

De wereld onder de microscoop

- Home
- Histologie
- Materialen
- Preparaten
- Fotogaleri
- Downloads
- Links
- Sitemap
- Contact

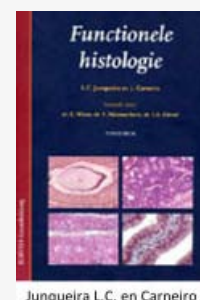
De eukaryotische cel

Bronvermelding:

- 1 Theorie: Junqueira L.C. en Carneiro J. (2004, tiende druk), *Functionele histologie*, Maarssen. Uitgeverij Elsevier. Hoofdstuk 3, 'De cel'.
- 2 Wikipedia, de vrije encyclopedie, <http://nl.wikipedia.org/wiki/Hoofdpagina>

Inleiding¹

Alle levende organismen zijn opgebouwd uit één of meer celtypen. In meercellige [organismen](#)² zijn verschillende celtypen verenigd in weefsels en organen, waarin ook [extracellulaire matrix](#)² (ECM) en [interstitiële vloeistof](#)² voorkomen. Een cel kan worden gedefinieerd als: 'de kleinste, georganiseerde levende eenheid binnen een organisme, die dankzij een ingewikkeld [metabolisme](#)² min of meer onafhankelijk kan bestaan in een fysiologische omgeving en die in staat is tot beweging, groei en deling door mitose'. Qua organisatieniveau bevindt de cel zich tussen het niveau van de moleculen en dat van de weefsels, in een reeks die bij de indeling van biomedische disciplines als volgt kan worden gedefinieerd: moleculen, cellen, weefsels, organen, individuen en maatschappij. Verschillende celtypen kunnen tezamen als bouwstenen van een weefsel functioneren. In het menselijk lichaam zijn meer dan tweehonderd verschillende celtypen geteld. Cellen bereiken leeftijden van enkele dagen tot zo lang als een organisme leeft. Zij kunnen vervangen worden, en zijn ook voortdurend bezig met de vervanging van hun organellen en opbouwende bestanddelen, de eiwitten, [lipiden](#)² en [koolhydraten](#)² en combinaties van deze moleculen. De [synthese](#)² van eiwitten en [enzymen](#)² die hiervoor nodig is, wordt bepaald door de informatie afkomstig van het [genoom](#)².



Junqueira L.C. en Carneiro J

Alle cellen zijn via mutatie en selectie tijdens de evolutie ontstaan uit een primitieve oercel. Eencellige organismen, zoals bacteriën en [protozoën](#)², hebben zich aan de meest verschillende omstandigheden aangepast en vormen meer dan de helft van de [biomassa](#)² op aarde. Bij eencelligen moeten alle functies door één cel worden uitgevoerd. In een meercellig organisme kunnen de cellen zich door de expressie van verschillende delen van hun genoom [differentiëren](#)². De celtypen hebben een verschillende structuur en functie, en kunnen met hun verschillende functies een complementaire samenwerking onderhouden. Hierdoor kunnen meercellige organismen complexere taken vervullen dan eencelligen, zodat zij een evolutionair voordeel hebben. De ontwikkeling van deze complexiteit zien wij steeds weer versneld herhaald bij de ontwikkeling van een [embryo](#)² uit de bevruchte eicel.

Een belangrijke stap in de evolutie is de ontwikkeling van eukaryotische cellen, waarbij onder andere het [DNA](#)² werd gescheiden van het cytoplasma en opgeborgen in een kern, omgeven door een kernmembraan. Voor een overzicht van de belangrijkste verschillen tussen prokaryotische- en eukaryotische cellen, zie tabel 1-1 en figuur 1-2.

Tabel 1-1 Belangrijke verschillen tussen eukaryotische- en prokaryotische cellen.

Eukaryotische cel (protozoa, wieren, alle cellen van metazoa en metaphyta)	Prokaryotische cel (bijvoorbeeld bacteriën, blauwalgen)
Unicellulair of multicellulair	Uitsluitend unicellulair
Diameter 5 - 100 µm	Diameter 0,5 - 10 µm
Kern (door kernomhulsel van het overige gedeelte van de cel afgesloten) bevat genetische informatie van complex georganiseerde chromosomen bestaande uit DNA + eiwitten	Genetische informatie in circulair DNA dat in de cel gelegen (nucleoid, genofoor)
RNA-synthese in kern, eiwitsynthese in cytoplasma, nucleoli in de kern aanwezig	RNA en eiwit gesynthetiseerd in hetzelfde compartiment, geen nucleoli

Cytoplasma met cytoskelet dat bestaat uit eiwitten	Geen cytoskelet, organellen nauwelijks of niet ontwikkeld
Organellen met gespecialiseerde functie in cytoplasma	
Deling door mitose of meiose	Deling via doorsnoering
In principe aëroob metabolisme	Anaëroob of aëroob metabolisme

Figuur 1-2 Schematische illustratie van een bacterie (A, prokaryotische cel) en een zoogdiercel (B, eukaryotische cel).



Klik voor een vergroting

A; De bacterie staat op het punt te delen, nadat het nucleoid (N) is verdubbeld. De celmembraan is meervoudig en het cytoplasma bevat geen organellen.

B; De veel grotere eukaryotische cel, die op een andere schaal is getekend, toont veel organellen of compartimenten, die door een membraan van het cytoplasma zijn afgescheiden. Men herkent een kern (N) met een kernlichaampje of nucleolus, het ruw endoplasmatisch reticulum (R), het Golgi-apparaat (G) en mitochondriën (M). De cel [fagocytteert](#)² een bacterie (B), die na opname in de lysosomen zal worden verteerd.

Eukaryotische cellen zijn omgeven door een celmembraan en bevatten organellen, als aparte, gespecialiseerde compartimenten van de cel. De celmembraan wordt soms ook plasmamembraan of plasmalemma genoemd. Organellen zijn door een membraan van het omringende cytoplasma gescheiden en hebben elk hun specifieke structuur en werking. Prokaryotische cellen missen deze organisatie en zijn daardoor minder gedifferentieerd. Eukaryotische cellen zijn ontstaan uit prokaryoten, toen op aarde de zuurstofconcentratie begon toe te nemen. De grootte van een eukaryotische cel kan sterk variëren, van 3-5 μm^2 tot meer dan 100 μm . De cellen van een olifant zijn niet groter dan de overeenkomstige cellen van de muis, maar de olifant heeft er wel meer. Cellen met een gelijke functie hebben doorgaans ook een zeer vergelijkbare structuur. Cellen met een gelijke structuur hebben vrijwel altijd een vergelijkbare functie. Bij het overschrijden van een zekere 'kritische massa' zal een cel gaan delen (mitose). Deze kritische massa is ongelijk voor verschillende celtypen, en soms ongelijk voor een cel in verschillende levensfasen. Cellen kunnen fuseren en vormen dan een syncytium, een veelkernige cel. Veelkernige cellen kunnen ook ontstaan na kerndeling (karyokinese), waarbij het delen van het cytoplasma (cytokinese) achterwege blijft, zodat een symplasma ontstaat.

Onderdelen van de cel¹

In de kern van een cel, die alleen bij rode bloedcellen en bloedplaatjes ontbreekt, ligt de genetische informatie in intacte, maar niet-gecondenseerde chromosomen opgeslagen. De cel, als geheel, bestaat uit het protoplasma, terwijl onder cytoplasma het deel van de cel buiten de kern wordt verstaan. In het cytoplasma vinden we de volgende organellen, die belangrijke compartimenten van de cel vormen:

1. mitochondriën, die verantwoordelijk zijn voor het leveren van energie;
2. endoplasmatisch reticulum, dat instaat voor de eiwitsynthese²;
3. Golgi-complex, dat een rol speelt bij de vorming van secretiegranula;
4. lysosomen, die de intracellulaire vertering verzorgen.

Alle organellen worden omgeven door een membraan en bevatten specifieke enzymen die hun functie ondersteunen.

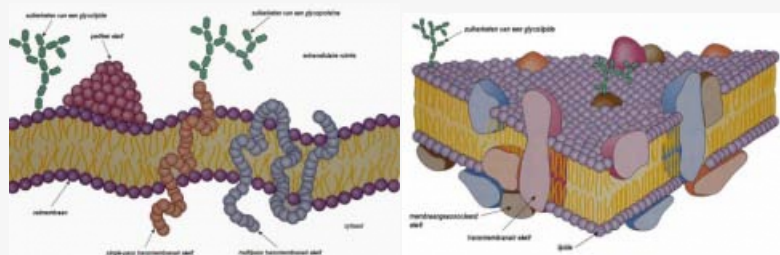
Het cytoplasma¹

Door de indeling van het protoplasma in aparte compartimenten, zoals gevormd door de organellen, kunnen

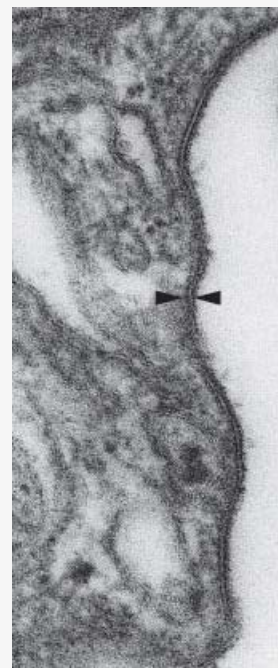
uiteenlopende metabole processen parallel verlopen (bijvoorbeeld synthese naast afbraak). De organellen en insluitsels van het cytoplasma zijn ingebed in het cytosol, de vloeibare basissubstantie van het cytoplasma. De insluitsels vormen tijdelijke bestanddelen van het cytoplasma, en kunnen bestaan uit kleine ophopingen van lipiden, koolhydraten (glycogeen) of pigmentkorrels. Naast de organellen en insluitsels is er nog het cytoskelet, onder andere bestaande uit centriolen, microfilamenten, intermediaire filamenten en microtubuli.

De celmembraan¹

De plasmamembraan of celmembraan is samengesteld uit fosfolipiden, cholesterol, eiwitten en glycoproteïnen. De plasmamembraan fungeert als een selectieve barrière, die de permeabiliteit en het transport tussen het cytoplasma en het extracellulair milieu regelt. Daarbij kan de membraan passief stoffen doorlaten of met verbruik van energie (actief) stoffen over de membraan transporteren. De plasmamembraan en de daarop aanwezige celcoat of glycocalix hebben een functie bij het herkennen en eventueel aanhechten van stoffen, deeltjes en naburige of vreemde cellen. De plasmamembraan en het cytoskelet spelen ook een rol bij de voortbeweging van cellen.



Alle membranen van de cel tonen een eenheidsstructuur (unit membrane), voornamelijk opgebouwd door een fosfolipide-dubbellaag, die in een [transmissie-EM-opname](#)² als twee parallelle lijnen met een afstand tussen 5 en 10 nm tot uitdrukking komt (fig 1-3). In zo'n membraan liggen de hydrofobe staarten van de [fosfolipiden](#)² naar elkaar toe, en de hydrofiële delen vormen de buitenlaag van de membraan. Membranen zijn min of meer vloeibaar, dat wil zeggen dat een groot deel van de moleculen in de membraan vrij beweeglijk is. Men kan deze 'fluiditeit' met bepaalde methoden meten.



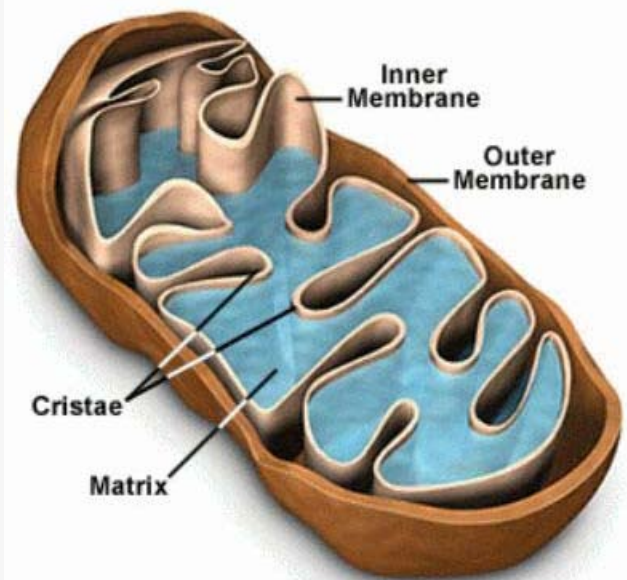
Mitochondriën¹

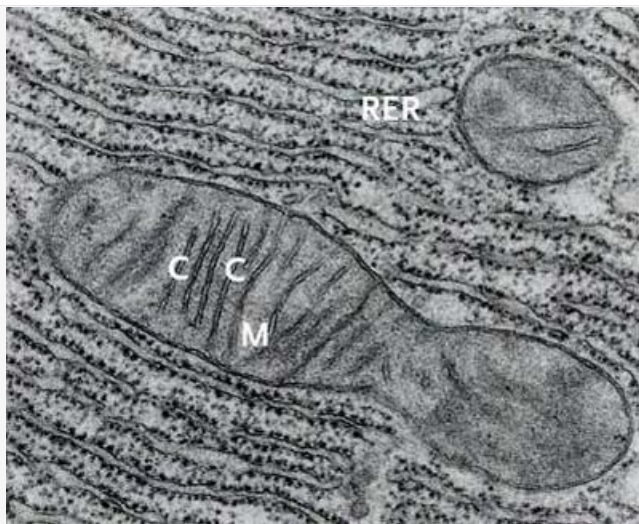
Mitochondriën zijn in levende cellen zichtbaar met [fasecontrastmicroscopie](#)². Zij komen voor in alle eukaryotische cellen en kunnen soms tot bijna de helft van het cytoplasmavolume innemen, maar meestal is dit veel minder. Het aantal mitochondriën per cel varieert van cel tot cel en hangt af van de energiebehoefte. Bloedlymfocyten hebben er enkele tientallen, maar een parenchymcel van de lever heeft er 2-3000, terwijl een eicel er enkele honderdduizenden heeft. Mitochondriën zijn meestal langwerpig, kunnen soms vertakken, en hebben afmetingen van 0,5 tot enkele μm . Mitochondriën verplaatsen zich in de cel en kunnen aanzienlijke vormveranderingen ondergaan. Mitochondriën kunnen ook splitsen en fuseren. Mitochondriën zetten de chemische energie van metabole stoffen om in [ATP](#)². Uit ATP kan overal in de cel gemakkelijk energie worden

vrijgemaakt voor energieverbruikende processen, zoals osmotische, mechanische, elektrische of chemische arbeid, ionentransport of signaaltransductie. Mitochondriën kunnen zich op een plaats in het cytoplasma concentreren, namelijk daar waar veel energie wordt verbruikt, zoals in het apicale cytoplasma van trilhaarcellen, het middensegment van spermatozoa of het basale cytoplasma van ionentransporterende cellen. De structuur van het mitochondrium komt in een elektronenmicroscop goed tot uitdrukking (figuur 1-4). Mitochondriën bezitten een buiten- en een binnenmembraan, die sterk is vergroot en geplooid tot zogenaamde cristae. De cristae zijn meestal bladvormig, hoewel er ook buisvormige cristae voorkomen en [steroid](#)-vormende cellen. De dubbele membraan van het mitochondrium verdeelt het organel in een aantal verschillende compartimenten en oppervlakten, die verschillende functies bezitten:

1. de buitenmembraan;
2. de intermembraire ruimte, dat is het compartiment tussen de buiten- en de binnenmembraan;
3. het intramembraire oppervlak van de binnenmembraan met de cristae;
4. de matrix

De buitenmembraan bevat eiwitten voor transport en omzetting van [substraten](#)², en is tamelijk permeabel, zodat de samenstelling van de intermembraire ruimte grotendeels overeenkomt met die van het cytoplasma. De binnenmembraan is minder permeabel, bestaat voor driekwart uit eiwitten, waaronder transporteiwitten en de enzymcomplexen van de ademhalingsketen. Sommige van deze enzymen kunnen als bolvormige elementaire lichaampjes zichtbaar worden gemaakt in een EM. Soms zijn matrixkorrels te zien, die bij analyse calcium- en magnesiumzouten blijken te bevatten of behoren tot de mitochondriale ribosomen. In het mitochondrium worden energiebevattende grondstoffen afgebroken door de enzymen van de [citroenzuurcyclus](#)² (Krebs-cyclus). De energie die dan vrijkomt, wordt gebruikt voor de oxidatieve fosforylering. ATP is het eindproduct, terwijl CO₂ en water vrijkomen. De enzymen die ATP produceren, bevinden zich in de binnenmembraan, terwijl de matrix enzymen bevat voor de citroenzuurcyclus. In het bruine vetweefsel kunnen mitochondriën de oxidatieve [fosforylering](#)² en het elektronentransport ontkoppelen en komt de energie vrij als warmte. Cellen met een hoge metabole activiteit (bijvoorbeeld hartspiercellen of cellen van de niertubuli) hebben veel mitochondriën met dicht opeengepakte cristae, terwijl cellen met een lage metabole activiteit een gering aantal mitochondriën met weinig, korte cristae bezitten. Mitochondriën bevatten in hun matrix een kleine hoeveelheid circulair, dubbelstrengs DNA, dat niet met [histonen](#)² is gecomplexeerd. Dit DNA verzorgt, via tRNA en ribosomen, eigen eiwitsynthese, die onafhankelijk is van het nucleaire DNA. Deze synthese is slechts toereikend voor ongeveer 10% van de mitochondriale eiwitten; de rest van de eiwitten wordt in het nucleaire DNA gecodeerd en wordt van het cytoplasma naar het mitochondrium getransporteerd. Bij de celdeling worden mitochondriën min of meer gelijk verdeeld over de dochtercellen, die daarna het bestand aanvullen. Vermeerdering van mitochondriën vindt plaats door splitsing, groei en DNA-duplicatie. Het feit dat mitochondriën een eigen circulair DNA en ribosomen bevatten, doet denken aan de situatie bij bacteriën. Dit heeft geleid tot de zogenaamde endosymbiont-hypothese, die stelt dat mitochondriën afstammen van bacteriën die tijdens de evolutie in [symbiose](#)² in het cytoplasma van eukaryoten zijn opgenomen.





Figuur 1-4 TEM opname van een mitochondrium in een pancreascel

van een rat. De dubbele membraan en de cristae (C) van de mitochondria (M) zijn duidelijk te zien. Als de cristae niet loodrecht in de coupe zijn georiënteerd, ontstaan in plaats van duidelijke membranen donkere schaduwen (rechts-onder). Het RER is in deze cellen sterk ontwikkeld vanwege de zeer grote productie van spijsverteringsenzymen.

[Top](#) [Next](#)