

Stysteemvisie en systeemregulatie

Interview met Jan van der Greef

De complexiteit van ons lichaam is schijnbaar; systeemtheorie biedt vitaal inzicht om met de integrale samenhang van ons lichaam te kunnen werken.

Inleiding

Ons lichaam is ons allemaal bekend en vertrouwd: ons hele leven lang gaan we ermee om. Toch is veel van ons lichaam ons (nog) onbekend: we hebben moeite om het te begrijpen. Dit komt vooral doordat de modellen die we daarvoor gebruiken niet altijd voor het begrijpen van ons lichaam werden ontwikkeld. Meestal niet. In het interview werd besproken, welke inzichten de systeemtheorie ons kan bieden. De ervaring laat zien dat we daarmee kunnen verkennen hoe bijvoorbeeld ons lichaam reageert op een geneesmiddel. Met hetzelfde model kunnen we ook zien hoe ons lichaam reageert op een geneeskruid. Vanuit de systeemtheorie komt in beeld hoe ons lichaam daar altijd als geheel op reageert; en hoe bijvoorbeeld geneesmiddelen en geneeskruiden van elkaar verschillen. De systeembenadering biedt inzicht om de systeemregulatie in ons lichaam beter te begrijpen.

De strekking van dit interview wordt weergegeven door een korte samenvatting van het ontstaan van de systeemvisie: de theorie, en de modellen. Direct daarna geeft het voorbeelden van de technieken die werden ontwikkeld: netwerk-representaties, die systeemsamenhang laten zien. De voorbeelden die daarbij worden gegeven maken direct al duidelijk dat via deze aanpak de samenhang van ziekten in een land, cellen in een lichaam, moleculen in cellen en bijvoorbeeld de stofwisseling van een stof in ons lichaam vanuit dezelfde visie zijn te beschrijven. De aanpak laat ook zien dat deze voor alle geneeswijzen is te gebruiken: de systeemrespons van een

systeem is te beschrijven, ongeacht de systeem-trigger. Het effect van wat we denken, acupunctuur, Chinese kruidengeneeskunst of Ayurveda, en farma of chirurgie worden allemaal herleid tot hun effect op het lichaam; met de respons van het lichaam als systeem: als geheel.

De systeemvisie helpt ons ook aan een ander vitaal inzicht: de manier waarop we met onze omgeving zijn verbonden. Het metabolisme van voedsel in ons lichaam, nutriënten in een cel, of metabolieten in een hormonale kringloop, zijn op dezelfde manier te beschouwen als de effecten van de mens op zijn omgeving, de samenleving van mensen in sociale groepen, de vogeltrek, of de samenhang van de ontwikkeling van ziekten op de planeet. De integrale visie is het gevolg van de manier van denken: in termen van de samenhang van het deel en het geheel. De methoden en technieken die vanuit de systeemvisie werden ontwikkeld zijn daar allemaal op gericht. Telkens wordt iets (een object), beschouwd in termen van de interactie (processen) met de omgeving (relatienetwerk), als geheel (systeem).

De systeemvisie is zo oud als de mensheid, maar – helaas – heden ten dage nog niet algemeen bekend. Het komt nog veel voor dat een deel los wordt beschouwd van de omgeving. Dit is het in onze cultuur bekende model van analytisch denken. Systeemvisie verbindt dat met het denken in termen van synthese. Dat leidt tot andere inzichten, en resultaten. Een voorbeeld daarvan is het verschil in begrip tussen chemische reacties *in vitro*, en *in*

vivo. In *in vivo* reageert een organisme als geheel: als systeem. In *in vitro* spelen in de beschouwing veel minder reacties en interacties mee dan er plaatsvinden in het levende lichaam. Bijwerkingen zijn die werkingen die *in vitro* niet, maar *in vivo* wel zijn te zien. Vanuit de systeemvisie is het mogelijk om de *in vivo*-samenhangen te beschouwen en beschrijven. Ook al is de aanpak als theorie nog rela-

tief nieuw (grondlegger Von Bertalanffy was net meer dan honderd jaar geleden geboren) en daardoor beperkt, toch biedt het al een helder beeld van de complexiteit van de samenhang in ons levende lichaam.

Systeembioïologie en implicaties in de geneeskunde

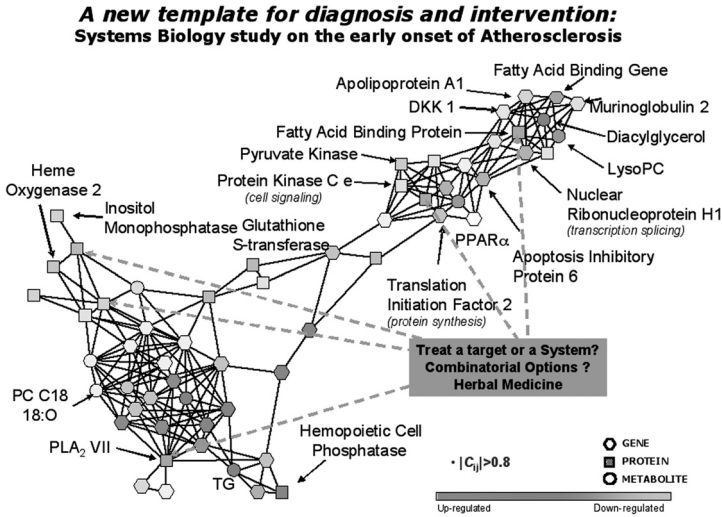
Systeemtheorie wordt in de geneeskunde steeds meer gebruikt. Het is daarmee mogelijk om patronen in complexe processen te herkennen. De fysiologie van een mens heeft, om het zo maar te zeggen, een 'vingerafdruk' (Kvitash, dit jaarboek). Veranderingen in complexe processen kunnen worden onderkend via veranderingen in de patronen. Het is daardoor mogelijk om het ontstaan van ziekte te detecteren, en mogelijkheden voor correctie te vinden.

Systeemtheorie wordt in het algemeen steeds beter bekend, onder meer via het werk van Capra (1996), Laszlo (1996) en Sheldrake (1991). Deze denkwijze wordt daardoor steeds meer gebruikt, zoals in het nadenken over farmaceutische producten. Een geneesmiddel heeft niet alleen effect op een moleculaire receptor; het hele lichaam reageert op het middel. Dat hele samenspel van celreacties moet daarbij kunnen worden begrepen. Systeemtheorie biedt hulp door de patroonherkenning van processen. Het gaat hier om het kennen van de paden en gewichtigheid van de verbindingen in een netwerk van verbindingen. Via computers zijn hier tegenwoordig mooie plaatjes van te maken. Figuur 1 geeft hiervan een voorbeeld. Het brengt de moleculen in beeld die belangrijk zijn voor een metabool proces. In de figuur is te zien hoe het proces in de gezonde toestand verschilt van een proces tijdens ziekte. Ziekte en gezondheid zijn zo te herkennen als verschillen in de patronen in metabole processen. Door deze aanpak wordt het begrip van de farmaceutische aanpak enorm verbreed. In plaats van het denken in termen van molecuul en receptor, is het nu mogelijk om te denken in termen van synergie en combinaties van moleculen, in netwerken van

Ons lichaam – en gezondheid – wordt bepaald door de samenhang tussen levende cellen. Systeemtheorie biedt een taal om die samenhang in al haar beweeglijkheid te kunnen beschrijven. De cellen worden daarin benoemd als *elementen*; de uitwisselingen tussen de cellen als *relaties*. De *transformaties* in de kringlopen tussen cellen kunnen zo expliciet worden beschreven. Systeemtheorie is een merkwaardig model: het heeft een heel logische basis, die heel flexibel kan worden gebruikt. Systeemtheorie werd ontwikkeld door bioloog Von Bertalanffy (1968) om de complexiteit van levende wezens te kunnen beschrijven. De aanpak is gebaseerd op de matrix-wiskunde, zoals die in zijn tijd werd ontwikkeld. Systemen van vergelijkingen staan daarin centraal: variabelen, vergelijkingen, en wiskundige operaties zijn daarin met elkaar verbonden. Systeemtheorie heeft dit uitgewerkt in een visie waarin het mogelijk is om een object (anatomie, element), zijn processen (fysiologie, verbinding), transformaties (regelsysteem, circuit) en integratie in de omgeving (psyche/immunologie, netwerk) in dezelfde termen te beschrijven.

Figuur 1

Een zogenaamd correlatienetwerk waarin de samenhang tussen moleculen van verschillende biologische niveaus gevisualiseerd kan worden. Het betreft moleculen die een vroeg stadium van ontwikkeling van arteriosclerose markeren.



moleculen van cellen. Daarmee wordt een aansluiting gemaakt naar fytotherapie: kruidengeneeskunst.

Er zijn verschillende soorten ziekten te herkennen; die hangen af van de manier waarop er netwerken binnen netwerken zijn te onderkennen. (Zie ook Verveen in dit jaarboek.) Soms is een lokaal netwerk verstoord. Soms is de samenhang tussen netwerken verstoord. Vergelijk het met ziekten van een orgaan, of een systeemziekte van het lichaam. Het eerste is niet meer te beschouwen zonder het laatste. Dit betekent ook dat het niet zinvol is om te kijken naar de verstoring, zonder de patronen van samenhang te kennen (zie ook de boekbespreking van Selye in dit jaarboek). Symptombestrijding

moet dus worden vervangen door het voorkomen dat de samenhang van het netwerk verstoord wordt. Dat vraagt om een andere manier van denken: het onderkennen van de eerste indicaties dat het systeem verstoord wordt. En die in het netwerk te kunnen identificeren. Dit zijn, om het zo maar te zeggen, de schakelpunten van het systeem; de ‘contactpunten’ van het systeem met de omgeving. Deze hebben te maken met de manier waarop de samenhang van het systeem als geheel wordt geregeld. In ons levende lichaam raakt dit ons contact met onze buitenwereld, zoals onze leefstijl en wat we eten; maar het raakt ook onze binnenwereld, zoals wat we denken en voelen. Leefstijl en leefritme, je ritme van slapen en waken, leiden allemaal

tot fluctuaties in de interacties van het netwerk van procesuitwisselingen in het lichaam, het interne ‘golfveld’ met haar eigen getijden en ritmen – die met de omgevingsritmen zijn verbonden. Het is daarom ook belangrijk om geneesmiddelen op het juiste *moment* te geven (zoals veel geneeswijzen weten) of om medische ingrepen op het juiste moment in het lichaamsritme, dag/nachtritme of seizoensritme te plannen. *Omgekeerd geeft het ook begrip voor het samenspel tussen de mens en de omgeving: hoe meer de mens de omgevingsritmen in het eigen lichaam kan belevan, des te meer past wat die mens doet in de omgeving. ‘Wanneer de natuurlijke ritmen leven in de mens leeft de mens in gezonde samenhang in de omgeving’.*

De toepassing van de systeemtheorie in de geneeskunde en geneeskunst geeft ook een ander beeld voor de toekomst. De diverse geneeswijzen zijn vanuit het zelfde perspectief te begrijpen: de dynamische samenhang in ons lichaam. De oosterse geneeswijzen zijn op die manier te begrijpen. Het is niet ons lichaam, of de cel, die moet worden genezen, maar de dynamische samenhang tussen alle cellen; als deel van het patroon van alle dynamische samenhangen in onze omgeving. In de systeemtheorie is de aansluiting tussen de oude en nieuwe geneeswijzen te vinden. Ook is daarin de aansluiting met de nieuwe wetenschap – op alle vlakken – te herkennen. Kwantum-relativistische-veld-processen, die in de geneeskunde nog niet worden bekeken, zijn mogelijk via de systeemtheoretische benadering in ons lichaam beter te herkennen. Fascinerend is dat die aanpak ook de mogelijkheid biedt om dat wat zich afspeelt in ons lichaam in samenhang met de natuur om ons heen te begrijpen. Het herstelt een verbinding tussen mens en natuur.

Toekomstperspectief

De farmaceutische industrie ondervindt steeds meer kritiek over de bijwerking van middelen. Door geneesmiddelen te bekijken vanuit het perspectief van genezing – en zelfgenezing in het lichaam – is

het mogelijk om een verandering te bieden: een integrale farmacotherapie gebaseerd op *in vivo* beleving, in plaats van *in vitro*-modellen. Daarbij wordt dan ook expliciet dat de uniekheid van de persoon centraal staat. Systeemtheorie brengt dat in beeld door de samenhang in de patronen tussen cellen en organen te onderkennen. Dit betekent ook een verandering in de biochemische visie van het lichaam. In het lichaam hebben we niet te maken met de bekende chemische reactie zoals die op school gedoceerd wordt: ‘met een = -teken in het midden’. Het gaat *niet* om een verschuiving van een balans, door het toevoegen van een stofje. Het gaat om een hele kettingreactie van verschuivingen in dynamiek, die elkaar allemaal voeden. Ons ‘milieu interne’ wordt daardoor bepaald. Het beeld van een chemische reactie is in deze veel te beperkt.

(Smith, dit jaarboek.) Het vraagt om inzicht in wat de samenhang *tussen* al die reacties bepaalt, en hoe die reacties met de celritmen, lichaamsritmen, en omgevingsritmen zijn verbonden. Meer intrigerend is de vraag hoe die stromen en ritmen van processen in de biochemie met ons denken en gevoel zijn verbonden. Want het is duidelijk dat we door ons gevoel onze biochemie kunnen bepalen. Een systeemvisie is nodig, want de beperking van het reductionistisch analytisch denken is expliciet te zien in de bijwerkingen van medicatie. Alle reacties en interacties die *in vitro* *niet* worden gezien, treden op in het lichaam. De patiënt wordt zo de ongewenste proeftuin voor alles wat in de research nog niet wordt bekeken. In een metafoor: het denken in termen van metabole kringlopen verandert de discussie van farma met het lichaam van een ‘Ja-Nee’ (molecuul-receptor, actie-reactie) -niveau naar dat van een ‘gesprek’. We hebben een lichaamstaal die op moleculen gebaseerd is; elk molecuul is drager van informatie. Systeemtheorie helpt de complexiteit van de lichaamstaal te doorgronden door de ‘gesprekken te volgen’, door het in kaart brengen van de metabole ketens, in netwerken van relaties. Door het begrijpen van de samenhang tussen de cellen van het lichaam is het ook mogelijk om ver-

storing in het ‘interne gesprek’ te onderkennen voordat de anatomie van het lichaam verstoord wordt, doordat cellen sterven. (Zie Figuur 2.) Anatomische klinische diagnostiek gebeurt in een veel te late fase voor het adequaat kunnen omgaan met gezondheid. Ziekte is een symptoom dat de interne samenhang al (vaak veel eerder) is verstoord. De traditionele geneeskunst is hiermee bekend.

Systeemtheorie geeft ook een ander beeld op dieronderzoek. Vanuit een visie van een molecuul-receptor-interactie op cellen lijkt het niet veel uit te maken welke cel je onder de microscoop ziet. *In vivo* is dat anders: elke persoon, elke diersoort heeft herkenbaar eigen patronen in de ‘gesprekken tussen de cellen’; de kenmerkende patronen in de metabole kringlopen zijn anders. Het kan dus zijn dat verschillende metabole kringlopen overeenkomst hebben met verschillende dieren. We kunnen *niet* de bevindingen bij één diersoort naar andere diersoorten (bijvoorbeeld de mens) generaliseren.

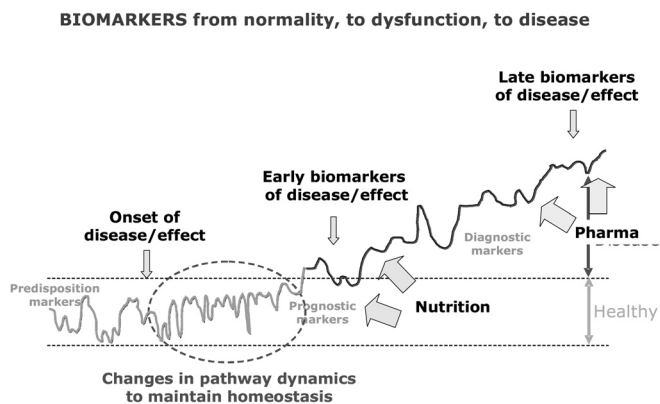
Oost & west, farma & kruiden

De kruidentherapie is nauw met de farmacotherapie verbonden; de laatste is uit de eerste ontstaan. Vanuit het mechanistisch reductionistisch denken

heeft de kruidengeneeskunde zich hier verengd tot een ‘oorzaak-gevolg-visie’ van deterministische actie-reactie; volgens een deterministisch controle-model. Dat laatste kon vooral ontstaan door experimentatie *in vitro*, los van de natuurlijke omgeving. In andere culturen is de ontwikkeling anders verlopen. Daar werd de effectiviteit van een geneeskruid vooral toegeschreven aan de samenhang (zoals dat ook is te zien in de vorm) die voor elke plant een karakteristieke integratie met de omgeving weergeeft. Elke plant vertegenwoordigt daarmee een specifieke samenhang met de natuurlijke omgeving, en kan om die reden worden gebruikt om ook in de mens de natuurlijke samenhang met de omgeving te herstellen. Vanzelfsprekend hangen deze twee benaderingen samen: de opbouw en chemische compositie van de plant is enerzijds een specifieke weergave van de omgeving zoals die in de plant te zien is, anderzijds gaat het om chemische verbindingen en stoffen in samenhangen van kringlopen zoals die ook in de mens te zien zijn. De westerse methode richtte zich in het onderzoek op het bestuderen van het detail; de oosterse op het herkennen van samenhang in patronen. In de systeemtheorie komen beide samen. Het voordeel van de systeemtheorie is dat deze niet alleen kijkt

Figuur 2

Van homeostase naar ziekte – de eerste kenmerken zijn te detecteren in de veranderingen in de systemische dynamiek van het zelf-regulerende organisatie.

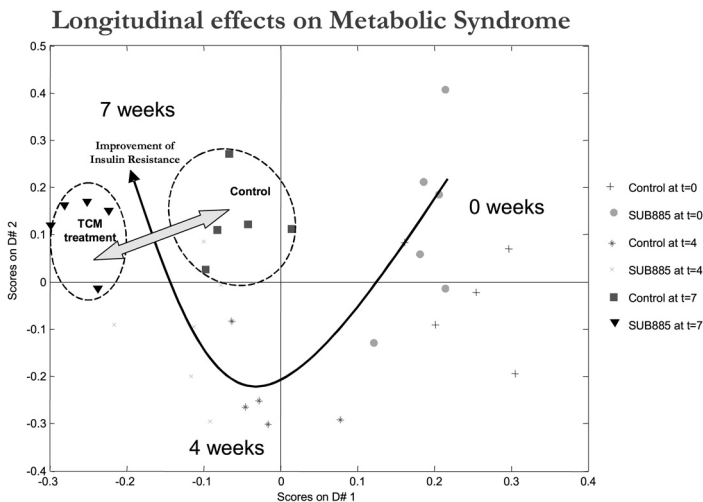


naar de samenhang tussen objecten, maar die ook in dynamische zin kan begrijpen; inclusief de verandering van de samenhang zelf. Dat is van goed nut voor het begrijpen van gezondheid en ziekte. Het geeft zelfs een gerichte basis voor het begrijpen van genezen: het herstel van de samenhang, zoals dat is te zien in karakteristieke patronen, op verschillende niveaus van cellulair functioneren. De traditionele geneeskunde baseert zich op patroonherkenning in het functioneren van het regelsysteem van het lichaam. De kruidengeneeskunde gaat in op de herkenning van patronen in metabole systemen. Elke plant heeft een kenmerkend metabool systeem, waarin metabolieten onderling zijn verbonden. Patronen van samenhang van metabolieten, 'metabolomen', kunnen nu tussen verschillende planten en dieren, en mensen, worden vergeleken. In plaats van het denken in één stofje, worden nu de stoffen bekeken als deel van hun hele metabole kringloop. Het herkennen van die patronen wordt gedaan door computers. Het maakt het mogelijk om de Chinese kruidengeneeskunde en de westerse farmacologie in dezelfde termen te begrijpen: patronen

van metabolomen.

Dat leidt ook tot een andere aanpak: in plaats van het denken in termen van oorzaak-gevolg (een controle-model) komt ook de farmacologie op de aanpak gericht op het herstel van de natuurlijke homeostase. Vanuit de visie van patroonherkenning, gaat het in deze aanpak niet meer om het toedienen van stoffen maar – in de vorm van de heel specifieke samenhang tussen stoffen (de afbeelding van de metabolieten-kringloop) – om het toedienen van informatie. Een voorbeeld van het effect van een toediening is weergegeven in Figuur 3.

Het lichaam krijgt – in de vorm van materie – een patroon aangeboden. Dit sluit direct aan op de kennis van zaken in onze cultuur waar informatica algemeen bekend is. Wat de farmacologie – en de kruidengeneeskunde – toedient is een 'floppy met informatie'. Vergelijk het met informatie voor een computer, waardoor een programma 'weer goed kan draaien'. Het verschil tussen het denken in termen van stoffen, en het denken in termen van metabolomen, kan worden geduid in termen van de synergie van de componenten/complexen. In feite is de situatie



Figuur 3

Visualisatie van de veranderingen op metabolietenniveau door patroonherkenning. In dit model, waarin een vroeg stadium van metabool syndroom (pre-diabetes type 2) is geïnduceerd, verdwijnt de insulineresistentie door behandeling met een Chinese kruidenformule zoals meetbaar is op een biochemisch systeemniveau.

iets anders: het is niet de mengverhouding van de componenten die de synergie bepaalt, maar het feit dat ze allemaal, heel gericht, deel zijn van dezelfde fysiologische kringloop, van 'de melodie die in het orkest wordt gespeeld'.

Geïndividualiseerde aanpak

In de farmageneeskunde wordt met steeds grotere trials gewerkt. Alleen de grootste bedrijven kunnen die onderzoeken nog betalen. De aanpak is gebaseerd op een paradox. In het analytisch denken, in termen van oorzaak en gevolg, is de somatische geneeskunde, gebaseerd op mechanistische modellen, gaan kijken naar steeds kleinere details; cellen, moleculen, receptoren. Het beeld van de samenhang ging daarmee verloren. De trials van Grote Getallen is een misse inhaalslag die probeert om via winst aan kwantiteit het verlies aan kwaliteit te compenseren. Dit kan niet. Vanuit het analytisch model wordt het verschil tussen kwantiteit en kwaliteit niet begrepen. Kwantiteit gaat over aantallen elementen. Kwaliteit gaat over samenhang in relaties. Het concept van de N=1 -trial is gebaseerd op een systeeminzicht, waardoor het element wordt beschouwd in context met de relaties met de omgeving. Analytisch denken en integraal begrip komen daarin samen.

Door het kunnen herkennen van patronen in de lichaamsprocessen is het mogelijk om niet alleen verschillen in de metabole cycli te onderkennen, maar ook om verschil te zien tussen verschillende mensen. Hun eigen 'vingerafdruk' helpt om medicatie af te stemmen op de feitelijke behoefte.

Hiermee kan rekening worden gehouden met kracht en snelheid van de interne processen, hun interne ritme en stabiliteit, hun gevoeligheid voor de uitwisseling met de omgeving, of het eigen denken, en de fluctuaties van de seizoenen of crises in de emotionele beleving van de omgeving. Kortom, het is mogelijk om een therapie te bieden op maat; van de omstandigheden en de persoon.

Dit is ook anders te stellen: systeemtheorie maakt expliciet wat traditionele geneeswijzen bieden. Het

toont aan waarom het zinvol is om aandacht te geven aan de beleving, en omstandigheden, van de unieke persoon. En niet alleen door standaard voor elke persoon dezelfde pil in dezelfde hoeveelheid te bieden, omdat dat in een trial met duizenden mensen de gemiddelde uitkomst was vanuit de statistiek van de resultaten.

De wijze van denken die als 'N=1' wordt gekenschetst, is niet nieuw. Vele medische ontdekkingen zijn gebaseerd op 1 arts die iets heeft ontdekt aan 1 patiënt. Mettertijd leert die arts aan meerdere artsen om een patroon te herkennen. De patroonherkenning noemt men de diagnose. Op basis daarvan wordt dan onderzocht wat er anders is aan de omgang van die persoon met de omgeving. Wat is anders in het gedrag? Wat is veranderd in het doen en laten? Denkt of voelt de persoon zich anders? Is er aan de persoon iets anders te zien, of te ruiken? Langzaam ontstaat een plaatje waaruit kan worden ontdekt wat het is in de persoon dat verstoord is. Vaak wordt dat duidelijker nadat de persoon is gestorven en via biopsie bepaald is welk deel van het lichaam niet meer functioneerde. Dat helpt echter nog niet om te begrijpen waardoor, zeg, een orgaan is bezweken. (Selye, dit jaarboek.) Wat was het in het gezonde samenspel van de organen waardoor dat orgaan niet meer goed kon functioneren?

Waardoor konden zich, 'ineens', microben nestelen in een stuk van het lichaam dat anders steriel is? Biopsie aan kadavers heeft mede veroorzaakt dat de geneeskunde vooral gericht is op 'anatomisch denken'. Het was de meest voor de hand liggende en directe benadering, waardoor de aandacht werd afgeleid van de diepere oorzaak: de verstoring van de systeemregulatie, en daarmee de verstoring van de interne processen.

Systeemtheorie brengt de visies samen: de anatomische benadering (met de visie van analyse, en denken in termen van kwantificering) komt samen met het denken in termen van kwaliteiten, van samenhang, van processen. Kwantiteit en kwaliteit komen samen; object en proces worden verbonden; analyse en synthese worden samen gebruikt.

N=1 -onderzoek is juist daarom belangrijk, omdat in deze aanpak het deel niet los wordt gezien van de omgeving, maar in verband met de context.

Analytisch denken bekijkt alleen de losse onderdelen als objecten. De systeemvisie beschouwt daarbij ook de relaties, en de integratie van het deel in het geheel. Dat laatste is de definitie van genezen. Het *metabolonomie*-onderzoek van de 'economie' van 'metabolomen' of complex van aan elkaar gerelateerde moleculen in het metabole systeem heeft zich sinds circa 1980 ontwikkeld. Chemische analyses van moleculen werden gekoppeld en met de computer is het nu mogelijk om patronen te herkennen, en verschillen tussen personen te onderkennen. Het is dus mogelijk om de uniekheid van een individu (een kwaliteit) te meten (een kwantiteit) door middel van de samenhangen tussen de data.

Patroonherkenning is het belangrijkste instrument om die samenhangen te bepalen, en te vergelijken. Vandaar dat deze stap pas mogelijk werd toen computers verder waren ontwikkeld. De ontwikkeling is nog niet zo ver dat moleculen-mengsels-op-maat kunnen worden gemaakt om een persoonlijke verstoring in de metabole processen te herstellen, wel neemt hierdoor combinatietherapie een steeds belangrijker positie in. Interessanter dan het maken van vervang-moleculen-op-maat is het om via deze technieken te kunnen onderkennen waardoor het samenspel, en daardoor de aanmaak, van de moleculen verstoord is. Dit biedt dan inzicht in manieren op het regulatiesysteem van het lichaam – dat de metabole processen afstemt en regelt – te kunnen corrigeren.

Conclusie

Systeemtheorie helpt om te denken in termen van samenhangen; de plaats van een deel als deel van een geheel. Dit is het principe van genezing. Moderne systeemtheorie doet dit met behulp van geavanceerde detectie- en computertechnieken, die het mogelijk maken om in complexe systeeminteracties patronen te herkennen. De relaties in een

systeem worden afgebeeld, waardoor unieke eigenschappen van systemen worden onderkend. In de geneeskunde helpt dit om een individuele behandeling te kunnen geven: geneeskunde en -wijze op maat. Voor het begrijpen van de geneeswijzen is dit van groot belang: het help niet alleen om de complexiteit van levende wezens beter te waarderen, maar ook om de verschillen en samenhangen van de diverse geneeswijzen te kunnen begrijpen. Systeemtheorie biedt daarmee een goede basis om te komen tot integrale geneeskunst.

Literatuur

- Bertalanffy, L von (1968) *General Systems Theory: Foundations, Development, Application* George Braziller, NY
- Greef, J van der; Hankemeier, T; McBurney, RN (2006) Metabolomics-based systems biology and personalized medicine: moving towards n = 1 clinical trials?, *Pharmacogenomics*, 1462-2416
- Greef, J van der (2005) *Systems Biology, Connectivity And The Future Of Medicine*
- Greef, J van der; Martin, S; Juhasz, P; Adourian, A; Plasterer, T; Verheij, ER; McBurney, RN (2007) The Art and Practice of Systems Biology in Medicine: Mapping patterns of relationships, *J. Proteome Research*, 6(4), 1540-1559
- Greef, J van der; Stroobant, P; Heijden, R van der (2004) The role of analytical sciences in medical systems biology. The role of analytical sciences in medical systems biology, *Curr Opin Chem Biol*, 8(5), 559-65
- Capra, F (1996) *The web of Life*, Anchor Books, NY
- Laszlo, E (1996) *The Systems View of the World*, Hampton press, NJ
- Sheldrake, R (1991) *The rebirth of Nature*, Bantam books, NJ
- Morel, NM; Holland, JM; Greef, J van der; Marple, EW; Clish, C; Loscalzo, J; Naylor, S (2004) Primer on medical genomics. Part XIV: Introduction to systems biology – a new approach to understanding disease and treatment, *Mayo Clin Proc*, 79(5), 651-8, Review

- Sengupta, S; Toh, SA; Sellers, LA; Skepper, JN; Koolwijk, P; Leung, HW; Yeung, HW; Wong, RN; Sasisekharan, R; Fan, T. (2004) Modulating angiogenesis: the yin and the yang in ginseng, *Circulation*, 110(10), 1219-25
- Keith, CT; Borisy, AA; Stockwell, BR (2005) Multicomponent therapeutics for networked systems, *Nat Rev Drug Discov*, 4(1), 71-8
- Wang, M; Lamers, R; Korthout, H; Nesselrooij, J; Witkamp, RF; Verpoorte, R; Greef, J van der (2005) Metabolomics in the context of systems biology: Bridging traditional Chinese medicine and molecular pharmacology, *J. Phytother Res*, 19, 173-82

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

Samenvatting

Systeemvisie en systeemregulatie

Systeemtheorie werd ontwikkeld door de bioloog Von Bertalanffy om de samenhang van leven te kunnen beschrijven. Door middel van moderne computertechnieken zijn veel voorbeelden te geven van de manier waarop door patroonherkenning de complexiteit van leven in de samenhang van processen kan worden beschreven. De uniekheid van individuele personen is hierin net zo goed te zien als de

overeenkomst in metabole ketens tussen verschillende dieren en planten. Via deze methoden is te zien dat de traditionele werkwijze van de kruideneeskunde een voorbeeld kan zijn voor de multidimensionale farmacotherapie, waarin niet meer wordt geprobeerd om een celreceptor te controleren, maar om de dynamische balans van een metabole kringloop te herstellen.

Summary

Systems Vision and System Regulation

Biologist Von Bertalanffy developed Systems Theory in order to be able to describe the complexity of living beings. Modern computing technology makes it possible to recognise patterns in complex living systems. Individual uniqueness can thereby be identified, just as well as the similarity between

metabolic cycles between different life forms. This approach helps to see how phytotherapy may be exemplary for the next generation pharmaceutical therapy: aimed to restore the balance of metabolic cycles, rather than controlling cell receptors.

Key words

System Theory ■ computer pattern recognition
 ■ system biology ■ systems pharmacotherapy
 ■ N=1 -statistics

Auteur

Jan van der Greef is hoogleraar analytische biowetenschappen en stuurt de onderzoeksprojecten Systems Biology en Personalized Health bij TNO afdeling Kwaliteit van Leven.

Interviewer

Eindredacteur Otto van Nieuwenhuijze is ir en arts, met interesse voor de verbondenheid van informatie en materie in ons levende lichaam. Gebruikmakend van de systeemtheorie beschrijft hij onder meer de mogelijkheden om de kenmerken van vrije keuze in ons lichaam te kunnen herkennen, en benutten.