**Biologie en celbiologie**

**Hoofdstuk 1 – Algemene inleiding**

**Cursustekst**

Het domein van de biologie

Biologie = de studie van levende wezens (bios = leven, logos = leer)

Interesse van de mens voor de natuur:

🡺 vroeger: voor primaire behoeften zoals honger

🡺 nu: eigen biologisch denken, meer weten over zichzelf en de wereld waarin

men leeft

Verschil tussen levende stof en levenloze stof:

1. *Kenmerk van complexiteit en organisatie:*

Levende organismen zijn gekenmerkt door de aanwezigheid van koolstofhoudende moleculen. Leven zonder deze organische moleculen is onbestaande op aarde.

Op zichzelf zijn organische stoffen niet levend. Er kunnen verschillende organisatieniveaus onderscheiden worden:

🡺 polymere macromoleculen

🡺 aggregaten van macromoleculen

🡺 prokaryote cellen en organellen

🡺 eukaryote cellen

🡺 celcomplexen of weefsels

🡺 organen

🡺 organismen

🡺 populaties

🡺 ecosystemen

🡺 biosfeer

Opmerkingen:

* leven is slechts mogelijk vanaf het niveau prokaryote cel
* op elk hiërarchisch niveau is desintegratie (= dood of maximale entropie) mogelijk
* het afsterven van een niveau betekent niet dat de lagere niveaus ook moeten afsterven, het heeft wel het verdwijnen van alle hogere organisatieniveaus voor gevolg
* elk niveau is complexer dan het voorgaande zodat het aantal eenheden afneemt naarmate het organisatieniveau toeneemt
* om naar een hoger niveau te gaan is energie nodig

*2. Metabolisme of stofwisseling:*

Materialen uit de omgeving worden gebruikt als brandstof voor de energie en

synthese van nieuwe structuurelementen. Het opslaan van energie onder

bruikbare vorm gebeurt bij middel van ATP (adenosinetrifosfaat).

* Anabolisme:
* de synthese van complexe stoffen uit eenvoudige
* gaat gepaard met een reductie
* Catabolisme:
* manier waarop men de energie verkrijgt nodig voor de synthese van complexe stoffen uit eenvoudige
* gaat gepaard met een oxidatie of afbraak van organisch materiaal
  + Excretie:

De afvalstoffen welke worden gevormd tijdens het metabolisme die uitgescheiden moeten worden.

* + Enzymen:

Hierdoor worden de vele reacties van de stofwisseling gereguleerd.

*3. Voortplanting of reproductie:*

Elk levend organisme heeft de mogelijkheid zich voort te planten.

* + Asexuele reproductie:

De organismen maken een kopie die onafhankelijk leeft van de ouder. Dit is in z’n meest eenvoudige vorm een voortzetting van het groeiproces.

* + Sexuele of geslachtelijke voortplanting:

Een nieuw individu wordt gevormd door het samenkomen en vermengen van twee sets genetische informatie, waardoor nieuwe kenmerken tot uitdrukking kunnen komen.

*4. Prikkelbaarheid en beweeglijkheid:*

- reageren op prikkels van de omgeving

- beweeglijk zijn gedurende een bepaalde periode van hun leven

*5. Adaptatie en evolutie:*

Het vermogen zich aan veranderde milieuomstandigheden aan te passen.

Twee soorten aanpassingen:

* modificaties
* erfelijke door mutatie en selectie ontstane aanpassingen

Er heeft zich een geleidelijke opbouw voorgedaan van eenvoudige naar meer

complexe organismen (= evolutie).

*6. Homeostasis:*

Het behoud van een extracellulair constant milieu.

Slechts minimale afwijkingen van deze constante worden getolereerd:

* Glucose-homeastasis: (= glucostaat)

door hormonen.

* Lichaamstemperatuur: (= thermostaat)

thermostaat in hypothalamus. Boven 37°C 🡪 verlaagd door transpiratie, dilatatie, enz; onder 37°C 🡪 vasoconstrictie en thermogenese (bibber en niet-bibber).

🡺 homoiothermen of endothermen: in staat hun lichaamstemperaturen constant te houden

🡺 poikilothermen of ectothermen: nemen de temperatuur van de omgeving aan

🡺 heterothermen: kunnen slechts gedeeltelijk hun lichaamstemperatuur regelen

* De regulatie van de osmolariteit: (= osmostaat)

Osmoreceptoren in de hypothalamus analyseren de osmotische druk van het plasma.

🡺 diurese of verdunde urine: blokkering van het antidiuretisch hormoon (= vasopressine)

bij een verdunning van het plasma

🡺 antidiurese: een geconcentreerde en spaarzame urineproductie door het antidiuretisch

hormoon bij concentratie van het plasma

Theorieën over het ontstaan van het leven

Welke zijn de 3 theorieën over het ontstaan van het leven + uitleg:

* De cosmozoa theorie:

Het leven zou afkomstig zijn van elders in het heelal (meteroriet?). Meteorieten kunnen organische moleculen bevatten.

* Generatio spontanea:

Het leven kan spontaan ontstaan.

* De theorie van Oparin:

Onder de huidige omstandigheden ontstaat het leven niet meer spontaan, doch dit gebeurde wel onder omstandigheden welke heersten in de vroegste periodes van het ontstaan van de aarde.

Steun aan deze theorie 🡺 proef van Miller.

Proef van Miller:

Een toestel wordt gevuld met een gasmengsel betaande uit CH4, NH3, H2O en H2. Door het koken van water wordt dit mengsel in beweging gebracht. De gassen worden door een kamer geleid met twee elektroden met continue ontladingsvonk. Na 1 week werden verschillende aminozuren (bouwstenen van eiwitten) en nucleotiden (bouwstenen van nucleïnezuren) gevormd.

Nooit echter werd leven gevonden.

Opmerking:

De gevormde aminozuren dienen echter te aggregeren om proteïnen te kunnen vormen. Eén van de mogelijke plaatsen waarop dit had kunnen gebeuren waren colloïdale kleipartikeltjes.

Deze theorie zegt dus dat eiwitten de eerste moleculen waren omwille van

hun enzymatische activiteit.

De RNA-voorstanders gaan hier niet mee akkoord: de genetische code

wordt gedragen door DNA, dat overgeschreven in RNA dat op zijn beurt

vertaald wordt in eiwitten en enzymen (= biologische katalysator).

Deze theorie werd kracht bijgezet door het onderzoek van Thomas Cech. Hij toonde aan dat RNA kan werken als een enzym om nieuw RNA te maken, zodat de eiwithoudende coacervaten niet noodzakelijk de eerste stap in het ontstaan van het leven zouden zijn, doch eerder RNA-houdende coacervaten. In het experiment van Miller ontstaan immers ook nucleotiden, de bouwstenen voor de nucleïnezuren RNA en DNA.

De twee soorten levenswijzes:

* heterotrofe levenswijze:

het eerste leven zou ontstaan zijn temidden van een organische soep, zodat voldoende voedsel voorhanden was.

* autotrofe levenswijze:

de heterotrofe vorm van leven is niet eeuwig mogelijk wegens de afbraak van het organische materiaal. Er dienen zich organismen aan te kondigen welke in staat zijn uit anorganisch materiaal organische moleculen te vormen en hiervan te leven.

Waar haalt men de energie hiervoor nodig:

De energie hiervoor nodig kan afkomstig zijn van de zon (fotosynthese) of uit de oxidatie van eenvoudige chemische verbindingen (chemosynthese).

Verschillende studierichtingen in de biologie

In welke verschillende wetenschappen kan men de biologie opsplitsen:

* systematiek:

gedurende verschillende eeuwen heeft men de levende wezens beschreven en geklasseerd naar hun uiterlijke in innerlijke vorm. De systematiek is de wetenschap die zich bezighoudt met het ordenen van deze vormenrijkdom. Men kan de morfologie nogmaals onderverdelen in:

* de anatomie: de studie van de macroscopische inwendige structuur
* de cytologie: de studie van de microscopische en submicroscopische

structuren van de cel

* de embryologie: beschrijft de ontwikkeling van een individu
* de ontwikkelingsbiologie: bestudeert de ontwikkeling van organismen op moleculair

en structureel niveau m.b.v. biotechnologische technieken.

* fysiologie:

een inzicht verwerven in de levensprocessen zoals ze zich in het levende wezen voordoen, zoals het metabolisme, de ontwikkeling, reproductie, ademhaling, spijsvertering, enz…

* biofysica en biochemie:

de levende stof met dezelfde methodes onderzoeken als de dode, want organische stoffen kunnen ook buiten de levende stof ontstaan en kunstmatig of synthetisch bereid worden. Hierdoor kwam vast te staan dat het verschil tussen de levende organische stoffen en de dode anorganische stoffen niet zo duidelijk was als men aanvankelijk wel dacht.

* fylogenetica:

de oorsprong (evolutie) van de verschillende levende wezens nagaan.

* paleontologie:

bestudeert de soorten die vroeger de planeet bevolkten en die weergevonden worden in de verschillende aardlagen.

* genetica:

bestudeert de erfelijkheid.

* ecologie:

het verband tussen de bouw en de levenswijze enerzijds en de omgeving of het milieu anderzijds.

* ethologie:

bestudeert de gedragingen van de levende wezens in hun normale omgeving.

* biogeografie:

(zoögeografie en fytogeografie) bestudeert de verspreiding van de levende wezens.

* moleculaire biologie:

legt de nadruk op biochemie en erfelijkheid m.b.v. biotechnologische technieken.

* cellulaire biologie:

bestudeert de structuur en functie van cellen (groei, differentiatie, deling) m.b.v. biotechnologische technieken.

**Hoofdstuk 2 - Chemische en fysische principes**

**Cursustekst**

De chemische bindingen

Elektronen omringen een atoomkern op welbepaalde banen (K, L, M, N enz.) met verschillende energieniveaus.

Metalen/ niet-metalen/ inerte gassen:

Metalen: elementen met 1, 2 of 3 elektronen in de buitenste schaal.

Niet-metalen: elementen met 4, 5, 6 of 7 elektronen in de buitenste schaal.

Inerte gassen: elementen met 8 elektronen in de buitenste schaal.

Opmerkingen:

* elementen reageren dusdanig met elkaar dat de som van hun buitenste elektronenschaal gelijk is aan 8 (stabiele configuratie der inerte gassen)
* dit kan verkregen worden door elektronen te verliezen, bij te winnen of gemeenschappelijk te delen

Valentie:

Het aantal te verliezen, te winnen of te delen elektronen

Opmerking:

De te volgen weg hangt af van de elektronen-negativiteit van het atoom.

Welke verschillende chemische bindingen bestaan er:

1. *De ionenbinding:*

🡺 **grote elektronen-negativiteit:** wanneer er veel elektronen in de

buitenste schil zijn

**kleine elektronen-negativiteit:** wanneer er weinig elektronen in de

buitenste schil zijn

🡺 **positieve lading:** wanneer er elektronen worden afgestaan

**negatieve lading:** wanneer er elektronen worden opgenomen

🡺 **ionenbindig:** de aantrekkingskracht tussen de geladen atomen

1. *De covalente binding:*

Wanneer twee elementen een **analoge elektronen-negativiteit** bezitten. De verbinding tussen beide elementen gebeurt dan door een elektron gemeenschappelijk te delen. Elk gemeenschappelijk paar elektronen vormt een covalente binding.

Opmerking:

Covalente bindingen komen ook voor bij de diatomische gasformules zoals H2, O2, Cl2, N2 enz. evenals in de reuzenformules gevormd uit koolstofatomen.

1. *De polaire covalente binding:*

Er is niet zo’n groot elektronnegatief verschil dus er worden geen ionen gevormd, maar wel elektronenparen gedeeld (covalente binding).

De elektronenparen worden dichter bij de kern getrokken van het element met de grootste elektronnegativiteit. De gevormde binding is dus zowat intermediar tussen een zuivere ionenbinding en een zuivere covalente binding. De partiële ladingen welke hierdoor ontstaan worden aangeduid met het symbool δ.

1. *De waterstofbrug:*

Deze **polariteit** van de watermolecule (met δ+ en δ-) betekent dat elke watermolecule vier andere aantrekt.

Elk zuurstofatoom oefent door zijn twee paar niet gemeenschappelijke elektronen een aantrekking uit op twee waterverbindingen via deze waterstofbruggen.

**Water als temperatuurstabilisator:**

Water is vloeibaar in het temperatuursgebied zoals dat voor het grootste deel op aarde voorkomt. Veel energie is nodig om de waterstofbruggen te verbreken en dus vloeibaar water in gasvorm om te zetten.

Hydrofiele en hydrofobe verbindingen

Hydrofiel:

Wanneer er polaire covalente bindingen zijn. Lost gemakkelijk op in water.

Bv: NH3 (ammoniak).

Hydrofoob:

Geen polaire covalente bindingen. Lost praktisch niet op in water.

Bv: CH4 (methaan).

Zuren en basen

Zuren:

Wanneer een stof protonen aan een andere stof afstaat.

Basen:

Stoffen welke protonen ontvangen.

Endergone en exergone reacties

Energie verdwijnt nooit maar wordt omgezet in een andere vorm.

Voorbeelden van energie: - chemische energie 🡺 voor de stofwisseling

* mechanische energie 🡺 voor de spiercontractie
* elektrische energie 🡺 voor werking van zenuwcellen

Al deze energievormen worden verkregen uit chemische verbindingen welke via het voedsel of de fotosynthese aangevoerd worden.

Metabolisme of stofwisseling + soorten:

Het totaal van de chemische reacties welke zich in de cel afspelen.

* **Anabolisme:** - opbouwstofwisseling
* opbouw tot lichaamseigen stoffen (= assimilatie) en vastleggen van energie in chemische verbindingen
* endergonisch (er is energie voor nodig)
* **Catabolisme:** - afbraakstofwisseling
* uiteenvallen van producten en vrijmaken van energie: verbranding
* exergonisch (er wordt energie gemaakt)

Opmerking:

Het endergonisch opbouwproces bestaat vaak uit de vorming van het adenosinetrifosfaat (ATP) uit adenosinedifosfaat (ADP) en fosforzuur.

De omgekeerde reactie is exergonisch (8kcal/mole) en kan een endergonische reactie mogelijk maken.

Wat is ATP, uit wat bestaat het en waarom is het de ideale stof om als energietransportmiddel in de cel te fungeren:

ATP is een nucleotide.

Het bestaat uit de base adenine, het suiker ribose en 3 moleculen fosforzuur.

ATP bevat “hoog-energierijke” bindingen zodat vrije energie vrijkomt bij het verbreken van die bindingen. Vermits door energietoevoer ATP gemakkelijk wordt opgebouwd en gemakkelijk kan worden afgebroken onder vrijstelling van energie is het de ideale stof om als energietransportmiddel in de cel te fungeren. ATP is in alle cellen aanwezig en neemt in de levensprocessen een sleutelpositie in.

Opmerking:

In de levende cel wordt de bruikbare energie verkregen door de omzetting van stoffen met veel chemische energie (zoals de koolhydraten (bvb. glucose)) naar meer stabiele verbindingen zoals CO2 en H2O (= celademhaling).

**Hoofdstuk 3 – Chemische bestanddelen van de levende cel**

**Cursustekst**

Water

**Vormt het hoofdbestanddeel van alle levende organismen.**

Water speelt een actieve rol in processen zoals de cellulaire ademhaling, vertering en fotosynthese.

Belangrijke biologische eigenschappen:

1. **polaire structuur:** door de verschillende elektron-negativiteit van de H- en O-atomen. Deze polariteit bezit sterke ioniserende of dissociërende eigenschappen.
2. **beschermt organismen voor bevriezing:** water van 4°C zinkt, terwijl kouder water boven drijft. De gevormde ijslaag isoleert daarbij de laag van 4°C voor verder warmteverlies.
3. **temperatuursstabilisator:** het bezit de grootste warmtecapaciteit van om het even welke stof. Plotse temperatuursveranderingen worden door water gebufferd.
4. - **cohesie:** watermoleculen worden door elkaar aangetrokken wegens de waterstofbruggen 🡺 **oppervlakte-spanning**

- **adhesie:** tussen watermolecule en ander polair molecule 🡺 **capillaritiet**

1. **solen en gelen:** oplossingen met partikels met hoog moleculair gewicht (vormen geen echte oplossingen, maar solen en gelen)

Koolstof

Eigenschappen:

* kan met andere C-atomen covalente bindingen aangaan van verschillende lengte
* vormt vier covalente bindingen op gelijke afstand van elkaar: tetrahedrische driedimensionale structuur
* enkele, dubbele of driedubbele bindingen zijn mogelijk

verzadigde binding: bij de enkele binding

onverzadigde binding: bij de dubbele en driedubbele binding

* reageert met elektron-negatieve elementen en is een van de meest reactieve elementen
* ze zijn inert: de gevormde bindingen reageren niet gemakkelijk met andere, niettegenstaande vele organische reacties exergonisch zijn

Soorten koolstofverbindingen:

* **met waterstof:**

de koolwaterstoffen vormen de eenvoudigste organische verbindingen

* **alcoholen:**

bevat een alcohol of hydroxylgroep (-OH)

* **aldehyden en ketonen:de carbonylgroep:**

C=O 🡺 carbonylgroep

Aldehyden: carbonylgroep in het begin of aan het einde van de keten

Keton: carbonylgroep in de keten

De vorming van aldehyden en ketonen gebeurt door oxidatie van de overeenkomstige alcoholen.

* **organische zuren: de carboxylgroep:**

COOH 🡺 carboxylgroep

Wordt verkregen door de oxidatie van een aldehydegroep.

Vetzuren zijn carboxylzuren bestaande uit 4 en meer koolstofatomen en zijn onoplosbaar in water.

* **esters:**

De reactie tussen een alcohol en een organisch zuur (hierbij wordt water afgesplitst).

Vetten zijn esters van glycerol en vetzuren.

* **aminozuren:**

Vormen de bouwstenen van eiwitten.

Bevatten naast de COOH-groep een aminogroep (NH2) op het

-koolstofatoom.

Verschillende soorten: apolaire AZ, polaire AZ, ioniseerbare AZ, aromatische AZ en AZ met speciale functies.

Optische isomeren: de 4 covalente bindingen op het -koolstofatoom zijn

gericht volgens de hoeken van een onregelmatige

tetraheder met een hoek van ongeveer 109.5°.

Zwitterionen: aminozuren dragen zowel positieve als negatieve ladingen.

Iso-elektrisch punt van eiwit: die pH waarbij het aantal + en – ladingen aan

elkaar gelijk zijn.

Koolhydraten (sacchadriden of suikers)

Algemene structuur: Cn(H2O)n (het zijn hydraten van koolstof)

Vormen de grootste massa van de levende materie, zijn de belangrijkste producten van de fotosynthese.

De cellulaire ademhaling: in dit proces verkrijgen zowel planten als dieren de nodige energie voor hun levensfuncties uit de afbraak van koolhydraten.

Onderverdeling: - monosachariden met 6C (hexosen) (glucose, galactose, fructose)

* disacchariden (saccharose of sucrose, lactose of melksuiker)
* polysacchariden (C6H10O5)n (zetmeel, glycogen, cellulose)

Lipiden of vetten

Vormen net als de koolhydraten een belangrijke energiereserve. Overtollig voedsel wordt of kan in vet worden omgezet (obesitas).

Kenmerken: - onoplosbaarheid (hydrofoob) in water

- oplosbaarheid in organische solventen

Vetten vormen een rijke reserve aan potentiële energie beschikbaar voor het organisme.

Hydrolyse of verzeping: behandeling van een vet met een sterke base (bvb. NaOH) heeft verbreking van de bindingen tussen de vetzuren en glycerol voor gevolg.

* **Fosfolipiden:** opgebouwd uit glycerol, vetzuren, fosforzuur en een organische base. Hydrofoob aan de ene en hydrofiel aan de andere zijde, waardoor zich een monomoleculaire laag vormt. Meest voorkomende fosfolipide in de cel is het fosfatidyl-ethanolamine dat aangetroffen wordt als structuurelement van membranen.
* **Steroïden:** lipiden waarbij de skeletstructuur is afgeleid van cholesterol. Vormen een belangrijke groep van hormonen. Ook vit. D en de galzouten zijn steroïden.
  + **Galzouten:** worden gevormd in de lever bij zoogdieren. Bezitten eveneens een hydrofoob en hydrofiel gedeelte waardoor ze als uitstekende detergenten kunnen werken. Ze staan in voor de emulsie en absorptie van vet in de dunne darm.

Proteïnen of eiwitten

Ongeveer 50% van het drooggewicht van de levende stof bestaat uit eiwitten. Het zijn macromoleculen met een moleculair gewicht dat kan variëren tussen ongeveer 10.000 Da en enkele miljoenen.

**Peptiden:** proteïnen met een moleculair gewicht lager dan 10.000 Da.

Proteïnen staan zowel in voor de structuur als de biologische activiteiten van de cel.

**Peptidenbinding:** eiwitten zijn opgebouwd uit aminozuren. De peptidenbinding wordt gevormd tussen de aminozuren waarbij water wordt afgesplitst. Op deze manier ontstaan polypeptiden.

* De primaire eiwitstructuur:

de karakteristieke opeenvolging (sequentie) van aminozuren.

* De secundaire eiwitstructuur:

de schroefvormige opwinding van de peptide keten.

**Denaturatie:** waterstofbruggen kunnen gemakkelijk verbroken worden. Bij verwarmen boven 60°C worden de waterstofbruggen en de alfa-helix structuur van het eiwit irreversibel vernietigd, hoewel de primaire structuur niet verandert. Denaturatie inactiveert enzymen en proteïnehormonen.

* De tertiaire eiwitstructuur:

de alfahelix keten ondergaat in haar geheel veranderingen en verbuigingen in een driedimensionaal vlak. Hier spelen de R-groepen een belangrijke rol.

De S-groepen, ionenbindingen, hydrofobe groepen.

* **Globulaire eiwitten:** door de krachten wordt het eiwit gebogen in bolvormige eenheden.
* **Fibrillaire eiwitten:** draadvormige moleculeketens waarvan men de meest typische bij dieren aantreft.

De belangrijkste functie van het eiwit in de levende cel is de enzymatische functie. Enzymen zijn meestal globulair. Het zijn katalysatoren van praktisch alle biochemische reacties van het cytoplasma.

**Buchner:** oorsponkelijk dacht men dat enzymen alleen in levende cellen konden werkzaam zijn, doch Buchner toonde in 1897 aan dat celvrije extracten van gistcellen suiker tot ethanol konden omzetten met vrijstelling van CO2.

Nucleïnezuren

Komen voor in alle levende cellen meestal in combinatie met eiwitten. Reageren in water zuur en zijn opgebouwd uit nucleotiden. Deze zijn opgebouwd uit een organische base, een pentose en fosfaat. Een nucleïnezuur is dus een polynucleotide.

**Basen:** cyclische structuren met N in de ring.

* Pyrimidinen: cytosine (C), thymidine (T), uracil (U)
* Purinen: adenine (A), guanine (G)

**Het desoxyribonucleïnezuur (DNA):**

* purinen A en G en pyrimidinen C en T
* deoxyribose
* aantal A = aantal T en aantal G = aantal C dus aantal purinen = aantal pyrimidinen
* verhouding A + T/G + C in DNA is typische en constant voor de species
* DNA ligt in de kern en maakt deel uit van de chromosomenstructuur
* twee lange polynucleotiden

**Het ribonucleïnezuur (RNA):**

* purinen A en G en pyrimiden C en U
* ribose
* enkelvoudige keten
* verschillende soorten:
* ribosomaal RNA (r-RNA): vormt samen met ribosomale proteïnen het ribosoom.
* messenger RNA (m-RNA): grote moleculen, in lengte variërend van enkele honderden tot meer dan 10.000 nucleotiden.
* transfer RNA (m-RNA): zorgt voor transport van aminozuren naar de ribosomen waar de proteïne-synthese plaats vindt.

**Hoofdstuk 4 – De cel**

**Cursustekst**

Inleiding

Twee soorten celtypen:

Prokaryote cellen en eukaryote cellen.

Delen van de prokaryote cel + functie:

* Celwand: hierdoor is de bacteriële cel ingesloten
* Plasmamembraan: regulatie van de permeabiliteit van de cel voor water en opgeloste stoffen
* Flagellen: staan in voor de beweging van bacteriën

Delen van de eukaryote cel + functie:

* Kern: regulatiecentrum
* Mitochondria: zorgen voor de energievoorziening
* Endoplasmatisch reticulum: deelt de eukaryote cel op in verschillende compartimenten
* Flagellum: beweging

Uit welke drie elementen is een typische cel samengesteld:

* + Een **membraam** die de cel omgeeft
  + Een **kern of kernzone** die de functies van de cel reguleert
  + Het **cytoplasma** die stoffen bevat die nodig zijn voor het functioneren van de cel

De oude en de moderne vorm van de celtheorie:

Celtheorie geformuleerd door Matthias Schleiden:

*“Alle planten zijn ‘aggregaten’ van volledig geïndividualiseerde, onafhankelijke en afgescheiden eenheden, de cellen.”*

De moderne vorm omvat drie concepten:

1. alle organismen zijn opgebouwd uit één of meer cellen
2. cellen zijn de kleinste levende eenheden
3. cellen ontstaan enkel door deling van een bestaande cel

Waarom zijn cellen klein:

Een menselijk lichaam is opgebouwd uit 100 triljoen cellen. De activiteiten in een cel worden gereguleerd door de kern. De kern zendt commando’s naar alle delen in de cel via moleculen. Deze moleculen moeten via diffusie van de kern naar alle delen in de cel geraken. Grote cellen zijn daardoor benadeeld.

Het celoppervlak, de membraan, is belangrijk voor de communicatie van de cel met zijn omgeving. Een grote cel heeft minder oppervlakte per volume-eenheid.

De structuur van de meest eenvoudige cellen: de prokaryote cellen

Bacteriën:

Alle bacteriën zijn kleine cellen (1-10µm doorsnede) omgeven door een **membraan** en daarrond een rigiede celwand.

Waaruit bestaat de celwand van bacteriën:

De basisbouw bestaat uit een koolstofmatrix, polymeren van suikers gecrosslinkt door korte polypeptiden.

Hoe worden bacteriën gerangschikt en op basis van wat:

Bacteriën worden gerangschikt in Gram-negatieve en Gram-positieve (kleuren paars in Gram-kleuring) op basis van verschillen in hun celwand.

Welke verschillen maken de bacteriën meer of minder gevoelig voor bepaalde antibiotica:

De verschillen in hun celwand.

Beschrijf de werking van penicilline bij de prokaryote cel:

Penicilline verzwakt de groeiende bacteriële celwand en uiteindelijk zal de bacterie onder invloed van osmotische druk gewoon openbarsten.

Een hele reeks gekende antibiotica werken specifiek in op de celwandsynthese. Deze antibiotica hebben geen effect op niet-groeiende bacteriën.

**Prokaryoten hebben geen interne compartimentalisatie en geen membraan-gebonden organellen.** Het cytoplasma vormt één eenheid en bijgevolg hebben DNA en proteïnen (waaronder enzymen) toegang tot alle delen van de cel.

Wanneer celdeling plaatsvindt, zullen de twee gevormde circulaire DNA-moleculen zich aan de membraan vasthechten op verschillende punten, zodat elke dochtercel **één circulair DNA molecule** zal bevatten.

Endosymbiose en het ontstaan van de eukaryote cellen

De eerste eukaryote cellen ontstonden 1,5 miljard jaar geleden.

Alle eukaryote cellen bezitten organellen die lijken op prokaryote (bacteriële cellen).

Wat is de uitleg hier voor:

Deze organellen zijn afstammelingen van bacteriën die leefden in symbiose met deze eerste eukaryote cellen en voorzien hun gast van de voordelen van hun metabolische activiteiten.

2 voorbeelden van deze organellen:

- mitochondria: de energie-fabriekjes van de eukaryote cellen

- chloroplasten: de organellen waar de fotosynthese plaatsvindt bij eukaryote

cellen

Deze belangrijke metabolische functies evolueerden bij verschillende groepen van bacteriën, maar werden gecombineerd in individuele eukaryote cellen door het proces van **symbiose** (het samenleven van twee of meer verschillende organismen).

Een vergelijking tussen prokaryote en eukaryote cellen

Eukaryote cellen verschillen in volgende punten van hun prokaryote voorgangers:

1. **chromosomen:** hier zit hun DNA in, de chromosomen liggen in de kern
2. **compartimenten (het endomembraan systeem):** hierin is de eukaryote cel intern opgedeeld, zo kunnen biochemische processen onafhankelijk van andere processen gebeuren
3. **celwand:** de cellen van dieren en sommige protocisten hebben geen celwand, planten hebben echt wel een celwand die echter totaal verschillend is van deze van bacteriën
4. **vacuolen:** met vloeistof gevulde zakken bij rijpe plantencellen; dierlijke cellen hebben niet zulke vacuolen, wel interne zakjes (vesikels)

Algemene structuur van de eukaryote cel

Hoewel eukaryote cellen erg divers zijn, wat betreft hun vorm en functie, vertoont hun **inhoudelijke structuur sterke gelijkenissen**:

* ze zijn allen omgeven door een **plasmamembraan**
* ze bevatten een ondersteunende matrix van proteïnen, het **cytoskelet**
* ze hebben allen verscheidene **organellen**

De belangrijkste organellen behoren tot 3 verschillende klassen:

* Klasse 1: membraanstructuren of organellen afgeleid van membranen

(kern, ER, Golgi-apparaat, lysosomen, vacuolen, microbodies)

* Klasse 2: prokaryoot-type organellen betrokken bij de energievoorziening (mitochondriën en chloroplasten)
* Klasse 3: organellen betrokken bij de genexpressie

(chromosomen, ribosomen, nucleolus)

Endomembranair systeem:

De membranen van de eukaryote cel en de organellen die ervan afgeleid zijn interageren als een endomembranair systeem. Al deze structuren zijn in contact met elkaar, geven ontstaan aan elkaar of geven kleine membraan-gebonden zakjes (vesikels) door aan elkaar.

Functie van de verschillende cellulaire structuren:

* Kern: bevat genetisch materiaal (DNA) voor replicatie (DNA-synthese) en transcriptie (RNA-synthese)
  + Kernporiën: transport van messenger-RNA naar cytoplasma
  + Nucleolus: synthese van ribosomaal RNA
* Mitochondria: belangrijkste plaats van energieproductie: 02-ademhaling: Krebs-cyclus + elektronentransportketen; vetzuurafbraak
* Chloroplasten: fotosynthese
* Plasmamembraan: chemische grens van de cel; selective opname van voedingsstoffen, ionen, excretie van afval of andere stoffen, communicatie met buitenwereld
* Golgi-complex: vorming van secretievesikels (proteïne-sortering)
* Endoplasmatisch reticulum:
* RER of ruw ER: vorming van Golgi-complex en lysosomen; synthese van de enzymes aanwezig in die organellen; synthese van proteïnen, bestemd voor secretie
* SER of glad ER (S van soft): synthese van lipiden; detoxificatie-reacties
* Lysosomen: afbraak van macromoleculen tot het niveau van hun bouwstenen
* Microtubuli: cytoskelet van de cel, intracellulaire beweging, beweging van flagellen
* Peroxisomen: oxidatiereacties en afbraak van H2O2
* Glyoxisomen: glyoxylzuurcyclus
* Centriolen: vorming van de spoelfiguur bij de deling van dierlijke cellen
* Celwand: stevig omhulsel van plantencellen en bacteriën
* Glycocalyx: slijmerig omhulsel van dierlijke cellen
* Partikels van reservestoffen: voorraad van reservestof in korrelvorm

(bvb. glycoggen bij dierlijke cellen, zetmeel bij plantencellen)

* Ribosomen: proteïnesynthese
* Vacuolen: hele reeks functies (waterreserve, afbraakreacties van macromoleculen = lysosomale functie bij platencellen, opstapeling van reservestoffen enz.)
* Olie of vetdruppeltjes: lipiden-reserve
* Cytosol of grondplasma: meeste reacties van het metabolisme
* De plasmamembraan

Bestaat uit een dubbele laag van lipiden.

Omgeeft de cel en alles wat binnenkomt of buitengaat moet via de membraan passeren.

Verscheidene proteïnen in de lipidenlaag reguleren de interacties van de cel met zijn omgeving:

* **kanaalvormende proteïnen:** laten specifieke moleculen door
* **receptoren:** geven informatie door, induceren veranderingen in de cel als bepaalde moleculen erop binden
* **merkers:** proteïnen die de cel markeren (belangrijk bij multicellulaire organismen omdat cellen van eenzelfde weefsel elkaar moeten herkennen om een weefsel te vormen en correct te functioneren)
* Het endoplasmatisch reticulum

Het uitgebreid systeem van membranen in de cel die de cel in compartimenten verdeelt, het transport van moleculen binnen de cel kanaliseert en een oppervlak voorzien waar de enzymen zich kunnen aan vasthechten.

Bestaat uit een dubbele lipidenlaag met verscheidene enzymen die vastgehecht zitten op zijn oppervlak.

* + Ruw endoplasmatisch reticulum (RER): oppervlak volgepakt met ribosomen
  + Glad endoplasmatisch reticulum (SER): relatief weinig ribosomen

**RER:** enzymen en bepaalde eiwit-hormonen, bvb insuline, worden gesecreteerd door de cel. De synthese van proteïnen wordt uitgevoerd door ribosomen, grote aggregaten van proteïnen en RNA, die RNA-kopieën van genen vertalen in proteïnen. Proteïnen, bestemd voor transport, bevatten een N-terminale aminozuursequentie, het **signaalpeptide** genoemd. Dit signaalpeptide is nodg voor de **sortering** van de secretorische proteïnen in het lumen van het ER, ter hoogte van het Golgi-apparaat waar het in vesikeltjes verpakt wordt voor secretie naar de buitenwereld.

**SER:** verschillende enzymen kunnen niet functioneren als ze vrij baden in het cytoplasma. Ze zijn enkel actief als ze geassocieerd zijn met een membraan. Enzymen, verankerd in het ER, catalyseren bvb de synthese van koolhydraten en vetten. Cellen die overvloedig lipiden synthetiseren, zoals de cellen van de testis, bevatten vooral SER. Ook darmcellen die triglyceriden aanmaken bevatten vooral SER. In hepatocyten zijn de enzymen verankerd in het SER en spelen ze een rol in detoxificatie-processen.

* De kern: regulatiecentrum van de cel

Het grootste celorganel. 99% van het genetisch materiaal bevindt zich bij de eukaryoten in de kern.

Omgeven door een dubbele membraan **(kernenveloppe)**.

**Kernporiën:** poriën in de dubbele membraan waarin proteïnen verankerd liggen die het transport toelaten van volgende moleculen:

* bepaalde proteïnen van het cytoplasma naar de kern
* RNA en proteïne-RNA complexen van de kern naar het cytoplasma

**Perinucleaire ruimte:** de ruimte tussen de twee membranen.

**Nucleolus:** hier wordt het ribosomaal RNA gevormd.

Sommige cellen zoals rode bloedcellen geven hun kernen af in de loop van hun differentiatie tot rode bloedcel. Hierdoor verliezen deze cellen al hun vermogen om te groeien en te delen. Ze doen enkel dienst als transportmiddel voor hemoglobines.

* De chromosomen

Het DNA van eukaryoten is verdeeld over meerder chromosomen.

Niet cirkelvormig zoals bij prokaryoten maar lineair en ze bestaan uit een

**DNA-duplex**, proteïnen en RNA. Men spreekt van **chromatine**.

Een uitgestrekt humaan chromosoom is ongeveer 5 cm in lengte. In deze vorm past het chromosoom niet in een cel. Het DNA is echter gespiraliseerd.

**Histonen:** om de 200 nucleotiden is de DNA-duplex opgerold rond een complex van histonen. Histonen zijn basische polypeptiden die veel basische aminozuren bevatten. Histonen zijn dus positief geladen en trekken negatief geladen DNA-duplex aan.

**Nucleosoom:** een structuur die als kern acht histonen heeft.

**Supercoil:** wanneer de ketting van nucleosomen nog eens gespiraliseerd zijn.

**Euchromatine:** ontrolde chromosomen.

**Heterochromatine:** stukjes van het chromosoom die gespiraliseerd blijven, men noemt ze chronomeren (bestaan uit heterochromatine).

**Waarom is het ontwinden van DNA nodig:**

Opdat de enzymen die RNA-kopieën maken van het DNA toegang krijgen tot het DNA moleculen. Enkel via deze RNA-kopieën kan de erfelijke informatie gebruikt worden om de synthese van proteïnen te dirigeren.

**Heterochromatine is inactief:** er kan geen RNA worden afgeschreven omdat het niet toegankelijk is voor de enzymen die instaan voor de aanmaak van RNA-kopieën.

**Euchromatine of gedespiraliseerd chromatine is actief:** er kan wel RNA worden afgeschreven.

**Diploïd/haploïd:** al onze cellen, behalve onze gameten, bevatten 46 chromosomen of twee identieke sets van 23 chromosomen 🡺 diploïd. De gameten bevatten één enkele set van 23 chromosomen en zijn haploïd.

* Ribosomen

Speciale structuren die de cellen gebruiken om proteïnen te maken.

Opgebouwd uit verschillende RNA-moleculen gebonden aan een complex van verschillende proteïnen.

De ribosomen ‘lezen’ de RNA-kopie (messenger-RNA) van een DNA-gen en gebruiken deze informatie om de synthese van een proteïne te dirigeren.

* Het Golgi-complex

Bestaat uit verschillende stapeltjes van afgeplatte membraanzakjes. Tezamen worden de Golgi-stapeltjes het Gogli-complex genoemd.

**Functie Golgi-stapeltjes:** de verzameling, verpakking en transport van moleculen die door de cel gesynthetiseerd worden. De proteïnen en lipiden die geproduceerd worden op het ruw en glas ER, worden getransporteerd ofwel door de kanalen van het endoplasmatisch reticulum ofwel als vesikeltjes die ervan afgesnoerd worden in het Golgi-apparaat. In de Golgi-stapeltjes worden deze moleculen gebonden aan polysacchariden.

**Cisternae:** (latijn voor verzamelvaten) de opgevouwen membraanzakjes aan de uiteinden van het Golgi-stapeltje waar de nieuw gevormde glycoproteïnen en glycolipiden worden verzameld.

**Golgi-vesikeltjes:** vesikeltjes die afgesnoerd worden aan de uiteinden van de cisternae door samensmelting van de membranen van de cisternae.

**Functie Golgi-vesikeltjes:** deze vesikeltjes migreren naar andere plaatsen in de cel zodat de nieuw gesynthetiseerd proteïnen verspreid worden. (Bepaalde secretievesikels bevatten producten die voor buiten de cel bestemd zijn. Deze secretievesikels migreren naar de plasmamembraan waarmee ze versmelten zodat hun inhoud naar buiten afgegeven wordt.)

**Waarom gebeurt er geen proteïnesynthese:** omdat de membranen van het Golgi-apparaat glad zijn.

* Peroxisomen

**Microbodies:** membraan-gebonden vesikeltjes in eukaryote cellen die enzymen bevatten.

**Functie:** vet-moleculen omzetten in koolhydraten en schadelijke peroxiden vernietigen.

**Peroxisomen:** microbodies in dierlijke cellen.

**Glyoxysomen:** microbodies in plantencellen.

**Oxidatieve enzymen:** enzymen in microbodies die het transport van elektronen en geassocieerde waterstofatomen catalyseren in biochemische reacties.

**Wat indien deze enzymen vrij in het cytoplasma zouden voorkomen:** dan zouden ze het metabolisme in het cytoplasma (veellal toevoegen van waterstofatomen aan zuurstof) kunnen kortsluiten.

**Naar wat verwijst de term peroxisomen:** naar het waterstofperoxide dat geproduceerd wordt als nevenproduct in vele oxidatieve enzymatische reacties in de microbodies.

* Lysosomen

Membraan-gebonden organellen.

Bevatten een geconcentreerd mengsel van verteringsenzymen 🡺 catalyseren de afbraak van macromoleculen zoals proteïnen, nucleïnezuren, vetten en koolhydraten.

**Functie lysosomen:** cellen kunnen enkel blijven leven voor een lange tijd indien hun componenenten continu vernieuwd worden. Zoniet verouderen ze. Lysosomen verteren ‘versleten’ cellulaire componenten, om plaats te maken voor nieuwe componenten. Hierbij recycleren ze bestanddelen van ‘oude” componenten.

**Waarom is de interne pH in lysosomen laag:** zodat de enzymen die de hydrolyse catalyseren maximaal actief zijn.

**Primair lysosoom:** lysosomen die niet actief zijn. Hebben geen lage pH. Wanneer een primair lysosoom versmelt met een organel of voedselvacuole verlaagt het zijn pH en wordt het arsenaal van hydrolytische enzymen in het lysosoom geactiveerd.

**Secundair lysosoom:** een actief lysosoom.

**Waarom sterven metabolisch inactieve eukaryote cellen af:** zonder aanlevering van energie gaan de hydrolytische enzymen de lysosomale afbreken, waardoor de verteringsenzymen vrijkomen in het cytoplasma en aldus de cel vernietigen. Het is nog onbekend hoe het komt dat lysosomen zichzelf niet verteren. In elk geval vert dit ‘beschermingsproces’ energie.

**Waarom sterven bacteriële cellen niet af als hun metabolische activiteit op nul valt:** voor eukaryoten (inclusief de mens) kan hetzelfde proces dat de schade herstelt die toegebracht werd door de tijd (verouderen), uiteindelijk leiden tot vernietiging van de cel. Bacteriële cellen echter hebben geen lysosomen en zullen niet afsterven als hun metabolische activiteit op nul valt. Bacteriën hebben het vermogen om in deze inactieve vorm te wachten op meer gunstige omstandigheden.

Lysosomen elimineren niet enkel celorganellen en interne structuren van de cel; ze kunnen ook hele cellen elemineren. Selectieve celdood is één van de belangrijkste mechanismen die multicellulaire organismen gebuiken voor de ontwikkeling van bepaalde complexe patronen.

* Sommige DNA-bevattende organellen lijken op prokaryote cellen
* Mitochondria:

**Overeenkomsten tussen mitochondria en bacteriën (prokaryote cellen):**

* ze zijn ontstaan uit bacteriën
* zelfde afmetingen
* cristae lijken op de opgevouwen membranen bij bacterie-soorten
* gelijkend circulair DNA
* afmeting en structuur van de ribosomen
* ontstaanswijze: eenvoudige splijting en replicatie en verdeling DNA

**Verschil tussen mitochondria en bacteriën (prokaryote cellen:**

* mitochondriale reproductie is niet autonoom in tegenstelling tot bacteriële reproductie

Buisvormige organellen.

Omgeven door deen dubbele membraan.

**Indeling dubbele membraan:** - buitenste membraan: glad

- binnenste membraan: geplooid in verschillende lagen, cristae genoemd

**Functie cristae:** verdelen het mitochondrion in twee compartimenten: een binnenste matrix en een buitenste compartiment.

Op het oppervlak van de binnenste membraan komen de proteïnen voor die verantwoordelijk zijn voor het oxidatief metabolisme.

**Symbiose-theorie:** mitochondria zijn vermoedelijk ontstaan uit aërobe (zuurstof nodig) bacteriën die in symbiose leefden met de eerste eukaryote cellen.

Volgens deze theorie werden de bacteriën opgeslorpt door de eerste eukaryote cellen. Daarvoor hadden deze eerste gastcellen niet het vermogen om metabolische reacties uit te voeren in een atmosfeer die meer en meer zuurstof ging bevatten.

**Het oxidatief metabolisme:** chemische reacties die zuurstof vereisen; dit is een proces dat de opgeslorpte bacteriën konden uitoefenen. Dit was een voordeel ten opzichte van de eerste eukaryote cellen die dat niet konden.

Gedurende de laatste 1,5 miljard jaar zijn de meeste mitochondriale genen getransfereerd naar de chromosomen van hun gastcellen. **Mitochondria hebben echter nog steeds een eigen genoom.**

Alle mitochondria in een eukaryote cel worden voortgebracht door deling van bestaande mitochondria. **Mitochondria delen in twee door eenvoudige splijting.**

**Waarom kunnen mitochondria niet gekweekt worden in een cel-vrij** **cultuurmilieu:** mitochondriale reproductie is niet autonoom (zelfregulerend). De componenten vereist voor de deling van mitochondrën worden gecodeerd door genen in de kern van de eukaryote cel. Deze genen worden vertaald in proteïnen door de ribosomen in het cytoplasma van de cel. Deling van mitochondria is dus onmogelijk zonder kern.

* Chloroplasten:

**Waardoor zijn ze groen gekleurd:** omdat ze chlorofyl bevatten.

**Ontstaan:** uit symbiotische fotosynthetiserende bacteriën.

**Welk voordeel verleenden de symbiotische fotosynthetiserende bacteriën** **aan hun gastheercellen (de eerste eukaryote cellen):** deze eukaryote organismen konden door de symbiose hun eigen voedingsstoffen produceren. H2O en CO2 worden door middel van lichtenergie omgezet in suiker. Hierbij wordt zuurstof vrijgezet.

**Opbouw:** omgeven door een dubbele membraan.

**Thylakoïdmembranen:** de instulpingen van de inwendige membraan die grotendeels afgesplitst zijn en dus voor het grootste deel onafhankelijk worden van de inwendige membraan.

**Thylakoïdruimte:** een afgesloten ruimte binnen de thylakoïden.

**Stroma of matrix:** de ruimte in de rst van de chloroplast.

**Grana:** de regelmatige stapeltjes waarin de thylakoïden op bepaalde plaatsen gerangschikt zijn.

**Granumthylakoïden:** de thylakoïden in de grana.

**Stromathylakoïden:** de thylakoïden in het stroma.

**Functie grana:** in de grana speelt zich de fotofosforylatie af.

**Fotofosforylatie:** het opvangen van de lichtenergie en de omzetting ervan in chemische energie. Het is in dit proces dat ook CO2 wordt vrijgezet.

**Het tweede deel van de fotosynthese:** de Calvin-cylus; speelt zich af in het stroma (of de matrix) van de chloroplasten; hierbij wordt suiker gesynthetiseerd.

**Osmiofiele globuli:** kleine vetdruppeltjes die men dikwijls in de chloroplasten kan waarnemen.

Net als de mitochondria bezitten ook de chloroplasten **eigen genetisch materiaal** in de vorm van een cirkelvormig DNA molecule en eigen ribosomen.

Net als bij de mitochondria erven de kenmerken die op het chloroplast DNA liggen niet over volgens de regels van de klassieke erfelijkheidsleer.

**Leucoplast:** planten waarin de meeste interne lamellae gereabsorbeerd worden doordat de aanmaak van het chlorofyl gestopt wordt wegens gebrek aan licht (de meeste groene planten synthetiseren chlorofyl enkel in de aanwezigheid van licht).

**Functie leucoplasten:** doen in de wortelcellen en andere opslagplaatsen van de plant dienst als opslagplaats voor zetmeel.

**Amyloplast:** een leucoplast die zetmeel accumuleert.

**Chromoplasten:** andere plant-pigmenten die kunnen voorkomen in chloroplasten, waarin voornamelijk cartenoïdpigmenten opgestapeld worden, welke variëren in kleur. Bvb: tomaten en pepers.

**Plastiden:** een verzamelnaam voor alle types van chloroplasten, leucoplasten, amyloplasten en chromoplasten.

**Ontstaan plastiden:** net als mitochondria door tweedeling van bestaande plastiden.

* Centriolen maken het cytoskelet aan

**Functie centriolen:** assemblage en organisatie van microtubuli in de cellen van dieren en de meeste protoctista.

**Microtubuli:** lange holle cilinders, samengesteld uit het tubuline proteïne, beïnvloeden de celvorm, staan in voor de beweging van de chromosomen bij de celdeling en maken deel uit van de interne structuur van cilia en flagella.

**Voorkomen centriolen:** komen in paren voor in het cytoplasma van een eukaryote cel, meestal loodrecht ten opzichte van elkaar.

**Basaal lichaampje:** een centriool de het flagel verankeren in cellen die flagella of cilia bevatten.

* Het cytoskelet

**Wat is het cytoskelet:** een netwerk van proteïnevezels die het cytoplasma van alle eukaryote cellen doorkruist.

**Functie cytoskelet:** geeft steun, nodig voor de vorm van de cel, en verankeren van de organellen op een vaste plaats in de cel.

**De vezels van het cytoskelet vormen een dynamisch systeem:** ze worden constant geassembleerd en weer afgebroken.

**Hoe worden individuele vezels gevormd:** door polymerisatie, een proces waarbij identieke subeenheden van proteïnen elkaar aantrekken en spontaan assembleren tot lange ketens.

**De cellen van planten en dieren bevatten de volgende drie verschillende types van vezels, elk gevormd door hun specifieke subeenheden:**

* 1. *actine filamenten (microfilamenten):* lange vezels van 7nm diameter, elke vezel is samengesteld uit twee ketens van proteïnen gewonden als parelsnoeren, elke parel van een filament is een bolvormig (globulair) molecule, actine genoemd.
  2. *microtubuli:* holle buizen van 25nm diameter, opgebouwd uit het eiwit tubuline, microtubuli organiserend centra: gespecialiseerde structuren waarrond microtubuli in een cel gevormd worden, basaallichaampjes voor de microtubuli in ciliën en flagellen, het centrosoom voor de microtubuli van het cytoskelet.
  3. *intermediaire filamenten (bij dierlijke cellen):* 8-10nm, vimentine: de oligomeer subeenheid.

- actine- en intermediaire filamenten: mechanische steun cel.

- intermediaire filamenten: behouden cel voor een te sterk uitstretchen.

- actine filamenten: vorm van de cel.

Omdat actine filamenten zich constant vormen en uiteenvallen kan de vorm van een dierlijke cel snel veranderen. Bij de meeste cellen vormt het cytoskelet dus een vrij labiel geheel, waarbij de microtubuli en de actinefilamenten snel afgebroken en weer opgebouwd kunnen worden. **Nagenoeg alle cellulaire beweging is gebaseerd op ditzelfde proces van polymerisatie/depolymerisatie.**

**Dit is echter niet altijd zo, bvb bij de spiercontractie:** in dit geval is de beweging niet gebaseerd op polymerisatie/depolymerisatie maar op een over elkaar glijden van de filamenten doordat de fibrillen van het cytoskelet zeer stabiele en sterk geordende structuren zijn.

* Flagella

Lange, fijne draadvormige organellen die uitsteken uit het oppervlak van de cel.

**Functie flagella:** beweging en voedselopname.

**Eukaryote cellen hebben een compleet verschillend flagellum, een soort kabelstructuur opgebouwd uit microtubuli.**

**9 + 2 structuur:** flagella van eukaryote cellen die opgebouwd zijn uit een cirkel van negen dupletten van microtubuli, die twee central dupletten omgeven. Bvb: in de sensorische trilhaartjes van het inwendig oor.

**Vorming microtubuli van de flagel:** gevormd door het basaallichaampje, dat gesitueerd is ter hoogte van de plaats waar de flagel uit de cel projecteert.

**Rangschikking flagella:** verschilt sterk tussen verschillende eukaryoten. Indien er veel zijn, zijn het meestal tal van korte flagella in rijen (**cilia**).

Membranen

De basisstructuur van de biologische membraan is een **dubbele fosfolipidenlaag**.

**Waarom zijn er gaten in de membranen:** cellen moeten voedsel (bron van energie) opnemen uit hun omgeving en ze moeten hun afvalstoffen kunnen afgeven; ze moeten informatie kunnen verzamelen uit hun omgeving en die eventueel doorgeven aan andere cellen. Moesten membranen de cel volledig afsluiten van de buitenwereld, dan zou leven niet mogelijk zijn. Daarom zijn er in de membranen gaten, die kunnen geopend en gesloten worden.

Samenstelling van de celmembraan

De lipidenlaag die de basis vormt van alle celmembranen is samengesteld uit **fosfolipiden** moleculen.

Waarom spreken we van een ‘fosfolipide’: omdat het alcohol vastgehecht is met een fosfaat groep.

Eén uiteinde van het fosfolipide molecule is sterk apolair (onoplosbaar in water), terwij het andere uiteinde zeer polair is (water-oplosbaar).

**Aan de binnenkant is de dubbele lipidenlaag dus sterk apolair en aan de twee buitenzijden is ze polair.**

Indien de celmembraan louter uit een dubbele lipidenlaag zou bestaan, zouden water-oplosbare moleculen, zoals suiker, polaire aminozuren en proteïnen, niet binnen geraken. Daarom bevat de dubbele fosfolipidenlaag ook **proteïnen die zorgen voor passage door de membraan**.

Structuur van de plasmamembraan:

1. een dubbele fosfolipidenlaag
2. (trans)membranaire proteïnen: vertalen informatie van buiten naar binnen de cel, vormen kanalen langswaar moleculen kunnen passeren.
3. netwerk van ondersteunende vezels: verbinden de membraan met het cytoskelet en houden belangrijke proteïnen in de membraan op hun plaats.
4. uitwendige proteïnen en glycolipiden: merkers voor de cel.

Oppervlakte-proteïnen: transmembranaire proteïnen, zijn verankerd in het celmembraan door middel van een glycolipide in de dubbele lipidenlaag.

Transmembranaire receptoren: hieraan kunnen hormonen (of andere moleculen) binden. Deze binding induceert een verandering in conformatie van het receptorproteïne welke aan de binnenzijde waargenomen wordt. Op deze manier wordt informatie van de buitenwereld vertaald naar reacties binnen de cel.

De rol van de celmembraan bij de interacties van de cel met zijn omgeving

De cel is via de celmembraan constant in interactie met de omgeving.

Uit de verschillende interacties met de omgeving zullen we er vijf behandelen:

* transport van water
* transport van ‘bulk’ materiaal, bvb. voedingsstoffen, andere cellen
* selectief transport van moleculen
* waarnemen en doorgeven van informatie
* markering van de identiteit van de cel
* Passief transport door membranen volgt de concentratie-gradient

**Diffusie:** de verplaatsing van opgeloste moleculen naar plaatsen waar ze in lagere concentratie voorkomen, tot de concentratie overal gelijk is (bvb gasuitwisseling in de longen).

**Moleculen opgelost in water:** water is het solvent (oplosmiddel) en de moleculen zijn de opgeloste stoffen.

**Osmose:** transport van (water)moleculen van een plaats met een lage concentratie aan opgeloste stoffen naar een plaats met een hoge concentratie aan opgeloste stoffen.

**Inhoud cel hypertonisch:** de cel heeft een grotere concentratie van opgeloste stoffen dan zijn omgeving.

**Hypotonisch:** plaats met een lagere concentratie van opgeloste stoffen dan zijn omgeving.

**Isotonisch:** dezelfde concentratie aan opgeloste stoffen als erbuiten.

**Osmotische druk:** de druk die toegediend moet worden om de osmotische beweging van water door de membraan te stoppen.

**Hydrostatisch druk:** druk van de celinhoud tegen de membraan.

Cellen waarvan de membranen omgeven zijn door een celwand kunnen zeer hoge interne hydrostatische drukken weerstaan.

**Hoe zorgen dat de cel in osmotische balans is met zijn omgeving:**

* de eerste eencellige eukaryoten: door de interne concentratie aan opgeloste stoffen even hoog te maken als in z’n omgeving
* multicellulaire organismen: samenstellingen lichaamsvloeistof reguleren, bvb bloed in ons lichaam bevat albumine zodat concentratie aan opgeloste stoffen in bloed gelijk is aan dat van de cellen in de weefsels die het omringt

Vele eencellige eukaryoten in zoet water **pompen** het water terug naar buiten omdat hun inwendig milieu zich aangepast had aan zout water. Anders zijn ze hypertonisch ten opzichte van hun omgeving. Bvb bij pantoffeldiertje: contractiele vacuolen die het water weer naar buiten pompen door samentrekking van de vacuole.

**Door wat wordt de vorm van planten en hun onderdelen bepaald:** door de turgordruk. Planten bevatten itt dieren geen isotonisch circulerende vloeistof. Daardoor zijn ze hypertonisch ten opzichte van hun omgeving. Ze hebben een grote concentratie aan opgeloste stoffen in hun centrale vacuole. De resulterende hydrostatische druk duwt het cytoplasma tegen de binnenkant van de celwand. Dit maakt de plantencellen zeer rigied. Deze inwendige druk in plantencellen wordt **turgordruk** genoemd. Wanneer planten te weinig water krijgen, verlies ze hun turgordruk en hun vorm en verwelken.

Door de aanwezigheid van een celwand verschillen plantencellen in veel opzichten tov dierlijke cellen.

* Inwaarts bulk transport

**Endocytose:** bij eencellige eukaryoten wordt het dynamisch cytoskelet gebruikt om de celmembraan uit te strekken en de voedselpartikels te omgeven. De beide uiteinden ontmoeten elkaar aan de andere kant van het partikel waar ze versmelten. Zo wordt een vesikel gevormd rond het partikel.

**Twee soorten endocytose:**

* fagocytose: indien het partikel een vaste stof betreft
* pinocytose: indien het materiaal dat in de cel wordt gebracht vloeibaar is

**Exocytose:** het omgekeerde van endocytose: intracellulaire vesikels versmelten met de celmembraan en geven zo hun stoffen af aan de buitenwereld.

* Selectief transport van moleculen

**Semi-permeabel of selectief permeabel membraan:** wordt bewerkstelligd door proteïnen in de membraan die kanalen vormen. Een cel heeft verscheidene types van kanalen elk specifiek voor een bepaald type van moleculen.

**Gefaciliteerde diffusie:** het transport van moleculen door specifieke kanalen in een membraan naar de plaats met de laagste concentratie.

Het transport is nooit tegen de concentratiegradiënt in.

**Gefaciliteerde diffusie is:**

* 1. specifiek: enkel bepaalde moleculen kunnen door een bepaald kanaaltype
  2. passief: de richting wordt bepaald door de concentratie-gradient
  3. verzadigbaar: indien alle kanalen voor specifiek molecule in gebruik zijn

**Actief transport:** selectief transport tegen de concentratie-gradiënt in

Moleculen die in de cel in een concentratie worden gehouden die verschillend is van de concentratie van die moleculen buiten de cel. Hiervoor gebruikt de cel selectieve proteïne-carriers in de membraan.

**Na+-K+ pomp:** de meeste dierlijke cellen hebben een lage inwendige Na+-concentratie en een hoge K+-concentratie ten opzichte van hun omgeving. Om dit concentratie-verschil te behouden, moeten Na+-ionen actief uit de cel worden gepompt, terwijl K+-ionen actief naar binnen moeten worden gepompt. Telkens worden 3 Na+-ionen naar buiten getransporteerd en 2 K+-ionen naar binnen. Wordt o.a. gebruikt bij de impulsgeleiding in zenuwcellen bij dieren.

**Gekoppelde kanalen:** het transport van bepaalde aminozuren of suikers gebeuren als een direct gevolg van de activiteit van de Na+-K+ pomp.

(Na+-ionen kunnen enkel door het gekoppeld kanaal naar binnen indien een suiker of aminozuur (naargelang type van de pomp) gebonden wordt aan de buitenkant van het gekoppeld kanaal. Zo wordt dus tegelijkertijd een suiker of aminozuur naar binnen getransporteerd.)

**De waterstofpomp:** of protonpomp. Creëert een protonengradiënt over de membraan. Bestaat uit twee speciale transmembranaire proteïnen. Het eerste pompt protonen uit de cel. Door deze protonengradiënt is de concentratie van protonen hoger buiten de cel dan in de cel. Daardoor zullen de protonen dmv diffusie trachten terug in de cel te raken. De membraan van de cel is echter impermeabel voor protonen. Protonen kunnen enkel naar binnen dmv een tweede transmembranair proteïne. Dit kanaal koppelt het inwaarts transport van protonen aan de productie van ATP in de cel. Het netto resultaat is het gebruik van energie voor **de productie van ATP**.

**Chemiosmose:** de koppeling van de protonenpomp aan de ATP-synthese.

* Waarnemen en doorgeven van informatie

**Een membraanreceptor is een proteïne dat informatie doorgeeft naar de** **binnenkant van de cel** (itt kanalen die moleculen naar binnen bringen). Het extracellulair uiteinde van de membraanreceptor heeft een specifieke vorm zodat enkel specifieke moleculen erop kunnen binden. **Deze binding** **veroorzaakt een verandering in conformatie van de receptor die** **waargenomen wordt aan het andere uiteinde, het intracellulaire uiteinde van** **de receptor.** Hierdoor treden er een cascade van biochemische reacties in de cel op. Door deze cascade wordt het signaal geamplificeerd waarbij elke stap in de cascade de volgende amplificeert zodat een sterk signaal voortgebracht wordt. **Membraanreceptoren worden dus gebruikt voor** **signalering. Zonder receptorproteïnen zou ons lichaam ‘blind’ zijn** en niet in staat zijn om de chemische signalen te detecteren die de cellen van ons multicellulair lichaam gebruiken om met elkaar te communiceren.

* Markering van de identiteit van de cel

De cel moet niet enkel informatie uit de omgeving waarnemen. De cel zelf kan de omgeving informeren.

**Celoppervlakte merkers:** een set van proteïnen, specifiek voor een bepaald celtype, die elke cel tijdens de ontwikkeling krijgt om aan zijn omgeving te laten weten welk type van cel hij is.

**MHC:** major histocompatibility complex. Een specifieke set van ‘zelf’ merkers die bij alle cellen van één bepaald individu dezelfde is.

**Glycolipiden:** celoppervlakte-merkers bij rode bloecellen (bepalen onze bloedgroep).

De extracellulaire matrix

**Dierlijke cellen hebben geen celwand, maar een extracellulaire matrix (ECM):**

een mengsel van glycolipiden en glycoproteïnen (vb collageen).

**Fibronectin:** hecht de ECM vast aan de plasmamembraan.

**Integrines:** proteïnen in de plasmamembraan waar fibronectin op bindt.

De celwand

Bij planten:

**Primaire celwand:** bestaat uit cellulose-microfibrillen ingebed in een matrix van glycoproteïnen en twee types van polysacchariden (**hemicellulose** en **pektine**).

**Secundaire celwand:** gevormd tussen de primaire celwand en de plasmamembraan. Naargelang type cel bevat het speciale producten: **lignine** in xyleemcelllen en **cutine en was** in epidermiscellen.

Bij bacteriële cellen:

Complexe celwand.

Bij fungi:

Bestaat grotendeels uit **chitine**. Ook polysachariden. Sommige bevatten **cellulose** in celwand, net zoals de hogere planten.

Integratie van cellen tot weefsels

**Cellulaire juncties:** plaatsen op het celoppervlak waar cellen zich aan elkaar vasthechten.

**Plasmodesmata:** vasthechting van cellen bij planten, de plasmamembraan van de twee naburige cellen lopen in elkaar over.

**Bij dieren zijn er drie types van juncties:**

1. Adhesie-juncties:

Desmosomen maken cellen aan elkaar vast en zorgen er zo voor dat ze op hun plaats blijven in het weefsel.

1. Kanaaljuncties:

Via deze celjuncties kunnen kleine moleculen van cel tot cel doorgegeven worden. Soms ook gebruikt voor doorgeven elektrische impulsen.

1. Stevige juncties:

De twee plasmamembranen worden aan elkaar gekleefd, geen intercellulaire ruimte. Bij het eenlagig epitheel van de darm zijn stevige juncties uitermate belangrijk.

**Hoofdstuk 5 – De celcyclus**

De celdeling bij prokaryoten

Binaire splijting:

De cel wordt in twee gelijke helften gesplitst, waarbij de groeiende plasmamembraan invagineert op de plaats tussen de twee DNA-kopieën, zodat elke dochtercel één kopie ontvangt. De twee nieuw gevormde cellen hebben dus een identiek genoom.

Celdeling bij eukaryoten

Interfase:

Vooraleer een cel kan delen moet ze eerst haar inhoud verdubbeld hebben.

Celdeling:

Bestaat uit de *kerndeling of mitose* en de *deling van het cytoplasma of cytokinese*.

Celcyclus

Interfase + celdeling

Waaruit bestaat de interfase:

Uit een G1 fase, een S fase en een G2 fase;

S-fase:

Tijdens de S-fase verdubbelt elk chromosoom zich in twee dochterkopieën, zusterchromatiden genoemd. Tijdens de S-fase treedt de DNA-replicatie op.

Centromeer:

Een ingesnoerd punt waar de twee zusterchromatiden aan elkaar verbonden blijven. Het centromeer is een specifieke DNA sequentie van 220 nucleotiden, waaraan een set van proteïnen (het **kinetochoor**) zijn verbonden.

**Bij de beëindiging van de S-fase bestaat elk chromosoom dus uit twee zusterchromatiden, die aan elkaar zijn vastgehecht ter hoogt van het centromeer.**

G2-fase:

De chromosomen beginnen te spiraliseren. Ook verzamelt de cel hetgeen nodig zal zijn om de chromosomen naar de tegenovergestelde polen van de cel te doen migreren.

Tubuline:

Het bestanddeel van de microtubuli. Wordt door alle cellen in de G2-fase gesynthetiseerd.

Indeling van de mitose:

* profase: vorming van de mitotische spoelfiguur
* metafase: positionering in evenaarsvlak en deling van de centromeren
* anafase: scheiding van de zusterchromatiden
* telofase: vorming van de kernen

**Profase**

Hoe komt het dat de nucleolus, die duidelijk zichtbaar was, verdwijnt:

Wanneer het chromosoom-gedeelte da de rRNA genen bevat, gecondenseerd is, stopt de synthese van ribosomaal RNA (rRNA)

* de microtubuli voor de opbouw van de mitotische spoelfiguur wordt geassembleerd
* bij dierlijke cellen gaan de twee centriolenparen uit elkaar, één paar naar elke pool van de cel; de vorming van de spoelfiguur start vanuit elk van deze twee centriolenparen met de vorming van een **aster**
* bij plantencellen zijn de centriolen afwezig; de vorming van de spoelfiguur gebeurt ook hier vanuit twee tegenovergestelde polen van amorf materiaal 🡺 **poolkapjes**
* de kernmembraan verdwijnt
* de spoelfiguur strekt zich uit over de hele cel van de ene pool naar de andere
* op de centromeren van de chromosomen wordt aan weerszijden een gespecioliseerde structuur, de **kinetochoor**, gevormd van waaruit ook **kinetochoor-microtubuli** (trekdraden) worden gevormd
* de microtubuli groeien en hechten zich vast aan de tegenovergestelde kant van het centromeer 🡺 deze schikking is cruciaal voor het goed verloop van de mitose

**Metafase**

* **metafaseplaat:** het middenvlak (evenaarsvlak) in het centrum van de cel waarop de paren van zusterchromatiden zich aligneren
* op het einde van de metafase delen de chromosomen zich

**Anafase**

* duurt het kortst
* de zusterchromatiden worden uit elkaar getrokken en bewegen zich elk naar één pool van de cel
* twee bewegingen vinden plaats
  1. de microtubuli verkorten; hierdoor migreren de zusterchromatiden elk naar

één pool

2. de microtubili van de spoelfiguur glijden naast elkaar waardoor de polen

van elkaar wegbewegen en de cel een verlengd uitzicht krijgt

**Telofase**

* de spoelfiguur verdwijnt
* de kernenveloppe wordt gevormd rond elk set van zusterchromatiden (nu chromosomen genoemd omdat elk een eigen centromeer heeft)
* de chromosomen beginnen te despiraliseren zodat ze terug kunnen overgeschreven worden (transcriptie)

Cytokinese:

Tijdens de cytokinese wordt het cytoplasma gelijk over de dochtercellen verdeeld zodat elke cel niet allen een volledige kern heeft om mee te starten, maar ook mitochondria, ribosomen enz.

Normalerwijze volgt na een kerndeling een verdeling van het cytoplasma over de twee dochtercellen. Bij meerkernige cellen kunnen echter heel wat kerndelingen optreden vooraleer er cytokinese optreedt.

De cytokinese is verschillend bij plantencellen en bij dierlijke cellen:

* dierlijke cellen: de celmembraan snoert in totdat de cel in twee dochtercellen gesplitst is
* plantencellen: de celwand is veel te sterk om ingesnoerd te worden door microfilamenten. Plantencellen verzamelen membraan componenten binnen in de cel in een vlak, loodrecht op dat van de spoelfiguur. De vesikeltjes versmelten en vormen de celplaat die zich uitbreidt naar de randen van de oude cel. Tussen de nieuwgevormde membranen wordt cellulose afgezet en de ruimte tussen de twee nieuwe cellen wordt gevuld met pectines en wordt de **middenlamel** van de nieuwe celwand genoemd.

De lengte van de celcyclus

De lengte van de totale celcyclus is bijzonder variabel al naargelang het type cel.

Eencellige organismen 🡺 1 uur

Sneldelende cellen in hogere organismen 🡺 24 uur

Structuren die gedurende lange tijd dormant blijven 🡺 vele jaren

Door wat wordt het verschil in lengte tussen de celcycli van verschillend cellen voornamelijk veroorzaakt:

Door verschillen in de G1-fase.

Point of no return:

Eenmaal een cel gestart is met de S-fase, wordt ze als het ware voorbestemd om de celcyclus verder te doorlopen tot aan het begin van de volgende G1-fase.

De regulatie van de celcyclus

De regulatie van de celcyclus is cruciaal voor een normale ontwikkeling van multicellulaire organismen. Een fout in de regulatie leidt bvb tot kanker.

De moleculaire processen die instaan voor de regulatie van de celcyclus zijn in alle eukaryote cellen fundamenteel gelijk.

De ‘timing’ van twee kritieke processen in de celcyclus (DNA replicatie en mitose) wordt zeer precies gereguleerd.

**Welke zijn de regulatoren:** hetrodimere enzymen, nl. proteïne kinasen met een *regulatorische subeenheid* en een *catalytische subeenheid*.

**Wat doen de kinasen:** ze fosforyleren bepaalde proteïnen op specifieke regulatorische plaatsen, waarbij sommige geïnhibeerd worden en andere geactiveerd.

**Cyclines:** de regulatorische subeenheden van de proteïne kinasen betrokken bij de regulatie van de celcyclus.

**Cycline-afhankelijke kinases (Cdks):** de catalytische subeenheden.

**Wat doen deze Cdks:** eens geactiveerd, induceren de Cdks de condensatie van de chromosomen, de afbraak van de kernenveloppe, de aanmaak van de spoelfiguur en de alignering van de chromosomen ter hoogt van de metafase-plaat. Vervolgens activeren de Cdks het anafase-promoting complex (APC).

**Functie anafase-promoting complex (APC):** dit multicomplex van proteïnen stimuleert de afbraak van anafase-inhibitoren. Proteïnen verantwoordelijk voor het samenhouden van de zusterchromatiden worden hierbij geïnactiveerd, zodat de anafase kan starten. Tijdens de late anafase activeert het APC de afbraak van de cyclines. Als gevolg hiervan daalt de concentratie van de Cdks. Als gevolg despiraliseren de chromosomen, wordt de kernenveloppe gevormd tijdens de telofase en begint de cytokinese.

**Mitogenen:** extracellulaire groeifactoren die bij hogere organismen de synthese van Cdks induceren.

De regulatie van de celcylus staat ook onder controle van externe groeifactoren.

Checkpoints in de regulatie van de celcyclus

Wanneer cellen naar de volgende fase van de celcyclus overgaan vooraleer de vorige fase voltooid is, kan er genetische schade optreden.

Om dergelijke fouten tot een minimum te herleiden, wordt de celcyclus gecontroleerd (gecheckt) ter hoogte van **3 checkpoints**:

1. Tijdens S en G2 fase wordt Cdk (ook MPF of mitosis promoting factor genoemd) geïnhibeerd tot de DNA-replicatie voltooid is.
2. Tijdens de vroege mitose wordt APC (anafase promoting complex) geïnhibeerd tot de spoelfiguur gevormd is en de kinetochoren van de chromosomen aan de draden van de spoelfiguur gehecht zijn.
3. Cellen waarvan het DNA beschadigd is blijven in de G1 of G2 fase tot de schade hersteld is.

P53 = een gen dat vaak gemuteerd is bij humane kankers. Dit proteïne houdt de cel in de G1 of G2 fase tot het DNA hersteld is. Bij ernstige DNA schade zal p53 leiden tot apoptose. P53 is een tumor supressor.

Celkweek

Micro-organismen zoals de bacterie *Eschererichia coli* en de gist *Saccharomyces cerevisiae* kunnen gekweekt worden in cultuurmedia. De populatie die resulteert uit de kweek van één enkele cel noemt men een **klone**.

Serum: (bloed zonder de cellen) een mengsel van honderden proteïnen en bevat verschillende factoren die nodig zijn voor de proliferatie van cellen in cultuur. Daarenboven zijn voor specifieke celculturen nog extra **groeifactoren** nodig, die niet in het serum voorkomen. Groeifactoren binden op receptoren in de celmembraan en heffen de inhibitie van de celdeling op.

Normale cellen versus tumorcellen

**Contactinhibitie van de celdeling:** wanneer cellen contact maken met andere cellen stoppen ze met delen. Bvb bij veroudering of bij verwonding waardoor gaten ontstaan.

Bij tumorcellen is de controle over de groei en deling van de cel zodanig ontregeld dat zij voortdurend blijven verder groeien en delen. Tumorcellen hebben de regulerende factor van contactinhibitie verloren.

Apoptose of geprogrammeerde celdood

**Apoptose:** een intern programma van reacties waardoor de cel zichzelf vermoordt.

**Voorbeeld van apoptose:** tijdens de embryogenese worden onze vingers en tenen gevormd door het specifiek afsterven van cellen in de ruimtes ertussen.

**Necrose:** een necrotische cel ontstaat bvb bij verwonding, deze vorm van celdood is niet geprogrammeerd.

**Op welke 2 manieren wordt de apoptose in gang gezet**:

* Wanneer er een afwezigheid is van bepaalde signalen (groeifactoren) waardoor alle cellen van multicellulaire organismen blijven leven.
* Door ‘killer’ signalen afkomstig van andere cellen.

**Caspases:** een bepaalde klasse van enzymen die bij de apoptose worden geactiveerd.

De meiose en geslachtelijke voortplanting

**Het proces van geslachtelijke voortplanting (sexuele reproductie):**

1. de **gameten** (eicellen en spermacellen) bevatten één enkele basis-set van chromosomen
2. de **zygote** die geproduceerd wordt door fusie van een vrouwelijke en een mannelijke gameet (en alle lichaamscellen van het organisme gevormd uit de zygote) bevat twee kopieën van elke chromosoom.

**Reductiedeling of meiose:** het proces dat het aantal chromosomen bij de vorming van de gameten terug reduceert tot de helft.

* + **Geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting**

**Geslachtelijke voortplanting:** wanneer bevruchting en meiose elkaar afwisselen, de helft van de chromosomen in een cel is afkomstig van de moeder (eicel) en de andere helft van de chromosomen afkomstig van de vader (spermacel).

**Ongeslachtelijke voortplanting:** alle genen van een individu zijn afkomstig van één enkele ouder, het dochterorganisme is genetisch identiek aan het moederorganisme (bvb bacteriën, protoctista, planten).

**De levenscyclus van alle organismen die zich geslachtelijk voortplanten, heeft hetzelfde basispatroon: afwisseling tussen het diploïd en het haploïd aantal chromosomen.**

**Syngamy:** bevruchting of de fusie van eicel en zaadcel.

Bij dieren en bij veel planten zijn de lichaamscellen en de gameetvormende cellen diploïd. Als een lichaamscel deelt (altijd door mitose) vormt ze twee identieke dochtercellen. Als een gameet-vormende cel meiose ondergaat, worden haploïde gameten gevormd (die de helft van het diploïd aantal chromosomen bevatten).

**Kiemcellijn:** de cellen bij dieren die de gameten zullen vormen (altijd door meiose).

**Multicellulaire haploïde fase:** de haploïde cellen bij planten, gevormd door meiose, die zich delen door mitose.

* + **De stadia van de reductiedeling of meiose**

**Meiose in een diploïd organisme bestaat uit twee opeenvolgende kerndelingen en onderscheidt zich van de mitotische deling door hetvolgende:**

* + 1. tijdens de eerste celdeling gaan de twee versies van elk chromosoom, de **homologe chromosomen** genoemd, paren vormen. Tijdens deze paarvorming kan genetisch materiaal uitgewisseld worden. Dit proces wordt **crossing-over** genoemd. Nadat de homologe chromosomen zich in het evenaarsvlak gerangschikt hebben, gaan de homologe chromosomen uit elkaar zodat zich in elke pool van de cel de helft van het aantal chromosomen bevindt. Elk chromosoom bestaat uit twee zusterchromatiden.
    2. de tweede meiotische deling is identiek aan een normale mitotische deling, behalve dat de chromosomen niet verdubbelen tussen de twee opeenvolgende delingen. Door de crossing-over zijn de zusterchromatiden in deze tweede deling niet identiek aan elkaar.

Verloop meiose:

* + - * De eerste meiotische deling
        + Profase I

- DNA sterk gespiraliseerd

- synapsis: de uiteinden van de chromatiden hechten zich vast aan de kernenveloppe op specifieke plaatsen, waarbij deze van homologe chromosomen naast elkaar gelegen zijn. Op deze manier komen homologe chromosomen bij elkaar.

- vorming synaptonemaal complex: elk gen van het ene chromosoom komt te liggen tegenover zijn corresponderend allel in het homologe chromosoom.

- crossing-over: de DNA-duplexen kunnen plaatselijk despiraliseren en via baseparing binden aan de corresponderende DNA streng van het homologe chromosoom. Tijdens dit synapsis proces kunnen stukken DNA worden uitgewisseld tussen de gepaarde DNA-strengen.

- chromosomen komen los van de kernenveloppe en de chromatiden gaan uit elkaar

Op dit moment zijn er 4 chromatiden voor elk chromosoom: twee homologe chromosomen met elk twee zusterchromatiden.

De 4 chromatiden worden bij elkaar gehouden op twee manieren:

ter hoogte van hun centromeer

op de plaatsen waar crossing-over plaats heeft gehad door het synaptonemaal comlex (het chiasma)

* + - * + Metafase I

Kernenveloope is gedesintegreerd en de microtubuli vormen de spoelfiguur.

Welk chromosoom van het homoloog paar gericht is naar welke van de twee polen is te wijten aan toeval.

* + - * + Anafase I

Wanneer de spoelfiguur gevormd is, beginnen de microtubuli te verkorten. Hierbij worden de homologe chromosomen uit elkaar getrokken ter hoogte van hun centromeren.

* + - * + Telofase I

Elke pool ontvangt nu een haploïde chromosomenset waarbij elk chromosoom bestaat uit twee zusterchromatiden.

De cytokinese kan al dan niet plaatsvinden na telofase I.

* + - * De tweede meiotische deling

Deze deling is eigenlijk een mitose-deling startend van de sets van chromosomen gevormd in de eerste meiotische deling. Elke pool bevat een haploïd aantal chromosomen die elk uit twee zusterchromatiden bestaan, die niet identiek zijn aan elkaar (door crossing-over). Tijdens de tweede deling gaan deze niet-identieke zusterchromatiden uit elkaar en het eindresultaat bestaat uit 4 haploïde sets van chromosomen, die elk uit één chromatide bestaan.

De cellen die gevormd worden uit deze deling functioneren onmiddellijk als gameten of delen vervolgens mitotisch om zo uiteindelijk een groot aantal gameten te vormen.

* + **Waarom is geslachtelijke voortplanting ontstaan?**

Recombinatie van genen: om dsDNA schade te herstellen.

* + **De gevolgen van sexuele voortplantingµ**

Sexuele voortplanting genereert een enorm **grote variobiliteit**.

Biologische diversiteit is het ruw materiaal waarop **natuurlijke selectie** inwerkt.

**Hoofdstuk 6 – Celbiologie: mechanismen van erfelijkheid**

De wetten van Mendel

* + Geschiedenis van de genetica

Gregor Mendel voerde voor het eerst kruisingen uit tussen zuivere rassen (erwt) die slechts in één of enkele duidelijk waarneembare kenmerken verschilden.

* + Eerste wet van Mendel (uniformiteitswet)

**Bij kruising van twee zuivere rassen (homozygoot), die in één allelenpaar verschillen, zijn alle F1-hybriden aan elkaar gelijk.**

Intermediaire kruising: het hybride kenmerk ligt tussen de kenmerken van de homozygote ouders.

Dominante kruising: het ene allel is kenmerkbepalend **(dominant)**, het andere allel is ondergeschikt **(recessief)** en treedt niet te voorschijn.

* + Tweede wet van Mendel (splitsingswet)

**Worden de monohybride individuen van de F1-generatie onder elkaar gekruist, dan zijn de individuen van de F2-generatie onderling niet gelijk.**

* Homozygoot: diploïde individuen die twee identieke allelen bezitten (RR en WW).
* Heterozygoot: diploïde individuen die twee verschillende allelen bezitten (RW).

**Kwadraat van Punnett:** schema waarin de recombinatiemogelijkheden door kruising zijn voorgesteld.

**De Mendel-splitsing van de allelen vindt plaats bij alle levende wezens, die zich geslachtelijk voortplanten. Zij heeft voor gevolgd dat:**

* de nakomelingen van een ouderpaar onderling kunnen verschillen
* uit heterozygoot uitgangsmateriaal homozygote lijnen te kweken zijn (bv.

zaadvaste planten) = raszuiver.

* + Derde wet van Mendel (recombinatie der genen)

**Bij kruising van individuen die in twee of meerdere kenmerken (= allelenparen) van elkaar verschillen (dihybride kruising) splitsen de twee allelenparen onafhankelijk van elkaar uit (onafhankelijkheidswet van Mendel).**

Wisselwerking tussen genen bij het realiseren van het genotype

* + Terugkruisingen

**Terugkruisingen of toetskruisingen:** hierbij wordt een organisme met het dominant kernmerk gekruist met een organisme dat het recessief kenmerk vertoont (om homozygote en heterozygote kenmerken van elkaar te onderscheiden).

* + Koppeling van genen

**De genen op één chromosoom zijn gekoppeld en vormen zgn. koppelingsgroepen.** (Morgan met de fruitvlieg *Drosophila melanogaster*)

Er gebeurt dus een uitsplitsing (uitmendeling) alsof er slechts 1 kenmerk aanwezig is (monohybride).

* + Crossing-over (koppelingsbreuk)

**Een recombinatie zou tot stand komen door een uitwisseling van chromatidensegmenten tussen homologe chromosomen.**

Deze koppelingsbreuk heeft plaats in het vier-strengenstadium (profase) van de eerste reductiedeling.

* + Het in kaart brengen van chromosomen

**De kans op een crossing-over is des te groter naar mate de genen verder van elkaar liggen.**

Het percentage aan crossing-over is evenwel geen maat voor de absolute afstand in micron bv.

**Bij definitie wordt als eenheid van afstand (= centimorgan) deze afstand genoemd waarbij 1% crossing-over gebeurt.**

Door de verschillende kruisingsproeven te doen is het mogelijk de rangorde van de genen op het chromosoom te bepalen. Op deze manier kan men de genen op een chromosoom in kaart brengen.

**Pleiotropie:** we zijn er vanuit gegaan dat één kenmerk één gen vertegenwoordigt op één locus. Indien twee kenmerken (of meer) altijd verbonden zijn en tussen deze kenmerken nooit een crossing-over gebeurt, worden ze eveneens door één locus (= één gen) gedetermineerd.

Multipele allelen en genen

**Multipele allelen:** op één locus liggen meer dan twee verschillende allelen die zich als dominant of recessief ten opzichte van elkaar gedragen. Bvb bloedgroepen bij de mens.

**Codominantie:** wanneer er geen dominantie is tusses bvb lA en lB.

**Multipele genen:** deze zijn bepalend voor kenmerken zoals de lichaamsgrootte, gewicht, intelligentie, huids- en oogkleur enz. ze maken het mogelijk om tussen twee uitersten verschillende overgangen te hebben.

Epi- en hypostasie

**Epistasis:** van twee genen (op verschillende loci) die eenzelfde eigenschap beïnvloeden maskeert het ene soms het effect van het andere op ongeveer dezelfde wijze als een recessief gen door het dominante allel wordt onderdrukt.

**Epistatische factor:** bovenliggende factor.

**Hypostatische factor:** onderliggende factor.

Bij dominantie heeft men te doen met twee allelen van hetzelfde paar, terwijl bij epistasie allelenparen betrokken zijn.

Plasmiden en transposons

**Plasmiden:** onder deze vorm komt ongeveer 5% van het totale DNA van bacteriën voor.

**Ontstaan plasmiden:** deze ontstaan in de DNA-streng waar een bepaalde genensequentie zich herhaalt. Door inversie en basenparing ontstaat eerst een lu die zich vervolgens vrij maakt.

**Transposons:** maken het enzyme transposase aan die de migratie van genen op de chromosomen van bacteriën en eukaryoten mogelijk maakt.

De geslachtschromosomen

**X-chromosoom:** mannetjes bezitten één chromosoom minder dan de vrouwtjes. Eén van de vrouwelijke gepaarde chromosomen heeft slechts één enkele vertegenwoordiger bij het mannetje.

**Y-chromosoom:** het mannetjes bezit een homoloog voor het tweede X-chromosoom van het vrouwtje doch dit is kleiner en verschillend van vorm.

X en Y zijn de **geslachtschromosomen** in tegenstelling tot de overige chromosomen die **autosomen** worden genoemd.

**Gynandromorfen:** ontstaan door een ongewone verdeling van de geslachtschromosomen bij de eerste klieving van het bevruchte ei. Treedt ze later op dan sterkt de geslachtsmozaïek zich uit over minder dan de helft van het lichaam.

**Barr-lichaampje:** Barr vond dat de kern bij vrouwelijke individuen tijdens de interfase een gekleurde massa bevatte (inactief heterochromatine). Dit Barr-lichaampje bleek niet bij mannen aanwezig te zijn. Hierdoor werd het dus mogelijk mannelijk van vrouwelijk weefsel te onderscheiden zelfs wanneer X en Y onzichtbaar zijn. Het Barr-lichaampje bepaalt dus het geslacht.

**Turner-syndroom:** vrouwelijke geslachtsklieren doch geen Barr-lichaampje. Er zijn slechts 45 chromosomen aanwezig waarbij slechts één X.

**Klinefelter syndroom:** Barr-lichaampje is aanwezig doch de individuen ontwikkelen in mannelijke richting. Het karyotype bevat 47 chromosomen met XXY.

**Hoe gebeuren deze afwijkingen:** tijdens de meiose kan een chromosoom gewonnen worden of verloren gaan door het niet uiteengaan van de homologe chromosomen (zie gynandromorfen).

Overerving gebonden aan het geslachtschromosoom

Geslachtschromosomen dragen genen die niet met het geslacht in verband staan. Genen voor welbepaalde kenmerken zijn op het X chromosoom gelocaliseerd.

**Bij het mannetje komt het recessief kenmerk w tot uiting omdat slechts één X chromosoom voorhanden is terwijl het Y chromosoom het overeenkomstig allel niet bezit. Een mannetje met het recessief kenmerk geeft dit alleen aan zijn dochters door, doch niet aan zijn zonen.**

**Vb van afwijkingen die aan het geslachtschromosoom gebonden zijn:** kleurenblindheid (Daltonisme) en hemofilie.

Genomische inprenting

Dit fenomeen is een uitzondering op de wetten van Mendel.

**Bij genomische inprenting, welk enkel lijkt voor te komen bij zoogdieren, komt het fenotype van een bepaald allel enkel tot uiting wanneer het allel van een bepaalde ouder afkomstig is. Bij parternale inprenting komt het gen tot uiting als het van de vader afkomstig is omdat het maternale allel in de kiemcellen werd geïnactiveerd.**

Erfelijkheid bij de mens

**Erfelijkheidsstudies moeilijk bij de mens:** lange generatieduur (25-30 jaar), weinig nakomelingen, geen planning mogelijk.

**Voordeel lange levensduur mens:** abnormaliteiten die op het einde van het leven pas ontstaan zijn op te sporen.

**Stambomen, tweelingen en polyzygoten:** worden gebruikt bij de studie van erfelijkheid.

**Voordeel sequentiebepaling humaan genoom:** SNP’s opsporen (single nucleotide polymorfismen). Verschillen in één enkele base in een gensequentie die bijdragen tot de verschillen tussen individuen van één popolatie.

* **Overerving van chromosoom 14 bij de Amish populatie:**

Populatie die stabiel was en waar veel inteelt gebeurde. Bij ongeveer 10% vond hij dat op het chromosoom 14 een knop (satelliet) te vinden was.

Karyotype bestuderen: aande hand van bloed waarbij steeds enkele leucocyten in metafase worden aangetroffen. De chromosomen worden dan gekleurd en gefotografeerd. De individuele chromosomen worden dan in paren gerangschikt volgens afdalende grootte. Zo kan men verschillende kruisingen volgen.

* **Genen en ziektes:**

Genen zijn ook verantwoordelijk voor verschillende ziektes. Externe factoren (milieu) hebben ook een invloed. Sommige ziektes zoals galactosemie en fenylketonurie worden veroorzaakt door een enkel genetisch defect.

* + **Galactosemie:** het enzyme dat galactose kan afbreken en omzetten ontbreekt.
  + **Fenylketonurie:** phenylalanine kan niet afgebroken worden. Hierdoor accumuleert het in het bloed en verschijnt het in de urine. Door een aangepast dieet kan de stof opgenomen worden.
* **Down syndroom of mongolisme:**

Autosomele afwijking. Het chromosoom 21 kom in drievoud voor. Karakteristieke oogplooien, mentale achterstand, kort lichaam, dikke nek, korte dikke handen en voeten e.a.

Veranderingen van het genoom

**Mutatie:** kleine veranderingen die optreden, die zich van andere door het milieu veroorzaakte veranderingen onderscheiden doordat ze erfelijk zijn.

* **Het voorkomen van mutaties:**
* somatische mutaties: in lichaamscellen, verantwoordelijk voor het ouder worden
* mutaties in geslachtelijk weefsel (genetische mutatie): veranderen het

genetisch materiaal binnen de kiemcellijn.

* **De mutatiefrequentie:**

De mutatiegraad: het aandeel van de nieuw gemuteerde gameten (in een haploïd genoom). Bij een mutatiegraad van 5% is er op 20 gameten één gemuteerd.

* **Factoren die de mutatiefrequentie beïnvloeden:**
  1. temperatuur: toename bij verhoogde temperatuur
  2. X-stralen: sterke toename
  3. andere hoogenergetische stralen: bvb β en α-straling (ultraviolet licht)
  4. chemische stoffen: natuurlijke bestanddelen van ons voedsel
* **Genmutaties:**

Het gevolg van een verandering in het DNA-molecule.

Puntmutaties: verandering in een nucleotide.

* **Chromosoommutaties:**

Veranderingen in de lineaire rangschikking van de genen.

1. Deletie: (breukstuk-verlies) afgebroken eind of losgeraakt middenstuk gaat verloren
2. Duplicatie: (verdubbeling) verdubbeling door crossing-over tussen homologe chromosomen op niet homologe plaatsen
3. Draaiing: (inversie) segment veranderd z’n volgorde door vorming van een lus
4. Translocatie: twee niet homologe chromosomen ruilen een stuk of een breukstuk zonder genverlies hecht zich aan een niet homoloog chromosoom

* **Ploïdie-mutaties:**

Remming van het normale mitotische of meiotische kerndelingsproces door temperatuurschokken of kernspoelvergifting wat leidt tot talrijke veranderingen van het geheel der chromosomen zonder verandering van d bouw of het gengehalte van afzonderlijke chromosomen.

* aneuploïdie: enkelvoudig (trisomie 2n+1) of tweevoudig (tetrasomie 2n+2) overcompleet chromosoom heeft storingen in het fenotype voor gevolg (Down syndroom)
* polyploïdie: in de diplofase zijn meer dan 2 homologe chromosomen per celkern aanwezig

Invloed van het milieu

Het fenotype komt tot stand door inwerking van zowel het genotype (erfelijke aanleg) als het milieu.

**Modificaties:** de variaties die uitsluitend het gevolg zijn van uitwendige omstandigheden. Bvb: verschillende grootte aardappelen, gele poten kippen bij eten maïs.

Gentherapie

Principieel wordt het in de toekomst mogelijk om erfelijke aandoeningen te behandelen door een slecht werkend gen te vervangen door een goed gen.

**Hoofdstuk 7 – Celfysiologie: het mechanisme van de genwerking**

Erfelijkheid bij micro-organismen

**Studie van micro-organismen biedt verschillende voordelen:**

* zij zijn haploïd (recessief kenmerk niet afhankelijk van dominant kenmerk)
* zeer sneel voortplantingscycli
* gering aantal kenmerken aanwezig
* mutaties kunnen gemakkelijk worden verkregen met mutagene stoffen

Bewijzen voor de locatie van de genetische informatie in het DNA

* + - * het Hammerling experiment

Bij het enten van een steel van een plant op de voet van een andere planten of omgekeerd wordt het gevormd hoedje gedicteerd door de voet (waarin zich de kern bevindt van de cel) en niet door de steel.

* + - * het Griffith experiment

De R-cel (rough) wordt getransformeerd in een S-cel (smooth) wanneer niet-pathogene vormen (R) tezamen met gedode pathogene vormen (S) geïnjecteerd worden. Deze eigenschap is erfelijk.

Verplaatsing van genen van één organisme naar een ander (transformatie).

* + - * het Hershey-Chase experiment

DNA en proteïne gemerkt met isotope tracer; welk van de twee wordt door de faag gebruikt om te infecteren?

Erfelijke informatie is DNA.

* + - * het Fraenkel-Conrat experiment

Het RNA en niet het proteïne bevat de informatie nodig voor de aanmaak van een specifiek virus.

Criteria voor een drager van de genetische informatie

**Vier criteria:**

1. coderingsmogelijkheden
2. replicatiemogelijkheid
3. fouten kunnen gebeuren wegens het bestaan van mutaties
4. vertalingsmechanisme

**Dubbele helix-model van Watson en Crick:** hoe draagt DNA de genetische informatie en hoe zorgt het voor de replicatie.

**De opeenvolging van bases wordt conventioneel altijd van 5’ naar 3’ gedaan.**

Hoe vermenigvuldigt het DNA zich? Het Meselson-Stahl experiment

**Watson en Crick model:** de basis voor de grote nauwkeurigheid waarmee DNA zich vermenigvuldigt, ligt in de complemenatariteit die vervat is in de DNA dubbelhelix.

**DNA-replicatie is semi-conservatief:** elke DNA streng is complementair aan een tweede en elk van deze twee strengen kan gebruikt worden als een matrijs om de andere complementaire streng te vormen. Elk nieuwgevormde dubbelstrengige helix bestaat uit één ouderlijke streng en een nieuwgevormde dochterstreng.

Enzymen betrokken bij de DNA replicatie

* **DNA-polymerase:** katalyseert de formatie van een polynucleotide uitgaande van de 4 nucleosidestrifosfaten van de 4 purine en pyrimidinebasen adenine, guanine, cytosine en thymine.
* **Proofreading functie van het DNA polymerase:** hersteld een vergissing die mogelijk kan optreden wegens de complexiteit van de replicatie (exonuclease-activiteit).
* **Door het feit dat de complementaire strengen antiparallel zijn, gebeurt de replicatie op elk van de strengen om een verschillende manier:**
* op de ‘leading strand’ gebeurt de replicatie continu in de 5’-3’ richting
* op de ‘lagging strand’ gebeurt de replicatie discontinu mbv Okazaki-fragmenten
* **DNA-primase:** een RNA polymerase, maakt steeds een korte RNA primer complementair aan een DNA templaat om telkens synthese van een nieuw DNA fragment te starten.
* **DNA-helicase:** ontrolt de DNA strengen.
* **DNA-ligase:** vormt een fosfodiester tussen de opeenvolgende Okazaki fragmenten.
* **Replicatie-vork:** een complex dat bestaat uit diverse enzymen en andere eiwitten.
* **Het replicatie-proces wordt opgesplitst in 3 stadia:**
  + Initiatie: replicatie begint op een specifieke plaats die herkend wordt door een initiator-eiwit. Initiator eiwitten binden ter hoogte van deze plaats en openen de dubbelhelix.
  + Elongatie: DNA polymerase voegt nieuwe nucleotiden toe aan het 3’ uiteinde.
  + Terminatie: bij prokaryoten eindigt de replicatie terug bij het startpunt. Bij eukaryoten is het einde van de replicatie aangeduid door telomeren.

Beadle en Tatum: de één gen/één polypeptide (enzym) hypothese

Experimenten op *Neurospora* (een fungus).

**De één gen - één enzym hypothese.**

Het coderen van eiwitten

**DNA – RNA – eiwit is het centrale dogma in de (moleculaire) biologie.**

**Transcriptie:** de transfer van informatie van DNA naar RNA.

**Translatie:** de transfer van informatie van RNA naar eiwit.

**Functie boodschapper DNA:** de genen bevatten de informatie voor de synthese van eiwitten. Bij eukaryoten gebeurt de eiwitsynthese in het cytoplasma terwijl het DNA in de kern zit. De pasvorm voor de eiwitsynthese is dus niet het DNA zelf. Eiwitsynthese kan immers ook gebeuren in een cel zonder kern. Er moet dus een boodschapper bestaan tussen de chromosomen en het cytoplasma.

**RNA-polymerase:** stimuleert de RNA synthese op een DNA module.

**Werking bij *E. Coli*:**

1. De DNA-code wordt overgebracht op het mRNA. De dubbele helix gaat open en een RNA complement wordt gevormd.
2. Activatie van aminozuren – tRNA. Hierbij gebeurt de binding tussen een aminozuur en zijn corresponderend tRNA waardoor een aminoacyl-tRNA gevormd. Deze reactie vergt tevens ATP en een specifiek aminoacyl-tRNA synthetase.

Anticodon: bestaat uit 3 nucleotiden (basentriplet).

Codon: positie op het mRNA.

1. Een bepaald AZ-tRNA geeft het startsignaal met startcodon AUG voor de eiwitsynthese: het methionine-tRNA.
2. In het functionele ribosoom gebeurt nu verlenging van de peptidenketen. Het ribosoom dat naar het volgende codon is opgeschoven van het mRNA, bindt het corresponderende aminozuur als het aminoacyl-tRNA, waarbij GTP nodig is. Vervolgens wordt de peptidenketen gevormd bij middel van het peptidyltransferase dat zich in het centrum van het ribosoom bevindt. De polypeptideketen eindigt ter hoogte van een terminaal stopcodon (UAA, UAG of UGA).
3. Het eiwit komt vrij bij middel van een ribosomaal proteïne, de release factor (R-factor). Hierbij komt tevens het tRNA evenals het mRNA vrij.

De universele code

Men heeft minstens drie basen of nucleotiden (tripletten) nodig om voldoende coderingsmogelijkheden voor de 20 aminozuren te vormen.

Eenzelfde aminozuur kan bestaan uit verschillende tripletten van basen.

**De code is universeel: ze is gelijk bij alle organismen.**

De ontdekking van introns

**Introns:** niet-coderende DNA (komt dus niet voor in het mRNA).

**Exons:** coderende DNA.

**RNA-splicing:** een mechanisme waardoor introns uit het nieuw gevormde mRNA geknipt worden.

Gentechnologie

Moleculaire biologen kunnen DNA manipuleren en genen kloneren. Hierbij wordt gebruikt gemaakt van specifieke endonucleasen waarbij **stukjes DNA kunnen** **uitgeknipt worden en overgebracht worden in plasmiden, fagen of andere** **vectoren**. Deze laatste kunnen het DNA fragment overbrengen in gastcellen. Deze cellen kunnen dan gescreend worden op de aanwezigheid van het ingebrachte DNA.

Verschillende medicijnen en vaccins worden heden geproduceerd d.m.v. gentechnologie.

Genoomprojecten

Het hele genoom van een organisme wordt geïdentificeerd, ttz **van alle genen** **wordt de nucleotidensequentie bepaald**.

**Hoofdstuk 8 – Celfysiologie: de energievoorziening van de cel**

De cellulaire ademhaling

**Biologische oxidatie (cellulaire ademhaling):**

Energiewinning in de cellen waardoor zij hun functie kunnen vervullen.

**Ademhaling:**

Enzymatische afbraak van hoog energierijke bindingen, waarbij de vrijgekomen energie wordt opgevangen in een andere gespecialiseerde vorm (ATP = adenosinetrifosfaat), die uiteindelijk voor verschillende celfuncties kan worden gebruikt.

**Algemene kenmerken:**

* de afgifte van elektronen of de overdracht van H-atomen, deze elektronen vloeien van een hogere energievorm naar een lagere
* in deze afbraak wordt elke stap door enzymen gekatalyseerd (energie geleidelijk opvangen)
* verschillende coenzymen spelen hierbij een rol
* coenzyme A (acetylvorm) vormt een sleutelpositie in zowel het koolhydraat, vet als eiwitmetabolisme
* ATP is de energievorm van de cel welke onmiddellijk beschikbaar is (opslaan gebeurt onder vorm van vet en koolhydraten)

**Anaërobe en aërobe ademhaling:**

* anaërobe: onafhankelijk van zuurstof (producten verder afgebroken tot CO2 en H2O)
* aërobe: gebruikt zuurstof

**De anaërobe ademhaling of glycolyse:**

* hierbij wordt de glucosemoleculen gesplitst in kleinere eenheden onder afgifte van H+ en eindigt met de vorming van het pyruvaat
* het **pyrodruivenzuur** is het eindproduct van de gemeenschappelijke weg van de aërobe en anaërobe afbraak
* in lichaam van mens en dier hebben weefsels kortstondig zuurstofgebrek bij snel lichamelijk werk waardoor de bloedsomloop niet voor voldoende aanvoer van zuurstof kan zorgen 🡺 anaëroob: **pyrodruivenzuur gereduceerd tot melkzuur**
* voor deze omzetting zorgt het enzyme melkzuurdehydrogenase
* bij oxidatie van een stof komen H-atomen met hun elektronen vrij. NAD+ kan twee elektronen opvangen zodat we hebben:

NAD+ + 2H NADH + H+

* in NADP+ bezit de moleculen op het ribose van adenosine een derde fosfaatgroep, hieruit volgt de bruto-reactie van de glycolyse:

C6H12O6 + 2ADP + 2Pi 2C3H6O3 + 2ATP

glucose melkzuur

* bij planten, fungi en bacteriën treedt veelvuldig anaërobe afbraak op
* bekend proces hierbij is de **alcoholische gisting**:

C6H12O6 + 2ADP + 2Pi 2C2H5OH + 2CO2 + 2ATP

* hierbij wordt het gevormde pyrodruivenzuur eerst enzymatisch gedecarboxyleerd tot **acetaldehyde**, dat vervolgens door het ontstane NADH gereduceerd (alcoholdehydrogenase) tot **ethylalcohol**
* gistcellen vergiftigen zichzelf bij een alcoholconcentratie boven 13%
* de alcoholische gisting die zich voordoet bij de bierbereiding geschiedt door **Saccharomyces cerevisiae**
* de alcoholische gisting die optreedt bij de wijnbereiding is te wijten aan **Saccharomyces ellipsoides**
* bacterie *Escherischia coli* produceert enkel melkzuur, wordt gebruikt voor het bewaren van graanvoeder in silo’s, ook melkzuurgisting bij bereiding van bepaalde kaassoorten
* bij de **eiwitrotting** worden eiwitten verwerkt in een anaëroob ademhalingsproces, de **eiwitgisting**

**De aërobe ademhaling:**

* bij aanwezigheid van voldoende zuurstof dringt het **pyrodruivenzuur** het mitochondrium binnen, waar het wordt omgezet tot het **acetylcoenzyme A**
* hierbij gebeurt een **dehydrogenatie** en een **decarboxylatie** (-CO2) waardoor de C3-binding (pyrodruivenzuur) omgezet wordt in een C2-molecule (acetylcoenzyme A)
* het **acetylcoenzyme A** is verder in staat om met behulp van oxaalazijnzuur (C4) het **cintroenzuur** (C6) te vormen
* het citroenzuur ondergaat nu een **cyclisch proces**
* het azijnzuur, weliswaar onder de vorm van acetylcoenzyme A, wordt volledig afgebroken:

CH3COOH + 2H2O 2CO2 + 8H

* de vrijgekomen waterstof (met elektronen) wordt in de zgn. **terminale ademhalingsketen** overgedragen naar O2 via “carrier” moleculen
* per glucosemolecule heeft men: 24e- + 24H+ + 6O2 12H2O
* het gehele proces van de terminale ademhaling speelt zich af op de **binnenste membraan**, die de cristae vormt
* citroenzuurcyclus of Krebscyclus
* de vorming van ATP wordt ook wel **oxidatieve fosforylatie** genoemd

**Het rendement van de glycolyse:**

Van de totale beschikbare energie van glucose (686 kcal) wordt bij de vorming van melkzuur slechts een 7% vrijgesteld waarvan 1/3 opgevangen in ATP.

**Het rendement van de cellulaire ademhaling:**

C6H12O6 + 6O2 + 6H20 6CO2 + 12H20

**Rendement totale oxidatie:**

**Voor de totale oxidatie, glycolyse inbegrepen, is er een winst van 36 moleculen ATP voor 1 moleculen glucose.**

**Een rendement dat veel hoger ligt dan dat van de gisting.**

De glycolyse gebeurt in het cytoplasma, terwijl de andere processen van de cellulaire ademhaling zich in de mitochondriën afspelen.

**Enkele celfuncties waarvoor ATP noodzakelijk is:**

1. osmotische energie (actief transport)
2. mechanische energie (bv. spiercontracties)
3. lichtenergie (bioluminiscentie van bv. glimwormen)
4. warmte
5. chemische energie en anabolisme (biosynthese van eiwitten, koolhydraten, vetten en nucleïnezuren e.a.)

**Verband tussen koolhydraat-eiwit- en vetstofwisseling:**

* door **acetylcoenzyme A** kunnen koolhydraten en vetten en elkaar overgaan
* ook aminozuren kunnen in acetylcoenzyme A worden omgezet
* alle brandstoffen leveren bij aërobe afbraak via deze stof ATP
* vetten bevatten meer energie en dienen dan ook als energiereservoir
* **essentiële vetzuren**: de enkele vetzuren die het lichaam niet kan synthetiseren
* eiwitten worden in de cel afgebroken tot aminozuren en door verdere desaminatie tot pyroduivenzuur en acetylcoenzyme A
* **essentiële aminozuren**: aminozuren die de mens niet kan synthetiseren en die via de voeding dienen opgenomen te worden

De fotosynthese

* de energie in de verschillende moleculen is afkomstig van het zonlicht
* het vastleggen van deze stralingsenergie (hv) gebeurt in **autotrofe groene** **planten** en **fotosynthetische bacteriën**
* bij groene planten: 6CO2 + 6H2O + hv C6H12O6 + 6O2
  + **De pigmenten**
* de absorptie van licht gebeurt door het clorophyl dat aanwezig is in de chloroplasten waarbij zowel ATP als NADPH wordt gevormd. ATP en NADPH worden vervolgens in het donker gebruikt voor de assimilatie van CO2 tot koolhydraten
* de **phytolstaart:** een lange koolwaterstofzijketen in chlorofyl
* er bestaat chlorophyl a en b
* chlorofyllen zijn pigmenten omdat ze licht absorberen
* zowel chlorofyl a als b absorberen vooral licht in het rood en violet deel van het spectrum (groen licht zeer weinig)
* **carotenoïden:** absorberen licht vooral in het blauw deel van het zichtbare spectrum en zijn daarom rood tot geel gekleurd
* de binnenste membraan van de chloroplast bevat **lamellae**, deze omsluiten dan vesikels welke **thylakoïden** genomend worden en de grana vormen
* enzymen nodig voor de donkere fase van de fotosynthese liggen in het stroma
  + **De lichtfase van de fotosynthese**
* **HILL-reactie:** een celvrije suspensie van chloroplasten stelt in aanwezigheid van licht zuurstof vrij zonder CO2
* **fotosysteem I** is gevoeliger voor langere golflengten

**fotosysteem II** is gevoeliger voor de kortere golflengten

* werking: tijdens de lichtfase gebeurt lichtabsorptie door zowel fotosysteem I als II. I produceert vnl. NADPH, terwijl II een fotolyse van water veroorzaakt. Beide systemen kunnen ATP vormen. NADPH wordt via een niet-cyclisch elektronentransport gevormd terwijl ATP zowel via een cyclisch als een niet-cyclisch elektronentransport kan tot stand komen

(= fotofosforylatie).

* + **De donkere fase van de fotosynthese**
* **Calvin-kringloop of Calvin-cyclus:** gemerkt CO2 en groenwier **Chlorella**. In aanwezigheid van licht gebeurt fotosynthese en verschijnt gemerkt fosfoglycerinezuur
* verloop: 1. door carboxydismutase wordt CO2 gebonden aan het

ribulosedifosfaat en ontstaan twee P-glycerinezuren (C3)

2. deze worden omgezet tot fosfoglyceraldehyde

3. dit fosfoglyceraldehyde vormt een eindstap in de fotosynthese

De fotosynthese bij bacteriën

Fotosynthetische bacteriën bouwen uit CO2 mbv. het licht organische koolstofverbindingen op. Al deze bacteriën verbruiken andere stoffen dan water om uit koolzuuranhydride koolhydraten op te bouwen. In zuurstofhoudend milieu kunnen ze zelfs niet leven: het zijn **anaërobe organismen**.

De chemosynthese

**Enkele organismen kunnen energie vastleggen die vrijkomt bij chemische reacties, nl. de oxydatie van anorganische stoffen.**

De overige stappen van de koolzuurassimilatie, nl. het gebruik van NADPH als reductiemiddel, ribulosedifosfaat als CO2-acceptor en water als H-donor stemmen sterk overeen met de processen van de fotoautotrofe planten.

**Naargelang het gebruikte substraat onderscheidt men:**

1. Nitrificerende bacteriën:

**Zetten NH3 om tot nitriet, oxyderen salpeterigzuur tot salpeterzuur.**

Het ammoniak afkomstig van de eiwitafbraak (e.a.) wordt terug beschikbaar gemaakt voor planten.

**Stikstofoxidatie**: het proces waarbij vrije stikstof omgezet kan worden in organische stoffen (bacteriën van het geslacht **Rhizobium**).

1. Zwavelbacteriën:

In poelen, bezinkingsvijvers, zuiveringsinstallaties en zwavelhoudende bronnen.

Hierbij wordt de energie verkregen door de **oxydatie van H2S**.

1. Methaanbacteriën:

Het door bacteriële afbraak van cellulose ontstane CH4 (moerasgas) wordt door deze bacteriën **verbrand tot CO2 en water**.

1. Knalgasbacteriën:

Deze **oxyderen waterstof tot water**.

**Hoofdstuk 10 – Embryogenese**

Seksuele en aseksuele voortplanting

* + Seksuele voortplanting

Hierbij ontwikkelt een nieuw individu zich uit een zygote die ontstaat bij de versmelting van twee gameten van verschillend geslacht. De mannelijke gameten worden **spermatozoa** genoemd, de vrouwelijke gameten **ova of eicellen**.

Bij versmelting van de haploïde gameten komen de homologe chromosomen van twee verschillende individuen samen, wat de genetische variatie binnen de soort ten goede komt.

* + Aseksuele voortplanting

Vorm van vermenigvuldiging waarbij geen versmelting van gameten van verschillend geslacht optreedt.

**Fragmentatie**: het individu deelt zich in twee of meerdere delen die elk tot een nieuw individu ontwikkelen.

**Knopvorming**: dit stukje van het ouderlijk lichaam vormt een nieuw, losstaand individu of blijt aan het ouderdier vastzitten, zodat een kolonie gevormd wordt.

Bij aseksuele voortplanting is elk nieuw individu genetisch identiek aan het ouderorganisme.

* + Afwijkende vormen van voortplanting
* parthenogenese:

vrouwelijke dieren produceren nieuwe individuen uit onbevruchte eicellen.

* hermafroditisme:

eenzelfde individu produceert zowel mannelijke als vrouwelijke gameten.

**Zelfbevruchting**: bij simultaan hermafrodieten.

**Kruisbevruchting**: de spermatozoa van het ene individu bevruchten de eicellen van het andere individu en vice versa.

**Sequentieel hermafroditisme**: individu is eerst vrouwelijk en dan mannelijk (protogynie) of omgekeerd (protandrie).

Evolutie van de voortplanting bij vertebraten

Zowel interne bevruchting als interne ontwikkeling door overgang van water naar land. Bij externe bevruchting gebeurt de ontwikkeling ook extern.

**Drie variaties van interne bevruchting:**

* ovipariteit: het ei ontwikkelt uitwendig, gebruik makend van dooierreserve
* ovovivipariteit: het ei ontwikkelt inwendig, gebruik makend van de dooier
* vivipariteit: uitwisseling van voedingsstoffen tussen moederdier en embryo
* Vissen

**Beenvissen:** externe bevruchting. Het embryo in de eieren ontwikkelt snel en gaat verder als larve zijn voedsel in het water zoeken.

**Kraakbeenvissen:** interne bevruchting. De mannelijke vissen maken gebruik van een staafvormige uitgroei op elke buikvin, de **pterygopoden**.

* Amfibieën

Planten zich voort in het water via uitwendige bevruchting. De larven die uit het ei komen, dienen zich nog een hele tijd te voeden in het water en te groeien, vooraleer ze via metamorfose overgaan in het adulte stadium dat ook op het land kan leven.

* Reptielen

Interne bevruchting, waarbij het mannelijk dier gebruik maakt van een penis.

Het **amnionvlies** omhuld het embryo waardoor het ei zich op het land kan ontwikkelen.

* Vogels

Altijd ovipaar. Interne bevruchting. Mannelijke dieren hebben geen penis maar duwen hun cloaca tegen dat van de vrouwelijke dieren.

Hun **amnioot ei** is omgeven door een harde kalkschaal (bescherming). De endotherme vogels bebroeden hun eieren om ze warm te houden.

**Nestblijvers:** de jongen zijn bij het uitkippen relatief weinig ontwikkeld.

**Nestvlieders:** de jongen zijn bij het uitkippen reeds beter ontwikkeld.

* Zoogdieren

Interne bevruchting, via een penis. Vivipaar, behalve de orde van de **Monotremata** (ovipaar). Zogen hun jongen via melkklieren.

**Buideldieren:** de jongen worden geboren in een weinig ontwikkeld stadium. Kruipen in **buidel** moederdier waar ze verder ontwikkelen terwijl ze gezoogd worden via tepels.

**Placentaire zoogdieren:** het ontwikkelde embryo krijgt voedingsstoffen van de moeder via de **placenta**. Na de geboorte worden de jongen gezoogd met melk geproduceerd in de melkklieren.

Voortplanting bij zoogdieren

* De gametogenese
  + Ontwikkeling zaadcellen:

**Spermatogenese:** ontwikkeling zaadcellen

**Testis:** teelbal, opgebouwd uit testislobjes

**Tubuli seminiferi:** hierin ontwikkelen de zaadcellen

**Spermatogonia:** de kiemcellen, produceren primaire spermatocyten, diploïde primaire spermatocyt 🡺 meiose I 🡺 twee haploïde spermatocyten 🡺 meiose II 🡺 twee spermatiden

De spermatiden gaan via de **vasa efferentia** naar de **epididymis** of bijbal waar ze verder rijpen tot **spermatozoa**.

**Sertoricellen:** ondersteunen de spermatogense.

**Leydigcellen:** produceren androgenen (secundaire geslachtskenmerken)

* + Ontwikkeling eicellen:

**Oögenese:** ontwikking eicellen

**Oögonia:** kiemcellen 🡺 mitose 🡺 primaire oöcyten 🡺 meiose I 🡺 secundaire oöcyt en eerste poollichaampje 🡺 meiose II 🡺 ovum en tweede poollichaampje

**Granulosacellen:** voedende cellen die de primaire oöcyten omgeeft (samen follikel)

**Graafse follikel:** follikel die openbarst op het moment van de ovulatie

**Corpus luteum of geel lichaam:** restanten Graafse follikel

* Hormonale controle van de voortplanting

De hypofysaire hormonen die de voortplanting reguleren zijn **luteïniserend** **hormoon (LH)** en **follikelcel stimulerend hormoon (FSH)**. De secretie van beide hormonen staat onder invloed van het hypothalamische **gonadotropine-releasing hormoon (GnRH)**.

**Functie FSH en LH bij mannelijke dieren:**

* FSH: stimuleert de Sertolicellen in ondersteunig spermatogenese
* LH: stimuleert de Leydigcellen tot productie androgenen (testosteron)

**Functie FSH en LH bij vrouwelijke dieren:**

* FSH: stimuleert rijping eicellen en vorming Graafse follikel
* LH: stimuleert ovulatie en houdt corpus luteum in stand
* **Menstruele cyclus:**

Bij mensen en primaten. Ingedeeld in folliculaire fase en luteale fase, gescheiden door ovulatie. Bloedingen bij begin nieuwe cyclus tijdens de menses of menstruatie.

* **Oestrale cyclus:**

Bij zoogdieren. Geen bloedingen. Ingedeeld in pro-oestrus, oestrus, metoestrus en dioestrus.

Bevruchting

* Penetratie

Aan de oppervlakte van de eicel zitten moleculen en daarmee binden meerdere zaadcellen en beginnen zich een weg te banen tot aan de plasmamembraan van de eicel. Bij acrosoom komen enzymen vrij die de beschermlagen oplossen en de beweging van de flagel helpt bij het dieper binnendringen.

* Activatie

**Corticale reactie:** reactie die belet dat nog andere zaadcellen tot in de eicel geraken wanneer één zaadcel de plasmamembfraan van de eicel doorboord heeft.

* Versmelten van de kernen

De kern van de zaadcel versmelt met de kern van de eicel ter vorming van de diploïde kern van de zygote.

Zaadcel dringt binnen in eicel 🡺 einde tweede meiotische deling 🡺 vorming tweede poollichaampje 🡺 cytoplasma eicel gereorganiseerd 🡺 centriole vormt spoelfiguur waarrond chromosomen van zaad- en eicel zich richten 🡺 zygote bezit diploïd aantal chromosomen 🡺 bevruchting is tot stand gekomen. Met de eerstvolgende mitotische deling zal de embryonale ontwikkeling een aanvang nemen.

* Klievingsdelingen en vorming blastula

**Klievingsdelingen:** delingen van de zygote onmiddellijk na bevruchting waardoor de cellen kleiner worden.

**Morula:** compact bolletje cellen.

**Blastula:** naarmate de delingen verder gaan ontstaat er centraal een holte en liggen de cellen meer tegen het oppervlak van de bol aan, de cellen zijn blastomeren en de centrale holte is de blastocoel.

* + Holoblastische klieving: wanneer er weinig dooier in de eieren aanwezig is.
  + Meroblastische klieving: wanneer er veel dooier in de eieren aanwezig is.
* Gastrulatie en vorming kiemlagen

**Gastrulatie:** een proces waarbij de drie kiembladen gevormd worden: het ectoderm, het mesoderm en het endoderm.

Ectoderm geeft aanleiding tot vorming epidermis en neuraal weefsel.

Endoderm ontwikkelt tot darm met bijhorende verteringsklieren.

**Mesoderm ontstaat later in de gastrulatie. Kan op 2 manieren:**

* bij protostomia groeit mesoderm uit cellen die afgesnoerd worden op de overgang tussen ecto- en endoderm
* bij deuterostomia ontstaan mesoderm uit afsnoeringen archenteron

Mesoderm vormt later bindweefsel, spieren, skelet en circulatiestelsel.

Bij protostomia vormt blastoporus de mond (geen aparte anus).

Bij deuterostomia vormt archenteron de mondholte en bastoporus de anus.

**Bij reptielen en vogels:**

* blastula ontwikkelt als schijf op dooiermassa
* de bovenkant van deze schijf wordt het ectoderm
* de onderkant vormt het endoderm
* mesoderm ontstaat ter hoogte van een invaginatie van het ectoderm, de **primitiefstreep**, en migreert verder lateraal tussen het ectoderm en het endoderm

**Bij zoogdieren:**

* de celmassa aan de bovenkant van de blastula groeit verder uit tot het embryo
* de onderkant vormt de trofoblast
* eerst vormt zich een ectoderm en een endoderm
* vorming mesoderm gebeurt via invaginatie ter hoogte van de primitiefstreep
* Neurulatie

**Bij vertebraten twee belangrijke processen aan de dorsale zijnde van het embryo:**

* Vorming chorda dorsalis of notochord:

Een buigzame staaf steunweefsel die zich vormt uit het mesoderm en over de lengteas van het embryo loopt. Later worden rond deze chorda de wervels gevormd. Eens gevormd induceert het de vorming van de neurale buis.

* Vorming neurale buis tijdens neurulatie:

In het ectoderm vormt zich een neurale groeve. Deze plooit verder naar binnen en snoert zich volledig af van het ectoderm ter vorming van de neurale buis.

* Extraembryonale membranen

De embryo’s van reptielen, vogels en zoogdieren zijn omgeven door een met vloeistof gevulde amnionholte om ontwikkeling buiten het water mogelijk te maken. Ze vormen de Amniota, met een amnioot ei.

De eieren zijn omgeven door een stevige membraan of schaal om uitdroging tegen te gaan.

**Cleidoïsche eieren:** eieren met stevige membraan of schaal, een massa reservemateriaal binnen de membraan (dooier), er kunnen tijdens ontwikkeling afvalstoffen opgeslagen worden, vergaande embryonale ontwikkeling binnen een gesloten geheel.

Naast amnion nog andere extraembryonale vliezen: het **chorion**, het **allantois** en de **dooierzak**.

**Reptielen en vogels:**

* amnionholte: waterige omgeving voor embryo
* chorion: uitwisseling ademhalingsgassen
* dooierzak: energievoorziening
* allantois: opstapelen stikstofhoudende afvalstoffen (urinezuur)

**Zoogdieren:**

Er is veel minder dooiermateriaal aanwezig en de dooierzak speelt geen rol in de voeding van het embryo, dat zijn voeding verkrijgt van het moederdier via de placenta.

Allantois: vorming navelstreng (bevat bloedvaten waardlangs voedingsstoffen, ademhalingsstoffen en afvalstoffen uitgewisseld worden tussen placenta en moederdier).

**Insecten:**

Eieren zijn centrolecithaal, er vormt zich een blastoderm, tijdens de gastrulatie worden de drie kiemlagen gevormd.

* Metamorfose

**Rechtstreekse of directe ontwikkeling:** het jonge individu dat uit het ei komt is een miniatuuruitgave van het volwassen of adulte dier.

**Onrechtstreekse of indirecte ontwikkeling:** de jongen worden als larve geboren en ondergaan tijdens de metamorfose een duidelijke gedaantewisseling naar de adulte vorm.

* Metamorfose bij insecten

De metamorfose bij insecten is het gevolg van een daling in de hoeveelheid **juveniel** **hormoon** en een toename in de hoeveelheid **ecdyson**.

Volledige metamorfose: bij **Holometabola**, larvale stadia (wormvormig) 🡺 pupa of popstadium 🡺 adulte stadium.

Onvolledige metamorfose: bij **Hemimetabola**, juveniele stadia 🡺 larvale vervellingen 🡺 kenmerken adult. Geen popstadium.

Metamorfose bij amfibieën: uit ei komt larve (kikkervisje of dikkopje) 🡺 leeft in water, voeding met plantaardig materiaal 🡺 ademen via uitwendige kieuwen, bewegen via brede zwemstaart 🡺 verdwijnen uitwendige kieuwen 🡺 verschijnen achter- en voorpoten 🡺 staart geresorbeerd 🡺 omschakeling naar dierlijke voeding en lichtademhaling via longen.

Metamorfose van amfibieën wordt op gang gebracht door een stijging in de hoeveelheid **schildklierhormonen**.

* Mechanisme van de differentiatie: de genetische expressie
* de grijze sikkel is noodzakelijk voor de gastrulatie
* ongelijke verdeling van materiaal in het bevruchte ei bepaalt het lot van de verschillende cellen
* de organisator: de naar binnen gerichte beweging van bepaalde cellen welke de dorsale lip van de blastoporus vormen
* inductiefactoren zijn meestal groeifactoren:
  + - neurale factor: veroorzaakt de vorming van het centraal zenuwstelsel
    - mesodermale factor: veroorzaakt de vorming van spierweefsel, chorda en nieren
* de vorming van cellen wordt beïnvloed via remstoffen van reeds gevormde weefsels
* embryonale ontwikkeling hangt ook af van de interactie tussen cellen
* kankercellen bezitten deze eigenschap niet zodat ze andere cellen niet herkennen waardoor hun migratie en celdeling niet wordt afgeremd
* Het verouderingsproces

Met toenemende leeftijd zullen alle structuren en functies van het lichaam progressief ontaarden, wat uiteindelijk tot de dood zal leiden.

In een multicellulair organisme leidt de specialisatie van cellen en de afhankelijkheid van andere cellen tot de dood indien deze laatste door ziekte of schade afsterven. Alle multicellulaire organismen sterven uiteindelijk, doch kunnen velen dit uitstellen door oudere cellen te vervangen door nieuwe. De functies van vele organen verminderen doordat cellen gewoonweg afsterven.

Verschillende hypothesen:

* Metabolisme:

Hoe sneller een dier leeft, ttz hoe sneller het groeit en een hoger metabolisme heeft, hoe sneller het zal verouderen.

* Mutaties:

Somatische mutaties oiv bv straling veroorzaken in de cel een synthese van abnormale polypeptiden en eiwitten waardoor de cel degenereert.

* Genentheorie (de telomerase theorie):

Verouderen is een intrinsieke eigenschap van de cel en volledig door de genen bepaald. Aan het uiteinde van een chromosoom kan het DNA polymerase de synthese van een nieuwe keten niet opstarten. Teleomere DNA sequenties zijn eenvoudige repetitieve DNA sequenties en worden gerepliceerd door het enzyme telomerase. Bij het verouderen verkorten de telomeersequentie omdat de hoeveelheid telomerase vermindert. Uiteindelijk leidt deze verkorting tot celdood.

* Burnet theorie:

De snelheid waarmee het verouderingsproces tewerk gaat wordt bepaald door de snelheid waarbij DNA hersteld wordt. DNA-polymerasen herstellen beschadigde secties op de DNA-molecule. Indien ze hun werk verrichten kan bv. geen stralingsmutatie optreden. Volgens Burnet zijn de somatische mutaties verantwoordelijk voor het feit dat de structurele genen abnormale eiwitten gaan vormen.

**Hoofdstuk 11 – Dierencellen en weefsels**

Men onderscheidt: epitheel-, bind- of steun-, spier-, zenuw- en bloedweefsel.

Soorten weefsels

* Epitheelweefsel

**Bouw:** dicht op elkaar met weining interstitieel materiaal, vormen binnen- of buitenoppervlaktes in enkelvoudige of meervoudige lagen.

**Functie:** bescherming tegen verwondingen, uitdroging, microorganismen, absorptie van materialen en excretie van afvalstoffen, secretorische functies, zintuigfunctie.

**Indeling:** geschubd, kubusvormig, zuil of cylindervormig, trilhaarepitheel

* Steunweefsel

**Bouw:** veel intercellulair materiaal (matrix).

**Functie:** ondersteunen het lichaam en binden de verschillende delen samen.

**Gewoon bindweefsel:** bindt organen aaneen, beschermt spier- en zenuwweefsel.

*Elastisch bindweefsel:* als de elastishce vezels overheersen (wand bloevaten).

*Vezelig bindweefsel:* als de collagene vezels overheersen (pezen en banden).

**Vetweefsel:** soort bindweefsel waarbij de cellen met vet zijn gevuld.

Functie: reservevoedsel, warmte-isolerende rol.

* Kraakbeen

Elastisch steunweefsel waarbij het tussencelstof erg hard en

homogeen (gewrichtsvlakken) of vezelig (oorschelpen,

tussenwervelschijven) is. De kraakbeencellen of **chondrocyten**

bevatten geen bloedvaten.

* Beenweefsel

Zeer hard en stevig. Bij kinderen erg buigzaam door aanwezigheid van collagene vezels, bij het ouder worden nemen de calciumzouten toe waardoor de beenderen broos worden.

**Functie:** bezit dus naast steun- en beschermingsfunctie een calcium en fosfaatreserve, vorming rode bloedcellen.

De kleine beencellen of **osteocyten** staan door fijne uitlopers met elkaar in verbinding. Ze zijn in concentrische lagen gerangschikt rondom de **kanalen van Havers**, waarin bloevaten lopen.

**Ontstaan:**

a) Perichondrale beenvorming: direct vanuut de osteoblasten of beenvormende cellen.

b) Enchondrale beenvorming: indirect, waarbij de osteoblasten het reeds bestaande kraakbeen binnendringen.

**Epifyse:** het uiteinde van een pijpbeen.

**Diafyse:** het middelste stuk of schacht van een pijpbeen.

* Spierweefsel
  + - * De skeletspier:
* willekeurige spier (staat rechtstreeks onder controle van het zenuwstelsel en de wil
* doorsnede: spier, spierbundel, dwarsgestreepte spiervezel
* **syncytium:** ontstaat door versmelting van vele cellen waardoor elke spiervezel wel enkele honderden kernen bevat
* de contratiele fibrillen bestaan uit banden met verschillende lichtbreking, hierdoor wordt de dwarsstreping veroorzaakt
* iedere dwarsgestreepte **myofibril** is opgebouw uit sarcomeren
* sarcomeer wordt begrensd door de Z-membranen
* lichte I-banden en donkere A-banden (met lichtere H-zone erin)
* A-banden bestaan uit myosine, I-banden bestaan uit actine
* bij contractie verandert lengte A-band niet, doch H-zone wordt smaller, bij volledige contractie verdwijnt I-band volledig
* **schuifhypothese:** tijdens de contractie schuiven de dunne actinefilamenten tussen de dikke myosinefilamenten met vorming van het actomyosine
* energie bij spiercontractie komt van ATP (gering) en **creatinefosfaat**

CP + ADP C + ATP

(CP fungeert als een energiereservoir voor de ATP-synthese)

* **motorische eindplaat:** uiteinde motorneuron, vormt een neuromusculaire binding met de spiervezel
* zenuwgeleiding bestaat uit depolarisatiegolf die de neurotransmitter acetylcholine vrijstelt
* **sommatie:** bij infrequentie depolarisaties van het motorneuron keert de Ca++-concentratie in de rusttoestand terug alvorens de volgende depolarisatiegolf volgt. Bij frequente depolarisaties treedt sommatie op van de prikkel. Een motorneuron innerveert meer dan een spiervezel, de motorunit. De totale kracht van een skeletspier is op zijn beurt afhankelijk van de contracties van deze motorunits.
* **isometrische contractie:** lengte spier blijft constant en het verkorten van de sarcomeren heeft een verhoogde spanning voor gevolg
* **isotonische contractie:** de spier verkort, de spiertonus blijft constant
* **de Coricyclus:** het gevormde melkzuur wordt in de bloedcirculatie vrijgesteld bij zware spierarbeid. Verschillende weefsel verbranden dit melkzuur via de Krebscyclus en de terminale ademhalingsketen met vorming van ATP en CO2. De lever is in staat via de Coricyclus het melkzuur om te vormen tot glucose dat in de spier, waar alle glycogeen verbruikt werd, terug anaëroob verbrand wordt met vorming van ATP en melkzuur. Bij gebrek aan glycogeen in de spier wordt eveneens de vetreserve aangesproken. De energieproductie hieruit verloopt evenwel de helft trager wat een vermindering van de prestaties voor gevolg heeft.
  + - * De gladde spier:
* onwillekeurige spier (contractie niet beïnvloed door de wil)
* in spijsverterings-, ademhalings- en circulatiestelsel
* spoelvormige cellen met één kern
* in lengterichting lopen contractiele fibrillen zonder dwarsstreping
* werken traag en zijn niet spoedig vermoeid (itt dwarsgesteepte skeletspier)
* bezitten per myosine filament 10-15 actine filamenten
* geen Z-lijnen of sarcoplasmatisch reticulum
  + - * De hartspier:
* dwarsgestreepte onwillekeurige spier
* spiercellen vertakken en vormen netwerk
* 1 of meerdere kernen
* geen celversmelting zoals in de skeletspier
* “glanslijnen” vormen de celgrens en scheiden lange stukken af
* Het hart klopt tgv een periodische elektrische impuls welke ontstaat in de buurt van de hartvenen die in het rechter atrium (voorkamer) het hart binnendringen
* Zenuwweefsel

**Functie:** het vervoer van elektrische signalen.

**Bouw:** cellichaam (met kern en cytoplasma) en twee types van uitlopers, de **dendrieten** en het **axon**.

**Synaps:** de plaats waar een axon ingrijpt op de dendrieten van een volgende zenuwcel.

**De verbinding tussen een zenuwcel en een spier gebeurt bij middel van de motorische eindplaats of eindboompje. Men onderscheidt:**

* + - * 1. Efferente of motorneuronen:

De richting van de prikkelgeleiding gebeurt via de richting dendrieten-axon. Het axon is omgeven door een myelineschede, gevormd door de spiraalvormig opgerolde **Schwancellen** en op regelmatige plaatsen onderbroken door **knopen van Ranvier**. Het motorneuron geleidt de prikkel van het **centraal zenuwstelsel (CZS)** naar een effectororgaan zoals bv. de spier.

**Rol myelineschede:**

* isolatie zenuwvezels in hersenen en ruggenmerg
* verhoging geleidbaarheid van impuls doorheen de zenuw
  + - * 1. Afferente of sensorische neuronen:

Bipolaire neuron waarbij de ene uitloper de impulsen van een receptor aanbrengt bij het cellichaam terwijl de andere uitloper deze impulsen doorstuurt naar het CZS. Een myelineschede is aanwezig.

* + - * 1. Interneuronen:

In hersenen en ruggenmerg. Zorgen voor verbinding tussen sensorische en motorneuronen. Zeer vertakte dendrieten waardoor de mogelijkheden voor zenuwimpulstransmissie in belangrijke mate worden verhoogd.

* Bloedweefsel

Plasma met cellen vormt het bloed.

**Serum:** plasma zonder het fibrinogeen (bloedstolling).

De rode bloedcellen (**erythrocyten**) bevatten hemoglobine.

De bloedplaatjes (**thrombocyten**) bij bloedstolling betrokken.

De witte bloedcellen (**leucocyten**) voor verdediging van het lichaam.

**Hemoglobine:** eiwit in bloed, geeft aan bloed rode kleur, verantwoordelijk voor transport van zuurstof (O2) en koolstofdioxide (CO2)

**Hoofdstuk 12 – Het spijsverteringsstelsel**

Dieren zijn heterotroof en verkrijgen hun organische moleculen dus door eht verorberen van andere organismen. De opgenomen moleculen worden afgebroken in kleinere moleculen, die vervolgens gebruikt worden als energiebron en als bouwstenen om terug grotere, lichaamseigen moleculen te synthetiseren. De voedingsstoffen die een dier nodig heeft zijn water, sachariden (suikers), lipiden (vetten), proteïnen (eiwitten), vitaminen en minerale zouten.

Soorten vertering:

**Bij sponzen en endoparasieten:**

Voedingsstoffen volledig via absorptie doorheen lichaamsoppervlak. Hebben geen verteringsorganen nodig omdat de opgeloste voedingsstoffen ofwel rechtstreeks gebruikt kunnen worden, ofwel intracellulair verteerd worden.

**Bij de meeste dieren:**

Voedsel extracellulair verteerd; meestal binnen het spijsverteringsstelsel.

Onvolledig spijsverteringsstelsel:

Slechts één opening die tegelijk dient als mand en anus (Cnidaria of neteldieren, parasitaire Platyhelminthes of platwormen). Niet veel differentiatie.

Volledig spijsverteringsstelsel:

Voedsel komt binnen via de mond, wordt verteerd in de darm en de resten verlaten het lichaam via de anus. Wél vergaande specialisatie van verschillende delen van de darm.

Hongergevoel en voeding

Bij behoefte tot eten krijg je een **hongergevoel**, na de voedingsakt verdwijnt het hongergevoel en treedt een **verzadigingsgevoel** op om te vermijden dat een teveel aan voedsel wordt opgenomen. Bij overdaad ontstaat walging en braaklust.

**Het centrum van verzadiging is gelokaliseerd in de ventro-mediale kern van de hypothalamus**. Na lesie van dit centrum verdwijnt verzadigingsgevoel en ziet men hyperfagie. Hierdoor ontstaat een zeer sterke obesitas. Bij prikkeling van de intacte ventromediale kern word de eetlust geremd.

**Het centrum voor eetlust is gelokaliseerd in de laterale kern van de hypothalamus**. Letsel in dit gebied verwekken fagie. Prikkeling verwekt enorme eetlust.

Bouw van spijsverteringsstelsel bij de mens

Spijsverteringskanaal bestaat uit **gastrointestinaal kanaal** en **accessorische** **verteringsklieren**.

Het gastrointestinaal kanaal bestaat uit meerdere lagen, met van binnen naar buiten: het lumen, de mucosa, de submucosa, de circulaire spierlaag, de longitudinale spierlaag en tenslotte een bindweefsellaag.

**Peristaltische beweging**: gecoördineerde contracties van beide spierlagen waardoor het voesel naar de opeenvolgende compartimenten wordt gestuwd.

* Mond en keelholte
* tanden bij mens zijn aagepast aan eten van zowel vlees als plantaardig voedsel
* van voor naar achter in mond snijtanden, hoektanden, premolaren (voorkiezen) en molaren (kiezen)
* bij kauwen verment tong het voedsel met speeksel, dat door drie paar speekselklieren gesecreteerd wordt
* in speeksel zit oa **mucine** dat glijden van voedselbol doorheen slokdarm vergemakkelijkt en **amylase** dat zetmeel afbreekt tot disacharide maltose
* op tong smaakpapillen
* na kauwen beweegt tong naar achter zodat voedselbol kan ingeslikt worden
* werking huig en epiglottis verzekeren dat voedselbol in de **farynx** (keelholte) de juiste richting uitgaat
* farynx speelt belangrijke rol in de slikreflex
* Slokdarm en maag

**Slokdarm of oesophagus:** hierdoor wordt voedsel van de pharynx naar de maag gebracht.

**Cardiale sfincter:** sluitspier waar de slokdarm uitmondt in de maag die belet dat voedsel en maagsappen terug in de slokdarm terechtkomen.

In de maag onderscheidt men de **cardia** (maagmond), de **fundus** (maagzak) en de **pylorus** (maagpoort).

**Pylorische sfincter:** sluitspier ter hoogte van de pylorus die de doorgang naar de darm afsluit.

**BARRINGTON:** oorspronkelijk is de maag bedoeld als opslagplaats voor voedsel (geen vertering). Om bacteriële desintegratie te verhinderen werd HCl gesecreteerd. Dit had tevens het voordeel dat levende prooien vluggen werden gedood.

De mucosa van de maag bevat talrijke plooien. In die plooien zitten de **maagsapklieren**, die verschillende celtypes bevatten:

Bekercellen: produceren slijm dat de maagwand beschermt tegen de zure pH

Wandcellen: produceren maagzuur (HCl) dat de pH in de maag laag houdt

Hoofdcellen: produceren enzymen **pepsinogeen (**pepsine: breekt eiwitten af tot korter peptiden) en **prorennine** (rennine: stremming van melk)

De maagafscheiding wordt gereguleerd door zenuwen, via reflexen (Pavlov) en door een hormoon gastrine.

**Chymus:** voedselbrij waarin de voelselbol wordt omgezet door de werking van de maag.

**Waarom liggen vetten zwaar op de maag:** de zure spijsbrok wordt geneutraliseerd door het bicarbonaat uit de alvleesklier. Omdat bij vet voedsel de neutralisatie langer duurt en bovendien vet de secretie van een hormoon ui de darmwand bevordert dat de maagperistaltiek remt, liggen vetten zwaar op de maag.

* Duodenum en geassocieerde klieren

**Duodenum:** kort stukje darm aan het begin van de dunne darm.

**Functie:** sleutelrol in het verteringsproces, omdat daar de secreties van de twee grote geassocieerde klieren, de lever en de pancreas, in de darm terechtkomen.

**Functie pancreas:** produceert basisch vocht (natriumcarbonaat) dat maagzuur neutraliseert, en een reeks verteringsenzymen.

**Functie lever:** 1. secreteert gal (bevat galpigmenten en galzouten).

Galpigmenten vervullen geen rol bij de vertering. Galzouten

belangrijk voor vertering van vetten.

2. regeling glucosegehalte bloed

3. synthese van belangrijke plasmaeiwitten albumine, globuline,

fibrinogeen en protrombine, afbraak van afgestorven rode

bloedcellen, schadelijke stoffen uit het bloed halen

4. bloedreservoir, wegens vele exotherme reacties ontstaat

veel warmte die door de bloedcirculatie over het lichaam

wordt verdeeld

* Dunne darm

Het duodenum vormt de eerste 28cm, ook hier onderscheidt men een mucosa, spierlaag en een serosa. De wand secreteert een grote hoeveelheid aan mucus die een analoge beschermende functie heeft als de mucus van de maag.

Na het duodenum twee lange delen: het **jejunum** en het **ileum**.

**Functie dunne darm:** absorptie van de de verteerde voedingsstoffen. Daartoe is het absorptievlak van de volledige dunnen darm vergroot via respectievelijk **darmplooien**, **villi** en **microvilli**.

**Leverpoortader:** brengt de voedingsstoffen rechtstreeks naar de lever.

* Dikke darm

Bij aankomst in dikke darm passeren de onverteerde voedselresten eerst lang het **caecum** of blinde darm (met appendix). Daarna komt de bij in het **colon** terecht (water en anorganische stoffen geabsorbeerd).

Diarrhea: te snelle passage doorheen dikke darm (wegens sterke activiteit darmwand bij stress, infectie, drugs).

Constipatie: te trage passage doorheen dikke darm.

Bacteriële populatie: produceren vitaminen en aminozuren die door het organisme gebruikt worden.

Op het einde sluit het colon aan op het **rectum** of endeldarm waar de overblijvende geconcentreerde resten, de **faeces**, tijdelijk worden opgestapeld. Deze worden periodisch geëvacueerd via de **anus** of aars.

De vitaminen

Organische stoffen die het dier niet kan synthetiseren. Vervullen diwijls rol van coenzyme. Bij gebrek aan bepaalde vitaminen ontstaan avitaminosen. De naam ‘vitamine’ komt van het feit dat men vroeger dacht dat deze stoffen aminen waren en levensnoodzakelijke voedselcomponenten waren, wat later onjuist bleek te zijn. De naam bleef echter behouden.

* De wateroplosbare vitaminen (niet memoriseren)
  1. Het vitamine B-comlex
  2. Vitamine C
* De vetoplosbare vitaminen

(invertebraten schijne deze vitaminen niet nodig te hebben)

1. Vitamine A:

Voorkomt nachtblindheid, nodig voor vorming rhodopsine in de retina.

1. Vitamine D:

Verhoogt de intestinale absorptie van Ca en fosfaat. Bij tekort rachitis of Engelse ziekte.

1. Vitamine E:

Bij gebrek onvruchtbaarheid bij rat.

1. Vitamine K:

Katalyseert vorming prothrombine en verschillende andere stollingsfactoren.

**Hoofdstuk 13 – Circulatie**

Elke cel in het dierlijk lichaam moet voorzien worden van nutriënten en van zuurstof voor de verbranding van deze nutriënten. Anderzijds moet ze afvalstoffen en koolstofdioxide kunnen afvoeren.

Twee stelsels verzekeren deze functies:

* het circulatiestelsel: transport van en naar cellen
* het ademhalingsstelsel: gasuitwisseling

Open en gesloten circulatiestelsel

* Gesloten circulatiestelsel:
* de vloeistof, het **bloed**, bevindt zich permanent binnen een gesloten buizensysteem dat het bloed van het hart weg voert en er terug naar toe
* bloed is van weefselvocht gescheiden
* **lymfevaten:** kanaalstelsel dat het weefselvocht terug naar het circulatorisch systeem (bloed) voert
* bij Annelida (gelede wormen) en bij vertebraten
* doorheen de wanden van de bloedvaten grijpt er een uitwisseling plaats van vocht en opgeloste stoffen met het interstitium en de cellen
* Open circulatiestelsel:
* de vloeistof, het **hemolymfe**, wordt vanuit een contractiele buis, het hart, via een aantal kanalen naar de lichaamsholten gepompt waar ze rechtstreeks tussen de weefselcellen terechtkomen
* onderscheid tussen bloed, lymfe en weefselvocht valt weg
* bij Mollusca (weekdieren) en bij Arthropoda (geleedpotigen)
* Tracheeënstelsel:

Bij insecten, verzekert het transport van zuurstof.

* Invertebraten zonder circulatiesysteem:

Het interstitieel weefselvocht dat de cellen omringd wordt verplaatst door trilharen of

bewegingen van het lichaam.

Circulatiestelsel bij vertebraten

**De vijf functies van het circulatie- of bloedvatenstelsel (bloed):**

* 1. transport van alle stoffen nodig voor het cellulair metabolisme (aanvoer van zuurstof en afvoer van koolstofdioxide, aanvoer van nutriënten en afvoer van afvalproducten
  2. homeostasis (constante samenstelling vocht rond cellen, tegengaan van bloedverlies (= bloedstollingsmechanismen of hemostasis), constante glucosespiegel, pH, osmotische druk enz.)
  3. vervoer van hormonen
  4. constant houden lichaamstemperatuur
  5. bescherming van het organisme
     + Samenstelling van het bloed

Bloed bestaat voor het grootste deel uit vloeistof, het **plasma**, met daarin een verscheidenheid aan bloedcellen. Het plasma bestaat hoofdzakelijk uit water, waarin een aantal stoffen zijn opgelost. De belangrijkste zijn **albumine**, **alfa en bètaglobuline** en **fibrinogeen**, dat een rol speelt bij de bloedstolling.

* + - * *De erythrocyten of rode bloedcellen:*
* talrijkste groep (>99%)
* ontstaan: in het rode beenmerg (door hormoon erythropoiëtine (EPO))
* functie: vervoer van zuurstof, gebonden aan het rode ademhalingspigment hemoglobine
* fysiologische veranderingen van het aantal RBC: grote hoogte, verhoogde spierarbeid, onder hoge zuurstofdruk leven
  + - * *De leukocyten of witte bloedcellen:*
* onderverdeel in granulocyten, monocyten en lymfocyten
* monocyten: verdediging lichaam door fagocytse, dood materiaal opruimen
* lumfocyten: vormen de antistoffen
  + - * *De thrombocyten of bloedplaatjes:*
* megakaryocyten: brokstukjes van grote cellen
* ontstaan: in het beenmerg
* functie: bloedstolling (stellen thromboplastine vrij waardoor oplosbare fibrinogeen wordt omgezet in onoplosbaar fibrine dat een netwerk van draden gaat vormen)

**Trombose:** in normale toestand gebeurt in het bloedvat geen stolling, bloedstolling door de omzetting tot fibrine door thrombine (prothrombine)

**Anti-coagulantia:**

* plasmine: lost bloedklonters terug op nadat het herstel van het bloedvat gebeurd is
* heparine: remt de thrombine-fibrinogeen reactie en enkele initiale stollingsreacties
* hemofilie: veroorzaakt door gebrek aan stollingsfactor
* dicumarolen: aangetroffen in bedorven klaver enremmen na perorale opname de bloedstolling bij bv koeien, in geneeskunde gebruikt om bloedklontervorming te verhinderen, ook gebruikt in de bestrijding van ratten
  + - Transport van O2 en CO2

Lucht bevat 20% O2, 80% N2 en 0,04% CO2. Wanneer bloed aan lucht wordt blootgesteld zal het O2 absorberen tot eenzelfde concentratie ttz 20% O2 of 20ml per 100ml bloed.

Oxygenatie: Hb4 + 4O2 Hb4O8

Wanneer het goxygeneerde bloed vanuit de longen, waarbij het Hb volledig verzadigd is met O2, terecht komt in de weefsels met een lagere zuurstofdruk en verzadiging gaat veel oxyhemoglobine dissociëren, waardoor de zuurstof voor de weefselcellen ter beschikking komt.

CO ontstaat bij onvolledige verbranding van koolstof.

Transport van CO2 kan op verschillende wijzen gebeuren:

* + - * 1. Als opgelost gas
        2. Gebonden aan aminogroepen van eiwitten (bv. hemoglobine)
        3. In de vorm van bicarbonaten (HCO3-) (hierbij spelen de erythrocyten een belangrijke rol)

In de erythrocyten drie belangrijke reacties:

koolzuuranhydrase

H20 + CO2 H2CO3

H2CO3 H+ + HCO3-

Hb- + H+ HHb

Deze reacties verlopen in de weefsels naar rechts waarbij CO2 opgenomen wordt en in de longen naar links waarbij CO2 afgegeven wordt.

Chloride shift: de H+-ionen worden gebufferd door het hemoglobine. Hierdoor bestaat het gevaar dat de rode bloedcellen een te sterke positieve lading zouden krijgen. Om dit te voorkomen gaat bij vorming van één bicarbonaation dat de cel verlaat, één chloorion naar binnen.

* + - Structuur en werking van de bloedvaten

Het bloed vertrekt uit het hart via **arteries**. Die vertakken zich steeds verder tot kleinere bloedvaten, de **arteriolen**. Tenslotte komt het bloed terecht in **capillairen**, waar de uitwisselingen met het interstitieel vocht gebeuren. Hierna wordt het bloed teruggevoerd naar het hart, eerst in **venules** en tenslotte in steeds groter wordende **venes**.

Alle bloedvaten hebben een wand bestaande uit meerdere lagen, behalve de capillairen die slechts een enkele laag endotheelcellen bezit, vandaar hun grote doorlaatbaarheid.

Het bloed wordt doorheen de arteries en arteriolen gestuwd door de pompwerking van het hart. De terugvloei van bloed uit de ledematen via de venules en venes naar het hart wordt gestimuleerd door de werking van de skeletspieren die rond deze bloedvaten gelegen zijn. Bij conctractie wordt het bloed richting hart gestuwd. Terugvloei in de andere richting wordt belt door de aanwezigheid van kleppen, die enkel in de richting van het hart opengaan. Dit geheel wordt ook wel de **veneuze pomp** genoemd.

De grote plasmaproteïnen kunnen echter niet door de poriën en blijven achter in de capillairen. Na uitwisseling van ondermeer voedingsstoffen/afvalstoffen en O2/CO2 treedt een deel van de vloeistof terug in de capillairen, aangetrokken door de verhoogde osmotische druk binnen het eindstuk van de capillairen. Een deel van het plasmavocht blijft echter achter als **lymfe**. Lymfe wordt via een stelsel van blind eindigende **lymfevaten** verzameld en via steeds groter wordende takken naar de bloedsomloop teruggebracht in de venes die bij de mens ter hoogte van de schouders gelegen zijn.

Bij sommige vertebraten komen om de lymfevaten bovendien ritmisch contraherende **lymfeharten** voor.

**Wet van Starling:**

twee krachten beheersen de vochtuitwisseling ter hoogte van de capillairen, nl. de hydrostatische druk en de osmotische druk. De uitwisseling van vloeistof welke gebeurt ter hoogte van de capillairen is afhankelijk van de verhouding tussen deze twee drukkken. De capillairwand laat slechts kleine moleculen door. Slechts weinig eiwit verlaat de vaten, en keert hierna terug via de lymfewegen. De grotere eiwitten oefenen een zekere osmotische druk uit.

**Oedeem:** een overmatige opstapeling van vocht in de weefselspleten. Uit de capillairen treedt meer vocht dan kan worden afgevoerd.

Verschillende oorzaken:

* obstructie van de lymfevaten
* hartoedeem
* obstructie van de veneuze afvoer
* nieraandoeningen
* ondervoeding
  + - Evolutie van de bouw van het hart

Hart vissen is geëvolueerd uit het eenvoudige buisvormige hart. Het bestaat uit vier kamers die lineair op elkaar volgen:

* sinus venosus en atrium: verzamelplaatsen voor het terugkerend bloed
* ventrikel en conus arteriosus: sterker gespierd en pompen krachtiger

Hart trekt samen (begint in sinus venosus en eindigt in conus arteriosus) 🡺 bloed naar de kieuwen gepompt 🡺 het wordt van O2 voorzien 🡺 via arteries naar rest lichaam.

**Eén groot nadeel:** ter hoogte van de capillairen in de kieuwen treedt er, door de grote toename in de oppervlakte, een sterke vermindering van de bloeddruk op. Als gevolg daarvan is de efficiëntie van de O2 toevoer naar de lichaamsweefsels beperkt.

**Belangrijke verandering bij ontstaan longen:** nadat het bloed vanuit het hart naar de longen is gepompt, gaat het niet direct naar de rest van het lichaam, maar keert eerst terug naar het hart.

**Gevolg:** er ontstaan twee gescheiden systemen:

* kleine bloedsomloop (hart-longen-hart)
* grote bloedsomloop (hart-lichaam-hart)

**Tussenschotten:** om te beletten dat in hart zuurstofrijk en zuurstofarm bloed vermengt.

Bij vogels en zoogdieren twee atria en twee ventrikels. De sinus venosus verdwijnt als aparte kamer, maar wordt opgenomen in de wand van het rechteratrium als de **sino-atriale knoop**, waar de hartcontractie wordt ingezet.

Circulatiestelsel bij insecten

* + - Samenstelling van de hemolymfe

Plasma met verschillende cellen. Deze cellen worden **hemocyten** genoemd en ze zijn vooral belangrijk voor de verdediging tegen infecties en het afdichten van wonden.

Functie hemolymfe bij insecten is te vergelijken met functie bloed bij vertebraten, met één groot verschil: zuurstof wordt niet door de hemolymfe maar wel via het tracheeënstelsel vervoerd.

**Hoofdstuk 14 – Ademhaling**

Dierlijke cellen verkrijgen energie uit de voedingsstoffen via cellulaire ademhaling, een biochemisch proces waarbij enerzijds O2 nodig is als elektronenacceptor, terwijl anderzijds CO2 gevormd wordt bij de oxidatie van organische moleculen. M.a.w.: O2 wordt verbruikt en CO2 geproduceerd.

Een langdurige beperking of onderbreking van de zuurstoftoevoer is schadelijk omdat de intracellulair gebonden zuurstof slechts voor enkele seconden de normale energiebehoeften dekt. Ook een te hoge CO2-concentratie werkt schadelijk.

Principes van gasuitwisseling

De uitwisseling van gassen bij de ademhaling gebeurt steeds via **diffusie** **doorheen plasmamembranen**.

Diffusie is een passief proces, waarbij de snelheid van diffusie wordt weergegeven in de volgende formule:

snelheid = cte x oppervlakte x (‘delta’druk/afstand)

In de loop van de evolutie werd de snelheid van gasuitwisseling vergroot, dit kon op verschillende manieren: 1. vergroten oppervlakte voor uitwisseling

2. verminderen afstand

3. verschil in partiële druk vergroten

Kieuwademhaling

In het water levende dieren kunnen hun ademhalingsoppervlak uitbreiden via kieuwen, weefselstructuren die uitsteken in het water.

Uitwendige kieuwen: dier moet ze continu bewegen om water errond te verversen, nogal kwetsbaar

Inwendige kieuwen: kieuwkamers, continue waterstroom over niet-bewegende kieuwen.

Operculum: kieuwdeksel.

* + - Kieuwademhaling bij beenvissen

Bij beenvissen komt het water binnen via de mondopening, stroomt vervolgens over de kieuwen en verlaat het lichaam via het geopend kieuwdeksel.

Beenvissen hebben aan weerszijden 4 kieuwen die als volgt zijn opgebouwd:

elke **kieuwboog** draagt twee rijen **kieuwfilamenten**. Elk van die kieuwfilamenten bevat een groot aantal dunnen plaatjes, de **kieuwlamellen**.

Hoe zorgt een aquatisch organisme ervoor dat hij voldoende zuurstof heeft aangezien zelfs sterk zuurstofrijk water zelden meer dan 1% aan zuurstof bevat:

* kieuwen komen met relatieve grote hoeveelheden water in contact
* het bloed is in tegenstroom met het water 🡺 hierbij wordt meer zuurstof afgegeven dan bij een parallel stroming

Waarom stikt een vis buiten het water:

de kieuwlamellen worden gesteund door water 🡺 uit water kleven ze samen 🡺 ademhalingsoppervlakte wordt minimaal 🡺 organisme krijgt onvoldoende zuurstof.

Luchtademhaling

Landdieren dienden een ademhalingssysteem te ontwikkelen dat het vochtverlies beperkt. De twee belangrijkste systemen die zo ontstaan zijn, zijn longen en tracheeën.

* + - Ademhaling via longen

De longen ontstaan als **zakvormige uitstulpingen van de darm ter hoogte van** **de pharynx**.

Reptielen, vogels en zoogdieren zuigen lucht in hun longen via het creëren van een onderdruk, amfibieën persen lucht in hun longen via overdruk.

Bij zoogdieren gebeurt de gasuitwisseling ter hoogte van de alveolen, die voor een enorme oppervlakte-uitbreiding zorgen. De lucht komt via de neus en de mond terecht in de pharynx en van daaruit in de **trachea** of luchtpijp. De trachea splitst in een linker en rechter **hoofdbronchus**. Elke daarvan vertakt zich verder in talrijke **bronchi** en tenslotte in steeds fijner wordende **bronchiolen**. Die eindigen telkens in een longzakje, met daarin een aantal **alveolen** of longblaasjes.

Bij vogels bestaan de longen inwendig uit een groot aantal buisvormige **parabronchi**, waar de gasuitwisseling gebeurt. Bovendien bezitten de longen een reeks aanhangsels, de voorste en achterste **luchtzakken**. Door de combinatie van dit buizensysteem met de werking van de luchtzakken, stroomt de lucht via een tweedelige cyclus doorheen de vogellongen via een éénrichtingsverkeer, zodat oude en nieuwe lucht nooit gemengd worden.

* + - Ademhaling via tracheeën

Insecten nemen O2 op via **tracheeën**, een inwendig sterk vertakt buizenstelsel. Het CO2 wordt slechts gedeeltelijk via dit buizenstelsel afgevoerd. Een belangrijk deel ervan lost op in de hemolymfe en wordt zo aan het lichaamsoppervlak afgegeven.

**Taenidia:** chitineringen in de wand van tracheeën ter versteviging.

**Spiracula:** openingen van de tracheeën naar de buitenwereld, zijn afsluitbaar om het waterverlies te beperken.

Inwendig vertakken de tracheeën in steeds smaller wordende **tracheolen** die de O2 tot in de weefsels brengen.

Bij vele insecten komen in aansluiting met het tracheeënstelsel ook nog luchtzakken voor, die het uitwisselingsoppervlak nog aanzienlijk kunnen vergroten.

Ademhalingspigmenten

De totale hoeveelheid O2 die kan oplossen in het bloed is beperkt en zou bij een groot deel van de dieren niet volstaan om de cellulaire ademhaling te onderhouden. Daarom komen het bloed **ademhalingspigmenten** voor. Het zijn proteïnen die metaalatomen (Fe of Cu) bevatten, waaraan ze met een hoge affiniteit O2 kunnen binden.

**Hemocyanine:** ademhalingspigment dat koper bevat.

**Hemoglobine:** ademhalingspigment dat vier ijzeratomen bevat. Hemoglobine gebonden aan O2 wordt oxyhemoglobine genoemd. Bij afgave van de O2 krijgen we deoxyhemoglobine. Bij vertebraten zit het hemoglobine in de rode bloedcellen. Hemoglobine gaat O2 binden ter hoogte van de longen en geeft O2 terug af ter hoogte van de lichaamscellen. Hemoglobine bindt ook CO2 en kan dus een deel van het CO2 afvoeren naar de longen. Het grootste gedeelte van het CO2 wordt echter in het plasma vervoerd.

In geval van **pneumonia** worden de alveolen geïnfecteerd en vullen zich met mucus of lymfe waardoor de ademoppervlakte verkleint.

Per etmaal nemen we via onze longen ongeveer 15.000 liter lucht op 🡺 zuiverheid van de lucht is van groot belang.

Luchtvervuiling treedt o.a. op door:

1. Roet en industrieel stof
2. SO2 (oxidatie zwavelhoudende stoffen zoal bvb kool,olie)
3. Koolwaterstoffen (onvolledige verbranding van benzine)
4. Oxiden van N (bvb NO2, ontstaan in verbrandingsmotoren)
5. CO (onvolledige verbrandingsprocessen)
6. Sigarettenrook

**Hoofdstuk 16: Excretie en osmoregulatie**

Behoud van het volume en de ionensamenstelling van de lichaamsvloeistof is de taak van het excretiecentrum.

**XVI.1** *Osmoconformers en osmoregulators*

Wanneer 2 vloeistoffen gescheiden zijn door een semipermeabele wand, dan zal water diffunderen van de minst naar de meest geconcentreerde vloeistof ( OSMOSE). Totale hoeveelheid opgeloste stoffen in een vloeistof wordt uitgedrukt in osmolariteit (mol/liter).

Een vloeistof kan isotoon, hypotoon of hypertoon zijn ten opzichte van een andere.

Cosmoformers: lichaamsvloeistof isotoon met omringend zeewater  
veel invertebraten, ook kraakbeenvissen.

Osmoregulators:osmoregulatie voor behoud homeostasis*.*

Net als tal van andere processen in het dierlijk lichaam is osmoregulatie erop gericht het inwendig milieu stabiel te houden. Het dynamisch evenwicht dat op deze manier ontstaat vooral via negatieve feedbacksysteem, wordt homeostasis genoemd.

**XVI.2** *Evolutie van de nier bij vertebraten*

Functionele eenheden van de nier zijn de nefrons. Daarin wordt ter hoogte van de gloerulus oder druk een grote deel van de bloedvloeistaf in kapsel van bowman gefilterd. In de opeenvolgende delen van de nierkronkelbuisjes worden vervolgens nuttige stoffen en water gereabsorbeert, terwijl anderzijds te verijderen stoffen secreteerd worden. De urine komt vervolgens terecht in verzamelbuizen die ze naar de ureter voert.

Vissen:

* Kraakbeenvissen (haaien en roggen):  
  osmoconformers  
  opstapeling ureum in bloed
* Beenvissen: osmoregulators  
  - zoetwaterbeenvissen: hypertoon *vs* water  
  - zoutwaterbeenvissen: hypotoon *vs* water

Amfibieën:

* hypertoon *vs* zoetwater, groot urinevolume, actieve absorptie Na+ via huid

Reptielen:

* - op land: klein urinevolume
* - zoetwater: groot urinevolume
* - zoutwater: klein urinevolume + zoutklieren

Vogels en zoogdieren:

* sterk concentreren van urine t.h.v. lus van  
   Henle  
   → urine hypertoon t.o.v. bloedplasma
* zeevogels bezitten zoutklieren

**XVI.4** *Werkingsmechanisme bij zoogdieren*

Elk nefron bestaat ui een kapsel van Bowman, een proximaal nierkronkelbuisje, een lus van Henle, een distaal nierkronkelbuisje en een verzamelbuis. Hierbij komen nog de capillairen die eerst de glerulus vormen binnen het kapsel van Bowman, terug samen komen in de efferent arteriole en vervolgens opnieuw vertakken rond het proximaal en distaal kronkelbuisje en de lus van Henle. T.h.v de glomerulus wordt een groot deel van het bloedplasma, met uizondering van de grote proteïnen, in het kapsel van Bowman geperst. (glomerulaier filtratie) In de rest van het nefron vinden de processen van reabsorptie en secretie plaats.

Werking:  
- glomerulaire filtratie  
- reabsorptie van nutriënten en zouten actief,  
 water volgt passief  
- secretie schadelijke stoffen actief

Proximaal nierkronkelbuisje:

T.h.v. dit buisje worden de meeste nutrïenten terug in de capillairen opgenomen. Bovendien wordt tweederde van het NaCl en het water gereabsorbeerd. Doordat NaCl en water in evenredige hoeveelheden gereabsorbeerd worden, blijft het overblijvende filtraat voorlopig isotoon met het bloedplasma.

Lus van Henle (in de miedulla van de nier):

Een hyptone gradïent wordt opgebouwd in het inertitieel vocht met stijgende concentraties naar de nierpelvis toe. Het dalend deel van de lus van henle is waterdoorlaatbaar en water wordt dus passief via osmos ontrokken an het filtraat en afgevoerd door de capillairen. Actief transport van Na vindt paats, gevolgde door Cl. Daardoor daalt de osmolariteit van de vloeistof in de lus en bij aankomst in kronkelbuisje is de voorurine zelfs hypotoon t.o.v. cortex.

Distaal nierkronkelbuisje:

Naargelang noden van het lichaam, wordt er verder Na actief gereabsorbeerd, gevolgde door Cl. Hier wordt H, K en ammonium actief in de voorurine gesecreteerd. De zouten worden gecontroleer door het hormoon aldosterone.(dat verhoogt ondermeer de reabsorptie van Na samen met Cl en water waardoor urinevolume daalt.

Verzamelbuisje:

Bij het doorlopen van dit buisje komt de voorurine opnieuw in de hypertone omgeving van de medulla terecht, waardoor via diffusie nog meer water ontrokken wordt. Die waterdoorlaatbaarheid wordt geregeld door antidiuretisch hormoon. De secretie wordt gestimuleerd wanneer receptoren in het lichaam een verhoging waarnemen in de plasmaosmolariteit en/of daling in het bloedvolume.

Kort samegevat:

* Antidiuretisch hormoon
  + Verhoogt waterreabsorptie en afgave K+ en H+ in distaal nierkronkelbuisje
* Aldosterone
  + Verhoogt reabsorptie van NaCl en water
* Atriaal natriuretisch hormoon
  + doet NaCl reabsorptie dalen

**XVI.5** *Osmoregulatie bij invertebraten*

Hoewel de structuur anders is, blijft de functie dezelfde: verwijderen van water en/of zouten samen met de metabole afbraakprocducten ui het lichaam. Ook de werking is gelijkend: uit initëel verzamelde vloeistof worden actief nuttige stoffen terug opgenomen terwijl er afvalstoffen actief aan toegevoegd worde omadt de hydrostatischedruk in het bloed niet zo hoog is als de bloeddruk bij vertebraten vindt er wel geen filitratie onder grote druk plaats.

Protonefridia:

komen vooral voor bij dieren die geen coeloom hebben, zoals platwormen. Het zijn buisjes die inwendig gesloten zijn en naar buiten toe via verzamelbuisjes uit monden in excretieporiën. De cilia van de vlamcellen aan het begin van de protonefridia zuigen vloeistof en klein moleculen doorheen de wand van het buisje. Tijdens verder vervoer kunne nutriente gereabsorbeerd worden en afvalstoffen gesecreteerd.

Metanefridia:

buisjes die zowel inwendig als uitwendig opening hebben, respectievelijk de nefrostoom en de excretieporus. De coeloomvloestif wordt onder de druk doorheen poriën van de nefrostroom gefilterd, maar grote molicolen worden weerhouden. Uit deze vloeistof, die isotoon is met de colemoomvloeistof, wordt NaCl geabsorbeerd via actief transport, zodat uiteindelijk een hypotone urine wordt geëxcreteerd.

Buisjes van Malpighi:

zijn blind en eindigende uitstulpingen die gevormd worden op de overgang van de middendarm naar de einddarm. In deze buisjes worden via actief trasport afvalstoffen K ionen gescreteerd. Hierdoor onstaat een osmotische gradiënt en water volgt op passief via diffusie.

**Hoofdstuk 17: Zenuwstelsel**

* Informatie verzamelen:  
  via sensorische receptoren
* Gegevens verwerken
* Op gepaste manier reageren:  
  via motorische effectoren

Cephalisatie: dat complexe processen vooraan in het kopgedeelte van het dier gecentraliseerd worden. Bij vertebraten vormen hersenen en ruggenmerg samen het centraal zenuwstelsel, terwijl de rest deel uitmaakt van het perifeer zenuwstelsel.

**XVII.1** *Cellen van het zenuwstelsel*

1.Neuronen:geleiding van de zenuwimpulsen

Ze bestaan uit een cellichaam en aantal uitlopers. Eén ervan is het axon, de andere de dendrieten.

Verschillende typ’s neuronen:

* + - Sensorische neuronen: voeren signalen van sensorische receptoren naar centraal zenuwstelsel.
    - Motorische neuronen: de impulsen doorgeven naar de effectoren
    - Interneuronen De verbinding tussen sensorische en motorische
    - Sensorische neuronen en motorische neuronen: perifeer zenuwstelsel

2.Neurogliacellen: ondersteuning van de neuronen Bij vertebraten treffen we bovendien twee belangrijke types van neurogliacellen aan die instaan voor de productie van een myelineschede rond de axonen van neuronen. In het centraal zenuwstelsel gebeurt dit door oligodendrocyten, in het perifeer zenuwstelsel door Schwanncellen. De myelinescheden worden op onregelmatige afstanden onderbroken in knopen van ranvier.

**XVII.2** *Mechanisme van zenuwimpulsen*

1. Rustpotentiaal

Oorzaken negatieve membraanpotentiaal:  
- meeste grote moleculen in de cel zijn negatief geladen bij pH 7-7.5  
- natrium-kalium pomp:  
 2 K+ in *versus* 3 Na+ uit  
- ionenkanalen

Als een neuron niet gestimuleerd wordt, vertoont het een rust-membraan potentiaal.

* Cationen van buiten de cel worden aangetrokken door anionen in de cel.
* De plasmamebraan in rust is meer permeabel voor K+ dan voor andere ionen, zodat K+ de cel passief binnekomt. De Na-K pomp pompt K+ uit de cel.

\*Evenwichtspotentiaal

Of Rustpotentiaal (-70 mV):  
evenwicht tussen chemische en elektrische krachten

2. Actiepotentiaal

Veroorzaakt door spanningsafhankelijk Ionenkanalen (bij rust gesloten)  
ligandafhankelijk *versus* spanningsafhankelijk

Depolarisatie *versus* hyperpolarisatie

Depolarisatie: de binnekant van de cel iets minder negatief t.o.v. de buitenkaant zodat de membraampoteniaal positiever wordt.

Hyperpolaristatie wordt het cytoplasma nog meer negatief t.o.v. de buitenkant waardoor de membraanpotentiaal nog negatiever wordt.

Als een zenuwcel of spiercel wordt gestimuleerd, openen Na-kanalen: Na+ stroomt binnen

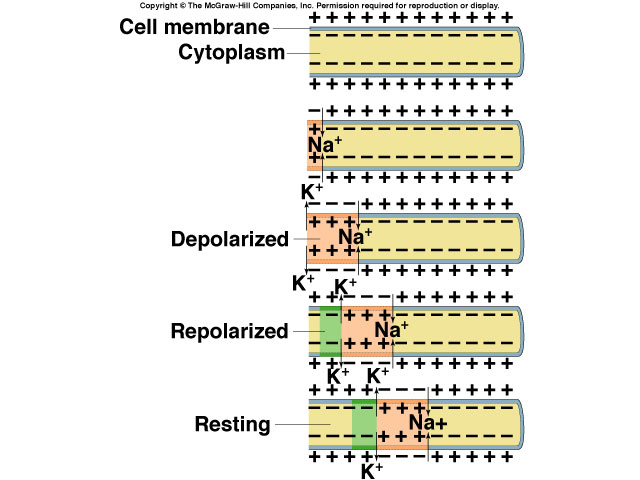
* Plotse influx van positieve ladingen: depolarisatie
* K+ stroomt uit de cel: hyperpolarisatie

Als een bepaalde waarde van depolaristie is bereikt, wordt een zenuwimpuls geproduceerd (de actiepotentiaal)

* drempelwaarde
* Bij deze drempelwaarde openen de A Na+ and K+ spannings ionkanalen

3. Impulsgeleiding

* Eénrichtingsverkeer:
* Verhogen van de geleidingssnelheid:  
  - reuzenaxonen (invertebraten)  
  - myelineschede (vertebraten)



**XVII.3** *Signaal transductie in de synapsen*

Het signaal dat door gegeven wordt naar de andere neuronen, naar spiercellen of naar kliercellen gebeurt ter hoogte van de synaps.

-Presynaptische cel:  
steeds een neuron

-Postsynaptische cel:  
neuron of ander celtype (bvb. spier, klier)

1 + 2 Electrische en chemische synapsen:

* Elektrische synapsen:  
  - direct contact via ‘gap junctions’  
  - snel, maar geen regulatie mogelijk
* Chemische synapsen:  
  - synaptische spleet  
  - regulatie mogelijk via neurotransmitters

Neurotransmitters:

* Acetylcholine
  + - Produceert een excitatorische postsynaptische potentiaal (EPSP)
* Glutamate, glycine, en GABA
  + Glutamate belangrijkste excitatorisch neurotransmitter in het vertebraat CNS.
  + Glycine and GABA zijn inhibitorische neurotransmitters.
    - Produceren een inhibitorische postsynaptische potentiaal (IPSP)

**XVII.4** *Centraal zenuwstelsel bij vertebraten*

* Basisindeling van de hersenen

We kunnen drie ontwikkelde hersengebieden onderscheiden

* Prosencephalon (voorhersenen):
* 1ste deel:Helemaal vooraan onstaat het telencephalon waarin we duidelijk een linker- en rechterlob kunnen onderscheiden. Hierin bevinden zich 2 hersenventrikels.
* 2de deel: diencephalon waarin zich de derde hersenvetrikel bevindt. Het onderste deel sluit aan op de hypofyse.
* Mesencephalon (middenhersenen) (deelt zich niet verder op.
* Rhombencephalon (achterhersenen): deelt zich op in 2 gebieden het metencephalon(bestaat ui cerebellum en uit de pons) en myelencephalon (die differentieert tot de medulla bolognata(verlengde merg))

.

* Toenemende dominantie van de voorhersenen

Bij hogere vertebraten wordt het verwerken van sensorische informatie echter meer en meer gecentraliseerd in de voorhersenen. Het dorsaal deel van het diencephalon, de thalamus, wordt integratie- en schakelcentrum tussen de instromende sensorische informatie en het telencephalon. Het ventrale de deel de hypothalamus, speelt rol bij instincten en emoties en controleer verder de activiteit van de hypofyse.

* Ruggenmerg :

-Informatiesnelweg tussen hersenen en rest lichaam

-Beschermd door ruggenmergvlies en wervelkolom

-Grijze stof (cellichamen) en witte stof (sensorische en motorische axonen)

**XVII.5** *Perifeer zenuwstelsel bij vertebraten*

Zenuwen zijn strengen van axonen die meestal zowel sensorische als motorische

axonen kunnen bevatten. Ganglia zijn opeenhopingen van celliachamen van neuronen

die buiten het centraal zenuwstelsel gelegen zijn.

Vegetatief of autonoom zenuwstelsel:  
- niet onder controle van onze wil  
- innervatie gladde spieren, hartspier, klieren  
- in te delen in sympatisch (fight or flight): treed in werkig bij gevaar en angst en stressvolle situaties en bereidt het lichaam voor op fight or flight.

-parasympatisch (rust) zenuwstelsel : werkzaam in toestand van rust

**XVII.6** *Zenuwstelsel bij gelede wormen en insecten*

Ook deze hebben een centraal zenuwstelsel bestaande uit longitudinale zenuwstreng met vooraan in het kopgedeelte enkele sterker

* Gelede wormen:

Vooraan treffen we het cerebraal ganglion aan, dat via de circumpharyngeale verbindingen aansluiting geeft op het subpharyngeaal ganglion. Vandaaruit vertrekt een gepaarde zenuwstreng met één paar ganglia in elk segment.

* Insecten:

Cerebraal ganglion is meer ontwikkeld bij arthopoda dan bij annelida.

De hersenen van insecten bestaan uit drie duidelijke delen:

* protocerebrum
* deurterocerbrum
* tritocerebrum

Via de gepaarde cirumoesophageale verbindingen sluiten de hersenen aan op het

suboesophageaal ganglion. Dit innerveert de onderste monddelen. Tussen het

cerebraal ganglion en de voordarm komt nog een hypocerebraal ganglion voor.

**Hoofdstuk 18: Endocrien stelsel**

**XVIII.1** *Signalisatie via chemische boodschappers*

1. Neurale signalisatie: door middel van neurotransmitters. Snel maar beperkt van cel tot cel.
2. Endocriene signalisatie: door middel van hormonen af te geven aan bloedstroom.
3. Paracriene signalisatie:
   1. cytokines – regulatie in het immuunsysteem
   2. groeifactoren – bevorderen groei en celdeling
   3. Prostaglandines (synthese geïnhibeerd door aspirine)

4. Fermononen: communicatie signalen buiten het lichaam

**XVIII.2** *Soorten hormonen*

* Polypeptiden en glycoproteïnen:  
  keten van aminozuren, soortspecifiek  
  vb. insuline, FSH
* Amines:  
  rechtstreeks afgeleid van een aminozuur  
  vb. schildklierhormoon, melatonine
* Steroïden:  
  afgeleid van cholesterol  
  vb. testosteron, cortisol

**XVIII.3** *Cellulair werkingsmechanisme van hormonen*

* Steroïden en schildklierhormonen: gaan de cel binnen  
  - binden aan receptoren in de cel  
  - receptoren binden aan DNA in kern
* Wateroplosbare hormonen: - binden aan receptoren op celmembraan  
  - werking meestal via secundaire boodschappermoleculen

**XVIII.4** *Hypofyse en hypothalamus*

* Hypofyse hangt aan steeltje aan de hypothalamus in de hersenen.
* Adenohypofyse

Produceert 7 hormonen, elk in eigen celtype

* Adrenocorticotroop hormoon (ACTH): stimuleert de adrenale cartex tot productie van gucocoricoïden en mineralcoricoïden.
* Thyroïdstimulerend hormoon (TSH): stimuleert de schilklier tot procucite van thyroxine
* Luteïniserend hormoon (LH): stimuleert bij vrouwelijke vertebraden de ovulatie en bij zoogdieren groei van corpus luteum. Mannelijke 🡺 androgenen in de testis en ontwikkeling sec. geslachtskenmerken
* Follikelstimulerend hormoon (FSH): stimuleert de ontwikkeling van de eicellen en zaadcellen.
* Groeihormoon (GH): stimuleert de groei van spieren en beenderen.
* Prolactine (PRL): stimuleert de melkklieren. Speelt bij vissen en amfibieën rol bij de osmoregulatie
* Melanocytenstimulerend hormoon (MSH): stiumeert de productie tot spreiding van melanine in de huid bij heel wat vertebraten, waardoor de kleur donkerder wordt.
* Neurohypofyse
* Secreteert 2 hormonen, aangemaakt in de hypothalamus
* Oxytocine:contractie melklieren, contractie uterus
* Antidiuretisch hormoon (ADH): verhoogde reabsorptie van water in de nieren.
* Hypotalamus:

-Synthetiseert hormonen neurohypofyse

-Controleert activiteit adenohypofyse via stimulerende en inhiberende

neurohormonen

**XVIII.5** *Perifere endocriene klieren*

1. Schildklier:

* Produceert thyroxine (T4) en trijood-thyronine (T3)
* Basaal metabolisme (beïnvloedt cellulaire ademhaling),lichaamstemperatuur bij endothermen
* Embryonale ontwikkeling en groei,metamorfose

-Bijschildklieren:

* Produceren parathormoon:  
  verhoogt Ca++ spiegel in bloed
* Tegenhanger = calcitonine (schildklier):  
  verlaagt Ca++ spiegel in bloed

2. Bijnieren:

* Bijniermerg (adrenale medulla): adrenaline (epinephrine) en noradrenaline (norepinephrine), ‘fight or flight’ reactie
* Bijnierschors (adrenale cortex):  
  - glucocorticoïden (corticosteron, cortisol)  
   gluconeogenese, ontstekingsremmend  
  - mineralocorticoïden (aldosteron)  
   reabsorptie Na+ en secretie K+ in urine

3. Pancreas:

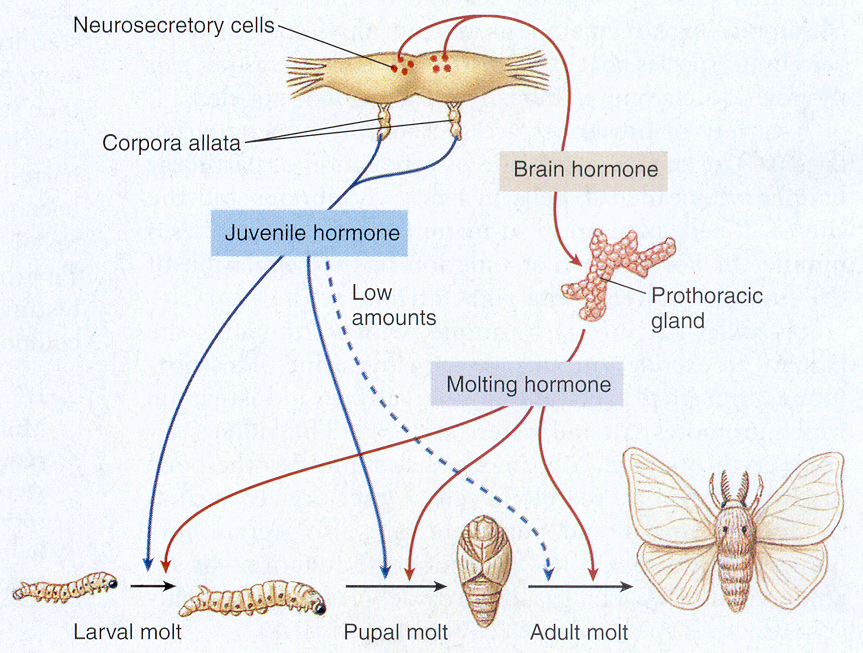
* Eilandjes van Langerhans:α cellen en β cellen
* Insuline (β cellen): verlaagt glucosespiegel in bloed na maaltijd
* Glucagon (α cellen): verhoogt glucosespiegel in bloed bij tekort

**XVII.6** *Hormonen bij Insecta en Crustacea*

🡺Hormonale regulatie van de vervelling

1)Insecta:

Wanneer stimula aanwezig zijn zal het centraal zenuwstelsel van een insect gestimuleerd worden tot de productie van exdysiotropine. Dit neurohormoon wordt via axonen vervoerd door de corpora cardiaca die geassocieerd zijn met de cerebrale ganglie. Die secreteren het prothoracotroop hormoon dat op zijn beurt de prothorcale klieren gaat stimuleren tot de cynthese en de productie van ecdyson, het vervellinghormoon.



2) Crustacea:

Verschil met de insecta is dat zowel onder een inhiberende als onder een

stimulerende hormonale invloed. Bij afwezig heid van stimuli produceert

orgaan X, gelegen nabij de ogen, het vervelling-inhiberend hormoon.

Dit hormoon onderdrukt de synthese van ecdyson in het Y-orgaan.

**Hoofdstuk 20: Biologische evolutie**

*Aanwijzingen voor de evolutie*

1. Fossielen

🡺Fossielen tot 3,5 miljard jaar terug.

1. Ouderdom van de aarde

🡺 4,5 miljard jaar.

3. de verspreiding van planten en dieren op aarde**.** Bvb: in Australie: veel Marsupialia,

zoals kangoeroes en koala’s, geen Placentalia.

4. Vergelijkende Anatomie

🡺Cellulair bouw, bouw van een cel

🡺Homologe organen – Hebben zelfde evolutionaire origine, maar verschillen nu

in functie.

5. Moleculaire Biologie

* + - Structuur van moleculen
      * DNA analyses
      * Eiwit analyses

6. Fysiologie:ademhaling zenuwstelsel, spijsvertering, eiwitsynthese, endocrien systeem

*Evolutietheorieën*

* **Ten tijde van** **Darwin** werd algemeen aanvaard dat soorten niet meer veranderden.
* **Evolutietheorieën:** soorten veranderen te wijten aan natuurlijke wetten die verandering in de tijd veroorzaken (evolutie).
* **Lamarck:** overerving van verworven kenmerken
* **Darwin:** natuurlijke selectie
* **Devries:** mutaties
* **Neo-darwinisme:** verhoogde variabiliteit, verminderde selectiedruk, isolatie van subpopulatie, wet van H&W gaat niet op
* **De Loof:** hardware en software theorie

Darwins bewijs:

* Darwin zag dat eigenschappen van soorten van plaats tot plaats verschillen.

🡺Geografische patronen veronderstellen dat afstammelingen geleidelijk veranderen als soorten migreren.

🡺Dieren en planten op jonge eilanden zijn verschillend maar lijken zeer sterk op deze van het vaste land (Galapogos-Zuid-Amerikaanse kust).

Resultaat van natuurlijke selectie: adaptatie**.** Adaptaties geven aan het individu een betere overlevingskans in zijn omgeving. De vinken hebben zich aangepast aan de verschillende omgevingsfactoren op elk van de 13 eilanden.

Uitvinding van de theorie van natuurlijke selectie:

* Aanleiding: Thomas Malthus’s *Essay over the Principle of Population* (1798)

*🡺Alhoewel elk organisme de mogelijkheid heeft om heel veel nakomelingen voort te brengen, toch blijft de grootte van de populatie relatief constant in de tijd.*

* Darwin associeerde deze theorie met het feit dat individuen met bepaalde kenmerken meer kans maken om te overleven dan andere (natuurlijke selectie).
* Geschikte kenmerken worden doorgegeven aan nakomelingen
* Frequentie van geschikte kenmerken stijgt generatie na generatie.
* Darwin kende kwekers (artificiële selectie).
* Hypothese: selectie komt ook voor in natuurlijke populaties. 🡺 Natuurlijk selectie

Ingrediënten voor natuurlijke selectie:

1) Variatie door milieu-invloeden of door genetische vershillen. De genetische basis voor morfologische en fysiologische kenmerken en voor gedrag wordt duidelijk uit studie met tweelingen.

2) Struggle for survival. Niet elk individu overleeft lang genoeg om zich voort te planten. Overlevingsomstandigheden kunnen streng zijn: temperatuur, beperkte voedselvoorraad, predatoren enz..

3) Survival of the fittest. Kenmerken van een individue bepalen de overlevingskans. Het milieu fungeert als zeef: individuen met geschikte kenmerken passeren, die met ongeschikte niet. Alleen degenen met geschikte kenmerken kunnen nakomelingen voortbrengen

De nakomelingen bezitten ook de eigenschappen met die genetisch bepaald zijn. Het netto resultaat van natuurlijke selectie is dat de frequentie van individuen in een populatie met de beste overlevingskenmerken bij elke generatie stijgt.

Natuurlijke selectie opereert op het hele individue, niet op individuele allelen. Het is de combinatie van allelen die de ‘fitness’ van een individu bepaalt. De meest geschikten hebben een groter aantal ‘goede’ genen en een kleiner aantal ‘slechte’ genen. Vemits de meest geschikten beter overleven, dan zal de frequentie van ‘goede’ genen na inwerking van natuurlijke selectie, gestegen zijn bij de volgende generatie

WET VAN HARDY-WEINBERG

* Populatie-genetica – Studie van eigenschappen van genen in een populatie
* Hardy-Weinberg - Originele proporties van genotypen in een populatie blijft constant generatie na generatie.

🡺Sexuele voortplanting aleen zal allelische frequentie niet doen veranderen.

* Noodzakelijke voorwaarden voor deze wet

🡺Grote populatie

🡺‘Ad Random’ paring

🡺Geen mutatie

🡺Geen output/imput van nieuwe genen (migratie)

🡺Geen selectie

* Genotype frequenties:(p+q)2 = p2 + 2pq + q2
* p = Individuen homozygoot eerste allel
* 2pq = Individuen heterozygoot.
* q = Individuen homozygoot tweede allel

5 VOORWAARDEN VOOR DE WET H-W:

* 1. Geen Mutaties
  + Mutaties weinig effect (zeldzaam)
    - Bron voor genetische variatie.
* 2.‘Gen Flow’: geen migratie
  + Als allelen overgaan van één populatie naar een andere.
    - Dan: allel frequenties veranderen
* 3. Geen genetische drift
  + Frequenties van een allel kunnen veranderen door toeval alleen.
    - belangrijk in kleine populaties.
      * stichtings effect – een klein aantal individuen stichten nieuwe populatie. (kleine allelische pool) .
      * Bottleneck Effect – Drastische reductie in populatie en dus in de grootte van de pool van genen
* 4. – 5. bvb: Selectie
  + Artificiëel – door de mens.
  + Natuurlijk – door de natuur.
    - Variatie moet voorkomen
    - Variatie moet resulteren in verschil in aantal van leefbare nakomelingen.
    - Variatie is genetisch bepaald

\*Mechanisme voor speciatie:

* Verminderde Selectiedruk:
  + Predatoren
  + Klimaat
  + Pesticide resistentie
* Verhoogde variabiliteit
* Wet van Hardy-Weinberg gaat niet op
* Isolatie van subpopulatie
* Hereniging met oorspronkelijke soort: geen voortplanting
* Competitie, verdere divergentie van kenmerken

\*Biologisch concept van een soort:

* Ernst Mayr: “*groups of actually or potentially interbreeding natural populations which are reproductively isolated from other such groups*.”
* Individuen die geen vruchtbaar nakomelingschap kunnen voortbrengen zijn reproductief geïsoleerd, en behoren dus tot een verschillende soort.
  + Hybridisatie

-Probleem

* Moeilijk om het concept toe te passen bij populaties die niet samenleven in de natuur
* Geen betekenis voor asexuele soorten.
* Isolatiemechanismen:
* Prezygotisch

1. Geografische

2. Ecologische isolatie: Zelfs als twee species in hetzelfde gebied voorkomen kunnen ze

in verschillende milieus vertoeven (water versus land) en elkaar dus niet ontmoeten

(geen hybridisatie)

3. Gedragsisolatie

* + - Verschillende rituelen van hofmakerij bij vogels.

4. Temporele Isolatie

* + - Verschillend voortplantingsseizoen.

5. Mechanische Isolatie

* + - Voortplantingsorganen zijn structureel verschillend.

6. Sperma kan eitje niet bereiken

* Postzygotisch
  + Hybriden zijn niet leefbaar.
  + Hybriden zijn leefbaar maar steriel
  + Hybride is fertiel maar F2 is steriel

- Voortplantings-isolatie en evolutie:

* Meestal verschijnen reproductieve isolatiemechanismen voor een andere reden dan om reproductie te beletten.
  + Aanpassing aan veranderde omgeving.
  + Selectie kan isolatiemechanismen versterken.
* Adaptatie en speciatie
  + Als populaties zich aanpassen aan verschillende omgeving, accumuleren ze veel verschillen t.o.v. elkaar, die kunnen leiden tot reproductieve isolatie.

- Speciatie:

* Speciatie is een tweeledig proces
  + Identische populaties moeten divergeren.
  + Reproductieve isolatie zorgt dat verschillen worden onderhouden.
* Allopatrische soortvorming
  + Geografisch geïsoleerde populaties zullen waarschijnlijk substantiëel verschillende kenmerken ontwikkelen die leiden tot speciatie.
* Genetische veranderingen bij Speciatie
  + Bij ontstaan van nieuwe soort zouden slechts enkele genen betrokken zijn.

- Diversiteit:

* Trends in Species Diversiteit
  + 5 belangrijke extincties.
    - Meest bekende - (65 mya)- Dinosauriërs
      * Evolutionaire radiatie van Mammalia
        + Biologische diversiteit herneemt na extincties.

\*Convergente versus Divergente Evolutie:

* Convergente Evolutie – Selectie waardoor twee groepen meer gelijkend worden.
  + Gelijkende oplossingen voor zelfde probleem
    - Marsupialia-Placentalia
* Divergente Evolutie – Selectie waardoor twee groepen meer en meer van elkaar gaan verschillen.
  + Blootstelling aan verschillende selectiedrukken.

\*Kritiek op Darwin:

* Evolutie is niet bewezen.
* Er zijn geen fossiele tussenvormen.
* Ontstaan van intelligentie.
* Evolutie is in strijd met tweede wet van de thermodynamica.
* Natuurlijke selectie is geen bewijs voor evolutie.
* Het complexiteit-argument.