

# Het meten aan eetcellen\*

R.T.W. Uuldriks

Fijnmechanische Afdeling Fysiologie R.U. Leiden

Verslag Christiaan Huygensschool, afdeling Fijnmechanische Techniek

## Inleiding

In dit verslag wordt de aandacht gevestigd op het onderzoek naar elektrische processen bij macrofagen (eetcellen) en de elektrische- en mechanische apparatuur die men voor dit onderzoek gebruikte.

Macrofagen, die men door het hele lichaam tegen kan komen, behoren tot de cellen die betrokken zijn bij het verdedigingssysteem van het menselijk lichaam tegen ziektekiemen zoals bijvoorbeeld bacteriën. Omdat men, door de sterke vooruitgang in de elektronica, nu in staat was om zeer kleine elektrische signaaltjes op te vangen, en men erachter kwam dat zich in andere soorten cellen behalve chemische processen ook elektrische processen voordeden, is men een onderzoek gestart naar de mogelijkheid van elektrische processen bij macrofagen.

Bij het krijgen van dit onderwerp was ik gelijk al enthousiast omdat ik mezelf al eens eerder in de problematiek van macrofagen en andere cellen heb verdiept waardoor het voor mij des te interessanter was om hierover een verslag te schrijven.

## Doel

Omdat macrofagen belangrijk zijn bij de verdediging van het menselijk lichaam tegen ziektekiemen was het belangrijk om een onderzoek te starten naar de elektrische processen bij macrofagen om zodoende meer te weten te komen over de afweerprocessen waardoor men wellicht tot betere behandelingsmethoden zou kunnen komen bij infecties.

## Macrofagen (eetcellen)

### Wat is een macrofaag?

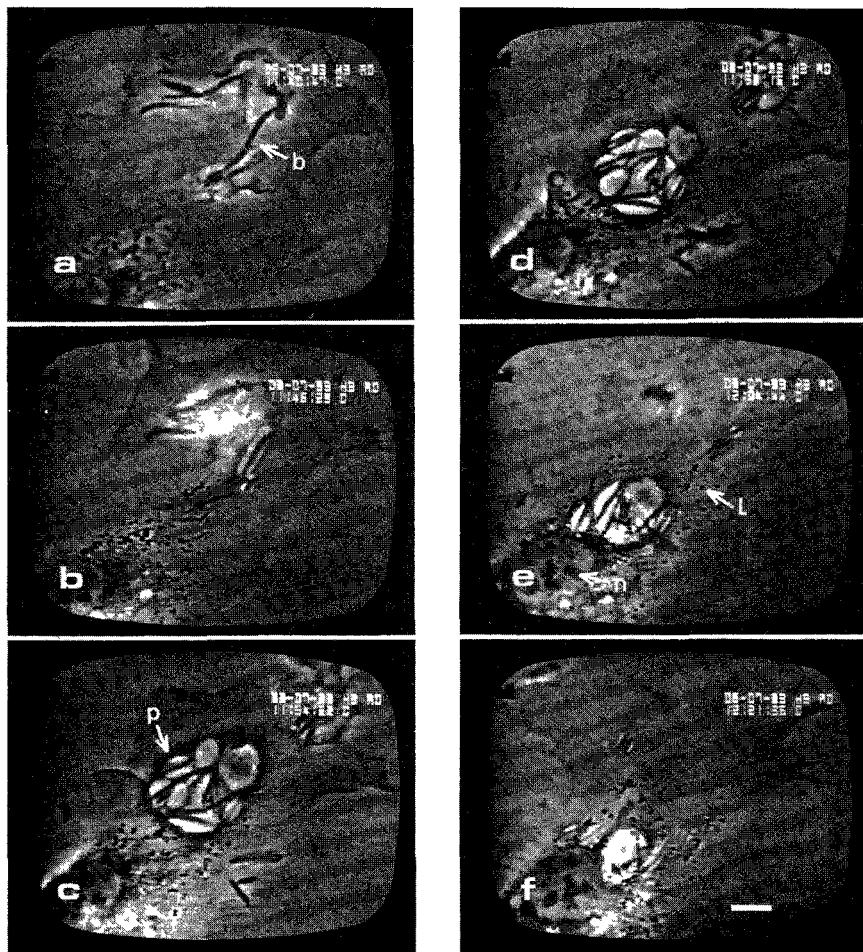
In allerlei lichaamsweefsels bevinden zich naast niet beweeglijke cellen ook beweeglijke cellen. Deze beweeglijke cellen zijn voornamelijk betrokken bij het verdedigen van het lichaam tegen ziektekiemen. Tot deze groep van beweeglijke cellen behoren onder andere de macrofagen.

De macrofaag (veelvraat), afkomstig uit de beenmerg, die via het bloed in allerlei lichaamsweefsels terecht kunnen komen, heeft zijn naam te danken aan het vermogen ziektekiemen, zoals bijvoorbeeld bacteriën en andere vreemde

\* Bekend zal zijn dat tijdens het stagejaar van de M.T.S.-opleiding door de leerlingen verslagen worden opgesteld van de werkzaamheden die zijn verricht. Het leek de redactie nuttig eens een dergelijk verslag op te nemen. Het betreft hier de rapportage van een leerling van de Christiaan Huygensschool te Rotterdam van werk dat bij de Rijksuniversiteit te Leiden is verricht.

deeltjes die het lichaam zijn binnengedrongen, "op te eten". Bij dit "opeten" vormt het membraan van de macrofaag uitstulpingen, die om het deeltje heen grijpen.

De volgorde van het "opeten" van een bacterie door een macrofaag is als volgt: in figuur 1a is een bacterie (b), in de vorm van zwarte slierten zichtbaar, die tegen het membraan van een macrofaag aanbotst. In figuur 1b is te zien hoe het membraan zich om de bacterie plooit en daarna versmelt, zie figuur 1c. Hierdoor komt de bacterie in een holte in de macrofaag te liggen. De figuren 1d, e en f laten verschillende stadiums van het afbreken van de bacterie zien. Door middel van enzymen, die afkomstig zijn uit het celvocht van de macrofaag en worden afgescheiden in de holte waar de bacterie zich bevindt, wordt de bacterie gedood en verteerd.



Figuur 1 Volgorde van het "opeten" van een bacterie door een macrofaag

De macrofagen in de lichaamsweefsels vormen samen met andere beweeglijke cellen, een systeem dat ziektekiemen kan doden en verteren. Tot dit systeem behoren onder andere:

- De lever, waar macrofagen in de haarvaten van de lever meehelpen bloed van ongerechtigheden te zuiveren.
- Het beenmerg en de milt die ook in het bloed terecht gekomen ziektekiemen door macrofagen laten doden.
- De longen, waarin zich longmacrofagen bevinden die verontreinigingen in de ingeademde lucht, die niet konden worden opgevangen door het slijm in de luchtpijp, in zich opsluiten.

### Signaaltjes van macrofagen

Het is algemeen bekend dat de cellen van het hart en van de spieren en zintuigen in het lichaam zeer kleine elektrische spanningen en stroompjes produceren waardoor deze organen hun functies kunnen uitoefenen. Door de sterke vooruitgang in de elektronica is het mogelijk geworden om deze elektrische signaaltjes op te vangen en hiermee onderzoek te verrichten.

Men kwam er achter dat ook bij andere soorten cellen in het lichaam, waarvan men dacht dat ze alleen chemisch actief waren, zich elektrische processen voordeden.

Daarom werd er een onderzoek gestart naar de mogelijkheid of ook bij macrofagen zich elektrische processen voordeden. Omdat macrofagen een belangrijke rol spelen in de afweer van het lichaam tegen infecties hoopte men een beter inzicht te krijgen in de afweerprocessen, waarbij onderzoek naar elektrische processen wellicht zou kunnen leiden tot betere behandelingsmethoden tegen infecties.

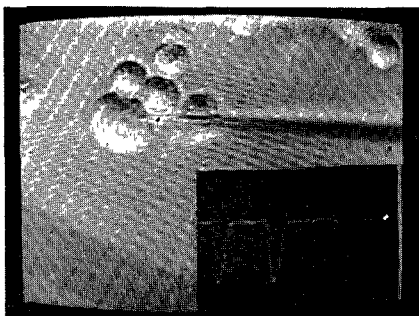
### Meetopstelling

#### De micro-elektrode

Om macrofagen uit het menselijk bloed te isoleren en in schaaltes te kweken, zodat ze geschikt zijn voor onderzoek, is niet zo moeilijk.

Alleen hoe kunnen er aan deze zeer kleine celletjes met een diameter van  $\frac{1}{50}$  millimeter, metingen verricht worden? Men was echter al een beetje bekend met het meten van elektrische signaaltjes van zeer kleine cellen nl. zenuwcellen. Hierbij werd de cel onder een microscoop bekeken en dan aangeprikt met een micro-elektrode.

Op de foto figuur 2 zien wij de macrofagen in kweek, de cel in het midden wordt aangeprikt met de micro-elektrode rechts in beeld. Onderaan de foto zien wij de gemeten signalen.



Figuur 2 Het aanprikken van een cel met de micro-elektrode. De gemeten signalen staan onderaan afgebeeld

Deze micro-elektrode, dat is een glazen pipet met een zeer fijne, open punt, met een gatdiameter van 0,001 millimeter, is gevuld met een zoutoplossing. Hierdoor kunnen de elektrische eigenschappen van de cel gemeten worden.

Het reproduceerbaar trekken van deze glazen elektrodes is zeer gecompliceerd (in een later nummer van Mikroniek volgt er een artikel over dit onderwerp). Met de micro-elektrode kunnen nu signalen opgevangen worden die, nadat ze elektronisch versterkt zijn, weergegeven kunnen worden op een oscilloscoop of op een papierschrijver.

In figuur 3 is zo'n opstelling te zien waarbij twee elektroden, één binnen de cel, de ander er buiten, de membraan spanning meten die wordt versterkt, waarna deze weergegeven kan worden op een oscilloscoop. Om ook na de meting de meetgegevens te kunnen gebruiken worden deze opgeslagen op een magneetband.

#### Het aanprikken van een cel

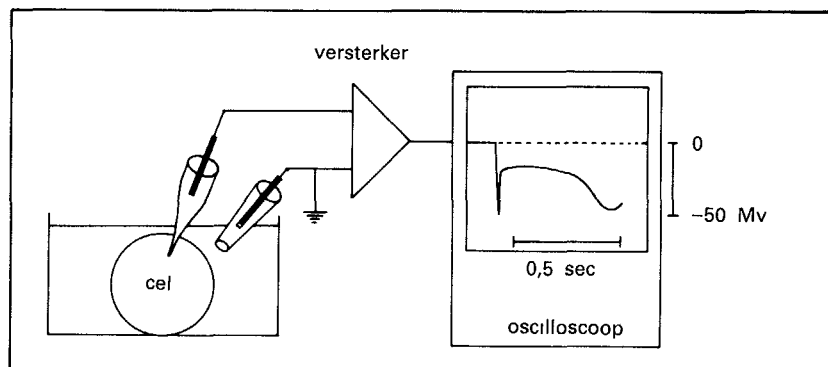
Het is begrijpelijk dat het aanprikken van een cel, vanwege de kleine afmetingen, niet meer rechtstreeks met de hand gedaan kan worden. Hiervoor heeft men dan ook de beschikking over verfijnde handgestuurde apparatuur om ervoor te zorgen dat de micro-elektrode in aanraking gebracht kan worden met een cel.

Om nu de micro-elektrode zodanig in de cel te laten schieten, zonder dat de elektrode de cel te zwaar beschadigt of de elektrode op de verkeerde plaats terecht komt, gebruikt men een speciaal apparaat dat als taak heeft de elektrode een zeer klein en snel beweginkje te laten maken, zodat hij net door het celmembraan heen schiet.

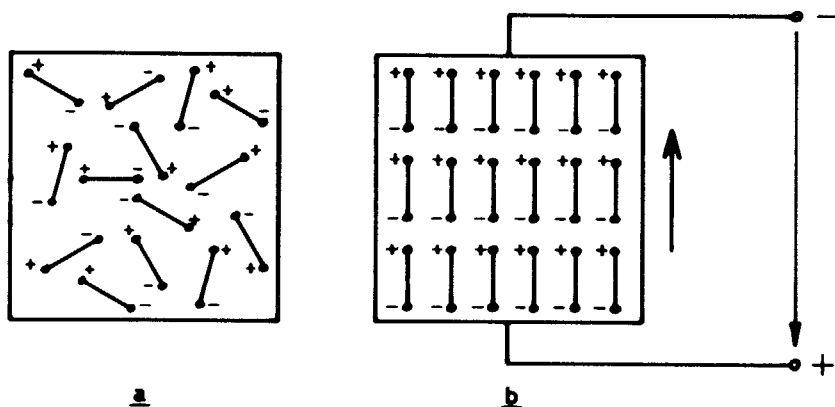
Dit zeer kleine snelle beweginkje wordt verkregen door piezo-elektrische kristallen. Het bijzondere van dit apparaat is dat de verplaatsing over zeer kleine afstanden plaatsvindt. Dit ontstaat doordat, als er op piezo-elektrische materialen een spanning wordt aangelegd, deze materialen de stroom niet zullen geleiden, maar er wel door worden vervormd, en wel zodanig alsof het materiaal wordt samengedrukt door een mechanische belasting. Anderzijds wekt dit materiaal bij mechanische belasting een spanning op. Bekende stoffen die dit van nature doen zijn kwarts en toermalijn.

De piezo-elektrischeit berust op de polariteit (het zoeken van de tegenpolen) van de atomen, de buitenste elektronenschil verschuift van de atoomkern. Om zeker te weten of een stof uitzet of krimpt bij spanningsaansluiting worden de materialen tijdens de fabricage onder invloed van een elektrisch veld gepolariseerd; zie figuur 4b).

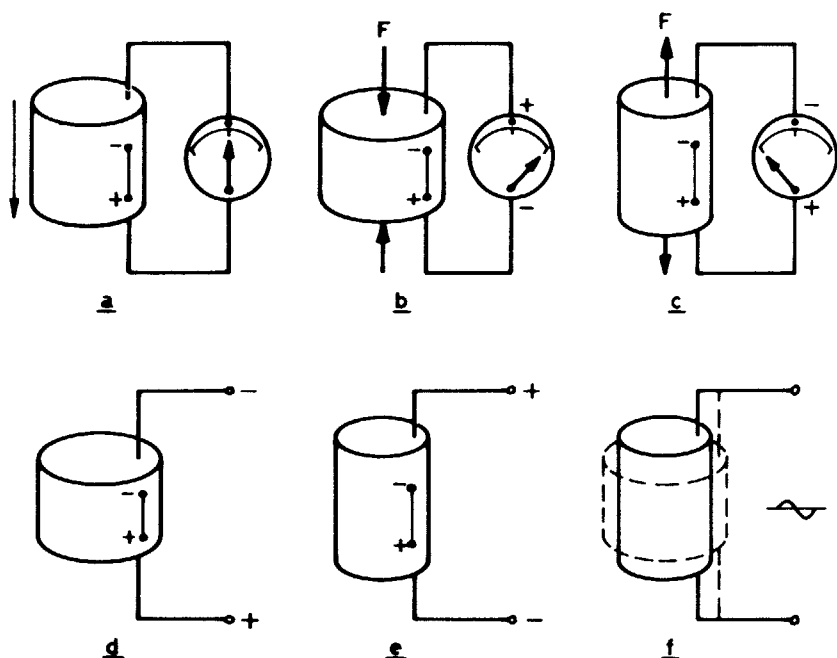
Door nu metalen elektrodes op het oppervlak aan te brengen en er een spanning op aan te sluiten zal het piezo-elektrische materiaal iets langer worden in de richting van het veld. Dit is te zien in figuur 5. Figuur 5a laat een cilinder van piezo-elektrische materiaal zien. Als een uitwendige druk- of trekkracht uitgeoefend wordt wekt dit elektrische spanning op, zie de figuren 5b en 5c). Als de mechanische kracht zodanig is dat het materiaal zijn oorspronkelijke vorm aanneemt van voor het polariseren, dan zal de gemeten spanning dezelfde polariteit hebben als de spanning die nodig was voor polarisatie.



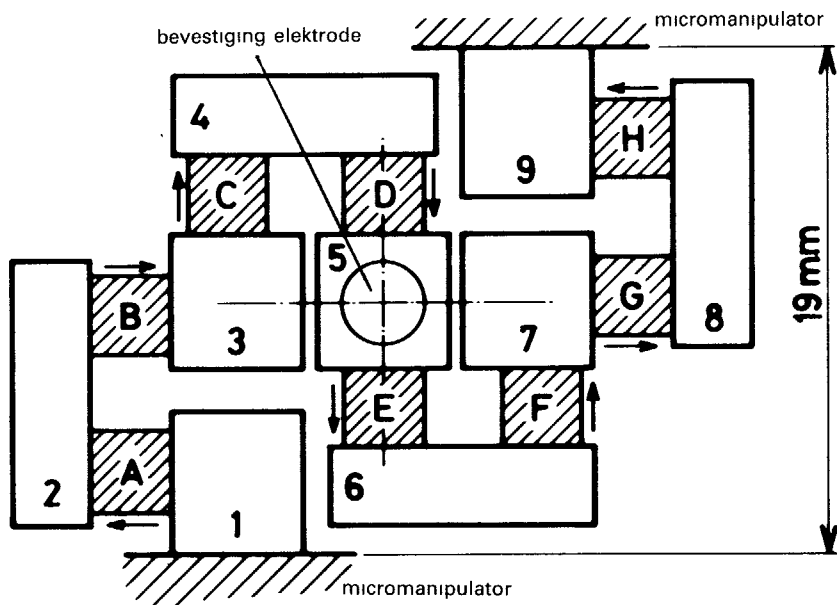
Figuur 3 Opstelling voor het meten van de membraan spanning van een cel



Figuur 4 Piezo-elektrische materialen, (a) vóór en (b) na polarisatie



Figuur 5 Het piezo-elektrische effect op een cilindervormig lichaam



Figuur 6 Temperatuur-gecompenseerd X-Y-verplaatsingssysteem

Vanwege het constante volume, zal door rek in de ene richting, krimp in de andere richting ontstaan. Als in figuur 5d een spanning aangesloten wordt die tegengesteld is aan de polarisatiespanning, dan zal de cilinder korter worden in de richting van de polarisatie-as. Voor figuur 5e geldt het omgekeerde. Als een wisselspanning aangesloten wordt zal de cilinder beurtelings langer en korter worden, zie figuur 5f).

**Continue verplaatsingssysteem**

In figuur 6 is een x-y verplaatsingssysteem schematisch aangegeven. De blokken 1 t/m 9 zijn van roestvaststaal. Blok 1 en 9 zijn met vaste punten verbonden. De blokken A t/m H zijn piezo-elementen waarvan de polarisatie-assen met pijlen aangegeven zijn.

De vereiste temperatuurcompensatie werkt het als volgt: stel de temperatuur verandert zodat de piezoblokjes langer worden. Dan zal blok 2 naar links verplaatsen t.o.v. blok 1, maar blok 3 gaat echter weer naar rechts. Deze compensatie geldt voor alle "paren" zodat blok 5 zich niet verplaatst.

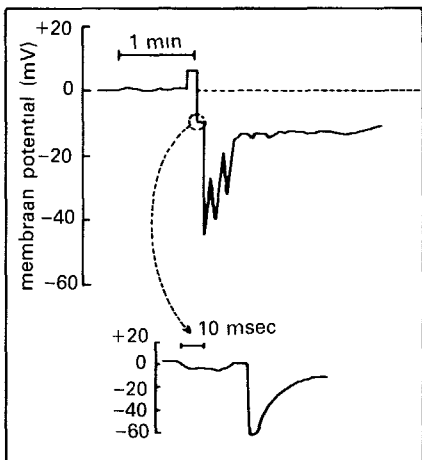
Voor de piezospanningen echter geldt het volgende. Als de horizontale piezo's A, B, G en H bekrachtigd worden, wordt A langer, B korter, ook G wordt langer en H korter, waardoor blok 2 en 8 een afstand  $\Delta l$  naar links gaan, doch blok 3, 4, 5, 6 en 7 een afstand  $2 \times \Delta l$  naar links gaan. Het gaat vooral om de verplaatsing van blok 5. Door juiste bekrachtiging van de piezo's C, D, E en F kan men blok 5 naar onder of boven verplaatsen. Blok 5 draagt een roestvaststaal stift. Door de piezo's met wisselspanningen te sturen kan men met de stift allerlei bewegingen maken over een oppervlak om hem zodoende precies te kunnen sturen. Later is er aan de voet van de stift een temperatuurgecompenseerd piezosysteem en op de kop van de stift een scherp gepunte elektrode gemonteerd. Deze elektrode kan hiermee behalve in de x- en y-richting nu ook in de z-richting gestuurd worden. Hiermee is het continue verplaatsingssysteem compleet. Omdat de verplaatsingen zeer klein zijn wordt de elektrode eerst door middel van een micromanipulator vlak bij de cel gebracht en vervolgens door de piezo-elementen, die hierop gemonteerd zijn, in de cel gebracht.

**Snelle meetapparatuur**

Omdat er, nadat de micro-elektrode door het celmembraan is heengeprikt, een prik gat ontstaat is het goed denkbaar dat er een lekkage optreedt, waardoor de gemeten spanningsverschillen tussen binnen- en buitenkant van het membraan niet meer helemaal overeenstemmen met de natuurlijke situatie, voordat in de cel werd geprikt.

Daarom bestond de mogelijkheid dat het spanningsverschil dat in de eerste milliseconden geregistreerd werd (direct nadat de micro-elektrode in de cel schiet) in feite betrouwbaarder zou kunnen zijn, en dus misschien beter de werkelijke membraanspanning aangaf, dan de waarden die later gemeten zouden worden. Daarom is men gaan bekijken wat zich afspeelt binnen een zeer kort tijdsbestek na het aanprikken van de cel

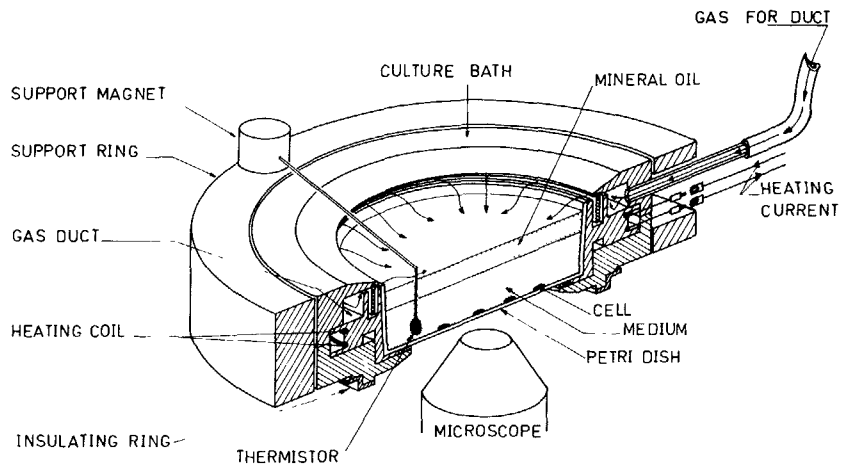
Hiervoor moest men uiteraard de beschikking hebben over speciale en zeer snelle meetapparatuur. In figuur 7 zijn de resultaten van de metingen te zien.



Figuur 7 Membranespanning van een cel na het aanprikken, gemeten over een aantal minuten

Hierin stelt de bovenste grafiek de membraanspanning voor, gemeten over een aantal minuten. In deze grafiek wordt een snelle negatieve piek gemist, die enkele milliseconden duurt. Met snelle meetapparatuur wordt deze piek echter wel zichtbaar wat te zien is in de onderste grafiek. Wat vroeger niet gemeten werd, wat nu wel gemeten kan worden, is de extreme piek in de beginperiode. Na wat schommelingen kruipt de spanning naar een gemiddelde waarde van  $-13$  mV. De eerste piek in de beginperiode wijst erop dat de werkelijke membraanspanning meer dan twee keer zo hoog is als de latere gemiddelde waarde. Dit werd gecontroleerd door controle-experimenten waarbij twee elektroden na elkaar in een cel werden gestoken.

Het enige wat nog niet opgehelderd is, is de langzame schommeling die soms in de membraanspanning optreedt. Men weet niet of dat een natuurlijke eigenschap van de cellen is of dat dit verschijnsel optreedt na het lekprikken van de cel.

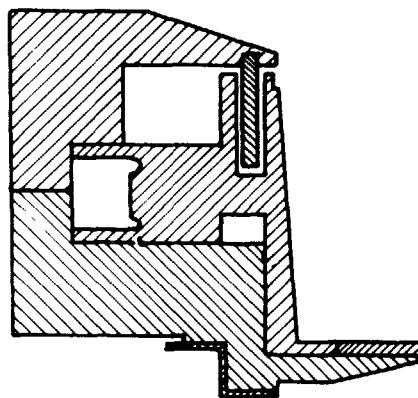


Figuur 8 De celweekkamer

## De celweekkamer

### De celweekkamer met petrischaaltje

Het bestuderen van de cellen gebeurt in een celweekkamer die door de werkplaats van het laboratorium is vervaardigd, zie figuur 8. Deze celweekkamer bestaat uit een verwarmingsring en een petrischaaltje. De buitendiameter is 9 cm en de hoogte 1,3 cm. Bovenin de ring bevindt zich een luchtkamer met een labyrinth en een spleetvormige uitgang naar de binnenkant zie figuur 9 die een doorsnede voorstelt van een gedeelte van de celweekkamer



Figuur 9 Dwarsdoorsnede van de celweekkamer (zonder petrischaaltje)

De verwarmingsspiraal kan nu de lucht in de luchtkamer verwarmen en dus de uitstromende lucht door de luchtspleet meer of minder doen veranderen van temperatuur. Dit gebeurt ten eerste met het oog op temperatuursregulatie en ten tweede om de gasspanning in de kweek onder controle te kunnen houden. (Het gas wordt over het oppervlak van het olielaagje geblazen.) De cellen die in het petrischaaltje op de bodem

liggen worden door een 3 ml zoutoplossing bedekt. Hier bovenop bevindt zich 3 ml mineraalolie. De cellen worden door deze olie afgedekt, maar tegelijk is het mogelijk om micro-elektroden door het laagje olie heen bij de cellen te brengen.

De olie die de zoutoplossing afdekt heeft drie functies, nl.:

- De zoutoplossing kan niet verdampen.
- De olielaag is doorlaatbaar voor  $\text{CO}_2$  en kan daardoor de waterstof-exponent (p) van de zoutoplossing constant houden.
- De olie kan door middel van langsstrijken van warme lucht een warmtebuffer zijn voor de daaronder liggende zoutoplossingen.

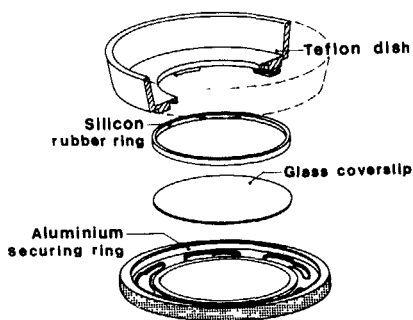
De ring wordt verwarmd door een geregelde stroombron aan te sluiten op de weerstandsdraad van ongeveer  $2 \Omega$ . De benodigde stroom voor de uiteindelijke cultuurvloeistof, die een temperatuur van  $37^\circ\text{C}$  (lichaamstemperatuur waarbij de celprocessen ongestoord verlopen) moet hebben is 1–2 A bij een omgevingstemperatuur van  $20^\circ\text{C}$ .

### De celweekkamer met teflon cultuurschaaltje

De microscoop waarmee men de cellen vergroot kan bezichtigen, staat opgesteld onder het petrischaaltje. Doordat de bodem van het petrischaaltje vrij dik is krijgt men een onduidelijk beeld van de cellen. Hoe dunner de bodem zou zijn des te beter zouden de cellen bezichtigd kunnen worden. Daarom besloot men om gebruik te gaan maken van een teflon cultuurschaaltje. Het teflon cultuurschaaltje bestaat uit vier onderdelen (zie figuur 10):

1. een open schaalje gemaakt van teflon,

2. een glazen bodemplaatje met een diameter van 24 mm en een dikte van 0,17 mm,
3. een doorboorde aluminiumopsluitring met een bajonetsluiting,
4. een silicon rubbering die in een groef rondom de opening van het teflonschaaltje past.



Figuur 10 Teflon cultuurschaaltje

Het teflon cultuurschaaltje wordt als volgt gemonteerd. Nadat het teflonschaaltje en de rubbering zijn gesteriliseerd wordt de ring in de groef van het teflonschaaltje gelegd, waarna het glazen bodemplaatje eroverheen wordt gezet. Men moet er wel zeker van zijn dat de rubbering over de hele omtrek draagt. Als laatste wordt de aluminiumopsluitring over het glazen bodemplaatje gezet zodanig dat de uitsteeksels van het teflonschaaltje passen in de uitsparingen van de opsluitring. Door nu de opsluitring te verdraaien wordt het glazen bodemplaatje tegen de onderkant van het teflonschaaltje geklemd.

## Patchmethode

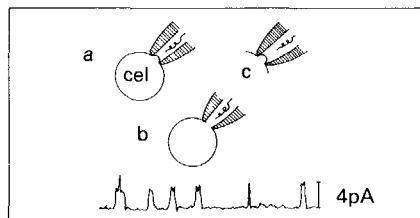
### Reden voor gebruik van patchmethode

Omdat bij de activiteiten van een macrofaag bepaalde ionen een belangrijke rol spelen, men echter niet precies wist welke ionen hierbij betrokken zouden kunnen zijn, wilde men spanningsmetingen bij macrofagen gaan doen onder toevoeging van bepaalde chemische stoffen. Het was namelijk bekend dat spanningsveranderingen gepaard gaan met transport van ionen. Men heeft al vermoedens dat calcium- en kaliumionen betrokken zouden zijn bij spanningsveranderingen in de membraan in rusttoestand. Maar welke ionenstromen een rol zouden kunnen spelen bij actieve macrofagen, bijvoorbeeld tijdens het opeten en doden van bacteriën, was echter nog niet bekend. Hiertoe ging men een onderzoek doen met een variant van de micro-elektrode, de zogeheten "patchelektrode". Bij de patchelektro-

de is de glazen punt iets dikker dan bij een micro-elektrode.

### De "patchelektrode"

Als een patchelektrode tegen een celmembraan wordt aangebracht, hecht het membraan zich vast aan de pipetpunt, als het even tegen de punt wordt aangezogen; zie figuur 11a. Nu zijn er verschillende mogelijkheden die uitgevoerd kunnen worden, bijvoorbeeld het vastgehechte membraan wordt geheel uit de cel verwijderd, zie figuur 11b.



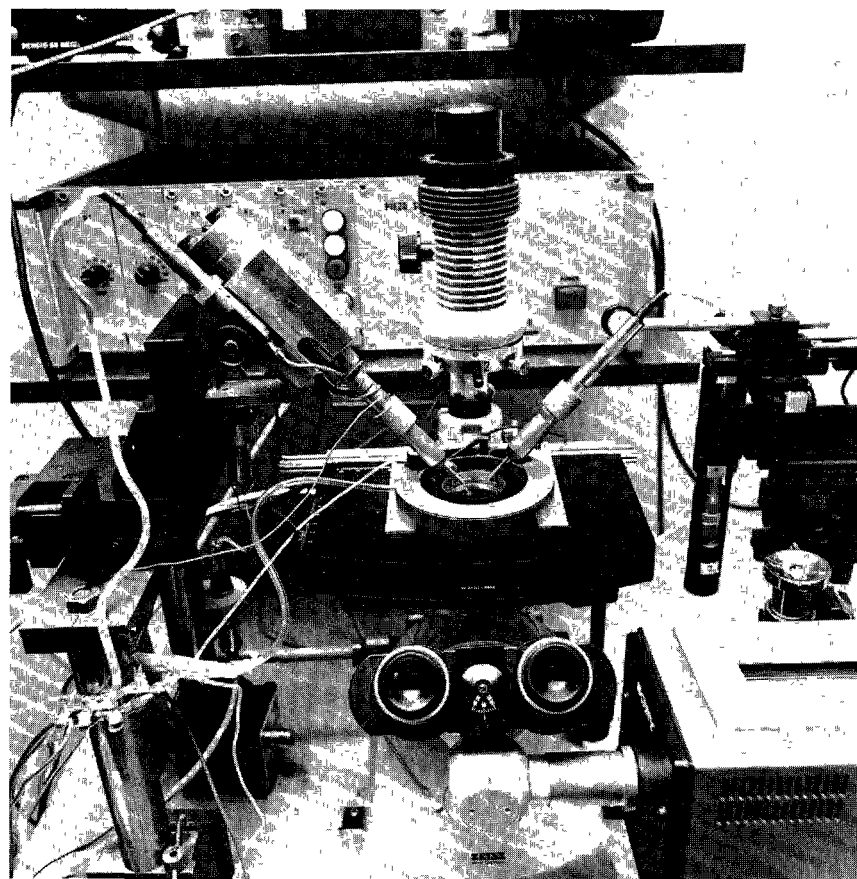
Figuur 11 De patchelektrode in werking

Het is nu mogelijk om kunstmatig allerlei spanningsverschillen op te wekken en te kijken hoe het stukje membraan daarop zal reageren. Het vastgehechte stukje membraan van de nog intacte cel kan ook worden doorgeprikt zodat de patchelektrode toegang krijgt tot het inwendige van

de cel. Daarbij treedt geen enkel "elektrische lek" op omdat het membraan goed sluitend aan de pipetpunt hecht; zie figuur 11c. Een belangrijke bijdrage van de patchelektrode is geweest dat men heeft kunnen onderzoeken hoe individuele ionkanalen in het celmembraan werken (ionkanalen zijn poriën in de membraanwand waardoor de in- en uitstroming van bepaalde ionen plaatsvindt). Wanneer het nu bekend zou zijn welke ionkanalen onder welke invloed open- of dichtgaan, en welke gevolgen dit heeft voor elektrische stromen en spanningen bij macrofagen, zouden in principe de elektrische processen in de cellen via chemische weg zijn te beïnvloeden.

Dit alles zou kunnen betekenen dat in de toekomst misschien langs deze weg werkende effectieve medicijnen kunnen worden gevonden om de afweer van de patiënt in positieve zin te beïnvloeden.

Omdat men nog maar net van start is gegaan met het onderzoek naar elektrische processen bij macrofagen, is men toch wat voorzichtig met dit soort uitlatingen en moet er nog veel aan onderzoek gedaan worden alvorens men de ware toedracht van de elektrische processen bij macrofagen kent.



Figuur 12 Overzicht van de opstelling

## Conclusie

Hoewel men nog maar in een beginfase is met het onderzoek naar elektrische processen bij macrofagen, kan men al zeker zeggen dat het onderzoek zeer interessante en belangrijke gegevens zal gaan opleveren. Omdat macrofagen de taak hebben ziektekiemen te doden en te verteren is dat al een reden genoeg om een onderzoek te starten, omdat vele ziekten bij patiënten wellicht beter verholpen kunnen worden. Hierbij zullen de onderzoekers zeker de

steun nodig hebben van de instrumentmakerij en de afdeling elektronica van het laboratorium omdat er vaak gewerkt wordt met zeer vernuftige opstellingen en apparatuur. Dit vergt veel vindingrijkheid en denkwerk. Zoals bijvoorbeeld het maken van het ingewikkelde en goed uitgedachte celkweekkamertje, dat zo goed blijkt te functioneren dat ook de industrie er zijn belangstelling voor heeft getoond en de bakjes daarom fabrieksmatig geproduceerd worden, zodat ook andere laboratoria van dit kweekkamertje gebruik kunnen maken

## Literatuur

Centrum, Informatie- en opinieblad van Academisch Ziekenhuis en Medische Faculteit Leiden. Jrg 13, nr 4, 10 maart 1983.

Pfuges Archiv;  
European Journal of Physiology 1983; C. Ince, J T van Dissel, M M C Dresselhoff

Lekturama's nieuwe medische encyclopedie, Atlas van het menselijk lichaam.

Mikroniek, Jrg 22, nr 4, 1982.

Mikroniek, Jrg 23, nr 3, 1983

## Nieuw Hewlett Packard computersysteem voor CIM

Hewlett-Packard maakt bekend dat in de zomermaanden van dit jaar een nieuw krachtig computersysteem voor CIM (Computer Integrated Manufacturing) geïntroduceerd zal worden. Tevens worden de nieuwe HP 3000 Serie 930 en 950 aangekondigd, eveneens gebaseerd op de nieuwe HP Precision Architecture

Dit nieuwe systeem is qua prijs en prestaties een uitbreiding naar boven voor de huidige A-serie real-time computers. In vergelijking met het bestaande topmodel A-900 is het nieuwe 32 bit systeem ongeveer driemaal zo krachtig.

De introductie is een uitvloeisel van een geheel nieuwe generatie computers van Hewlett-Packard, die gebaseerd is op RISC (Reduced Instruction Set Computer) architectuur gecombineerd met een aantal andere innovaties in ontwerptechnologie.

UNIX\* operating systeem voor de fabrieksvloer

De nieuwe CIM computer beschikt over HP-UX, gebaseerd op de Berkeley 4.2 kern en compatibel met het UNIX systeem V 2. Het operating systeem bevat een aantal real-time uitbreidingen waardoor deze computer geschikt is voor een groot aantal veeleisende toepassingen op het gebied van fabrieksautomatisering. Voorbeelden zijn CAPP (Computer Aided Process Planning), statistische kwaliteitsbeheersing, beheer, analyse en rapportage van kwaliteitsgegevens en procesbesturing.

De combinatie van UNIX en real-time programma's is een belangrijke bijdrage van Hewlett-Packard op het gebied van fabrieksautomatisering. Gregory R. Gillen, Marketing Manager van Hewlett-Packard's Data Systems Division, verwacht dat UNIX ook hier de industriestandaard zal worden.

Voor deze nieuwe generatie computers is HP-UX gekozen om vrijwel dezelfde reden waarom MAP (Manufacturing Automation Protocol) door Hewlett-Packard wordt ondersteund; een netwerkconcept waarin computers, PLC's en andere intelligente componenten onderling kunnen communiceren in zogenaamde "multivendor" netwerken. De mensen in de fabriek die met de computers werken hoeven

geen computerexperts te zijn of te worden, dankzij de gelaagde structuur van UNIX

Positionering ten opzichte van bestaande systemen

Het nieuw te introduceren systeem zal een uitbreiding vormen van de HP 1000 familie; er is geen sprake van vervanging.

"Hewlett-Packard zal niet alleen haar eigen aanzienlijke investeringen in software beschermen, maar ook die van de gebruikers van haar real-time computers", aldus James M Burns, die de leiding heeft van de Data Systems Division van Hewlett-Packard.

Voor de meer dan 100.000 wereldwijd in gebruik zijnde HP 1000 systemen is een duidelijk groeipad aangegeven. Met behulp van speciale uitbreidingen zullen de afnemers in staat worden gesteld hun real-time executive software te integreren in de nieuwe HP Precision Architecture, aldus Burns. Nadere informatie over specificaties, levertijd en prijs van dit nieuwe CIM computersysteem zal bij de officiële introductie bekend worden gemaakt \* UNIX is een handelsmerk van AT&T laboratories

Vert.: Hewlett-Packard, Amstelveen