

A photograph of an astronaut in a white space suit floating in space. The astronaut's helmet is visible, and a bright light source is attached to the side of the helmet. In the background, the Earth is visible, showing blue oceans and brown landmasses. The overall scene is set against the dark blue of space.

Dag in, dag uit, jaar in, jaar uit – mens en dier beschikken over een metronoom die het ritme van allerlei lichaamsprocessen reguleert. Maar die klok kan ook van slag raken.

TELKST: SOPHIE BROERSEN
BEELD: GETTY IMAGES EN ANP

BIOLOGISCHE KLOK OP HOL IN DE RUIMTE

A photograph of an astronaut in a white spacesuit floating in space. The Earth is visible in the background, with a bright sun creating a lens flare effect. The astronaut is positioned on the left side of the frame, looking towards the right.

Het is de meest buitengewone menselijke ervaring denkbaar: boven je eigen planeet

zweven, terwijl je 25.000 kilometer per uur aflegt, en elke 45 minuten de zon zien opkomen of ondergaan.' Dat is de ene kant van ruimtereizen, afgaand op de getuigenis van een jubelende NASA-astronaut.

'De vermoeidheid werd duidelijk toen er vandaag een paar kleine fouten werden gemaakt bij laadactiviteiten.' 'Heel moe; werd 2 uur 's nachts wakker en kon de slaap niet meer vatten.' 'Ik viel op mijn toetsenbord in slaap.' Dat is de andere kant van de medaille, afgaand op de logboeknotities aan boord van het internationale ruimtestation (ISS). Slapen in de ruimte is ingewikkeld. Je hangt jezelf op, in een slaapzak, aan een wand van een kleine cabine. Het is vaak te koud of te warm, er is geen frisse lucht, en door het constante lawaai van apparaten en de bemanning is het alsof je midden in een machinekamer gaat slapen. De stress van het werk, gemis van thuis en irritaties door collega's helpen

ook niet mee. Slaapmiddelen zijn niet voor niets de meest gebruikte medicijnen in de ruimte.

Er is nog een factor die een rol speelt bij het slaapgebrek waar veel astronauten mee kampen: hun inwendige biologische klok loopt niet synchroon met het dag-nachtritme in de ruimte. Alle levende wezens op aarde hebben er een. Bij mensen wordt bijna elk orgaansysteem, hormoon en onze stofwisseling op de een of andere manier beïnvloed door onze eigen biologische klok. Bijnierschorschormonen, lichaamstemperatuur, bloeddruk, leverfunctie lopen erdoor in de pas. En slaap natuurlijk. Dat is handig, want zo kan ons lichaam anticiperen op dagelijks terugkerende toestanden: ontwaken en actief worden, of juist gaan slapen en inactief zijn.

Die klok, eigenlijk een hoopje zenuwcellen, bevindt zich juist boven de kruising van de optische zenuwen: de nucleus suprachiasmaticus. Dat is geen toevallige plek: deze dagklok, die in de loop van een etmaal onze lichaamsfuncties bijstuurt, moet namelijk regelmatig worden bijgesteld. Het endogene ritme van onze klok

loopt niet synchroon met de omwenteling van de aarde. Dat wil zeggen: de aarde draait in 24 uur rond, en onze cyclus heeft er gemiddeld 24 uur en 11 minuten voor nodig. Dat weten we door onderzoek waarbij vrijwilligers langere tijd in een omgeving doorbrachten die was ontdaan van alle denkbare *Zeitgebers*: externe signalen die een indicatie geven van het tijdstip van de dag. Die mensen namen uiteindelijk allemaal een ander slaap-waakritme aan, veelal langer dan 24 uur. De belangrijkste *Zeitgeber* is de afwisseling van licht en donker. Via speciale receptoren in het oog komen signalen aan in de nucleus suprachiasmaticus, waar ze vervolgens een cascade van andere acties in gang zetten. Zo zet licht onze interne klok gelijk met de buitenwereld. En functioneert ons lichaam optimaal. Evolutie is het waarschijnlijk voordelig om de klok snel te kunnen corrigeren. Bij migratie naar andere gebieden kunnen we daardoor snel wennen aan een verschoven dag-nachtritme. Er zijn echter grenzen aan wat onze biologische klok aankan: een complete slaap-waakcyclus in 90 minuten doorlopen, daar is ons lichaam niet op gemaakt. In dat deel van de ruimte waar het ISS rondzweeft, is de kans op ontregeling dan ook reëel. Ruimtevaartorganisaties weten dat hun astronauten slecht en weinig slapen, en werken daarom graag mee aan onderzoek naar slaap en de rol

van de biologische klok. Wetenschappers rustten astronauten daarvoor uit met een polsband die zowel de lichaamsbewegingen als de lichtintensiteit in de omgeving meet. Ze registreerden ook de lichaamstemperatuur, een grootheid die een vrij constant verloop heeft gedurende het etmaal, met het dieptepunt net na het midden van de nacht. Of liever: van de endogene nacht. Als dat punt niet midden in de periode viel dat iemand probeerde te slapen, was de klok niet goed afgesteld: een verkeerde circadiane afstelling. Tijdens ruimtereizen was dat bij één op de vijf nachten het geval. Dat is aanzienlijk, maar niet heel veel meer dan de één op acht nachten in de periode voor de raketlancering. Het is wel relevant: tijdens goed afgestelde nachten sliepen de astronauten gemiddeld een uur langer dan in de andere nachten. Nog

steeds te kort overigens: gemiddeld 6,4 uur. Maar een stuk beter dan de 5,4 uur tijdens de verkeerd afgestelde cycli. Tijdens één op de vier van die verkeerd afgestelde slaapepisodes werden slaapmiddelen gebruikt. Goed afgestelde episode: één op de tien. Dus kortere nachten, en meer benzodiazepines: geen beste combinatie voor vrouwen en mannen die goed moeten functioneren.

De lichtmeters lieten ook zien dat de intensiteit van licht verre van aards verloopt: in raamloze gedeeltes is de lichtintensiteit in waaktijd te licht, en daar waar wel ramen zijn, zijn juist ook tijdens de rustperiodes korte periodes met intens licht. Eerder dit jaar is het ISS, waar mensen tot wel een jaar verblijven, uitgerust met een nieuw lichtstelsel. Uitgebreide testen moeten uitwijzen of het gaat helpen.

AL SLAPEND MAANDEN ONDERWEG

Voor de meeste dieren is de wisseling van seizoenen van groot belang. Bijvoorbeeld om op tijd in winterslaap te gaan, om energie te sparen in een periode waarin voedsel schaars is en de buitentemperatuur daalt. Die winterslaap biedt ruimtevaarders in theorie prachtige mogelijkheden. Het zou handig zijn als we mensen in deze toestand konden brengen, om ze zo met minimaal gebruik van energie langdurig te kunnen laten reizen. Bijvoorbeeld om naar Mars te komen, een reis die tot wel tien maanden kan duren. Zou het mogelijk zijn? Chronobioloog Roelof Hut: 'Als je me vraagt of we over honderd jaar mensen in winterslaap kunnen brengen: ja. Maar nu snappen we het fenomeen

nog niet goed genoeg.' Hut doet aan de Rijksuniversiteit Groningen al jaren onderzoek naar winterslaap bij verschillende dieren. Die dieren hebben daarvoor een biologische jaarklok. Die is vergelijkbaar met de circadiane klok: hij heeft een endogeen ritme, en licht kan hem gelijk zetten. Hut: 'Dat gaat via melatonine, die vrijkomt bij duisternis. Dat is overigens geen slaaphormoon, zoals velen denken. Ook bij dieren die 's nachts actief zijn, is de melatoninespiegel dan hoog. De functie van het hormoon is het meten van de dag- en nachtlengte. Als de nachten langer worden, en de melatoninespiegel stijgt, gaan dieren eten inslaan, en worden ze dikker, tot wel 50 procent. En uiteindelijk gaan ze in winterslaap.'

Het zou hem verbazen als de mens geen inwendige jaarklok zou hebben: 'Wij hebben ook de genen die bij dieren de jaarklok regelen. Er zijn ook

Astronaut Wubbo Ockels demonstreert zijn 'ruimtebed' aan boord van spaceshuttle Challenger (1985).





Zwevend slapen in de Apollo 13 (links) en in de Challenger.

aanwijzingen dat onze vruchtbaarheid ooit door het jaar heen verschilde: vóór de introductie van kunstlicht vonden in het voorjaar 20 tot 30 procent meer geboortes plaats dan in de rest van het jaar. Dat effect is nu verdwenen omdat elektrisch licht ervoor zorgt dat ons lichaam denkt dat elke dag een zomerdag is.' Recente ontwikkelingen dragen ook bij aan de hoop op een endogene jaarklok en dus de mogelijkheid van een winterslaap bij de mens: 'We dachten lange tijd dat onze familieleden de primaten geen winterslaap hielden, maar inmiddels is er één ontdekt die dat wel doet: de vetstaartmaki op Madagaskar. We weten ook dat we ons bruine vet kunnen activeren, en dat is nodig voor de snelle veranderingen in temperatuur bij winterslapers.'

Die winterslaap zelf vervult Hut nog steeds met verwondering: 'Het is zo'n ongelooflijk fenomeen: de lichaamstemperatuur van Siberische gondeekhoorns zakt naar -3,5 graden! En ze leven nog, in een omgeving van -40 graden! Maar zodra ze nog een graadje kouder worden, gaan ze dood. Het is dus een heel strak gereguleerd fenomeen, geen hypothermie die van buitenaf wordt opgelegd.' Zonder de bijbehorende schade van hypothermie ook: 'Als je het orgaanweefsel van

'WE SNAPPEN HET FENOMEEN WINTERSLAAP NOG NIET GOED GENOEG'

een winterslaper afkoelt en weer opwarmt, ontstaat vrijwel geen schade. Terwijl dat bij weefsel van niet-winterslapers, zoals mensen, wel gebeurt.'

Mensen in winterslaap brengen is dus geen kwestie van maar genoeg laten afkoelen. Hoe het wel moet? Hut: 'Dat weten we van dieren niet eens. We weten niet waar de knop zit die het metabolisme opeens naar beneden schroeft. Die al die mitochondriën in onze cellen, die als slaven voor ons energie maken, allemaal tegelijk uitzet. Wij zijn als een op hol geslagen paard dat we niet tot stilstand kunnen krijgen. Winterslapers kunnen dat wel, maar hoe, daar zijn we nog niet achter.' Ruimtevaartorganisaties zijn begrijpelijkerwijze geïnteresseerd in de mogelijkheden van de winterslaap. Hut: 'Zeker, we hebben met de European Space Agency (ESA) om de tafel gezeten. Maar het geld ging toch weer naar technologisch onderzoek, naar betere zonnepanelen bijvoorbeeld. Dan is onderzoek naar winterslapers toch te exotisch. Dat is frustrerend, maar ik ben ervan overtuigd dat we op den duur de metabolismeknop gaan vinden.' En dan is de *big sleep* in zicht. ■