



Potchefstroomse Universiteit
vir Christelike Hoër Onderwys

WETENSKAPLIKE BYDRAES
REEKS H: INOUGURELE REDE NR. 145

DIE NIMMEREINDIGENDE SOEKTOG NA NUWE *GENEESMIDDELS*

Prof. DP Venter

Inougurele rede gehou op 14 November 1997

Publikasiebeheerkomitee
Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys
Potchefstroom
2520

Die Universiteit is nie aanspreeklik vir menings in die publikasies uitgespreek nie.

Navrae in verband met *Wetenskaplike Bydraes* moet gerig word aan:

Die Publikasiebeheer Komitee
Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys
2520 POTCHEFSTROOM

Kopiereg © 1998 PU vir CHO

ISBN 1 86822 324 8

Die nimmereindigende soektog na nuwe GENEESMIDDELS

Intreerede: Prof. D.P. Venter
14 November 1997

Inleiding

Paulus skryf in die slotwoord van sy eerste brief aan die Thessalonicense: *Beproef alle dinge en behou die goeie*. Hierdie woorde is direk van toepassing op die mens se soeke na nuwe geneesmiddels - om nuwe geneesmiddels te ontdek moet alle moontlikhede beproef word en uiteindelik is dit net die goeie (beste) geneesmiddel wat behou word.

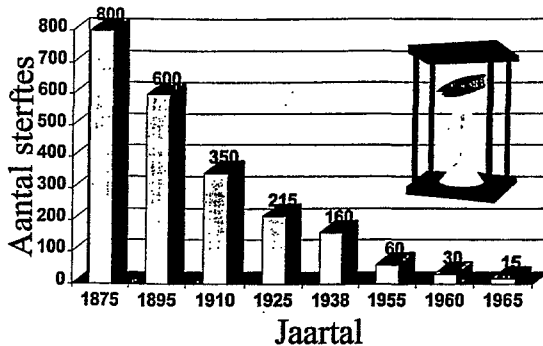
Sedert die begin van ons geskiedenis was die mens reeds besorg oor sy gesondheid en het hy feitlik instinktief probeer om gesond te bly en pogings aangewend om gesond te word indien hy sou siek word. Die mens se oorlewing hier op aarde hang van die eindelose stryd teen siektes af. Geneesmiddels is van kardinale belang in hierdie stryd en ongeveer 70% van alle kliniese resultate word verkry deur middel van medikasie. Farmakologie (studie van geneesmiddels) is die wetenskaplike benadering tot hierdie stryd terwyl medisinale chemie die enkele vak disipline is wat primêr gemoeid is met die ontdekking en sintese van geneesmiddels.

Vanaf die vroegste tye was moeder-natuur die groot onderhouer van die mens. Uit die natuur het hy nog altyd sy voedsel en ook sy medisynes gekry. Die oudste rekord van fito-terapie (d.i. die behandeling met plantaardige geneesmiddels) is in Sjina ontdek. Hierdie rekords dateer terug tot die derde millenium voor Christus (vC) en baie van die kruie wat deur die Sjinese gebruik is, is later deur die Westerse geneeskunde oorgeneem en word nog steeds gebruik, onder andere die middel reserprien, wat die bloeddruk verlaag, en die bloedvatvernouer efedrien, wat ook teen asma gebruik word. Tot en met die negentiende eeu het die mens hoofsaaklik plante en plantêkstrakte as medisyne gebruik.

Gedurende die negentiende eeu is ware wetenskaplike beginsels vir die eerste keer deur die geneesmiddel-navorsers gebruik in hul soeke na nuwe geneesmiddels. Wetenskaplikes het nou begin om die aktiewe bestanddeel, naamlik die geneesmiddel, uit plantmateriaal te isoleer. In 1869 publiseer A.C. Brown van Edinburgh 'n artikel genaamd: "*On the Connection between Chemical Constitution and Physiological Action*". In hierdie werk definieer Brown die verband tussen chemiese struktuur en farmakologiese aktiwiteit van geneesmiddels en is dit dan ook van die eerste voorbeelde van farmakoloog-chemikus samewerking - 'n absolute noodsaaklike samewerking in die soektog na nuwe en beter geneesmiddels.

Die belangrike rol wat geneesmiddels gedurende die afgelope sowat honderd jaar in die mens se lewe gespeel het, word baie duidelik deur die volgende gegewens geïllustreer:

Sterftes a.g.v. aansteeklike siektes per 100 000 van die populasie

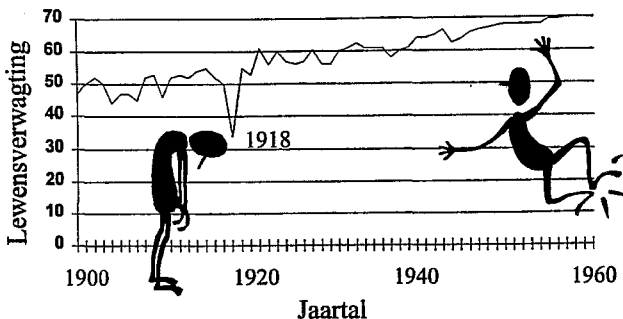


Aansteeklike siektes is met menig terug en eis jaarliks 17 miljoen lewens wêreldwyd - 50000 elke dag (d.i. 'n derde van alle sterftes). En dis nie net in derdewêreld-lande waar die kieme maai nie - Amerika en Brittanje loop ewe kwaai deur. Ook Suid-Afrika sit met groot probleme. Die grootste moordenaars is akute longinfeksies (4,4 miljoen), diarree (3,1 miljoen) en tuberkulose (3,1 miljoen). Dus 283 uit elke 100 000 van die populasie

Dertig jaar gelede het die Amerikaanse geneesheer-generaal verklaar: "Die tyd het gekom om die boek oor aansteeklike siektes toe te maak." Hy het te gou gepraat, soos Paul Ehrlich in 1913 toe hy gesê het: "Now that the liability to, and danger of, disease are to a great extent circumscribed.....the efforts of chemotherapeutics are directed as far as possible to fill up the gaps left in this ring....".¹

Alhoewel ons geneesmiddels oor die algemeen nie perfek is nie en ons baie siektes glad nie kan genees nie, het die mediese wetenskap tog daarin geslaag om die mens se lewensverwagting die afgelope eeu drasties te verhoog.

Lewensverwagting vanaf 1900 tot 1960



Enkele probleme

Ten spyte van al die suksesse wat veral gedurende die afgelope eeu behaal is, het die uitdagings vir medisinale chemici nie minder geword nie, intendeel dit het met orde groter ge-eskaleer. Die druk om nuwe geneesmiddels te ontdek is nou waarskynlik groter as ooit tevore. Die redes hiervoor, asook enkele probleme, word deur die volgende koerantberigte en tydskrifartikels geïllustreer.

- Huisgenoot 1996: **Die skok Antibiotika raak nutteloos.**
Kieme ruk hand-uit omdat hulle 'n weerstand opbou teen antibiotika - en wetenskaplikes spook om by te bly en nuwe middels te skep.
- Beeld, 1 Oktober 1997: **Alledaagse siektes 'n al hoe groter gevaar. Sal toenemend hul tol eis oor vigs.**
Oordraagbare siektes is 'n grootskaalse openbare gesondheidsgevaar wat jaarliks meer as 70% Suid-Afrikaners in hul kloue beetkry. Weens groeiende antimikrobiële bestandheid en duur ontwikkeling van antibiotika sal ons in die toekoms ook nie meer op die behandeling kan staat maak nie.
Behalwe vir die feit dat ons baie siektes, soos kanker, nog nie onder beheer het nie verskyn daar ook nog nuwe siektes soos vigs.
- Beeld, Oktober 1997: **Voorkoms van allergieë ontplof wêreldwyd.**
Volgens die Allergie-vereniging van Suid-Afrika (Allsa) loop sowat 25% van alle mense nou onder die irriterende kwale deur, in teenstelling met net 5% in 1970.
- Beeld, 18 September 1997: **Twee soorte dieetpille onttrek oor hartprobleme.**
Op gereelde grondslag word middels na jare se gebruik van die mark verwyder omdat hulle ernstige nuwe-effekte vertoon.
- Rapport, 19 Oktober 1997: **Sekere medisyne kan tot kanker lei.**
- Beeld 23 Oktober 1997: **Malariamiddel nie meer doeltreffend in SA.**

Verdere probleme word deur die volgende artikels geïllustreer.

- Science, 21 Maart 1997: **First genes isolated from the deadly 1918 flu virus.**
The potential is there for this kind of virus to return.
- Science, 18 Julie 1997: **Is an old virus up to new tricks? A recent upsurge of monkeypox, in which the virus seems to jump from person to person more readily than before, has researchers on the alert.**
P. Jahrling: "I hate to be accused of pushing the alarmist button, but for practical purposes, smallpox is back."

Ons kan nou vra: Waar kom nuwe geneesmiddels vandaan? Hoe word hulle ontdek?

Werkings van geneesmiddels: Die reseptor-konsep

'n Baie belangrike ontwikkeling in beide farmakologie en medisinale chemie was die ontwikkeling van die reseptor-konsep.

Die definieëring van reseptore, daardie spesifieke areas waar geneesmiddelwerking begin, kan toegeskryf word aan John Newton Langley [1852-1925] en Paul Ehrlich [1854-1915]. Hulle navorsing oor die uitwerking van toksiene en chemoterapeutiese middels op die outonome

senuwee-stelsel het gelei tot die konsep van 'n reseptor wat beide herkennings- en prikkeloordrag (transducing) komponente bevat. Hierdie belangrike reseptor-begrip dien vandag nog steeds as die primêre basis van geneesmiddelwerking en alle teorieë wat handel oor geneesmiddelwerking berus op hierdie basiese begrip van geneesmiddel-reseptorintrasie. Die besef baie jare later dat komplekse virusse neurooordragstowwe se reseptore gebruik om selle binne te dring, hou verband met die pioniers werk wat deur Langley en Ehrlich gedoen is.²

Ontdekking van geneesmiddels

Dit bring ons by die eintlike werksgebied van die medisinale chemikus, te wete die ontwerp en ontwikkeling van geneesmiddels. Daar is verskeie weë wat die medisinale chemikus na die ontdekking van 'n geneesmiddel kan lei, en aan die einde van elke pad lê daar miskien 'n ander wapen wat in die hande van die geneesheer geplaas kan word in sy nimmereindigende stryd teen siekte en ontydige dood.

1. Toevallige ontdekkings

Soos reeds genoem maak geneesmiddels wat in die natuur bestaan en toevallig ontdek word 'n belangrike komponent van ons geneesmiddel-arsenaal uit. Van die belangrikste middels wat hierdie eeu so ontdek is, is penisillien (anti-biotikum) en dikumarol (anti-koagulant).

Soms word ook toevallig ontdek dat bekende (selfs alledaagse) chemiese verbindinge gewenste farmakologiese aktiwiteit besit. Die ontdekking van die anti-piretiese effek van antifebrien is 'n treffende voorbeeld van so 'n toevallige ontdekking.³ Naftaleen was aanvanklik as 'n vermisied (wurmdoder) getoets. Alhoewel hierdie toetse negatief was, het die naftaleen wat getoets is, antipiretiese effekte getoon. By nadere ondersoek kom dit toe aan die lig dat die toets-verbinding nie naftaleen was nie, maar asetanilied (!) wat toe kommersieel as antifebrien verkoop is (in 1886). Ongeveer dieselfde tyd was tonne p-amienofenol beskikbaar as nuwe-produk by Bayer se fabriek. Na die ontdekking van antifebrien is daar na p-amienofenol gekyk wat toe uiteindelik omgeskakel is in p-etoksi-asetanilied wat in die handel beskikbaar gestel is as fenasetien (1887). Daar is later vasgestel dat fenasetien *in vivo* omgeskakel word na p-hidrokxi-asetanilied wat gedurende 1893 as 'n geneesmiddel bekend gestel is. Laasgenoemde het eers sedert 1949 populêr geword en word vandag op groot skaal gebruik - dit staan bekend as parasetamol.

2. Sifting van potensiële nuwe geneesmiddels

Ons kan natuurlik nie net op sulke toevallige ontdekkings staatmaak vir nuwe geneesmiddels nie, en daarom word op 'n sistematiese wyse na nuwe middels gesoek.

Die oorgrote meerderheid geneesmiddels is ontwikkel volgens die klassieke benadering van Paul Ehrlich, naamlik die empiriese toetsing van 'n groot aantal verbindinge op proefdiere. Nadat 'n belowende leidraad ontdek is, word pogings aangewend om verhoogde aktiwiteit en selektiwiteit te bewerkstellig deur intuïtiewe stapsgewyse molekulêre modifikasie binne die raamwerk van bioisotermie. Die empiriese aard van die soektog na geneesmiddels word geïllustreer deur die volgende:

- In die soeke na 'n nuwe geneesmiddel teen tuberkulose is 8000 chemiese verbindinge as moontlike nuwe geneesmiddels oorweeg, hiervan is 5000 gesintetiseer en voorlopig getoets. Verdere farmakologiese toetse is uiteindelik op 1000 verbindinge uitgevoer en in hierdie proses is slegs 'n enkele verbinding verkry wat geskik was om as medikasie te gebruik.

- 'n Groep van 75 wetenskaplikes het vir twee en 'n half jaar gewerk om 'n enkele nuwe antibiotikum te ontwikkel. Elke maand het hulle 5000-6000 grond-monsters afkomstig van verskillende lande ontleed. Van die 100 000 kulture wat gemaak is, het 76 antibiotiese aktiwiteit getoon. Slegs een substans wat getoets is, was enigsins geskik om verder as geneesmiddel ontwikkel te word wat dan moontlik teen infeksies aangewend kan word.

Tot en met die begin van die sestig-jare het hierdie tradisionele geneesmiddel-ontdekkings paradigma gehelp dat 'n groot aantal nuwe geneesmiddels jaarliks op die mark kom. Die getal nuwe chemiese entiteite wat deur die farmaseutiese industrie tussen 1955-1963 bekend gestel is, was gemiddeld 44 per jaar, wat heelwat meer is as die gemiddeld van 16 produkte wat gedurende 1963-1969 bekend gestel is. Gedurende 1970 het slegs 9 nuwe terapeutiese entiteite te voorskyn gekom.

Hierdie dramatiese daling in nuwe geneesmiddels was die gevolg van 'n tragiese gebeurtenis wat gedurende 1960/61 in Wes-Duitsland plaasgevind het toe daar onverwags 5000 misvormde babas gebore is. Dr. Ralf Voss, 'n neuroloog van Dusseldorf, was die eerste persoon wat die verband tussen die gebruik van talidomid, 'n sedatief-hipnotikum, en die verhoogde voorkoms van geboorte-afwykings opgemerk het. Hierdie gebeurtenis het daartoe gelei dat gesondheidswetgewing drasties hersien is. Daar is streng bepaal dat farmaseutiese maatskappye eers voldoende bewys moes lewer dat 'n nuwe geneesmiddel doeltreffend sowel as veilig is, voordat dit bemark kon word. Gedurende die eerste helfte van die sestigjare het hierdie wetgewing gelei tot die skerp daling in die aantal nuwe geneesmiddels wat bekend gestel is.

Rasionele geneesmiddel-ontwerp

Dit het nou duidelik geword dat nuwe benaderings dringend ontwikkel en gevolg sal moet word om die proses van geneesmiddel-ontdekking te bevorder. Die tyd was dus nou ryp vir die ontwikkeling van meer wetenskaplike metodes wat aangewend sou kon word vir die rasionele ontwerp van geneesmiddels. Waar 'n groot aantal potensiele nuwe geneesmiddelmolekules vroeër gesintetiseer is en dan deur middel van eksperimente op proefdier vasgestel is of enige van hierdie bindings enigsins die verwagte farmakologiese werking vertoon, het die klem gedurende die laaste dekade of twee verskuif na die ontwerp van enkele strukture wat veronderstel is om aktief te wees. Proefdier-eksperimente sou weereens moet aantoon of hierdie ontwerpde geneesmiddelmolekules die nodige aktiwiteit vertoon. Die verskil sou natuurlik daarin lê dat slegs enkele bindings gesintetiseer sal word, pleks die honderde of selfs duisende soos in die voorafgaande metode waar 'n groot aantal potensiele geneesmiddels aan 'n bepaalde siftings prosedure onderwerp is.

Die medisinale chemici poog om nuwe potensiele geneesmiddels te ontwerp deur van struktuur-aktiwiteitsverwantskappe staat te maak. Hierdie ontwerp van geneesmiddels is geen maklike taak nie, veral omdat daar nie altyd 'n ooglopende verband tussen die struktuur en fisiologiese aktiwiteit van 'n verbinding is nie.

In 'n poging om hierdie geneesmiddel-ontwerp op 'n meer rasionele basis te kry, is geweldig baie energie bestee aan die ontwikkeling van rekenaargesteunde metodes. Die grondslag vir hierdie laaste benadering is vroeg reeds deur persone soos Schrodinger (1926), Huckel (1932) en Streitwieser (1961) gelê terwyl baanbrekerswerk in die laat sestigjare deur Kier gedoen oor die aanwending van die Molekulêre Orbitaalteorie in geneesmiddelnavorsing.⁴ By hierdie rasionele ontwerp-metode word veral swaar gesteun op 'n kombinasie van kristallografiese en rekenaargesteunde metodes.^{5,6} Kragtige rekenars word aangewend vir die berekening van bv. elektrondigtheid, voorkeur konformasies ens. Hierdie gesofistikeerde rekenaarprogramme stel 'n mens ook in staat om geneesmiddel-reseptorinteraksies te simuleer.

Dit alles het geen dramatiese vloed van nuwe geneesmiddels tot gevolg gehad nie, soos geïllustreer deur die onlangse woorde van Jurgen Drews, president van navorsing by Hoffman-La Roche: "Many drug companies set their sights on a growth rate of about 10% annually, but they do not have enough drugs in the pipeline to keep up with the growth rate. That's where genomics fits in."

Volgens Drews bied genomika (genomics) 'n oplossing vir hierdie probleem.

Genomika (Genomics)

Gedurende die laaste paar jaar het ons kennis ten opsigte van die rol wat transkripsie-faktore by menslike-siektes speel geweldig toegeneem. Dit is bekend dat kern-transkripsie-faktore 'n sleutel rol speel by siekte-toestande soos byvoorbeeld, asma, kanker, kardiovaskulêre siektes,⁷ neurologiese- en immuun-afwykings. Van hierdie siektes ontstaan tot 'n groot mate as gevolg van 'n oor- of onderproduksie van een of meer proteïene.

'n Verdere baie belangrike ontwikkeling op hierdie stadium is 'n internasionale projek wat daarop gerig is om die totale menslike genoom op te klaar - al die verskillende gene vorm kollektief die genoom. 'n Belangrike uitvloeisel van hierdie projek is dat nuwe gene (hopelik almal?) ontdek sal word. Alhoewel spekulatief, dui die nuutste gegewens daarop dat die menslike genoom uit ongeveer 70 000 gene (en selfs soveel as 150 000 gene) bestaan.⁸ Alhoewel slegs sowat 1% van die menslike genoom aan die begin van hierdie jaar bekend was, is die verwagting dat die data van die voltooië menslike-genoomprojek teen die jaar 2003-5 voltooi sal wees. Volgens alle verwagting kan en sal genomika (genomics) 'n belangrike impak uitoefen op geneesmiddel-ontwikkeling, en veral sal dit ons help om die molekulêre aard van siektes en geneesmiddel-effekte beter te verstaan.⁹ Genomika sal dus, in beginsel, die teikenposisies van die 21ste eeu se geneesmiddels definieer. Ene Sequana voorspel dat mense binne vyf jaar hulle hele genetiese bloudruk op 'n enkele kompakte skyf (CD) met hulle sal kan saamdra!⁸ Sommige navorsers verskil van hierdie siening en voel dat dit dalk nog dekades kan duur voordat so iets moontlik is.⁸

Die impak van genomika kan maklik as volg geïllustreer word: Tans werk die farmaseutiese maatskappye met slegs 417 teiken areas vir geneesmiddels, hierdie areas is geleë op menslike ensieme, reseptore en ionkanale wat 'n rol speel by siektes (hiervan uitgesluit is siektes wat deur patogene veroorsaak word). Genomika kan hierdie getal opstoot na 3000 tot 10 000 [8] wat die moontlikheid vir die ontdekking van nuwe geneesmiddels drasties sal verhoog.

Gene verantwoordelik vir siekte

Siekte	Datum
Diabetes	1996
Asma	1997
Breinkanker (een tipe)	1997
Hipertensie (Angiotensien)	1997

Enkele voorbeelde van siekte-toestande waarvan die verantwoordelike geen onlangs ontdek is. Verskeie gene wat proteïene met potensieële anti-biotiese eienskappe encodeer is reeds geïdentifiseer.¹⁰ Die toename in kennis van gespesialiseerde proteïene wat die transkripsie van siekte-verwante gene reguleer het 'n nuwe weg gebaan waarvolgens potensieel nuwe geneesmiddels ontdek kan word. Dit sal dus moontlik wees om die voortsetting van siektes te reguleer deur individuele gene en hul reguleerders as potensieële molekulêre teikens te gebruik.¹¹ Die verwagting is dus dat binne die afsienbare tyd nuwe klasse chemiese entiteite na vore sal kom wat gebruik kan word om transkripsie-faktore te beïnvloed en dat hierdie middels kandidate sal wees vir verdere kliniese ontwikkeling.

Genomika sal daartoe lei dat geneesmiddels vinniger ontwikkel kan word. Ongelukkig lewer die tradisionele metodes van organiese sintese nie nuwe verbindings vinnig genoeg om hierdie groot aantal teikens doeltreffend te benut nie. Maar, gelukkig het daar onlangs 'n rewolusie in organiese sintese plaasgevind en die sogenaamde Kombinatoriese Chemie het die aanvanklik skeptiese wetenskaplike wêreld in 1991 soos die spreekwoordelike bom getref. Hruby en Houghten het twee gedagteprikkende artikels, wat handel oor die snelle sintese van peptied-biblioteke, gepubliseer.^{12,13}

Kombinatoriese chemie

Sederdien het die chemiese wêreld 'n fenomenale ontploffing beleef wat betref belangstelling en die betrokke raak in hierdie nuwe area van chemie. Die moontlikhede om enorme groot biblioteke op te bou van klein, nie-polimeeragtige molekules het binne 'n kwessie van maande verander van af 'n droom tot realiteit,¹⁴ en binne enkele jare (maande?) is die posisie bereik waar kombinatoriese chemie feitlik wêreldwyd aanvaar word as ononbeerlik vir praktiserende chemici.¹⁵

Hierdie nuwe tegnieke stel 'n medisinale chemikus in staat om gelyktydig duisende nuwe chemiese verbindings te sintetiseer en hulle terselfdertyd farmakologies te toets. Gewoonlik word die affiniteit tussen hierdie nuwe verbindings en ensiemreseptore of gekloneerde reseptore bepaal. En verder, 'n baie belangrike aspek is dat slegs mikrogram of nano-gram hoeveelhede gesintetiseer word, in teenstelling met normale sintetiese metodes waar van gram-hoeveelhede gebruik gemaak word.

Die verwagting is dat etlike miljoene nuwe verbindings in die toekoms (nabye?) deur 'n enkele laboratorium gesintetiseer en getoets sal word - hierdie opwindende tegniek het dus die potensiaal om die proses van geneesmiddel-ontdekking geweldig te versnel. En verder, die hoeveelhede wat gesintetiseer en getoets sal word sal verminder na slegs enkele molekules - die aantal molekules wat benodig sal word, is sowat 6 tot 10 molekules. H.E. Gaub, professor in

toegepaste fisika in Munchen bepaal reeds die affiniteit tussen twee individuele molekules met behulp van AMF (Atomic Force Microscope).¹⁶

Alhoewel die eerste suksesse slegs enkele jare gelde met kombinatoriese prosesse behaal is, glo die meeste navorsingsgroepe dat die wye aanwending van hierdie metodologie 'n dramatiese omwenteling teweeg sal bring in die ontdekking van nuwe geneesmiddels.¹⁶ Binne die volgende paar jaar sal meer nuwe molekules gesintetiseer word as die totale aantal wat reeds bestaan. Die verwagting is dus dat nuwe geneesmiddels met nuwe eienskappe nou hulle verskyning op groot skaal kan maak. Hierdie tegnieke is so dramaties dat chemie-leerplanne reeds wêreld-wyd aangepas word om hierdie nuwe tegnieke te akkomodeer.

Enkele molekules

Om aan te sluit by die 6 tot 10 molekules wat gesintetiseer sal word; dit is lankal bekend dat navorsers massiewe groot molekules soos DNA en verskeie polimere met behulp van elektronmikroskopie kan waarneem. Met behulp van lasers en gesofistikeerde ligdetektors is dit nou moontlik om die gedrag van 'n enkele klein molekule dop te hou. Daar kan nou behoorlik gespioeneer word op enkele klein molekules wat in soliedes gesuspendeer is of wat in oplossings voorkom - laasgenoemde is uiteraard die natuurlike omgewing van biomolekules. Die mens kan letterlik kyk hoe 'n enkele molekule se vorm verander gedurende 'n chemiese reaksie. Met hierdie tegniek sal ons waarskynlik ook in staat wees om vas te stel wat gebeur in daardie eerste oomblikke wanneer 'n geneesmiddelmolekule met die reseptor in aanraking kom - sulke informasie sal van onskatbare waarde wees by die ontwerp van potensieële nuwe geneesmiddels.¹⁷

Toekoms

Identifikasie van gene het die landskap van die biotegnologie-industrie, farmaseutiese firmas en akademici verander in 'n wyse wat nog enkele jare gelede ondenkbaar was. As ons eers die skakeling tussen geen en siektetoestand beter begryp, sal dit aanleiding gee tot nuwe generasies hoogs effektiewe geneesmiddels. Hierdie toekomstige geneesmiddels sal meer spesifiek en selektief wees en sal gevolglik 'n meer beperkte gebruik hê as die wat tans beskikbaar is. Daar sal gepoog word om oorsaaklik te behandel, liever as simptome. Omdat die aantal teikenareas sal verhoog vanaf die bestaande 417 tot 3000 - 10000, sal daar nuwe groepe geneesmiddels verskyn waarvan ons tans nie eens droom nie.

Volgens Richard Sykes, hoof van Glaxo Wellcome, sal die wyse waarop nuwe middels in die toekoms getoets word baie, baie dramaties verander - hy verwag dat hierdie studies gedryf sal word deur die genetiese tegnologie.^{18,19} Heelwat farmaseutiese firmas is nou ook besig om hulle farmakogenetiese programme uit te brei, en, alhoewel nie baie data hieroor beskikbaar is nie word die genotipe (genotyping) van hulle proefpersone reeds gedurende kliniese toetse bepaal.⁸ Dit kan daartoe lei dat 'n bepaalde geneesmiddel slegs geskik sal wees vir persone met sê genotipe 87 - genotipe 87 persone kan dan baat vind by die gebruik van hierdie besondere middel terwyl die middel dalk selfs persone van 'n ander genotipe se dood sal beteken.¹⁹ Vir die suksesvolle aanwending van hierdie nuwe geslag middels moet die genotipe van die pasiënt reeds vooraf bekend wees.

Finale gedagte

Ten spyte van die wonderlike middels wat die wetenskap tot ons beskikking stel, mag ons nooit die krag van gebed vergeet nie. In hierdie verband haal ek die volgende aan:

Reader's Digest, Mei 1996

The Healing power of Prayer.

Scientists are discovering what believers have always known.

Jakobus 5: 14-16

Hier praat Jakobus van iemand wat liggaamlik siek is

14. Is daar iemand siek onder julle? Laat hom die ouderlinge van die gemeente inroep, en laat hulle oor hom bid nadat hulle hom in die Naam van die Here met olie gesalf het.
15. En die gebed van die geloof sal die kranke red, en die Here sal hom oprig. Selfs as hy sonde gedoen het, sal dit hom vergewe word.
16. Bely mekaar julle misdade en bid vir mekaar, sodat julle gesond kan word. Die vurige gebed van 'n regverdige het groot krag.

Ten slotte: 'n spesiale woord van dank aan my vrou, Sylvia, vir haar opoffering deur die jare.

Ek dank u vir u aandag.