

# Inhoud

Voorwoord 9

- 1 Inleiding 15  
*Waar is de mens aan geadapteerd?*

DEEL I Apen en mensen 37

- 2 Staande apen 39  
*Hoe we tweevoeters werden*
- 3 Wat de pot schaft 64  
*Hoe Australopithecus ons bijna het fruit uit de mond joeg*
- 4 De eerste jager-verzamelaars 85  
*Hoe het bijna-moderne lichaam tot het geslacht Homo evolueerde*
- 5 Energie in de IJstijd 114  
*Hoe we grote hersenen ontwikkelden, en tevens geleidelijk steeds grotere, dikkere lichamen*
- 6 Een zeer ontwikkelde soort 150  
*Hoe de moderne mens met een combinatie van kracht en hersenen de wereld koloniseerde*

DEEL II Landbouw en de Industriële Revolutie 181

- 7 Vooruitgang, wanverhoudingen en dysevolutie 183  
*De gunstige en ongunstige gevolgen van een paleolithisch lichaam in een post-paleolithische wereld*

8 Paradijs verloren? 210  
*De voor- en nadelen van een boerenbestaan*

9 Moderne tijd, moderne lichamen 242  
*De paradox van de gezonde mens in het industriële tijdperk*

DEEL III Het heden, de toekomst 287

10 De vicieuze cirkel van de overvloed 289  
*Een overdaad aan energie kan ons ziek maken*

11 Onbruik 336  
*Waarom we het kwijtraken door het niet te gebruiken*

12 De verborgen gevaren van vernieuwing en gemak 364  
*Hoe alledaagse innovatie ons kan schaden*

13 De sterkeren overleven 396  
*Kan de evolutiebiologie bijdragen aan een betere toekomst voor het menselijk lichaam?*

Dankbetuiging 421

Noten 423

Register 497

# Voorwoord

Ik ben, net als talloze anderen, geboeid door het menselijk lichaam, maar in tegenstelling tot veel van die anderen, die zo verstandig zijn hun belangstelling vooral 's avonds en in het weekend de vrije loop te laten, heb ik het menselijk lichaam tot de kern van mijn werk gemaakt. Ik verkeer zelfs in de gelukkige omstandigheid dat Harvard mij heeft aangesteld als docent, om te doceren en te onderzoeken waarom het menselijk lichaam is zoals het is. Mijn werk en mijn belangstelling bieden mij de ruimte een soort manusje-van-alles te zijn. Naast mijn werk met studenten onderzoek ik fossielen, reis ik naar interessante uithoeken van de wereld om te bekijken hoe mensen hun lichaam gebruiken en voer ik in het lab experimenten uit met betrekking tot de werking van menselijke en dierlijke lichamen.

Zoals veel collega-professoren ben ik ook graag aan het woord en ontleen ik plezier aan het beantwoorden van vragen. Van alle vragen die me regelmatig worden gesteld, was er één die ik altijd als geen andere vreesde: 'Hoe zal de mens er in de toekomst uitzien?' Ik had toch zo'n hekel aan die vraag! Ik ben hoogleraar evolutiebiologie van de mens, wat wil zeggen dat ik onderzoek doe naar het verleden, en niet naar de toekomst. Ik ben geen waarzegger, en die vraag deed me altijd denken aan van die slechte sciencefictionfilms waarin de mens in een verre toekomst verbeeld wordt als een wezen met enorme hersenen, een bleek en mager lichaam en glimmende kleren. 'De mens evolueert nauwelijks op basis van cultuur,' luidde mijn min of meer reflexmatige antwoord meestal. Dat antwoord is een variant op de standaardreactie van veel van mijn collega's op diezelfde vraag.

Geleidelijk ben ik echter anders tegen de vraag gaan aankijken, en tegenwoordig beschouw ik de toekomst van het menselijk lichaam als een van de belangrijkste zaken om over na te denken. We leven

in een voor ons lichaam paradoxale tijd. Aan de ene kant is dit waarschijnlijk het gezondste tijdperk waarin de mens ooit geleefd heeft. Wie in een ontwikkeld land woont mag er redelijkerwijs van uitgaan dat nakomelingen hun kindertijd overleven, hun oude dag bereiken en zelf ook weer ouders en grootouders zullen worden. We hebben talloze ziektes die vroeger hele mensenmassa's het leven kostten – pokken, mazelen, polio, de pest – verslagen of in elk geval betu-  
 10 geld. Mensen worden langer, en voorheen levensbedreigende aandoeningen als blindedarmontsteking, dysenterie, een gebroken been en bloedarmoede zijn tegenwoordig goed te verhelpen. Zeker, er komen in sommige landen nog te veel ziektes en ondervoeding voor, maar die zijn vaker het gevolg van slecht bestuur en sociale ongelijkheid dan van gebrek aan voedsel of medische kennis.

Aan de andere kant zou het beter kunnen, veel beter zelfs. De wereld wordt overspoeld door een golf van obesitas en andere chronische, te voorkomen aandoeningen en ongemakken. Daartoe behoren bepaalde vormen van kanker, diabetes type 2, osteoporose, hartaandoeningen, beroertes, nierkwalen, bepaalde allergieën, dementie, depressie, psychische angst, slapeloosheid en andere ziektes. Daarnaast hebben miljarden mensen last van bijvoorbeeld pijn in hun onderrug, platvoeten, plantaire fasciitis, bijziendheid, artritis, constipatie, brandend maagzuur of een prikkelbaredarmsyndroom. Sommige van deze aandoeningen bestaan al eeuwen, maar veel ervan zijn nieuw of zijn de laatste tijd in frequentie en intensiteit sterk toegenomen. Deze kwalen zijn in zekere mate in opkomst doordat de mens ouder wordt, maar een groot aantal dient zich al aan bij mensen van middelbare leeftijd. Deze epidemiologische transitie veroorzaakt niet alleen persoonlijk leed, maar ook economische ellende. Babyboomers gaan met pensioen, en hun chronische aandoeningen zorgen voor overbelasting van de gezondheidszorg en het vastlopen van de economie. Bovendien ziet het vergezicht in de glazen bol er slecht uit, want naarmate deze aandoeningen zich verder over onze planeet verspreiden neemt hun invloed toe.

De uitdagingen waar we in de gezondheidszorg voor staan hebben geleid tot een hevige wereldwijde discussie onder ouders, artsen, patiënten, politici, journalisten, onderzoekers en anderen. De aandacht is daarbij vooral gericht op obesitas. Waarom worden mensen dikker? Hoe raken we van dat overgewicht af en veranderen we onze

eetgewoontes? Hoe voorkomen we dat onze kinderen dik worden? Hoe kunnen we hen stimuleren meer te bewegen? Vanwege de dringende noodzaak om zieke mensen te helpen is er ook veel op gericht om nieuwe behandelingen voor deze steeds vaker voorkomende, niet-overdraagbare ziektes te vinden. Hoe behandelen en genezen we kanker, hartaandoeningen, diabetes, osteoporose en al die andere ziektes die ons en degenen van wie we houden waarschijnlijk de das om zullen doen?

Terwijl artsen, patiënten, wetenschappers en ouders deze vragen bespreken en nader onderzoeken zullen hun gedachten niet vaak afdwalen naar de oerbossen van Afrika, waar onze voorouders van de apen divergeerden en rechtop gingen lopen. Ze denken vast maar zelden aan Lucy of neanderthalers, en áls ze al een keer bij de evolutie stilstaan komen ze meestal niet verder dan het voor de hand liggende feit te onderschrijven dat we vroeger holbewoners waren (wat dat ook mag betekenen) en dat ons lichaam daarom niet helemaal is toegerust op de hedendaagse leefstijlen. Iemand die een hartaanval heeft gehad heeft onmiddellijk behoefte aan zorg, niet aan een lesje menselijke evolutie.

Als ik ooit een hartaanval krijg wil ik ook dat mijn dokter zich op de hulp die op dat moment nodig is concentreert, en niet op de evolutie van de mens. Dit boek betoogt echter dat onze samenleving in het algemeen tekortschiet wat het nadenken over de menselijke evolutie betreft, en dat dit een belangrijke oorzaak is dat we er niet in slagen aandoeningen die te voorkomen zijn ook daadwerkelijk te voorkomen. Ons lichaam heeft een verhaal, een evolutionair verhaal, dat er veel toe doet. In de eerste plaats verklaart de evolutie waarom ons lichaam is zoals het is, en dat biedt aanknopingspunten voor het voorkomen van ziektes. Waarom is de kans dat we dik worden zo groot? Waarom verslikken we ons soms in ons eten? Waarom zit er een boog in onze voeten die inzakt? Waarom doet onze rug pijn? Een aanverwante reden om aandacht aan het evolutionaire verhaal van het menselijk lichaam te besteden is dat we dan beter begrijpen waar dat lichaam al dan niet op toegerust is. De antwoorden op deze vragen zijn netelig en gaan in tegen ons gezond verstand, maar hebben verstrekkende gevolgen voor ons begrip van wat gezondheid en ziekte stimuleert en ons inzicht in de vraag waarom ons lichaam ons soms ook uit zichzelf ziek maakt. Ten slotte denk ik dat de belang-

rijkste reden om het menselijk lichaam evolutionair te blijven onderzoeken besloten ligt in het gegeven dat het verhaal niet af is. We evolueren nog steeds. De krachtigste vorm is tegenwoordig echter niet de biologische evolutie die Darwin beschreef, maar de culturele evolutie, waarin we nieuwe ideeën en gedragingen ontwikkelen en doorgeven aan onze kinderen, onze vrienden en anderen. Van een aantal van deze nieuwe gedragingen, en dan met name van de dingen die we eten en de activiteiten die we wel of juist niet ontplooiën, worden we ziek.

12 De evolutie van de mens is leuk, interessant en verhelderend, en een groot deel van dit boek verkent de ongelofelijke reis die ons lichaam heeft afgelegd. Ik probeer ook nader licht te werpen op de vooruitgang in de landbouw en veeteelt, de industrialisatie, de medische wetenschap en andere werkterreinen, die ervoor hebben gezorgd dat onze tijd de allerbeste tot nu toe is om als mens in te leven. Ik ben echter geen Pangloss en omdat het de uitdaging is om vooruitgang te boeken, gaan de laatste paar hoofdstukken over hoe en waarom we ziek worden. Als Tolstoj dit boek had geschreven, had hij wellicht voor deze woorden gekozen: ‘Alle gezonde lichamen lijken op elkaar, maar elk ongezond lichaam is op zijn eigen manier ongezond.’

De kernonderwerpen van dit boek, de menselijke evolutie, gezondheid en ziekte, zijn veelomvattend en complex. Ik heb mijn best gedaan de feiten, de uitleg en de redeneringen eenvoudig en begrijpelijk te houden, zonder te infantiliseren of essentiële onderwerpen te mijden – met name bij serieuze aandoeningen als borstkanker en diabetes. Ik geef veel verwijzingen, onder andere naar websites, voor eigen voortgezet onderzoek. Het was een hele worsteling om het juiste evenwicht tussen breedte en diepte te vinden. Waarom ons lichaam is zoals het is, is een te groot onderwerp om helemaal te omvatten; daar is ons lichaam gewoon te ingewikkeld voor. Ik heb me daarom geconcentreerd op de paar aspecten in de evolutie van ons lichaam die betrekking hebben op eetgewoontes en lichaamsbeweging, en voor elk onderwerp dat ik behandel zijn er minstens tien die ik oversla. Diezelfde waarschuwing is van toepassing op de slothoofdstukken, waarvoor ik een selectie van aandoeningen heb gemaakt die exemplarisch voor het grotere geheel is. Bovendien voltrekt het onderzoek op deze terreinen zich razendsnel. Het is onver-

mijdelijk dat sommige dingen die ik zeg achterhaald worden. Mijn excuses.

Ten slotte sluit ik het boek lichtzinnig af met mijn ideeën over de manieren waarop we de lessen uit de geschiedenis van het menselijk lichaam in de toekomst kunnen gebruiken. Ik zal er geen doekjes om winden en mijn betoog hier alvast samenvatten. We zijn niet geëvolueerd om gezond te zijn, maar geselecteerd om ons onder heel uiteenlopende, uitdagende omstandigheden zo veel mogelijk voort te planten. We hebben daarom nooit een evolutie doorgemaakt die ons leerde om rationele keuzes te maken over wat we eten of hoe we onszelf in tijden van overvloed en comfort gezond houden. Sterker nog: de interactie tussen het lichaam dat we hebben geërfd, het milieu dat we hebben gecreëerd en de beslissingen die we af en toe nemen, hebben een verraderlijke kringloop in beweging gezet. We worden ziek van chronische aandoeningen doordat we doen waarvoor we geëvolueerd zijn onder omstandigheden waar ons lichaam slecht op is toegelust; die omstandigheden geven we door aan onze kinderen, die dan ook weer ziek worden. Als we deze vicieuze cirkel willen doorbreken moeten we een manier bedenken om op respectvolle en verstandige wijze onszelf te verleiden, te stimuleren en soms te dwingen om meer te bewegen en om dingen te eten die gezond voor ons zijn. Ook daartoe zijn we geëvolueerd.

## [I] Inleiding

### *Waar is de mens aan geadapteerd?*

Als we een ruzie tussen het heden en het verleden beginnen, zullen we merken dat we de toekomst kwijtraken.

Winston Churchill

Wie herinnert zich nog de geheimzinnige aap, de ‘Mystery Monkey’, het beestje dat voor een bijverhaal zorgde tijdens de Republikeinse conventie van 2012 in Tampa in Florida? Het dier in kwestie, een ontsnapt resusaapje, leefde al meer dan drie jaar in de straten van de stad, scharrelde de kost bij elkaar uit afvalcontainers en vuilnisbakken en wist al die tijd aan zowel auto’s als de vangnetten van gefrustreerde natuurbeschermers te ontkomen. Het aapje was al geruime tijd een plaatselijke legende, en toen de conventie hele hordes politici en verslaggevers naar de stad lokte werd de Mystery Monkey plotseling wereldberoemd. Politici aarzelden niet om met behulp van het verhaal van het aapje hun eigen opvattingen over het voetlicht te brengen: vrijheidsgezinden en liberalen roemden het aanhoudende ontvluchten aan gevangenneming van de Mystery Monkey als een symbool voor de instinctieve behoefte gevrijwaard te blijven van onrechtmatige inmenging in de vrijheid van de mens (en de aap), conservatieven interpreterden de jarenlange vergeefse pogingen om de aap gevangen te nemen als kenmerkend voor een onbekwame en verkwistende overheid, en journalisten konden de verleiding niet weerstaan om het verhaal van de Mystery Monkey en de beambten die het diertje probeerden te vangen te vergelijken met het politieke circus dat elders in de stad gaande was. De meeste gewone mensen vroegen zich vooral af wat een eenzame makaak nou toch moest in een buitenwijk in Florida, waar het beestje overduidelijk niet thuis hoorde.

Als bioloog en antropoloog beoordeelde ik de Mystery Monkey en de reacties die het diertje opriep vooral als symbolisch voor de evolutionair gezien naïeve en inconsistente manier waarop de mens zijn eigen plek in de natuur ziet. Op het eerste gezicht belichaamt



het aapje hoe sommige dieren zich uitstekend staande weten te houden in omstandigheden waar ze van origine niet voor gemaakt zijn. Resusaapjes evolueerden in zuidelijk Azië, waar hun vermogen om allerlei verschillende soorten voedsel te foerageren ze in staat stelt zich op de grazige vlaktes, in de bossen en zelfs in bergachtig gebied te handhaven. Ze overleven ook prima in dorpen en steden, en ze worden veelvuldig in laboratoria gebruikt. In dat licht bezien is het niet echt een verrassing dat de Mystery Monkey zich dankzij het vuilnis van Tampa in leven wist te houden. De algemeen heersende opvatting dat een vrijelijk rondscharrelende makaak niet in een stad in Florida thuishoort geeft aan hoe slecht wij in staat zijn dezelfde redenering op onszelf toe te passen. Vanuit evolutionair oogpunt bezien was de aanwezigheid van het aapje in Tampa niet ongerijmder dan die van de overgrote meerderheid van de mensen die in steden, buitenwijken en andere moderne leefomgevingen wonen.

U en ik zijn ongeveer net zo ver van onze natuurlijke leefomgeving afgedreven als de Mystery Monkey. Ruim zeshonderd generaties geleden was iedereen overal jager-verzamelaar. Tot relatief kort geleden – in evolutionair opzicht niet verder terug dan een oogwenk – leefden onze voorouders ook nog in groepjes van hooguit een man of vijftig. Ze trokken regelmatig van de ene vestigingsplaats naar de andere, en ze hielden zichzelf in leven door te jagen en te vissen, maar ook door gewassen te foerageren. Zelfs nadat, ongeveer tienduizend jaar geleden, de landbouw werd uitgevonden, leefden de meeste boeren nog in kleine dorpjes, waar ze voldoende verbouwden om in de dagelijkse behoefte te kunnen voorzien; zij zullen zich nooit leefomstandigheden hebben kunnen voorstellen die wij nu heel gewoon vinden, zoals in Tampa in Florida, waar mensen auto's, wc's, airconditioning, mobieltjes en een overdaad aan intensief bewerkt en calorierijk voedsel heel gewoon vinden.

Tot mijn spijt is de Mystery Monkey in oktober 2012 uiteindelijk gevangengenomen. Maar in welke mate moeten we ons eigenlijk zorgen maken om de overgrote meerderheid van de mensheid die nu nog, net als voorheen de Mystery Monkey leeft in onbekende omstandigheden, waar ons lichaam niet op gemaakt is? In veel opzichten is het antwoord daarop 'niet zo erg', want het leven is rond het begin van de eenentwintigste eeuw voor de gemiddelde mens prima, en door de bank genomen doet onze soort het goed – niet in het

minst door de sociale, medische en technologische vooruitgang die de laatste paar generaties geboekt is. Er leven op aarde momenteel meer dan 7 miljard mensen, en een groot deel daarvan rekent erop dat hun kinderen en kleinkinderen net als zijzelf ouder dan zeventig zullen worden. Zelfs in landen waar armoede wijdverbreid is, is enorme vooruitgang geboekt: in 1970 was de gemiddelde levensverwachting in India nog geen vijftig, tegenwoordig ligt dat cijfer boven de vijfenzestig.<sup>1</sup> Miljarden mensen worden ouder, langer en leiden een comfortabeler leven dan de meeste vorsten en vorstinnen uit het verleden.

Maar hoe mooi dat ook is, het zou nog veel mooier kunnen en er zijn veel redenen om ons zorgen te maken over de toekomst van het menselijk lichaam. Naast de potentiële dreigingen van klimaatverandering staan we ook aan de vooravond van een kolossale bevolkingsexplosie in combinatie met een epidemiologische transitie. Naarmate er meer mensen langer leven en er minder doden vallen als gevolg van besmettelijke ziektes of onvoldoende voedsel, krijgen exponentieel meer mensen van middelbare leeftijd en ouder last van chronische, niet-overdraagbare aandoeningen die vroeger zeldzaam of zelfs onbekend waren.<sup>2</sup> In de watten gelegd door een ongegeeneerde rijkdom is de meerderheid van de volwassenen in ontwikkelde landen als de Verenigde Staten en Groot-Brittannië ongezond en te zwaar, en intussen rijst obesitas onder kinderen wereldwijd de pan uit, waardoor er ook de komende decennia weer miljarden ongezonde en te zware volwassenen bij zullen komen. Een slechte gezondheid en overgewicht gaan op hun beurt weer gepaard met hartkwalen, beroertes, diverse vormen van kanker en allerlei dure, chronische ziektes zoals diabetes type 2 en osteoporose. Uit de toename van het aantal mensen dat wereldwijd aan allergieën, astma, bijziendheid, slapeloosheid, platvoeten en andere aandoeningen lijdt, blijkt een verontrustende verandering van patronen binnen de volksgezondheid. Kort en goed komt het erop neer dat tegenover een afnemend sterftecijfer een stijging van het ziektecijfer staat. Tot op zekere hoogte wordt deze verschuiving veroorzaakt doordat minder mensen op jongere leeftijd aan overdraagbare ziektes overlijden, maar we mogen ziektes die onder oudere mensen steeds vaker voorkomen niet verwarren met ziektes als gevolg van het gewone verouderingsproces.<sup>3</sup> De ziekte- en sterftecijfers worden op alle leeftijden aanzienlijk

door de manier van leven beïnvloed. Mannen en vrouwen tussen de vijfenveertig en negenenzeventig die lichamelijk actief zijn, voldoende groente en fruit eten, niet roken en niet te veel drinken hebben in een willekeurig jaar gemiddeld 75 procent minder kans om te overlijden dan mensen met ongezonde gewoontes.<sup>4</sup>

18 Het snel stijgende aantal mensen met chronische ziektes leidt niet alleen tot een toename van allerlei vormen van lijden, maar zorgt ook voor torenhoge medische kosten. In de Verenigde Staten wordt per jaar per persoon meer dan achtduizend dollar uitgegeven aan gezondheidszorg, wat neerkomt op bijna 18 procent van het bruto nationaal product (bnp).<sup>5</sup> Een groot gedeelte van dit geld gaat op aan de behandeling van ziektes die te voorkomen zijn, zoals diabetes type 2 en hartkwalen. Andere landen geven minder aan gezondheidszorg uit, maar ook daar stijgen de kosten door de toename van chronische ziektes in een zorgwekkend tempo (Frankrijk geeft tegenwoordig bijvoorbeeld ongeveer 12 procent van het bnp aan gezondheidszorg uit). De vraag rijst hoe China, India en andere ontwikkelingslanden naarmate hun rijkdom toeneemt met de stijging van dergelijke kosten zullen omgaan. Het is duidelijk dat de kosten van de gezondheidszorg omlaag moeten en dat er nieuwe, goedkopere behandelmethoden moeten worden ontwikkeld voor de miljarden zieken van nu en in de toekomst. Het zou echter beter zijn om deze ziektes te voorkomen. Maar hoe?

En daarmee komen we weer terug bij het verhaal van de Mystery Monkey. Als men het noodzakelijk achtte om het aapje uit de buitenwijken van Tampa te verwijderen omdat het daar niet thuishoort, wordt het misschien ook tijd om de voormalige buurtgenoten van het beestje naar een biologisch gezien wat gewonere natuurlijke toestand terug te brengen. De mens is weliswaar net als het resusaapje heel goed in staat in een breed spectrum aan leefomgevingen (waaronder buitenwijken en laboratoria) te overleven en zich voort te planten, maar zouden we niet gezonder zijn als we het voedsel aten waaraan we geadapteerd zijn en net zoveel lichaamsbeweging hadden als onze voorouders? De logica dat de evolutie de mens primair geschikt heeft gemaakt om te overleven en zich voort te planten als jager-verzamelaar in plaats van als boer, fabrieksarbeider of kantoorbediende vormt de inspiratiebron voor de groeiende beweging

van de moderne holbewoner. Aanhangers van deze stroming stellen dat we gezonder en gelukkiger zouden zijn als we meer zoals onze voorouders uit het Paleolithicum zouden eten en bewegen. Om te beginnen moet je een 'paleodiet' volgen. Eet volop vlees (uiteraard van met gras gevoerde dieren), noten, vruchten, zaden en bladgroentes, en vermijd alle vormen van voedsel waaraan suiker en gemodificeerd zetmeel is toegevoegd. Wie dit echt serieus neemt kan zijn dieet uitbreiden met wormen, en eet geen granen, zuivelproducten of gefrituurd voedsel. Daarnaast kunnen andere paleolithische activiteiten in de dagelijkse routine worden verweven. Ga dagelijks 10 kilometer hardlopen (natuurlijk op blote voeten), klim eens in een boom, ga in het park achter de eekhoorns aan, gooi met rotsblokken, gebruik geen stoelen meer en ga op een plank in plaats van een matras slapen. Hier moet wel bij worden gezegd dat de aanhangers van deze manier van leven je niet aanmoedigen ontslag te nemen, naar de Kalahari te verhuizen en af te zien van de geneugten van het moderne leven – zoals wc's, auto's en internet (dat onontbeerlijk is om gelijkgestemden via blogs over je Paleolithicumervaringen te vertellen). Ze willen er wél toe aanzetten dat je beter gaat nadenken over het gebruik van je lichaam, met name op het gebied van voeding en beweging.

19

Hebben ze daar gelijk mee? Als een meer paleolithische manier van leven echt gezonder is, waarom leiden dan niet meer mensen zo'n bestaan? Wat zijn de nadelen? Welke soorten voedsel en activiteiten moeten we schrappen of juist omarmen? Het ligt voor de hand dat de mens niet geschikt is om hele bergen vet eten naar binnen te werken en de hele dag op de bank te hangen, maar de evolutie van onze voorouders was er evenmin op gericht om gekweekte gewassen en gefokt vee te eten, boeken te lezen, antibiotica te gebruiken, koffie te drinken of op blote voeten over straten vol glassplinters te rennen.

Deze en andere kwesties leiden tot de vraag die de kern van dit boek vormt: *waar is het menselijk lichaam aan gedapteerd?*

Beantwoording van die vraag is een hele opgaaft en vergt verschillende benaderingen. Een van de dingen die bekeken moeten worden is het verhaal van de evolutie van het menselijk lichaam. Hoe en waarom is ons lichaam geëvolueerd tot wat het nu is? Hoe zijn onze eetgewoontes geëvolueerd? Hoe zijn onze activiteiten geëvolueerd? Waarom hebben we grote hersenen, geen vacht, holle voeten en an-

dere specifieke kenmerken? We zullen zien dat de antwoorden op deze vragen boeiend en vaak hypothetisch zijn en af en toe gaan ze tegen het gezonde verstand in. Allereerst moeten we ons echter buigen over de achterliggende, stekelige vraag wat 'adaptatie' eigenlijk is. Het is een berucht feit dat adaptatie als concept lastig definieerbaar en toepasbaar is. Dat we ons hebben geëvolueerd tot het eten van bepaalde dingen en het verrichten van bepaalde handelingen wil nog niet zeggen dat ze goed voor ons zijn en dat ander voedsel en andere lichaamsbeweging niet beter voor ons zouden kunnen zijn. Voordat we nader ingaan op het verhaal van het menselijk lichaam, moeten we daarom eerst eens bezien hoe het concept adaptatie uit de theorie van de natuurlijke selectie voortkomt, wat de term precies betekent en hoe die voor ons hedendaagse lichaam van betekenis kan zijn.

### *Hoe natuurlijke selectie verloopt*

Evolutie maakt, net als seks, felle meningen los bij degenen die er professioneel onderzoek naar doen, en ook bij degenen die het onderwerp zo verkeerd en gevaarlijk vinden dat het niet eens aan kinderen mag worden onderwezen. Ondanks veel controverse en hartgrondige onwetendheid mag de gedachte dat evolutie zich voordoet niet ter discussie staan. Evolutie is niets anders dan verandering naarmate de tijd verstrijkt. Zelfs de meest doorgewinterde creationist erkent dat de aarde en de bewoners ervan niet altijd hetzelfde zijn geweest. Ten tijde van de verschijning van Darwins *On the Origin of Species*, in 1859, wisten geleerden al dat delen van wat vroeger de bodem van de oceaan was, vol schelpen en mariene fossielen, op een of andere manier tot in de bergen omhoog was gestuwd. Vondsten van gefossiliseerde mammoeten en andere uitgestorven schepsels getuigden ervan dat de wereld ingrijpend was veranderd. Het radicale aan Darwins theorieën was zijn adembenemend alomvattende verklaring van de wijze waarop evolutie zich via natuurlijke selectie en zonder enige tussenkomst voltrekt.<sup>6</sup>

Natuurlijke selectie is een opvallend eenvoudig proces, dat in wezen voortvloeit uit drie veelvoorkomende fenomenen. Het eerste daarvan is *variatie*. Elk organisme verschilt van de andere leden van zijn soort. Jouw familie, je burens en andere mensen verschillen alle-

maal in gewicht, beenlengte, vorm van de neus, persoonlijkheid en dergelijke. Het tweede fenomeen is de *genetische erfelijkheid*. Bepaalde variaties die zich in elke groep voordoen worden geërfd omdat ouders hun genen aan hun nakomelingen doorgeven. Je lengte is aanzienlijk erfelijker dan je persoonlijkheid, en welke taal je spreekt heeft geen enkele genetische erfelijkheidscomponent. Het derde fenomeen is het *differentieel voortplantingssucces*. Organismes, inclusief de mens, verschillen van elkaar in de hoeveelheid nakomelingen die ze krijgen en die overleven om zich ook weer voort te planten. Vaak lijken de verschillen in voortplantingssucces klein en onbetekenend (mijn broer heeft één kind meer dan ik), maar die verschillen kunnen verstrekkend en van grote betekenis zijn als individuen moeten vechten of wedijveren om te overleven en zich voort te planten. Elke winter sterft 30 tot 40 procent van de eekhoorns in de wijk waar ik woon, en vergelijkbare percentages van de mensheid werden het slachtoffer in periodes van hongersnood en epidemieën. De Zwarte Dood kostte in Europa in 1348-1350 aan ten minste een derde van de bevolking het leven.

21

Wie onderschrijft dat variatie, erfelijkheid en een differentieel voortplantingssucces bestaan, moet ook aanvaarden dat natuurlijke selectie bestaat, omdat natuurlijke selectie het onvermijdelijke voortvloeisel uit die drie fenomenen is. Leuk of niet: natuurlijke selectie vindt plaats. Of, formeler gezegd: natuurlijke selectie doet zich altijd voor waar individuen met erfelijke variaties zich onderscheiden in het aantal overlevende nakomelingen in vergelijking met andere individuen in de populatie (ze onderscheiden zich, met andere woorden, met hun *relatieve geschiktheid*).<sup>7</sup> Natuurlijke selectie doet zich het vaakst en het sterkst voor wanneer organismes zeldzame, schadelijke variaties overerven, zoals bloederziekte (het onvermogen van het bloed om te stollen) – aandoeningen die de mogelijkheid voor het individu om te overleven en zich voort te planten belemmeren. Dergelijke eigenschappen hebben minder kans om aan volgende generaties te worden doorgegeven en worden op die manier geleidelijk uit de populatie verdreven. Zo'n filter heet negatieve selectie en leidt binnen een populatie in de loop van langere tijd tot een minimum aan verandering en handhaving van de status quo. Een enkele keer doet zich echter positieve selectie voor: een organisme erft toevallig een *adaptatie*, een nieuwe, erfelijke eigenschap die aan de overleving

bijdraagt en een betere voortplanting dan die van de concurrentie bevordert. Adaptieve kenmerken dienen zich, qualitate qua, van generatie op generatie vaker aan, en zorgen daarmee in de loop van de tijd voor verandering.

22 Op het eerste gezicht is adaptatie een eenvoudig gegeven dat net zo ongecompliceerd van toepassing is op de mens als op de Mystery Monkey en andere levende wezens. Als een soort evolueert – en zich dus ‘adapteert’ aan een bepaald dieet of een bepaalde habitat – wordt een lid van die soort geacht het meest succesvol te zijn als het dat voedsel eet dan wel in die omstandigheden leeft. We begrijpen allemaal dat een leeuw geschikt is om op de Afrikaanse savanne te leven dan in de bossen van een gematigd klimaat, op een onbewoond eiland of in de dierentuin. Als leeuwen aan de Serengeti zijn geadapteerd en dus het meest geschikt zijn om daar te leven, zegt dezelfde logica dan niet dat de mens geadapteerd is, ofwel het meest geschikt is, om als jager-verzamelaar te leven? Om tal van redenen is het antwoord op die vraag ‘niet noodzakelijkerwijs’, en de beoordeling van hoe en waarom dat al dan niet het geval is heeft grote gevolgen voor ons denken over het evolutionaire verhaal van het menselijk lichaam en de betekenis ervan voor het heden en de toekomst .

### *Adaptatie als stekelig concept*

Je lichaam kent duizenden voor de hand liggende adaptaties. Je zweetklieren dragen bij aan verkoeling, je hersenen dragen bij aan het denken en de enzymen in je maag dragen bij aan de spijsvertering. Dat zijn allemaal adaptaties, want het zijn nuttige, overerfde eigenschappen die uit natuurlijke selectie zijn voortgekomen en die overleving en voortplanting bevorderen. Normaal gesproken beschouwen we dit soort adaptaties als vanzelfsprekend, en hun adaptieve waarde wordt meestal pas duidelijk als ze het niet naar behoren doen. Menigeen zal oorsmeer bijvoorbeeld als een nutteloze hindernis zien, terwijl het in feite afscheiding is die oorontsteking helpt voorkomen. Niet alle eigenschappen van ons lichaam zijn echter adaptaties (ik kan geen enkele reden verzinnen voor het bestaan van de kuiltjes in mijn wangen, mijn neusharen of mijn aandrang om te gapen), en veel adaptaties werken op ogenschijnlijk onlogische en onvoorspelbare

manieren. Voor inzicht in hetgeen waaraan we geadapteerd zijn is vereist dat we echte adaptaties herkennen en hun betekenis kunnen interpreteren. Maar dat is makkelijker gezegd dan gedaan.

Het eerste probleem is het bepalen welke eigenschappen adaptaties zijn, en waarom. Laten we eens kijken naar je genoom, een opeenvolging van ruwweg 3 miljard paar moleculen (basenparen) waarmee iets meer dan twintigduizend genen worden gecodeerd. Op elk moment in je leven repliceren de cellen in je lichaam deze miljarden basenparen, en dat gebeurt elke keer met een vrijwel perfecte nauwkeurigheid. Het lijkt logisch om deze miljarden gecodeerde strengen allemaal als essentiële adaptaties te beschouwen, maar gebleken is dat bijna een derde van je genoom geen duidelijke functie heeft en slechts bestaat omdat het er willekeurig terecht is gekomen of het is zijn nut in de loop der eeuwen kwijtgeraakt.<sup>8</sup> Ook je fenotype (je waarneembare eigenschappen, zoals de kleur van je ogen en de grootte van je blindedarm) zit vol met eigenschappen die ooit wellicht nuttig waren, maar dat nu niet meer zijn – of die eenvoudigweg bijproducten zijn van de manier waarop je je ontwikkeld hebt.<sup>9</sup> Je hebt verstandskiezen (als je ze althans nog hebt) omdat je de groei ervan geërfd hebt, terwijl ze je vermogen om te overleven en je voort te planten net zomin beïnvloeden als het feit dat je duim uit twee kootjes bestaat, je oorlelletjes wel of juist niet aan je wang vastzitten of – bij mannen – de aanwezigheid van tepels. Het is daarom een vergissing om alle kenmerken als adaptaties te zien. Verder is het weliswaar heel eenvoudig om over de adaptatieve waarde van elk kenmerk een leuk verhaal te verzinnen (zoals de absurde gedachte dat een neus handig is om een bril op te zetten), maar is er nauwgezet wetenschappelijk onderzoek nodig om te bepalen welke kenmerken ook echt adaptaties zijn.<sup>10</sup>

Adaptaties zijn weliswaar minder wijdverbreid en minder eenvoudig te herkennen dan vaak wordt aangenomen, maar je lichaam zit er wel vol mee. Wat een adaptatie echt *adaptief* maakt (ofwel: wat het vermogen van het individu om te overleven en zich voort te planten verbetert), hangt vaak van de context af. Dat besef was een van de belangrijkste inzichten die Darwin tijdens zijn zo geroemde reis om de wereld met de Beagle opdeed. Darwin kwam (na terugkeer in Londen) tot de conclusie dat variaties in de vorm van de snavel van vinken op de Galapagoseilanden adaptaties zijn om verschillen-



de soorten voedsel te kunnen eten. In de regentijd kwamen langere en dunnere snavels van pas voor het eten van het favoriete voedsel, zoals cactusvruchten en teken, terwijl in de droge periode kortere, dikkere snavels handiger waren voor het nuttigen van minder smakelijk, harder en minder voedzaam eten, zoals noten en zaden.<sup>11</sup> De vorm van de snavel, een genetisch erfelijk kenmerk dat per populatie kan verschillen, speelt dus een rol in de natuurlijke selectie op de Galapagoseilanden. De neerslagpatronen fluctueren per seizoen en per jaar, en vinken met langere snavels krijgen in de droge tijd relatief minder nakomelingen, terwijl vinken met kortere snavels in natte periodes relatief minder nakomelingen krijgen; dat leidt tot verandering van het percentage langere en kortere snavels. Hetzelfde proces is van toepassing op andere soorten, ook mensen. Veel variaties bij de mens, zoals lichaamslengte, vorm van de neus en het vermogen om voedsel als melk te verteren, zijn erfelijk en zijn door specifieke omstandigheden in de leefomgeving onder bepaalde populaties geëvolueerd. Een blanke huid beschermt bijvoorbeeld slecht tegen verbranding door de zon, maar is een adaptatie die de cellen onder het huidoppervlak in een gematigd klimaat met een beperkte ultraviolette straling in staat stelt ook 's winters voldoende vitamine D te produceren.<sup>12</sup>

Als adaptaties contextafhankelijk zijn, welke context is dan het belangrijkste? Hier wordt het op verstrekkende manieren ingewikkeld. Omdat adaptaties per definitie kenmerken zijn die jou aan meer nakomelingen dan de anderen binnen jouw populatie helpen, wil dat zeggen dat de selectie voor adaptatie het sterkst zal zijn als jouw voortplanting het sterkst onder druk staat. Met andere woorden: adaptaties evolueren het sterkst onder moeilijke omstandigheden. Jouw voorouders van ongeveer 6 miljoen jaar geleden aten bijvoorbeeld voornamelijk vruchten, maar dat wil niet zeggen dat hun gebit alleen maar geschikt was om op vijgen en druiven te kauwen. Als zich eens een zeldzame periode van droogte voordeed hadden individuen met grotere, dikkere kiezen, waarmee ze minder geliefd voedsel als taaie bladeren, stelen en wortels konden kauwen, een sterk selectief voordeel. Vergelijkbaar is de vrijwel alomtegenwoordige neiging om machtige dingen als taart en cheeseburgers te willen eten en de overvloedige calorieën als vet op te slaan binnen de huidige omstandigheden van eindeloze overvloed een slechte adaptatie, terwijl deze vroe-

ger, toen er minder en caloriearmer eten was, buitengewoon nuttig was.

Adaptaties hebben hun voordelen maar eisen ook hun tol. Elke keer dat je iets doet, kun je iets anders niet doen. Daarnaast geldt dat bij onvermijdelijke veranderingen van omstandigheden de relatieve prijs en opbrengst van de variaties, afhankelijk van de context, even onvermijdelijk ook veranderen. Onder de vinken op de Galapagoseilanden zijn brede snavels minder geschikt voor het eten van cactusvruchten, smallere snavels minder geschikt voor het eten van harde zaden en tussenin-snavels voor geen van beide soorten voedsel erg geschikt. Voor mensen geldt dat korte benen voordelig zijn voor het opstaan van warmte in een koud klimaat, maar minder geschikt om efficiënt grote afstanden te wandelen of hard te lopen. Een gevolg van deze en andere compromissen is dat natuurlijke selectie zelden of nooit tot perfectie leidt omdat omstandigheden voortdurend veranderen. Doordat neerslag, temperatuur, voeding, roofdieren, prooi en andere factoren in de loop van seizoenen, jaren en langere tijdspannes variëren, verandert ook de adaptieve waarde van elk kenmerk. De adaptaties van elk individu zijn dus het onvolkomen product van een eindeloze reeks voortdurend schuivende compromissen. Natuurlijke selectie stuurt organismes onafgebroken in de richting van het optimale, terwijl het optimale tegelijkertijd vrijwel nooit haalbaar is.

25

Perfectie mag dan onhaalbaar zijn, toch functioneert het lichaam onder een keur van uiteenlopende omstandigheden opmerkelijk goed. Dat komt doordat de evolutie adaptaties in het lichaam opslaat, zoals de meeste mensen hun hele leven keukengerei, boeken en kleren blijven verzamelen. Je lichaam is een opeenhoping van in de loop van miljoenen jaren vergaarde adaptaties. Dit mengelmoesje valt te vergelijken met een palimpsest, een oud stuk perkament waar meer dan één keer op geschreven is en dat dus meerdere lagen tekst bevat, en waarvan de verschillende tekstlagen zich door slijtage van de bovenste lagen met elkaar vermengen. Een lichaam heeft net als een palimpsest allerlei aan elkaar gerelateerde adaptaties, die soms met elkaar botsen maar op andere momenten met elkaar samenwerken, zodat je in een breed scala aan omstandigheden kunt functioneren. Denk daarbij bijvoorbeeld eens aan je voedingspatroon. Doordat we van de voornamelijk vruchten etende apen afstammen is het gebit van de mens buitengewoon geschikt om vruchten te eten, maar be-

paald niet voor het eten van rauw vlees – en al helemaal geen taai wild. Later leidde evolutie tot adaptaties als het vermogen om van stenen gereedschap te maken en om te koken, waardoor we nu ook vlees, kokosnoten, brandnetels en vrijwel alle andere niet-giftige dingen kunnen eten. Meerdere, op elkaar inwerkende adaptaties dwingen soms echter tot compromissen. Zoals in volgende hoofdstukken zal blijken heeft de mens zich zo geëvolueerd dat hij rechtop loopt en rent, maar zorgen die adaptaties er wel voor dat hij minder snel is en minder goed kan klimmen.

26 Het laatste en belangrijkste dat over adaptatie te zeggen valt is eigenlijk een essentiële waarschuwing: geen enkel organisme is in de eerste plaats geadapteerd om gezond te zijn, lang te leven, gelukkig te zijn of de vele andere doelen te verwezenlijken waar de mens naar streeft. Het zij nog maar eens gezegd dat adaptaties uit natuurlijke selectie voortkomende kenmerken zijn die een relatief succes bij de voortplanting bevorderen (gezondheid). De evolutie zal dus slechts tot adaptaties ten gunste van een betere gezondheid, een langer leven of een groter geluk stimuleren voor zover die eigenschappen gunstig zijn voor het vermogen van het individu om meer overlevende nakomelingen te produceren. Om even naar een eerder onderwerp terug te keren: de evolutie van de mens heeft er niet voor gezorgd dat we vatbaar voor zwaarlijvigheid zijn omdat meer vet gezond is, maar omdat het de vruchtbaarheid bevordert. In diezelfde trant veroorzaakt de neiging van onze soort om zorgelijk, bang en gespannen te zijn weliswaar ellende en ongeluk, maar het gaat daarbij om een oude adaptatie om gevaar te vermijden dan wel het hoofd te bieden. En de evolutie heeft ons niet alleen het vermogen gebracht om samen te werken, te innoveren, te communiceren en te verzorgen, maar ook om te bedriegen, te stelen, te liegen en te moorden. Het komt erop neer dat veel van de adaptaties van de mens niet per se tot stand gekomen zijn om lichamelijk of geestelijk welzijn te bevorderen.

Al met al is beantwoording van de vraag waar de mens precies aan geadapteerd is paradoxaal genoeg tegelijkertijd eenvoudig en buitengewoon ingewikkeld. Aan de ene kant is het fundamentele antwoord dat de mens geadapteerd is om zo veel mogelijk kinderen, kleinkinderen en achterkleinkinderen te krijgen. Aan de andere kant is de wijze waarop ons lichaam erin slaagt zichzelf aan volgende generaties door te geven allesbehalve eenvoudig. Vanwege onze ingewikkel-

de evolutionaire geschiedenis zijn wij niet geadapteerd aan één dieet, habitat, sociaal milieu of manier van bewegen. Evolutionair gezien bestaat er niet zoiets als een optimale gezondheid. Als gevolg daarvan overleeft de mens niet alleen, maar bloeit hij soms op – net als de Mystery Monkey – in omstandigheden waarvoor hij helemaal niet geëvolueerd is (zoals de buitenwijken in Florida).

Waarom zou iemand die geïnteresseerd is in zijn of haar welzijn over de evolutie van de mens willen nadenken als die evolutie geen handzame richtlijnen biedt voor een zo goed mogelijke gezondheid en ter voorkoming van ziektes? Waarom zijn apen, neanderthalers en de eerste neolithische boeren van betekenis voor ons lichaam? Ik weet twee buitengewoon belangrijke antwoorden op die vraag. Het ene heeft betrekking op het evolutionaire verleden, het andere op het heden en de toekomst van de evolutie.

27

### *Het belang van het evolutionaire verleden van de mens*

Ieder mens en ieder lichaam heeft een verhaal. Jouw lichaam heeft zelfs diverse verhalen. Een daarvan is het verhaal van jouw leven, jouw biografie: wie je ouders zijn, hoe ze elkaar hebben leren kennen, waar je je jeugd hebt doorgebracht en hoe je lichaam door de wisselvalligheden van het leven getekend is. Het andere verhaal is evolutionair: de lange keten van gebeurtenissen die het lichaam van je voorouders van generatie op generatie, in de loop van miljoenen jaren, heeft veranderd en ervoor gezorgd heeft dat jij een ander lichaam hebt dan *Homo erectus*, een vis of een fruitvliegje.<sup>13</sup> Beide verhalen zijn de moeite van het kennen waard, en ze hebben ook bepaalde overeenkomsten: personages (tot vermeende helden en boeven aan toe), locaties, toevalligheden, triomfen en ellende.<sup>14</sup> Beide verhalen kunnen ook met een wetenschappelijk oog worden bekeken door ze te beschouwen als hypothesen waarvan de feiten en aannamen kunnen worden bevraagd en afgewezen.

De evolutionaire geschiedenis van het menselijk lichaam is een interessant, eindeloos verhaal. Een van de belangrijkste lessen die dat verhaal ons leert is dat we niet een onvermijdelijke soort zijn. Als de omstandigheden anders waren geweest – een heel klein beetje was al genoeg geweest – zouden we nu heel andere wezens zijn (en

naar alle waarschijnlijkheid hadden we dan niet eens bestaan). Voor veel mensen is de belangrijkste reden om het verhaal van het menselijk lichaam te vertellen (en te toetsen) echter dat ze willen verklaren waarom we zijn wat we zijn. Waarom hebben we grote hersenen, lange benen, een bijzonder zichtbare navel en andere typische kenmerken? Waarom lopen we op twee benen en communiceren we met taal? Waarom werken we zoveel samen en koken we ons eten? Een verwante, belangrijke en praktische reden om te bestuderen hoe het menselijk lichaam zich geëvolueerd heeft is dat het ons kan helpen te bepalen waar we wel en waar we juist niet aan geadapteerd zijn – en dus waarom we ziek worden. Onderzoek naar de vraag waarom we ziek worden is weer essentieel voor het bestrijden en behandelen van aandoeningen.

Om dit goed te illustreren bekijken we het voorbeeld van diabetes type 2, een vrijwel volledig te voorkomen aandoening waarvan het aantal gevallen wereldwijd in moordend tempo toeneemt. Deze aandoening dient zich aan als de cellen in je lichaam niet meer reageren op insuline, een hormoon dat suiker uit je bloed haalt en als vet opslaat. Als dit onvermogen om op insuline te reageren intreedt, gaat het lichaam zich gedragen als een kapotte verwarmingsinstallatie: de warmte wordt niet meer van de ketel door het huis verspreid, waardoor de ketel oververhit raakt en het in huis koud blijft. Met diabetes blijft de bloedsuikerspiegel stijgen, wat de alvleesklier aanzet tot de productie van nog meer insuline – maar allemaal zonder resultaat. Na verloop van jaren kan de uitgeputte alvleesklier niet meer voldoende insuline aanmaken, en dan blijft de bloedsuikerspiegel aanhoudend hoog. Te veel bloedsuiker is giftig en leidt tot afschuwelijke gezondheidsproblemen en uiteindelijk de dood. Gelukkig slaagt de medische wetenschap er steeds beter in de symptomen van diabetes al vroeg te herkennen en te behandelen, waardoor miljoenen mensen tientallen jaren langer in leven blijven.

Op het eerste gezicht lijkt de evolutionaire geschiedenis van het menselijk lichaam voor de behandeling van mensen met diabetes type 2 niet van belang. Omdat deze patiënten dringend dure behandelingen nodig hebben, zoeken duizenden onderzoekers van de mechanismes die de aandoening veroorzaken tegenwoordig naar antwoorden op vragen als waarom obesitas bepaalde cellen resistent maakt tegen insuline, waarom overwerkte, insuline-producerende

cellen in de alvleesklier ermee ophouden en waarom bepaalde genen ervoor zorgen dat sommige mensen wel en anderen juist niet vatbaar voor de ziekte zijn. Dergelijk onderzoek is voor een betere behandeling van levensbelang. Maar hoe zit het met het voorkomen van de ziekte? Om een aandoening of welk ander ingewikkeld probleem ook te voorkomen moeten we niet alleen de direct eraan voorafgaande, veroorzakende mechanismes kennen, maar ook de diepere, achterliggende oorzaken. Waarom doet het zich voor? Waarom zijn mensen zo vatbaar voor een aandoening als diabetes type 2? Waarom loopt de een meer risico dan de ander? Waarom lukt het ons niet mensen ervan te overtuigen dat ze gezonder moeten eten en meer moeten bewegen om de ziekte te voorkomen?

29

Pogingen om deze en andere waaromvragen te beantwoorden dwingen ons de evolutionaire geschiedenis van het menselijk lichaam erbij te halen. Niemand heeft die verplichting ooit beter onder woorden gebracht dan de baanbrekende geneticus Theodosius Dobzhansky: ‘Niets in de biologie is te begrijpen zonder het in het licht van de evolutie te beschouwen.’<sup>15</sup> Waarom? Omdat het leven uiteindelijk het proces is waarin levende dingen energie gebruiken om nieuwe levende dingen te maken. Als je dus wilt weten waarom je er anders uitziet, anders functioneert en anders ziek wordt dan je grootouders, je burens en de Mystery Monkey, moet je de biologische geschiedenis – de hele keten van processen – kennen die ervoor gezorgd heeft dat je van je grootouders, je burens en de Mystery Monkey verschilt. De belangrijke details van dit verhaal gaan bovendien vele generaties terug. De verschillende adaptaties in je lichaam werden uitgekozen om je voorouders te helpen overleven en zich in een ontelbaar aantal incarnaties voort te planten – niet alleen als jager-verzamelaars, maar ook als vissen, apen, *Australopithecus*, en in een recenter verleden als boeren. Deze adaptaties verklaren en beperken het functioneren van je lichaam op het gebied van spijsvertering, denken, voortplanting, slapen, lopen, rennen en dergelijke. Daarom helpt inzicht in de lange evolutionaire geschiedenis van het lichaam bij het verklaren waarom jij en anderen gewond raken of ziek worden als je dingen doet waar je niet of onvoldoende aan geadapteerd bent.

Laten we even terugkeren naar de vraag waarom mensen diabetes type 2 krijgen. Het antwoord ligt niet alleen besloten in de cellulaire en genetische mechanismes die de ziekte veroorzaken. Diabetes is

vooral een toenemend probleem omdat het menselijk lichaam, net als dat van in gevangenschap levende primaten, in eerste instantie geadapteerd is aan heel andere omstandigheden, waardoor we onvoldoende aangepast zijn om met het voedsel en de lichamelijke inactiviteit van tegenwoordig om te gaan.<sup>16</sup> Gedurende miljoenen jaren van evolutie was het tij gunstig voor voorouders die geen genoeg konden krijgen van energierijk voedsel, ook als dat eenvoudige koolhydraten als het vroeger zeldzame suiker bevatte, en zij sloegen de extra calorieën met succes op als vet. Deze verre voorouders liepen niet het risico door gebrek aan lichaamsbeweging, de consumptie van frisdrank en het eten van donuts diabetes te ontwikkelen. Blijkbaar vond er bij onze voorouders ook weinig selectie plaats op basis van adaptatie aan de oorzaken van andere moderne ziektes en aandoeningen, zoals verharding van de slagaderen, osteoporose en bijziendheid. Het fundamentele antwoord op de vraag waarom zoveel mensen tegenwoordig last hebben van vroeger heel zeldzame ziektes luidt dat veel lichamelijke kenmerken geëvolueerd zijn voor omgevingen waar we vroeger in leefden, maar dat deze slecht passen bij de omstandigheden waarin we tegenwoordig leven. Dit idee, dat wel de mismatchtheorie wordt genoemd, vormt de kern van een nieuw vakgebied, de evolutionaire geneeskunde, waarin evolutiebiologie in verband wordt gebracht met gezondheid en ziekte.<sup>17</sup>

De mismatchtheorie vormt de kern van het tweede deel van dit boek, maar om erachter te komen welke aandoeningen wel en welke niet door deze evolutionaire scheefgroei worden veroorzaakt is meer dan een oppervlakkige beschouwing van de evolutie van de mens noodzakelijk. Simplistisch gebruik van de mismatchtheorie heeft geleid tot ideeën waarin betoogd wordt dat de mens tot jager-verzamelaar is geëvolueerd en dus optimaal geadapteerd is aan het leven als jager-verzamelaar. Dat soort denken leidt maar al te makkelijk tot naïeve voorschriften die gebaseerd zijn op basis van wat we de Bosjesmannen in de Kalahari of de Inuit in Alaska hebben zien eten en doen. Een van de problemen is dat jager-verzamelaars zelf niet altijd gezond zijn, en dat ze bovendien helemaal niet op elkaar lijken, voornamelijk omdat ze leven in omgevingen die uiteenlopen van woestijnen en regenwouden tot bosrijk gebied en arctische toendra's. Er bestaat niet zoiets als één ideale, ultieme manier van leven van de jager-verzamelaars. Bovendien, en dat is al ter sprake gekomen, was

natuurlijke selectie er niet op gericht om jager-verzamelaars (of welk ander schepsel dan ook) zo gezond mogelijk te laten zijn, maar om ze in staat te stellen zo veel mogelijk nakomelingen te verwekken die zich vervolgens zelf ook weer konden voortplanten. Het kan ook geen kwaad nog eens te herhalen dat het menselijk lichaam (dus ook dat van de jager-verzamelaar) palimpsestachtige opeenstapelingen van in de loop van talloze generaties opgedane en aangepaste adaptaties zijn. Voordat onze voorouders jager-verzamelaars werden waren het aapachtige tweevoeters, en nog weer eerder apen, kleine zoogdieren, enzovoort. En sindsdien hebben sommige populaties zich door middel van nieuwe adaptaties weer geëvolueerd tot bijvoorbeeld boeren. Hieruit blijkt dat het menselijk lichaam niet voor één bepaalde leefomgeving is geëvolueerd en daaraan is geadapteerd. Een antwoord op de vraag waaraan we geadapteerd zijn vereist dus niet alleen dat we jager-verzamelaars met een realistische blik beoordelen, maar ook dat we goed kijken naar de lange keten van gebeurtenissen die tot dat jagen en verzamelen leidde en naar wat er gebeurd is sinds we de gewassen voor ons voedsel zelf zijn gaan verbouwen. Proberen te begrijpen waar het menselijk lichaam aan geadapteerd is door ons alleen maar op jager-verzamelaars te concentreren, is vergelijkbaar met een poging het resultaat van een voetbalwedstrijd te begrijpen wanneer je alleen het laatste kwartier hebt bekeken.

31

Het komt erop neer dat, als we willen begrijpen waar het menselijk lichaam al dan niet aan geadapteerd is, het heel zinnig is ons te verdiepen in het verhaal dat vertelt hoe en waarom het menselijk lichaam geëvolueerd is. Zoals voor elk familieverhaal geldt loont het de evolutionaire geschiedenis van onze soort te kennen, maar is deze ook verwarrend rommelig en incompleet. Wie de stamboom van onze voorouders probeert te ontrafelen, zal merken dat het in vergelijking daarmee kinderspel is om alle personages uit *Oorlog en Vrede* te leren onderscheiden. Toch heeft meer dan een eeuw intensief onderzoek tot een coherent en algemeen aanvaard begrip geleid van de manier waarop onze afstamming zich heeft geëvolueerd van apen in een Afrikaans woud tot de moderne mensen die het grootste deel van onze wereld bevolken. Als we even niet ingaan op de precieze details van de stamboom (in wezen vooral wie wie verwekte), kan het verhaal van het menselijk lichaam in essentie worden teruggevoerd tot vijf grote transformaties. Geen van die vijf was onvermijdelijk, maar



door toevoeging van nieuwe adaptaties en verwijdering van andere veranderden ze stuk voor stuk en elk op hun eigen manier de lichamen van onze voorouders.

TRANSITIE 1: *De allereerste menselijke voorouder divergeert van de apen en wordt een rechtop lopende tweevoeter.*

TRANSITIE 2: *Australopithecus, de nakomelingen van deze eerste voorouder, ontwikkelt adaptaties aan het foerageren en eten van gevarieerd voedsel in plaats van vrijwel uitsluitend vruchten.*

32

TRANSITIE 3: *Ongeveer 2 miljoen jaar geleden hebben de eerste leden van het geslacht Homo bijna (maar nog niet helemaal) moderne menselijke lichamen, met iets grotere hersenen, die hen in staat stellen een leven als jager-verzamelaar te leiden.*

TRANSITIE 4: *De menselijke jager-verzamelaar gedijt goed, verspreidt zich over grote delen van de Oude Wereld en evolueert allengs grotere hersenen en een groter, langzamer groeiend lichaam.*

TRANSITIE 5: *De moderne mens evolueert vaardigheden voor taal, cultuur en samenwerking, die hem in staat stellen zich snel over de hele wereld te verspreiden en als enige menselijke soort ter wereld te overleven.*

*Waarom evolutie ook voor heden en toekomst belangrijk is*

Denk je dat evolutie uitsluitend onderzoek naar het verleden behelst? Vroeger was dat het geval, en in het woordenboek staat het ook nog steeds zo: '[...] theorie van Darwin dat de tegenwoordig levende soorten niet afzonderlijk geschapen zijn, maar door voortplanting, onder de invloed van de strijd om het bestaan en de natuurlijke teeltkeus, uit elkaar zijn voortgekomen.' Ik heb moeite met deze definitie omdat evolutie (die ik het liefst als verandering in de loop der tijd omschrijf) een dynamisch proces is dat zich ook vandaag de dag nog voordoet. In tegenstelling tot wat sommige mensen denken is het menselijk lichaam niet aan het eind van het Paleolithicum gestopt met evolueren. Natuurlijke selectie is tegenwoordig net zo meedogenloos gaan-

de als vroeger, en zal blijven doorgaan zolang mensen aanpassingen erven die – in grote of in heel kleine mate – beïnvloeden hoeveel overlevende en zich ook weer voortplantende nakomelingen ze krijgen. Als gevolg daarvan is ons lichaam niet precies hetzelfde als dat van onze voorouders van een paar honderd generaties geleden, en het lichaam van onze nakomelingen over een paar honderd generaties zal ook weer anders dan dat van ons zijn.

Verder moet vermeld worden dat evolutie niet alleen biologisch van aard is. Hoe genen en lichamen in de loop der tijd veranderen is ontzettend belangrijk, maar een andere belangwekkende dynamiek waar we mee te maken hebben is culturele evolutie. Dat is tegenwoordig de sterkste kracht achter veranderingen op aarde, en die verandert ons lichaam ook ingrijpend. Cultuur is eigenlijk gewoon hetgeen mensen leren, en dus evolueert de cultuur. Een essentieel verschil tussen culturele en biologische evolutie is wel dat cultuur niet alleen door toeval, maar ook doelbewust verandert; de bron van die verandering kan iedereen zijn, en dus niet alleen je ouders. Cultuur kan daarom adembenemend snel en in hoge mate evolueren. De culturele evolutie van de mens is miljoenen jaren geleden begonnen, maar versnelde enorm na de evolutie tot de eerste mens, ongeveer 200 000 jaar geleden, en heeft inmiddels een duizelingwekkend tempo ontwikkeld. Als we terugblikken naar de laatste paar honderd generaties zijn twee culturele transformaties voor het menselijk lichaam van essentieel belang geweest, en die moeten aan de voorgaande lijst van evolutionaire veranderingen worden toegevoegd:

33

*TRANSITIE 6: De landbouwkundige revolutie, waarin mensen hun eigen voedsel gingen verbouwen in plaats van te jagen en verzamelen.*

*TRANSITIE 7: De Industriële Revolutie, die begon toen we machines gingen gebruiken om mensenwerk te verrichten.*

Deze laatste twee transformaties leidden weliswaar niet tot nieuwe soorten, maar hun belang voor het verhaal van het menselijk lichaam kan nauwelijks worden overschat. Ze veranderden ingrijpend wat we eten en hoe we werken, slapen, onze lichaamstemperatuur op peil houden, met elkaar omgaan en zelfs ontlasten. Deze en andere veranderingen in de leefomgeving van ons lichaam hebben weliswaar

voor enige natuurlijke selectie gezorgd, maar ze hebben vooral invloed op ons lichaam op manieren die we nu nog niet eens goed kunnen begrijpen. Sommige van die invloeden zijn gunstig geweest, met name om meer kinderen te krijgen. Andere waren daarentegen schadelijk en omvatten onder andere een keur aan nieuwe mismatch-aandoeningen, veroorzaakt door besmetting, verkeerde voeding en lichamelijke inactiviteit. De laatste paar generaties zijn we erin geslaagd veel van deze aandoeningen te elimineren of te beteugelen, maar andere chronische, niet-overdraagbare en vaak aan obesitas gerelateerde mismatchaandoeningen nemen nu snel toe in frequentie en intensiteit. Welke maatstaven we ook hanteren, de evolutie van het menselijk lichaam is dankzij snelle culturele veranderingen alles behalve afgelopen.

Ik betoog derhalve dat de briljante vaststelling van Dobzhansky, dat niets in de biologie te begrijpen is zonder het in het licht van de evolutie te beschouwen, mits toegepast op de mens, niet alleen geldt voor evolutie door natuurlijke selectie maar ook voor culturele evolutie. Sterker: omdat culturele evolutie tegenwoordig de dominante factor is voor evolutionaire veranderingen in het menselijk lichaam, kunnen we concluderen dat we beter zullen begrijpen waarom steeds meer mensen chronische, niet-overdraagbare mismatchaandoeningen krijgen en hoe we die aandoeningen kunnen voorkomen door de interactie tussen de culturele evolutie en ons geërfde, eveneens nog evoluerende lichaam te bekijken. Die interactie zet nog wel eens een ongelukkige dynamiek in werking. We worden ziek van niet-overdraagbare mismatchaandoeningen die worden veroorzaakt door het feit dat ons lichaam slecht of onvoldoende geadapteerd is aan de nieuwe leefomgevingen die wij door culturele evolutie zelf hebben ontwikkeld. Vervolgens slagen we er om allerlei redenen soms niet in om iets tegen deze mismatchaandoeningen te doen. In bepaalde gevallen begrijpen we de oorzaken van de aandoening niet goed genoeg om die te bestrijden. Vaak mislukken pogingen tot bestrijding omdat het moeilijk of onmogelijk is de nieuwe leefomgevingsfactoren die de mismatch veroorzaken te veranderen. Een enkele keer stimuleren we deze mismatchaandoeningen zelfs door de symptomen zo doeltreffend te behandelen dat we de oorzaken ervan zonder dat we het merken bestendigen. Door de nieuwe leefomgevingsfactoren die de mismatchaandoeningen veroorzaken niet aan

te pakken, maken we hoe dan ook ruimte voor een vicieuze cirkel die de aandoening in stand houdt en soms zelfs in kwantiteit dan wel hevigheid versterkt. Deze cirkel maakt geen deel uit van de biologische evolutie omdat we deze mismatchaandoeningen niet rechtstreeks op onze kinderen overdragen. Wel kan een en ander onder de noemer van de culturele evolutie worden geschaard, want het gedrag en de leefomgeving die eraan ten grondslag liggen geven we wél door.

Maar ik loop op de zaken, en op het verhaal van het menselijk lichaam, vooruit. Voordat we gaan nadenken over de manieren waarop biologische en culturele evolutie elkaar beïnvloeden moeten we eerst kijken naar de lange weg van de evolutionaire geschiedenis, naar de wijze waarop het vermogen tot cultuur bij de mens evolueerde. Die verkenning vereist dat we de klok ongeveer 6 miljoen jaar terugdraaien, naar een bos ergens in Afrika.