

**Voorbeeldsamenvatting - Huid & Afweer:
Hoorcolleges 22/23**

Geneeskunde | Vrije Universiteit Amsterdam
2022 - 2023

VUGK-111-184 | €0,00

Tentamengericht | Overzichtelijke structuur
Sinds 1994 | Beoordeeld met een 8,2





JOIN DE SLIM ACADEMY COMMUNITY HELEMAAL GRATIS!

- ✓ Gratis voorbeeldsamenvattingen
- ✓ Gratis oefenopdrachten
- ✓ Als eerste up-to-date van nieuwe acties
- ✓ WhatsApp met je medestudenten
- ✓ Stel vragen aan onze study experts

Ga naar www.SlimAcademy.nl/join of scan de QR code, laat je gegevens achter en krijg gratis toegang tot onze community!



Voorwoord

Beste student,

Leuk dat je dit jaar Geneeskunde gaat studeren! Voor je ligt de samenvatting van het vak Huid en Afweer. Slim Academy heeft de belangrijkste studiestof voor je samengevat. Zo kun jij zo prettig mogelijk studeren. We wensen je alvast succes met studeren en natuurlijk met het behalen van jouw eerste studiepunten!

Werken bij

Slim Academy is altijd op zoek naar gemotiveerde studenten! Lijkt het je leuk om bij ons aan de slag te gaan met het samenvatten en nakijken van samenvattingen? Dan is de rol van Studieheld zeker iets voor jou. Je kunt **werken vanuit huis**, krijgt een **riante vergoeding** en je hebt een studiegerelateerde bijbaan die **goed op je cv** staat. Heb je interesse? Stuur dan jouw motivatie en cv naar klantenservice@slimacademy.nl.

Auteursrechten voorbehouden

Houd er rekening mee dat onze samenvattingen beschermd zijn door de auteurswet. Dat betekent dat het doorverkopen of delen van onze fysieke en/of digitale samenvattingen illegaal is. Als je wilt dat wij samenvattingen kunnen blijven aanbieden, verzoeken wij je jouw eigen exemplaar te kopen. Als je vragen hebt of schendingen van het auteursrecht wilt melden, kun je contact met ons opnemen via klantenservice@slimacademy.nl.

Stay in touch

Wil je verder op de hoogte blijven van de ontwikkelingen bij Slim Academy? Kom in contact via:
www.slimacademy.nl
@SlimAcademy.nl
klantenservice@slimacademy.nl
010 214 32 45

We wensen je veel succes met studeren en bij het halen van jouw tentamens!

Team Slim Academy

P.S. De samenvatting is geschreven naar eigen inzicht van de auteur. Het is en blijft een samenvatting, die als aanvulling op de verplichte lesstof gezien moet worden en geen vervanging is van de verplichte lesstof.



Join de WhatsApp groep

- ✓ Chat met jouw mede-studenten
- ✓ Stel al jouw (studie)vragen aan onze studie-experts
- ✓ Krijg extra oefenvragen om jouw kennis te testen
- ✓ Krijg gratis voorbeeldsamenvattingen en supplementen

Scan de QR code hiernaast en blijf altijd up-to-date!

10.000 studenten joinde vorig jaar

The banner features three smartphone screens displaying WhatsApp chat messages. A large QR code is overlaid on the screens, and a blue circular badge with the text '10.000 studenten joinde vorig jaar' is positioned above the QR code.

Informatie over het vak

Je staat op het punt de voorbeeldsamenvatting van je eerste vak van de studie Geneeskunde te lezen. Hierin hebben we de eerste drie casussen opgenomen. De overige casussen vind je in de volledige samenvatting.

Studenten die starten met de studie Geneeskunde in Amsterdam vinden het vaak uitdagend om de diepgang te bepalen van de stof die je zult moeten leren voor het tentamen. Maar maak je geen zorgen, we hebben deze samenvatting geschreven met als doel je door dit vak heen te helpen. Meerdere topstudenten, die recentelijk dit vak hebben gevolgd, hebben hun expertise gedeeld en aan deze samenvatting gewerkt, om je te helpen met de dingen waar de meeste studenten mee worstelen bij het studeren van Geneeskunde.

We hebben gewerkt aan de volgende punten om je de beste hulp te bieden:

- Analyseren van oude examens om inzicht te geven in wat er wordt gevraagd;
- Eerstejaars studenten betrokken bij het maken van deze samenvatting, om ervoor te zorgen dat het is geschreven op een manier die het beste is voor jou om mee te studeren;
- Gebruiken van oefen- en voorbeeldoefeningen op examenniveau, zodat je de beste werkwijze krijgt.

Hoe kan je het beste studeren?

Tijdens het studeren voor dit vak, is het aanbevolen dat je ook delen uit het boek bestudeert voor een beter begrip, omdat het extra informatie biedt. Oefenen is ook de sleutel tot een goed cijfer voor dit examen. Om je goed voor te bereiden op het tentamen zou je veel oefenvragen kunnen maken. Zo kun je jezelf testen op je verworven kennis van de afgelopen periode. Op deze manier kun je beter de vragen van het examen beantwoorden. Je vindt een paar van zulke oefeningen in dit boekje.

Wat voor samenvattingen bieden we aan en wanneer kun je ze verwachten?

Voor Geneeskunde maken wij verschillende typen samenvattingen. Hieronder vind je een overzicht van deze samenvattingen en wanneer je deze kan verwachten deze periode.

Studiehulp	Wat houdt het in?	Wanneer?
Hoorcolleges	Alle relevante tentamenstof uit de hoorcolleges.	Anderhalve week voor het tentamen.
Literatuur	Alle relevante studiestof uit de literatuur.	Begin van het blok.

Succes met studeren!

Inhoudsopgave

Voorwoord	1
Informatie over het vak	2
Hoofdstuk 1: Introductie cursus en semester 1.1	4
Hoofdstuk 2: Inleiding in gezondheidsrecht en ethiek	7
Hoofdstuk 3: Welke rol speelt de dokter?	9
Hoofdstuk 4: Genetica I	11
Hoofdstuk 5: Genetica II	13
Hoofdstuk 6: Celbiologie: organellen en intracellulaire compartimenten	15
Hoofdstuk 7: Histologie - Epitheel	18
Hoofdstuk 8: Inleiding in de immunologie	23
Hoofdstuk 9: Histologie - huid	26
Hoofdstuk 10: Celbiologie: celmembraan, celsignaling en cytoskelet	28
Nawoord	35

Hoofdstuk 1: Introductie cursus en semester 1.1

De informatie in dit hoofdstuk is gebaseerd op:

- Openingscollege 1 uit week 1.

Algemene zaken

Elke week begint en eindigt met een hoorcollege. Deze hoorcolleges worden (bijna) altijd opgenomen en op het internet gezet. Echter worden de patiënt colleges niet opgenomen, waardoor het aangeraden wordt om deze wel te volgen. Een blok duurt vier weken en wordt telkens afgesloten met een Cursus Afhankelijke Toets (CAT). Uit het verleden blijkt dat de mensen die naar alle colleges gaan vaker succes hebben op de CAT.

Er zijn een aantal regels die belangrijk zijn voor een goed verloop van de cursus, dit wordt van de student verwacht:

- Kom op tijd. Bij een patiëntcollege is het ongepast om te laat te komen. Patiënten zijn vaak gespannen omdat ze niet gewend zijn om voor een grote groep te praten. De deuren gaan dicht dus je komt er niet meer in;
- Niet eten en drinken tijdens het college;
- Wees stil tijdens het college;
- Op Canvas is een discussieforum. Maak hier gebruik van. Dit is een manier om je medestudenten te helpen bij vragen en de docenten houden dit discussieforum in de gaten zodat ze kunnen ingrijpen waar dit nodig is;
- Neem altijd al je spullen mee de zaal uit.

Ook van de docenten kunnen een aantal dingen verwacht worden.

- Colleges die opgenomen worden staan binnen drie dagen op Canvas;
- Canvas is altijd leidend. In de mobile learning kunnen fouten staan;
- Binnen twee dagen antwoord in het discussieforum.

Binnen de cursus zijn een aantal leerdoelen, dit is wat de studenten over vier weken horen te kennen.

1. Kan de structuur van DNA, RNA en eiwitcoderende genen beschrijven, uitleggen hoe eiwitten worden gesynthetiseerd en getransporteerd en hoe dit proces wordt gereguleerd.
2. Kan beschrijven hoe cellen zijn opgebouwd; met elkaar communiceren en welke processen plaatsvinden tijdens celdeling.
3. Kent het verschil tussen aangeboren en verworven immuniteit en kan uitleggen welke pathologische processen ten grondslag liggen aan cel- en weefselschade.
4. Kan de belangrijkste principes van een biologisch regelsysteem uitleggen en begrijpt de basisprincipes die betrokken zijn bij de energiehuishouding in het mitochondrion.
5. Kan de opbouw en functies van epitheel in de huid benoemen, herkent veel voorkomende huidafwijkingen en kan een passende behandeling adviseren.
6. Heeft inzicht in het CANMEDS-model; de modellen van arts-patiënt relaties en verschillende vormen van preventie. Heeft inzicht in de basisprincipes van gezondheidsrecht, in het bijzonder in de WGBO; is zich bewust van 'de eerste indruk' van een patiënt en heeft inzicht in de rol van de arts mbt preventie.

De cursus duurt vier weken en elke week staat er een ander thema centraal.

Week 1: van DNA tot cel

- Colleges over de basisvakken: genetica, celbiologie, gezondheidsrecht en epitheel.
- Patiëntcollege (constitutioneel eczeem).
- Twee practica: de eerste indruk en WGBO.
- Vier studieopdrachten: Welke rol speelt de dokter, Genetica I, Genetica II en COVID-19, vaccins, feiten of fabels..

Week 2: Huid en Huidreacties

- Colleges over de basisvakken: fysiologie, biochemie, celbiologie, histologie en pathologie. Patiëntcollege (contacteczeem).
- Twee practica: huid en huidreacties en inductie eiwitsynthese.
- Vier studieopdrachten: dermatologie I, dermatologie II, dermatologie III, eigenaardige bewegingen.

Week 3: Huidletsel en herstel.

Deze week staan brandwonden centraal.

- Colleges basisvakken: celbiologie, immunologie, klinische genetica en klinisch redeneren. Patiëntcollege (brandwonden)
- Twee practica: leeronderzoek celbiologie en een digitaal practicum over epitheelweefsel en de huid.
- Vier studieopdrachten: Verbranding, pathologie, biochemie, immunologie.

Week 4: Huidafwijkingen

- Colleges: verdiepingscollege KR, een klinisch slotcollege en een preklinisch slotcollege. Patiëntcollege (basaalcelcarcinoom)
- Één practicum: een digitaal practicum over cellen & cel functies.

Wat moet je kennen voor de CAT:

- Hoofdstukken uit leerboeken.
- Colleges: hierin worden de belangrijkste en moeilijkste aspecten van een vak toegelicht.
- Practica.
- Zelfstudieopdrachten.

Tips:

- Colleges zijn niet verplicht, maar wel leerzaam!
- Gebruik het discussieforum.
- Oefen met oude tentamens.
- Begin op tijd, hou je studiestof bij en herhaal, herhaal, herhaal.

Coronavaccinaties

In dit hoorcollege vertelde Marjolein van Egmond over de redenen om je te laten vaccineren voor COVID-19. Ook legde ze uit hoe vaccinaties werken.

Redenen om je te laten vaccineren voor COVID-19:

- Niet-gevaccineerde mensen komen sneller in het ziekenhuis.
- De mensen bij wie het vaccin niet aanslaat, worden beschermt als meer mensen om hun heen gevaccineerd zijn.
- Je kan long-COVID krijgen.
- Er kan weer een Lock-down komen als er minder gevaccineerd wordt.

Door een COVID vaccinatie kan je, net als met het krijgen van corona, bijwerkingen krijgen en ziek worden. De kans is heel klein dat je lange termijn bijwerkingen krijgt. Er zijn een aantal ernstige bijwerkingen; auto immuunziekte, trombose en een ontsteking van het hartzakje.

Het voordeel van vaccineren weegt wel op tegen deze kleine kans op bijwerkingen. Vaccins voorkomen namelijk ziekenhuisopnames en overlijden.

Hoofdstuk 2: Inleiding in gezondheidsrecht en ethiek

De informatie in dit hoofdstuk is gebaseerd op:

- Openingscollege 2 uit week 1.

Medisch Recht (Beroepsgeheim)

Als arts zijnde kom je met veel mensen in aanmerking. Iedere patiënt heeft zijn eigen verhaal en als arts zijnde wordt er zodoende van je verwacht een goede arts-patiënt relatie op te bouwen. Een prominent aspect in zo een arts-patiënt relatie is **betrouwbaarheid**. Je moet als arts zijnde alles wat je te weten komt over de patiënt achter gesloten deuren houden. Daarom is het van belang dat constant het **beroepsgeheim** in je achterhoofd zit. Een ongeluk zit in een klein hoekje, het komt namelijk vaak voor dat artsen zonder enig besef uitgebreid een patiënt bespreken. Het kan bijvoorbeeld ook gaan over gesprekken die je met je medestudenten hebt in het restaurant van het ziekenhuis of een USB stick met patiëntgegevens die ergens vergeten wordt. Er kunnen allerlei dingen spelen die het beroepsgeheim kunnen schaden. Alhoewel dit niet zo erg lijkt, kan het hele nare gevolgen hebben; waaronder het niet meer kunnen beoefenen van je beroep.

Belang en betekenis beroepsgeheim

Het is van algemeen belang, dat iedereen zich "vrijelijk" tot een arts kan wenden. Ieder mens moet zich tot een arts kunnen wenden en zijn/haar klachten bespreken. Tevens is het zo, dat een arts niet is opgeleid om juridische maatregelen te nemen. Zelfs als een crimineel behandeling nodig heeft, zal de arts dat leveren. De arts is er puur voor geneeskundige zorg. Eveneens is het individueel belang belangrijk. Een patiënt hoort gegarandeerd te zijn dat zijn gegevens vertrouwelijk worden bewaard en niet worden verspreid aan derden. Maar niet alleen artsen hebben te maken met het beroepsgeheim, ook studenten, secretaresses en zelfs de portier heeft er mee te maken.

Nadelige gevolgen versoepeling beroepsgeheim

Er wordt gesproken over **meldplicht** voor ernstige risico's op geweld. Dit is in Duitsland al het geval. Er zit echter ook een nadeel aan de meldplicht. Patiënten kunnen bang zijn om naar de dokter te gaan omdat ze bang zijn niet te worden geholpen, maar om aangegeven te worden bij de politie. Verder komen gegevens van allerlei patiënten in databases van de overheid terecht. Dit schaadt niet alleen de privacy van criminelen, maar ook van de rest van de patiënten. Je hebt als arts het recht om je beroepsgeheim te doorbreken als er echt gevaar is voor de patiënt of voor de omgeving van de patiënt.

Wie heeft beroepsgeheim

Beroepsbeoefenaren waaronder artsen en verpleegkundigen hebben een **zelfstandig beroepsgeheim**. Verder hebben studenten, coassistenten, secretaresse de portier etc. een afgeleid beroepsgeheim. Zowel mensen met een zelfstandig beroepsgeheim als een **afgeleid beroepsgeheim** ondertekenen een geheimhoudingsverklaring. Alleen artsen die in het register staan ingeschreven kunnen voor het **tuchtcollege** geroepen worden.

Juridisch kader

Vanaf het eerste contact met de patiënt geldt; zwijgen. De hoofdregel is: NEE, TENZIJ. Alles wat je van de patiënt hoort mag je niet doorvertellen. Alleen als er nadrukkelijk toestemming gegeven wordt door de patiënt mag je het zwijgen doorbreken en gegevens delen.

Echter geldt dit niet in kader van medebehandelaars, als er een vervangend arts de patiënt overneemt of als er een ander persoon als vertegenwoordiger van de patiënt optreedt. Maar zelfs in zo een geval is het netjes om toestemming te vragen aan de patiënt.

Er zijn naast alle morele afspraken, ook wettelijke afspraken aan de orde. Eén daarvan is de wettelijke verplichting. Volgens de wettelijke verplichting, moeten de gegevens van het dossier verspreid worden in het geval van een bedreiging voor de samenleving. Je hebt als arts **verschoningsrecht**. Je hoeft vragen van rechters justitie (OM) en de politie niet te beantwoorden als dat je beroepsgeheim schendt.

Richtlijnen beroepsgeheim

Ook zijn er richtlijnen opgezet door de **KNMG** en het VUmc. De KNMG heeft diverse richtlijnen over contact met politie en justitie, meldcode kindermishandeling, omgaan met medische gegevens en social media. Verder heeft het VUmc ook haar eigen richtlijnen en protocollen, onder andere over social media en contact met politie en justitie. In VUmc mag gefilmd en gefotografeerd worden zolang er geen andere patiënten of hulpverleners in beeld zijn.

Hoe nu verder tijdens je studie: wat mag je wel en niet zeggen?

Tijdens een bijeenkomst met coassistenten waarin ervaringen met elkaar worden gedeeld, hadden ze het over één van de patiënten. Echter is de naam van de patiënt gevallen tijdens het gesprek. De patiënt waarover je spreekt mag dus nooit herleidbaar zijn.

* Uitgangspunt, als een informatie-uitwisseling niet gerelateerd is aan een behandeling, dan bespreek je dergelijke ervaringen aan de hand van geanonimiseerde patiënten.

Wanneer mag het beroepsgeheim dan wel doorbroken worden?

Een arts heeft dus zwijgplicht: je moet zwijgen over alles wat er bekend wordt over een patiënt tijdens het uitoefenen van je vak. Het beroepsgeheim mag wel doorbroken worden als:

- Als er toestemming van de patiënt is.
- Als de wet verplicht tot spreken.
- Als er sprake is van een **conflict van plichten**.

Hoofdstuk 3: Welke rol speelt de dokter?

De informatie uit dit college is gebaseerd op:

- Openingscollege 3 uit week 1

Wat is een excellente arts?

Er is veel nodig om te behoren bij de elite onder de artsen. Één van de behoeften om hieraan te voldoen is de **professionele ontwikkeling** van een arts. Tevens zijn er richtlijnen opgesteld in het **Raamplan Artsenopleiding**, om een indicatie te geven wat als excellent kan worden beschouwd. Om een beter beeld te krijgen van zo een 'Super Dokter', heeft het Raamplan Artsenopleiding een aantal onderdelen in de artsopleiding die hieraan voldoen gestipuleerd. In het college werden een aantal kenmerken van een goede dokter opgenoemd: een luisterend oor, expert op zijn/haar gebied, heeft de combinatie kennis en compassie en is betrokken bij patiënt en bij collega's. Ook kwam in het college naar voren dat het belangrijk is om te weten waar je kennis ligt. Een excellente dokter heeft een heleboel rollen.

Rollen in de artsopleiding

Een **medisch deskundige** is zoals het al aangeeft een deskundige op het gebied van de medische wereld. Echter zitten er nogal wat haken en ogen aan. Je hoort, afgezien van het feit een breed pakket aan medische kennis te hebben, dit ook toe te kunnen passen. Eveneens is het communiceren met andere zorgverleners van groot belang.

Bij een **communicator** wordt er niet simpelweg verwacht dat je een dialoog voert met mensen, er schuilt een veel diepere gedachte achter. Er wordt onder andere van je verwacht een therapeutische relatie met wederzijds begrip te hebben. Tevens is het verzamelen en bespreken van informatie met de patiënt een leidende factor. Afgezien van wat eerder genoemd, is het ook van belang om goed om te gaan met de verschillende patiëntengroepen en doelbewust je interactie aan te passen aan de soort patiënt. Het is belangrijk om je te realiseren dat ziekte iets is wat in verschillende culturen op een andere wijze wordt ervaren en dat je daarop jezelf moet aanpassen.

Coöperatie is een fenomeen wat al van jongs af aan ons wordt opgedragen. Echter zit het op medisch vakgebied iets complexer in elkaar. Een **samenwerker** dient samen met de patiënt en zorgverleners een zorgplan op te stellen en dit ook daadwerkelijk uit te voeren. Echter behoort dit wel onder enige expertise uitgevoerd te worden en zullen er afspraken moeten worden gemaakt met de patiënt, waarvan wordt geacht dat de patiënt zich hier strikt aan zal houden. Tevens wordt er van de arts verwacht enige bijdrage te leveren aan interdisciplinaire teams.

Bij het bouwen van de gebouwen in het Financial district van Amsterdam Zuid staat organisatie hoog op het vaandel, anders valt het als een kaartenhuis in elkaar. Ook op medisch gebied hoort er enige vorm van organisatorisch vermogen te zijn. Een **organisator** hoort bekwaam te zijn op het gebied van de IT en kan doelgericht functioneren met technologische snufjes zoals beveiligingsaspecten, medische-apparaten en EPD. Bovendien hoort een hoogstaande arts ook zijn eigen werkzaamheden te organiseren. Verder is kennis over het gezondheidszorgsysteem een belangrijk aspect om te beheersen. In sommige gevallen kan het namelijk voorkomen dat er geen plaats meer is voor de patiënt, dan wordt er van de arts verondersteld te weten waar en naar wie de patiënt te verwijzen. Zo moet een super arts dus niet alleen binnen maar ook buiten het ziekenhuis organiseren.

Buiten de vele attributen die een goede arts moet beheersen, hoort een goede arts de gezondheid van zijn patiënten te verbeteren. Als **gezondheidsbevorderaar** hoor je niet alleen de patiënt te genezen je moet ook preventief aan de slag gaan. Dit houdt in dat je determinanten van ziektes moet kennen, toepassen en meewerken aan maatregelen. Eveneens is het van belang adequaat te reageren op risicovolle determinanten, wat behoort tot het preventief bezig zijn als arts.

Buiten al het medische, blijft geneeskunde gezien worden als een wetenschappelijke studie. Als afgestudeerde basisarts kan je jezelf dan ook officieel beschouwen als **academicus**. Uiteraard moet je als academicus zijnde wetenschappelijk onderzoek kunnen opzetten en uitvoeren. Verder is het ook van belang om kritisch te evalueren en dit toe te passen in de praktijk. Bovendien is het van belang continu nieuwsgierig te zijn en voortdurend kritisch over jezelf te reflecteren.

Na zes jaar zwoegen en ploegen is het dan zover: je gaat als arts verder door het leven. Als **beroepsbeoefenaar** zijn er echter gedragsregels waar je aan moet voldoen. Zo dien je op eerlijk en betrokken wijze zorg te leveren, professioneel gedrag te demonstreren en bovendien geneeskunde op een ethisch verantwoorde manier te occuperen. Uiteraard is het ook bij dit segment van het vak verstandig om over je eigen handelingen kritisch te reflecteren.

Een **reflector** exploreert weloverwogen en doelbewust ervaringen ter bevordering van het leren, de persoonlijke en professionele ontwikkeling en het verbeteren van het eigen functioneren als arts en van de beroepspraktijk.

Waar ga je de rollen tegenkomen?

In principe kom je de bovengenoemde attributen bijna overal tegen als "Arts in Spe:" In de colleges, practica, studiegroepen en natuurlijk op de werkvloer. Het wordt daarom zeker geadviseerd om jezelf op deze aspecten te ontwikkelen. Echter zoals elk mens, is ook elke dokter uniek. Ontdek je eigen talenten en exploiteer deze gaven.

Hoofdstuk 4: Genetica I

De informatie uit dit college is gebaseerd op:

- Tussencollege 1 uit week 1.

Er zijn veel genetische aandoeningen en het is belangrijk om als arts je hiervan bewust te zijn. Genetische aandoeningen kunnen ontstaan door een foutje in het DNA wat een mutatie wordt genoemd. Een **monogeen** is een specifiek gen die een ziekte veroorzaakt.

Nucleotiden

DNA bestaat uit nucleotiden. Nucleotiden zijn opgebouwd uit een fosfaatgroep, (desoxy)ribose en een base. In het geval van RNA is het ribose. Het basenpaar AT in DNA is verbonden door twee waterstofbruggen en het basenpaar GC met drie waterstofbruggen. Daarom is de verbinding tussen GC sterker. RNA bevat de basenparen AU en GC.

DNA replicatie

DNA replicatie vindt plaats bij de celdeling. Het begint bij de interfase waarna de cel zich in de M-fase verkeert, waarna hij weer terugkomt in de interfase. De replicatie begint bij het 'replication origin'. In het replication origin wordt het DNA gerepliceerd. Dit gebeurt semi-conservatief. DNA polymerase (kristalstructuur) is een enzym en zorgt voor de replicatie. DNA kan alleen gesynthetiseerd worden van de 5' naar 3' kant, omdat anders het proofreading niet kan plaatsvinden omdat de DNA polymerase dan niet aan de reactieve kant zit. Het lijkt alleen dat er, in het replication origin, synthese van een DNA-streng van 3' naar 5' plaatsvindt. Dit is niet juist. De DNA polymerase gaat namelijk achteruit, zodat elk nieuw fragment gepolymeriseerd kan worden in de goede richting. Deze fragmenten, ook wel **Okazaki fragments** genoemd, komen later samen om een nieuwe streng te vormen. De streng die dus op deze manier gevormd wordt, noemt men de **lagging strand** en de streng die normaal gevormd wordt (dus niet achteruit) van 5' naar 3' heet de **leading strand**.

Na het einde 3', is er een enzym nodig om DNA polymerase weer op te starten. Dit wordt de primer genoemd en deze primer is primase. Primase kan losse RNA nucleotiden binden aan DNA. Primase is een voorbeeld van RNA polymerase.

DNA structuur

Elke helft van het chromosoom heeft een chromatide. Het centromeer is de plek waar de chromosoom zich in tweeën gaat delen.

- Een chromatine bestaat uit DNA, histonen en niet-histone eiwitten;
- Een nucleosoom is een groepje eiwitten (een histon) met DNA eromheen (meestal 147 nucleotiden);
- Een chromosoom heeft een lange arm (q-arm) en een korte arm (p-arm).

Meerdere nucleosomen vormen samen een soort kralenketting en op een gegeven moment vormt dit zich tot een mitotisch chromosoom. De chromosoomstructuur is bepalend voor hoe actief het chromosoom is. Hoe opener de structuur, hoe meer er moet van worden afgelezen.

- Een heterochromatine is compact gevouwen en dus inactief;
- Een euchromatine is open, wel actief en heeft dus actieve genen.

Chromosoom 19 is het meest compacte chromosoom. Hier ondervinden wetenschappers tijdens onderzoek dan ook vaak moeilijkheden mee.

Het centromeer en het telomeer in het chromosoom zijn altijd heterochromatines. Een telomeer is het einde van een chromosoom dat er voor zorgt dat de chromosomen niet steeds korter worden na de replicatie. Echter worden telomeren wel korter naarmate mensen ouder worden. De chromosomen X-p en X-m in een embryocel worden random gekozen en uit- en aangezet.

Transcriptie

Transcriptie is het maken van **RNA** en gebeurt in de celkern. Dit gebeurt met behulp van RNA-polymerase. Hiervoor moet de DNA structuur wat losser worden zodat de RNA polymerase zijn werk kan doen. RNA wordt gevormd aan de DNA template. De richting waarop dit gebeurt is van de 3' kant naar de 5' kant. RNA heeft dus ongeveer dezelfde nucleotidenvolgorde als de coderende DNA streng. Alleen heeft RNA de nucleotide U (uracil) in plaats van T. Er zijn verschillende genen betrokken bij de transcriptie. Door de promotor weet het RNA polymerase waar hij moet beginnen en door de terminator waar hij moet eindigen.

Splicing

Het RNA wat nu gevormd is, is nog niet klaar voor de translatie (het proces waar vanuit mRNA eiwitten worden gevormd). Er zitten in het RNA namelijk coderende (**exons**) en niet-coderende stukken (**introns**). De introns worden uit de streng geknipt. Dit proces heet splicing. Ongeveer 1,5% van het genoom bestaat uit eiwit coderende genen. Er moeten dus veel delen uit het RNA worden gehaald om zo de coderende genen eruit te halen.

Hoofdstuk 5: Genetica II

De informatie uit dit college is gebaseerd op:

- Tussencollege 2 uit week 1.

Genexpressie

Per gen kunnen we één eiwit maken. Eiwitten hebben allemaal verschillende functies. We hebben 23 chromosoomparen, drie miljard basenparen en 20.000 genen. Een gemiddeld gen bevat 15 tot 20 exonen. Ongeveer twee procent van al ons DNA is een gen. Er is 3.8% in andere zoogdieren ook gevonden. Ongeveer 95% van ons DNA heeft geen bekende functie (tachtig procent daarvan is wel geassocieerd met een bekende functie). Het gaat niet om de kwantiteit van de genen maar om de kwaliteit. Een komkommer heeft namelijk meer genen dan de mens bijvoorbeeld.

We maken van DNA, door middel van transcriptie, RNA en door translatie van dit RNA eiwitten. Voor RNA zit een TATA box (T en A bases aan elkaar). Deze zit aan de promotor vast. RNA bestaat uit een enkele streng en kan zichzelf in specifieke vormen vouwen. DNA bestaat uit een coderende en een template strand. RNA leest af van de template strand. Dit heet transcriptie. RNA polymerase start bij de promotor, het eerste stukje van het gen (startkant), en stopt bij de terminator, het laatste stukje van het gen (stopkant). Introns worden tussen de strengen uitgehaald door splicing, door middel van een lasso structuur. De loop knipt de introns eruit en plakt de exonen aan elkaar. Doordat de introns en exons op verschillende manieren van elkaar gesplitst kunnen worden, zijn er dus meerdere soorten splicing. Dit noemt men alternatieve splicing.

Translatie

mRNA wordt verplaatst van de kern naar het cytoplasma. Hierna zal een ribosoom zich aan de 5' kant van het mRNA binden. Vervolgens beweegt het ribosoom zich naar de 3' kant van de streng tot het startcodon (AUG) en hierna kan er translatie plaatsvinden.

Reading frame

Drie letters achter elkaar staan voor één codon en dat staat weer voor één aminozuur. We hebben zelf veel meer codons dan aminozuren. Je moet weten hoe en waar je een streng af moet lezen om te bepalen om welk aminozuur het gaat en om te bepalen bij een patiënt welk aminozuur dus anders is. Het **reading frame** moet dus duidelijk zijn. Onderaan tRNA zit het anticodon. Dit is het tegenovergestelde van het andere codon.

Een anticodon samen met een aminozuur is altijd een vaste combinatie. AUG codeert voor methionine. Dit is altijd het eerste codon (startcodon). UAA is het stopcodon.

Enhancers zitten aan de kant van het DNA waar eukaryotische genen activatoren aan binden. Door deze enhancers vindt er op deze plaatsen veel meer transcriptie plaats en zo kunnen we dus onze genexpressie reguleren.

Mutaties

Er kunnen natuurlijk mutaties in het DNA zitten. Er zijn verschillende soorten mutaties:

- **Puntmutaties:** een mutatie die één nucleotide betreft.
 - Silent: er is een verandering in het DNA, maar hetzelfde aminozuur wordt gemaakt.
 - Missense: er wordt een verkeerd aminozuur gemaakt door een mutatie.
 - Nonsense: er ontstaat een stopcodon.
- **Insertie/deletie:** toevoeging of verwijdering van meerdere nucleotiden.
 - In frame: drie nucleotiden zijn weg.
 - Frameshift: reading frame verandert.
- **Splice side mutaties:** verandering van een nucleotiden aan het begin of einde van een intron waardoor de herkenning van exonen wordt verstoord.

Hoe lees je de volgende mutatiecode af?

MC4R (Chr18; NM_005912) c.105C>A p.Tyr35* (Klasse 5); heterozygoot

MC4R staat voor het gen MC4R, de mutatie ligt op chromosoom nummer 18 (Chr18). NM_005912 is de naam van het transcript. De c. staat voor de nucleotide verandering in het cDNA/mRNA. De p. staat voor het veranderd aminozuur in eiwit-protein. Klasse 5 geeft aan dat het hier gaat om een pathogene verandering en niet om een normale variatie. De mutatie zit op één allel omdat hij heterozygoot is. Het gaat hier dus om een heterozygote nonsense mutatie in gen MC4R. Het gaat hier om autosomaal dominante obesitas.

Hoofdstuk 6: Celbiologie: organellen en intracellulaire compartimenten

De informatie uit dit college is gebaseerd op:

- Slotcollege 1 uit week 1.

Celbiologie: organellen en celmembranen

Cellen zijn gespecialiseerd en komen in allerlei vormen en maten voor. Bijvoorbeeld een neuron in de kleine hersenen is een relatief kleine cel met lange uitlopers. Andere cellen zijn groter, bijvoorbeeld een eikel. Een eikel is één van de weinige cellen in het lichaam die je met het blote oog kunt zien. Er zijn verscheidene (kleur) technieken om (sub)cellulaire structuren te bestuderen, bijvoorbeeld **immunohistochemie** en de elektronenmicroscopie. Ook kunnen cellen worden aangetoond met **antilichamen**. De elektronenmicroscopie maakt het mogelijk om op subcellulair niveau cellen te kunnen bekijken. De microscoop maakt het mogelijk om heel specifiek in te zoomen.

Nucleus

De nucleus is de celkern. Dit is omringt met een dubbele membraan met poriën. In de celkern ligt het **DNA**. Een celkern is opgebouwd uit lichte velden en donkerdere velden. De lichte velden zijn **euchromatine** en de donkere **heterochromatine**. In het euchromatine ligt 'open' DNA en kan dus veel transcriptie plaatsvinden. Het heterochromatine ligt aan de rand van de kern tegen het celmembraan aan en bevat 'dicht' DNA waardoor er weinig transcriptie plaats kan vinden. Soms is er een donker bolletje in de kern, de **nucleolus**. Deze is aanwezig als de cel erg ribosomaal actief is en dus rRNA produceert wat via de poriën uiteindelijk de kern weer verlaat. De nucleolus zie je terug in metabolische actieve cellen.

Een neutrofiële granulocyt bevat veel heterochromatine, de cel leeft kort en is al goed uitgerust met eiwitten, dus er is weinig transcriptie activiteit. De neutrofiële granulocyten produceren ook NO, net als de macrofagen.

Ribosomen

Het RNA verlaat de nucleus en komt terecht in het cytoplasma waar vrije ribosomen en gebonden ribosomen zijn.

- Vrije ribosomen (polyribosomen):
 - Losse ribosomen in het cytoplasma;
 - Synthese van eiwitten die hun functie hebben in het cytoplasma.
- Gebonden ribosomen:
 - Gebonden aan het endoplasmatisch reticulum;
 - Synthese van eiwitten die bestemd zijn om af te geven aan de omgeving of voorkomen in membranen.

Ruw en glad endoplasmatisch reticulum (RER en SER)

Het SER (smooth endoplasmatisch reticulum) is belangrijk voor de productie van allerlei fosfolipiden, vetten en steroïde hormonen. In het RER (ruw endoplasmatisch reticulum) worden eiwitten geproduceerd door de gebonden **ribosomen**. De eiwitten die worden geproduceerd zitten in het lumen, omdat ze zo worden beschermd tegen allerlei stoffen die zich bevinden in het cytoplasma.

Golgi-complex

Het golgi-systeem modificeert eiwitten, door er bijvoorbeeld een glucose-groep aan vast te maken (**glycosylering**). De functies van het complex:

- Bewerking van macromoleculen;
- Modificatie van eiwitten (inactief eiwit → actief eiwit);
- **Proteolyse** van eiwitten (zodat bijvoorbeeld de eigen cel beschermd blijft);
- Sorteren van grote moleculen in vesikels.

Lysosomen

De lysosomen zijn het verteringsapparaat van de cel en onderdeel van het zure vesikelsysteem (lage pH). Ze kleuren donker aan wanneer je ze bekijkt met een elektronenmicroscop (zie de foto hieronder). Ze bevatten een heel scala aan enzymen die in staat zijn om stoffen af te breken. Een **peroxisoom** is een gespecialiseerde vorm lysosoom, die betrokken is bij onder andere het afbreken van lange keten vetzuren door oxidatie.

Een defect in de lysosomen kan zorgen voor het opstapelen van macromoleculen, dit kan leiden tot stapelziekten.

Mitochondria

Opvallend is dat mitochondria inkepingen hebben die zorgen voor oppervlaktevergroting. De mitochondria zorgen voor energie in de cel, hier vindt de citroenzuurcyclus plaats. De oxidatieve fosforylering vindt plaats in het binnenmembraan waarbij ATP gevormd wordt uit **NADH**. Een mitochondrium bevat een dubbel membraan, net als de nucleus.

Ook bevat een mitochondrium gedeeltelijk zijn eigen DNA. Een gedeelte van de enzymen die verantwoordelijk zijn voor de productie van ATP wordt gemaakt vanuit het **miDNA** (mitochondriaal DNA). Een primaire aandoening aan het miDNA kan zorgen voor een aangetast centraal zenuwstelsel en aangetaste spieren.

Het celmembraan

De bouw

Het membraan bestaat uit een **lipidenbilaag**. Deze is hydrofoob aan de binnenkant en hydrofiel aan de buitenkant. Een **fosfolipide** heeft een hydrofiële kop en een hydrofobe staart, wanneer een stof zowel hydrofiel als hydrofoob is wordt dit **amfipatisch** genoemd. Er zijn heel veel verschillende fosfolipiden. Een dominerende soort fosfolipide in het celmembraan is **fosfatidylcholine**. De rangschikking van de fosfolipide is asymmetrisch, sommige fosfolipiden bevinden zich alleen maar aan één kant van het membraan. Tussen de fosfolipide bevindt zich cholesterol en zorgt voor de stevigheid van het celmembraan. Zit er meer cholesterol in de membraan, zal de membraan stijver zijn. Aan de extracellulaire zijde van het membraan zijn de **glycolipiden**, vetachtige structuren met suikers eraan.

Het flip-flop principe

Er is veel beweging in de celmembraan met de fosfolipiden. Belangrijk is het **flip-flop** principe. Dit principe houdt in dat bepaalde fosfolipiden zich van de ene kant naar de andere kant van het membraan kunnen bewegen. Dit speelt een belangrijke rol bij bijvoorbeeld het fosfatidylserine. Dit zit alleen aan de binnenkant van het celmembraan en komt aan de buitenkant (flip-flopt) door blootstelling aan stress. Als het fosfatidylserine aan de buitenkant van de cel is geeft dat een signaal dat apoptose (voorgeprogrammeerde celdood) tot gevolg heeft.

De functie

Het celmembraan fungeert voor:

- Het ontvangen van stoffen en dus informatie;
- Mogelijkheid van bewegen;
- Import en export van voedingscomponenten en afvalstoffen (kleine moleculen).

Structuren

De **celcortex** is de binnenkant van het celmembraan (cytosolzijde). Deze bevat veel **actine microfilamenten**, die zorgen voor stevigheid.

De **glycocalyx** is de buitenkant van het celmembraan, deze bevat veel vetten en gemoduleerde eiwitten die veel suikergroepen bevatten. De glycocalyx is voor iedere soort cel bepalend. Dus zorgt ervoor dat cellen herkenbaar zijn en alarmeren bij verandering andere cellen (bijvoorbeeld macrofagen).

Transport

Er zitten allerlei eiwitten in het membraan voor transport. Sommige stoffen, zoals zuurstof, kunnen erg makkelijk door de fosfolipide laag heen zonder kanaaltjes via diffusie. Maar grote polaire moleculen en ionen moeten worden getransporteerd met eiwitten. Er is energie nodig om tegen een concentratie in te transporteren (actief transport). Transport met de gradiënt mee wordt passief transport genoemd. Er zijn verschillende eiwit transporteurs:

- **Uniporters**, hierbij is er één stof die in of uit het membraan gaat;
- **Symporters**, waarbij twee moleculen tegelijk door de membraan gaan;
- **Antiporters**, hierbij verlaat één molecuul de cel en een ander molecuul wordt tegelijkertijd in de cel opgenomen.

Symporters en Antiporters wordt 'coupled transport' genoemd.

Hoofdstuk 7: Histologie - Epitheel

De informatie uit dit college is gebaseerd op:

- Slotcollege 2 uit week 1.

Histologie

Als je ziekteprocessen wilt begrijpen, zal je eerst moeten weten hoe de weefsels zijn opgebouwd. **Histologie** is een essentieel basisvak binnen de opleiding geneeskunde om ziektes beter te begrijpen. Bij mens en dier onderscheidt men in de histologie een viertal primaire weefseltypen, namelijk:

- **Epitheelweefsel;**
- **Spierweefsel;**
- **Bindweefsel;**
- **Zenuwweefsel.**

Epitheelweefsel

Epitheelcellen rusten op een **basaalmembraan** en zitten strak tegen elkaar aan ('schouder tegen schouder'). Ook zijn er allerlei connecties tussen de epitheelcellen, waarbij soms oppervlakte specialisaties, zoals trilharen, voorkomen. **Bindweefsel**, integendeel, heeft relatief veel ruimte en is opgevuld met **extracellulaire matrix**. Het epitheelweefsel bekleedt het lichaamsoppervlak (huid) en de inwendige holtes van de organen (luchtwegen, darmen, uterus). De twee belangrijkste functies van het epitheel zijn:

- Bescherming van de onderliggende weefsels en structuren;
- Regulatie opname en afgifte van stoffen.

Epitheelweefsel is opgebouwd uit één of meerdere aaneengesloten lagen epitheelcellen. **Zenuwuiteinden** kunnen doordringen tot de epitheelagen terwijl de bloedvatjes niet verder komen dan de **dermis**. Door middel van diffusie van zuurstof en voedingscomponenten richting de **epidermis**, kunnen de epitheelcellen blijven functioneren. Tevens kan het epitheel specialiseren. Het epitheel bevat gepolariseerde cellen: de apicale zijde en basale zijde verschillen van elkaar.

Basaal membraan

Zoals eerder vermeld, staan de epitheelcellen in verbinding met het **basaalmembraan**. Allerlei filamenten en verankerde vezels zorgen voor de hechting van de epitheellaag aan de basaalmembraan. Tevens is het basaalmembraan geladen, waardoor het een seintje kan geven aan cellen om te delen (**groeifactoren**). Het basaal membraan (**lamina basalis**) is opgebouwd uit:

- **Lamina lucida;**
- **Lamina densa;**
- **Lamina reticularis.**

Dit is een heel netwerk met allerlei vezels die zorgen voor de stevigheid en dus de oppervlakkige cellen verankeren met het onderliggend weefsel.

Functies basaalmembraan

Het basaalmembraan heeft verschillende functies, zoals:

- Hechtende functie, het basaalmembraan verbindt de epitheelcellen via ankervezels met het onderliggende bindweefsel;
- Filterfunctie, uitwisseling van macromoleculen die door het basaalmembraan heen diffunderen;
- Regulatie celdeling, binding groeifactoren.

Intercellulaire verbindingen

De epitheelcellen zitten dicht tegen elkaar en kunnen met elkaar communiceren. Er zijn een aantal bindingen tussen de epitheelcellen. Aan de bovenzijde zitten de **tight junctions**. Dit is een soort ritssluiting, die zorgt dat stoffen niet zomaar van de luminale zijde naar de basale kant getransporteerd kunnen worden. Daaronder zitten de **adherens junctions**. Zij zorgen voor de aanhechting tussen de cellen, oftewel nog een barrière. Verder zijn er nog de **gap junctions**. Dit zijn de communicatiekanalen tussen de epitheelcellen. Ze kunnen laagmoleculaire stoffen van de ene naar de andere epitheelcel transporteren. Tot slot zijn er de **hemidesmosomen**, die een belangrijke rol spelen bij de verankering van de epitheelcellen aan de basaalmembraan en het onderliggende bindweefsel.

Tussen de verschillende epitheelcellen bevinden zich kanaaltjes, waarmee ze met elkaar kunnen communiceren (**gap junctions**). Hiermee kunnen laagmoleculaire stoffen worden uitgewisseld, zoals calcium. Tevens is het zo, dat de kanaaltjes heel snel worden gevormd. Cellen kunnen heel snel reageren op veranderingen in de omgeving. Eiwitten die betrokken zijn bij het vormen van een "*kernjunction*" liggen al klaar in het cytoplasma van de cel. Op het moment dat er een inductor is, kunnen die eiwitten meteen in de celmembraan geïncorporeerd worden en kunnen ze meteen bijdragen aan de **intercellulaire communicatie**. Eiwitten liggen dus kant en klaar in het cytoplasma van de cel en reageren heel snel op triggers van buitenaf.

Oppervlaktespecialisaties

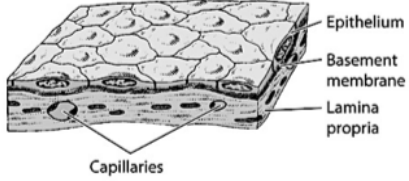
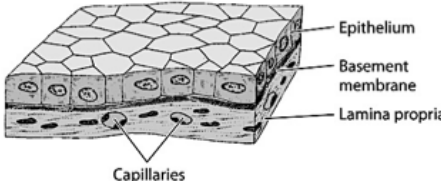
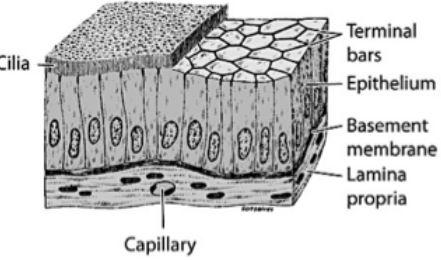
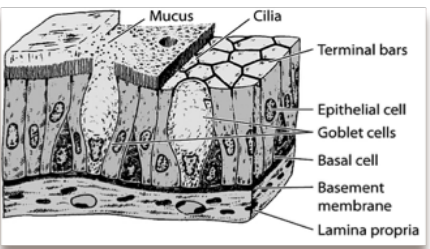
Niet alleen binnen het epitheel zijn er specialisaties ook op het epitheelloppervlak bevinden zich specialisaties. Er zijn drie oppervlaktespecialisaties, namelijk:

- **Microvilli**: maken gebruik van oppervlaktevergroting voor optimale uitwisseling van nutriënten. Ze zijn opgebouwd uit actine microfilamenten en bedekt met glycocalyx, die tevens zorgen voor de oppervlaktevergroting;
- **Sterocillia**: zijn langer dan de microvilli. Ze bevinden zich in organen met zintuigfuncties, en hebben geen duidelijk geordend skelet van filamenten;
- **Cillia**: trilharen, slagbeweging, opgebouwd uit microtubuli, een transportfunctie.

Bedekkend epitheel

Puur op basis van morfologie kan je onderscheid maken tussen de verschillende soorten epitheel. Er zijn verschillende vormen en structuren, echter behoren ze alomvattend bij het meerlagig of eenlagig epitheel.

Eenlagig epitheel

Soort	Beschrijving	Waar te vinden?	Afbeelding
Plaveiselepitheel	Lange platte epitheelcellen, transport van zuurstof moet plaatsvinden en daarom is de epitheel laag dun. Gespecialiseerd in snelle opname en afgifte van stoffen.	Longblaasjes (alveoli), buikvlies	 <p>Labels: Epithelium, Basement membrane, Lamina propria, Capillaries</p>
Kubisch epitheel	Cytoplasma en organellen, actiever met betrekking tot transport	Afvoergangen van klieren	 <p>Labels: Epithelium, Basement membrane, Lamina propria, Capillaries</p>
Cilindrisch epitheel	Vaak cilia of microvilli voor absorptie, speelt een belangrijke rol bij oppervlaktevergroting	Eileider, galblaas, darmen	 <p>Labels: Cilia, Terminal bars, Epithelium, Basement membrane, Lamina propria, Capillary</p>
Meerrijig epitheel	De kernen liggen op verschillende niveaus, maar alle cellen staan op de basaalmembran	Tractus respiratorius (luchtwegen)	 <p>Labels: Mucus, Cilia, Terminal bars, Epithelial cell, Goblet cells, Basal cell, Basement membrane, Lamina propria</p>

Eenlagig epitheel. Bron: figuur 4-12 tot en met 4-15 uit Junqueira's Basic Histology door Mescher, 2016.

Meerlagig epitheel

Soort	Beschrijving	Waar te vinden?
Plaveiselepitheel	Vaak beschermend, in tegenstelling tot de transportfunctie van het eenlagig epitheel	Epidermis (verhoornd) en slokdarm (niet-verhoornd)
Kubisch epitheel	Twee cellagen dik epitheel	Zweetklieren
Cilindrisch epitheel	Zeldzaam, zorgt voor de stevigheid	Urethra, afvoergangen van de speekselklier
Overgangsepitheel	Bovenste laag uit paraplu-cellen die de onderliggende laag beschermt tegen de hypertone, toxische urine	Blaas en urinewegen

Meerlagig epitheel Bron tabel: Slim Academy, 2020

Het is belangrijk om voor de CAT de verschillende epithelen te herkennen en te kunnen benoemen.

Klierepitheel

Het **klierepitheel** is het tweede type epitheel. Klierepitheel is gespecialiseerd in de productie van een secreet dat buiten de cel een effect uitoefent en wordt tevens ingedeeld op basis van:

- **Bouw:** eencellig (slijmbekercellen) of meercellig;
- **Ontstaanswijze:** exocrien of endocrien;
- **Secreet:** mucus (glycoproteïnerijk) of sereus (eiwitrijk);
- **Wijze waarop secreetproducten de cel verlaten:** merocrien, apocrien, holocrien.

Ontstaanswijze

Exocriene klieren behouden via afvoergangen een verbinding met het epitheel. De exocriene klieren zijn te onderscheiden in verschillende vormen. Je hebt tubulaire (buisvormig) structuren, waar vooral de productie van mucus secreet plaatsvindt. Verder heb je de acinaire (bolvormige) klieren, deze zijn vaak de cellen die een eiwitrijk secreet maken.

De **endocriene klier** ontwikkelt precies hetzelfde als een exocriene klier, maar door apoptose verdwijnen de afvoergangen. De endocriene klier is een groepje epitheelcellen dat gedifferentieerd is tot kliercellen. Tevens ziet men vaak veel bloedvaatjes bij het endocriene. De endocriene klieren zijn hormoonproducerende groepjes; hun hormonen worden aan het bloed afgegeven en daarom zijn de klieren zo goed gevasculariseerd.

De alveesklier is hierop een uitzondering. Die heeft namelijk endocriene en exocriene klieren.

Secreet

Net als voorgaande specialisaties is het secreet ook te onderscheiden in een tweetal:

- **Muceuze** kliercellen, dit zijn cellen met veel blaasjes, basaal gelegen met een afgeplatte kern. Ook hebben mucuze kliercellen een lichte kern en helder cytoplasma. Maakt waterrijke producten;
- **Sereuze** kliercellen hebben een ronde celkern en geven een secreet van eiwitrijk product af. En hebben een donker cytoplasma.

Klierweefsel: secretie

Ook de wijze waarop de secreetproducten de cel verlaten is van belang. Er zijn drie verschillende vormen, namelijk:

- **Merocrien:** via **exocytose** verlaat het secretieproduct de cel zonder dat er cellulair materiaal mee uitgescheiden wordt;
- **Holocrien:** product wordt met de hele cel uitgescheiden (bijvoorbeeld talgklier);
- **Apocrien:** product wordt met deel van het apicale cytoplasma uitgescheiden, dit komt voor bij melkproductie in het klierweefsel in de borst.

Myo-epitheelcel

Myo-epitheelcellen bevinden zich rondom de **klierlobben** en kunnen samentrekken waardoor de kliercellen worden leeggedrukt en het product wordt afgescheiden. Tevens staat **myo** voor spier.

Hoofdstuk 8: Inleiding in de immunologie

De informatie uit dit college is gebaseerd op:

- Eindcollege 2 uit week 1.

Inleiding in de immunologie

Ieder mens wordt zo nu en dan ziek. Gelukkig hebben we als mens ook een afweermechanisme tegen ziektes; het **immuunsysteem**. Het immuunsysteem beschermt ons tegen allerlei binnendringende pathogenen, waaronder virussen, bacteriën en parasieten. Het immuunsysteem kunnen we op een aantal strategische locaties vinden binnen in de lymfoïde structuren. Een heel belangrijk **lymfoïde orgaan** is dan ook het **beenmerg**: hierin worden de lymfocyten aangemaakt. Ook onze huid is betrokken bij de afweer tegen pathogenen.

Lymfoïde organen

Zoals eerder vermeld, zitten de lymfoïde organen op een aantal strategische locaties. Eveneens zijn de lymfoïde organen onder te verdelen in twee groepen:

- **Centrale lymfoïde organen** (primair): hieronder vallen de **thymus** en het **beenmerg**;
- **Perifere lymfoïde organen** (secundair): onder andere de lymfeklieren, milt en lymfo-epitheliale organen horen hierbij.

Ook al behoren ze tot twee verschillende groepen, ze hebben allebei één taak; de strijd voeren tegen pathogenen. Overal zijn onder andere schimmels en bacteriën aanwezig, ook al kunnen we ze niet waarnemen.

Immuunsysteem

Ook het **immuunsysteem** is opgebouwd uit twee takken. Het eerste deel bestaat uit het **specifieke immuunsysteem** (adaptieve immuunsysteem). Deze wordt verworven gedurende je leven. Verder wordt het gekarakteriseerd, door het feit dat het gespecialiseerd is voor een ziekteverwekker en dat het de wetten van immuniteit naleeft door de juiste afweerstoffen vast te leggen. Het **aspecifieke immuunsysteem** (innate immuunsysteem), integendeel, heeft geen voorkeur en heeft tevens geen "geheugen" om bij een tweede uitbraak sneller te reageren.

Innate immuunsysteem

Het innate immuunsysteem is een aangeboren afweersysteem. Het afweersysteem werkt snel en niet-specifiek.

Het aangeboren immuunsysteem is opgebouwd uit een tweetal componenten:

- **Cellulaire component**, bestaande uit granulocyten en macrofagen/monocyten;
- **Humorale component**, bestaande uit het complementsysteem.

Granulocyten

Zoals eerder vermeld, horen de **granulocyten** bij de cellulaire component. Granulocyten zijn eigenlijk witte bloedcellen met korrels (**granules**) in het cytoplasma. De granulocyten worden tevens in drie soorten verdeeld; de **neutrofiële**, **eosinofiele** en de **basofiele** granulocyten.

Neutrofiële granulocyten

De **neutrofiële granulocyten** komen verreweg het meeste voor van alle soorten granulocyten en hebben een korte levensduur. Ook deze granulocyten bevinden zich op strategische locaties, behalve in het bloed en in weefsels zal je de neutrofielen voornamelijk in het **beenmerg** vinden. Tevens staan de neutrofielen altijd paraat (primaire respons): bij een infectie zullen de granulocyten dan ook binnen een mum van tijd op de plaats van de infectie aankomen. Bij aankomst zullen ze door **fagocytose** de binnengedrongen **pathogenen** opruimen.

Hiernaast maken ze ook gebruik van toxische stoffen die zich in de granula bevinden, om dit soort ziekteverwekkers op te ruimen. Maar het proces gaat nog door, nadat de neutrofiële granulocyten de pathogenen hebben opgeruimd zijn de macrofagen aan de beurt. De macrofaag zal hierna de neutrofielen met bacterie en al opruimen door fagocytose. De macrofaag is, zoals de naam het al zegt, een veelvraat.

Eosinofiele granulocyten

De **eosinofiele granulocyten** komen, in contrast met de neutrofiële granulocyten, minder voor in het immuunsysteem. Tevens zijn de eosinofiele granulocyten specifiek gericht op het bestrijden van **parasitaire infecties**. Dit doel bereiken ze met de **granules** die zich in de cel bevinden. Deze granules bevatten namelijk actieve stoffen die binnendringende parasieten kunnen vernietigen.

Basofiele granulocyten

De **basofiele granulocyt** kan worden gezien als de 'rebel' binnen de groep granulocyten. Dit heeft voornamelijk te maken met de functionaliteit van de basofiele granulocyten, omdat ze vooralsnog niet functioneel zijn voor de mens. De basofiele granulocyt is namelijk betrokken bij verschillende allergische reacties, zoals astma en hooikoorts. Tevens bevat het **histamine**, wat er voor zorgt dat bloedvaten opengaan en er vocht kan uitlekken, wat tot problemen kan leiden. basofiele granulocyten bestaan uit meerdere, donkere histamine korrels.

Macrofaag

De macrofaag is afkomstig van de **monocyt**. De monocyten zijn grote witte bloedcellen in de bloedbaan en zodra de monocyten de bloedbaan verlaten, differentiëren ze tot macrofagen. Macrofagen komen voor in diverse organen zoals de milt, longen en nieren. Eveneens, kunnen macrofagen, zoals neutrofielen, fagocyteren. Ook kunnen macrofagen allerlei toxische stoffen produceren die ziekteverwekkers elimineren.

Humorale component

Het **complementsysteem** behoort als enige tot de humorale component. Het complementsysteem heeft een breed scala aan eiwitten. Die eiwitten zijn op twee manieren betrokken bij het immuunsysteem.

Eenzijds zijn de eiwitten in staat te binden aan het pathogeen, waardoor deze gespot worden door neutrofiële granulocyten. Die hebben namelijk oppervlaktereceptoren die het complement eiwit herkennen en daardoor veel beter in staat zijn om de bacterie te fagocyteren. Dit proces heet **opsonisatie**. Anderzijds zijn de complementeiwitten samen in staat een ring te vormen in de celmembraan van een geïnfecteerde cel. Dit gat wordt aangeduid als het **membrane attack complex**, waarbij ionen vanuit het **exocellulaire** compartiment in- en uitgaan. Dit leidt uiteindelijk tot een implosie van de cel.

Adaptieve immuunsysteem

Het innate immuunsysteem is niet altijd toereikend in het opruimen van pathogenen. Pathogenen, zoals virussen, kunnen ook worden bestreden door het **adaptieve immuunsysteem**. Het **adaptieve immuunsysteem**, bestaat uit: lymfocyten, de B-cellen en T-cellen. Het adaptieve immuunsysteem kan onderscheid maken tussen lichaamseigen en lichaamsvreemd met receptoren specifiek voor pathogenen. Het adaptieve immuunsysteem werkt wel een stuk langzamer dan het innate immuunsysteem en werkt specifiek voor één pathogeen.

Wat zo uniek is aan de **lymfocyten**, is dat ze receptoren hebben die heel specifiek een pathogeen herkennen door de **antigenen** daarvan. Een antigeen is een eiwit- of suikeronderdeel van een lichaamsvreemde structuur.

Eveneens is het adaptieve immuunsysteem te verdelen in twee soorten:

- **Cellulaire component**, met onder andere T-helper en cytotoxische lymfocyten;
- **Humorale component**, met onder andere B lymfocyten, plasmacellen en antilichamen.

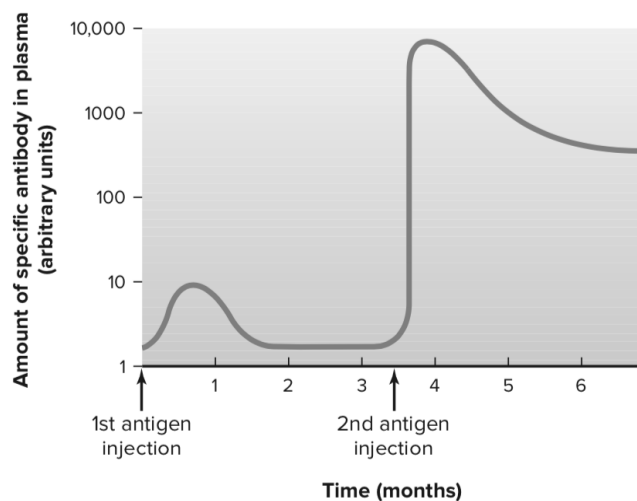
Cellulaire component

In de **thymus** ontwikkelen de lymfocyten zich tot T-lymfocyten. Ze worden hier geïnstrueerd om ziekteverwekkers te herkennen, maar tevens leren ze onderscheid te maken tussen lichaamseigen cellen (self) en pathogenen (foreign/non-self). Bij kinderen is te zien dat de thymus goed ontwikkeld is, terwijl bij oudere mensen de thymus een rudimentair onderdeel vormt.

Nadat een pathogeen is gefagocyteerd door een macrofaag, knipt de macrofaag het pathogeen in kleine stukjes en presenteert dit vervolgens op zijn celoppervlak. De macrofaag is dus een **antigeen presenterende cel**. De macrofaag reist vervolgens naar de lymfeklieren, om daar zijn antigeen te presenteren aan de T-cellen. De T-cellen hebben allemaal verschillende receptoren, die in een specifiek antigeen passen. Nadat het antigeen is gebonden, zal de T-helper lymfocyt er voor zorgen dat er veel meer cytotoxische lymfocyten worden geactiveerd. Samenwerking van de macrofagen met de T-cellen, laat zien dat je de innate en adaptieve immuunsystemen allebei nodig hebt om adequaat te reageren tegen pathogenen.

Humorale component

Naast het cellulaire component is ook het humorale component belangrijk bij het adaptieve immuunsysteem. B-lymfocyten worden aangemaakt in het beenmerg en van daaruit gaan ze naar de secundaire lymfoïde organen (milt, lymfeklieren). Daar ontmoeten de B-lymfocyten voor het eerst antigenen en rijpen uit tot **plasmacellen** of geheugencellen. **Plasmacellen** produceren **antilichamen**, neutraliseren toxines en opsoniseren pathogenen. Geheugen B-lymfocyten zijn langlevende cellen. Tijdens een tweede invasie van een antigeen kunnen plasmacellen/geheugen B-cellen snel weer antistoffen tegen dit pathogeen maken. Op dit principe berust vaccinatie.



Hoeveelheid antigenen na vaccinatie

Bron: Figuur 18.19 uit Vander's human physiology door Widmaier, pagina 675 2018.

Hoofdstuk 9: Histologie - huid

De informatie uit dit college is gebaseerd op:

- Openingscollege 2 uit week 2.

Functies van de huid

De opperhuid, ook wel de **epidermis** genoemd, heeft een aantal belangrijke functies. Het vormt niet alleen een barrière tegen uitdroging, micro-organismen, uv-straling en schadelijke stoffen, maar is ook verantwoordelijk voor de handhaving van het interne milieu (vochthuishouding en temperatuur). Bovendien heeft de huid een **sensorische functie**, waarbij het waarnemen van pijn mogelijk wordt gemaakt. Verder speelt het een rol bij de excretie van talg en zweet, absorptie van uv-licht en intermenselijk contact.

Opbouw van de huid

De cutis bestaat uit de epidermis en de **dermis** (lederhuid) met het stratum papillare en reticulare. De **subcutis** is de hypodermis (vetweefsel). Tussen de opperhuid en de lederhuid ligt nog het basale membraan.

De epidermis kan in een aantal lagen verdeeld worden:

1. **Stratum corneum**: een laag met afgeplatte kernloze cellen, die vol keratine zitten;
2. **Stratum lucidum**: een heldere laag die alleen aanwezig is in dikke huid (voetzool of handpalm);
3. **Stratum granulosum**: de keratinocyten (cellen in de huid) bevatten eiwitten (filaggrine) en lamellar granules (lipiden). De stratum granulosum is ondoordringbaar voor water;
4. **Stratum spinosum**: de dikste laag, die uit stekelvormige keratinocyten met desmosomen (hecht structuren) bestaat;
5. **Stratum basale**: de keratinocyten hechten zich aan het basaalmembraan via hemidesmosomen.

Ezelsbruggetje: Come Let's Get SunBurned.

Celtypen en structuren in de epidermis

In de epidermis bevinden zich de keratinocyten, melanocyten, cellen van Langerhans en merkelcellen. Verder bevat het vrije zenuwuiteinden, maar geen bloedvaten.

Melanocyten

De cellichamen van de melanocyten bevinden zich in het **stratum basale**, waar ze met de uitlopers van de **keratinocyten** verbonden zijn. Dit wordt ook wel de **epidermale-melanocyttaire unit** genoemd. Verder maakt iedere melanocyt contact met ongeveer 36 keratinocyten, waaraan ze ook hun korrels met melanine afgeven. Donker gekleurde mensen hebben net zoveel melanocyten als lichtgekleurde mensen.

Het verschil in de huidskleur wordt veroorzaakt door het soort pigment en de hoeveelheid melanosomen. **Phaeomelanine** is licht pigment en **eumelanine** is donker pigment. Een donker gekleurd persoon heeft dus meer eumelanine en melanosomen dan een lichtgekleurd persoon.

Er zijn ook andere factoren, die de huidskleur beïnvloeden. Zo zorgt het pigment **caroteen** voor een geel/oranje kleur. Het bevindt zich in het **stratum corneum**, de **hypodermis** en het vetweefsel en komt het meest in de handpalmen en voetzolen tot uiting. Verder geeft **hemoglobine** de huid een roze kleur als het geoxideerd, maar kan ook een blauwe kleur afgeven als er weinig zuurstof aan gebonden is. De kleur van de huid kan dus veel zeggen over het interne milieu.

Cellen van Langerhans

Deze cellen zijn dendritisch en kunnen antigenen presenteren. Ze behoren tot de weefselmacrofagen en bevatten karakteristieke Birbeck granula die eruit zien als tennisrackets. De functie van deze cellen zijn nog onbekend.

Cellen van Merkel

Over de cellen van Merkel is nog weinig bekend. Wel weten we dat ze zich in het **stratum basale** en in de behaarde huid rond haarfollikels, mondholtes en de vagina bevinden. Verder wordt er vermoed dat ze een sensorische functie hebben.

Functies en opbouw van de dermis

De dermis biedt stevigheid en mechanische bescherming, zorgt voor de thermoregulatie, de aan- en afvoer van zuurstof en voedingsstoffen en voert melanocyten en keratinocyten aan bij wondherstel. De overgang van de epidermis naar de dermis wordt de **basaalmembraan** genoemd. De dermale papillen bieden stevigheid door middel van een golfpatroon. Ook bevat de dermis haarvaten die zorgen voor een uitwisseling van O₂, thermoregulatie en ontstekingscellen. De uitstulpingen van de epidermis heten retelijsten.

Verder bevat de dermis drie verschillende soorten celtypen: de fibroblasten, macrofagen en mestcellen. In de dermale matrix zit bijvoorbeeld **hyaluronzuur**, dat water bindt, of collageen (trekvast) en elastine (rekbaar).

De adnexen in de dermis zijn:

- Haarfollikels: na de geboorte kan een organisme er geen haarfollikels meer bij krijgen.
- Talgklieren: zij maken gebruik van **holocriene secretie**.
- Zweetklieren: tubulaire klieren die een uitvoergang hebben. Het is tweelagig kubisch epitheel.
 - **Eccrien/Merocrien**: komt overal voor. Er is sprake van een waterig eiwitarm secreet. Ze spelen een belangrijke rol bij de warmteregulatie.
 - **Apocrien**: komt vooral bij de oksels en in anogenitaal gebied voor. Er is sprake van een eiwitrijk geurloos secreet, dat door bacteriën omgezet wordt in een bepaalde geur.

De dermis bestaat uit twee lagen:

- Papillaire dermis;
- Reticulaire dermis: bestaat voor 85% uit collageen.

Functies en opbouw van subcutis

De subcutis is het onderhuids bind- en vetweefsel, dat een belangrijke rol speelt bij de energiereserve, isolatie en wateropslag. Het dient ook als een stootkussen. De subcutis is opgebouwd uit **lipocyten** en **adipocyten** (vetcellen). Het is een losmazig netwerk van bindweefsel met bloedvaten en zenuwen.

Hoofdstuk 10: Celbiologie: celmembraan, celsignalering en cytoskelet

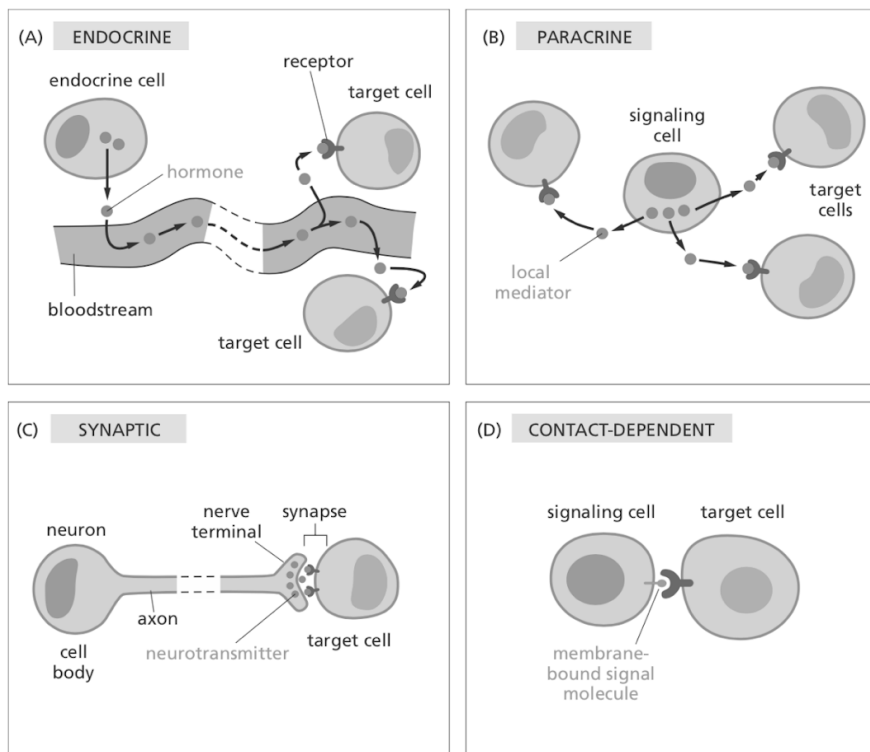
De informatie uit dit college is gebaseerd op:

- Openingscollege 3 uit week 2.

Celsignalering

Celsignalering kan op verschillende manieren plaatsvinden:

- **Endocriene celsignalering:** communicatie over een grote afstand tussen cellen door middel van hormonen. Onder andere hormonen vanuit de hypothalamus functioneren zo;
- **Paracriene celsignalering:** communicatie tussen cellen over een relatief korte afstand. De *signalling cell* geeft paracriene signaalstoffen vrij die een effect hebben op de *target cells*;
- **Synaptische celsignalering:** dit vinden we terug in het zenuwstelsel, waarbij een neuron door middel van de neurotransmitters (door de axon heen) de *target cell* (doelcel) bereikt. Deze cel kan van alles zijn (spier-, kliercel);
- **Contact-afhankelijke (contact-dependent) celsignalering:** de fysieke interactie tussen twee cellen. De cellen binden met elkaars eiwitcomplexen. Denk aan een T-cel die tegen een macrofaag aan ligt.



Verschillende soorten celsignalering

Bron: Figuur 16-3 uit *Essential cell biology* door Alberts, pagina 527, 2014.

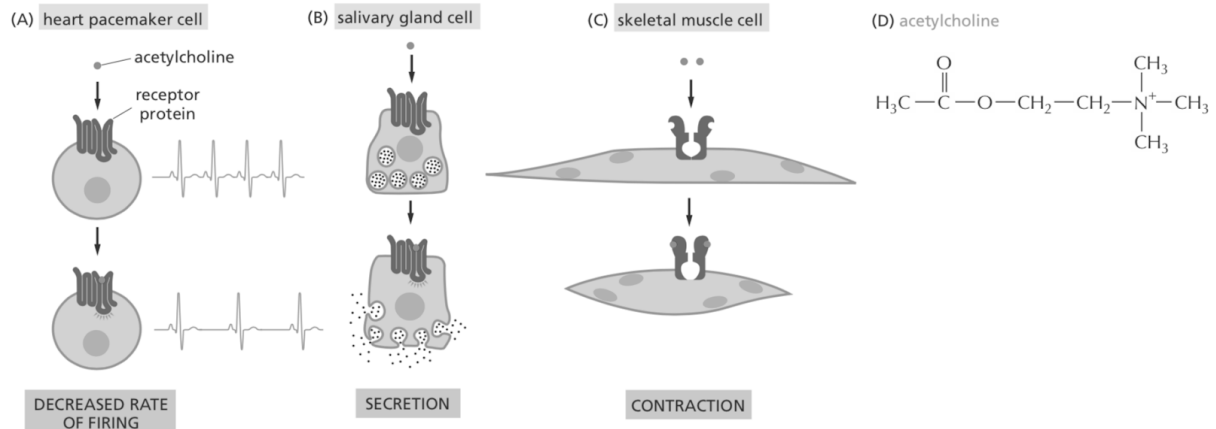
Daarnaast zijn er nog twee types celsignalering die niet in de leerstof staan. Één ervan is **autocriene signalering**, waarin een cel signaalstoffen afgeeft die een effect hebben op de *signalling cell* zelf: de *signalling cell* is dan dus ook de *target cell*.

Het tweede type is signalering met behulp van **microvesikels**, waar in de laatste jaren veel onderzoek naar is gedaan. Signalering met behulp van microvesikels zal niet op het tentamen terugkomen.

Intra- en extracellulaire celsignalering

Celsignalering is de combinatie van signaalmoleculen (extracellulair), hoe die aangrijpen op een *target cell* en daar allerlei *signalling pathways* aanzwengelen. Dit laatste is een combinatie van allerlei intracellulaire processen.

Een voorbeeld van een signaalmolecuul is acetylcholine, dat een verschillend effect heeft op verschillende cellen (zie figuur 3).



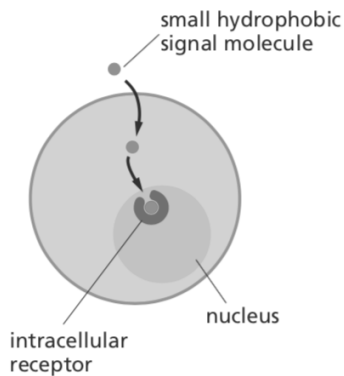
Acetylcholine

Bron: Figuur 16-5 uit *Essential cell biology* door Alberts, pagina 530, 2014.

Er zijn twee wijzen waarop signaalmoleculen een signaal door kunnen geven aan de cel:

- Kleine en hydrofobe stoffen, zoals steroïdhormonen, kunnen migreren over de celmembraan en binden aan intracellulaire receptoren in het cytoplasma of de nucleus (zie onderstaande figuur).

(B) INTRACELLULAR RECEPTORS



Intracellulaire receptoren

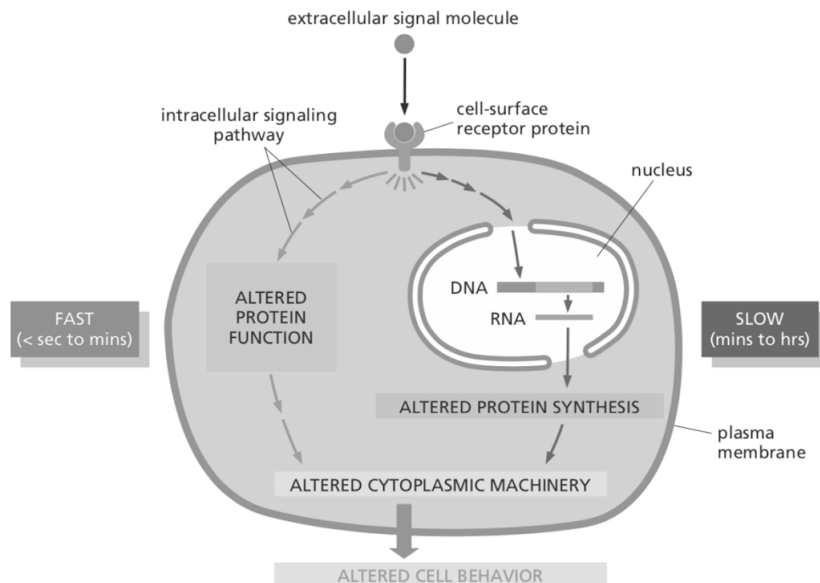
Bron: Figuur 16-8b uit *Essential cell biology* door Alberts, pagina 531, 2014.

- Grote of hydrofiele signaalstoffen kunnen gebruik maken van receptoren aan het celmembraan. Na binding van deze stof aan de receptor geven één of meerdere intracellulaire signaalmoleculen het signaal door (zie figuur op de volgende pagina).

De effecten die de signalen door kunnen geven aan de *target cell* zijn:

- In leven blijven, wat gebeurt bij een minimale hoeveelheid signaalstoffen;
- Delen, wat gebeurt met behulp van groeifactoren;
- Differentiëren;
- Apoptose, wat gebeurt bij een afwezigheid van signaalstoffen.

Het effect van extracellulaire signaalmoleculen kan snel of langzaam optreden. Bij de snelle route wordt de functie van een eiwit veranderd door bijvoorbeeld een fosfaatgroep aan het eiwit vast te plakken. De tweede optie is de trage route. Hierbij krijgt de nucleus het signaal, meestal door groeifactoren, om eiwitten aan te maken of te gaan delen.



Effect van extracellulaire signaalmoleculen

Bron: Figuur 16-7 uit *Essential cell biology* door Alberts, pagina 531, 2014.

Cytoskelet

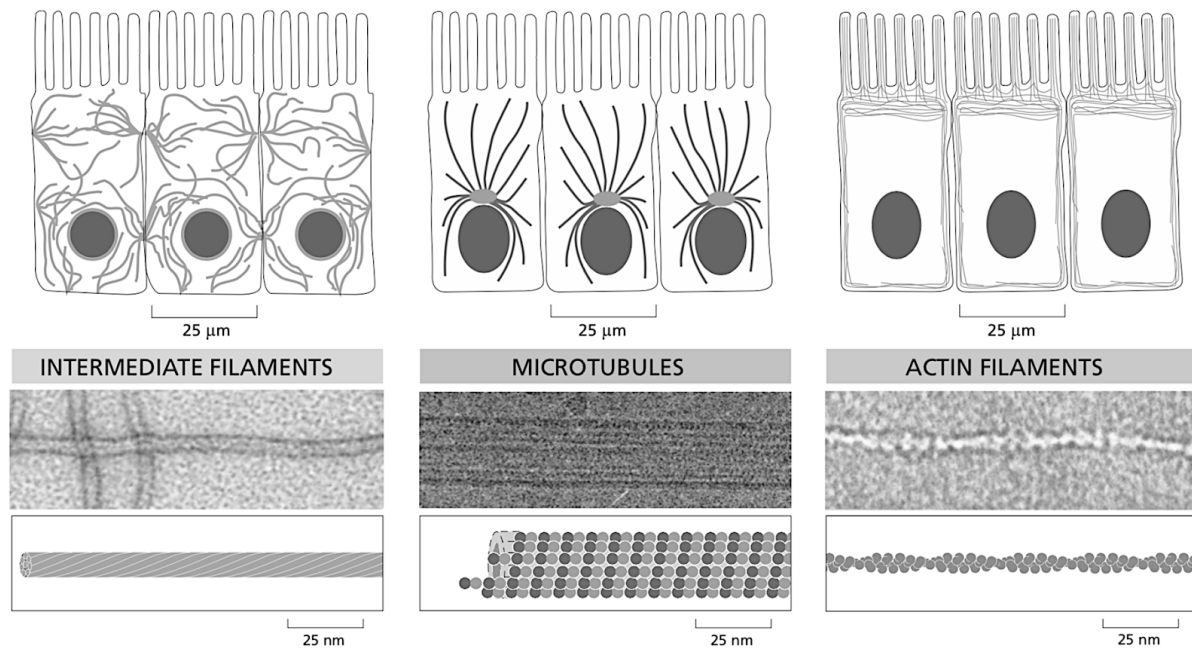
Functies van het cytoskelet zijn:

- Vorm en stevigheid, maar ook flexibiliteit;
- Transport en lokalisatie van celorganellen en vesikels;
- Celmigratie: macrofagen moeten bijvoorbeeld door endotheel heen migreren om bij pathogenen te komen;
- Celdeling: de spoeldraden bij de deling bestaan uit microtubuli.

Bouw

Er zijn drie filamenteuze structuren die onderdeel uitmaken van het cytoskelet:

- **Intermediaire filamenten.** Deze filamenten vormen desmosomen en hemidesmosomen;
- **Microtubuli.** Deze structuren functioneren als snelwegen waarover celstructuren geslept kunnen worden. Ze zijn ook betrokken bij de celdeling en verankeren celorganellen in de cel. Ze worden opgebouwd uit **tubuline** (holle buizen);
- **Actine microfilamenten.** Ze spelen een rol in de migratie van celcomponenten en zijn betrokken bij spiercontractie.



Bestanddelen cytoskelet

Bron: Figuur 17-2 uit *Essential cell biology* door Alberts, pagina 566, 2014.

Intermediaire filamenten

De functies van intermediaire filamenten zijn:

- Omgaan met mechanische stress;
- Stevigheid;
- Stabilisatie van de nucleaire envelop.

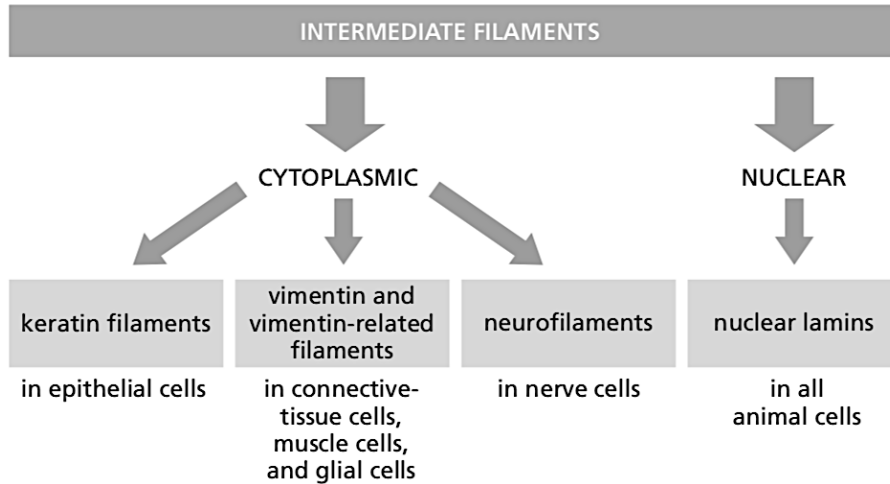
Opbouw

De intermediaire filamenten passen qua dikte tussen het dunne actine en het dikke microtubuli in.

De opbouw van intermediaire filamenten lijkt op die van collageen. Het zijn twee monomere eiwitstructuren die om elkaar heen draaien, waardoor een dimeer ontstaat. Vervolgens vormen weer twee dimeren een tetrameer en acht tetrameren maken een filament. Door de driedimensionale structuur krijgt het filament veel trekkracht.

De intermediaire filamenten vormen dan een netwerk door het cytoplasma en verankeren zich aan alleen het celmembraan (hemidesmosoom) of aan cel-cel contactpunten (desmosoom). Er zijn meerdere soorten intermediaire filamenten.

De filamenten zijn ook terug te vinden in de **nucleaire lamina** (net onder het membraan van de kern). De nucleaire lamina biedt stevigheid aan het kernmembraan. Dit geeft een stevige celkern. In onderstaande figuur is te zien welk soort intermediair filament waar te vinden is.



Intermediaire filamenten

Bron: Figuur 17-5 uit *Essential cell biology* door Alberts, pagina 569, 2014.

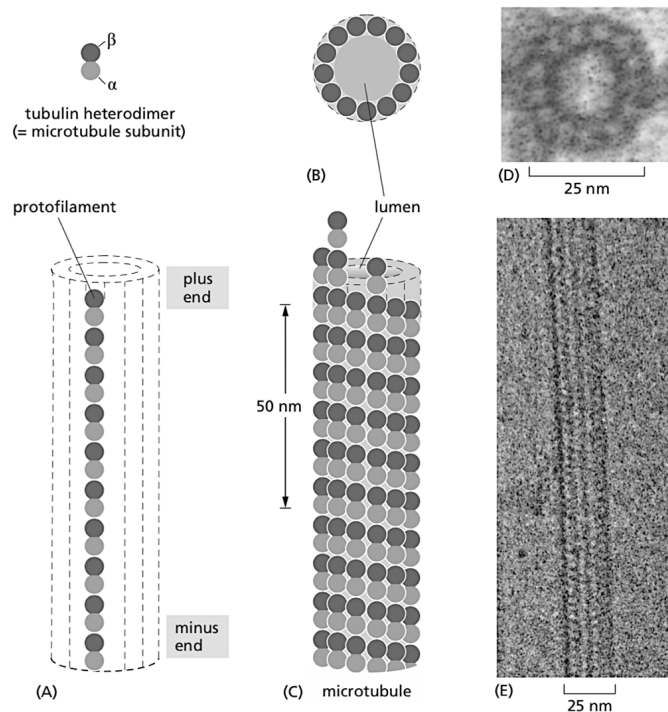
Microtubuli

De functies van microtubuli zijn:

- Verankering van celorganellen in de cel;
- Celtransport;
- Intracellulair transport met behulp van dyneïnes en kinesines;
- Celdeling: de spoeldraden tijdens de celdeling bestaan uit microtubuli.

Opbouw

De opbouw van **microtubuli** staat weergegeven in figuur 9.



Microtubuli

Bron: Figuur 17-11 uit *Essential cell biology* door Alberts, pagina 572, 2014.

De alfa- en bètavariant van het eiwit tubuline koppelen aan elkaar, waardoor een heterodimeer ontstaat. Meerdere heterodimeren stapelen zich op elkaar tot een protofilament, met een plus- en een min-einde. Deze protofilamenten vormen samen een holle buis, wat uiteindelijk de microtubulus is. Het holle gedeelte binnen heet het **lumen**. De opbouw (en afbraak) van een microtubulus (**polymerisatie**) is een dynamisch proces, wat betekent dat er constant (delen van) microtubuli worden afgebroken en aangemaakt. Tijdens de celdeling worden bijvoorbeeld microtubuli aangemaakt om spoeldraden te vormen, die na afloop van de celdeling weer afgebroken worden.

Het aanmaken en afbreken is een energierijk proces. Hetzelfde principe als bij ATP geldt hier, maar in plaats van ATP wordt het energierijke molecuul **GTP** gebruikt. GTP wordt gebruikt voor de assimilatie. Bij dissimilatie van de microtubuli ontstaan **GDP** en een fosfaatgroep.

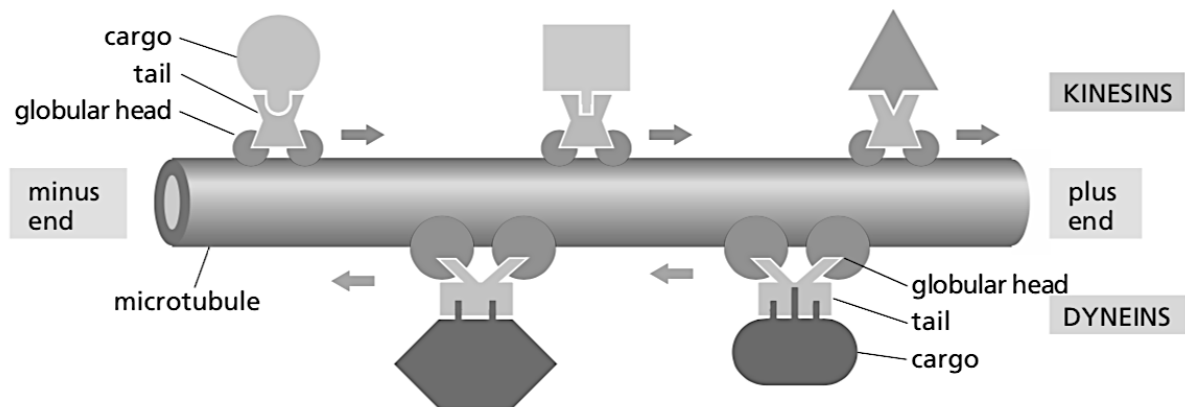
Invloed op celdeling

Door de polymerisatie van tubuline te remmen kunnen de microtubuli niet groeien. Hierdoor kunnen geen **spoeldraden** ontstaan en wordt de celdeling geremd. Andersom kan het ook: door de afbraak van tubuline (**depolymerisatie**) te remmen worden de spoeldraden zo lang dat ze niet meer als normale spoeldraden kunnen functioneren. Het medicijn tegen ovariumcarcinoom werkt volgens dit principe.

Transport

Motoreiwitten zijn betrokken bij transport binnen de cel. Er zijn twee motoreiwitten bij dit transport betrokken: kinesines en dyneïnes.

Dyneïnes zijn eiwitstructuren die binden aan de microtubuli en naar het centrosoom, waar de microtubuli aan vastzitten, toe gaan (*minus end*). Dit proces kost geen ATP. Kinesines, daarentegen, gaan van het centrosoom af (*plus end*). Dit proces kost wel ATP. Zie onderstaande figuur.



Transport microtubuli

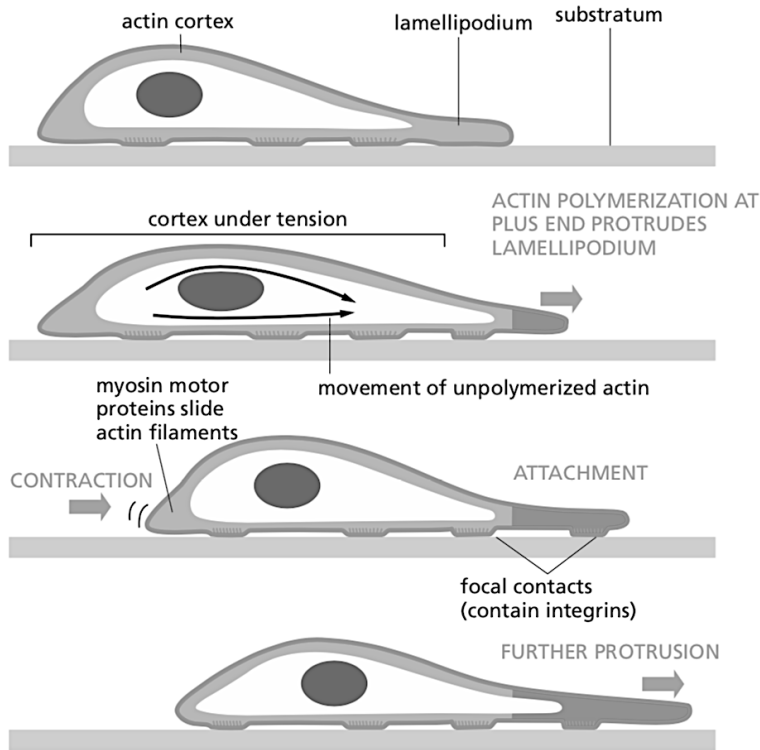
Bron: Figuur 17-19 uit *Essential cell biology* door Alberts, pagina 578, 2014.

Uitlopers bestaande uit microtubuli zijn:

- Cilium (meervoud cilia): trilhaar op bijvoorbeeld het epitheel in de luchtwegen om slijm af te voeren;
- Flagel: zweepstaart aan zaadcel.

Actine microfilamenten

Actine bestaat uit eiwitstructuren en wordt gepolymeriseerd met behulp van ATP. Actine heeft, net als microtubule, een negatieve en een positieve kant. Actine is ook betrokken bij de migratie van de cel. Polymerisatie van actine aan het uiteinde van een cel zorgt er bijvoorbeeld voor dat er een uitsteeksel wordt gevormd waaraan de cel zich naar voren kan trekken (zie onderstaande figuur). Hiernaast spelen actine filamenten ook een belangrijke rol in de celdeling.



Bron: Figuur 17-33 uit *Essential cell biology* door Alberts, pagina 589, 2014.

Spiere

Actine en **myosine** spelen een belangrijke rol in spiercontractie.

Nawoord

Hèhè, het is je gelukt! Je hebt jouw samenvatting uitgelezen.

Wil je meer vertrouwen tanken voor het tentamen? Geen paniek! Wij kunnen je verder helpen in de vorm van handige abonnementen. Met een abonnement ontvang jij de samenvattingen altijd met korting en als eerste in huis! Nieuwsgierig geworden naar een abonnement? Bekijk dan onze website!

Krijg nu de 1e MAAND van een abonnement GRATIS via de MFVU!

Wil jij de Slim Academy samenvattingen van jouw vakken altijd als eerste in huis hebben zodat jij op tijd kan beginnen met studeren? Gebruik dan de kortingscode MFVU-ABO bij het afsluiten van een abonnement en krijg de eerste maand van jouw abonnement helemaal gratis!

Ga hiervoor naar www.slimacademy.nl en voeg de kortingscode toe in je winkelmand.

Werken bij

Slim Academy is altijd op zoek naar gemotiveerde studenten! Lijkt het je leuk om bij ons aan de slag te gaan met het samenvatten en nakijken van samenvattingen? Dan is de rol van Studieheld zeker iets voor jou. Je kunt **werken vanuit huis**, krijgt een **riante vergoeding** en je hebt een studieregelateerde bijbaan die **goed op je cv** staat. Heb je interesse? Stuur dan jouw motivatie en cv naar klantenservice@slimacademy.nl.

Kom in contact met Slim Academy

Wil je op de hoogte blijven van de ontwikkelingen bij Slim Academy? Kom in contact via:

www.slimacademy.nl

@SlimAcademy.nl

klantenservice@slimacademy.nl

010 214 32 45

We wensen je veel succes met studeren en het halen van jouw tentamens!

Team Slim Academy



Join de WhatsApp groep

- ✓ Chat met jouw mede-studenten
- ✓ Stel al jouw (studie)vragen aan onze studie-experts
- ✓ Krijg extra oefenvragen om jouw kennis te testen
- ✓ Krijg gratis voorbeeldsamenvattingen en supplementen

Scan de QR code hiernaast en blijf altijd up-to-date!

10.000 studenten joinde vorig jaar