

1) Er is interindividuele variatie binnen soorten, die zijn gedeeltelijk erfelijk.
2) Bepaalde individuen hebben meer overlevenden in hun nageslacht omdat bepaalde overerfbare eigenschappen beter zijn aangepast aan de omgeving (= natuurlijke selectie).
3) Eigenschappen die positief zijn voor de overleving en voortplanting worden frequenter in de populatie.

SURVIVAL OF THE FITTEST

Natuurlijke selectie: niet enkel de competitie om te overleven, maar vooral om genen door te geven.

Fitness = het aantal succesvolle nakomelingen

Vrouwen zoeken steeds de beste eigenschappen in een man waarmee ze zich willen voortplanten.

Krabben met 1 grote schaar (sterk) en 1 kleine schaar (om te eten).

De pauw is een voorbeeld van uit de hand gelopen seksuele selectie. Vroeger gaf een langere staart voordeel binnen de overleving, dit is te extreem geworden.

Er is ook interseksuele selectie (male-male competition). Mannen willen hun territorium beschermen. De verschillen in de verhouding vet en spieren bij mensen toont aan dat er male-male competitie geweest is.

TAXONOMIE (LINNEUS)

Organismen worden ingedeeld in groepen volgens hun eigenschappen

Er bestaan 3 grote groepen levende wezens:

1) Eukaryoten
2) Bacteria
3) Archaea (oerbacteriën)

De “homo” bij homo sapiens (de mensen) stelt het geslacht voor. De mens is het enige levende wezen met het geslacht “homo”. Alle andere wezens met dat geslacht zijn uitgestorven.

De variëteit en complexiteit van organismen ontstaan door adaptaties. De natuur heeft geen uitgangspunt of doel wanneer het ergens aan begint. De mens is dus ontstaan door toevallige adaptaties.

EVOLUTIONAIRE DRIJFVEER: ETEN EN NIET OPGEGETEN WORDEN

Organismen gaan continu op zoek naar nieuwe niches en adapteren zich aan die nieuwe omgeving, om zo hun overlevingskansen te doen stijgen.

Nieuwe niches zijn meestal locaties met veel plaats, zeer dun tot niet bevolkt en waar er dus veel voedselbronnen zijn. Ze bieden ook bescherming tegen predatoren.

Zo zijn bijvoorbeeld vleermuizen ontstaan. Ze zijn gemigreerd naar een grot en hebben de echolocatie ontwikkelt omdat het er te donker was om te zien. Ook de mens is zo ontstaan. De catfish kwam aan land en adapteerde zich om op het land te kunnen overleven. Zoogdieren die leven in het water (walvis, dolfijn...) zijn voorbeelden van dieren die, nadat ze op het land zijn gaan leven, terug naar de zee gemigreerd zijn.

De continentendrift, het klimaat, meteorieten... hebben hier een grote invloed op gehad.

65 miljoen jaar geleden was er een meteorietinslag die alle dinosaurussen deed omkomen (= massa-extinctie). Enkel kleine zoogdieren hebben die inslag overleeft. De overlevenden kwamen in een totaal nieuwe niche terecht: weinig voedsel, weinig licht, zeer veel ruimte. Deze verandering van niche heeft gezorgd voor een explosie aan nieuwe soorten zoogdieren (= diversificatie).

'OUT OF AFRICA': OP ZOEK NAAR DE WIEG VAN DE MODERNE MENS

Het homo geslacht is in Afrika ontstaan, daaruit is de mens ontstaan.

Mensen zochten steeds nieuwe niches en daarom gingen zij dus steeds verder weg van de bevolking gaan wonen en zijn zij steeds meer land gaan ontdekken en veroveren

ONTWIKKELING EN EVOLUTIE VAN MENS EN MENSELIJKE HERSENEN

Evolueren = geleidelijk ontwikkelen

Evolutieproces = de graduele verandering in de structuur en fysiologie van de plant en diersoorten als een gevolg van natuurlijke selectie.

De eerste mens kunnen we situeren in het Cenozoïcum. De eerste primaten waren klein en insecten & kleine koudbloedige gewervelde dieren waren hun prooi. Ze hadden handen waarmee ze konden grijpen die het mogelijk maakten om over takken in het bos te klimmen.

De evolutie van fruitbomen maakten het mogelijk voor fruit etende primaten te laten ontstaan. Een voordeel was dat ze kleuren zagen en zo rijp fruit van groene bladeren konden onderscheiden en zo dit konden opeten voor andere dieren het deden.

De eerste mensachtigen kwamen voor in Afrika, ze bleven fruit eten maar evolueerden zo dat ze ook konden jagen en hunzelf verdedigen. (Door het maken van hulpmiddelen). Zo ontdekten ze vuur, het domesticeren van honden…

De eerste mensachtige vertrok vanuit Afrika ongeveer 1,7 miljoen jaar geleden, dit werden de Homo erectus genoemd. Deze soort dwaalde rond in Europa en Azië. Hieruit ontstond de homo neanderthaler, deze woonden in West-Europa tussen ongeveer 120000 en 30000 jaar geleden. Dan kwam onze eigen soort, de Homo sapiens. Deze evolueerden in Oost Afrika ongeveer 100000 jaar geleden, deze migreerden over de hele wereld.

De mens had vele karakteristieken die het mogelijk maakt om het op te nemen tegen andere soorten. Handen maakten het mogelijk om voorwerpen te maken. Het zien van kleuren maakte het mogelijk rijp fruit te vinden en dieren te spotten. Het gebruik van vuur maakte het mogelijk om eten te koken, warm te blijven en mogelijke roofdieren af te schrikken. Het lopen op 2 benen maakte het mogelijk om dingen mee te nemen, te dragen, lange afstand af te leggen…. De taal maakte het mogelijk om te communiceren met elkaar. Al deze karakteristieken hadden een groot brein nodig. Een groot brein heeft een groot schedel nodig en het rechtstaande postuur van de vrouw vernauwde juist het geboortekanaal. Daarom is het brain van een baby veel kleiner, deze wordt doorheen het leven groter, maar om dat ze dus niet dezelfde capaciteiten hebben als een volwassene is het noodzakelijk dat ze bij de moeder blijven achter de geboorte.

Grotere lichamen hebben grotere breinen nodig, maar de grote hoeft niet proportioneel te stijgen samen met het lichaam. Een brein hebben met vele neuronen maakt het mogelijk spieren te bewegen of zintuigelijke informatie te analyseren.

Neotenie = verlenging van de rijping van de hersenen (hersenen van een kind groeien)

- 4500 miljoen jaar geleden: ontstaan aarde
- 3800 miljoen jaar geleden: eerste leven
- 360 miljoen jaar geleden: eerste gewervelden (amfibieën) op land
- **65 miljoen jaar geleden: uitsterven dinosaurussen, opkomst primaten**
- 25 miljoen jaar geleden: eerste mensapen (hominiden)
- 2 miljoen jaar geleden: homo habilis/homo erectus (rechtop lopende mens)
- 0,1 miljoen jaar geleden: homo sapiens

OORSPRONG VAN NEANDERTHALER EN H. SAPIENS

Neanderthalers (homo neanderthalensis) waren de laatste soort van het homo-geslacht die wij gekend hebben. Zij hebben waarschijnlijk een tijd parallel met ons geleefd.

De neanderthaler en de homo sapiens zijn beiden een aftakking van de homo erectus (rechtop lopende mens).

Mens spreekt van het geslacht homo vanaf dat de hersencapaciteit aanzienlijk begon toe te nemen.

Genetische verschillen tussen de mens en de mensapen zijn heel klein, we hebben voor 98- 99% identiek DNA. De chimpansee ligt dichter bij de mens dan bij een orang-oetang.

De grootste eigenschap dat de mens van dieren onderscheid is het feit dat we slimmer zijn. De mens is dus eigenlijk gewoon een slim dier.

HOMO SAPIENS, HET DIER MER DE GROTE HERSENEN

1% verschil in DNA tussen mens en chimpansee

0.1% verschil in DNA tussen onverwante mensen

UNIEKE VAN MENSELIJKE HERSENEN

Onze hersenen kunnen niet groter worden (dat is biologisch niet haalbaar, de baby zou niet meer door het geboortekanaal passen), daarom hebben wij meer neuronen per gram hersenweefsel. In onze cortex zitten er ook veel plooien om toch zoveel mogelijk hersenen in ons hoofd te krijgen. Zo kunnen we neuronen gaan stapelen.

VERTRAAGDE (POSTNATALE ONTWIKKELING VAN MENSELIJKE HERSENEN)

De mens heeft (in tegenstelling tot andere dieren) nog heel veel postnatale ontwikkeling van de hersenen. De hersenen groeien na de geboorte van 350 gram naar 1400 gram.

Deze postnatale ontwikkeling heeft voor- en nadelen:

- Voordeel: we kunnen nog veel leren
- Nadeel: veel kan kapot gemaakt worden en de opvoeding is zeer intensief

THEMA 2: ZENUWSTELSEL

OPDELING, ZENUWCELLEN & STEUNCELLEN

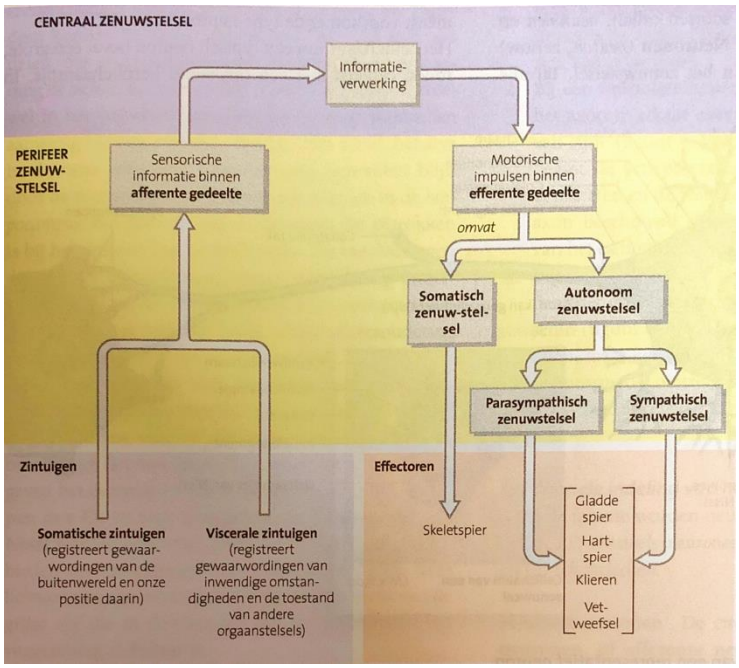
FUNCTIONELE OPDELING ZENUWSTELSEL

Functies zenuwstelsel:

1) Meten interne en externe milieu
2) Informatie van de zintuigen integreren
3) Coördineren van gewilde en ongewilde reacties van vele andere orgaanstelsels

Het zenuwstelsel kunnen we opdelen in 2 delen

1) Centraal zenuwstelsel (CZS) => integreert en coördineert de verwerking van sensorische info en het doorgeven van impulsen naar de spieren. In het CZS zetelen ook de hogere functies zoals intelligentie, emoties en het geheugen.
    a. Hersenen
    b. Ruggenmerg
2) Perifeer zenuwstelsel (PZS) => alle communicatie tussen het CZS en de rest van het lichaam gaat via het PZS. Dit omvat al het zenuwweefsel buiten het CZS
    a. Craniale zenuwen
    b. Spinale zenuwen



Zintuigen of receptoren registreren sensorische info van buiten het ZS.

Dit wordt doorgegeven naar het afferente gedeelte (PZS), die opzijn beurt dit doorstuurt naar het CZS waar de info verwerkt wordt.

CZS zendt motorische impulsen d.m.v. het efferente gedeelte (PZS) naar spieren en klieren (= effectoren).

Het efferente gedeelte kunnen we onderverdelen in het somatisch zenuwstelsel (SZS) (aansturen skeletspieren) en het autonome zenuwstelsel (AZS) (automatische, onwillekeurige regulering van glad spierweefsel, hartspierweefsel, klierwerking en vetweefsel.

Het AZS noemen we ook het visceromotorische systeem en kunnen we nog eens onderverdelen in het sympatisch gedeelte en het parasympatisch gedeelte.

NEURONEN (ZENUWCELLEN) ZIJN DE FUNCTIONELE EENHEDEN VAN HET ZS

2 celtypes in het zenuwstelsel

1. Neuronen = basiseenheden van het ZS
2. Steuncellen (gliacellen/ neuroglia) = steunweefsel van het ZS

ALGEMENE STRUCTUUR VAN NEURONEN

Een neuron heeft:

1) Een cellichaam met celkern en organellen voor integratie van signalen
2) Dendrieten: opvangen van prikkels (afferent)
3) Axonheuvel en axon: productie en geleiding van impuls/prikkel (efferent) (= prikkelconductie)
4) Zenuwuiteinden = synapsknoppen (maakt deel uit van de synapsen): sturen door het vrijzetten va chemische stoffen prikkels door van de ene cel naar de andere

Aanwezige organellen in het cellichaam: mitochondriën, ribosomen en RER => daarom is er een ruw korrelig uiterlijk!

Lichaampjes van Nissl = groepen RER en vrije ribosomen

Bij de meeste neuronen zijn geen centriolen aanwezig => de meeste kunnen zich dus niet delen, dus als er verloren gaan door ziekte, ongeval… dan kunnen geen nieuwe aangemaakt worden.

Het plasmamembraan van de dendrieten en het cellichaam is gevoelig voor chemische, mechanische of elektrische prikkels. Deze prikkels leiden vaak tot het ontstaan van een elektrische impuls (actiepotentiaal) die zich langs het axon verplaatst. Deze actiepotentialen beginnen bij het initiële segment.

ANATOMISCHE CLASSIFICATIE VAN NEURONEN

Er zijn 3 types neuronen:

- Multipolair => 2 of meer dendrieten en 1 enkele axon, deze komen het meest voor in het CZS
    - Motorische zenuwcellen
- Unipolair => de dendrieten en het axon lopen in elkaar over en het cellichaam ligt aan 1 zijde
    - Sensibele neuronen
- Bipolair => hebben 2 uitlopers: 1 dendriet en 1 axon met het cellichaam daar tussenin, deze zijn zeldzaam
    - Komen voor in speciale zintuigen, waar ze info omtrent het zien ruiken of horen vanaf zintuigcellen naar andere neuronen doorgeven
    - Retina van oog

FUNCTIONELE CLASSIFICATIE NEURONEN

Naar de functie toe worden de neuronen ook in 3 groepen verdeeld:

- Sensibele neuronen (afferente neuronen)
  Vormen het afferente gedeelte van het PZS.
  Ontvangen info van zintuigcellen die het uitwendig en inwendige milieu waarnemen en daarna de info naar andere neuronen in het CZS doorgeven. Deze info kan rechtstreeks doorgegeven worden aan een dendriet van een sensibel neuron of aan een gespecialiseerde cel die met het sensibel neuron in verbinding staat.
  Er zijn 2 typen somatische zintuigen: externe receptoren (info omtrent de uitwendige omgeving) en proprioceptoren (info omtrent positie en beweging van skeletspieren en gewrichten).
  Viscerale (of interne) receptoren registreren de activiteiten vanuit de andere stelsels en zorgen voor gewaarwording pijn.
- Motorische neuronen
  Geleiden impulsen vanuit het CZS naar andere weefsels, organen of orgaanstelsels (= effectoren).
  Somatische motorische neuronen van het SZS zijn verbonden met skeletspieren.
  Visceromotorische neuronen van het AZS zijn verbonden met alle andere effectoren

- Schakelcellen/ associatieneuronen/ interneuronen
  Zijn te vinden in de hersenen en het ruggenmerg. Zijn verantwoordelijk voor het doorschakelen van sensorische info en voor de coördinatie van motorische activiteit. Ze spelen ook een rol bij alle hogere functies.

GLIACELLEN

GLIA VAN PZS

Schwanncellen:

1) Omgeven elk axon buiten het CZS
2) Vormen myelineschede rond axonen
3) Versnelt prikkelgeleiding in axonen
4) "Isolatie" door vele lagen vette plasmamembraan
5) Insnoeringen van Ranvier: zijn de plaatsen waar de ene Schwanncel stopt en de andere begint (klein stukje zonder myelineschede)
6) Neurilemma = buitenste oppervlak van een Schwanncel

Satellietcellen:

1) Ondersteunen neuronen in ganglia (= verzameling cellichamen in het PZS) ➢ maken het leven van neuronen mogelijk, ze helpen waar nodig

GLIA VAN CZS

Oligodendrocyten

2) Hun dunne lange uiteinden zijn rond axonen gewikkeld => vormen myelineschede rond axonen (gemyeliniseerd)
3) Elke oligodendrocyt voorziet een kort gedeelte van meerdere axonen
4) De kleine openingen tussen aangrenzende cel uitlopers = insnoeringen van Ranvier
5) Witte stof van CZS

Microgliacellen

6) Kleinste en minst talrijke neurogliacellen in het CZS
7) Dwalen rond en helpen waar nodig. Beschermende functie (bv insluiten ziekteverwekkers)

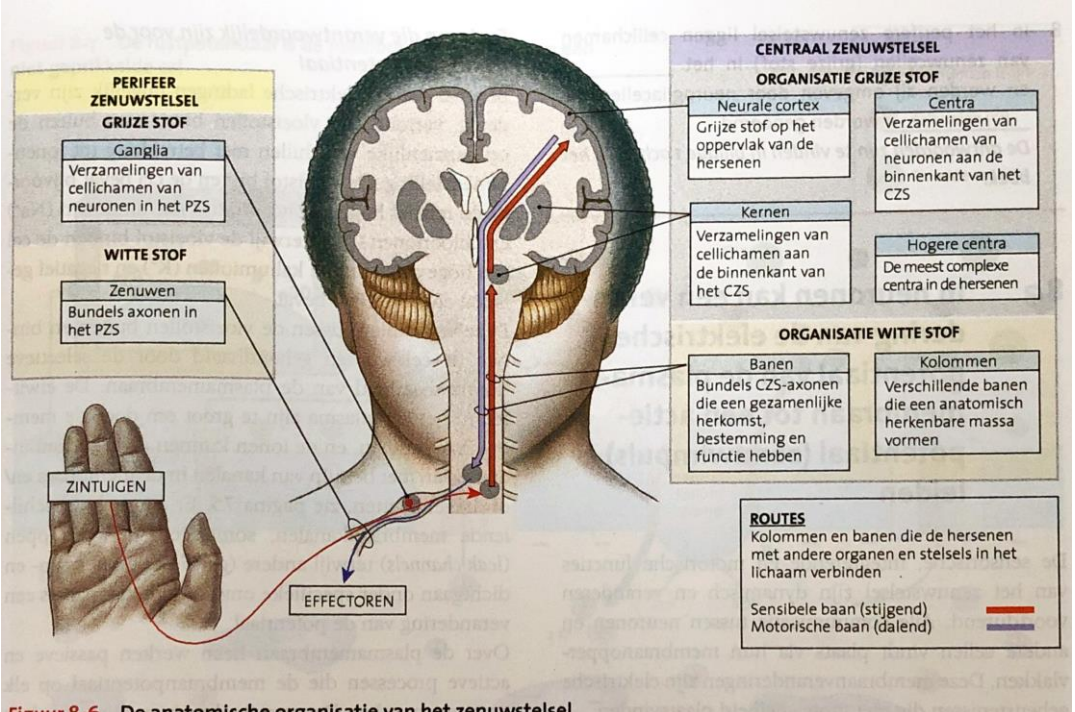
Ependymcellen:

8) Bekleden inwendige holtes van de hersenen (cf. epitheelcellen: bekleden inwendige holtes van organen)
9) Productie cerebrospinaal vocht (CSV)
10) Bedekken het centrale kanaal van het ruggenmerg en compartimenten van de hersenen

Astrocyten:

- Grootste en meest talrijke neurogliacellen in het CZS
- Structurele en metabole ondersteuning van neuronen
- Geven chemische stoffen af die noodzakelijk zijn voor het handhaven van de bloed-hersenbarrière
  Ze maken contact met de neuronen en bloedvaten. De eindplaatjes van de astrocyten vormen de bloed-hersen-barrière. Die zorgen ervoor dat er geen lekkage is van het bloed dat naar de hersenen stroomt. Er is ook geen uitwisseling van stoffen naar de hersenen. Dit heeft voor- en nadelen. Een voordeel is dat er ook geen toxische stoffen naar de hersenen kunnen, maar het is dan ook moeilijk om bijvoorbeeld medicatie tot de hersenen te krijgen.

GRIJZE VS WITTE STOF | KERNEN VS GANGLIA



Figuur 8-6 De anatomische organisatie van het zenuwstelsel

ACTIEPOTENTIALEN EN PRIKKELGELEIDING

De taak van neuronen is prikkels vormen en voorgeleiden.

Het verschillen tussen iemand die dood of levend is, is of iemand nog elektrische activiteit doorgeeft in de hersenen.
Stroom is het geleiden van elektrisch geladen deeltjes.

IONENKANALEN HET CELMEMBRAAN

Celmembraan is vaak niet doorlaatbaar voor ionen omdat ionen oplossen in water, niet in vet zoals een celmembraan (hydrofoob).
De concentratie van stoffen zal dus verschillend zijn binnen de cel (= intracellulair) en buiten de cel (= extracellulair).

Ionen kunnen zich niet zomaar door het plasmamembraan bewegen, zij hebben hiervoor een “kanaaltje” nodig. Bij een cel in rust zijn de kanalen dicht en is er dus geen uitwisseling van stoffen mogelijk.

De poortkanalen openen onder invloed van diverse stimuli.
De in- of uitstroom van positief of negatief geladen deeltjes kan de membraanpotentiaal wijzigen.

Je kan de poortkanalen (‘gated’ ion channels) op 4 verschillende manieren openen:

- Ligand gemedieerd: met behulp van receptoren. *Sleutel past in sleutelgat en opent de poort*
- Fosforylatiegemedieerd: *er wordt een extra ion toegevoegd zodat het poortkanaal opengaat*
- Spanningsgevoelig: *elektrische deur*, de lading wordt verwisseld (negatief in cel, positief buiten cel)
- Mechanisch: *de deur forceren*

NEURONEN ZIJN ALS BATTERIJEN

Potentiaalverschil (= verschil in elektrische lading) tussen binnen en buiten de cel

- Twee kamers met vloeistof; één is positief, één is negatief geladen
- Overgang van negatief naar positief bij verbinding, tot kamer (=batterijplat)
- De cel=negatieve kamer
- De buitenkant= positieve kamer

Via lekkanalen kunnen ze de cel verlaten
→ Positieve deeltjes gaan weg, dus de cel wordt negatiever

Potentiaalverschil = verschil in elektrische lading
Membraanpotentiaal (MP) = het verschil in elektrische lading buiten en binnen de cel

Rustmembraanpotentiaal (RMP): het feit dat de lading binnenin de cel negatiever is dan buiten de cel door "fixed anions" (= negatief geladen deeltjes die in de cel vastzitten).

Alle levende cellen zijn gekenmerkt door een gepolariseerd plasmamembraan. Aan de buitenkant van het membraan is een overmaat aan positieve ladingen aanwezig en aan de binnenkant een overmaat een negatieve ladingen. Wanneer deze ladingen gescheiden worden gehouden is er een potentiaalverschil (= een membraanpotentiaal of transmembraanpotentiaal). Dit wordt gemeten in (milli)volt.

De rustpotentiaal van een zenuwcel is -70mV (binnenkant is in overmaat neg geladen in vergelijking tot de buitenkant).

Het natrium zal de cel binnenkomen door 2 conventies:

- Diffusie: deeltjes zullen zich altijd verplaatsen van hoge naar lage concentratie
- Elektrische aantrekking: Na+ wordt aangetrokken door –

Bij kalium (potassium) is het complexer. Als er een kaliumpoort zou zijn in het celmembraan, dan nog zou het kalium naar buiten stromen, ondanks dat + en + elkaar afstoten. De kracht van diffusie is dus sterker.

De kaliumpoort heeft een tragere reactiesnelheid dan de natriumpoort waardoor de membraanpotentiaal even verwisselt (+ binnen, - buiten).

FACTOREN DIE VERANTWOORDELIJK ZIJN VOOR DE MEMBRAANPOTENTIAAL (HB)

De vloeistoffen binnen en buiten de cel zijn verschillend met betrekking tot ionenstelling.

- Buiten de cel: relatief hogere concentratie natriumionen en chloorionen.
- Binnen de cel: hogere concentratie kaliumionen en negatief geladen eiwitten.

Deze verschillen worden gehandhaafd door de selectieve doorlaatbaarheid van het plasmamembraan. De eiwitten kunnen niet door het membraan en de ionen kunnen alleen de cel in en uitgaan d.m.v. kanalen of dragereiwitten.

Membraankanalen:

- Leak channels => kanalen die altijd open zijn
- Gated channels => gaan open en dicht door verschillende opstandigheden

Er werken passieve en actieve processen op het membraanpotentiaal op elk moment te bepalen:

Passieve krachten

- Chemisch
- Elektrisch

Actieve processen

- Natriumkaliumpomp
  Deze ionenpomp wisselt 3 natriumionen in het cytoplasma uit tegen 2 kaliumionen ib de extracellulaire vloeistof. Natriumionen worden met dezelfde snelheid naar buiten gepompt als waarmee ze de cel binnenkomen = rustpotentiaal.

ELECTRISCHE ACTIVITEIT IN AXONEN

Er is enkel een verandering in het membraanpotentiaal in exciteerbare cellen. (Bv: neuronen en spiercellen)

- Depolarisatie: membraanpotentiaal verschuift in de richting van 0mV.
- Hyperpolarisatie: membraanpotentiaal wordt nog negatiever (naar bv -80mV)

Prikkel ionenkanalen die gesloten zijn wanneer de plasmamembraan zijn rustpotentiaal heeft. Hierdoor verplaatsen ionen zich sneller en verandert het membraanpotentiaal.

Plaatselijke potentialen = veranderingen van de membraanpotentiaal die zich slechts over een kleine afstand vanaf de plaats van prikkeling kunnen verplaatsen.

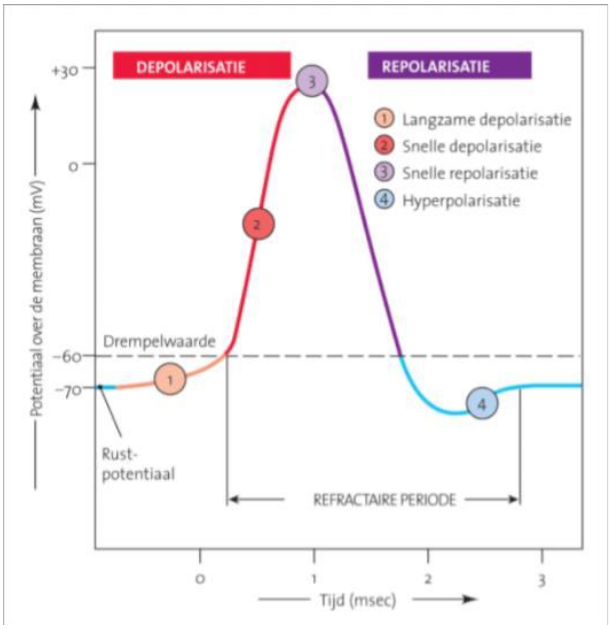
Actiepotentiaal = een voorgeleide verandering van de membraanpotentiaal van de gehele plasmamembraan.

Een actiepotentiaal zal alleen ontstaan wanneer de membraan depolariseert tot de drempelwaarde.

Alles-of-niets-principe = elke stimulus die de membraan tot de drempelwaarde brengt zal een identieke actiepotentiaal teweeg brengen

ACTIEPOTENTIAAL

Een externe prikkel zet het actiepotentiaal op gang. Het rustpotentiaal (-70mV) wordt verstoord en er treedt een langzame depolarisatie (= cel wordt minder negatief: exciterend) op tot de drempelwaarde (-60mV). Hier gaat het natriumkanaal open en gaat de natrium in de cel (= Na^+ influx). Daar versnelt de depolarisatie tot de binnenkant van de cel positief is en de buitenkant negatief (membraampotentiaal is verwisselt). Vervolgens is er een snelle repolarisatie (het membraanpotentiaal in de cel wordt herstelt) (+30 mV). Hier opent het kaliumkanaal zich en verlaat de kalium de cel (K^+efflux). Dan is er even een hyperpolarisatie (= cel wordt meer negatief: inhiberend) (-75mV), maar deze wordt snel hersteld (-70mV). Dit komt omdat de kaliumpoort een tragere reactiesnelheid heeft. Het duurt dus even voor de poort doorheeft dat er genoeg kalium de cel heeft verlaten en het evenwicht hersteld is. Dit alles gebeurt innen een tijdframe van 1 milliseconde. -70 => -60 => +30 => -75 => -70



HET OPWEKKEN VAN EEN ACTIEPOTENTIAAL (HB)

Begint wanneer de plasmamembraan bij het initiële segment tot de drempelwaarde depolariseert

Refractaire periode = totdat de repolarisatie is voltooid, kan de membraan niet op verdere prikkeling reageren, dit beperkt de snelheid waarmee actiepotentialen in een exciteerbare membraan kunnen worden opgewekt

REFRACTAIRE PERIODES VERHINDEREN NIEUWE ACTIEPOTENTIAAL

Het natriumkanaal heeft een activatie- en inactivatieperiode. Wanneer het natriumkanaal zich in een geïnactiveerde periode bevindt, dan kan het actiepotentiaal niet starten. Tijdens de relatieve refractaire periode is de kans op het activeren van een actiepotentiaal klein, maar niet onmogelijk.

Absolute refractaire periode:

- Onmogelijk om nieuwe actiepotentialen te reproduceren
- Inactieve fase van het ionenkanaal

Relatieve refractaire periode:

- Nieuwe actiepotentialen kunnen, maar vereisen sterkere stimuli
- Bij hyperpolarisatie

DE WET VAN ALLES OF NIETS

Alles-of-niets-principe = elke stimulus die de membraan tot de drempelwaarde brengt zal een identieke actiepotentiaal teweeg brengen

1) Vanaf de drempel overschreden wordt is er een maximaal potentiaalverschil. De amplitude en de duur zijn dus steeds hetzelfde.
2) De intensiteit daarentegen hangt af van de frequentie, en niet van de amplitude. Hoe sterker de kracht, hoe meer actiepotentialen.
3) 1 actiepotentiaal kan niet verschillen van kracht, hij kan alleen meer voorkomen of vaker overschreden worden.

PRIKKELGELEIDING

Een actiepotentiaal doet zich aanvankelijk alleen voor op een betrekkelijk klein gedeelte van het totale membraanoppervlak van het axon, maar ze hebben een invloed op het gehele membraanoppervlak.

De instroom van Na+ en uitstroom van K+ tijdens actiepotentiaal is erg lokaal op axon. De ionen worden nadien teruggepompt door de natrium-kalium pomp (ATPase) (Verklaart energieverbruik van hersenen)

ONGEMYELINISEERDE AXONEN

Ononderbroken geleiding = telkens wanneer een plaatselijke stroom ontstaat, verplaats de actiepotentiaal zich naar voren, maar niet achterwaarts, doordat het vorige segment van het axon zich nog in de refractaire periode bevindt.

Prikkelgeleiding bij ongemyeliniseerde axonen gebeurt in een golfbeweging. Het actiepotentiaal start in de axonheuvel en neemt niet af in amplitude. Eens een actiepotentiaal gestart is zal deze met dezelfde sterkte doorgegeven worden.

Een stimulus zet de natriumpomp open, waardoor het plasmamembraan depolariseert. De natrium die de cel binnenstroomt blijft niet op één plaats, maar verplaatst zich, er ontstaat een lokale stroming. Het actiepotentiaal zal zich dus voortbewegen. De reden waarom het actiepotentiaal maar in 1 richting beweegt, is omdat de natriumkanalen

refractaire periodes hebben. Tijdens deze periodes repolariseren de kanalen en kunnen zij geen actiepotentiaal starten. Tegen dat die refractaire periode om is heeft het actiepotentiaal zich al ver genoeg in de andere richting verplaatst.

Het nadeel bij prikkelgeleiding door ongemyeliniseerde axonen is dat deze heel traag is (1 meter per seconde). Met deze snelheid van reacties zouden mensen niet kunnen en dus heeft de natuur hier een oplossing op gevonden, de gemyeliniseerde axonen.

GEMYELINISEERDE AXONEN

Saltatoire impulsgeleiding = de actiepotentiaal springt van de ene insnoering naar de andere en verloopt niet in een reeks kleine stapjes.

Prikkelgeleiding bij gemyeliniseerde axonen gebeurt via saltatoire conductie van knoop tot knoop. Dit betekent dat het actiepotentiaal de gemyeliniseerde stukken van het axon overslaat, want dit deel van het axon is uitgeschakeld. Door de sterke lokale stroming komen de natriumelementen tot de volgende knoop, waar een hoge concentratie kanalen zit, en zet de actiepotentiaal zich verder. Omdat de actiepotentiaal de gemyeliniseerde stukken (Schwanncellen of oligodendrocyten) overslaat is deze prikkelgeleiding veel sneller (100 meter per seconde).

Met deze snelheid kunnen mensen sneller reageren en hebben ze dus een grotere kans op overleven. Maar voor grote dieren blijft deze snelheid nog steeds een probleem. Dit heeft bijgedragen tot het uitsterven van de meeste grote diersoorten.

SYNAPSEN

Het zenuwstelsel is een complex van geconnecteerde neuronen.

EEN SYNAPS IS DE FUNCTIONELE CONNECTIE TUSSEN 2 NEURONEN/ CELLEN

Men vroeg zich af hoe cellen elektrische signalen doorgeven.

Het hart heeft een eigen ritme. De hersenen geven via de nervus vagus impulsen door die het hart sneller of trager doen kloppen.

Experiment:
Men legde het hart met de nervus vagus in een bad met vloeistof (in vitro). Het hart slaat dan gemiddeld 80-90 keren per minuut. Met een elektrische prikkel stimuleerden ze de nervus vagus en ze zagen dat het hart dan versnelde of vertraagde.

Loewi geloofde dit niet, hij stelde dat dit meestal chemisch gebeurde. Hij voerde een gelijkaardig experiment uit:
Hij legde het hart met de nervus vagus in een bad met vloeistof (in vitro). Met een elektrische prikkel stimuleerde hij de nervus vagus en de hartslag steeg of daalde. Wanneer hij daarna het hart uit de vloeistof haalde en er een ander hart in legt, dan klopte dit hart ook trager. Dit toont aan dat er een chemische stof is vrijgelaten in het water die het hartritme doet dalen. Zenuwcellen kunnen elkaar dus ook beïnvloeden door vrijgave van een chemische stof.

Cytoplasmatische continuïteit is het feit dat het cytoplasma hetzelfde blijft over alle cellen. Synaptische vertraging is de vertraging die optreedt bij het doorgeven van een prikkel

ELECTRISCHE EN CHEMISCHE PRIKKELOVERDRACHT

Door gap junctions zijn cellen elektrisch verbonden met elkaar. Die gap junctions zijn 12 eiwitten (6 van de ene cel en 6 van de andere) die een soort van buis vormen zodat informatie uitgewisseld kan worden.

De elektrische synaps bestaat in een ander deel van het hart. Wanneer je 1 hartspier cel activeert, dan worden alle andere hartspiercellen geactiveerd, want ze hangen vast met elektrische synapsen. Er is dus sprake van elektrische prikkelgeleiding.

Chemische synapsen => zie volgende dia

DE CHEMISCHE SYNAPS EN NEUROTRANSMISSIE

Chemische synapsen komen het vaakste voor (onder invloed van neurotransmitters).

Communicatie vindt in 1 richting plaats. Vanaf de synapsknop van het presynaptische neuron naar het postsynaptische neuron. De plasmamembranen van beide neuronen zijn gescheiden door de synapsspleet. Elke synapsknop bevat synapsblaasjes die enkele duizenden moleculen van een bepaalde neurotransmitter bevatten

Het actiepotentiaal loopt door tot het einde van een axon. Het actiepotentiaal activeert de ionenkanalen en zet de calciumkanalen open. Calcium is positief geladen (de binnenkant van de cel is negatief) en stroomt de cel binnen (spanningsgevoelig en diffusie). Door de calciuminstroom gaan de vesikels bewegen (= exocytose) en komen de neurotransmitters vrij in de synaptische spleet (= acetylcholine). Vervolgens gaan de neurotransmitters binden op de receptoren van een volgende cel (ligand gemedieerde kanalen) waardoor de natriumkanalen van die cel opengezet worden. Zo treedt er weer depolarisatie op en dat is het begin van een nieuw actiepotentiaal. De natriumkanalen sluiten weer als de neurotransmitters weer uit de synaptische spleet gehaald zijn. Dit gebeurt door AChE (= acetylcholinerase).

- Acetylcholine (ACh) worden vrijgemaakt bij cholinerge synapsen
- Norepinefrine (NA) worden vrijgemaakt bij adrenerge synapsen
- Dopamine, gamma-aminoboterzuur en serotine werken in het CZS
- Stikstofoxide en koolmonoxide zijn belangrijke neurotransmitter gassen

Chemische prikkelgeleiding start dus met een elektrische prikkel die omgezet wordt in een chemisch signaal. Dat signaal wordt vervolgens terug omgezet in een elektrische prikkel.

Op het einde van een neuron zit een verdikking. Dit heet het terminaal button. Hierin zitten mitochondriën, blaasjes en endoplasmatisch reticulum.

Wanneer de presynaptische cel actiepotentiaal doorgeeft naar de postsynaptische cel verdwijnt de prikkel even wanneer hij overgaat van de ene naar de andere cel.

Neuro-effectorverbindingen: synaps tussen een neuron en een ander celtype.

De neurotransmitters kunnen stimulerend of remmend zijn. ACh en NA hebben meestal een stimulerend effect (dit is een tijdelijk effect). Dopamine, GABA en serotine werken afremmend. De activiteit van een neuron hangt af van het evenwicht tussen stimulering en remming

NEURONALE GROEPEN

= een groep onderling verbonden schakelcellen met specifieke functies.

Neuronen en neurale groepen communiceren met elkaar in verschillende schakeldiagrammen of neurale circuits. De 2 eenvoudigste zijn convergentie en divergentie.

- Divergentie verspreidt info vanuit 1 neuron naar verschillende andere neuronen of vanuit 1 neurale groep naar verschillende neurale groepen
  Divergente processen zijn efferent (= output). Ze gaan vanuit onze hersenen naar hun doelcel.
- Convergentie zijn verschillende neuronen met 1 enkele postsynaptische neuron verbonden. Maakt zowel willekeurige als onwillekeurige regeling van bepaalde lichaamsprocessen mogelijk.
  Convergente processen zijn afferent (= input). We gaan afferente informatie comprimeren, dit doen we heel vaak, maar meestal staan we er niet bij stil.

NEURALE INTEGRATIE

Exciterende postsynaptische potentiaal (EPSP) leidt tot depolarisatie. Wanneer deze depolarisatie de drempel overschrijdt start hier een actiepotentiaal.

- Van actiepotentiaal → neurotransmitter → depolarisatie → nieuw actiepotentiaal (verder tot drempel bereikt is)

Inhiberende postsynaptische potentiaal (IPSP) leidt tot hyperpolarisatie. Dit betekent dat de lading verder van de drempel verwijderd wordt. Er zal dus geen actiepotentiaal plaatsvinden.

DE DREMPELPOTENTIAAL BEPAALT HET AL DAN NIET DOORGEVEN VAN EEN PRIKKEL

Cellen kunnen inhiberend (negatief geladen) of exciterend (positief geladen) zijn. De drempelpotentiaal bepaalt het al dan niet doorgeven van een prikkel.
1 cel kan informatie ontvangen van verschillende andere cellen.

- Synergisme: A+B → 2 exciterende cellen die samenwerken → start actiepotentiaal
- Antagonisme: A+C → exciterende en inhiberende cel → spreekt elkaar tegen, geen actiepotentiaal
- Temporele summatie: A+A → neuron A activeert 2x achter elkaar
- Spatiële summatie: A+B → 2 verschillende neuronen die hetzelfde signaal op hetzelfde moment geven

Exciterend (A en B) = depolarisatie

Inhiberend (C) = hyperpolarisatie

C geeft neurotransmitters vrij → Cel nog minder kans om actief te worden

We krijgen zoveel sensoriële informatie binnen dat het onmogelijk is voor onze hersenen om alle informatie tot ons bewustzijn te laten komen. Daarom bestaat er excitatie en inhibitie.

De beslissing of een actiepotentiaal zal starten gebeurt in de axonheuvel.

IONOTROPE RECEPTOREN

Snelle en kortdurige werking (directe boodschappers)

Ligand-gemedieerde poortkanalen (ionenkanaal)

Neurotransmitter gaat binden aan receptoren gelegen in post-synaptisch membraan

Receptor = eiwit dat specifieke neurotransmitter herkent → Poort opent, zorgt voor ionenstroom

Ionenstroom = Positieve deeltjes stromen binnen → cel gaat depolariseren → prikkel wordt doorgegeven van de ene naar de andere cel

Bv: Nicotine ACh receptoren (= acetylcholine receptoren)

METABOTROPE RECEPTOREN

Tragere en langere werking (indirecte boodschappers)

Neurotransmitters binden aan receptoren en via 2e boodschappers worden de kanalen geactiveerd (2e boodschapperssysteem).

Voorbeeld: muscariene ACh receptor

- ACh stimuleert de receptor
- Receptor activeert G-proteïne (=dissociatie→ alfa gaat los van bèta en gamma)
- G-proteïne activeert adenylaat cyclase (= enzym)
- Adeny laat cyclase zet ATP om in cyclisch AMP
- cAMP opent de kalium kanalen (= indirecte 'gating')
- cAMP is ook de tweede boodschapper voor bijkomende intracellulaire effecten (= "doorvertellen" aan ionenkanaal) → er is een veelheid aan mogelijkheden, afhankelijk van welke 2de boodschappers is er een ander effect

Vb. trage hartslag door neerslachtige gevoelens

NEUROCHEMIE EN PSYCHOFARMACOLOGIE

NEUROCHEMIE: ER ZIJN WEL HONDERDEN VERSCHILLENDE SOORTEN NEUROTRANSMITTERS

Er zijn zeer veel verschillende neurotransmitters. Al deze neurotransmitters hebben verschillende eigenschappen (snel – traag, inhiberend – exciterend...)

Neurotransmitters kunnen verschillende receptoren hebben, maar receptoren zijn wel specifiek voor elke neurotransmitter (vermijden van crosstalk).

De neurochemie is ook afhankelijk van de anatomische locatie, sommige stoffen vinden we slechts op enkele plaatsen in ons lichaam.

Bepaalde processen en ziektes zijn gekoppeld aan neurotransmitters. (Schizofrenie: te veel dopamine, ziekte van Parkinson: te weinig dopamine, depressie: te weinig serotonine...)

In de neurochemie bestaan er agonisten en antagonisten. Agonisten versterken de werking van neurotransmitters, antagonisten doen het tegengestelde van de neurotransmitters.

Meest verspreid: Glutamaat (= exciterend) en GABA (= inhiberend)

CATEGORIEËN VAN DE BELANGRIJKSTE NEUROTRANSMITTERS

Elke regio in de hersenen bevat 1 of meerdere soorten neuronen die hun eigen neurotransmitter hebben.

Soort	Neurotransmitter	Naam transmissie	Effect
Acetylcholine		Cholinerg	E & I
(mono-)Amines	Serotonine	Serotonerg	E & I
	Dopamine	Dopaminerg	
	Noradrenaline	Adrenerg	
Aminozuren	Glutamaat, aspartaat	Glutamaterg, …	E
	GABA, glycine	GABAerg,…	I
Peptiden	Endorfine, substance P,…	Peptiderg	E & I
Vetten, gassen, …	Cannabinoïden		E & I

ACETYLCHOLINE (ACH)

ACh bevindt zich in de neuromusculaire junctie (= motoneuron die aankomt in de spiercel), het AZS en de hersenen (Alzheimer: afsterven van cholinerge transmissies).

De transmissie van acetylcholine is cholinerg. Er zijn 2 cholinerge receptoren:

- nicotine receptoren: nicotine uit tabak is een agonist. Dit zorgt ervoor dat de navelstrengbloedvaten gaan vernauwen. Dit is niet enkel zo wanneer je zelf rookt tijdens de zwangerschap, maar ook wanneer iemand in jou buurt rookt.
- muscariene receptoren: muscariene uit giftige paddenstoelen is een agonist

ACh werd vrijgelaten door exocytose. Deze kwam dan terecht in de synaptische pleet. De kanalen gaan dan open staan, maar om de poortkanalen terug te sluiten moet de ACh weer uit de synaptische spleet gehaald worden. Dit gebeurt met acetylcholinerase (AChE).
AChE zorgt dus voor de opruiming van neurotransmitters.

Elke neurotransmitter heeft, naast een manier om een postsynaptische cel te activeren, ook een manier om die neurotransmissie terug te stoppen (door enzymen).

Die wordt beïnvloed door:

- Botulinum toxine (botox): komt uit een bacterie. Botox zorgt ervoor dat de exocytose van ACh niet kan plaatsvinden. De neurotransmitter wordt dus niet vrijgegeven wat leidt tot verlamming van de spieren. Omdat rimpels verkrampte spieren zijn gaan de rimpels dus weg na het inspuiten van botox. Botuline toxine remt de cholinerge transmissie (antagonist).
- Curare: komt uit planten en lianen. Het wordt in de geneeskunde gebruikt als ontspanner van de skeletspieren bij epilepsie, ECT, ... Het remt de binding met de nicotine receptor (antagonist).
- Atropine: komt uit een plant, Atropa Belladonna of wolfskers. Het wordt vaak gebruikt bij oogheelkunde omdat het, wanneer je het in de ogen druppelt, de pupil openzet. Het remt de binding met de muscariene receptor (antagonist).
- Zenuwgas: blokkeert de afbraak van ACh waardoor je continu alle spieren activeert. Hierdoor krijg je een grote kramp. Ook de harstspier en longspieren verkrampen, bijgevolg sterf je aan een blootstelling aan zenuwgas (agonist).

MONOAMINES: SEROTINE

De transmissie van serotonine is serotonerg.

Serotonine is betrokken bij de stemming, het eetgedrag, slaap, opwinding en in de regulatie van pijn.

Er bestaan verschillende soorten depressies. *Postnatale depressie, Seasonal affective disorder,...* Bij alle soorten depressies hebben mensen laag serotoninegehalte.

Serotonine wordt gevormd uit het aminozuur L-tryptofaan. We halen dit aminozuur uit onze voeding. *Wanneer we 3 dagen enkel voeding eten waarin slechts 19 van de 20 eiwitten zitten (geen tryptofaan), dan krijgen we een tekort aan tryptofaan en dus bijgevolg ook een tekort aan serotonine. Dan krijgen we een depressief gevoel.*

Wanneer mensen met een depressie medicatie krijgen, dan willen we dat die medicatie de werking van serotonine stimuleert. Antidepressiva zijn dus agonisten van serotonine.

Serotonine (en dopamine) wordt afgebroken door MAO (monoamineoxidase). Deze stof komt voor in het presynaptisch neuron.

Er zijn minstens 9 verschillende types serotine receptoren

Stijging in serotoninewerking door:

- Serotonin-specificre-uptakeinhibitors(=SSRI→Prozac,..)
- MAO-remmers (drijft het ook op = inhiberen de afbraak van dopamine en serotonine)
- LSD = serotonine mimeticum (= imiteert serotonine)

MONOAMINES: DOPAMINE

De transmissie van dopamine is dopaminerg. Dopamine zit in 2 belangrijke onderdelen:

	Nigrostriataal	Mesolimbisch
Anatomisch	Van substantia nigra (hersenstam/middenhersenen) Naar Basale nuclei (striatum)	VTA (ventral tegmental area) Amygdala (limbisch systeem) Nucleus accumbens
Functie	Bewegingscontrole	Emotie, reward, verslaving
Pathologie	Ziekte van Parkinson (degeneratie/tekort)	Schizofrenie (teveel)
Farmaca	MAO inhibitoren (agonist) L-Dopa (agonist)	Cocaïne (agonist) Amfetamines (agonist)

MONAMINES: NORADRENALINE (NOREPINEPHRINE)

De transmissie van noradrenaline is **adrenerg**. Noradrenaline zit zowel in het PZS als in het CZS.

- PZS: dient als terminale neurotransmitter van orthosympaticus (stijging van de hartfrequentie). Het hart zal dan dus weer trager gaan kloppen.
- CZS: zorgt ervoor dat we in een waaktoestand gaan, laat de arousal stijgen en regelt de stemming, het gedrag, ...

AMINOZUREN

GABA-ERGE NEUROTRANSMISIE

De transmissie van GABA is **GABAerg**.

GABA komt in de vel via chloorkanalen en zit buiten de cel. Het is negatief geladen (= anion). Wanneer de chloorkanalen opengaan dan stroomt ook de GABA naar binnen en zorgt voor hyperpolarisatie, want de cel zelf is ook negatief geladen. De hyperpolarisatie van de cel zorgt voor inhibitie van de prikkelgeleiding, want wanneer een cel hyper polariseert is die nog negatiever dan anders. Het is bijgevolg ook veel moeilijker om de drempelwaarde te bereiken.

GABA-agonisten stimuleren de werking van GABA en inhiberen de prikkelgeleiding.

- Benzodiazepines: slaapmiddel, anxiolyticum (= angstremmers). *Diazepam (Valium)*
- Barbituraten: anestheticum
- Alcohol

GABA is de meest gekende inhiberende neurotransmitter en is wijd verspreid in de hersenen en de ruggengraat.

Het is in hoofdzaak een inhiberende neurotransmitter. Die gaan ervoor zorgen dat de hersenen rustiger worden. De neurotransmitter gaat zich binden op de receptor.

In de Psychofarmaca kunnen ze de GABA-werking bevorderen via bindingssites op de receptor.

In de psychofarmacologie gaat men medicijnen maken die de werking van GABA nadoen (GABA-agonisten, die vinden we bijvoorbeeld terug in slaapmiddelen.

AXONAAL TRANSPORT VAN NEUROPEPTIDEN

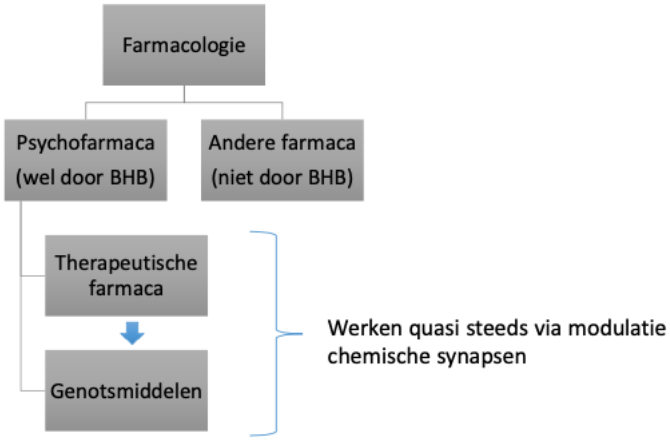
De transmissie van peptiden is peptiderg.

Een peptide is een keten van aminozuren.

Het voordeel van peptiden is dat je een eindeloos palet aan mogelijke neurotransmitters hebt.

Peptiden worden aan de hand van de DNA-code gemaakt in het cellichaam. Het axonaal transport gebeurt via vesikels door de microtubuli. Op het zenuwuiteinde (einde van het axon) laten de vesikels de neurotransmitters vrij door aan exocytose te doen.

PSYCHOFARMACOLOGIE



Het doel van psychofarmaca is dat ze door de bloed-hersen-barrière geraken, want daar moeten ze hun werk doen. Dit is niet de bedoeling bij andere farmaca, want dat kan leiden tot bijwerkingen.

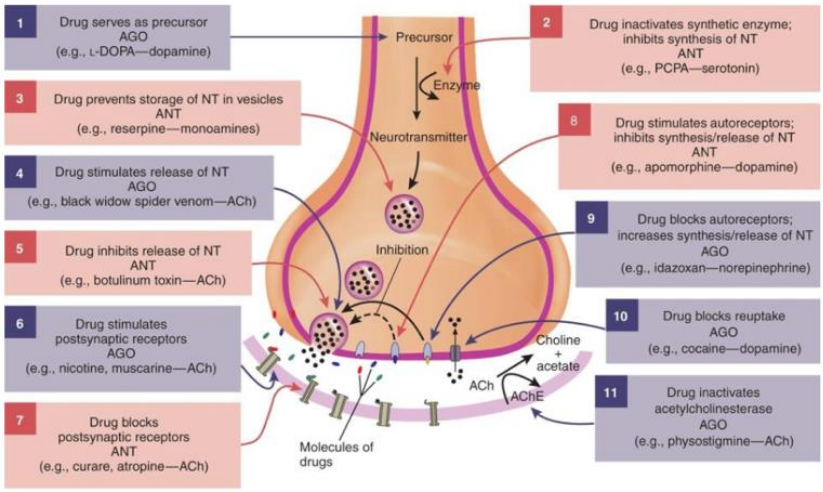
Therapeutische farmaca is een onderdeel van psychofarmaca. Daaronder vallen ook de genotsmiddelen, deze kunnen soms misbruikt worden (doping).

Je kan een neurotransmitter altijd steunen of tegenwerken, los van het feit of de neurotransmitter inhiberend of activerend is. Dus met andere woorden bestaan er zowel voor inhiberende als voor activerende neurotransmitters agonisten en antagonisten.

CHEMISCHE BEÏNVLOEDING VAN NEUROTRANSMISSIE

Effect op

- Productie van neurotransmitters
  - Precursoren
  - Enzymen
- Synaptische vesikels
- Postsynaptische vesikels
- Heropname en afbraak van neurotransmitters



Blauw = Agonist: iets dat ervoor zorgt dat de neurotransmitter beter zijn werk kan doen

Rood = Antagonist: belemmert de werking van de neurotransmitter

EFFECT OP PRODUCTIE VAN NEUROTRANSMITTERS

precursoren: een stof die nog aangepast moet worden om een neurotransmitter te zijn. We kunnen precursoren inhiberen door de enzymen die nodig zijn om van een precursor een neurotransmitter te maken te inhiberen. Of we kunnen precursoren toevoegen waardoor de hoeveelheid neurotransmitters ook zal stijgen.

L-Dopa werkt als een precursor voor de synthese van dopamine. L-Dopa lijkt goed op dopamine, hij moet nog maar 2 van de 3 aanpassingen ondergaan. Die aanpassingen gebeuren in de hersenen.

enzymen: neurotransmitters worden gemaakt uit enzymen, wanneer we de enzymen gaan stimuleren of afbreken zal ook de hoeveelheid neurotransmitters aangepast worden.

EFFECT OP SYNAPTISCHE VESIKELS

neurotransmitters kunnen niet opgeslagen worden in de vesikels (inhibitie transporters)

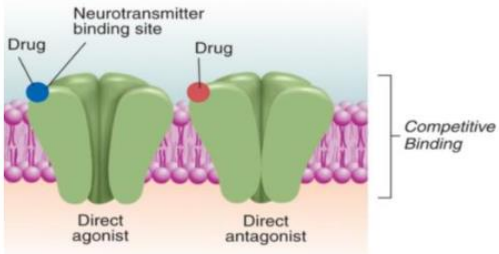
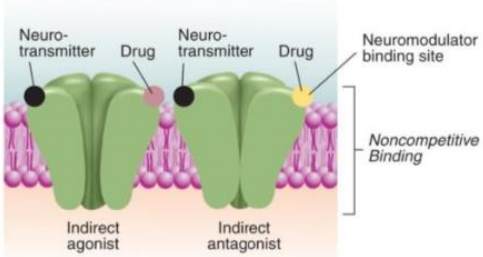
exocytose van vesikels beïnvloeden.

1) Agonist: gif van zwarte weduwe (spin) op ACh
2) Antagonist: botulinum toxine (botox) op ACh

EFFECT OP POST-SYNAPTISCHE RECEPTOREN

postsynaptische receptoren:

- competitieve binding:
  Agonist: mimeticum. *LSD zal het effect van serotonine overnemen*
  Antagonist: receptor blocker. Gaat binden op de receptor, maar gaat de poortkanalen niet openen.
- niet-competitieve binding: indirecte neuromodulatoren. Hier bestaan er ook agonisten en antagonisten.

Competitieve (=directe) binding	Niet-competitieve binding
- Agonist: Mimeticum = "Sleutel namaken" → Imiteert werking neurotransmitter - Antagonist: Receptor blocker = "Bedekt het sleutelgat, maar krijgt deur zelf ook niet open"  	= 2 bindingsplaatsen op de receptoren - Indirecte neuromodulatoren = "Blokkeert de deur" - 2 varianten: Agonist of antagonist 

EFFECT OP HEROPNAME EN AFBRAAK VAN NEUROTRANSMITTER

Inactivatie (= beëindigen) van de neurotransmissie is even belangrijk als activatie

- Door afbraak van de neurotransmitter (vb. AChE, MAO)
- Door heropname in het presynaptisch neuron (= re-uptake)
- Stoffen die deze processen remmen zijn agonisten

afbraak van neurotransmitters: ACh, MAO, ...

- MAOI/MAO-remmers: remmen de MAO, serotonine zal dus minder afgebroken worden
- LSD: serotonine mimeticum, lijkt op serotonine (zelfde sleutel) en zal dus ook binden op MAO waardoor die minder serotonine zal afbreken

Heropname van neurotransmitters: dit gebeurt in het presynaptisch neuron. SSRI (Serotonin-Selective Reuptake Inhibitors): blokkeren de heropname van serotonine waardoor die langer zijn werk kan doen.

=> Er zijn dus veel mogelijkheden om de werking van neurotransmitters te inhiberen of activeren.

DRUGS (GENOTSMIDDELEN)

	Neurotransmitter (receptor)	Effect
Alcohol (ethanol)	Glutamaat (NMDA) GABA	Antagonist Agonist (dus inhibitie brein)
Nicotine	Acetylcholine (nicotine R)	Agonist
Cannabis (marijuana): THC	Cannabinoid R (lipide NT)	agonist
Opiaten (opium, morfine, heroïne)	Opioid (peptide NT)	agonist
Cocaïne Amfetamines	Monoamines (vnl. dopamine)	Agonist (re-uptake inhibitie)
LSD	Serotonine	agonist

Je kan nooit bij een medicijn 1 iets uitlokken en denken dat de rest ongemoeid blijven

MIDDELENVERSLAVING

Een verslaving ontstaat door positieve bekrachtiging. Wanneer je toegeeft aan je "craving" zorgt dit voor vrijzetten van dopamine in de nucleus accumbens, daar bevindt zich het beloningscentrum.

Dit mechanisme hebben wij omdat het een evolutionair nut had. Het zette ons aan om te zoeken naar voedsel en water. Dit hebben we nu in overvloed, maar het mechanisme bestaat nog steeds.

Drugs nemen activeert het beloningscentrum, daarom is het zo verslavend.

Wanneer we verslaafd zijn aan iets dan willen we dat product steeds vaker innemen. Ons beloningscentrum zal dan veel vaker dan nodig actief worden. Het lichaam zal daarop reageren door het aantal receptoren te verminderen. Dit fenomeen heet tolerantie. Ons lichaam zal steeds meer van deze stof nodig hebben dan voordien, want onze receptoren zijn er minder gevoelig voor.

RISICO'S

Dit brengt 2 grote risico's met zich mee:

1) Ontwenningsverschijnselen: omdat onze hersenen zich aangepast hebben aan het feit dat we die drug zo vaak innemen is het veel moeilijker om er mee te stoppen. Ons beloningscentrum zal nooit meer zo actief als het was voor de verslaving. Dit leidt tot een heel groot verlangen/craving naar de drug dat maakt de kans op herval groot.
2) Overdosis: men heeft steeds meer drugs nodig tot op het moment dat het gevaarlijk wordt. *Mensen met terminale kanker sterven vaak niet aan de kanker zelf, maar aan een overdosis morfine om de pijn te verlichten.*

Oplossing: een farmaca dat inwerkt op de nucleus accumbens (bestaat nog niet).

FUNCTIONELE NEUROANATOMIE: CENTRAAL ZENUWSTELSEL (CNS)

Het centraal zenuwstelsel bevat de hersenen en het ruggenmerg. Er zitten ongeveer 100 miljard neuronen en nog meer glia.

De hersenen wegen 1,4 kilo en bevat 20% van onze bloedtoevoer in rust.

Het hart pompt 5 liter bloed per minuut, dit betekent dat er 1 liter naar de hersenen gaat.

Het CZS heeft 3 grote functies:

1) Input uit sensorische neuronen
2) Integratie door interneuronen
3) Output via onder andere motoneuronen

ALGEMENE STRUCTUUR

Diencephalon zijn de tussenhersenen → ze liggen tussen hersenstam en grote hersenen

We zullen anatomie bespreken voor van buiten naar binnen te werken → wordt steeds specifieker

Zie foto linkerhemisfeer in de pwp

HERSENVLIEZEN (MENINGES)

De meningen geven de CZS fysieke stabiliteit en absorberen schokken.

Hersenvliezen liggen tussen de schedel en de eigenlijke hersenen, het bestaat uit 3 lagen:

- Dura mater:
- Arachnoïdea:
- Pia mater:

Hersenvliesontsteking/meningitis kan gevaarlijk zijn

- Bij bacteriële infectie kan je een infuus krijgen met antibiotica
- Maar bij virale infectie kan je niks doen
    - *Bv. wanneer je de griep hebt zegt de dokter dat je moet uitzieken*
- Omdat het CSV een warme temperatuur heeft en het vochtig is zal de virale infectie zich snel verspreiden

DE DURA MATER

Dit is de buitenste laag. Hij is stevig en heeft grote bloedvaten

Rond de hersenen bestaat het uit 2 vlezige lagen

- Buitenste laag is met het beenvlies van de schedel vergroeid
- Op de meeste plaatsen zijn de 2 lagen gescheiden van elkaar door een smalle ruimte die weefselvloeistof en bloedvaten bevat.
- Op verschillende plaatsen loopt de binnenste laag diep in de schedelholte door en vormt geplooide vliezen (durale plooien)
- Tussen de 2 lagen van een durale plooi liggen de durale sinussen (grote bloedruimten)

In het ruggenmerg

- Tussen de dura mater van het ruggenmerg en de wanden van het wervelkanaal ligt de epidurale ruimte
- Wanneer er epidurale verdoving wordt gegeven, wordt die in de dura mater van het ruggenmerg geprikt. Er ontstaat een tijdelijke sensibele blokkade en motorische verlamming = epiduraal blok

DE ARACHNOIDEA

Dit is de middelste laag. Deze wordt van de binnenste laag van de dura mater gescheiden door een smalle subdurale ruimte (bevat lymfevocht om wrijving te vermijden)

Bestaat uit plaveiselepitheelcellen, hieronder ligt de subarachnoïdale ruimte (bevat collagene en elastische vezels en cerebrospinale vloeistof)

Arachnofobie = angst van spinnen => zoals een spinnenweb

DE PIA MATER

Dit is de binnenste laag, wordt door de subarachnoïdale ruimte gescheiden van de arachnoïdea.

Deze is sterk doorbloed

Er is uitwisseling met hersenweefsel

DE HERSENVENTRIKELS (HB)

Ventrikels zijn interne holten die gevuld zijn met CSV en bekleed zijn met ependymcellen. De hersenhelften hebben een centrale doorgang die uit 4 compartimenten bestaat (= de ventrikels).

Elke hersenhelft bevat een groot lateraal ventrikel, deze staan in verbinding met het 3de ventrikel (in het diencephalon). De aquaductus cerebri verbindt de 3de ventrikel met de 4^{de}

CEREBROSPINALE VLOEISTOF

CSV of liquor (cerebrospinale) wordt geproduceerd in het chorion plexus.

De CVS circuleert in de hersenen door “aquaducten”. Wanneer de banen geblokkeerd worden (door een tumor) komt er een ophoping van CSV en dit zorgt voor helse hoofdpijn. De hersenen willen zich uitzetten, maar het lukt niet.

Een waterhoofd is het gevolg van een probleem met de circulatie van CSV. Omdat de schedel van een baby nog niet volledig aan elkaar gegroeid is kunnen de hersenen zich wel uitzetten.

Het CSV dient vooral als schokbreker. Het vervoert ook voedingsstoffen, hormonen en afvalstoffen en zorgt dus voor een homeostase in ons lichaam.

De ventrikels zijn “lege” holtes in onze hersenen die gevuld zijn met CSV.

DE ‘GROTE HERSENEN’ (CEREBRUM) ZIJN TYPISCH HOMO SAPIENS

De grote hersenen zijn typisch voor homo sapiens, de mens. Vele dingen die typisch menselijk zijn, zijn dan ook daar gelokaliseerd.

De grote hersenen zijn het grootste deel van de hersenen (zo’n 80%) en zijn verantwoordelijk voor de hogere mentale processen (denken, taal,...). het is de plaats waar de bewuste gedachten ontstaan en verstandelijke functies worden uitgevoerd.

Bestaan uit grijze en witte stof.

- Grijze stof: in de oppervlakte gelegen laag van de hersenschors (de cortex cerebri) en in de diepere basale kernen
- Witte stof: bestaat uit gemyeliniseerde axonen en omgeeft de basale kernen

De linkerhemisfeer (LH) en rechterhemisfeer (RH) zijn gekoppeld met een soort balk, die heet het corpus callosum.

Ook de basale nuclei (vooral betrokken bij motorische taken) zijn een onderdeel van de grote hersenen.

DE CORTEX IS OPGEBOUWD UIT WINDINGEN (GRYI) EN GROEVEN (SULCI)

De cortex cerebri (= hersenschors) varieert met een dikte van 1 tot 4,5 mm en ligt over de hemisferen heen.

Buitenste oppervlak vormt gyri (gyrus = enk.), gescheiden door sulci (= ondiepe groeven) of fissuren (= diepere groeven).

De 2 hersenhelften worden gescheiden door de fissura longitudinalis.

DE KWABBEN ZIJN GENOEMD NAAR DE ONDERDELEN VAN DE SCHEDEL

Elk hersenhelft kan verdeeld worden in kwabben, ze worden genoemd naar de bovenliggende beenderen van de hersenhelften.

De hersenschors (cortex) bestaat uit vijf kwabben (opgedeeld aan de hand van de 4 stukken schedel):

1. Frontale kwab, ligt voor de centrale sulcus en boven de laterale sulcus. => Os frontale
2. Pariëtale kwab, loopt tussen de centrale sulcus en de sulcus parietooccipitalis door. => Os parietale
3. Temporale kwab, onder de laterale sulcus. Ligt over het insula heen. => Os Temporale
4. Occipitale kwab => Os Occipitale

In elke kwab houden sommige gebieden zich bezig met sensorische info en andere met motorische aansturing.

MOTORISCHE REGIO'S OP CORTEX

De centrale sulcus (de groef die de frontaalkwab en de parietaalkwab scheidt) is de scheidinglijn tussen de primaire motorische cortex (precentrale gyrus) en de primaire sensorische cortex (postcentrale gyrus).

Vanuit de primaire motorische cortex vertrekken axonen richting de verschillende skeletspieren van ons lichaam. Hier starten intentionele bewegingen.

Axonen kunnen tot wel 10cm lang worden, maar ze zijn zo dun dat we ze niet kunnen zien met het blote oog.

Voor de primaire motorische cortex of precentrale gyrus ligt het somatisch motorisch associatiegebied.

SOMATOSENSORISCHE CORTEX: SOMATOTOPE ORGANISATIE

De homunculus van de primaire motorische cortex geeft in verhouding weer hoeveel neuronen er bestemd zijn om die spier aan te sturen.

De homunculus van de sensorische cortex geeft in verhouding weer hoeveel neuronen er bestemd zijn voor sensaties in die lichaamsdelen.

Binnen de somatosensorische of sensorische cortex is er een somatotope organisatie. Dit wil zeggen dat de plaatsen van het lichaam op de hersenen worden teruggevonden.

Op het moment dat wij sensorische informatie gewaarworden is de prikkel aangekomen in de postcentrale gyrus of de primaire sensorische cortex.

Achter de primaire sensorische cortex of postcentrale gyrus ligt het somatisch sensorisch associatiegebied.

Bij afbeelding (zie pwp): lichaamsdelen staan in verhouding met gevoeligheid, bv: lippen zeer gevoelig

FUNCTIONELE MAGNETISCHE RESONANTIE IMAGING (FMRI)

Activatie hersenen aantonen via verschillende zuurstofgehaltes in het bloed

- Activiteiten uitvoeren en kijken waar in de hersenen het plaatsvindt (= neuronen actief → die plaats heeft meer zuurstof nodig)
- Elk deeltje van de primaire motorische cortex staat in voor een deel van het lichaam
    - Linker hemisfeer voor rechter kant van lichaam
    - Rechter hemisfeer voor linker kant van lichaam

SPIEGELNEURONEN

In beide associatieregio's (premotorische cortex en inferieure parietale kwab) zitten spiegelneuronen. Dit is een neuraal circuit dat actief wordt wanneer we zelf een beweging maken, maar ook wanneer we iemand anders zien die diezelfde beweging maakt.

Spiegelneuronen zijn belangrijk voor het imitatievermogen op jonge leeftijd, maar ook voor het begrijpen van intenties, het (motorisch) leervermogen, empathie en taalontwikkeling.

Er is evidentie voor het feit dat de spiegelneuronen bij mensen met autisme niet goed functioneren. => De mens leert vooral via imitatie

BASALE NUCLEI (GANGLIA)

Basale nuclei zijn vooral betrokken bij motorische taken. Wanneer we grijpen naar iets zijn we niet bewust bezig met wat de volgende stap is. In ons bewustzijn (motorische cortex) starten we een intentie, maar de handeling zelf gebeurt onbewust (basale nuclei). => Ze zorgen voor de onbewuste regulatie van de tonus van de skeletspieren en coördineren aangeleerde bewegingspatronen.

De basale nuclei bestaan uit een nucleus caudatus (massieve kop met dunne, gebogen staart) en daaronder ligt de nucleus lentiformis. De nucleus lentiformis bestaat uit een globus pallidus (= bleke bol) en een putamen.

Alles samen worden ze ook wel het corpus striatum genoemd.

Basale nuclei staan in voor de controle van willekeurige bewegingen.

Degeneratie van de nucleus caudatus leidt tot chorea (= onwillekeurige bewegingen van de ledematen, hyperkinesie) Ziekte van Huntington.

DE LINKER- EN RECHTERHELFT ZIJN NIET IDENTIEK (I.T.T. VB. LEDEMATEN)

De linker- en rechterhemisfeer zijn niet identiek in tegenstelling tot de ledematen.

De aansturing van de linker lichaamshelft gebeurt door de rechterhemisfeer de aansturing van de rechter lichaamshelft gebeurt door de linkerhemisfeer.

Motorische en sensorische banen lopen meestal gekruist (decussatie).

Het corpus callosum (hersenbalk) verbindt de 2 hemisferen. In de corpus callosum zitten ongeveer 200 miljoen axonen.

Soms wordt de LH dominant genoemd omdat zij de meest belangrijke taken uitvoert, maar in feite is er geen dominantie, maar een complementariteit.

- ⇨ Als behandeling van epilepsie werd vroeger de hersenbalk doorgesneden. Hieruit hebben ze geleerd wat de functies allemaal zijn van de hersenbalk. Mensen bij wie de hersenbalk is doorgesneden noemen we “Split Brain” patiënten.

Hemisferische lateralisatie = elk van de 2 hersenhelften zijn verantwoordelijk voor specifieke functies die niet door de andere hersenhelft worden uitgevoerd.

Schrijven is een functie van de LH en dus zijn bijgevolg de meeste mensen rechtshandig.

Een denkfout die velen maken is dat de functies van de hemisferen bij linkshandigen omgekeerd zitten. Dit is niet het geval! Dit is slechts zo bij een zeer klein percentage van de linkshandigen.

Links:

- Spreken
- Rekenen
- Schrijven
- Redeneren

Rechts:

- Visuospatieel
- Patroonherkenning

SPLIT-BRAIN

Vroeger werd de hersenbalk doorgesneden (= Split brain patiënten) als behandeling voor epilepsie → Hieruit zijn de functies van hersenbalk geleerd

- Kunnen algemeen gezien vrij goed functioneren
- Corpus callosum beschadigt waardoor er geen communicatie tussen de hemisferen is
    - Geeft problemen bij specifieke taken
    - Bv: Woord niet kunnen waarnemen in linker visueel veld, maar wel tekening van woord kunnen maken

Neus = Enige systeem zonder kruising van de banen

AFASIE-PATIËNTEN GAVEN INZICHT IN NEURALE STURING VAN SPRAAK

Een laesie in het motorisch spraakcentrum leidt tot Broca- afasie (linker inferieure frontale gyrus). Patiënten weten wat ze willen zeggen, maar kunnen fysiek geen woorden vormen. Ze spreken niet of slecht en traag, maar wel zinvol.

Een laesie is het sensorisch spraakcentrum leidt tot Wernicke- afasie (linker superieure temporale gyrus). Patiënten kunnen fysiek alle woorden uitspreken, maar kunnen geen betekenis meer vormen. Ze spreken vloeiend, maar nonsens-taal.

De fasciculus arcuatus ligt tussen het Broca- en Wernickegebied. Zij geeft informatie door van het Wernicke- naar het Brocagebied. Bij patiënten met Broca-afasie is de fasciculus arcuatus dus nog intact, dit is niet zo bij patiënten met Wernicke-afasie.

De zenuwbanen van de fasciculus arcuatus lopen op de grens van de temporale, parietale en occipitale kwab.

De gyrus angularis zet een gelezen woord om in een (interne) fonetische versie van het woord. De gyrus angularis ligt tussen het Wernickegebied en de visuele cortex. Bij een laesie aan de gyrus angularis kunnen patiënten moeilijk lezen en schrijven (visuele input).

SPRAAK EN TAAL HEBBEN ANATOMISCHE LOCATIES

Zie afbeelding pwp

EMOTIES EN HET LIMBISCH SYSTEEM

De basale nuclei en de banen rond de hersenstam vormen het limbisch systeem.

Het limbisch systeem regelt de emoties (woede, angst, seksuele opwinding,...).

Het koppelt ook de bewuste, intellectuele en rationele emoties van de cortex aan de onbewuste, autonome, dierlijke en instinctieve functies van de hersenstam.

We kunnen niet volledig van ons limbisch systeem leven. We moeten ons aan regels houden en onze driften onderdrukken.

Het limbisch systeem kan commando's geven aan het autonoom zenuwstelsel.

Dit systeem is ouder dan de cortex. Er is relatief weinig controle vanuit de cortex naar het limbisch systeem.

Het limbisch systeem bevat de:

- amygdala: koppelt emoties aan herinneringen
- (geheugen)
- hippocampus: van belang bij het leren en informatie opslaan in het langetermijngeheugen (LTG)
- reukbanen (rhinencefalon):

- tractus olfactorius
- olfactorische cortex

Alle sensoriële gewaarwordingen worden eerst gefilterd op nut voor ze de hersenen binnenkomen. Dit is niet zo bij geur. Geur kan via de olfactorische tractus rechtstreeks binnendringen in de hersenen en dus de emoties sterk beïnvloeden.

Verdere uitdrukkingen van emoties gaan via de hypothalamus en het AZS.

GEHEUGEN EN LEREN: DE PLASTICITEIT VAN DE HERSENEN

Om dingen te leren moeten we kunnen herinneren, daar hebben we ons geheugen voor nodig.

Feiten en gebeurtenissen (kennis over de wereld) slaan we op in ons declaratief geheugen. Die bevat een kortetermijngeheugen (KTG) en een langetermijngeheugen (LTG).

- ⇨ In ons geheugen kan er amnesie (geheugenverlies) optreden.

Info wordt eerst opgeslagen in ons KTG, daarna wordt die verplaatst naar het LTG. Dit gebeurt in de mediale temporale kwab, de hippocampus en amygdala (angst) spelen hierbij een rol.

Consolidatie (= opslaan van informatie) in de cortex:

- LH: visueel geheugen
- RH: visuo-spatiele informatie
- Prefrontale kwabben: mathematische berekeningen

Hebbian learning: “neurons that fire together wire together” => kennis en herinneringen zitten niet in neuronen, maar in verbindingen tussen neuronen.

Als we info willen opslaan in ons geheugen dan moeten we genen activeren die gaan zorgen voor de opbouw van nieuwe synapsen (die een verbinding vormen).

HIPPOCAMPUS EN DE WERKING VAN HET GEHEUGEN

Zaken die sterke emoties op roepen onthouden we beter

LEREN EN SYNAPTISCHE PLASTICITEIT

Hebbiaanse synaptische plasticiteit: activiteit afhankelijke versterking van de verbinding tussen neuronen. Wanneer je enkele verbinding vaak gebruikt zullen deze sterker worden en zal je dus sneller informatie kunnen ophalen

Leren door neuroplasticiteit, drie zaken vervormbaar

1. Synapsen kunnen **versterken** (= Hebbiaanse synaptische plasticiteit) => Synapsen vaak gebruiken zorgt ervoor dat ze makkelijker opnieuw gebruikt kunnen worden
2. **Nieuwe synapsen** maken
3. **Nieuwe neuronen** maken

LANGETERMIJNPOTENTIËRING (LTP)

Langetermijnpotentiëring (LTP) is een langdurige verhoging van doeltreffendheid van een synaps (versterking van de synaptische verbinding).

Glutamaat (uit de vesikels) bindt aan de (ionotrope) receptor waardoor calcium zal binnenstromen, waarop een actiepotentiaal start. Het actiepotentiaal activeert de AMPA-receptoren (extra receptoren voor lange-termijn versterking) zodat de prikkel de volgende keer sneller doorgegeven wordt.

NEUROPLASTICITEIT BIJ VOLWASSENEN

We kunnen nieuwe connecties maken tussen neuronen die ervoor niet verbonden waren

Bij amputatie worden de neuronen in de hersenen die niet meer gebruikt kunnen worden gebruikt voor iets anders

→ Reorganisatie van thalamische neuronen Bv: blinden ontwikkelen een betere tast

NEUROGENESE BIJ VOLWASSENEN

Vroeger dacht men dat we geboren werden met een aantal neuronen, maar dat die enkel afstierven gedurende de levensloop, we kunnen geen nieuwe neuronen aanmaken.

Recent is er bewijs gevonden voor de vorming van nieuwe neuronen (= neurogenese). Dit zou vooral in de hippocampus (gyrus dendatus) en bulbus olfactorius gebeuren.

Die nieuwe neuronen zouden worden gemaakt van stamcellen (stamcellen differentiëren zich tot neuronen.)

Experiment:

- Ratten werden in 2 verschillende kooien gestoken. Rat A werd in een lege, kale kooi gestoken en rat B in een kooi met een enriched environment. Rat B had uiteindelijk meer neuronen.

Beweging is zeer belangrijk, het zou de neurogenese stimuleren. We weten nog niet welke rol dit speelt in het geheugen.

TUSSENHERSENEN (DIËNCEFALON) BEVATTEN REGELCENTRA VOOR AUTONOOM ZENUWSTELSEL

De tussenhersenen bevatten de regelcentra voor het AZS, ze liggen tussen het cerebrum en de hersenstam.

Onder de tussenhersenen vallen:

- thalamus: werkt als een filter voor sensorische informatie
- epithalamus:
  - choroid plexus: productie van CSV
  - epifyse (= pijnappelklier): secretie van melatonine (= slaaphormoon)
- hypothalamus: is het controlecentrum van het AZS, ligt onder de thalamus

Via de hypofyse (ligt onder de hypothalamus) zorgt de hypothalamus ook voor hormonale veranderingen.

Heel veel basale functies in je lichaam worden gecoördineerd in de thalamus.

De tussenhersenen liggen tussen het cerebrum en de hersenstam

ENKELE KERNEN VAN DE HYPOTHALAMUS

De hypothalamus is opgebouwd uit vele kernen en regelt ons eetgedrag, de vochtbalans, thermoregulatie, biologische klok,... (reacties van het orthosympatisch en parasympatisch zenuwstelsel). Ook ons emotioneel gedrag wordt deels geregeld door de hypothalamus.

DE HERSENSTAM BEVAT 3 ONDERDELEN

De hersenstam bestaat uit 3 onderdelen:

1. middenhersenen (mesencefalon):
    - superior colliculus: reguleert de visuele reflexen (reflexbeweging ogen, hoofd en hals in reactie op gezichtsprikkels)
    - colluculus inferior: regelt reflexbewegingen van het hoofd, de hals en de romp op gehoorprikkels
    - pedunculi cerebri
    - de formatio reticularis: reguleert veel onbewuste functies
    - nucleus rubra en substantia nigra: zorgen voor motorische controle
2. pons (brug): reguleren de ademhaling (onder andere het apneucenter)
    - verbindt de kleine hersenen met de middenhersenen, het diencephalon, de grote hersenen en het ruggenmerg
3. medulla oblongata (verlengd merg): verbindt het cerebrum en het ruggenmerg, het regelt ook de autonome functies (cardiac control center).

HET CEREBELLUM (KLEINE HERSENEN) COÖRDINEERT BEWEGINGEN

Het cerebellum is een groot, oud hersendeel.

Het is een belangrijke structuur voor evenwicht, motorische controle,... (proprioceptieve info) en is bij dieren ook evengoed ontwikkelt.

Het cerebellum staat in contact met andere motorische regio's en is noodzakelijk voor het motorisch leren en voor controle.

Het bestaat uit vele gyri.

FUNCTIONELE NEUROANATOMIE: PERIFEER ZENUWSTELSEL

VIA RUGGENMERG COMMUNICEREN HERSENEN MET DE REST VAN HET LICHAAM

Centrale zenuwstelsel = hersenen + ruggenmerg

Een dermatoom = een gedeelte van het lichaam die verbonden staat met een ruggenmergzenuw.

Er zijn 31 ruggenmergzenuwen ingedeeld aan de hand van het gedeelte aan de wervelkolom waar ze aan ontspringen.

Spinale zenuwen

- 31 paar volgens de wervels
- 2 wortels die door ruggenmerg lopen
- Dorsale wortel: vervoert sensorische informatie (afferent)
- Ventrale wortel: vervoert motorische informatie (efferent)

DE WERVELKOLOM EN DE SPINALE ZENUWEN

Spinale zenuwen zijn de zenuwen die vertrekken vanuit het ruggenmerg.

Er zijn 31 paar spinale zenuwen (volgens de wervels) en 2 wortels die door het ruggenmerg lopen. De dorsale wortel vervoert sensorische informatie, de ventrale wortel vervoert motorische informatie.

Het ruggenmerg is een heel belangrijke structuur om stevigheid aan je lichaam te geven. Neuronen hebben de taak om sensorische informatie naar de hersenen te sturen, wanneer je verlamd bent kan je je niet bewegen én heb je geen gevoel meer.

Afhankelijk van waar de laesie zit ben je verlamd.

De mens heeft:

- 7 cervicale wervels
- 12 thoracale wervels
- 5 lumbale wervels
- ±5 sacrale wervels, vergroeid: heilig been

Aan de borstwervels (thoracale wervels) hangen de 12 ribben.

12 PAAR CRANIALE OF HERSENZENUWEN

Craniale zenuwen of hersenzenuwen vertrekken vanuit de hersenen. De craniale zenuwen ontstaan in de tussenhersenen en hersenstam.

Er ontspringen 12 paar hersenzenuwen aan de hersenen. De naam is afgeleid van het uiterlijk of de functie. Elke zenuw heeft ook een aanduiding die bestaat uit: N (voor nervus – zenuw) en een romeins cijfer (voor de plaats waar de zenuw aan de lengteas van de hersenen ontspringt).

Er zijn 12 paar craniale zenuwen in de hersenen, we moeten er slechts enkele kennen:

1. N I (reuk): nervus olfactorius
   Enige hersenzenuw die met het cerebrum is verbonden? Deze zenuwen geleiden sensorische info die verantwoordelijk is voor ruiken.
2. N II (visus): nervus opticus
   Geleidt visuele info vanaf de ogen.
3. N VIII (evenwicht, gehoor): nervus vestibulocochlearis
   Verbonden met de zintuigcellen van het binnenoor.
   Bestaat uit 2 delen:
   I. een pars vestibularis (ontspringt aan het vestibulum), geleidt info over de houding, beweging en evenwicht
   II. het pars cochlearis dat verbonden is met de zintuigcellen in het slakkenhuis
4. N X (vagus): nervus vagus
   Geleidt sensorische info van de gehoorhangen, het diafragma en smaakreceptoren in de keelholte en vanuit zintuigcellen in de oesofagus, de luchtwegen en de ingewanden tot ver in de dikke darm. Deze is van groot belang voor de autonome regeling van de ademhaling en darmwerking.

Zenuw I, II en VIII zijn afferent (input), zenuw X is efferent (output). => Maar de meeste craniale zenuwen zijn zowel afferent als efferent.

EFFERENTE ZENUWBANEN KUNNEN BEWUSTE OF ONBEWUSTE TAKEN STUREN

Het somatisch zenuwstelsel (SZS) stuurt bewuste, willekeurige taken zoals bewegingen. Het stuurt de skeletspieren aan. Dit is steeds exciterend (exiterend = depolariserende prikkel start actiepotentiaal).

Het autonoom zenuwstelsel (AZS) stuurt onbewuste, onwillekeurige taken zoals de vegetatieve functies. Het stuurt het hart, de gladde spieren (organen) en klieren aan. Dit kan zowel exciterend als inhiberend zijn.

Het SZS heeft 1 kabel, het AZS 2.

BEWEGINGSCONTROLE

MOTOTRISCHE CONTROLE GEBEURT OP DIVERSE NIVEAU'S IN CZS

motorische cortex:

- bewust – willekeurig, doelgericht – flexibel
- aanpassen aan omstandigheden
- bijsturing door cerebellum en basale ganglia

hersenstam: automatismen

ruggenmerg: reflexen

sensorische informatie uit spier of zintuigen

In het ruggenmerg lopen axonen, die kunnen wel 10 cm lang zijn.

MOTORISCHE BANEN

We hebben 3 soorten motorische banen: de corticospinale baan, de madiale baan en de laterale baan.

Motorische banen sturen de skeletspieren aan:

piramidale banen (corticospinale banen):

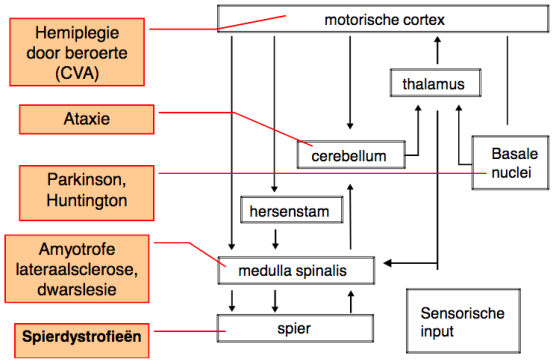
- van cortex naar ruggenmerg zonder tussenstation
- zorgt voor bewuste, fijne en gecontroleerde bewegingen
- bewuste aansturing van de skeletspieren onder invloed van de wil
- begint bij driehoekige piramidale cellen van de hersenschors, de axonen van deze bovenste motorische neuronen lopen door in de hersenstam en het ruggenmerg

extrapiramidale banen (mediale en laterale banen):

- van cortex naar ruggenmerg via hersenstam, basale nuclei, ...
- regelen de spiertonus (tonus = spanning van de spier) en bewegingen van hals, romp en ledematen zonder dat wij ons dat bewust zijn
- coördineren aangeleerde bewegingspatronen en andere willekeurige motorische handelingen
- automatismen

De corticospinale banen zijn niet de enige banen die betrokken zijn bij bewegingscontrole. Veel sensorische informatie wordt door lagere hersencentra geïntegreerd (automatisch).

MOTORISCHE CONTROLECENTRA EN HUN AANDOENINGEN



Bij CVA (= beroerte) sterft een deel van je hersenen af (hemiplegie = halfzijdige verlamming).

- ALS is het afsterven van motoneuronen

DE SKELETSPIEREN

ORGANISATIE SKELETSPIERCEL (-VEZEL)

Het plasmamembraam van een spiercel noemt men het sarcolemma.

Myofibrillen zijn een soort van trekhaken, die zorgen ervoor dat een cel kan samentrekken en terug langer worden.

Dikke en dunne filamenten zijn in elkaar gehaakt. Elk dik filament is omgeven door 6 dunne filamenten en elk dun filament is omgeven door 3 dikke filamenten.

Dikke filamenten bestaan uit een soort eiwit, de myosinemolecule. Het heeft een lange staart en een kop. Met behulp van ATP kan het kopje inklappen.

Dunne filamenten bestaan uit verschillende eiwitten, de actines.

Zie pwp voor afbeeldingen

THEORIE VAN GLIJDENDE FILAMENTEN

contractie leidt tot verkorting van de sarcomeren:

- dikke en dunne filamenten schuiven in elkaar
- de I-band en de H-zone worden korter en Z-schijven komen dichter bij elkaar
- de A-band (zone van dikke filamenten) blijft even breed

myosinekoppen maken contact met actine en vormen dwarsbruggen (kruisbruggen)

“power stroke” (trekken actine naar centrum sarcomeer)

Banden en zones hoeven we niet vanbuiten te kennen → eiwitten schuiven in elkaar en daarom worden cellen korter

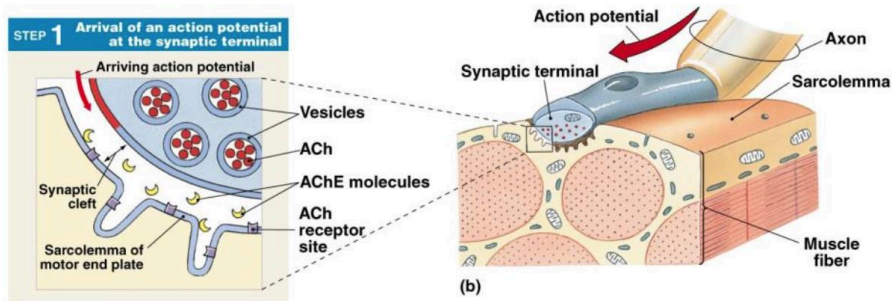
Wanneer we een spier laten contrageren is dat alsof dikke filamenten op een touw kruipen. Dikke filamenten kunnen vastgrijpen op dunne filamenten., de myosine bindt op de actinemoleculen. “Je trekt aan het touw en laat het daarna weer los”.

DE CHEMISCHE SYNAPS TUSSEN NEURON EN SPIERCEL (NEUROMUSCULAIRE JUNCTIE)

Een neuron die aankomt in de spiercel is een motoneuron. Een motoneuron heeft altijd ACh als neurotransmitter en nicotine ACh receptoren om op te binden.

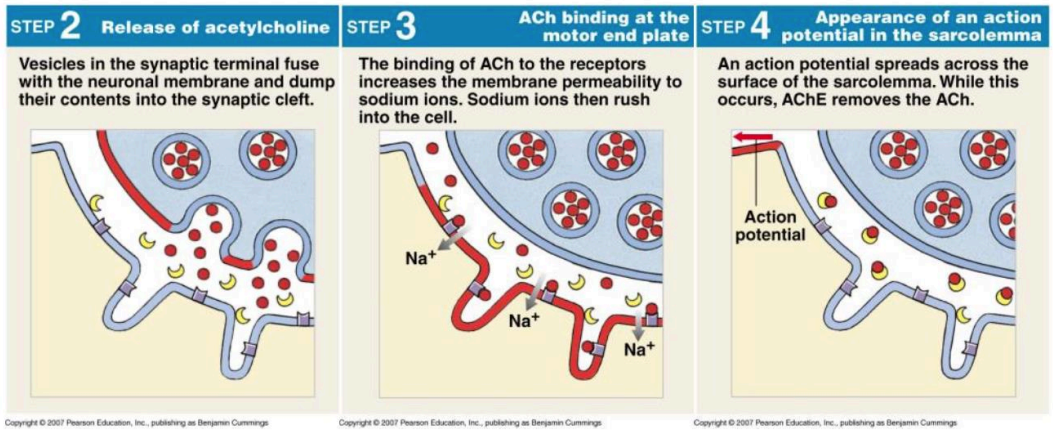
DE NEUROMUSCULAIRE JUNCTIE

Dit is de chemische synaps tussen een neuron en een spiercel.



Copyright © 2007 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

EXCITATIE VAN EEN SKELETSPIERVEZEL



EXCITATIE-CONTRACTIEKOPPELING

De excitatie-contractiekoppeling is de geleiding van een prikkel (depolarisatie) tot in de t-tubuli. We willen een elektrisch signaal omzetten in beweging.

T-tubuli zijn inkepingen in de spiercel, zij brengen het actiepotentiaal tot diep in de spiercel.

In het sarcoplasmatisch reticulum wordt calcium vrijgelaten. Die stapelt zich op in de calciumreservoirs. Wanneer een actiepotentiaal passeert komt er calcium diffusie via release channels en dit start de beweging.

CONTRACTIE EN RELAXATIE

→ Vertrekt van elektrisch signaal in zenuwcel → chemisch → elektrisch → chemisch (in t-tubuli), calcium zorgt voor beweging

Myosine- en actinefilamenten trekken in elkaar en er komt een contractie.

Zie pwp voor afbeeldingen!

DE MOTORISCHE EENHEID (ME)

ME = Motorische Eenheid

- Alle spiervezels van 1 ME zijn van hetzelfde vezeltype.
- 1 ME (motoneuron) kan 2 tot 2000 spiervezels tegelijk enerveren.
- Hoe minder spiervezels een ME activeert, hoe nauwkeuriger en fijner de beweging.

REFLEXEN

Reflex = een automatische motorische reactie op een bepaalde prikkel

Dragen bij aan het handhaven van de homeostase door snelle aanpassingen te verrichten in het functioneren van organen en orgaanstelsels.

Vanuit het ruggenmerg heb je vertakkingen, elke spiercel heeft 1 synaps met een motoneuron en een skeletspiercel.

Normaal gezien sturen de hersenen de spieren aan. Wanneer de spieren zichzelf aansturen, dan wordt dit een reflex genoemd.

EENVOUDIGE REFLEXEN

Info van perifere zintuigen wordt naar het CZS geleid en motorische vezels geleiden motorische impulsen naar perifere effectoren

De zenuwbanen van een eenvoudig reflex = reflexboog. (negatieve terugkoppeling)

Vijf stappen (zie afbeelding pwp):

1. De aankomst van de prikkel en de activering van een zintuig
2. De activering van een sensibel neuron
3. Informatieverwerking door een schakelcel
4. Activering van een motorisch neuron
5. Reactie door een effector (spier of klier)

Voorbeeld: Je legt je hand op een hete kookplaat en trekt je hand onmiddellijk terug.

Hier is een sensibel neuron direct via een synaps met een motorisch neuron verbonden: dit motorisch neuron verwerk de info. => We noemen een dergelijk reflex een monosynaptisch reflex.

Het strekreflex zorgt voor een automatische regulering van de lengte van skeletspieren (receptoren die hier aanwezig zijn = spierspoeltjes). Deze strekreflexen zijn belangrijk bij het handhaven van de lichaamshouding en het evenwicht. Een voorbeeld hiervan is de kniepeesreflex.

Afferente informatie komt het ruggenmerg binnen via de dorsale wortel, efferente informatie verlaat het ruggenmerg via de ventrale wortel.

COMPLEXERE REFLEXEN

Wanneer je op 1 been staat en op een punaise gaat staan, dan is de reflex om je been op te trekken, maar tegelijkertijd om je andere been terug op de grond te zetten.

Dit zijn polysynaptische reflexen, hier is een langere vertraging tussen prikkel en reactie.

Een terugtrekreflex => een deel van het lichaam wordt gestimuleerd om van de prikkel weg te trekken.

Een buigreflex => een terugtrekreflex in de spieren van ledematen

Als een specifieke spier zich samentrekt wordt de antagonist van de spier uitgerekt dit kan leiden tot concurrentie. Schakelcellen in de ruggenmerg verhinderen deze concurrentie via reciproke inhibitie.

AUTONOOM ZENUWSTELSEL

DE 2 TAKKEN VAN HET AUTONOOM ZS HEBBEN VAAN TEGENGESTELDE EFFECTEN

Het AZS bevat nog een onderverdeling in 2 takken, die hebben vaak tegengestelde effecten:

1. (ortho)sympaticus: sympatisch zenuwstelsel (SZS)
    - fight or flight
    - cardio-respiratoire activatie
    - actie: luchtwegen gaan uitzetten, hartslag verhoogt, spieren contrageren, ...
2. parasympaticus: parasympatisch zenuwstelsel (PSZS)
    - rest and digest
    - activatie spijsvertering
    - rust

Het SZS krijgt prioriteit, dit betekent dat, wanneer het SZS geactiveerd wordt, het PSZS wordt stilgelegd.

“Niet zwemmen na het eten”: je SZS wordt geactiveerd waardoor je spijsvertering (PSZS) wordt stilgelegd. Je eten zal dus niet verteren.

Hersenen geven opdrachten aan bepaalde stelsels door er leer bloed en zuurstof naartoe te sturen.

Prioriteiten stellen is belangrijk voor de survival. Het is beter dat we weglopen bij het zien van een gevaarlijk beest dan dat we ons eerst bedenken dat we moeten plassen.

Alle inwendige organen luisteren naar de hypothalamus die opdrachten doorgeeft via de parasympatische of sympathische zenuwen.

ANATOMIE VAN AUTONOOM ZS

(ORTHO)SYMPATHICUS

Het sympatisch ZS stimuleert de stofwisseling in de weefsels, verhoogt de waakzaamheid en bereidt het individu voor op plotselinge, intensieve, lichamelijke activiteit.

Het sympathische ZS bestaat uit:

- Preganglionaire neuronen die tussen de segmenten T1 en L2 van het ruggenmerg binnenkomen.
- Neuronen in de ganglia nabij de wervelkolom (gepaarde en ongepaarde)
- Het bijniermerg

Het SZS zorgt voor de aansturing van de organen die verbonden zijn met de thoraco-lumbale regio van het ruggenmerg.

- Grensstreng (sympatische ketting = ketting van zenuwknopen)
- Collaterale (prevertebrale) ganglia
- Het bijniermerg (medullas adrenalis) => sympathico-adrenal systeem

Bij de sympathicus wordt er een synaps gemaakt tussen een preganglianair neuron vanuit de hersenen en een postganglianair neuron die tot de organen gaat.

Er is 1 uitzondering: de bijnieren

Ganglia zijn de tussenstations tussen het preganglianair en postganglianair neuron. Bij alle ganglia van de sympathicus is noradrenaline de neurotransmitter.

Vesikels gevuld met neurotransmitters liggen over de lengte van het hele axon. Wanneer een actiepotentiaal passeert laten de vesikels de neurotransmitters vrij.

Het zijn niet enkel inspanningen en rust die onze hartslag doet veranderen. De frequentie ontstaat in het brein (hypothalamus), emoties kunnen dus ook de werking van ons zenuwstelsel beïnvloeden.

DE BIJNIER SECRETEERT ADRENALINE ALS DEEL VAN DE ORTHOSYPATICUS

Zij behoren tot het sympatho-adrenaal systeem en maken geen synaps.

Het preganglianair neuron loopt tot de bijnieren.

Zij maken adrenaline (hormoon) en lossen die in het bloed. Adrenaline doet je hartslag stijgen, het is een hormoon en werkt dus trager, maar langer. Je hartslag zal dus ook langer hoog blijven.

PARASYMPATHICUS

Dit bestaat uit:

- Preganglionaire neuronen in de hersenstam en in sacrale segmenten van het ruggenmerg
- Ganglionaire neuronen in perifere ganglia in of nabij doelorganen.

Het PSZS zorgt voor de aansturing van organen die verbonden zijn met de cranio-sacrale regio's van het ruggenmerg (= rechtstreeks uit het brein of het heilig been).

- Terminale ganglia

Bij de parasympaticus wordt er bij de craniale zenuwen een synaps gemaakt met een preganglianair neuron uit de hersenen en een terminaal ganglion ter hoogte van het doelorgaan. Bij de sacrale zenuwen komt het preganglianair neuron tot de organen, zij maken geen synaps.

Bij alle ganglia van de parasympaticus is ACh de neurotransmitter.

- ACh en noradrenaline zijn varianten van elkaar en verschillen niet zo veel.

Craniale zenuwen: III, VII, IX, X (= vagus)

Sacrale zenuwen: S2-S4 (rectum, blaas, genitalia)

De hartfrequentie is een autonome regeling. De hartslag stijgt door de sympathicus (adrenaline en noradrenaline) en daalt door de parasympaticus (nervus vagus, ACh).

ACETYLCHOLINE EN NORADRENALINE ZIJN DE NEUROTRANSMITTERS VAN HET AUTONOOM ZS

Acetylcholine = vagusstof uit de nervus vagus → Ter hoogte van de doelorganen

ACh = parasympaticus actief VS Noradrenaline = sympathicus actief

Synapses en passent = anders dan voordien → 1 neuron kan verschillende plaatsen dienen

Bv: spiercel in darm = samentrekken bij ACh + rusten bij noradrenaline

HARTFREQUENTIE ALS VOORBEELD VAN AUTONOME REGELING

Zenuwen moduleren onze hartfrequentie. Wanneer deze zenuwen beschadigd zijn zal onze hartslag niet meer fluctueren maar altijd constant blijven.

Hart heeft eigen frequentie van 90 slagen per minuut (als deze niet wordt beïnvloed door hormonen)

- Hartslag bij parasympaticus in rust: ± 60 bpm, vagale syncope
- Hartslag bij sympathicus tijdens inspanning: tot 200 bpm, stress, arousal, ...

Stijging door orthosympaticus door adrenaline en noradrenaline

Daling door parasympaticus via nervus vagus (craniale zenuw X): acetylcholine

EMOTIONELE UITDRUKKING VIA HET AUTONOOM ZS

De expressie van emoties is autonoom, we kunnen het niet beheersen.

Sympathicus (lichamelijke arousal):

- woede, angst, opwinding, blijheid
- stijging bloeddruk, hartslag en ademhaling, zweetsecretie, dilatie pupillen, ...

Parasympaticus:

- verdriet, verveling
- daling hartslag, constrictie pupillen, traansecretie, ...

De sympathicus en parasympaticus werken niet zwart-wit. We kunnen huilen van blijdschap. We kunnen soms bizar en ongecontroleerd reageren.

Gestuurd door hypothalamus

Toepassing bij meten van emoties

Autonoom zenuwstelsel = alles wat gestuurd wordt door je lichaam en waar je je niet bewust van bent

Lichamelijke expressie van emoties wordt ook volledig door het autonoom zenuwstelsel geregeld (zie foto pwp)

- Neutraal=zwart
- Regio's die meer bloed krijgen worden geel, rood, wit
- Regio's die minder bloed krijgen worden blauw

THEMA 3: DE ZINTUIGEN

ALGEMEEN

ZINTUIGEN ZIJN CELLEN OF ZENUWUITEINDEN DIE REAGEREN OP EEN PRIKKEL

Een prikkel is een plotse verandering van een uitwendige toestand. De prikkel moet een plotse verandering zijn, want anders vallen ze niet op. Prikkels kunnen mechanisch, chemisch,... zijn.

Gewaarwording → komt in hersenen, maar onbewust
Waarneming → bewustwording

We hebben 2 soorten zintuigen:

1) algemene zintuigen: somatosensoren, interosensoren
   - geven informatie over het eigen lichaam (intern)
   - temperatuur, pijn, tastzin (aanraking, druk, trilling), proprioceptie (= lichaamshouding)
   - cellen zijn over het hele lichaam verspreid
2) speciale zintuigen: exterosensoren
   - geven informatie over dingen buiten het lichaam (extern)
   - visus, gehoor, smaak, reuk, evenwicht
   - cellen zitten in gespecialiseerde organen

BARORECEPTOREN (DRUKRECEPTOREN) EN REGELING VAN AUTONOME FUNCTIES

Baroreceptoren leveren info die noodzakelijk is voor de regulering van autonome activiteiten door het registreren van drukveranderingen.

Deze zintuigen bestaan uit vrije zenuwuiteinden die zich vertakken binnen de elastische weefsels in de wanden van rekbare organen (bv bloedvaten, urinewegen…)

- druk verandert => elastische wanden van de vaten/ kanalen worden uitgerekt/ samengedrukt => vertakkingen dendrieten worden vervormd => snelheid actiepotentiaal wijzigen
- baroreceptoren reageren onmiddellijk op drukverandering, maar er is een snelle adaptatie

Zie enkele plaatsen en functies i/d dia's.

SENSOREN KUNNEN ZENUWUITEINDEN ZIJN OF AFZONDERLIJKE CELLEN

Unipolaire receptoren (dendrieten – axonen) krijgen informatie uit de dendrieten. Meestal zijn de dendrieten meer gespecialiseerd.

Twee juiste manieren om sensorische info te coderen naar 1en en 0en.

1) Zenuwuiteinden van een afferent neuron: ~ Dendrieten. Rechtstreeks coderen of detecteren dan is dat via de dendrieten.
2) Gespecialiseerde/ sensorische/ receptor cellen: Cellen die specifiek ervoor gemaakt zijn. Niet echt een neurale cel, Bv.: De smaakcellen, fotoreceptoren in het netvlies. Zij gaan info, bepaalde prikkel kunnen opvangen en doorgeven via een manier die heel goed lijkt op de werking van neuronen. Speciaal soort van zenuwcellen.

Het receptormembraan is het deeltje dat in staat is om sensorische informatie te coderen (I en 0). Hier start het actiepotentiaal en wordt de intensiteit van de stimulus bepaalt (frequentie van de golven, niet de amplitude).

DE MATE VAN DEPOLARISATIE VAN GENERATORPOTENTIAAL WORDT VERAALD NAAR FREQUENTIE ACTIEPOTENTIALEN IN SENSORISCHE NEURON

Waarneming van aard van die prikkel is afhankelijk van route waarlangs actiepotentialen in CZS binnenkomen en waar in cortex die signalen aankomen => hoe **harder** de cel **depolariseert**, hoe **intenser** de **prikkel** en hoe **hoger** de **frequentie** actiepotentialen

EIGENSCHAPPEN VAN SENSOREN

Specificiteit:

- een adequate prikkel heeft de laagste drempel (snelste, beste respons)
  - licht zien met de ogen (fotoreceptoren)
  - geur is ook een adequate prikkel met een zeer gevoelige receptor. De drempel van de receptor ligt zeer dicht bij het RMP (= rustmembraanpotentiaal).
- een valse prikkel heeft een hogere drempel
  - door druk op de ogen kunnen we ook licht zien (baro- of drukreceptoren)

Adaptatie (= een afname van gevoeligheid in aanwezigheid van een constante prikkel):

- tonische receptor: blijven we gewaarworden
  - wanneer iets piept blijven we dit horen, we kunnen onze aandacht verzetten maar de gewaarwording gaat niet weg.
  - Pijn
- fasische receptor: hevige start van een prikkel maar naargelang van tijd worden we die niet meer gewaar
  - wanneer je een bakker binnenloopt zal je eerst de geur van vers brood ruiken, daarna verdwijnt die geur.
- combinatie van tonische en fasische prikkel
  - temperatuur
- centrale inhibitie van prikkeloverdracht: tonische en fasische sensoren adapteren aan een stimulus

HERSENGEBIEDEN VOOR WAARNEMING

Primaire somatosentorische cortex

Auditieve cortex

Visuele cortex

Gustatoire cortex

Olfactorische cortex

SENSIBLE BANEN: DORSALE KOLOM

Sensibele banen lopen door de dorsale kolom. De dorsale kolom krijgt afferente, sensorische info binnen via de dorsale wortels (input) en laat efferente, motorische info buiten via de ventrale wortels (output).

Axonen = witte stof, cellichamen = grijze stof

Er bestaan sensorische neuronen van 1^{e}, 2^{e} en 3^{e} orde.

Sensorische neuronen van 1ste, 2de en 3de orde

- 1ste orde: afferente info komt ruggenmerg binnen via dorsale wortel
  Prikkel van 1ste orde maakt synaps met neuron van 2de orde
- 2de orde: prikkel naar thalamus voeren (tussenstation → thalamus filtert informatie) Synaps gemaakt met neuron van 3de orde
- 3de orde: Synaps brengt prikkel van thalamus naar gewenste locatie in cortex

→ Waar prikkel terecht komt geeft info over de oorsprong van de prikkel

AANDACHT EN THALAMISCHE GATING

Thalamus filtert sensorische informatie die naar de cortex gaat

Thalamus = tussenstation voor sensorische info: synaps maken → beslissen om prikkel door te laten of niet

Thalamische gating: zintuigelijke info laten samenkomen in thalamus → beslissen om bepaalde info voorrang te geven en andere te blokkeren → geeft mogelijkheid tot aanpassing

Thalamus redt ons van overstimulatie van brein

Thalamus als sluis tussen onbewuste subcorticale sensoriek en bewuste corticale perceptie

Aandacht en concentratie komen vanuit associatieve cortex

TASTZIN EN PIJN

PIJNRECEPTOREN

PIJNZINTUIGEN ZIJN GEVOELIG VOOR

Extreme temperaturen

Mechanische beschadiging

Opgeloste chemicaliën, vb. afgeven door beschadigde cellen

Pijn als reactie op beschadiging, om verdere beschadiging te voorkomen

PIJN KAN WORDEN WAARGENOMEN DOOR NOCICEPTOREN

A-delta vezel (= stekende pijn)

- Snelle geleiding (= gemyeliniseerd)
- Op specifieke, gedefinieerde plaats
- Adaptatie

C-vezels (= brandende pijn)

- Trage geleiding(=ongemyeliniseerde)
- Geen specifieke plaats, diffuse lokalisatie
- Geen adaptatie
- Chronisch

A-bèta vezel (= geen pijnsensor)

- Mechanische stimulus: Pijn verzachten door er druk op uit te oefenen → zijn 2 inhiberende prikkels die elkaar opheffen, volledige inhibitie valt dus weg

Pijnstillers hebben op bepaalde neurotransmitters effect

Afleiding (bv snoepje aan kind) = werken via thalamus: centrale inhibitie van pijn

SIMULTANE MECHANISCHE DRUK KAN PIJN VERZACHTEN ('GATE CONTROL')

Bij een mechanische stimulus kan je de pijn verzachten door er druk op uit te oefenen omdat er 2 inhiberende prikkels zijn, die heffen elkaar op en dus valt de volledige inhibitie weg.

Bij beschadiging weefsel vaak ook bloedvaten beschadigd → daarop drukken stopt bloeding

- Daardoor vindt er geen synaps plaats
- Verdere verergering van toestand vermijden
- Daarom waarschijnlijk mechanisme ontstaan waar druk de pijn verlicht

GEREFEREERDE PIJN

Gerefereerde pijn is pijn in de ingewanden. Het loopt via dezelfde ruggenmergzenuwen als pijn op het lichaamsoppervlak. (Bv: pijn in linkerarm duidt mogelijk op hartkwaal)

We hebben ook pijnreceptoren in de ingewanden, maar er zitten er meer in de huid. Het is ook veel moeilijker om inwendige, gerefereerde pijn te lokaliseren.

Door de uitwendige structuur van de dendrieten aan te passen kan je ervoor zorgen dat een sensorisch neuron fasisch is.

HUIDSENSOREN

Er zijn 2 soorten huidsensoren:

1) thermoreceptoren:
   - regelen de warmte en koude in ons lichaam
   - in de bovenste laag bevinden zich vrije zenuwuiteinden (huid, hypothalamus)
2) tast- en drukreceptoren:
   - kunnen vrije zenuwuiteinden zijn, maar ze zijn meestal gespecialiseerd
   - rond de haarwortel
     Het haar gebruiken we als zintuig, we voelen ermee. Rond de haarwortel zitten er zenuwuiteinden. Dus wanneer iets ons haar aanraakt dan beweegt het, door mechanische prikkeling zullen de zenuwuiteinden dat voelen en het doorgeven naar onze hersenen.
   - aanhoudende druk (tonisch): Merkelcellen en Ruffini-uiteinden
   - trillingen (fasisch): Meissner- en Pacini-lichaampjes

Met deze receptoren kunnen we alle soorten tast ervaren, maar plaatsen zijn gespecialiseerd in bepaalde vormen van tast. Dit komt omdat wij sensorische informatie comprimeren naar een neuron van 1e orde. We bundelen verschillende prikkels naar 1 axon.

Wanneer prikkels zich binnen hetzelfde receptorveld/receptieve veld bevinden, dan worden ze gecomprimeerd tot 1 prikkel. We doen dit niet overal (cf. 2-puntsdrempels, homunculus).

Receptorveld= het gebied dat info levert aan een sensorische cel of zintuigcel (Meerdere sensorische uiteinden of sensoren vormen één sensorische eenheid)

Discriminerend vermogen hangt af van de grootte van het receptorveld

- Hoe groter het receptorveld, hoe kleiner het onderscheidingsvermogen
- Info van neuronen van 1ste orde bundelen

GROOTTE VAN RECEPTIEVE VELD HANGT AF VAN DE HUIDLOCATIE (2-PUNTS-DREMPEL)

2-punts-drempel = Afstand tussen 2 punten die we kunnen voelen als apart van elkaar

Bv: Vinger heeft meeste plaats nodig in hersenen → heel veel neuronen

SMAAK- EN REUKZIN

REUKZIN

Het reukvermogen = olfactie

REUKZIN IS HET OUDSTE ZINTUIG

De reukzin is een heel gevoelig zintuig.

Geuren zijn chemische stoffen die oplosbaar zijn in slijmvlies.

Geur = molecule waarvoor we een receptor hebben

- Geuren zijn chemische stoffen, oplosbaar in slijmvlies
- Reukepitheel (gespecialiseerd weefsel) met reukcellen (chemoreceptoren)
    - 1ste neuron: synaps in bulbus olfactorius (glomeruli), deel van de cortex
    - 2de neuron: tractus olfactorius naar cortex en limbisch systeem (verband tussen geheugen – emotie en reuk)
      → Bulbus olfactorius en tractus olfactorius registreren informatie van reukcellen
- 1 000 soorten receptoren (genen) voor meer dan een biljoen verschillende geuren. Elke soort receptor staat voor een andere geur en door de receptoren te combineren krijg je nog andere geuren. We hebben 22 000 genen in ons lichaam, 1000 daarvan dienen voor geur.
- Receptoren herstellen zichzelf bij beschadiging

Functies:

- Voedsel controle: Voedsel herkennen door geur → geur niet kunnen waarnemen betekent mindere onderscheiding en appreciatie
- Sociale informatie

Reuk is de meest gespecialiseerde zintuig, maar we gebruiken hem het minst.

Iedere cel kan 1 molecule registreren, in de bulbus olfactorius tellen we de moleculen op en bekomen we een samengestelde geur.

Wij kunnen geen feromonen meer ruiken omdat we dat orgaan niet meer hebben.

ZENUWBANEN VANUIT DE BULBUS OLFACTORIUS LOPEN NIET OVER DE THALALMUS

Voor sommige zaken hebben we geen receptor
Bv: Aan aardgas wordt iets toegevoegd zodat we het wel kunnen ruiken

Geur komt rechtstreeks in cortex en limbisch systeem, loopt niet over thalamus → Geur heeft dus grote invloed op emoties en gemoedstoestand

Elk reukorgaan bestaat uit een reukepitheel, deze bestaat uit reukcellen, ondersteunende cellen en regenererende basale cellen (=stamcellen => deelt zich om zo de versleten reukzintuigcellen te vervangen). Dan komt het losmazig bindweefsel die de klieren van Bownman (maakt een product die water opneemt en zo een gekleurde slijm vormen waarmee het slijmvlies bedekt is) bevat.

De 1e synaps ligt in de bulbus olfactorius, de axonen die hier liggen lopen langs de tractus olfactorius naar de olfactorische schors van het cerebrum, de hypothalamus en gedeelten van het limbische systeem. Deze lopen dus niet door de thalamus zoals alle andere sensorische info.

ONDERSCHEIDINGSVERMOGEN VAN MENSELIJKE REUK, KLEURENZICHT EN GEHOOR

Geur heeft fenomenaal onderscheidingsvermogen: Experten kunnen tot 1 000 geuren onderscheiden

Enorm geavanceerd systeem met 1 000 verschillende receptoren, elk met eigen gen

SMAAKZIN

SMAAK

→ Lage drempel, zeer gevoelig

De smaakcellen zijn ook chemoreceptoren.

- Informatie van smaakknopjes worden door afferente hersenzenuw VII en IX geregistreerd
- Gaan dan naar thalamus, dan gyrus postcentralis (smaakcortex) `
- Gelinkt aan limbisch systeem

Er zijn 5 basissmaken die je overal op je tong kunt waarnemen ook al zijn er gespecialiseerde zones

1) Zout (Na+ -influx)
2) Zuur (H+ - influx)
3) Zoet (suikerreceptoren)
4) Bitter (vb. kinineréceptor): gevoelig (toxines)
5) 'Umami' (= glutamaatreceptor)

- Zoet en umami zorgen voor blijdschap tijdens eten (nutritioneel nut)
- Meer afkeer voor zuur en bitter door hun waarschuwingsfunctie

Functies in voedselcontrole:

- Bescherming
- Secretie van speeksel en maagsap

Smaakpapillen zijn een soort plooien. In die plooien komt speeksel, die komt in contact met smaakknopen. Die zintuiglijke cellen maken contact met neuronen die een synaps maken.

Smaak en reuk werken samen!

SMAAKKNOP

In de wand van de groeven van de papillen zitten 50-100 smaak- en steuncellen. De smaakreceptoren zijn een soort smaakporiën.

ZOUT

Het zout lost op in speeksel. Dat speeksel gaat in de porie en maakt contact met de smaakcel. De smaakcel registreert het zout en maakt contact met een neuron. Hierna start het actiepotentiaal.

Zout is natriumchloride, die splitst in Na^+ en Cl^-. Het natrium komt de cel binnen waardoor die nog positiever wordt (depolarisatie). Dit is de start van het actiepotentiaal.

Natrium komt binnen => cel depolariseert => calciumkanalen gaan open => vesikels gaan open => exocytose van neurotransmitter.

H^+ gaat in de cel waardoor die positiever wordt en depolariseert. Hier start het actiepotentiaal.

We hebben een rewardsysteem die begint te werken wanneer we stoffen opnemen die we nodig hebben.

Vroeger waren zout en suiker schaars en die stoffen hadden we nodig, ze geven een positieve associatie.

Wanneer we een beetje zout binnenkrijgen krijgen we een goed gevoel, bij te veel zout niet.

ZUUR

De neutrale zuurtegraad (PH-waarde) is 7. Alles wat lager is, is een zuur, wat hoger is, is basisch.

De Ph meet het aantal H+ moleculen in je mond. Hoe lager de PH-waarde, hoe meer protonen (H+) in de mondholte.

Zuur geeft een negatieve associatie want wat zuur was vroeger was altijd bedorven of slecht. Dit is een evolutionaire bescherming.

ZOET

Zoet moet met een 2e boodschapper werken, de G-proteïne.

Suikers binden met een receptor die ervoor zorgt dat de kaliumkanalen sluiten zodat kalium+ de cel niet meer kan verlaten. Er is depolarisatie en een actiepotentiaal start.

Zoetstof is een stof die bindt aan een suikerreceptor, het is een suiker mimeticum.

Wanneer we suiker eten activeert dit ons rewardsysteem, het geeft een positieve associatie.

BITTER

Kinine bindt met een receptor die ervoor zorgt dat Ca2+ wordt vrijgelaten in het endoplasmatisch reticulum. De cel depolariseert en er start een actiepotentiaal.

Bitter geeft een negatieve associatie, want wat bitter is was vroeger giftig. Dit is de evolutie die ons beschermt.

UMANI

Umami is een smaak die we ervaren wanneer we eiwitrijk voedsel eten.

Glutamaat bindt dan aan de G-proteïne en geeft een signaal om te laten weten dat er veel eiwitten in dat voedsel zitten.

WATER

De meeste mensen zeggen dat water nergens naar smaakt, maar het lichaam heeft wel waterreceptoren (in de keelholte).

ZICHT

HET OOG IS GEVOELIG VOOR EEN DEELTJE VAN HET ELECTROMAGNETISCHE SPECTRUM

We hebben maar een zeer beperkt zicht, we zien slechts een klein deeltje van het elektromagnetisch spectrum.

Licht is een vorm van elektromagnetische energie die we kunnen zien met het menselijke oog. Energiedeeltjes van licht noemen we fotonen.

Het heeft een snelheid van 300.000 km/s. Zichtbaar licht heeft een golflengte tussen de 400 en 700 nanometer. Om dit deel van het spectrum waar te nemen hebben we een zintuig ontwikkelt.

Al deze stralen komen grotendeels uit de ruimte, licht specifiek komt voornamelijk uit de zon.

HET OOG WERKT ALS EEN CAMERA (EN VICE VERSA)

Camera		Oog
Diafragma (F-stop)	=	Pupilgrootte (iris)
Lens (afstand, zoom)	=	Cornea, lens (dikte)
Film (zwart-wit)	=	Retina (staafjes)
Film (kleur)	=	Retina (kegeltjes)

ANATOMIE VAN HET OOG

In het oog zit kamervocht (cavity). Zie afbeeldingen pwp.

De oogbol is hol en de binnenkant kan in 2 ruimten worden verdeeld:

1) Achterste oogholte/ glasachtig lichaam
2) Voorste oogholte
    a. Voorste oogkamer
    b. Achterste oogkamer

DE OOGWAND BEVAT 3 LAGEN

1) Tunica fibrosa bulbi:
    - Buitenste laag
    - Sclera (oogwit): zorgt voor structuur, hier hechten oogspieren aan vast
    - Cornea (hoornvlies): doorzichtige laag
    - Functies

        - Geeft mechanische ondersteuning en enige mate van fysieke bescherming
        - Dient als aanhechtingsplaats voor de extrinsieke oogspieren
        - Speelt een rol bij het scherpstellen

2) Tunica vasculosa bulbi:
    - Bevat bloedvaten, lymfevaten en intrinsieke oogspieren
    - Functies
        - Het doorlaten van bloed- en lymfevaten die de weefsels van het oog van voedingsstoffen en zuurstof voorzien
        - Reguleren van de hoeveelheid licht die het oog binnenkomt
        - Het afgeven en reabsorberen van het kamervocht dat binnen de oogkamers circuleert
        - Het reguleren van de vorm van de ooglens
    - Straalvormig lichaam = het corpus ciliaire
    - Choroïd (vaatvlies)
    - Iris (regenboogvlies):
        - het gekleurde deel van de ogen
        - opening in de iris noemen we de pupil
        - bevat circulaire en radiale spiervezels (constrictoren en dilatoren)
            - dilatoren trekken samen => pupil wordt groter
            - constrictoren trekken samen => pupil wordt kleiner
            - Dit wordt geregeld door het AZS.
            - orthosympathicus actief: pupil wordt groter, je wilt meer lichtinval parasympaticus actief: pupil wordt kleiner, je wilt minder lichtinval
    - Ciliaire spieren: regelt de spanning en de dikte van de lens
3) Retina (netvlies): eigenlijke zintuigcellen
    - Staafjes: worden gebruikt in het donker, zwart-wit zien, niet scherp
    - Kegeltjes: worden gebruikt in daglicht, kleur zien, scherp

Wat betekent de variatie in kleuren van de iris?

- Andere rassen en dieren hebben allemaal bruine ogen.
  In de iris zit pigment die het licht tegenhoudt, want we willen een camera obscura bekomen. Iemand met blauwe ogen heeft minder pigmentkorrels dan iemand met bruine ogen en zal dus meer licht doorlaten.
- Albino's hebben helemaal geen pigment en laten dus al het licht door. Zij hebben dan ook veel vaker oogproblemen of zijn blind.

Lux is de eenheid van licht (1 lux = een kaars)

REGELING VAN PUPILGROOTTE DOOR AUTONOOM ZENUWSTELSEL

De pupil is gewoon een opening (een gat) in de iris.
Wanneer je een foto neemt en je ogen zijn rood, dan komt dat omdat de hoeveelheid licht reflecteert op de bloedvaten aan de achterkant van je ogen.

Autonoom zenuwstelsel = gladde spieren

Sympathicus

Meer lichtinval

- Radiale spieren trekken pupil open
- Straalvormige spieren verkleinen
- Diameter vergroten

Parasympaticus

- Circulaire spieren laten samentrekken
- Uiteinden hangen aan elkaar vast
- Diameter verkleinen

Atropil = grote pupil door overbelichting

DIKTE VAN LENS WORDT BEPAALD DOOR CILIAIRE SPIER

De lens is van nature dik. Die kan uitgerokken worden (smaller en strakker, meer spanning) door de lensbandjes samen te trekken en de ciliaire spier te ontspannen.

Wanneer de lens dik is dan zijn de lensbandjes ontspannen en de ciliaire spier opgespannen.

De aanpassing van de dikte van de lens is functioneel om aan accommodatie te doen.

ACCOMMODATIE

ACCOMMODATIE: OM SCHERP TE ZIEN MOET HET BRANDPUNT SAMENVALLEN MET DE RETINA

Accommodatie is het continu veranderen van de lensspanning om beelden scherp te stellen.

Wanneer een lichtstraal verandert van medium breekt de hoek van het licht. Alle lichtstralen komen samen in het brandpunt. Om scherp te kunnen zien moet het brandpunt samenvallen met de retina, anders is het beeld wazig.

Als je naar iets kijkt wat dichtbij is moet het licht veel breken en heb je dus een dikke lens nodig.
Als je naar iets kijkt wat veraf is moet het licht minder breken en heb je dus een smallere lens nodig.

Dit verandert continu en gebeurt automatisch => accomodatiereflex

CORRECTIE VAN LENSDYSFUNCTIE DOOR EXTERNE LENS (BRIL OF CONTACTLENS)

Soms gaat het mis en ligt het brandpunt niet op de retina. Een bril of contactlenzen moeten dan de fout die het oog maakt corrigeren. Er zijn 2 soorten slechtziendheid:

1) Myopie (bijziend): dichtbij goed, ver slecht. De lens breekt te veel en is te dik. Om dit te corrigeren heb je een holle lens nodig (brandpunt voor retina).

2) Hyperopie (verziend): ver goed, dichtbij slecht. De lens breekt te weinig en is te dun en strak. Om dit te corrigeren heb je een bolle lens nodig (brandpunt na retina).
   Hier hebben oudere mensen vaak last van. Alles is minder elastisch, de ciliaire spier is versleten en kan minder goed opspannen, waardoor de lens dun en strak blijft staan.

FOTORECEPTOREN

HET NETVLIES BESTAAT UIT ZENUWCELLEN EN LICHTGEVOELIGE CELLEN (FOTORECEPTOREN)

De waarneming begint pas echt bij de fotoreceptoren, die geven actiepotentialen door aan bipolaire cellen die ze op hun beurt doorgeven aan ganglioncellen.

Licht valt op je netvlies, treedt de oogkamer binnen en stimuleert de fotoreceptoren (op de retina). Daarna sterft de prikkel uit op een gepigmenteerde laag van cellen, anders blijft het licht voor altijd aanwezig in de ogen en worden de ogen continu geprikkeld.

De kleur zwart absorbeert het licht volledig, daarom in het zwart. Bij wit wordt het licht gereflecteerd en die reflectie bereikt ons netvlies.

STAAFJES EN KEGELTJES

Er zijn 2 soorten fotoreceptoren:

1) Staafjes: parafovea (rond fovea, rand retina)
   - lage drempel, zeer lichtgevoelig => schemer-, nachtzintuigen
   - kunnen geen kleur waarnemen
   - meerdere staafjes per zenuwcel, slechte lokalisatie
   - convergentie => niet scherp zicht, lage resolutie
2) Kegeltjes: fovea, gele vlek (centrum retina)
   - hogere drempel => dagzintuigen
   - nemen kleuren waar

In de buitenste laag zitten membraanschijven. Die bevatten lichtgevoelige rodopsine. Hier begint het actiepotentiaal.

3 SOORTEN KEGELTJES LATEN TRI-CHROMATISCH ZICHT TOE

RGB: groen, blauw, rood.

- Met deze 3 kleuren kunnen we het volledige zichtbare elektro- magnetische spectrum zien.

1 kegeltje per zenuwcel, zeer nauwkeurige lokalisatie

geen convergentie => altijd scherp zicht, maximale resolutie

De fovea bevindt zich naast het zenuwuiteinde, in het verlengde van de optische as en bevat enkel kegeltjes.

Iedereen heeft ook een blinde vlek of papil. Die bevind zich op de uitgang van de oogzenuw en de bloedvaten. Hier zitten helemaal geen fotoreceptoren.

Mensen hebben een trichromatisch zicht. We zien samenstellingen van de 3 primaire kleuren (rood, groen, blauw).

ALS EEN KEGELSOORT ONTBREEKT, BEN JE KLEURENBLIND (DICHROMATISCH)

Sommige mensen hebben een dichromatisch zicht, dan is 1 van de 3 soorten kegeltjes defect en is die persoon (deels) kleurenblind (vaak rood-groen kleurendeficiëntie).

Deze erfelijke aandoening komt vaker voor bij mannen dan bij vrouwen. Het defecte gen ligt op het X-chomosoom. Omdat mannen er maar 1 hebben, hebben zij meer kans op een defect gen. Bij vrouwen is er altijd een tweede chomosoom als back-up.

Sommige vogels hebben een tetrachromatisch zicht. Zij kunnen nog een extra “kleur” zien. Zij kunnen Uv-licht waarnemen.

STAAFJES ZIJN GEVOELIGER DAN KEGELTJES VANWEGE CONVERGENTIE

Onze ogen zijn eigenlijk ongelukkig geconstrueerd. De lagen van de retina staan in de verkeerde volgorde. Het zou handiger geweest zijn als het licht meteen bij de gepigmenteerde laag kon geraken. Deze fout is een voorbeeld van een unintelligent design.

Hoe meer we comprimeren/convergeren, hoe meer gezichtsscherpte we verliezen

- Staafjes bevinden zich niet in fovea → kunnen zich niet scherpstellen door convergentie

- ’s Nachts scherp zien is moeilijk want in het donker treden de staafjes in werking. Staafjes bevinden zich niet in de fovea en kunnen zich dus niet scherpstellen omdat er geconvergeerd wordt. = Averted vision

- Kegeltjes doen veel minder convergentie
- Kegeltjes in fovea doen helemaal geen convergentie (Convergentie = samenbundelen)

WE ZIEN ENKEL SCHERP OP DE FOVEA

Fovea = plaats op het netvlies waar ons zicht het beste is

3 redenen

1) In fovea zitten enkel kegeltjes die geen convergentie doen
2) Gelegen in verlengde optische as
3) Minder storing door ganglion en bipolaire cellen (→ Cellen worden opzij gestuurd zodat licht recht op kegels kan schijnen)

Fovea centralis in macula lutea (= gele vlek) = focus → *Loodrecht op de visuele as (= meeste lichtinval)*

- In verlengde optische as, bevatten enkel kegeltjes
- Één kegeltje per zenuwcel = zeer nauwkeurige lokalisatie(=optimaleresolutie)

Papil = blinde vlek = uitgang oogzenuw en bloedvaten

- Bevat geen fotoreceptoren: geen visuele informatie
- Axonen van ganglioncellen verlaten oogbol
- Fovea en blinde vlek bevinden zich op een bepaalde afstand van elkaar
- Valt niet op als je met twee ogen kijkt, door binoculaire zicht

BEKOMEN VAN EEN ACTIEPOTENTIAAL

FOTORECEPTIE VIA RODOPSINE

Licht omzetten in actiepotentiaal wordt ook wel fototransductie genoemd. Dit gebeurt aan de hand van de rodopsinemolecule.

Rodopsine is een chemische molecule, het bestaat uit een eiwit (opsine) en een pigment (retinal).

- Rodopsine bestaat uit het eiwit opsine (= verschillend voor staafjes en drie kegeltjes) en het pigment retinal (= afgeleid van vitamine A → Vitamine A eten is dus goed voor de ogen)
- Retinal wordt afgeleid van vitamine A. Vitamine A eten is dus goed voor de ogen.
- Nachtblindheid komt door een tekort aan retinenen, wat komt door een tekort aan vitamine A. Meer vitamine A *(wortels,...)* opnemen zou hier tegen moeten helpen.

Foton doet vorm van de retinal wijzigen (oorspronkelijke vorm = geen lichtinval) => Zetten 11-cis-retinenen (met vertakkingen) om in all- trans-retinenen (zonder vertakking)

BLEACHING

= Splitsen van rodopsine in opsine en retinal, veroorzaakt door lichtinval

Tot de resynthese (weer samenkomen) van rodopsine is de fotoreceptor ongevoelig voor nieuwe lichtprikkels (→ Tijdelijk verblind door hoeveelheid licht)

Nadat retinal verandert van structuur: 2e boodschapper nodig

- Gaat G proteïne activeren
- Alpha gedeelte gaat zich afscheiden van de rest

Dit wordt verder doorgegeven naar phosphodiesterase → Gaat cGMP omzetten naar GMP, hierdoor sluiten de natriumkanalen

FOTOTRANSDUCTIE EN 'DARK CURRENT'

In de membraanschijven zit de molecule rodopsine, als er licht valt op rodopsine dan worden de 11-cis-retinenen omgezet in all-trans-retinenen. De rodopsine stimuleert dan de G- proteïnes die het enzym fosfodiesterase activeert. Fosfodiesterase zet cyclische GMP om in GMP.

Cyclische GMP activeert de natriumkanalen, deze continue stroom wordt de **dark current** genoemd.

De natriumkanalen zijn dus continu actief en de neurotransmitters worden continu vrijgegeven wanneer er geen licht op de ogen valt.
De neurotransmitter die wordt vrijgegeven is inhiberend. Daarom komt die informatie niet tot de hersenen. Wanneer de dark current wordt stopgezet valt de inhiberende neurotransmitter weg en kan het licht de ganglioncellen activeren die dan een actiepotentiaal starten die de informatie tot de hersenen brengt.

NEURALE BANEN VAN DE VIRUS

We hebben een gezichtsveld. Een deel kunnen we enkel zien met ons linkeroog, een ander deel met beide ogen en nog een deel is enkel met ons rechteroog te zien.

Waar in de hersenen die informatie terecht komt hangt niet af van het oog waarmee je het ziet, maar van welke kant van het gezichtsveld het object ligt.

Alles links van het focuspunt gaat naar de rechter hemisfeer, alles rechts van het focuspunt gaan naar de linker hemisfeer.

Die informatie van onze ogen gaan via 2 neurale banen naar de cortex striatus, de eigenlijke visuele cortex. Daar worden de actiepotentialen omgezet in beelden.

Die 2 banen kruisen elkaar omdat ze naar de tegenovergestelde hemisfeer gaan. Het punt waar de 2 neurale banen elkaar kruisen wordt het optisch chiasma genoemd.

Er zijn verschillende "kabels" die van de ogen naar de hersenen lopen.

Ongeveer 25% van die kabels gaan naar de hersenstam, de colliculus superior. Dit is het rectaal systeem. Informatie zoals waar iets zich bevindt, met welke snelheid het op je af komt,... wordt hier verwerkt.

De overige 75% van de kabels passeren de nucleus geniculatum laterale. Dit is het geniculostriataal systeem. De belangrijkste informatie zoals wat we zien wordt hier verwerkt. Die kabels gaan door tot in de visuele cortex.

VISUELE CORTEX IS GELEGEN IN DE OCCIPITALE KWAB

De visuele cortex bestaat uit:

- cortex striatus
- visuele associatieregio's

De visuele cortex is gelegen in de occipitale kwab, de cortex striatus is het onderste deel van de occipitale kwab.

EVOLUTIE VAN HET OOG

Zie foto pwp

GEHOOR EN EVENWICHT

HET BINNENOOR BEVAT HET GEHOORSORGAAN (COHLEA) EN DE EVENWICHTSORGANEN

Het oor bestaat uit 3 delen:

1. Binnenoor
2. Middenoor
3. Buitenoor

Cochlea (slakkenhuis) = Gehoorzintuig

Geen receptoren voor snelheid bij constant tempo

Vestibulum = evenwichtszintuig

Oorschelp: ontvangen van geluidsgolven

Buitenste gehoorgang gebruikt oorsmeer om dingen die er niet horen buiten te houden

Trommelvlies = grens tussen buiten- en middenoor

Vestibulocochleaire zenuw brengt info van de cochlea en vestibulum naar de hersenen → Probleem bij 1 van de 2 geeft vaak ook probleem bij andere, ze zijn gekoppeld in buitenoor

DE OTOLIETORGANEN (UTRICULUS EN SACCULUS) EN DE HALFCIRKELVORMIGE KANALEN

Evenwicht geregistreerd door olietorganen en halfcirkelvormige kanalen

Utriculus, sacculus en de halfcirkelvormige kanalen vormen samen het vestibulair apparaat (= evenwichtszintuig)

Zie foto's pwp

OMZETTING VAN BEWEGING IN ACTIEPOTENTIAAL IN SENSORISCHE HAARCELLEN

Een actiepotentiaal wordt in beide zintuigen op eenzelfde manier gestart.
De beweging van de haartjes omzetten in actiepotentiaal wordt mechano-elektrische transductie genoemd en gebeurt via mechanische ionenkanalen. Beweging van zintuigharen zorgt voor depolarisatie of hyperpolarisatie

De haartjes bevinden zich in het slakkenhuis (gehoor en in de otolietorganen en de halfcirkelvormige kanalen (evenwicht).

De haartjes hangen vast met tip links. De haartjes kunnen zich in beide richtingen bewegen.

Wanneer ze van kort naar lang op elkaar steunen is er een grote spanning en zullen de mechanische poortkanalen open gaan.

Hierdoor komt er een depolarisatie en start er een actiepotentiaal.

Synaps naar afferent neuron

Sensory nerve ending = zintuiglijke cel, verbonden met afferent neuron die signaal naar de hersenen stuurt

EVENWICHT

EVENWICHTSORGANEN GEVEN INFO OVER BEWEGING EN RUIMTELIJKE POSITIE

Evenwichtsorganen geven informatie over beweging en ruimtelijke positie

Twee vormen van evenwicht: Statisch en dynamisch evenwicht

Otolietorganen = statolietorganen

HET GEWICHT VAN DE OTOLIETEN LEIDT TOT STIMULATIE VAN HAARCELLEN (UTRICULUS)

De utriculus en de sacculus zijn otolietorganen. Dat zijn organen waarin otolieten zitten. Otolieten zijn een soort van steentjes (calcietkristallen).

Die steentjes liggen op een gelatineuze laag (soort membraan). In die gelatine laag zitten de haarcellen met de haartjes. Die staan zeer labiel, want het extra gewicht van de otolieten zorgen voor een slecht evenwicht. Ze zijn dus zeer gevoelig.

Het gewicht van de otolieten leidt tot een stimulatie van haarcellen in de utriculus. Taak utriculus: Stand van hoofd vertellen door bekijken van otolietorganen.

Otolietorganen (statolietorganen) zijn statisch en dynamisch.

We hebben geen orgaan om lineaire snelheid waar te nemen, een versnelling kunnen we wel waarnemen omdat de otolieten op de haartjes dan bewegen.

De utriculus neemt een (lineaire) horizontale versnelling waar. De sacculus neemt een (lineaire) verticale versnelling waar.

DE SEMICIRCULAIRE BANEN

De semicirculaire banen zijn gevuld met endolymph (vloeistof). Die stimuleert de cupula (een soort zeil). Als we in een bepaalde richting gaan bewegen dan gaat het endolymph tegen de cupula duwen. De cupula klapt dan dicht en het actiepotentiaal start.

De semicirculaire kanalen geven enkel dynamische info. Vertellen ons in welke richting ons hoofd staat, voor elke richting bestaat er een kanaal. Er zijn 3 mogelijkheden:

1. anterieur *(ja knikken)*
2. posterieur *(nee knikken)*
3. lateraal *(van oor naar oor)*

De vloeistof beweegt traag, dus wanneer we stoppen met ronddraaien zullen we nog even het gevoel hebben dat we nog steeds rond aan het draaien zijn.

GEHOOR

HET OOR ZET LUCHTTRILLINGEN OM IN ZENUWIMPULSEN

Het gehoororgaan wordt soms ook de cochlea genoemd.
Geluid heeft een medium nodig om zich voort te zetten. Normaliter is dit medium de lucht, maar ook onder water kan geluid doorgegeven worden, het gaat alleen moeilijker. In de ruimte is er geen lucht en dus ook geen geluid.

Geluid is beweging, het zijn trillingen in de lucht. (Wanneer je klopt op een plaat gaat die trillen. Die trilling zet zich verder in de lucht en dat is geluid.)

De lucht wordt continu samengeperst en uit elkaar getrokken. Je creëert eigenlijk steeds kleine gebieden van hoge en van lage druk.

Toonhoogte (hoog/laag): frequentie van de golven (veel = hoog, weinig = laag) Toonhoogte wordt uitgedrukt in Hertz (Hz) – trillingen per seconde.

- Alles wat hoger is dan 20 000 Hz is ultrasoon (horen mensen niet). Sommige dieren kunnen dit wel horen.
- Een echo werkt met ultrasoon geluid.

Toonsterkte (luid/stil): amplitude van de golven (hoog = luid, laag = stil). Toonsterkte wordt uitgedrukt in decibel (Db) – logaritmische schaal.

Timbre (klankkleur): een geluidsgolf is samengesteld uit een basisfrequentie en een aantal boventonen. Die boventonen maken een stem uniek, zo kunnen we stemmen herkennen.

HET GEHOORGAAN BEVAT 3 ANATOMISCHE DELEN

1. Buitenoor (uitwendig oor):
    - oorschelp (auricle): kraakbeen
    - gehoorgang (external auditory meatus): ±2 cm
    - trommelvlies (tympanic membrane)
2. Middenoor:
    - gehoorbeentjes:
        - hamer (malleus)
        - aambeeld (incus)
        - stijgbeugel (stapus)
    - buis van Eustachius
3. Binnenoor (cochlea): in temporaal bot, slakkenhuis
    - ovaal venster (begin) – rond venster (einde)
    - scala vestibuli en scala tympani: perilymph (vloeistof)
    - scala media (Reissnerkanaal): endolymph (vloeistof)

MIDDENOOR

De buis van Eustachius verbindt het middenoor met de keelholte.

- Op het vliegtuig moet je slikken om je oren te “klaren”. De overdruk in je oren (luchtdruk in de oren past zich niet zo snel aan) kan zorgen voor oorsuizen omdat de luchtdruk niet overeen komt met die in het vliegtuig. Door te slikken komen deze terug op gelijke druk.

De gehoorbeentjes zetten de trilling om van het trommelvlies naar het ovaal venster en versterken die trilling (energie concentreren op kleiner vlak)

De stapediumspier hangt vast aan de stijgbeugel (stapes) en aan de wand van de midden- oorkamer. Bij zeer luid lawaai trekt de spier samen en komt de stijgbeugel los van het ovale venster. Je kan de hele geluidssequentie afkoppelen. Dit dient als bescherming.

- Bij plotse knallen heeft de spier niet genoeg tijd om samen te trekken en kan er dus sneller gehoorschade ontstaan.
- Gehoorschade ontstaat wanneer haarcellen irreversibel beschadigd zijn en zich vervangen door littekenweefsel.

BINNENOOR: HET ORGAAN VAN CORTI IS HET EIGENLIJKE GEHOORZINTUIG

Het slakkenhuis (cochlea) bevat 3 wenteltrappen (opgerold) met elk 3 buizen (scala).

1. scala vestibuli
2. scala tympani
3. scala media (Reissnerkanaal)

Het orgaan van Corti bevindt zich tussen het Reissnerkanaal en de scala tympani. Hierop bevinden zich de haarcellen. Die gaan mechanische informatie via zenuwen (VIIe hersenzenuw) omzetten in actiepotentialen.

Het basilaire membraan is het membraan tussen de scala. Hierop zitten de eigenlijke zintuigcellen met haartjes.

Boven het basilair membraan ligt het tectorieel membraan. Trillingen doe de vloeistof bewegen, die op zijn beurt de membranen doet bewegen. Tussen de 2 membranen liggen de haartjes en die voelen de beweging. De beweging prikkelt de haarcellen (sensorpotentiaal).

SPECTRALE ANALYSE VAN GELUID IN COHLEA (INTERPRETATIE VAN TOONHOOGTES)

Hoge tonen hebben een hogere frequentie. Die golven botsen dus meer met moleculen in de lucht waardoor zij minder ver geraken.

Hoge tonen zorgen voor de start van een actiepotentiaal dicht bij het ovale venster (adequate receptor zit in het begin). Lage tonen veroorzaken een actiepotentiaal ver van het ovale venster (adequate receptor zit verder).

GEHOORBANEN GAAN VIA HERSENSTAM EN THALAMUS NAAR AUDITIEVE CORTEX

Verschillende gaan naar verschillende delen van de auditieve cortex (hoge tonen worden in een ander deel verwerkt dan de lage tonen. Elke toon heeft een aparte plaats op de cortex.

Tussenstations naar de auditieve cortex:

- thalamus (synaps van 2e naar 3e orde)
- hersenstam (colliculus inferior): deel van de auditieve informatie die we gebruiken voor auditieve reflexen (gaan niet tot de cortex)

LOCALISATIE VAN GELUIDSBRON DOOR LINKS/RECHTS VERSCHILLEN

Lokalisatie van geluidsbronnen:

- voor ons: gelijke aankomsttijd van geluid in beide oren
- naast ons: aankomsttijd sneller in 1 oor

Geluid is niet zo snel (in vergelijking met licht), er zit een waarneembaar verschil in aankomsttijd (echo).

Een verschil in aankomsttijd heef tot gevolg dat de actiepotentialen ook niet op hetzelfde moment starten. Coincidence detectors slagen erin om het verschil in aankomsttijd van geluid om te zetten in een verschil in plaats van waar de prikkels komen.

DIVERSE OORZAKEN VAN DOOFHEID

Geleidings- of conductiedoofheid:

- probleem in buiten- of middenoor
- *oorprop, middenoorontsteking, trommelvliesschade, ...*
- vaak onafhankelijk van frequentie
  - hoorapparaat: versterkt trillingen

Perceptie- of zenuwdoofheid:

- probleem in binnenoor (sensorineuraal) of gehoorbanen (centraal)
- *presbycusis = doofheid door ouderdom, doof geboren*
- frequentiegevoelig
  - cochleair implantaat: vervangt cochlea. geeft elektrische signalen door in het slakkenhuis via een elektrode

BLOOTSTELLING AAN TE LUIDE GELUIDEN BESCHADIGT HAARCELLEN VAN BINNENOOR

Gehoorprobleem bij meer dan één uur boven 100 dB of één minuut boven 120 dB (nut van oordopjes!)

WERKING VAN COHLEAIR IMPLANTAAT

Stimuleren van afferent neuron met behulp van kleine elektroshocks

Buisje dat elektrische ontladingen geeft zodat afferente neuronen gestimuleerd worden (vervangt de haarcellen)

THEMA 4: HET HORMOONSTELSEL

ALGEMEEN

WERKINGSPRINCIPE VAN HORMONEN

Dingen die snel en dringend moeten doorgegeven worden doen dat via neuronen. Alle informatie die niet zo dringend is wordt doorgegeven via de hormonen.

Alle weefsels kunnen informatie doorgeven, maar hormonen zijn de hoofdboodschappers in ons lichaam.

Bijna al ons gedrag is terug te leiden tot onze hormonen, de invloed van hormonen op ons gedrag is heel groot.

Ook in de hersenen zitten endocriene klieren, dat is de belangrijkste moderator voor het coördineringssysteem.

Endocriene klieren hebben interne secretie (= afscheiding) => hypofyse en externe secretie => traanklier.

De endocriene klieren geven hormonen af in het bloed, die dan op de doelcellen binden en het gewenste effect in gang zetten. Hormonen wijzigen het functioneren van cellen, doordat ze de identiteit, activiteit, plaats of hoeveelheid van belangrijke enzymen en structurele eiwitten in verschillende doelcellen wijzigen.

SOORTEN HORMONEN (CHEMISCHE STRUCTUUR)

Er zijn 3 soorten hormonen, ze verschillen in chemische structuur:

1. Peptidehormonen: *antidiuretisch hormoon (ADH), insuline, glucagon, ...*
    - **Hydrofiele aminozuurketens** (oplosbaar in water), DNA => RNA => eiwit, een lang eiwit (vele peptideketens) is een aminozuur.
    - Het is de grootste groep hormonen.
2. Vetderivaten: steroïden *testosteron, oestrogeen, ...*
    - **Lipofiele moleculen** (oplosbaar in vet), ze zijn afgeleid van cholesterol. Cholesterol is een essentieel onderdeel om ons lichaam te laten werken, te weinig vet = vetderivaten kunnen niet werken.
3. Aminozuurderivaten: *adrenaline, thyroxine, ...*
    - Kleine moleculen, afgeleid van aminozuren. *serotonine is afgeleid van tryptofaan, dopamine is afgeleid van tyrosine, ...*

Niet alle hormonen worden opgenomen als we ze oraal innemen, sommige hormonen moeten we inspuiten. Het hangt af van de hormonen of we ze moeten inspuiten of inslikken. Steroïdhormonen of vetderivaten worden geabsorbeerd, niet verteert. Daarom zijn er pillen voor. (*anticonceptiepil)*
Polypeptidenhormonen verteren wel en gaan dus uit het lichaam als we ze oraal innemen, daarom spuiten we ze in. (*insulinespuit)*

Hydrofiele hormonen kunnen niet door het celmembraan dat uit vet bestaat. Ze werken via receptoren in op het celmembraan en 2e boodschappers (G-proteïnes).

Lipofiele hormonen kunnen wel door het celmembraan. Ze werken via intracellulaire receptoren (= binden aan receptoren in de cel).

Hormonen stapelen zich op in onze vetreserves.

REGELING VAN HORMOONAFGIFTE

De chemische structuur bepaalt hoe hormonen werken in de cel en hoe we bepaalde hormonen kunnen toedienen.

De hersenen zijn het commandocentrum van het AZS, maar ook van het hormonaal systeem. De centrale coördinatie en de regeling van hormoonafgifte gebeurt in de hersenen met behulp van 3 mechanismen:

1. Hypothalamus
2. hypofysevoorkwab (HVK)
3. hypofyseachterkwab (HAK)

Naast de hersenen die hormonen regelen is er ook een lokale, humorale regeling *(glycemie => insuline)*. Hier nemen de organen zelf de beslissing om spontaan hormonen aan te maken.

Bij het bijniermerg wordt informatie eerst voor een deel neuraal doorgegeven, daarna hormonaal.

De 4 meest bekende endocriene organen in ons lichaam zijn de hypofyse, schildklier, bijnier en de pancreas.

HYPOTHALAMUS EN HYPOFYSE

CENTRALE ROL VAN HYPOTHALAMUS EN HYPOFYSE IN ENDOCRIENE REGELING

De hypothalamus controleert bijna alle hormonen. Hij stuurt de hypofyse aan. De hypofyse is opgedeeld in de hypofysevoorkwab (HVK) en de hypofyseachterkwab (HAK). De hypothalamus geeft aan beide kwabben commando's.

De hypofyse is een kleine ovale klier die onder de hypothalamus hangt, deze zijn verbonden via het infundibulum.

HYPOFYSE-VOORKWAB

Trofines: zetten doelorganen aan tot secretie/ groei

- Groeihormoon (GH): algemeen, zet de lever aan om andere groeihormonen te maken die ervoor zorgen dat alle andere weefsels beginnen te groeien
- Prolactine (PRL): borstontwikkeling, melkproductie (groei van doelweefsel)
- Thyroid-stimulerend hormoon (TSH): stimuleert de schildklier
- Adrenocorticotroop hormoon (ACTH): stimuleert de bijniercortex
- Follikel-stimulerend hormoon (FSH)
    - Testes: spermatogenese
    - Ovaria: follikelrijping (oestrogenen)
- Luteïniserend hormoon (LH)
    - Testes: vrijstelling testosteron
    - Ovaria: eisprong (progesteron)
- Melanocytstimulerend hormoon (MSH): stimuleert de melanocyten in de huid

FSH en LH worden gonadotrofines genoemd.

Ze werken in op de gonaden (primaire geslachtsorganen) en maken geslachtshormonen.

STOORNISSEN IN GROEIHORMOON

Te veel groeihormoon → gigantisme door hypofyse tumor

Te weinig groeihormoon → groeiachterstand

HYPOTHALAMUS CONTROLEERT HYPOFYSE-VOORKWAB VIA RELEASING HORMONES (RH)

De hypothalamus controleert de HVK via releasing hormonen (RH). Die RH komen terecht in de HVK, daar zitten receptoren die “de vraag begrijpen”. De HVK maakt dan trofines (hormoon) aan. Dat hormoon gaat naar het doelorgaan die daaropvolgend zijn hormoon aanmaakt.

Dit systeem wordt constant gehouden bet behulp van negatieve terugkoppeling. Door de vele niveaus van regeling is dit vrij gemakkelijk.

HYPOFYSE ACHTERKWAB

De hypothalamus vormt 2 hormonen:

1. **Antidiuretisch hormoon** (ADH): houdt de urine op. Het heeft te maken met de nierfunctie, die moetenafhankelijk van de situatie meer of minder water, zout,... afscheiden. Als je lang niet gedronken hebt zal ADH hoog zijn.
2. **Oxytocine**: zorgt bij de vrouw voor melkafscheiding tijdens het zogen en zorgt voor contractie van de baarmoeder tijdens het bevallen.
   Bij zowel mannen en vrouwen komt dit hormoon vrij bij een orgasme.

Deze 2 hormonen worden opgeslagen in de HAK. De HAK zorgt voor de vrijzetten van die hormonen.

SCHILDKLIER

SCHILDKLIERHORMONEN

De schildklier zal schildklierhormonen produceren als de hypofyse hem dat vraagt. De hypofyse geeft een trofine vrij die de schildklier stimuleert om schildklierhormonen te maken. De schildklier geeft dan hormonen vrij die effect hebben op verschillende zaken.

Schildklierfollikels = Thyroxine (T4) en trijoodthyronine (T3) Werking:

- Passeert de membraandoelcel en bindt aan de mitochondriën in celkern waardoor de ATP productie versneld
- Calorigeen effect: basaal metabolisme, zuurstofverbruik, warmte nemen toe → veel brandstof erdoor (hoog metabolisme = makkelijk op gewicht blijven, traag metabolisme = dik worden)
- Bij kinderen: ontwikkeling beender-, spier- en zenuwstelsel •

Regeling secretie:

- Hypothalamus→ hypofysevoorkwab → schildklier
- Gestimuleerd door koude en stress → veel stress = makkelijker lichaamsgewicht behouden, maar dit is niet altijd gezond

C-cellen (tussen de follikels) produceren calcitonine: induceert de afname van calciumconcentratie in de lichaamsvloeistoffen

Bv: bij kernramp: zoveel mogelijk onschadelijke jodium innemen zodat het schadelijk jodium niet meer opgenomen kan worden

- Jodium stapelt zich op in de schildklier.
- Bij een nucleaire ramp moeten we jodiumpillen nemen. Daarin zit niet-radioactieve jodium die zich zal opstapelen in de schildklier, zodat er minder plaats is voor de schadelijke jodium.

Regeling: hypothalamus => HVK => schildklier
De regeling kan worden gestimuleerd door koude en stress.

SCHILDKLIER

Tussen de follikels zitten C-cellen. Die C-cellen produceren calcitonine, dat is een hormoon die de calciumconcentratie in de lichaamsvloeistoffen doet dalen.

C- cellen = parafolliculaire cellen = endocriene cellen die tussen de follikelcellen en hun basaal membraan liggen. Ze produceren het hormoon calcitonine (CT)

BIJSCHILDKLIER (PARATHYROID)

Aan de achterkant van de schildklier zitten een soort "knopen". Dit is de bijschildklier.

De bijschildklier maalt parathormoon (PTH). Die heeft de tegengestelde werking van calcitonine. PTH doet de calciumconcentratie in het bloed stijgen (calciëmie).

Dit kan op verschillende manieren gedaan worden:

- Meer opname van calcium uit de darmen
- Meer afgifte van calcium uit het skelet (negatief voor de botsterkte)
- Minder excretie van calcium via de nieren (minder calcium uitplassen)

Calcitonine en PTH houden met een negatief feedbacksysteem de calciumwaarde constant.

BIJNIEREN

DE BIJNIERCORTEX EN -MEDULLA

De bijnier bestaat uit 2 verschillende organen:

1. bijnierschors of -cortex
2. bijniermerg of -medulla

De bijnier heeft niks met de nieren te maken, het heeft zijn naar te danken aan de locatie in het lichaam

BIJNIERSCHORS

De bijniercortex secreteert een 20-tal soorten corticosteroïden (= bijnierschorshormoon), vetderivaten of steroïdhormonen.

1. Mineralocorticoïden: regelen de concentratie van mineralen in het lichaam. *Aldosteron (belangrijkste) houdt natrium vast in het lichaam => water vast in het lichaam => verhoogt het bloedvolume => bloeddruk stijgt (controleert de bloeddruk)*
2. Glucocorticoïden: werken in op de suikerspiegel of glycemie.
   Cortisol (hydrocortisone) verhoogt de glycemie door inhibitie van het glucoseverbruik. Daarnaast heeft het anti-inflammatoire effecten. Het onderdrukt de immuunreactie en ontstekingen (dit is niet goed, want het vertraagt het genezingsproces). Cortisol wordt vrijgegeven onder invloed van stress.
3. Androgenen (kleine hoeveelheden): geslachtshormonen

De secretie van de bijnierschorshormonen gebeurt onder invloed van ACTH een hormoon dat wordt vrijgegeven in de hypofyse.
HPA-as: hypothalamo-hypofysaire-adrenale as (de volgorde van de hormonen tot de bijnier)

BIJNIERMERG

Het bijniermerg staat in voor de endocriene secretie van adrenaline (80%) en noradrenaline (20%).

De secretie gebeurt onder invloed van preganglionaire neuronen (deels neuronaal). Orthosympaticus (fight-or-flight)

Het kan vergeleken worden met een schrikreactie, maar het werkt trager en langer. Het is het hormonaal gedeelte van het sympatho-adrenaal systeem.

Adrenaline en cortisol zijn de 2 belangrijkste stresshormonen.

PANCREAS

De pancreas is eigenlijk geen endocriene klier, het bestaat voor 99% uit exocrien weefsel (acini). Het is een steunend orgaan in de spijsvertering.

De endocriene cellen (1%) heten de eilandjes van Langermans. Ze bevatten 3 soorten cellen:

1. α-cellen: secretie of productie glucagon
2. β-cellen: secretie insuline
3. Δ-cellen: secretie somatostatine

De β-cellen zijn defect bij mensen met type I diabetes. Ze kunnen geen insuline meer aanmaken.

REGELING VAN GLYCEMIE VIA INSULINE EN GLUCAGON

Insuline en glucagon werken elkaar tegen. Insuline komt vrij bij hyperglycemie en glucagon komt vrij bij hypoglycemie => negatieve feedback om de homeostase te behouden.

Insuline zorgt ervoor dat glucose omgezet wordt in glycogeen (het bouwt een legomuur). Dat is een stapelproduct, een soort suikervoorraad (we doen ook aan eiwit- en vetopstapeling).

Glucagol breekt de glycogeen terug af tot glucose (legomuur terug afbreken tot legoblokjes) en transporteert het naar het bloed.

’s Nachts constant glucagon aanspreken om evenwicht te behouden => reserves gebruiken => insuline en glucagon wisselen elkaar constant af

Alle organen met een endocriene functie kunnen hormonen afbreken, maar die zullen we niet bespreken.

ANDERE ORGANEN MET ENDOCRIENE FUNCTIE

Gastro-intestinaal: gastrine, secretine, ghreline

Vetweefsel: leptine en resistine (adipokines) `

Nier: erytropoëtine (EPO) => aanmaak rode bloedcellen regelen
Hart: atriaal natriuretisch peptide (ANP)

Thymus (zwezerik): thymosinen

- Ontwikkeling afweerreacties
- Degenereert na kindertijd

Geslachtsorganen

Pijnappelklier: melatonine

HORMONALE REGELING VAN EETGEDRAG (LICHAAMSGEWICHT)

Het lichaamsgewicht blijft stabiel wanneer de energie-inname en het energieverbruik in balans is (inname > verbruik = verdikken, inname < verbruik = vermageren).

We nemen macronutriënten zoals koolhydraten, vetten, suikers,... en alcohol volledig op.

Bijna alle voedsel dat we eten zetten we zo efficiënt mogelijk om in energie. We kunnen energie niet uitplassen, enkel verbruiken.

We verbruiken energie aan de hand van het basaal metabolisme. Bij mannen is dit ongeveer 1 calorie per uur per kilogram, bij vrouwen 0,9 calorieën per uur per kilogram.

Naast het basaal metabolisme bepaalt ook onze lichaamsbeweging en arbeid hoeveel energie we verbruiken.

REGELING EETGEDRAG EN HONGERGEVOEL

Ons eetgedrag wordt geregeld door 2 systemen:

1. Hedonistisch systeem: bepaalt de keuze van de maaltijd (genot). We kunnen onze hersenen doen verleiden om meer energie te eten en op te nemen dan nodig.
2. Homeostatisch systeem: regelt de noodzaak
   - Een laesie in de hypothalamus kan leiden tot hyperfagie of hypofagie afhankelijk van de regio.
     Hyperfagie: verhoogde eetlust => verdikken
     Hypofagie: verhoogd verzadigingsgevoel => vermageren
   - Er zijn neuropeptiden in de hypothalamus die het hongergevoel uitlokken. Dit homeostasesysteem is beter bij dieren dan bij de mens, bij ons werkt dit systeem niet zo goed. Het hedonistisch systeem overruled het homeostatisch systeem.

Dieren blijven in de natuur goed op gewicht, het is pas wanneer we die dieren uit de natuur trekken dat het misloopt.

PERIFERE SIGNALEN VOOR EETGEDRAG

Ghreline is een hormoon die ons maag doet grommen, dit is een kort termijn hongergevoel, secretie wordt geactiveerd door een lege maag.

Leptine is een hormoon die zorgt voor een verzadigingsgevoel op lange termijn, secretie wordt geactiveerd door vetcellen (adipostaat). Daarnaast inhibeert leptine de neuropeptide Y (zorgt voor hongergevoel en verminderde activiteit).

Elke vetcel produceert leptine. Leptine geeft aan de hersenen door hoeveel vet er zich in het lichaam bevindt. Wanneer er te veel vet in het lichaam zit zal het verzadigingshormoon in werking treden en zal je stoppen met eten (negatieve feedback).

ADIPOSTAAT: VETCELLEN REMMEN VETOPSLAG

Leptinedeficiëntie: vetweefsel produceert geen leptine, je hebt dus nooit een verzadigd gevoel. => leptine extern toedienen

- Kan alleen gebruikt worden bij mensen die het zelf niet aanmaken
- Het is geen oplossing voor overgewicht. De meeste mensen met overgewicht produceren wel leptine, maar reageren er niet op omdat die hormonen kapot zijn of omdat het hedonistisch systeem sterker is.

HORMONEN INDUCEREN ANABOLE OF CATABOLE STATUS IN HET LICHAAM

Anabole status: van bouwstenen *(legoblokjes)* maken we complexe structuren *(muren)* die we stockeren in ons lichaam (opbouw).

Catabole status: van complexe structuren *(muren)* maken we terug bouwstenen *(legoblokjes)* die in ons bloed terecht komen (afbraak).

Insuline: anabool → doet ons lichaam groeien, stockeert vet, glucageen

Glucagon: katabool → doet het omgekeerde: van de complexe opslagmoleculen terug bouwstenen maken

Stress = induceren van de katabole staat

HORMONEN EN STRESS

Stress is een lichamelijke of emotionele situatie die de homeostase bedreigt *(ziekte, depressie, angst, koude, verhongering,...)*.

Bij stress induceren katabole hormonen de mobilisatie (afbraak) van energiereserves. Dit is een proces van enkele jaren, tot je lichaam en de energiereserves "op" zijn.

Stress manifesteert zich in 3 fases:

1. Alarmfase (acuut): orthosympaticus, adrenaline, continu gespannen zijn
2. Weerstandsfase (chronisch): afbraak van reserves (glucocorticoïden, schildklierhormoon, groeihormoon, glucagon,...)
   Stresshormonen kunnen gemonitord worden in bloed, speeksel, ...
3. Uitputtingsfase (falen in de homeostase): de reserves zijn op

Je kan stress niet oneindig blijven gebruiken om de katabole staat te induceren → leidt uiteindelijk tot de uitputtingsfase (= vb. burn-out,...)

THEMA 5: HET VOORTPLANTINGSSTELSEL

MAN

MANNELIJKE GGESLACHTSORGANEN

Onlogisch traject van de zaadleider = unintelligent design: Zaadballen zijn met de tijd gedaald (vroeger in de buikwand) omdat er buiten het lichaam een betere temperatuur was voor de zaadcellen → daardoor een lange zaadleider in een kronkel

Urethra: Leiding urine naar buiten

Prostate gland: Hierlangs komen urine en sperma + bijhouden urine (pipi inhouden)

Ductus deferens = zaadleider

SCROTUM, ZAADBAL EN BIJBAL

Het scrotum of de balzak bevat de cremaster spier. Dit is een spier die regelt hoeveel de teelballen buiten het lichaam zitten of hoe dicht ze bij het lichaam blijven. De ideale temperatuur van de teelballen is lager dan de lichaamstemperatuur, daarom hangen ze uit het lichaam. Als het koud is zal de cremaster spier de teelballen tegen het lichaam duwen, als het warm is zullen de teelballen meer uit het lichaam hangen.

De zaadbal of teelbal (testis) bevat testiskanaaltjes (tubuli seminiferi). In die testiskanaaltjes wordt aan spermatogenese gedaan. Alle kanaaltjes zitten in een ander stadium van de vorming, zo blijft er een continue aanvoer van nieuwe spermatozoa. Het is de enige plaats waar een meiotische deling plaatsvindt. Die spermatozoa worden in de binnenholte van de kanaaltjes vrijgegeven en zo vinden ze hun weg naar de bijbal. De spermatogenese wordt gestimuleerd door FSH. Er is een paracriene regeling (niet via bloed, maar via naburige cellen) onder invloed van testosteron.

Teelballen zijn de belangrijkste plaats voor de productie van testosteron (99%). Meer specifiek zijn de interstitiële cellen of cellen van Leydig verantwoordelijk voor de secretie van testosteron. Wanneer er te veel testosteron in het lichaam zit zullen de sertoli-cellen die secretie inhiberen (negatieve feedback).

In de bijbal (epididymis) zullen de spermatozoa verder rijpen en gestockeerd worden. In de bijbal zit een lange buis van ongeveer 7 meter. De transittijd om door die buis naar de zaadleider te gaan bedraagt 2 weken.

ZAADLEIDEN EN ACCESSOIRE KLIEREN

De zaadleider (ductus deferens) maakt een grote omweg (unintelligent design). De zaadleider heeft een gladde spierwand (autonoom).

De accessoire klieren voegen vocht toe aan de spermatozoa. 95% van het vocht komt van de accessoire klieren.

- De zaadblaasjes voegen onder andere fructose toe, dat zal dienen als energie voor de te overbruggen afstand voor de spermatozoa.
- Daarna passeert het de prostaat, die voegt prostaatvocht toe. Ter hoogte van de prostaat komen de urinebuis en de zaadleider samen.
- Tot slot gaat het langs de Cowperklier. Die voegt een pH buffer toe zodat de spermatozoa niet sterven van het urinezuur.

Dan volgt er een capacitatie (= activatie) van de zaadcellen. Dat gebeurt door het zaadvocht dat aanwezig is.

Na de zaadleider komt het zaadvocht terecht in de urinebuis (urethra), die bevindt zich in de penis in het corpus spongiosum.

DE PENIS EN ERECTIE

Bij een erectie vullen de corpora cavernosa (zwellichamen) zich met bloed. Deze kunnen niet uitzetten want de gladde spier en de bindweefsellaag rond die zwellichamen zit heel strak. Onder invloed van stikstofoxide (NO) die afgegeven wordt door de parasympatische zenuwen ontspant de gladde spier zich en verwijden de bloedvaten (= vasodilatatie). Hierdoor neemt de druk toe en krijg je een erectie.

Het krijgen van een erectie gebeurt voor een deel neuraal (parasympatische zenuwen). De parasympaticus zet continu ACh vrij waardoor de calciumkanalen openblijven (het actiepotentiaal blijft op een piek). De NO werkt met een 2e boodschapper, het cyclisch GMP. cGMP doet de calciumkanalen sluiten zodat het actiepotentiaal stopt en de spier relaxeert. De erectie wordt beëindigd door het cGMP af te breken. Fosfodiesterase (PDE) doet dit.

Sildenafil (werkend product in Viagra) inhibeert PDE, hierdoor zal het cGMP trager afgebroken worden en blijft de erectie langer duren. => Dit werd ontdekt door serendipiteit (toevalligheid).

MECHANISME VAN ERECTIE EN VIAGRA

Sildenafil (werkend product in Viagra) inhibeert PDE, hierdoor zal het cGMP trager afgebroken worden en blijft de erectie langer duren. => Dit werd ontdekt door serendipiteit (toevalligheid).

SPERMATOGENESE EN EJACULAAT

Het ejaculaat wordt ook nog het zaadvocht of semen genoemd.

Een ejaculaat bestaat uit ongeveer 2 tot 5 milliliter vocht. Er zijn 60 tot 200 miljoen zaadcellen per milliliter vocht.

10% van de Vlaamse mannelijke bevolking lijdt aan subfertiliteit, dit kan door 3 problemen:

1. Aantal: < 20 miljoen/ml => minder kans op bevruchting
2. Motiliteit (beweeglijkheid): <50% voorwaarts
3. Vorm: < 30% normaal => de meerderheid is abnormaal gevormd

Wanneer 1 van deze 3 problemen optreden in de grootteorde zoals beschreven spreken we van subfertiliteit.

Een spermacel heeft de vorm die hij heeft afhankelijk van de functie.

- Acrosoom: om de wand van de eicel te doorboren → Bevat enzymen die vrijkomen bij contact met eicel
- Middenstuk: energie om te zwemmen
- Staart: om te zwemmen

Spermatogenese

- In lumen van tubuli seminiferi (stimulus=FSH)
- Paracriene regeling onder invloed van testosteron uit de Leydig cellen (stimulus = LH)

HOMO SAPIENS: PROMISCUE OF MONOGAAM?

Hoe meer promiscue (iedereen doet het met iedereen, geen partner,...) een aapachtige is, hoe groter de teelballen zijn in verhouding met het lichaam, hoe meer spermatozoa er in de semen zitten en hoe sneller de zwemsnelheid is. Kortom, hoe beter de voortplanting.

Bij strikt monogame aapachtige zijn de teelballen veel kleiner, zijn er veel minder spermatozoa en hun zwemsnelheid is veel trager.

=> De mens ligt tussen de 2 uitersten (chimpansee en gorilla). (zie pwp)

HORMONEN

DE MEESTE GESLACHTSORGANEN ZIJN STEROID HORMONEN

De meeste geslachtshormonen zijn steroïdhormonen. Dit zijn vetderivaten, ze zijn dus afgeleid van vet, cholesterol (3 hexagon (6), een pentagon (5) en zijketens).

De meeste geslachtshormonen zijn afgeleid van cholesterol. Wanneer er te weinig vet in het lichaam zit kan er geen cholesterol gemaakt worden en kunnen er bijgevolg ook geen geslachtscellen gemaakt worden.

Alle mannelijke geslachtsorganen worden onderhouden door testosteron, wanneer iemand dus geen testosteron meer aanmaakt zullen de geslachtsorganen verschrompelen.

Om testosteron in oestrogeen (estradiol) te doen veranderen heb je maar 1 eiwit nodig, aromatase. Bij transgenders kunnen we dus gemakkelijk dat eiwit toevoegen (man => vrouw) of inhiberen (vrouw => man).

MANNELIJKE GESLACHTSHORMONEN (ANDROGENEN)

Gonadotropin releasing hormone (GnRH)

- In de hypothalamus gesynthetiseerd hormoon
- Gaat naar de lobus anterior in de hypofyse
- Reactie op dit hormoon zorgt voor FSH en LH

Follikelstimulerend hormoon (FSH)

- Heeft voornamelijk als doel om de sertolicellen in de tubuli seminiferi te prikkelen
- Lobus anterior van de hypofyse

Luteïniserend hormoon (LH)

- Lobus anterior van de hypofyse
- Veroorzaakt de afgifte van testosteron en andere androgenen

Testosteron

- Testosteron wordt gesecreteerd door de Leydigcellen onder invloed van LH
- Het testosterongehalte is bij mannen 15 keer zo hoog als bij vrouwen en zorgt voor geslachtsdifferentiatie. Het beïnvloedt ook de ontwikkeling van secundaire geslachtskenmerken (baardgroei, stemwisseling), de spiergroei, het libido, gedrag, ...
- Het is een constante concentratie (geen maandcyclus, wel een circadiaans ritme of dagritme). De concentratie wordt weer constant gehouden door negatieve feedback.
- Wanneer men gaat “spelen” met testosteron (testosteron inspuiten) gaat het lichaam stoppen met FSH aan te maken omdat het denkt dat er voldoende spermacellen zijn. Als er geen FSH meer is zullen er dus geen spermacellen meer aangemaakt worden en word je onvruchtbaar. Dus te veel exogene testosteron innemen stopt de zaadproductie.
- Het testosterongehalte neemt af met de leeftijd.

Dihydrotestosteron/ DHEA (bijniercortex)

VROUW

VROUWELIJKE GESLACHTSORGANEN

VROUWELIJKE INWENDIGE GESLACHTSORGANEN

Eierstokken (ovaria): primaire follikels, geslachtsorganen (gonaden). Oestrogeen en progesteron worden hier gemaakt en geslachtscellen worden hier geproduceerd.

Eileider (tuba) en fimbriae: de eileider ondersteund de eierstokken, fimbriae zijn tentakels in de eileider die de follikel opvangen en verder leiden naar de baarmoeder

Baarmoeder (uterus): is ongeveer de grootte van een tennisbal. Bestaat uit een cervix (baarmoederhals) en een corpus. De opening van de cervix verweekt 1 keer per maand en bij het bevallen, dan heeft het een opening van 10 cm.

Baarmoederwand: bestaat uit het myometrium en het endometrium. Het myometrium is een gladde spier die zeer sterk kan uitrekken (bij zwangerschap 8 keer zo groot). Deze spier lokt de geboorte uit, zorgt voor de weeën. Het endometrium is de laag waar de eicel zich innestelt bij zwangerschap. Als je niet zwanger bent verlies je het endometrium elke maand tijdens de menstruatie.

Endometriose is een ziekte waar er bij het afbrokkelen van het endometrium een deel terecht komt in de kleine bekken en andere plaatsen waar het niet hoort. Daar vormt het cystes en die kunnen zeer pijnlijk zijn en leiden tot een verminderde vruchtbaarheid.

Schede (vagina)

VROUWELIJKE UITWENDIGE GESLACHTSORGANEN

Clitoris

Schaamlippen (grote en kleine)

Het perineum bij de vrouw wordt de vulva genoemd.

Functies van de vagina:

- Afvoeren van menstruatiebloed
- “Ontvangen” van penis en zaadcellen
- Is het onderste deel van het geboortekanaal.

EIERSTOKKEN EN EICELRIJPING

Voordat de eicel in de baarmoeder terecht komt moet hij al bevrucht zijn. De bevruchting gebeurt bijna altijd in de eileider.

Primordiale follikels zijn de voorlopers van de eigenlijke eicellen. Bij de geboorte hebben we er hier meer dan een miljoen van. Bij de puberteit zijn dit er nog maar 400 000. In ons leven ovuleren we ongeveer 400 keer, we hebben dus maar 400 eicellen nodig, de rest sterft.

1 keer in de maand hebben we een menstruatie. Deze is een deel van de ovariële cyclus.

Ovariële cyclus:

- Folliculaire fase: dag 1 tot 14
    - Men begint te tellen bij de start van de menstruatiebloeding

    - Secundaire follikel => tertiaire (Graafse) follikel door FSH
- Eisprong (ovulatie): 14e dag
    - Door LH
    - Vruchtbaar tussen de 11e en 15e dag
- Luteale fase: dag 14 tot 28
    - De overschot van de follikel ontwikkelt zich tot corpus luteum. Bij zwangerschap blijft deze groeien, als er geen zwangerschap optreedt degenereert het corpus luteum tot corpus albicans en sterft deze af.

Tijdens de cyclus rijpt de follikel (primordiaal => primair => secundair => tertiair), daarna volgt de eisprong. Dan groeit het corpus luteum of sterft hij af (corpus albicans).

VROUWELIJKE GESLACHTSHORMONEN

1. Oestrogeen
    - Oestrogeen is het equivalent van testosteron bij de mannen.
    - Er zijn verschillende soorten oestrogenen, het is een hormonengroep:
        - Estradiol (E2)
        - Oestron (E1)
        - Oestrion (E3)
    - Oestrogenen worden vrijgelaten door een rijpend follikel, hoe groter de follikel wordt, hoe hoger de oestrogeenconcentratie in het bloed (hoge waarden bij zwangerschap). De oestrogenen zelf stimuleren de verdere rijping van het follikel (positieve feedback). De follikel secreteert zijn eigen stimulans.
    - Oestrogeen zal het LH (2e gonadotrofine) (en het FSH) doen stijgen. LH induceert dan de eisprong, de follikel springt open. Eens het follikel gesprongen is wordt het corpus luteum gemaakt. Het corpus luteum of het gele lichaam produceert progesteron.
    - Oestrogeen begint te stijgen in de folliculaire fase (1ste helft van de menstruele cyclus), dan komt er een eisprong en begint progesteron te stijgen in de luteale fase (2e helft van de menstruele cyclus).
    - Oestrogeen zorgt ook voor de vrouwelijke geslachtskenmerken
2. Progesteron
    - Progesteron stimuleert het endometrium
        - Voorbereiding voor ontvangst bevruchte eicel
        - In stand houden endometrium & evt. zwangerschap
    - Progesteron zorgt ervoor dat het GnRH (Gonadotrofine Releasing Hormone) wordt geïnhibeert, waardoor ook de vorming van LH en FSH geremd wordt. => negatieve feedback
    - Als het gele lichaam afsterft dan daalt de concentratie oestrogenen en progesteron opnieuw. Hierdoor wordt de productie van GnRH niet langer geremd en stijgt deze concentratie weer. Dit leidt tot een stijging van het FSH-gehalte waarna de ovariële cyclus opnieuw begint.
3. Prolactine en oxytocine

REGULATIE VAN VROUWELIJKE VOORTPLANTING

Afgifte van gonadotropin releasing hormone

- Begin ovariële cyclus
- GnRH **stimuleert**:
    - Productie en secretie van FSH
    - Productie van LH

Folliculaire fase van ovariële cyclus

- Follikel ontwikkelt zich tot Graafs follikel
- **FSH-gehalte daalt** als gevolg van negatieve terugkoppeling door inhibine
- Follikels scheiden **oestrogeen** af

- Oestrogenen remmen in lage concentraties de **secretie van LH**

Luteale fase van ovariële cyclus

- Verhoogde oestrogeengehaltes stimuleren LH-secretie
- Rond dag 14 piekt LH-gehalte
- Geel lichaam scheidt progesteron af => Stimuleert endometrium
- Na **ovulatie**: Stijging progesterongehalte en daling oestrogeengehalte => Onderdrukt GnRH-secretie

HORMONEN VAN HET VOORTPLANTINGSSTELSEL

Hormoon	Herkomst	Regeling van afgifte	Belangrijkste effecten
GnRH	Hypothalamus	Man: geremd door testosteron Vrouw: geremd door oestrogenen en/of progesteron	Bevordert FSH-afgifte en LH-productie
FSH	Hypofyse-voorkwab	Man: gestimuleerd door GnRH, geremd door inhibine en testosteron Vrouw: gestimuleerd door GnRH, geremd door oestrogenen en/of progestagenen	Man: bevordert spermatogenese en spermiogenese door inwerking op sertolicellen Vrouw: stimuleert ontwikkeling follikels, oestrogeenproductie en rijping eicellen
LH	Hypofyse-voorkwab	Man: gestimuleerd door GnRH Vrouw: vorming gestimuleerd door GnRh, afgifte door oestrogenen	Man: stimuleert interstitiële cellen tot afgifte testosteron Vrouw: stimuleert ovulatie, vorming gele lichaam en afgifte progesteron
Androgenen (voornamelijk testosteron)	Interstitiële cellen van de testis	Gestimuleerd door LH	Vorming en behoud van secundaire geslachtskenmerken en seksueel gedrag, bevordert rijping van spermacellen, remt afgifte GnRH
Oestrogenen (voornamelijk oestradiol)	Follikelcellen van ovaria; gele lichaam	Gestimuleerd door FSH	Stimuleert afgifte LH (bij hoge concentraties), vorming en behoud van secundaire geslachtskenmerken en seksueel gedrag, stimuleert herstel en groei van endometrium, remt afgifte GnRh
Progestagenen (voornamelijk progesteron)	Gele lichaam	Gestimuleert door LH	Stimuleert groei van endometrium en afgifte klierproducten, remt afgifte GnRH
Inhibine	Sertolicellen van testis en follikelcellen van ovarium	Gestimuleerd door FSH en factoren die worden afgegeven door ontwikkelende spermacellen (man) of ontwikkelende follikels (vrouw)	Remt afgifte FSH (en mogelijk GnRH)

TIJDENS ANTICONCEPTIEPIL

Je neemt progesteron en oestrogenen samen in, wanneer er veel geslachtshormonen zijn heeft het lichaam niet de neiging om nog meer hormonen aan te maken.
(Oestrogeen en progesteron zorgen samen voor inhibine.)
Wanneer je de anticonceptiepil inneemt heb je bij het begin van de cyclus al hoge oestrogeen- en progesteronwaarden. Je simuleert dus eigenlijk de luteale fase waardoor de hersenen denken dat er een bevruchte eicel is. Door negatieve feedback zullen de hersenen geen FSH en LH vrijgeven en zal er dus geen eisprong plaatsvinden (in de eierstokken gebeurt er niks).

- De hormoonconcentraties zijn wel hoog en het endometrium wordt wel gevormd, maar verder gebeurt er niks.
- In de baarmoeder gebeurt er wel iets, in de eierstokken niet.

Wanneer je stopt met de pil in te nemen zal het endometrium afsterven en weggaan zonder bevruchte eicel en eisprong.

TIJDENS ZWANGERSCHAP

Bij de zwangerschap zal het corpus luteum niet afsterven, bijgevolg blijft de progesteronwaarde hoog. Het embryo (de eicel) zal een signaal geven dat hij is ingenesteld en dat het endometrium niet mag afsterven. Het progesterongehalte zal hoog blijven en zal zelfs nog verder stijgen. Het endometrium sterft niet af en je bent “over tijd” (maandstonden blijven uit).

In de hele cyclus is negatieve feedback een cruciaal gegeven.

Door de negatieve feedback komt er geen einde aan de vorige cyclus, maar wordt er ook geen nieuwe cyclus gestart omdat er geen FSH en LH aangemaakt worden.

TIJDENS PUBERTEIT EN MENOPAUZE

Deze hormonen hebben verschillende effecten: puberteit

- anders beginnen denken
- groeispurt
- secundaire geslachtskenmerken vinden plaats
- anabole effecten op botten en spieren (minder hevig dan bij mannen)

Tijdens de puberteit heeft oestrogeen enorme effecten. Progesteron is hier minder belangrijk.

Bij de menopauze is er geen menstruele cyclus meer. Het oestrogeengehalte zal dalen en dus de botten niet meer kunnen aansterken (osteoporose).

SEKSUELE ACTIVITEIT

GESLACHTSHORMONEN BEPALEN SEKSUELE ACTIVITEIT (OOK BIJ MENSEN)

De vruchtbare periode wordt de **estrus** genoemd.

Bij mannen zorgt het testosterongehalte voor de zin in seks. In de puberteit is dit gehalte hoger en heeft men dus meer zin in seks. Voor de rest blijft de zin ongeveer gelijk.

Vrouwen hebben het meeste zin in seks rond de eisprong. Dit heeft een evolutionair voordeel omdat ze dan het meeste vruchtbaar zijn. Omgekeerd kunnen ze ook angst hebben voor zwangerschap.

Dit proces is veel beter zichtbaar bij dieren dan bij mensen.

SUBTIELE SIGNALEN VAN VRUCHTBARE PERIODE BIJ VROUWEN

Fooien verdiend door vrouwelijke lap-dancers

- Hoogst bij ovulatie
- Onderdrukt door anticonceptie

SEKSUEEL FUNCTIONEREN EN COITUS

geslachtsgemeenschap = coïtus = copulatie

Het ultieme doel is om zich voort te planten. Er zijn 4 fases in seksuele respons:

1. Opwinding: parasympaticus (actie)
    - door psychologische stimuli en aanraking in erogene zones
    - erectie van penis of clitoris
    - secretie van vaginaal vocht
    - verhoogde gevoeligheid voor zintuigelijke prikkeling
2. Plateau: versterking van de opwinding
3. Orgasme: orthosympathicus (rust)
    - secretie oxytocine
    - ritmische contracties van perineumspieren (genot)
    - stijging van bloeddruk, hartslag en ademhaling
    - man: emissie en ejaculatie, vrouw: contracties baarmoeder en vaginawand
4. Herstel

Impotentie = het onvermogen om een erectie te krijgen/ handhaven

SEKSUELE ACTIVITEIT LEIDT TOT BEVRUCHTING

Na de ejaculatie van ongeveer 300 miljoen zaadcellen bereiken slechts 100 de eileider (afvalrace).

Het acrosoom van de zaadcel bevat enzymen die een kanaal maken (verteren) door de zona pellucida. Dan komt er een fusie van de zaadcel met het plasmamembraan van de eicel (terug 46 chromosomen, 2n) en wordt de eicel opnieuw afgesloten voor andere zaadcellen (zonareactie).

Men vermoed dat er een verband is tussen het succes van de zaadcel om bij de eicel te geraken en de kwaliteit van het DNA (weinig ziektes,...) => natuurlijke selectie.

MEDISCH GEASSISTEERDE VOORPLANTING

Door hormoon-stimulatie kunnen we koppels waarbij het zwanger worden niet lukt assisteren bij de voortplanting.

In vitro fertilisatie (IVF): eicellen worden met een naald uit de eierstokken gehaald voordat ze springen (= eisprong) (na FSH-kuur). Dan worden ze in een plas sperma gelegd. Daar ontwikkelt een embryo en deze wordt terug in de baarmoeder geplaatst.

Intracytoplasmatic sperm injection (ICSI): 1 zaadcel opzuigen en injecteren in de eicel. Het proces van natuurlijke selectie wordt hier overgeslagen.

=> 10-15% van de koppels zijn onvruchtbaar.

DELINGEN EN BLASTOCYSTEVORMING

Hoe de bevruchting ook gebeurt, 2 haploïde cellen worden gefusioneerd tot 1 diploïde cel (46 chromosomen).

Na 30 uur splitst de zygote door mitose (klievingsdeling). De cellen beginnen zich te delen en vermenigvuldigen, maar blijven wel nog steeds samen. Wanneer er 1 cel loskomt en verdwaalt raakt kan daaruit een nieuwe baby ontstaan (1-eiige tweeling).

Die gedeelde cellen die samenblijven noemen we blastomeren. Die ontwikkelen zich op de 3e-4e dag tot morula. Later wordt dit een blastocyst.

Een blastocyst bevat gedifferentieerde cellen (hebben al een "eindbestemming" gekozen):

- Binnenkant: foetus
- Buitenkant (chorion): placenta
- De blastocyst nestelt zich in de baarmoederwand rond de 5e-7e dag.

Blastomeer => morula => blastocyst

BEVRUCHTING LEIDT TOT ZWANGERSCHAP

ZWANGERSCHAPSHORMOON: HCG (HUMAAN CHORIONISCH GONADOTROPINE)

HCG of Humaan Chorionisch Gonadotropine is het zwangerschapshormoon.
Dit hormoon wordt gesecreteerd door het chorion (buitenste laag van de placenta).

HCG werkt zoals LH en houdt het corpus luteum in stand. Het zorgt ook voor hoge oestrogeen- en progesteronwaarden en verhindert de menstruatie.

Voor de moeder is dit een ingrijpende gebeurtenis. Zij heeft nog nooit HCG gekend, dus de reacties hierop kunnen verschillen. De eerste 3 maanden zijn de HCG waarden hoog, dat kan zorgen voor ochtendmisselijkheid, rare eetgewoonten, ...

Na deze 3 maanden is de zwangerschap "mooi en leuk".

Bij een zwangerschapstest wordt de aanwezigheid van HCG gemeten in de urine. Dit is zichtbaar vanaf de 6e-8e dag na de bevruchting.

PLACENTA, AMNION EN NAVELSTRENG

De placenta of moederkoek is ontwikkeld vanuit de chorion. Het bevat chorionvilli (van het kind) en bloedvaten van het endometrium (van de moeder). Er is geen direct contact tussen het bloed van het kind en de moeder, maar er is wel diffusie. Zo krijgt het kind zuurstof, suikers, eiwitten,... zodat hij of zij kan groeien.

Dit gebeurt door de navelstreng. Die bevat 2 slagaders en 1 ader. Het is de enige manier om aan die stoffen te geraken. De bloedvaten van de moeder creëren een zone van maternaal bloed waar het zuurstofrijkbloed wordt toegevoegd en zuurstofarm bloed wordt afgevoerd.

Een stof die de doorbloeding van de navelstreng negatief beïnvloed is nicotine. Daardoor is het belangrijk dat je niet rookt tijdens de zwangerschap (ook niet passief roken). Want dan wordt de navelstreng toegenepen en verstik je je kind eigenlijk.

Het amnion is het binnenste vlies van de vruchtzak. Het amnion omgeeft het embryo en bevat vruchtwater (amnionvocht). De vruchtzak zorgt voor de homeostase en beschermt je tegen schokken. Uiteindelijk wordt de vruchtzak te klein en begint deze te duwen tegen de baarmoederhals. Wanneer de vruchtzak scheurt is “je water gebroken”.

ZWANGERSCHAP LEIDT GEBOORTE

Na 38-40 weken is de baby voldragen en scheurt je vruchtzak. Er komen ritmische contracties van de baarmoeder (weeën). Dit gebeurt onder andere onder invloed van oxytocine (knuffelhormoon), dit hormoon stijgt terwijl het progesterongehalte daalt. Er komt een dilatatie van de baarmoederhals of cervix (10 cm). Arbeid is de manier om een kind naar buiten te duwen. Dit gebeurt door een positieve feedback, de arbeid/weeën worden steeds heviger. Dan komt het kind naar buiten, daarna is er nog een nageboorte van de placenta

BORSTEN

Borsten zijn voor de kinderen een alternatief voor de navelstreng. De melkklieren zijn afhankelijk van hormonen. Melkproductie (lactatie) in de melkklieren gebeurt onder invloed van prolactine, het vrijgeven van de melk gebeurt onder invloed van oxytocine.

De melk gaat door afvoergangen (ducti lactiferi) naar de tepel. Daarnaast bevat de borst ophangligamenten en een vetkussen (als bescherming).

Oxytocine helpt ook bij het terug samentrekken van de baarmoeder, dus als je borstvoeding geeft en oxytocine gebruikt dan zal je baarmoeder sneller krimpen.

ZOGEN

Zogen gebeurt door een reflexmechanisme bij de moeder (wanneer je je kind hoort wenen kan de melkvrijgave in gang schieten). Het kind zelf heeft een zuigreflex.

De eerste 2-3 dagen is de moedermelk colostrum of voormelk. Die bevat veel antistoffen. De moeder heeft honderden antistoffen in haar lichaam voor verschillende ziektes. Via de navelstreng heeft de baby die antistoffen meegekregen, maar deze gaan uiteindelijk weg. Daarom is het belangrijk dat we deze antistoffen via de moeder, via borstvoeding, verder krijgen.

Dan moedermelk: Water, eiwitten, vetten, suikers, zouten, ...

De toeschietreflex is de reflex waardoor er melk wordt vrijgegeven. Receptoren in tepels gestimuleerd => via ruggengraat worden impulsen doorgegeven aan hypothalamus => oxytocine wordt vrijgegeven => moedermelk wordt gelost.

IMMUNOLOGISCHE BESCHERMING VAN BABY DOOR MOEDER

Wanneer de borstvoeding stop dan moet de baby leren om zelf antistoffen aan te maken. Het kind verliest dan de bescherming van de moedermelk en daarom is de kans veel groter om ziek te worden. Het kind moet die ziektes doormaken om zijn eigen immuunsysteem te ontwikkelen.

1. Antistoffen passeren de placenta
2. Antistoffen in de moedermelk
3. Eigen immuunsysteem baby

Het kind komt ter wereld en is immuun voor allerlei ziektes → Toevoer van antistoffen via de placenta stopt, de borstvoeding komt ter vervanging

Vandaag: na zwangerschapsverlof stoppen met borstvoeding → het kind gaat naar de crèche en wordt ziek → moet nu zelf antistoffen opbouwen

GESLACHT

GENETISCHE BEPALING VAN GESLACHT

We hebben 22 paar autosomale en één paar geslachtschromosomen

Diploïde oudercellen ondergaan meiose en vormen haploïde gameten

Het sperma bepaalt om je XX of XY wordt

TDF (Testis Determining Factor, SRY) = Het gen dat in overgrote mate de verschillen tussen man en vrouw gaat bepalen

- In de eerste weken van de embryonale ontwikkeling zijn we ongeslachtelijk.
- Daarna worden de gonaden (ofwel testes, ofwel ovaria) gevormd. Dit gebeurt aan de hand van de SRY (Sex determinating Region of Y). Het SRY-gen ligt op het Y-chromosoom. Met andere woorden, als je het SRY-gen hebt word je een man, anders wordt je vrouw. Later neemt testosteron de taak van het SRY-gen over.

EMBRYONALE ONTWIKKELING VAN GONADEN EN INTERNE GESLACHTSORGANEN

Bipotentieel = Ongeslachtelijk stadium

In het begin allemaal vrouw!

Y-chromosoom: TDF → testes maken van je gonaden (indifferente gonaden)

TDF zorgt voor de teelballen of ovaria als je dit niet hebt

TDF maakt de testes: Produceren testosteron, dit maakt de rest; in een hele vroege fase (interstitiële cellen van Leydig)

Geen universele voorloper voor zaad- en eileider

Na een aantal weken worden we dus al voor het eerst met sekseverschillen geconfronteerd

Zie pwp

EMBRYONALE ONTWIKKELING VAN EXTERNE GESLACHTSORGANEN

Na zes weken begint de geslachtsdifferentiatie

- Bij testosteron groeit het uit tot de penis
- Bij geen testosteron groeit het uit tot de clitoris

XY-VROUWEN: ANDROGEN INSENSITIVITY SYNDROME (AIS)

XY-vrouwen hebben het Androgen Insensitivity Syndrome (AIS). Deze vrouwen hebben een X en een Y chromosoom.

Het SRY-gen zorgt normaal gezien voor testes, maar bij die vrouwen zijn de androgeenreceptoren kapot. Hierdoor kan de testosteron zijn werk niet doen en krijgen zij een vrouwelijk lichaam en vrouwelijke secundaire geslachtsorganen. Ze hebben wel teelballen (in het lichaam), maar ze hebben ook een vagina, baarmoeder, ...

De incidentie is 1 op 50 000.

Deze vrouwen hebben toch vrij mannelijke lichaamsproporties. Dit komt door andere genen op het Y-chromosoom.

INVLOED VAN PERINATALE BLOOTSTELLING AAN ANDROGENEN

Niet enkel het hormonale systeem in het lichaam van het kind is belangrijk, maar ook het hormonale systeem in de baarmoeder. Baby's die aan veel testosteron zijn blootgesteld in de baarmoeder zullen zich anders gaan ontwikkelen.

Wanneer een baby aan een hoge concentratie testosteron wordt blootgesteld heeft zij een verhoogde kans op een lesbische geaardheid.

FRATENALE GEBOORTEORDE

Hoe meer oudere broers iemand heeft, hoe hoger de kans op een homoseksuele geaardheid. Dit "verklaart 15% van alle homo's. Zoiets zien we niet bij vrouwen/zussen.

Maternale immunisatie hypothese:

Wanneer een vrouw zwanger is van haar eerste zoon zal zij een deel van die testosteron in zich opnemen. Bij een tweede zoon zal ze dit weer afgeven aan haar zoon, waardoor hij aan meer testosteron blootgesteld wordt dan de eerste zoon.

=> De hormonale invloed bij de foetus bepaalt deel de seksuele geaardheid.

PUBERTEIT

ONTSTAAN VAN PUBERTEIT → DE GESLACHTSORGANEN WORDEN VANAF NU FUNCTIONEEL

Oorzaak:

- Hersenontwikkeling verhoogt GnRH secretie en gevoeligheid
- Stijging LH en FSH

Gevolg:

- Vorming gameten; menarche (eerste menstruatie)
- Stijging in geslachtshormonen (testosteron en estradiol)
- Secundaire geslachtskenmerken (borstontwikkeling, schaamhaar, acne, gedrag,...)
- Versnelde groei

Ovariële cyclus is belangrijk voor voortplanting

Gigantische verschillen tussen mannen en vrouwen en die zijn bijna volledig hormonaal bepaald

GROEISPURT EN BIOLOGISCHE LEEFTIJD

Vroegmatuur vs. laatmatuur (bepaling aan de hand van groeispurt)

Er treedt ook een groeispurt op. Vrouwen krijgen deze eerder dan mannen. Bij de vrouw hangt de leeftijd waarop zij hun groeispurt krijgen af van het lichaamsvet en het activiteitsniveau (topsporters lopen achter op hun ontwikkeling). => Verschil in etniciteit: Zuiden sneller dan noorden

Tot sluiting groeischijven => Men noemt dit de 2de groeispurt (eerste in het eerste levensjaar)

- Enorme naar-voor-schuiving vanaf start puberteit
- Daartussen groei je 5-6 cm per jaar
- Daarna 7-8 cm
- Daarna is het groeien gedaan

SKELETLEEFTIJD EN MATURITEIT

Radiografie van hand/pols

- 29 beenderen op één foto
- Sluiten van groeischijven
- Ontwikkeling gespreid over ganse groeiperiode

Biologische maturiteit wordt gemeten aan de hand van een referentie-atlas met normale waarden:

- Gemiddeld: skeletleeftijd = kalenderleeftijd
- Vroegrijp: skeletleeftijd > kalenderleeftijd + 1 jaar
- Laatrijp: skeletleeftijd < kalenderleeftijd – 1 jaar

Voorspellen van de eindlengte (van een persoon)

RADIOGRAFIE

Door een radiografie te nemen van de pols kan men zien hoeveel je nog gaat groeien, men kan je eindlengte voorspellen. Als de groeischijven volledig gesloten zijn zal je niet meer groeien. De ontwikkeling is gespreid over de ganse groeiperiode.

MENOPAUZE

De menopauze treedt op rond de 45-55 jaar door gebrek aan secundaire follikels?

Dit komt door atrofie van de ovaria, ze reageren dan niet langer op gonadotrofines en sterven af omdat de eicellen op zijn. Je maakt wel nog FSH aan om de follikel te doen rijpen, maar er is geen follikel meer, de eierstok reageert niet. De hersenen zullen hierop reageren door nog meer FSH, LH en GnRH aan te maken. Hierdoor zullen de oestrogeen- en progesterongehaltes dalen en de gonadotrofines stijgen. Deze verhoogde concentratie gonadotrofines zorgen voor dezelfde problemen als bij het begin van een zwangerschap.

Symptomen:

- Amenorroe: uitblijven van menstruatie
- Opvliegers/vapeurs
- Atrofie vaginaslijmvlies: afsterven van het vaginaslijmvlies◊droog
- Osteoporose: botontkalking

Er bestaat een Hormone Replacement Therapy (HRT), dit bestaat uit het blijven doornemen van de anticonceptiepil tijdens de menopauze. Dit zorgt voor een verhoogd risico op kanker.

Het percentage van miskramen begint exponentieel te stijgen vanaf 33-35 jaar.

Mannen hebben geen penopauze of andropauze, wel een climacterium. Dit betekent dat zij zich niet meer kunnen voortplanten. Dit is vaak pas na de 80 jaar.

METHODEN VOOR GEBOORTEBEPERKING

Er zijn verschillende methoden voor geboortebeperking:

- Hormonale anticonceptie (99% veilig):
  - Combinatie van synthetische progesteron (en oestrogeen)
  - Negatieve feedback op gonadotrofinesecretie◊geen ovulatie
  - Neveneffecten
  - *De pil (cyclisch: 3 weken innemen, 1 week niet)*

    - *Maandelijke injecties, wekelijkse pleisters, vaginale ring*
    - Morning-afterpil: bevat een hoge dosis van de anticonceptiepil
- Vaginale barrièremiddelen (pessarium) (95% veilig)
- Spiraaltje (95% veilig): stimuleert prostaglandines in baarmoeder en remt innesteling
- Condoom (90% veilig)
- Periodieke onthouding (75% veilig)

CHIRURGISCHE STERILISATIE

Man: vasectomie

- is soms reversibel
- seksuele functies blijven intact

Vrouw: chirurgische ligatie

REPRODUCTIEF GEDRAG

TEMPTATION ISLAND 2.0

Als je 1 jaar 1 man met 10 vrouwen op een eiland zet of 1 vrouw met 10 mannen, welke groep zal eindigen met de meeste kinderen?

VOORTPLANTINGSSUCCES BIJ MAN EN VROUW

Bij mannen is vooral kwantiteit belangrijk. Zij kunnen veel zaad verspreiden en moeten de baby geen 9 maanden dragen. De voorplanting is niet beperkt dor het aantal gameten. Zij willen zo veel mogelijk zaad verspreiden om het voortplantingssucces te garanderen.

Bij vrouwen is kwaliteit belangrijk. Zij kunnen slechts 1 nakomeling maken per jaar. Voor hen is de kwaliteit van het zaad dus belangrijk. Ze willen zaad dat leidt tot succesvolle een nakomeling.

EVOLUTIONAIRE VERKLARING VOOR SEKSUELE JALOEZIE

Vrouwen hebben angst voor emotionele binding van de partner met een minnares. Hierdoor zullen ze de relatie verlaten. Dit heeft als nadeel dat het kind de vaderzorg verliest (minder overlevingskansen). Het feit dat de vader bastaardkinderen zou hebben bij zijn minnares brengt geen nadeel met zich mee en dat vinden vrouwen dan ook minder erg.

Bij mannen heeft het overspel van de vrouw een groot nadeel. De man weet dan niet of het zijn eigen kind is dat hij opvoedt. Hij wil geen energie steken in andermans genen. Mannen zijn meer achterdochtig tijdens de ovulatie van de partner.

THEMA 6: CARDIO-RESPRATOIR SYSTEEM

BLOED

FUNCTIES BLOEDSOMLOOP

Bloed is het transportmiddel van ons lichaam. Het vervoert de vitale materialen naar alle cellen van het lichaam en voert de afvalstoffen die ze produceren af.

We kunnen de functies in 3 groepen verdelen:

1. Transport (90 000 km bloedvaten)
    - gassen (O_2 en CO_2)
    - nutriënten (uit de spijsvertering)
    - Ze zorgt voor excretie van afvalproducten naar de nieren.
    - Het nadeel van de bloedsomloop is dat ook toxines, virussen en metastasen (tumorcellen: wanneer ze geen plaats meer hebben gaan ze naar een ander deel van het lichaam) tot bij alle cellen geraken.
2. Regulatie
    - De regulatie van de bloedsomloop verloopt endocrien (communicatie tussen organen via hormonen).
    - Bij thermoregulatie is er een verschil tussen diepe en oppervlakkige bloedvaten.
3. Bescherming
    - Stolling tegen bloedverlies
    - Immuniteit

COMPONENTEN CIRCULATIESYSTEEM

Cardiovasculaire circulatie (bloedsomloop):

- Pomp = hart (pompt 5 liter per minuut in rust door ons lichaam)
- Buizen = bloedvaten (arteriën en venen)
- Transportmiddel = bloed (5 liter)
    - Plasma
    - Gevormde elementen

Het lymfesysteem is een tweede circulatiesysteem. De stroming daarvan gaat een stuk trager. Er is ook een vloeistof (lymfe) en buizen.

PULMONAIRE CIRCULATIE – THE PULMONARY CIRCUIT

De rechterzijde van het hart pomp bloed door het longencircuit. Het transporteert bloed naar en terug van de longen. Het begint in de rechter atrium. Aderen voeren zuurstofarm bloed terug uit het systemische circuit.

Het bloed gaat van de rechter atrium naar de rechter ventrikel. Een contractie van de rechter ventrikel pompt het bloed naar de longen via de longstam (pulmonary trunk). In de longen diffundeert zuurstof zich in het bloed en de koolstofdioxide diffundeert uit het bloed. Het nieuwe zuurstofrijke bloed gaat nu naar de linker atrium.

SYSTEMISCHE CIRCULATIE – THE SYSTEMIC CIRCUIT

Dit circuit begint wanneer het zuurstofrijke bloed toekomt in de linker atrium. Dit gaat vervolgend naar de linker ventrikel, wanneer deze samentrekt wordt het bloed door de aorta gepompt. Via kleinere arteries (aan de aorta) gaat het bloed uiteindelijk naar de capillaire bedden van de lichaamsweefsels. Uiteindelijk gaat dit terug naar de aderen die het bloed naar de rechter atrium brengt. (superior vena cava = geeft bloed die komen uit regio's boven het hart – inferior vena cava = regio's onder het hart)

ALGEMEEN

Je hebt een linker en een rechter hart. Deze bestaan beide uit een kamer (= ventrikel) en een voorkamer (= atrium).

Je linker hart (ventrikel) pompt zuurstofrijk bloed naar de aorta, dat bloed vertakt tot de kleine bloedvaten en er vindt een gasuitwisseling plaats (grote bloedsomloop, systemische circulatie). Het zuurstofrijk bloed (rode kleur) wordt zuurstofarm (blauwe, zwarte kleur) (zuurstofarm bloed-bevattende aders zijn blauw). Het zuurstofarm bloed gaat terug naar je (rechter) hart. Van je rechter hart gaat het bloed naar je longen waar er weer een gasuitwisseling plaatsvindt (kleine bloedsomloop). Van je longen gaat het bloed terug naar je linker hart waar de cyclus opnieuw begint.

Slagaders brengen bloed van het hart weg

- Grote bloedsomloop (= systemische circulatie): Slagaders bevatten zuurstofrijk bloed
- Kleine bloedsomloop (= pulmonaire circulatie): Slagaders bevatten zuurstofarm bloed

Aders (venen) brengen bloed terug naar het hart

Stappenplan:

1. Vanuit linkerkant van hart vertrekt rood bloed via de aorta naar het lichaam
2. Bloed gaat naar een van de weefsels van de grote circulatie (alle weefsels behalve longen)
3. Weefsels halen zuurstof uit dat bloed en zo wordt het zuurstofarm → gebeurt via slagaders
4. Zuurstofarm bloed gaat terug naar het hart (rechterkant) via aders
5. Dan wordt zuurstofarm bloed (blauw) via slagaders naar de longen gepompt (kleine circulatie)
6. Bloed komt opnieuw in haarvatennetwerk en haalt zuurstof uit de longen
7. Bloed is weer rood en gaat terug naar linkerkant van hart via de aders
8. Daar herbegint opnieuw de grote circulatie

SAMENSTELLING

SAMENSTELLING VAN HET BLOED

Wanneer er een bloedstaal genomen wordt en deze zit niet in een speciale buis (met anti- klonterstof) dan zal het bloed beginnen klonteren (door fibrinogeen). Het bloed zal zich scheiden, vanonder zullen de bloedklonters liggen en daarboven zal een vloeistof liggen, dat wordt serum genoemd.

Wanneer het afgenomen bloed wel in een speciale buis wordt geplaatst met anti-klonterstof dan wordt de bovenste laag plasma genoemd, de onderste laag zijn de rode bloedcellen. Het dunne laagje in het midden bestaat uit bloedplaatjes en witte bloedcellen.

Het middelste laagje en de onderste laag samen noemen we de gevormde elementen. Fibrinogeen is een stof die ervoor zorgt dat bloed klontert, deze stof is hier dus verwijdert uit het bloed. Wanneer je met deze staal schudt dan zal het bloed zich terug mengen.

- Serum: komt van bloed met fibrinogeen
- Plasma: komt van bloed zonder fibrinogeen

Hematocriet is de verhouding van het volume rode bloedcellen (erythrocyten) op het totaal bloedvolume.

- Normaal is dit 40-45%.
    - Bij +50% mag je niet deelnemen aan een wielerwedstrijd, je hebt dan waarschijnlijk aan doping gedaan. Een normale waarde van +50% is zeer uitzonderlijk.
- Vrouw heeft gemiddeld minder rode bloedcellen dan man
    - Menstruatie
    - Bloedcellen worden gestimuleerd door testosteron
- Hoge hematocriet waarden zijn gevaarlijk voor de gezondheid, bloed kan dan gaan klonteren

SAMENSTELLING PLASMA

Bloedplasma ligt boven gevormde elementen. Plasma is een stro gekleurde vloeistof, ong. 55% van het bloed bestaat uit plasma.

Plasma bestaat uit water en opgeloste stoffen.

- Plasma bevat alle hormonen, maar ook enzymen, organische moleculen, nutriënten (suikers, aminozuren, lipiden,...) en ionen (Na+ is het meest voorkomend).

In het plasma zitten ook opgeloste eiwitten (8% van het plasma). Die eiwitten worden geproduceerd in de lever.

Er zijn 3 categorieën eiwitten:

1. Albumines: meest voorkomend
2. Globulines: antistoffen (immunoglobulines), deze zijn het moeilijkste om artificieel na te maken, het is een complexe groep moleculen
3. Fibrinogeen: stollingsmiddel, zorgt voor bloedstolling

RBC (ERYTHROCYTEN)

Rode bloedcellen zijn platte, biconcave schijven (2 putjes). Deze vormt zorgt voor een optimale diffusie (ze kunnen op elkaar geconcentreerd worden). De rode bloedcellen hebben geen celkern en geen mitochondria.

De productie ervan gebeurt in het beenmerg onder invloed van erythropoïetine (EPO). We hebben 4 tot 6 miljoen RBC per kubieke millimeter. Dit telt voor ongeveer 45% van het bloedvolume.

De levensduur van een rode bloedcel is ongeveer 120 dagen. Ze zijn continu aan het werk en hebben slecht 1 taak, dat is zuurstof rondbrengen in het lichaam.

Rode bloedcellen worden afgebroken door fagocytose in de lever, milt en in het beenmerg.

Ziektes:

- Anemie = te weinig rode bloedcellen (ijzertekort)
    - Nierpatiënten hebben hier last van want EPO wordt in de nieren gemaakt.
    - Kankerpatiënten hebben hier last van omdat de celdeling wordt stopgezet (niet enkel bij slechte cellen, ook bij goede cellen).
    - Maar ook gewone mensen kunnen anemie hebben.
- Polycythemie = te veel rode bloedcellen

HEMOGLOBINE

Elke RBC heeft ongeveer 280 miljoen moleculen hemoglobine.

Hemoglobine bestaat uit 4 polypeptideketens (2 alfa en 2 bèta globines) en 4 heme-groepen. In het midden van die heme-groep zit een ijzeratoom die bindt met 1 O_2 (zuurstof) molecule. Zuurstof kan dus op ijzer binden. 1 hemoglobine bevat 4 heme-groepen, daarop kunnen dus 4 zuurstofelementen op binden. 1 hemoglobine is een taxi met 4 zitplaatsen voor zuurstof. Zuurstof zal dus op het ijzeratoom binden en mee door het lichaam reizen, zo brengen we zuurstof rond.

- Deoxyhemoglobine = hemoglobine zonder zuurstof (lege taxi)
- Oxyhemoglobine = hemoglobine met zuurstof (volle taxi)
- Carboxyhemoglobine = met CO, door CO-vergiftiging, smog, roken,... (taxi met CO)

CO zijn de favoriete klanten van de taxi, zij krijgen voorrang op zuurstof. Wanneer CO gebonden wordt aan het ijzer kan dat gevaarlijk zijn, want zo krijgt het lichaam minder zuurstof dan nodig is.

Het al dan niet gebonden zijn van zuurstof aan ijzer is de reden waarom de kleur van je bloed verandert.

HEMOGLOBINE EN O2-TRANSPORT

De O_2-transportcapaciteit van het bloed is afhankelijk van de hemoglobineconcentratie. De O_2-binding op hemoglobine (hemoglobineconcentratie) is afhankelijk van de PO_2 (= partiële druk van zuurstof).

Gassen kunnen opgelost zijn in een vloeistof. Wanneer je een fles bruis opendoet ontstaan er bubbels die naar de oppervlakte komen. Dit is CO_2 die eerst opgelost was in het water.

CO_2 is een maat voor de hoeveelheid gas er is opgelost in een bepaalde vloeistof.

Zuurstof lost minder makkelijk op dan CO_2. Als je zuurstof probeert op te lossen dan krijg je maar 0,3 ml zuurstof per 100 ml. Daarom hebben we hemoglobine. Zo kunnen we bij diezelfde PO_2 toch meer zuurstof in het bloed hebben.

Zuurstof rondbrengen met bloed kan alleen met rode bloedcellen. Daarom is een tekort (anemie) een probleem, want dat zorgt ervoor dat er meer bloed naar je rechter hart gaat.

ONDERDELEN VAN ADEMHALINGSSTELSEL

2 grote onderdelen

1. Zone van conductie (=Geleidingszone)
2. Respiratoire zone: Plaatsen waar uitwisseling van gassen plaats vindt

De luchtpijp vertakt in transportbuizen. Die hebben de bedoeling om de verse lucht van de buitenwereld naar de longblaasjes (alviolen) te brengen.

- 1 luchtpijp vertakt in 2 bronchus, die naar 60 000 terminale bronchiolen, dan naar 500 000 respiratoire bronchiolen en 8 000 000 alveolaire zakken vertakken
- Bronchiolen zijn buizen om O2 naar de longen te brengen
- Aan einde van bronchiolen zitten alveolen

Een longblaasje is continu bedekt met een laagje bloed. Via diffusie kan de verse lucht naar het bloed, ze staan dus met elkaar in contact. In de blaasjes is er een gasuitwisseling mogelijk tussen het bloed en de buitenlucht. Vooral de respiratoire zone is hierbij belangrijk.

Door de opwarming van de aarde komt er steeds meer CO_2 in de atmosfeer terecht. 20% is zuurstof en bijna 80% is stikstof.

GASUITWISSELING IN DE LONGEN

De wet van Dalton zegt dat de totale druk in een gasmengsel de som is van de drukken die door elk gas afzonderlijk worden uitgevoerd. (Totale druk in gasmengeling = som van de partiële drukken (deel-drukken))

De parameter die gebruikt wordt voor deze druk is kwik (mm Hg).

$P(atm)= P(N_2) + P(O_2) + P(CO_2) + P(H_2O) = 760$ mm Hg

- Samenstelling lucht: 78.6% N2, 20.9% O2, 0.04% CO2

Op zeeniveau hebben we een enorme hoeveelheid lucht die op ons duwt. Met die lucht kunnen we kwik 60 cm in de lucht duwen, zo zwaar is luchtdruk.

Van de grote hoeveelheid samengeperste lucht is 21% zuurstof.

PO_2 op zeeniveau = 159 mmHg (0,209 x 760)

PO_2 in alviolen = ± 150 mmHg

- We slagen erin om bijna 100% van de PO_2 in de lucht op te nemen in onze alviolen.

Ingeademde lucht:

- 100% H_2O verzadigd (= 47 mm Hg)
- 0.209 (760-47) = 150 mm Hg => Gigantische druk!

ZUURSTOFSPANNING IN INGEADEMDE LUCHT

Je ademt om PO_2 in bloed op te trekken van 40 naar 100 → Hemoglobine wordt omgezet in oxyhemoglobine

5 000m: Hoogste plaats waar je kan leven, anders te weinig zuurstof

- Als de lucht ijler wordt dan zal de parameterdruk dalen. De hoeveelheid zuurstof in de lucht blijft 20%, maar er is gewoon minder lucht waardoor we ook minder zuurstof hebben.

GASUITWISSELING

We hebben 2 verschillende gasuitwisselingen omdat we 2 capillaire netwerken hebben.

Gasuitwisseling 1: O_2 in het bloed en CO_2 in de longblaasjes. In de uitgeademde lucht zit een bepaald percentage CO_2.

Gasuitwisseling 2: O_2 in organen/cellen en CO_2 in het bloed. Cellen hebben zuurstof nodig, want zij kunnen met behulp van mitochondria van zuurstof ATP maken en zo actiepotentialen starten.

2 belangrijke componenten voor goed zuurstoftransport

1. Ervoor zorgen dat PO_2 voldoende is in alveolen (genoeg zuurstof)
2. Hoeveelheid rode bloedcellen

Arteriële PO_2 is:

- Goede indicator van longfunctie: O_2 concentratie in bloed verrijken door ademhaling → Hoe hoger, hoe slechter de longfunctie
- Slecht indicator van hoeveelheid O_2 (RBC!) → Kan zijn dat je een goede longfunctie hebt, maar toch een tekort hebt

Er bestaat een relatie tussen hoeveelheid zuurstofspanning en het aantal hemoglobinemoleculen die zuurstof bevatten

- Bij zuurstofspanning van 100 mm Hg is er 100% saturatie en zijn dus alle bindingsplaatsen van hemoglobine bezet

Bij de arteriën is de PO_2 100% (zuurstofrijk bloed). Bij de venen is de PO_2 40% (zuurstofarm bloed).

OXYHEMOGLOBINE DISSOCIATIECURVE

De oxyhemoglobine dissociatiecurve toont het verband tussen de PO_2 en saturatie, deze is niet lineair.

PO_2 bepaalt de verhouding deoxy/oxyhemoglobine

"Loading" in longen, "unloading" in weefsels

Saturatie: hoeveel procent van de hemoglobine is gebonden met zuurstof (idealiter 100%)

Peil gaat heel langzaam naar beneden, pas op heel hoge hoogte gaat het plots hard dalen → S-vormig verband

Slechts een kwart van de zuurstof wordt afgegeven aan de weefsels (= 1 van de 4 plaatsen op het hemoglobine komt vrij) → in zuurstofarm bloed is dus nog 3-4de van de zuurstof over = nog een grote reserve

WBC (LEUKOCYTEN)

WBC vertegenwoordigen minder dan 1% van het bloed, maar we kunnen niet zonder leven! Het aantal stijgt wanneer het lichaam reageert op microben, de hoeveelheid kan dus als index voor een infectie dienen.

Ze worden geproduceerd in het beenmerg.

Ze hebben een kern!

Witte bloedcellen worden onderverdeeld volgens de aanwezigheid van granules en de reactie op verschillende kleuringen (eosine, basen…).

Granules = soort zakjes die chemicaliën bevatten die worden gebruikt als wapens om binnendringende pathogenen te vernietigen, vooral bacteriën.

Witte bloedcellen zijn kleurloos en moeten dus gekleurd worden om te kunnen zien onder de microscoop, afhankelijk van welk kleur de granules krijgen kunnen we ze nog maals onderverdelen.

1. Granulocyten: bevatten granules in het cytoplasma
   - Neutrofielen: kleuren niet
     - Dit zijn de 'bloedcel soldaten' op de eerste lijn, zij komen het eerste toe bij de infectie en overspoelen de microbes via fagocytose.
     - Nadat ze een dozijn bacteriën hebben ingesloten gaan deze dood, maar als deze cellen sterven laten ze een chemische stof vrij die nog meer neutrofielen aantrekken
     - De dode neutrofielen en bacteriën vormen een gele pus
   - Eosinofielen: kleuren door eosine (roze)
     - Bevat substanties die belangrijk zijn tegen parasitische wormen
   - Basofielen: kleuren door basen (paars)
     - Laat histamine vrij (stof die andere WBC aantrekt naar de kant van de infectie)

2. Agranulocyten: bevatten geen granules in het cytoplasma (of hele kleine granules)
   - Lymfocyten

- B lymfocyten
    - Geven aanleiding tot plasmacellen die op hun beurt antilichamen produceren
- T lymfocyten
    - Gespecialiseerde WBC die een rol spelen in het afweermechanisme van het lichaam

- Monocyten
    - Ontwikkelen tot macrofagen
        - Macrofagen = fagocytische cellen die binnendringende microben, dode cellen en cel resten overspoelen

Immunologie houdt zich bezig met het onderzoeken van witte bloedcellen en hun functies. Als we ziek zijn meet men alle witte bloedcellen om te kijken of de verhoudingen juist zijn.

De witten bloedcellen zijn ons leger aan verdedigingssystemen. Ze zijn slimmer dan rode bloedcellen, want ze kunnen ook leren (en hebben een kern en mitochondria). Ze herkennen virussen zodat ze weten dat ze die "ziekmakers" de volgende keer niet meer mogen toelaten.

LEUKOCYTEN IN WEEFSEL

Leukocyten verlaten de bloedbaan doorheen de capillairwand (extravasatie). Ze wonen vaak permanent in weefsels en eten bacteriën.

Wanneer je een schaafwonde hebt treedt het leger van leukocyten in actie en eten ze de bacteriën uit de wonde op.

Er is ook een mobiele dienst van witte bloedcellen, die leven in het bloed. Wanneer er een probleem is (een wonde) geven de vaste bloedcellen een signaal aan de mobiele dienst dat ze moeten komen helpen. Wanneer het bloed met de leukocyten het probleem passeert treden ze door de capillairwand (= amoeboïde beweging) en helpen bij het gevecht.

Ook bij infecties wordt de mobiele dienst aangetrokken zodat zij kunnen meehelpen bij de fagocytose van de microben (= opeten van de microben en bacteriën).

BLOEDPLAATJES (TROMBOCYTEN)

Bloedplaatjes worden geproduceerd in het beenmerg.

Er bestaan erythrocyten (rode bloedcellen), leukocyten (witte bloedcellen) en trombocyten (bloedplaatjes). Dat zijn eigenlijk geen cellen op zich, maar het is een fragment van een megakaryocyt.

Ze bevatten geen celkern en leven slechts 5 tot 10 dagen.

Ze maken amoeboïde bewegingen (verlaten de bloedbaan) en hebben als taak om het bloed te stollen.

Het is belangrijk dat je altijd een juiste hoeveelheid bloedplaatjes hebt.

- Te veel trombocyten: kans op trombose (kan leiden tot hartaanval, embolie,...)
- Te weinig trombocyten: hemofilie (geen bloedstolling)

ROL VAN TROMBOCYTEN IN BLOEDSTOLLING

Bloedplaatjes of trombocyten zijn eigenlijk loodgieters. Ze zwemmen hun hele leven rond in het bloed en controleren of alle buizen nog intact zijn en of er geen lekken zijn.

Bij een beschadiging aan een bloedvat (laesie) treedt er bloedverlies op. Het lichaam reageert daarop:

- Vasoconstrictie: het bloedvat vernauwt
- Vorming trombocytenprop

- Fibrinenetwerk: sterk netwerk van fibrinedraden over de wonde die krimpt en het bloedvat terug dichtmaakt (coagulatie)

Resultaat: Bloedstolling (= negatieve feedback)

VORMING TROMBOCYTENPROP

Wanneer het bloedvat lekt komt het bloedplaatje in contact met collageen. Het bloedplaatje wordt dan geactiveerd en produceert plaatjesfactoren, die trekken andere bloedplaatjes aan (positieve feedback)

Door een sneeuwbaleffect komt er een ophoping van bloedplaatjes en ontstaat er een prop van bloedplaatjes (negatieve feedback).

Microscopie van een bloedklonter:

- Groene dragen: fibrine (eiwit, voorloper van fibrinogeen)
- Rode cellen: erythrocyten
- Paarse vlekken: trombocyten

Een arteriële bloeding (bloeding in slagaders) kunnen we niet stoppen met trombocyten omdat de druk te groot is, trombocyten kunnen enkel bloedingen in de venen stoppen.

BLOEDGROEPEN

ABO SYSTEEM

Tot WO I waren er problemen met bloedtransfusies. Bij sommige mensen werkte dit (blijven leven), bij anderen niet (sterven).

Rode bloedcellen bevatten antigenen die als vreemd herkend kunnen worden door het immuunsysteem (antilichamen) van een andere persoon.

Een problematische transfusiereactie kan dan agglutinatie zijn. Dit is wanneer de rode bloedcellen gaan samenklonteren zonder hulp van de bloedplaatjes.

TRANSFUSIEREACTIES: AGGLUTINATIE

Als je antigen A bent dan heb je antistoffen voor B, als je antigen B bent heb je antistoffen voor A.

Ontvanger	Donor			
	A	B	AB	O
A	+	-	-	+
B	-	+	-	+
AB	+	+	+	+
O	-	-	-	+

Als je antigen AB bent dan heb je geen antistoffen voor A en ook niet voor B.

- = transfusiereactie (negatief)

+ = geen transfusiereactie (positief)

AB is een universele ontvanger (kan van iedereen krijgen).

O is een universele donor (kan aan iedereen geven).

Dit is enkel het geval wanneer we veronderstellen dat de bloedgroep het enige is wat we krijgen, maar in realiteit is dit niet het geval. We krijgen namelijk ook de Rhesus factor mee van het bloed.

RHESUS FACTOR

De Rhesus factor is een antigen dat op de rode bloedcellen zit. Die heb je (+) of die heb je niet (-).

Anti Rh antilichamen (AL)

- Geen natuurlijke AL, niet xenofoob geboren
- Slechts gemaakt na immunisatie: Verworven immuniteit (transfusie, zwangerschap,...)

groep	Antigen	Antilichaam
Rh +	+	-
Rh -	-	- (of +)

Dit is belangrijk de bij de geboorte van Rh+ baby uit Rh- moeder.

- Bij de geboorte is er uitwisseling tussen het bloed van de moeder en het bloed van het kind.
- Wanneer de baby Rh+ is en de moeder Rh-, zal de moeder een antistof ontwikkelen voor het Rh+ antigen. Dit is allemaal geen probleem.

Het wordt pas een probleem wanneer de moeder een tweede kind krijgt met Rh+. Want de moeder zal haar antistoffen tegen Rh+ aan het kind geven. Het kind wordt dus eigenlijk allergisch tegen zijn eigen bloed.

- De moeder krijgt tijdens de zwangerschap een medicijn die de antistof tegen de Rhesus factor (antigen) inactief maakt.
- Hemolyse van RBC: Erythroblastosis fetalis → erythrocyten gaan kapot bij de foetus

FUNCTIONELE ANATOMIE

BOUW VAN HET HART

Het hart is een spier die constant werkt. Het werkt als een pomp en kan samentrekken waardoor volume verkleint en bloed wegstroomt

Het hart heeft vier kamers

- Atrium = voorkamer (links en rechts)
- Ventrikel = kamer (links en rechts)

Septum = scheidingswand

Vanuit atrium gaat bloed naar ventrikel en zo naar de slagader → Bloed stroomt in 1 richting

Het linker deel van het hart pompt via de aorta bloed naar het bovenlichaam, dat bloed gaat daarna naar het onderlichaam. Het hart heeft hartkleppen om het bloed in de juiste richting te sturen.

HET ÉÉNWEGPRINCIPE

1-weg-kleppen zijn een voorwaarde om een pomp te hebben die de circulatie stimuleert.

De hartkleppen zitten tussen het atrium en de ventrikel en bij de slagaders. Het hart heeft dus 4 kleppen. (de pulmonalisklep, de aortaklep, de tricuspidalisklep en de mitralisklep)

Contractie van de papilspieren en aantrekken van de chordae tendinae tijdens de contractie van het ventrikel

- Daardoor is klep tussen atrium en ventrikel gesloten

Tussen atrium en ventrikel liggen AV-kleppen (antrioventriculaire kleppen)

- Tricuspidalisklep: RA – RV
- Mitralisklep: LA – LV

Semilunaire kleppen = “maanvormig” → Gelegen tussen ventrikel naar slagader

- Pulmonarisklep: RV – slagader
- Aortaklep: LV – slagader

De pomp kan het volume kleiner maken:

- Contractie = inhoud langs één kant eruit
- Ontspanning = inhoud langs de andere kant er terug in

De kleppen zorgen voor afsluiting: éénwegskleppen → buiten laten maar niet binnen + binnen laten maar niet buiten

Gigantische druk van de aorta → draadjes (chordae tendinae en papilspieren) zorgen ervoor dat de kleppen niet overslaan

Bij iemand met hoge bloeddruk is er meer spanning nodig om goed te kunnen functioneren

BLOEDVATEN

Slagaders zijn gespierde buizen die bloed naar/ weg van het hart voeren.

Slagaders: arteriën en arteriolen (= kleinere slagaders, vertakt van arterie) (bevatten zuurstofrijk bloed, hart => lichaam)

Haarvaten: capillairen

Aders: venulen en venen (bevatten zuurstofarm bloed, lichaam → hart)

De aders en slagaders bestaan uit 3 tunica (= lagen):

1. Tunica externa: bindweefsel
2. Tunica media: gladde musculatuur (spierweefsel)
3. Tunica interna: endotheel

Capillairen bevatten enkel de endotheel laag.

Dankzij elastinevezels blijft het bloed continu stromen terwijl het eigenlijk in horten gepompt wordt.

Ons hart pompt bloed enkel door druk te ontwikkelen. Elke keer als ons hart contraheert drijven we de druk op tot boven de druk aanwezig in de arteriën. Zo ontstaan pulsaties.

ONDERDELEN SYSTEMISCHE CIRCULATIE

Arteriën – arteriolen – venulen – venen → terug naar het hart

Binnenbekleding is altijd endotheel

Verschillen in middelste en buitenste laag: soms veel spier (bij de arteren)

Bloed in aorta en dan weer niet, hoewel bloed toch constant stroomt

Gladde spieren maken het mogelijk om spieren kleiner te maken

ONDERSCHEID ADERS-SLAGADERS

Arteriën	Venen
Grotere druk en dikkere, gespierde wand → Meer druk	Grotere lumen (interne diameter) en volume → Amper druk
Diep (zit bescherming rond)	Oppervlakkig

Lumen = holle gedeelte van een buis

Het is hem te doen om de haarvaten = uitwisseling van stoffen in het bloed

De meeste slagaders zitten diep in de organen ter bescherming, want een slagaderlijke bloeding is heel gevaarlijk. Alles wat oppervlakkig ligt zijn aders

Alle plaatsen waar je je hartslag kunt voelen zijn arteriën, in venen en venules zijn er geen pulsaties.

Venen liggen oppervlakkig en hebben een grotere diameter (lumen), maar een dunnere wand. Het bloed in de venen loopt heel traag, daarom moet de wand niet zo dik zijn.

SNELHEID EN OPPERVLAKTE DOORHEEN BLOEDSOMLOOP

Brengt het bloed via de grote bloedvaten naar de haarvaten

Hoe meer de oppervlakte toeneemt, hoe meer de snelheid afneemt

In de haarvaten stromen de rode bloedcellen dus vrij traag

De doorbloedingssnelheid is in het begin zeer sterk, maar valt zo goed als bijna volledig weg. Dit komt omdat de oppervlakte plots zoveel vergroot. Een trage stroming en een dunne wand is de sleutel tot diffusie.

Enkel in de haarvaten is er uitwisseling tussen het bloed en het interstitium mogelijk, nergens anders.

HAARVATEN (CAPILLAIREN)

Enkel in haarvaten is uitwisseling tussen bloed en interstitium mogelijk

- Dunne wand, kleine diameter
- Trage stroming van bloed

Gevensterd (lever) vs. continu (hersenen: BBB)

- De hersenen zijn hebben een eigen variant die veel minder passage doorlaat (BBB door astrocyten).
- Lever: Capillairen liggen verder van elkaar, waardoor uitwisseling beter kan verlopen, in tegenstelling tot de hersenen

De hersenen zijn bijna ondoordringbaar <=> sommige weefsels hebben openingen tussen de endotheelcellen = enorm veel uitwisselingsmogelijkheden

Capillairen hebben een dunne wand en een kleine diameter, ze zijn niet zichtbaar met het blote oog. Het bloed stroomt er zeer traag.

DRUK DOORHEEN BLOEDSOMLOOP

Circulatie ontstaat door druk doorheen bloedsomloop

Druk wordt onderhouden door hart.

Wanneer druk groter is in ventrikel dan in slagader: Klep gaat open en bloed gaat naar slagader → druk in slagader wordt ook hoog

Dan stroomt bloed van hoge naar lage druk

Eens het bloed bij de capillairen aangekomen is, is de druk niet groot, maar toch moet het bloed (tegen de zwaartekracht in) terug naar het hart. Hiervoor hebben we geen pomp meer, daarom maken we een eigen pomp, de spierpomp.

DE VENUEZE KLEPPEN EN DE SPIERPOMP

William Harvey toonde aan dat er een circulaire omloop is en dat je bloed niet kan wegduwen van het hart → Dit komt door de veneuze kleppen (daardoor kan het bloed zich slechts in 1 richting bewegen.)

Maar om die kleppen te openen en te sluiten moeten de spieren contraheren (venen zitten ook tussen de spieren). Als je lang stilzit kan het bloed niet naar je hart, maar kan het ook niet weg. Hierdoor kan het bloed minder, zuurstof rondbrengen en val je uiteindelijk flauw. Daarom is lang stilzitten niet gezond.

WERKING HART

CORONAIRE CIRCULATIE

Alle organen moeten bloed krijgen, het hart zelf ook. Het hart krijgt prioriteit. Het hart tapt bloed af bij de overgang waar het bloed van het ventrikel naar de slagader gaat.

Kransslagaders of coronairen zijn slagaders die bloed naar het hart sturen. Kransslagaders ontspringen aan de basis van de aortaboog (de eerste 2).

Een hartaanval is wanneer een kransslagader vernauwt waardoor het hart geen zuurstof meer krijgt en afsterft. Vroeger plaatste men een overbrugging bypass, nu plaatst men stents (soort ballonnetjes). Via de lies plaatst men de stents in het hart, op de juiste plaats blazen ze dat ballonnetje op.

Een vernauwing in het hart is een hartinfarct, in de hersenen heet dit een beroerte.

HARTDEBIET (HARTMINUUTVOLUME)

Het hartdebiet of het hartminuutvolume is het bloedvolume dat het hart pompt per minuut door elk ventrikel.

Slagvolume: Hoeveel volume bloed komt bij contractie in de slagader terecht

Hartfrequentie: Hoe vaak ons hart klopt

Functie van het aantal slagen per minuut (HF) en bloedvolume uitgestoten per slag (SV)

- HF x SV = HD
- Gemiddeld: 70/min x 80 ml = 5600 ml/min
- SV kan x2, HF kan x2.5, dus HD kan x5 (tot 30l/min)

In rust gebruik je maar de helft van je slagvolume → het volledige bereik = bij maximale inspanning (5 tot 6 keer meer dan in rust)

DE HARTCYCLUS

Diastole: hart rust = terugvullen met bloed VS Sistole: hart trekt samen = bloed eruit persen

De voorkamers links en rechts trekken tegelijk samen en brengen bloed naar ventrikel/kamer. Die trekken samen waardoor het bloed in de slagaders gepompt wordt.

Atrium => ventrikel => arterie.

HARSTPIERCELLEN VAN 1 MYOCARD ZIJN ALLEN VERBONDEN VIA GAP JUCTIONS

Hartspiercellen van de atria hangen aan elkaar vast en hartspiercellen van de ventrikels hangen ook aan elkaar vast. Dit allemaal via gap junctions, dus 1 stimulans kan verschillende cellen stimuleren.

PRIKKELGELEIDING IN HET HART

Hart start spontaan door pacemaker cellen: Voorkamers gaan contrageren → Soort antenne vertelt dit door aan de ventrikels (met een vertraging)

Het hartritme ontstaan in de sinusknoop (SA knoop). Die bevindt zich in het rechter atrium. Onrustig membraanpotentiaal gaat ervoor gaan zorgen dat ze telkens opnieuw gaan contrageren → kamers en voorkamers gaan contrageren

Door de gap junctions is er een snelle verspreiding in de atria (1 m/s), maar niet naar de ventrikels, die zijn gescheiden door bindweefsel.

Geleidingsweg: SA knoop => rest van atria => AV knoop => bundel van His => Purkinjevezels

- AV-knoop (vertraging: 0.04 m/s) geeft de prikkel van het atrium door naar de ventrikel
- Bundel van His
- Purkinjevezels (snel: 5 m/s): Vergelijking met neuronen en wordt zo doorgegeven aan het hele hart

De weergave van de elektrische gebeurtenissen in het hart → Bestaat uit twee onderdelen

1. AV knoop pikt het elektrische signaal van de voorkamers op en houdt dit even vast
2. Dan zet het de kamers aan tot samentrekken

ELECTROCARDIOGRAM (EKG)

Hart kan gecontroleerd worden met elektrocardiogram (EKG)

EKG bestaat uit 3 processen

1. P-top: Depolarisatie atria (voorkamers)
2. QRS: Depolarisatie ventrikels (kamers)
3. T-top: Repolarisatie ventrikels → einde van de ventrikelcontractie, terugkrijgen rustpotentiaal (repolarisatie atria is niet zichtbaar)

De contractie van de ventrikels gebeurt 0,1 tot 0,2 seconden later dan de contractie van de atria.

VERBAND TUSSEN EKG EN HARTTONEN

Bloeddruk is af te leiden uit wat er in die ventrikels gebeurt

Uit geluid hart kunnen ze info halen over harttonen en hartruis

Er zijn twee tonen (lub-dub) die je goed hoort: de eerste harttoon bij QRS complex, tweede harttoon bij T-top

Net voor de kleppen sluiten komt er nog bloed door → Turbulente stroming: de harttoon die je hoort

REGELING VAN DOORBLOEDING

De doorbloedingssnelheid (ml/minuut) is positief afhankelijk van:

- ΔP: het drukverschil (arteriële bloeddruk)
- r^4: de straal van het bloedvat tot de 4e macht → dus regeling vooral via vasoconstrictie (samentrekken spier, kleinere stroom) en vasodilatatie (opening diameter, bij relaxatie)

Kleine verschillen in de diameter gaan een grote invloed hebben op de doorbloedingssnelheid.

- De diameter van de bloedvaten wordt bepaald door de spieren.
- We kunnen de doorbloeding aanpassen naar nood (inspanning). vasoconstrictie en vasodilatatie.

REGELING DOORBLOEDING CAPILLAIRNET VIA SFINCTERS (AFH VAN METABOLE NOOD)

Sfincters = sluitspiertjes die ervoor zorgen dat bloed al dan niet in je capillair netwerk kan

HERVERDELING VAN BLOEDTOEVOER NAAR ORGANEN VAN RUST NAAR INSPANNING

Herverdeling van bloedtoevoer naar organen van rust naar inspanning, gebeurt door vasoconstrictie/dilatatie of via sfincters

Samenknijpen van de sluitspier zorgt voor minder bloed doorgang → Dit gebeurt bij spieren die niet gebruikt worden of niet nodig zijn op dat moment

Lichaam gebruikt dit om te regelen bv tijdens fietsen:

- Meer bloed nodig in benen dan armen
- sluitspier gaat relaxeren en dus meer bloedtoevoer
- Dit wordt lokaal geregeld: weefsel bedient de sfincters zelf

DOORBLOEDING HERSENEN

De doorbloeding in onze hersenen blijft altijd constant, die krijgen altijd prioriteit. Ongeveer 15% van ons rondgepompte bloed gaat naar onze hersenen (750 ml/minuut in rust). Als de doorbloeding toch niet constant blijft val je flauw.

Als de bloeddruk daalt treedt er meestal vasoconstrictie op. Iedereen krijgt dan minder bloed, behalve de hersenen, die krijgen prioriteit (myogene controle). Er treedt dan vasodilatatie op in de cerebrale arteriolen en de hersenen krijgen een groter aandeel van het beschikbare bloed. Bij een te hoge bloeddruk treedt er vasoconstrictie op. Spieren kunnen een tijd zonder bloed, maar de hersenen niet.

Metabole controle (= principe bij fMRI)

- Verschillen in doorbloeding tussen niet/-actieve regio's: Actieve neuronen en astrocyten produceren vasodilatoren (NO, prostaglandines, adenosine,...)
- Zo krijgt men vasodilatatie waardoor er meer bloed naar die regio gaat
- Veel O2 tekort → regio gaat meer bloed vragen

BLOEDTOEVOER NAAR HERSENEN

De bloedtoevoer naar de hersenen gebeurt via de halsslagaders (carotis). Ze vertakken in de carotis sinus en de carotis interna en gaan naar de hersenen.

Omdat de hersendoorbloeding zo belangrijk is, is er een back-upsysteem ontstaan. Dit is een bloedtoevoer die via de wervelslagader en de cirkel van Willis de hersenen bereikt.

Brein heeft 4 inputs die verbonden zijn, om elkaar te compenseren mocht er iets mislopen

Wervelslagaders kunnen niet de hele boel rechthouden

Carotis: Wurgen → Doorbloeding naar hersenen stilleggen

ARTERIËLE BLOEDDRUK

De arteriële bloeddruk is afhankelijk van het hartdebiet en de totale perifere weerstand.

"De uitgaven moeten overeen komen met de inkomsten"

- De balans tussen die twee = bloeddruk constant

Als alle aders aan vasodilatatie zouden doen, valt perifere weerstand weg en kan lichaam niet aan noden voldoen → Komt voor bij bv shock, is enorm gevaarlijk

BARORECEPTOR REFLEX

De baroreceptorreflex zorgt voor de instandhouding van de goede bloeddruk in het lichaam.

Baroreceptoren (Rekreceptoren) in de aortaboog en de carotis sinus → hier druk meten

Stijging in bloeddruk induceert rek en verhoogt de frequentie van actiepotentialen in de sensorische neuronen → gaat feedback geven aan medulla

Vasomotor en cardiale controle centra in medulla

Orthosympathicus en parasympathicus regelen de hartfrequentie (HF) en het hartdebiet, en dus de bloeddruk (= effector van negatieve feedbackloop)

De neuronen van de orthosympathicus bedienen de sinusknoop

VOORBEELD: ORTHOSTATISCHE HYPOTENSIE

Hart moet bij opstaan tegen de zwaartekracht in werken, omdat bloed normaal onder het hart ligt (als je recht staat) → Bij liggende positie ligt deze op hetzelfde niveau als het hart

Bloeddruk daalt bij opstaan, dit wordt hersteld door baroreceptoren die signalen sturen naar medulla oblongata die je hartslag terug doet toenemen en alles terug in orde brengt

Indien dit niet lukt, zie je even zwart, totdat de orthosympathicus zijn taak in orde brengt

→ Cardiac output: Hartdebiet daalt, bloeddruk daalt → dan stijgt bloeddruk terug en zie je normaal

METEN VAN ARTIËLE BLOEDDRUK

Niet-invasieve methode van Riva Rocci: Voelen met 2 vingers aan arm na afsluiten van bloedstroom door druk

- Manchet rond de arm
- Druk in manchet verhogen tot druk van bovenarm niet meer naar onderarm kan
- Daarna manchet terug langzaam losse rlaten en luisteren met stethoscoop of er al bloed doorkomt
- Wanneer je dit hoort, kijken op de meter → systolische bloeddruk
- Dan verder loslaten tot het terug normaal is
- Vanaf eerste bloed terug normaal is: systolische en diastolische bloeddruk → *Zie afbeelding cursus*

Palpatie: enkel systolisch, bij samentrekking hart

Auscultatie (stethoscoop)

Normaal: stille, laminaire flow → Wanneer je de bloeddruk niet meer kan horen omdat de druk niet hoog genoeg is om een luidruchtige bloedstroom te hebben

Bij vernauwing van arteriën: turbulente, "luidruchtige" flow

Opblaasbaar manchet rond bovenarm (A. Brachialis)

Geluiden tussen systolische en diastolische druk

Systolic pressure (hoogste druk): Eerste keer horen van korotkoff geluiden (geluid bloeddruk)

Diastolic pressure (laagste druk): Laatste keer horen van bloeddruk

Korotkoff sounds: De eerste snelle bloedstroming die erdoor gaat, begint bij systolic pressure

BLOEDDRUK: MEETBARE PARAMETERS

Systolische en diastolische bloeddruk

Polsdruk: drukverschil tussen systole en diastole

- Voorbeeld: 120-80 = 40 mmHg
- Weergave van slagvolume

Mean arterial pressure (MAP) → Ligt tussen systolische en diastolische, maar niet in het midden (dichter bij diastolisch)

- MAP= diastole + 1/3de polsdruk
- Voorbeeld: 80+1/3(40) = 93 mmHg

LYMFESYSTEEM

Drie functies:

1. Brengt interstitieel vocht terug naar bloed (draineren)
2. Transport geabsorbeerde vetten (wordt nu niet besproken)
3. Immuunverdediging (lymfocyten)

Lymfehaarvaten: poriën in wand

Lymfebuizen: zoals venen (+ peristaltiek)

Lymfeknopen: filteren van lymfe

- Fagocytose van pathogenen
- Productie van lymfocyten → Eten pathogenen op

Lymfoide organen:

- Milt
- Thymus (zwezerik)
- Tonsillen (amandelen)
- Zijn alle drie betrokken bij de afweer van bacteriën, parasieten...

Circulatiesysteem waar we onterecht te weinig aandacht aan besteden

LYMFEHAARVATEN

Vb. parasiet die eitjes legt in de lymfehaarvaten → opzwelling

Vb. na borstkanker worden de lymfeklieren uit de oksel vaak weggehaald → dit zorgt voor een moeilijke circulatie waardoor men een dikke arm krijgt

LYMFECIRCULATIE

Werkt zoals de spierpomp = beweging nodig

Al het lymfe komt samen in de venen onder het sleutelbeen

LYMFOÏDE ORGANEN

Het lymfesysteem is veel minder goed gekend, maar als men het zou weghalen, zou het toch voor een aantal problemen zorgen

Bv: Bij borstkanker

Lymfeknopen die infecties bestrijden, worden opgezwollen

Bv: Amandelen worden soms zelf weggehaald, klieren in nek