



Gebukt onder het rechtop lopen?

De evolutie naar rechtop lopen bood de mens talloze voordelen, maar de aanpassing naar twee benen is niet optimaal. Zijn de lichamelijke klachten van de moderne mens het gevolg van bipedalisme?

■ HUMANE BIOLOGIE
Door Anne Boonman

'Tenminste 4,4 miljoen jaar geleden is de eerste echte mensachtige overgegaan op een leven op twee benen', vertelt van oorsprong marien bioloog en nu paleo-anthropoloog Josephine Joordens, 'maar er zijn recente inzichten dat dit lange tijd gepaard ging met het klimmen in bomen.' Joordens is verbonden aan de Universiteit Leiden en de Vrije Universiteit Amsterdam, en houdt zich bezig met landschapsreconstructies van de laatste 5 miljoen jaar. Ze vertelt dat dit nog steeds nieuwe inzichten over het bipedalisme oplevert. Het klassieke plaatje van de rechtoplopende mens op de savanne klopt volgens haar niet helemaal meer. 'Recente onderzoeken tonen aan dat mensachtigen langer in een beboste omgeving leefden dan we dachten. We vinden voornamelijk fossielen in en vlakbij beboste graslanden en bossen', aldus Joordens. Ook de bekende, bipedale *Australopithecus afarensis* Lucy die 3,5 miljoen jaar geleden leefde, zou volgens een recente publicatie van biologisch antropoloog Christopher Ruff een lichaam hebben gehad dat niet alleen geschikt was om rechtop te lopen (*Plos One*, 2016). 'Lucy had sterkere armen dan wij tegenwoordig hebben. Haar benen waren relatief juist minder sterk dan die van ons', vertelt Joordens, die niet betrokken was bij dit onderzoek. 'Wij lopen de hele dag op onze benen, maar de sterke armen en de langere, gekromde vingers van Lucy kunnen betekenen dat zij ook nog in bomen klom', aldus Joordens. Lucy valt nog onder de grote groep mensachtigen, de homininen waartoe de moderne mensen, de uitgestorven mensachtigen en alle directe voorouders van de genera *Homo*, *Australopithecus*, *Paranthropus* en *Ardipithecus* behoren. Zij vormden de overgang tussen het op vier benen voortbewegen en het rechtop lopen. Die overgang heeft volgens de wetenschap zeker 2 miljoen jaar geduurd; *Homo erectus*, die ongeveer 2 miljoen jaar geleden ontstond, was de eerste wiens lichaamsbouw sterk lijkt op die van de moderne mens. In deze periode hebben de mensachtigen veel anatomische veranderingen doorstaan, die het mogelijk maakten zich op te richten en te gaan lopen. Door vervorming van het bekken kregen de onderste ruggenwervels de ruimte om in een opgerichte houding 'vast te klikken' in een s-vorm, schreef biofysicus Jarry Machnicki in zijn publicatie in *American Journal of Physical Anthropology* van 2016. Dit bood stabiliteit aan het bovenlijf van deze homininen, zodat de handen niet meer nodig waren als steunpunten. 'De rechtopgaande gang is alleen goed mogelijk bij een bepaalde vorm van de

wervelkolom', verklaart forensisch antropoloog George Maat van het Leids Universitair Medisch Centrum. 'Deze s-vorm kan bij belasting van boven enkel veranderen in een scherpere s-vorm. Zou de wervelkolom zo recht zijn als een rietje, dan zou iedere verstoring een onvoorspelbaar resultaat tot gevolg hebben. Om met een totaal rechte rug stabiliteit te behouden, zouden aan alle kanten enorm veel spieren nodig zijn om de verstoringen tegen te gaan', aldus Maat.

Lichaamshouding

Onderzoek laat zien dat het voor de eerste mensachtigen een enorme kluit was om zich op te richten. Die houding zou twee keer zoveel energie kosten als hun oorspronkelijke lichaamshouding (*American Journal of Physical Anthropology*, 2006). En toch zijn ze rechtop gaan lopen. Op de vraag welke voordelen dat bood, bestaan al jarenlang vele theorieën (zie kader: De voordelen van bipedalisme). Volgens Maat is oprichting van het menselijk lichaam verbonden met een sterke groei van de menselijke hersenen. 'Dit moet een grotere overlevingskans tot gevolg hebben gehad, omdat je meer kan zien en omdat de vergrote hersenen deze extra informatie konden verwerken. Je kan gevaar eerder signaleren, voedsel lokaliseren, en bent beter zichtbaar voor soortgenoten en kan daar ook makkelijker mee communiceren. Probeer maar eens een gesprek met iemand anders op handen en voeten te houden, dat is niets', lacht Maat. Joordens legt uit dat een verklaring voor menselijk bipedalisme gezocht moet worden in de biologie. 'De mens denkt graag over zichzelf als een unieke diersoort die als enige een speciaal looppatroon

'De mens denkt graag over zichzelf als een unieke diersoort die als enige een speciaal looppatroon heeft ontwikkeld'

heeft ontwikkeld. Maar de mens is helemaal niet zo uniek als wij denken', vertelt Joordens. 'Ik denk dat we wat meer vanuit de biologie moeten denken; wij mensen zijn gewoon het product van natuurlijke selectie. De motivatie om een appel te plukken heeft ons niet genetisch veranderd. Het moet allemaal biologisch logisch zijn', aldus Joordens. Volgens die gedachtegang is de moderne mens dus de enige overlevende genetische lijn van mogelijk vele lijnen die geprobeerd hebben rechtop te lopen. Op een andere manier is de mens aangepast geraakt aan het bipedalisme, zonder hierbij uit te sterven. Ondanks dat deze aanpassingen miljoenen jaren oud zijn, zijn ze mogelijk nog niet - of niet meer - optimaal. De gevolgen van bipedalisme ervaart de moderne mens anno 2017 nog steeds. 'Om goed te kunnen lopen heb je baat bij een smaller bekken, maar voor een gemakkelijker bevinging heb je juist profijt van een breed bekken', vertelt Joordens. Door de vervorming van het bekken konden homininen beter lopen, maar tegelijkertijd versmalde het geboortekanaal van de vrouwelijke homininen. 'Apen hebben dus in het algemeen een makkelijker bevinging dan mensen', vertelt Joordens.

Aangezien kinderhoofdjes in de loop der jaren steeds groter zijn gegroeid, heeft dit samen met de vervorming van het bekken, invloed op de speling binnen het geboortekanaal. 'De speling in het geboortekanaal is verminderd', vertelt George Maat. 'Maar bij een normale ontwikkeling is een gewone bevalling nog steeds mogelijk. Wat anders is', zegt Maat, 'is dat de mensenbaby halverwege moet draaien, waardoor het vergrote hoofd naar buiten kan komen. Ondanks de verminderde speling is de aanpassing toch adequaat genoeg, anders zouden wij nooit bestaan hebben.'

Met de vervorming van het bekken en de rug, zijn er nog meer klachten ontstaan waar de moderne mens mee kampt. 'Met het oprichten van de mens moest de wervelkolom opeens veel meer gewicht dragen', stelt Carol Ward, antropoloog en anatoom van de University of Missouri in 2006 in *National Geographic*. Dit gewicht druk het meeste op de onderrug, wat door de s-vorm nog meer wordt versterkt', aldus Ward. Volgens haar is deze druk verantwoordelijk voor verschillende soorten rugpijn en zelfs hernia's.

Rugproblemen

In 1993 deed Ward onderzoek aan de Harvard University naar het skelet van een jonge *Homo erectus*, die 1,5 miljoen jaar geleden al kampte met rugschade, die ze in haar publicatie in *American Journal of Physical Anthropology* toeschreef aan de gevolgen van het rechtop lopen. De Canadese antropoloog Kimberly Plomp, deelt de visie dat een hernia een van de ziektebeelden is die terug te leiden is naar de evolutie van het bipedalisme van de mens, en publiceerde hierover in *BMC Evolutionary Biology* van 2015.

Naast verhoogde druk in de rug, verhoogt rechtop lopen ook druk op andere plekken in het lichaam. De zwaartekracht maakt dat er veel meer bloed in de bloedvaten van de benen wegzakt. Hierdoor verhoogt de druk in weefsels en bloedvaten, wat in het ergste geval oedeemoploping en spataderen tot gevolg heeft (*Journal of Anthropological Sciences*, 2016).

Volgens Maat is de rechtopgaande gang slechts een onderdeel voor de lichamelijke klachten aan het bewegingsapparaat. 'Tegenwoordig worden we veel ouder dan vroeger. Hierdoor worden de tussenwervelschijven langer belast dan ze kunnen verdragen.' Maat legt uit dat de combinatie van slijtage aan een verouderend menselijk lichaam en de verslechtering van de conditie van de moderne mens, de voornaamste veroorzakers van rugproblemen zoals hernia's zijn. 'Uiteraard is de rugbelasting veranderd met het rechtop gaan lopen, maar dat is niet de veroorzaker van deze problematiek.' De evolutie van de mens is nog niet ten einde, stelt Maat. 'De menselijke evolutie gaat echter simpelweg te langzaam om de snelle veranderingen in onze levensstijl te compenseren', verklaart Maat. Hier vallen naast hernia's en moeilijke bevallingen vooral klachten onder die te maken hebben met de zittende levensstijl van de mens. 'Gelukkig bevat het menselijk lichaam nog steeds een hoge mate van plasticiteit', vervolgt Maat. Maar voor een lichaam dat optimaal aanpast is aan een leven op de bank en achter het bureau zijn wellicht nog enkele miljoenen jaren geduld nodig.

De voordelen van bipedalisme

Er circuleren al jarenlang vele theorieën rondom de vraag waarom de mens rechtop is gaan lopen. Sommige wetenschappers zien een verklaring in het voordeel van vrije handen. Doordat de voormalige 'voorpoten' niet meer nodig waren als vervoersmiddel, konden ze gebruikt worden voor andere taken. Zo konden bipedalen met die vrije handen beter vechten (*Plos One*, 2011), en rechtopstaand gevaar eerder zien aankomen.

Ook konden de homininen bijvoorbeeld gereedschap en wapens maken, en deze voorwerpen of kinderen gemakkelijker bij zich dragen. Zo konden ze na het jagen en verzamelen meer voedsel voor hun gezinnen mee naar huis nemen, vergeleken met viervoetigen (*Current Biology*, 2012). Critici vragen zich dan weer af waarom niet meer diersoorten rechtop zijn gaan lopen, als het zoveel voordelen had. Andere onderzoekers, waaronder Joordens, vermoeden dat rechtopgaande mensachtigen dieper het water konden betreden en toch bleven ademen, met het hoofd als hoogste punt. Mogelijk faciliteerde dit mensachtigen om niet alleen rechtop in water te staan, maar ook om daadwerkelijk opgericht te lopen als ze bijvoorbeeld rivieren overstaken (*Naturwissenschaften*, 2010). Foerageren in water zou een sterke motivatie kunnen zijn geweest met een evolutionair voordeel, vooral in tijden van voedselschaarste en competitie op het land.

Een ander voordeel van rechtop lopen is, volgens de Britse fysioloog Peter Wheeler en aanhangers, dat het menselijk lichaam veel minder zonnestraling vangt. Op een bloedhete savanne kan dit een cruciaal voordeel zijn. Dit koppelen medestanders ook aan haarverlies, dat zweten makkelijker zou maken, met als resultaat warmteverlies.

De mens als viervoeter

Niet alle mensen leven en bewegen zich op twee benen voort. In 2005 beschreven Britse wetenschappers een Turkse familie waarin vijf broers en zussen op handen en voeten door het leven gingen. In hun genetische lijn werd - zeer waarschijnlijk door inteelt - meerdere hersenafwijkingen gevonden waardoor het aanleren van een tweevoetig looppatroon niet mogelijk was. Evolutionair bioloog Uner Tan publiceerde in 2006 zijn vermoeden dat deze familie mogelijk het eerste teken van menselijke 'devolutie' zou kunnen zijn (*International Journal of Neuroscience*). Volgens hem zou de mensheid zich in de toekomst mogelijk weer als apen voortbewegen. Dit vermoeden van devolutie in de vorm van het Uner Tan-syndroom, werd later ontkracht (*Plos One*, 2014). De manier waarop mensen met dit syndroom zich voortbewegen is volgens de onderzoekers een typische kruipbeweging van moderne mensen, en niet van apen of andere homininen. Door dit duidelijke verschil concluderen zij dat het syndroom niet het begin is van de devolutie, maar slechts het gevolg van een complexe aandoening. Inmiddels is het Uner Tan-syndroom na de eerste observatie in meerdere families in de Turkse gemeenschap waargenomen.