

Kanker voorkomen

doe je ook zelf

Prof. dr. David Khayat

IN SAMENWERKING MET
NATHALIE HUTTER-LARDEAU EN LAURA ZUILLI

Kanker voorkomen doe je ook zelf



De beste adviezen uit 30 jaar
wetenschappelijk onderzoek



LANNOO

www.lannoo.com

Registreer u op onze website en we sturen u regelmatig een nieuwsbrief met informatie over nieuwe boeken en met interessante, exclusieve aanbiedingen.

Vormgeving: Keppie & Keppie

Omslagfoto: © Shutterstock

Vertaling: Judith Dijis

Oorspronkelijke titel: *Prévenir le kanker, ça dépend aussi de vous*

© Oorspronkelijke editie: Odile Jacob, 2014

© Nederlandse editie: Uitgeverij Lannoo nv, Tielt, 2015

D/2015/45/45 – ISBN 978 94 014 2414 1 – NUR 860

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch of op enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

INHOUD

Inleiding	7
DEEL I WAT IS KANKER?	9
1 Diverse factoren, diverse oorzaken	11
2 De biologie van kanker	19
DEEL II ADVIEZEN TEGEN KANKER	31
3 De kans op kanker	33
4 Pas op!	37
5 De top 7 van goede voeding tegen kanker	55
6 Onze levensstijl: goed, slecht of riskant?	77
7 De rol van vervuiling	115
DEEL III GENIETEN VAN HET LEVEN EN HOPEN OP GENEZING	129
8 Gelukkig leven als preventie	131
9 Nieuwe wegen van hoop	139
DEEL IV IN DE PRAKTIJK	143
10 Voedseltabellen	145
11 Aanbevelingen per type kanker	179
12 20 gouden antikankertips	181
13 De verschillende soorten kanker van dichtbij bekeken	187
Bibliografie	207
Index	215
Dankwoord	216

*Dit boek heb ik geschreven vanuit de gedachte aan jullie, mijn patiënten,
die ik heb gevolgd en die er vandaag niet meer zijn.*

*Ik zie jullie gezichten nog voor me en ik hoor jullie stemmen weerklinken
in mijn hoofd.*

Ik had zo graag gewild dat de dingen anders waren afgelopen...

*Door jullie ben ik bevangen geraakt door de onontkoombare drang om
nog vastberadener te strijden tegen kanker, zodat er ooit een dag komt
waarop deze ziekte ons niet meer berooft van zo velen die ons dierbaar zijn!*

Aan jullie draag ik dit boek op.

INLEIDING

Al bijna veertig jaar strijd ik tegen kanker en vecht ik om wie ziek is te helpen met leven, of overleven. Ik heb duizenden van hen zien sterven, vermagerd en uitgeput, zowel door de ziekte als door de behandelingen. Ik moet u bekennen: als ik op zoek ben gegaan naar alles wat de kans op de ontwikkeling van kanker kan verkleinen, of zelfs maar vertragen, dan is dat omdat ook ik die angst heb. Mijn beroep als arts en de langdurige nabijheid van ziekte hebben mij niet behoed voor de vrees die zo velen van ons hebben.

Ik word omringd door verschillende vormen van kanker en heb elke dag patiënten om me heen die ik, soms wanhopig, een kans probeer te geven om ervan af te komen, te genezen, te geloven in hun genezing of minstens in een remissie. Daarom heb ik me tientallen jaren geleden in die afschuwelijk harde en wrede wereld van kanker en de bijbehorende behandelingen gestort. En ik zal er eerlijk over zijn: ik ben bang voor kanker alsof het een persoonlijke vijand is, een vreemde en voortdurende bedreiging.

Om die reden heb ik besloten dit boek te schrijven en u alles te onthullen wat we momenteel van kanker weten: de vormen waarin de ziekte zich voordoet, de oorzaken ervan, en vooral: wat we kunnen doen om ons te wapenen, hoe we onszelf de beste kans kunnen geven om de risico's te beperken of te vermijden. Want er zijn diverse dingen die we kunnen doen om onszelf te beschermen. Eenvoudige dingen die niet altijd voor de hand liggen. Het gaat dan natuurlijk over voeding, maar ook over dingen op het gebied van seksualiteit, slaap, vervuiling, medicijnen en nog veel meer. Met dit boek probeer ik u alles over te brengen wat ik zelf weet, alles wat ik heb gezien in de afgelopen dertig jaar, om u zo veel mogelijk te helpen bij het vermijden van deze gruwelijke ziekte. Het voorkomen van kanker is een kwestie van proactief zo veel mogelijk doen, en dat hangt af van ieder van ons. We kunnen iedere dag besluiten

om kleine dingetjes anders te doen, eenvoudige veranderingen op alle gebieden van ons dagelijks leven. Samen vormen ze een manier om onze gezondheid te beschermen.

Maar aan dit uiterst moeilijke, gevoelige en soms heikele onderwerp wil ik ook een vrolijke noot toevoegen. Ik wilde niet zomaar rechttoe rechtaan een tekst schrijven met een opsomming van alle risicofactoren voor kanker, of van alle producten of strategieën voor het verkleinen van dat risico. Ik heb ervoor gekozen om ze te behandelen met dezelfde diepgang, maar in de vorm van een keuzemenu. Een boek waarvan ik denk, of in elk geval hoop, dat het past bij de manier waarop we tegenwoordig informatie verzamelen: door van het ene onderwerp naar het andere te springen, van vitamines naar vervuiling, van seks naar mobiele telefoons, van lichaamsvorm en lichaamslengte naar nagellak. Sommige onderwerpen worden diepgaand en volledig behandeld, andere wat eenvoudiger en korter, in de vorm van een soort gezondheidsoverzicht. U kunt zelf van het ene naar het andere onderwerp gaan, afhankelijk van uw interesse en van de tijd die u ter beschikking hebt.

De manier waarop ik dit boek heb geschreven, moet het lezen makkelijker maken. Maar het neemt niet weg dat dit boek serieuze informatie bevat, gebaseerd op kwalitatief goede onderzoeken die in de beste wetenschappelijke tijdschriften zijn gepubliceerd. Deze informatie vormt een essentiële samenvatting van vele antikankeradviezen, bedoeld om u meer helderheid te geven en u misschien te begeleiden in alles wat te maken heeft met de kans op het ontwikkelen van kanker.

Ik heb dit boek vanuit alle oprechtheid geschreven. Waar ik soms feiten vermeld die niet afkomstig zijn uit een groot onderzoek, maar geïnspireerd zijn door bepaalde wetenschappelijke gegevens en hier zijn weergegeven in de vorm van een persoonlijke overtuiging, heb ik dat aangegeven, zodat niemand iets hoeft aan te nemen dat uiteindelijk maar een idee of een indruk is.

Rest mij nog u veel leesgenot toe te wensen, en u te verzekeren dat we allemaal zelf iets kunnen doen om onze kans op gezondheid te vergroten.

Veel leesplezier!

- David Khayat

DEEL I

WAT IS KANKER?

1

DIVERSE FACTOREN, DIVERSE OORZAKEN

Na mijn vorige boek, *Het echte antikankerdieet*,¹ leek het mij van belang om nog verder te gaan in mijn zoektocht naar mogelijke preventie van deze vreselijke ziekte. Bijna de helft van de mannen en meer dan een derde van de vrouwen krijgt kanker, en in 2012 zijn over de hele wereld 8,2 miljoen mensen aan kanker overleden; daarmee is kanker een van de allereerste doodsoorzaken in alle landen.

Wie kan beweren dat hij of zij geen ouder, vriend of collega heeft die met deze ziekte te maken heeft gehad of er zelfs aan is overleden? Niemand! Deze ziekte maakt blind slachtoffers (zo lijkt het tenminste) onder alle mensen, rijk en arm, jong en oud, man of vrouw. Iedereen dus.

Niemand ontkomt aan de angst

Ik ben bang voor kanker, niet alleen voor mezelf, maar vooral ook voor mijn vrouw en nog meer voor mijn kinderen en kleinkinderen.

Ja, zegt u nu, maar toch bent u nooit opgehouden te geloven in de vooruitgang van de medische wetenschap en de wetenschap in het algemeen. U praat altijd over ‘wegen van hoop’ en over uw overtuiging dat kanker op een dag overwonnen zal zijn. Waarom geeft u dan nu toe dat u er bang voor bent?

Het antwoord is dat ik tijdens deze periode van bijna veertig jaar aan het ziekbed van zoveel patiënten, weliswaar hoopvol over de medische vooruitgang, ervan overtuigd ben geraakt dat preventie het antwoord is. Preventie is de beste manier om deze ziekte te overwinnen, en vooral ook

¹ *Het echte antikankerdieet*, Lannoo 2012.

om een eind te maken aan het soms gruwelijke lijden dat de behandelingen van kanker, en de gevolgen van die behandelingen, met zich meebrengen. Iedere dag al het nodige doen om kanker proactief te verhinderen is het beste middel in de strijd.

Maar helaas moeten we constateren dat preventie vaak het stiefkindje is in het gevecht tegen kanker. Er worden te weinig middelen aan besteed, er wordt te weinig onderzoek gedaan op dit gebied dat toch zo veelbelovend is. Hoe komt dat?

Dat ligt niet alleen aan de overheid. Het heeft voor een groot deel te maken met het feit dat de oorzaken van kanker zo complex zijn. Hoe kun je een ziekte voorkomen als je niet precies weet waardoor die wordt veroorzaakt?

Iedere vorm van kanker heeft meerdere oorzaken

Bij de mens komen meer dan tweehonderd verschillende soorten kanker voor, en hoe verder het onderzoek vordert, des te duidelijker het wordt hoe ongelooflijk complex deze ziekte is.

Zo heeft longkanker bijvoorbeeld niets te maken met borst- of eierstokkanker. We weten tegenwoordig dat ook de ene borstkanker en de andere borstkanker, of de ene of de andere longkanker of eierstokkanker, allemaal verschillend zijn; de oorzaken en de ontwikkeling van de ziekte, en de kans om ervan te genezen, zijn eveneens allemaal verschillend. En dat weet u zelf ook.

U kent ongetwijfeld wel een vrouw (al is het maar van horen zeggen) die van borstkanker is genezen, en een andere die dezelfde borstkanker kreeg en eraan is overleden. Als we aannemen dat ze allebei even goede zorg hebben gekregen, wil dit zeggen dat deze twee vrouwen in werkelijkheid niet precies dezelfde ziekte hadden. Hun kankers waren verschillend.

Dat is wat ik bedoel als ik het heb over de complexiteit van kanker, en over de complexiteit van de preventie ervan. Hoe dieper we doordringen in de mechanismen, hoe meer we beginnen te denken dat vrijwel iedere patiënt een andere vorm van kanker heeft.

Staat u daar eens bij stil. Dat betekent dat we, als we alle patiënten hopen te genezen (in Frankrijk ongeveer 350.000 per jaar, in Nederland 100.000 en in België 65.000), de aard van iedere kanker en ieder nieuw

ziektegeval moeten zien te begrijpen. En dan moeten we vervolgens voor iedere patiënt dus een andere, op maat gesneden behandeling bedenken.

Wat houdt dat precies in? Als er voor iedere patiënt een andere behandeling nodig is, een behandeling 'op maat', dan lijkt het waarschijnlijk (of logisch) dat ook de mechanismen die bij individuen tot kanker leiden, allemaal verschillend zijn. Dan zijn de maatregelen voor het voorkomen van kanker dus ook per individu verschillend. Stelt u zich dat eens voor.

Dit heb ik al uitgelegd in een van mijn eerdere boeken over het verband tussen voeding en kanker: er is geen universele antikankertherapie die voor iedereen werkt. Er kan ook geen therapie bestaan die tegen alle soorten kanker en bij iedereen effectief is. Er is geen wondervoedsel, geen toverdrank die geschikt is voor de preventie van alle soorten kankers bij alle individuen zonder rekening te houden met de omgeving, de genetische opmaak of de leefgewoonten.

Als dat zo duidelijk geldt voor voeding, zult u het met me eens zijn dat het net zo goed geldt voor alle andere risicofactoren voor kanker. En het geldt zelfs voor sigaretten, ook al klinkt dat misschien vreemd uit de mond van iemand die zo fel tegen roken is als ik. Daarmee bedoel ik echte sigaretten; we komen later terug op de elektronische sigaret.

Van gewone sigaretten waarbij tabak wordt verbrand, weten we allemaal dat ze longkanker, mondkanker en diverse andere kankers kunnen veroorzaken. Maar toch moeten we als wetenschappers erkennen dat maar één op de zes rokers longkanker ontwikkelt, zelfs bij zo'n kanker-verwekkende factor als tabak. Vijf van die zes rokers zullen gespaard blijven van kanker.

Deels erfelijkheid, deels leefwijze

De mechanismen die ten grondslag liggen aan de ontwikkeling van kanker zijn niet bij iedereen dezelfde. Dat verklaart waarom sommigen kunnen roken zonder kanker te krijgen en anderen niet.

Vandaag weten we dat dat niet geldt voor de echte 'kankergenen', waar sprake van is in verband met de operatie van Angelina Jolie, maar alleen voor genen die gevoelig maken voor kanker. Wat is het verschil?

Als u drager bent van een van de ongeveer vijftien 'kankergenen', weet u bijna zeker dat u deze kanker zult krijgen, of in elk geval met een zekerheid van minimaal 60-70%. En dat geldt ongeacht uw voedingsgewoonten of leefwijzen. U kunt er niets tegen doen. Wat u ook doet of laat, u zult kanker krijgen. Een fatale vorm van erfelijkheid.

Op dit moment is er maar één mogelijke vorm van preventie: het orgaan waarin deze erfelijke kanker zich zeker gaat ontwikkelen, preventief laten verwijderen. Dat was bijvoorbeeld het geval voor het borstkankergen van Angelina Jolie en voor het dikkedarmkankergen. Het is natuurlijk vreselijk om borsten of darmen te laten verwijderen. Maar het is uiteindelijk wel effectief, want deze specifieke genen richten zich op één bepaald orgaan, en dat rechtvaardigt een preventieve actie voor dat specifieke orgaan.

Maar dit type gen betreft nauwelijks 5% van alle kankers die zich jaarlijks voordoen. Dat is één op de twintig. Dat is heel weinig. Bij de overgrote meerderheid is er geen sprake van een 'kankergen'. Waarom zullen die 95% dan wel kanker krijgen?

Het antwoord is tamelijk ingewikkeld en en we begrijpen de reden nog nauwelijks. Het komt erop neer dat de meeste mensen in hun beoemde 46 chromosomen geen 'kankergenen' hebben, maar wel genen die gevoelig maken voor kanker.

Het verschil is enorm. Want de eerste groep genen zorgt ervoor dat u vrijwel zeker kanker krijgt, wat u ook doet. De tweede groep zorgt er slechts voor dat uw kans op kanker een klein beetje groter wordt, en alleen maar wanneer u tijdens uw leven in contact komt met een factor die potentieel kankerverwekkend is. Dat kan gaan om een bepaald voedingsmiddel, de zon, tabak enzovoort. Met andere woorden, deze genen zijn niet fataal. Als het contact met deze kankerverwekkende factor wordt vermeden, kunt u dus kanker voorkomen.

Maar zoals ik heb gezegd, zijn we nog maar net begonnen deze gevoeligmakende genen een beetje te begrijpen. Kunnen we dan nu al weten wie ze heeft? Welke gevoeligheid of welk risico bestaat er voor welke kankerverwekkende factor? Om welk type kanker gaat het?

Dit is het voorbeeld dat ik eerder heb genoemd: die ene roker van de zes krijgt door het roken kanker, terwijl de andere vijf het niet krijgen

(omdat zij geen genen hebben die gevoelig maken voor tabak). En als die ene 'gevoelige' roker niet had gerookt, had hij waarschijnlijk geen longkanker gekregen.

Kortom, de meesten van ons krijgen kanker omdat we genen hebben waardoor we zwakker staan tegenover bepaalde kanker veroorzakende producten of levensstijl. Op dit moment kunnen we die genen nog niet met een test aantonen, maar ik ben er zeker van dat we dat op een dag wel kunnen. En dan hebben we een enorme stap vooruit gezet in de preventie van kanker. Dan zouden we voor iedereen al vanaf heel jonge leeftijd kunnen voorspellen (natuurlijk alleen aan degenen die het willen weten) of hij of zij werkelijk kans loopt op longkanker door te roken, of op huidkanker door te zonnen enzovoort. De komst van dit soort tests zal natuurlijk allerlei andere ethische kwesties oproepen, bijvoorbeeld over de vrijheid om het niet te willen weten. Maar dat is een heel ander verhaal.

Terug naar de oorzaken van kanker. Tot nu toe hebben we een aantal verschillende oorzaken van kanker gevonden zoals erfelijkheid (5%), tabak (30%), voeding (20%), en daarnaast hormonen (30%), virussen en bacteriën (10%), en fysieke factoren zoals zon, radioactiviteit of vervuiling (5%). Zo opgesomd lijken de oorzaken van kanker volkomen duidelijk.

Er is maar één probleem, maar dat is wel een groot probleem. En dat is dat we voor de meesten van ons, die niet roken, moeilijk kunnen zeggen dat die oorzaken (die we niet eens goed kennen) een directe verklaring zijn voor de kanker in een bepaald orgaan die we tijdens ons leven zullen krijgen.

Er is bijvoorbeeld heel wat contact met luchtvervuiling nodig voordat die vervuiling een doorslaggevende oorzaak kan worden voor longkanker bij een niet-roker. Niemand van ons, ook niemand van die niet-rokers die toch longkanker zullen krijgen, staat bloot aan een zo'n intensief contact. Zelfs verkeersagenten of fietsers in de stad lopen statistisch gezien niet veel meer risico op longkanker dan wij allemaal. Hoe kunnen we dan al die kankers verklaren vanuit zo'n simpele tabel met nauwelijks zes of zeven mogelijke oorzaken?

Een opeenstapeling van kleine oorzaken

Ik ben ervan overtuigd dat kanker bij de meeste mensen niet wordt veroorzaakt door een intensief contact met één krachtige kankerverwekkende

de factor, maar dat kanker het gevolg is van een opeenstapeling van beperkte contacten met factoren die licht kankerverwekkend zijn.

Op zichzelf zijn al die contacten niet voldoende om kanker te veroorzaken. Maar de optelsom van tientallen beperkte contacten of tientallen verschillende factoren die licht kankerverwekkend zijn, kan uiteindelijk toch tot kanker leiden.

Een beetje luchtvervuiling, een beetje passief meeroken, een paar keer iets ongezonds eten, wat oplosmiddel in schoonmaakproducten, wat chroom (VI) in het leer van onze schoenen, en daarbij wat zon, wat resterende radioactiviteit in de atmosfeer sinds Tsjernobyl of Fukushima, een beetje gevaarlijke vitamine E, en dan nog wat stress: ziedaar een gevaarlijk mengsel dat de weg bereidt voor het ontstaan van kanker.

Ieder op zichzelf en in de kleine doses die ik noem, kan geen enkele van deze elementen echt kanker veroorzaken. Maar bij elkaar opgeteld zullen al die licht kankerverwekkende factoren, al die heel beperkte contacten, toch eindigen in die biologische catastrofe die kanker heet.

Het risico van lage doses

In de tijd dat ik de leiding had over het Institut national du cancer, boog de Académie de médecine zich over wat wel het ‘probleem van de lage dosis’ wordt genoemd. Er werd bijvoorbeeld onderzoek gedaan naar de verhoging van het risico op kanker in verband met de vervuiling in steden of de straling door radiologische onderzoeken (röntgenopnamen, CT-scans) die we allemaal ondergaan.

Een beetje vervuilde stadslucht inademen of een simpele CT-scan laten maken, dat zal nog niet tot kanker leiden. Als dat wel zo was, zouden alle stedelingen kanker krijgen, of iedereen die een mammografie of een longfoto laat maken. En dat is niet zo. Maar het is wel de moeite waard om te vragen of die dingen de kans op kanker niet kunnen vergroten.

Het antwoord van de Académie kwam ongeveer hierop neer: misschien vergroten deze dingen de kans op kanker wel, maar we moeten helaas vaststellen dat we daar weinig van afweten, want met onze onderzoeksmodellen kunnen we het risico van deze ‘lage doses’ niet bepalen. Als een werknemer bij Fukushima die aan sterke straling heeft blootgestaan (een hoge dosis dus), kanker krijgt, kunnen we zonder problemen

het verband tussen oorzaak en gevolg aantonen. Maar we kunnen niet bewijzen dat een persoon die één keer groente eet die een beetje besmet is (lage dosis), statistisch gezien meer risico loopt.

Mijn theorie hierover, die voortkomt uit mijn observatie van alle kankerpatiënten die ik tijdens mijn leven heb gezien, is dat het effect van één portie besmette groente moet worden opgeteld bij bijvoorbeeld het effect van ernstige stress, te vaak wokken en nog allerlei andere dingen. Op zichzelf kunnen die effecten geen kanker veroorzaken, maar allemaal samen kunnen ze daar uiteindelijk wel toe leiden.

Dit heeft ten minste twee implicaties. De eerste is dat kanker bij elke patiënt het gevolg is van een groot aantal oorzaken die allemaal licht kankerverwekkend zijn. Als u uw persoonlijke risico's wilt verlagen, is het dus niet genoeg om bijvoorbeeld alleen maar niet te roken. U moet net zo goed nadenken over allerlei andere factoren en gedragingen.

De tweede implicatie is dat we, precies om die reden, af moeten van het idee dat de preventie van kanker relatief eenvoudig is. En dat is de voornaamste reden waarom ik heb besloten dit boek te schrijven en u deze informatie voor te leggen.

Nu volgt eerst een kort hoofdstuk over de transformationele mechanismen van een normale cel, en van een kwaadaardige cel die ten grondslag ligt aan een kankergezweel. Daarna volgt informatie over die vele kleine risico's die allemaal bij elkaar uiteindelijk verantwoordelijk zijn voor de kanker die u wel of niet riskeert.

2

DE BIOLOGIE VAN KANKER

De vraag die mij waarschijnlijk het vaakst wordt gesteld, is op welke manier kanker nu eigenlijk ontstaat. Daarvoor moet ik eerst twee dingen uitleggen, anders kan ik verderop in dit boek niet goed beschrijven welke factoren (voeding, gedrag, omgeving) de kans op kanker kunnen vergroten of juist verkleinen.

Het eerste dat ik wil uitleggen, is hoe kanker ontstaat, of preciezer: hoe een cel kwaadaardig wordt. Het tweede is hoe het komt dat die eerste kankercel zich gaat vermenigvuldigen en zich door het lichaam gaat verspreiden totdat er kanker optreedt.

Eerst volgt een korte uitleg van wat een cel is, hoe deze functioneert en wat hij kan doen.

De oorsprong: een cel

Laten we bij het begin beginnen. Het menselijk lichaam, net als alles wat op aarde leeft (dieren, planten), bestaat uit een perfect op elkaar afgestemde verzameling bouwsteentjes die 'cellen' worden genoemd. Dit is het basismateriaal waarvan levende wezens zijn gemaakt. Het lichaam van een volwassen mens bevat ongeveer een biljard cellen, namelijk een 1 met 15 nullen erachter. Dat enorme aantal laat zien hoe klein deze cellen zijn: ze kunnen alleen met een microscoop worden waargenomen, niet met het blote oog.

Waar komen al die cellen vandaan? Dat is een goede vraag. Dat biljard cellen zijn ontstaan uit de vermenigvuldiging van één eerste cel die is geboren uit de bevruchting van een eicel uit de eierstokken van de aan-

staande moeder en een zaadcel uit de testikels van de aanstaande vader. Ook dit geldt voor vrijwel alle dieren en planten.

Wat gebeurt er vervolgens met die bevruchte cel in de buik van de moeder? Na de bevruchting maakt deze eerste cel van een aanstaand levend wezen twee processen door. Het eerste onmiddellijke proces is dat deze cel zich in tweeën deelt, vervolgens delen deze twee cellen zich tot vier cellen, daarna delen ze zich tot acht, en zo verder. Uiteindelijk is er dan een volwassen individu dat bestaat uit een biljard cellen die stuk voor stuk zijn afgeleid van die eerste cel. Dit is een kwantitatief proces waarbij zo veel mogelijk cellen worden gecreëerd om uiteindelijk bij dat biljard uit te komen.

Al snel komt er een tweede proces op gang, wanneer de toekomstige baby in de baarmoeder (die op dit moment zelfs nog geen embryo wordt genoemd) nog maar uit een paar honderd of duizend cellen bestaat. Al deze cellen zijn nog volkomen identiek aan elkaar. Ze vermenigvuldigen zich door zich te delen (uit één cel ontstaan er steeds twee), maar alle nieuwe cellen zijn identiek aan de andere nieuwe cellen en aan de cellen waaruit ze voortkomen. Cellen die zich delen, noemen we moedercellen. De cellen die daaruit ontstaan, noemen we dochtercellen. Elke dochtercel wordt zelf weer een moedercel die twee dochtercellen genereert.

Nu terug naar de fase waarin er nog weinig cellen zijn. Bepaalde cellen gaan zich differentiëren, dat wil zeggen dat ze anders worden dan andere cellen. Elke cel krijgt karakteristieke eigen kenmerken, qua vorm en vooral ook qua functie. Deze keer gaat het om een kwalitatief proces.

Zo begint een cel bijvoorbeeld te kloppen (zich uitzetten en samentrekken), zoals een hart klopt. Vanaf het moment dat deze cel die eigenschap heeft, zullen de beide dochtercellen ook kloppen. Deze cellen blijven in een groep bij elkaar en zullen uiteindelijk het hart vormen. Het hart klopt omdat alle cellen waaruit het bestaat, ook kloppen. Datzelfde gebeurt bij al onze organen en hun functies (het oog ziet, de nieren produceren urine). Als het embryo en vervolgens de foetus volledig is gevormd, bevat deze bijna tweehonderd verschillende soorten cellen. Die verschillende soorten cellen, in groepjes bij elkaar, zullen de organen vormen.

Maar dan rijst terecht deze vraag: hoe komt het dat, bij iedere nieuwe baby, die eerste cel en vervolgens alle andere daaruit voortkomende cellen deze twee dingen gaan doen die eigenlijk tamelijk onvoorstelbaar

zijn, als je er goed over nadenkt: namelijk zich vermenigvuldigen en zich differentiëren?

Dat komt doordat een cel gehoorzaamt aan de opdrachten die hij voortdurend krijgt van kleine stukjes software die zich bevinden in de chromosomen: de genen. We kunnen een cel vergelijken met een computer. Zonder software doet de computer niets. Maar installeer een paar softwareprogramma's en hij kan ineens allerlei dingen doen: een tekst schrijven, tabellen maken, communiceren via internet. Datzelfde geldt voor onze cellen. We hebben dan wel een biljard cellen die de basis zijn van ieder levend materiaal, maar zonder genen kunnen ze niets beginnen.

In *Het echte antikankerdieet* heb ik uitgelegd hoe de genen zich in onze chromosomen bevinden. Laat ik dat hier nog even kort herhalen.

Het hart van het DNA

Onze chromosomen (bij mensen 46 stuks), die ook wel ons DNA worden genoemd, bevinden zich in al onze cellen en bestaan uit twee zeer fijne draden die elk twee meter lang zijn. Nee, dit is geen typefout: ze zijn echt twee meter lang. De ene DNA-streng is afkomstig van de man, vervoerd door de zaadcel in de allereerste cel, en de andere streng komt van de eicel van de vrouw.

Deze DNA-strengen zijn elk de drager van de erfelijke eigenschappen van onze respectieve ouders. Ze bestaan uit drie miljard uiterst kleine chemische moleculen achter elkaar (nucleotiden) waarvan er vier verschillende modellen bestaan en die aan elkaar verbonden zijn, afgekort met de letters A, T, C en G. Deze vier moleculen definiëren het genetische alfabet of de genetische code. Naargelang hun volgorde (sequentie) worden door deze samengevoegde letters woorden en zinnen gevormd. Deze genetische zinnen, geschreven langs de DNA-strengen in onze 46 chromosomen, bepalen voor elke cel op elk moment wat deze cel moet doen en hoe ze dat moet doen. Deze zinnen zijn onze genen.

Samengevat: een compleet individu, bijvoorbeeld u of ik, bestaat op een veel kleinere schaal uit een biljard cellen van tweehonderd verschillende soorten. Die cellen bevatten op nog kleinere schaal elk 46 chromosomen die per stuk twee DNA-strengen van twee meter bevatten, die (op nog weer kleinere schaal) bestaan uit een sequentie van drie miljard let-