

BIOKLOK



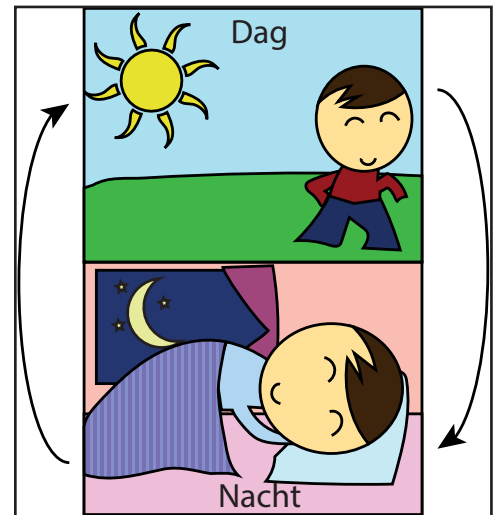
DE BIOLOGISCHE KLOK IN DE LES INFOBLAD



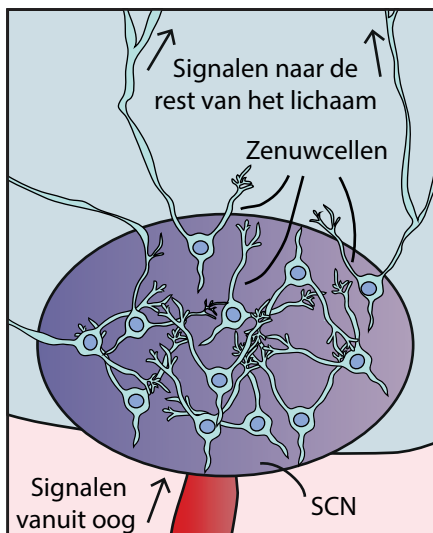
BIOKLOK INFOBLAD

CIRCADIANE RITMES

Overdag is het licht en warmt de aarde op, 's nachts is het donker en koelt het af. Bijna alle organismen hebben hun leefwijze en fysiologie aangepast aan deze voorspelbare licht-donker cyclus. Bepaalde diersoorten zijn bijvoorbeeld vooral 's nachts actief, zodat ze minder zichtbaar zijn voor roofdieren. Andere diersoorten kunnen met behulp van de stand van de zon navigeren naar hun nest of naar voedsel. Veel organismen hebben de zon niet eens nodig om te weten hoe laat het ongeveer is: ze hebben een intern klokmechanisme ontwikkeld dat gelijk loopt met de 24-uurs cyclus op aarde.



Ook mensen hebben zo'n interne klok: veel lichaamsprocessen vertonen een ritme van 24 uur, zoals lichaamstemperatuur, hormoonspiegels, orgaanfunctie en hartslag. Een ander voorbeeld is slaap-waakgedrag: de meeste mensen slapen 's nachts en zijn overdag wakker. Ook hier hebben mensen de zon niet per se nodig: zelfs als ze een aantal weken in een bunker worden opgesloten en geen informatie krijgen over het tijdstip van de dag, vertoont hun slaap-waakgedrag nog steeds een ritme van ongeveer 24 uur.



Een biologisch ritme met een periode van ongeveer 24 uur dat blijft voortbestaan zonder invloeden van buitenaf wordt een circadiaan ritme genoemd.

DE BIOLOGISCHE KLOK

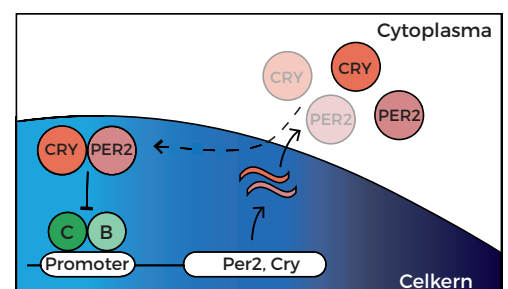
Mensen hebben dus een interne klok. Waar zit die biologische klok en hoe werkt die? Diep in de hersenen, net boven de kruising van de oogzenuw, zit de suprachiasmatische nucleus (SCN). Dit is het onderdeel van de hypothalamus, waarin de biologische klok zich bevindt. De SCN bestaat uit een paar duizend zenuwcellen die overdag

actiever zijn dan 's nachts. Hiermee geven ze een ritmisch signaal af aan de rest van het lichaam. Op die manier coördineert de SCN de circadiane ritmes in het lichaam.

INTERN KLOKMECHANISME

Hoe kan het dat de biologische klok blijft doortikken zonder invloeden van buitenaf? Het ritme in de SCN wordt in stand gehouden door middel van negatieve terugkoppeling.

De zenuwcellen van de SCN hebben zogenoemde klokgenen. In de figuur hieronder is te zien dat de klokgenen *Per2* en *Cry* coderen voor de eiwitten PER2 en CRY. De transcriptiefactoren B en C activeren de expressie van de klokgenen: zij zorgen ervoor dat de genen worden gelezen (transcriptie) en dat de eiwitten worden gemaakt (translatie). Maar de eiwitten remmen op hun beurt weer de werking van de transcriptiefactoren B en C. Hierdoor wordt de expressie van de klokgenen geremd en daalt het aantal PER2- en CRY-eiwitten. Door deze daling wordt de remming weer opgeheven en begint de cyclus weer van voor af aan. Het ritme in de hoeveelheid PER2- en CRY-eiwitten is ongeveer 24 uur en blijft bestaan zonder invloeden van buitenaf.



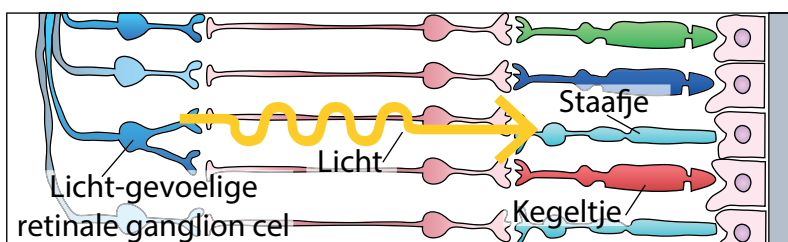
DE KLOK GELIJK ZETTEN

Het ritme van de SCN blijft dus bestaan zonder blootstelling aan licht- of temperatuur-schommelingen. Toch loopt het ritme niet helemaal gelijk aan de licht-donker cyclus: het is iets langer dan 24 uur. Dit bleek uit het hierboven beschreven bunkeronderzoek: het ritme van de proefpersonen schoof elke dag een stukje op. Ze gingen steeds iets later slapen en verder ook steeds iets later wakker.

Om ervoor te zorgen dat de biologische klok gelijk blijft lopen met de licht-donker cyclus, moet de SCN elke dag worden bijgesteld. Dit bijstellen (synchroniseren) gebeurt met behulp van lichtsignalen die worden opgevangen door het oog.

Het licht dat op het netvlies valt wordt opgevangen door staafjes en kegeltjes. Deze sturen vervolgens signalen naar zenuwcellen, die de informatie weer doorspelen naar de hersenen. Sommige

zenuwcellen zijn zelf ook gevoelig voor licht: de lichtgevoelige retinale ganglioncellen. Dit type zenuwcel bevat het fotonpigment melanopsine, dat vooral gevoelig is voor blauw licht.



De lichtgevoelige retinale ganglioncellen sturen hun informatie door naar de

SCN in de hersenen. De SCN gebruikt deze informatie vervolgens om de ritmes van alle cellen in het lichaam gelijk te zetten aan de 24-urige licht-donker cyclus. Naast licht hebben ook andere factoren invloed op de SCN, zoals schommelingen in de temperatuur of de beschikbaarheid van voedsel.

DE WIJZERS VAN DE KLOK

Hoe weet je lichaam wanneer het tijd is om te gaan slapen, bewegen of eten? De zenuwcellen in de SCN geven hun ritmische signaal af aan andere gebieden in de hersenen, waaronder de pijnappelklier. De pijnappelklier produceert het hormoon melatonine, een hormoon dat het slaap-waakritme beïnvloedt. De afgifte van melatonine aan het bloed is overdag laag en wordt hoger in de loop van de avond. 's Nachts wordt het hoogste punt bereikt. Melatonine kan gezien worden als de wijzer van de biologische klok: het zorgt ervoor dat de rest van het lichaam weet dat het nacht wordt.

Het melatoninegehalte in het bloed hangt samen met het gevoel van slaperigheid. Blootstelling aan licht 's avonds remt de afgifte van melatonine, waardoor het moment waarop je in slaap valt uitgesteld wordt.

De biologische klok bestaat uit een grote verzameling van interne ritmes. Ritmes in cellen, tussen cellen en ritmes die met behulp van hormonen worden overgedragen tussen de organen om zo een klok te vormen in het hele organisme.

