

Zentrale innere Uhr

AUFGABEN

- ❶ Beschreiben Sie das Phänomen der „master clock“! Welche Funktion hat der sogenannte *Suprachiasmatische Nucleus* (SCN)?
- ❷ Wie wird die „master clock“ mit der Tageszeit synchronisiert?
- ❸ Erklären Sie, warum die Entdeckung der retinalen Ganglionzellen dabei helfen könnte, die Auswirkungen von Jetlag oder Winterdepression zu bekämpfen!
- ❹ Weshalb sprechen Forscher beim SCN von einem autonomen Rhythmus-Generator?



A1: AUF DER SUCHE NACH DER „MASTER CLOCK“

Innere Uhren steuern alle wichtigen Lebensfunktionen und das Verhalten im tagesperiodischen Wechsel. Bei Pflanzen sind sie über den gesamten Organismus verteilt. Ein übergeordnetes Zentrum, eine „master clock“, ist dort nicht auszumachen. Anders bei Tieren: Anfang der 1970er-Jahre studierten Forscher die Anatomie des Rattengehirns und entdeckten ungewöhnlich feine Nervenfasern, die von der Netzhaut des Auges nicht wie üblich zum Sehzentrum in der hinteren Großhirnrinde führen, sondern bereits in einem kleinen Areal des Zwischenhirns enden, das dicht über dem *Chiasma opticum* liegt, der Stelle, wo sich die Sehnerven kreuzen. Wurde dieses winzige, kaum Stecknadelkopf große Areal mit Nervenzellen zerstört, verloren die Tiere jeglichen Tagesrhythmus – vom Schlaf-Wach-Zyklus über Hormonschwankungen bis hin zur Periodik der Körpertemperatur.

Diese Beobachtungen ließen vermuten, dass sich dort die zentrale Uhr befindet.

Wegen seiner Lage über dem *Chiasma* wurde das Areal *Suprachiasmatischer Nucleus* genannt, kurz SCN. Bei der Ratte messen die symmetrisch auf beide Hirnhälften verteilten Kerne weniger als einen Millimeter und umfassen rund 16.000 Zellen. Über die bereits erwähnten feinen Nervenfasern empfängt der SCN Signale von den Lichtsinneszellen der Augen. Dabei handelt es sich allerdings nicht um die Stäbchen oder Zapfen in unserer Netzhaut. Denn Mausmutanten, die weder Stäbchen noch Zapfen besitzen, können sich nach wie vor an künstlich verschobene Tagesrhythmen anpassen. Chronobiologen vermuteten daher schon früh im Auge von Säugetieren noch einen weiteren Lichtsinn, der die biologische Uhr mit Informationen über die Tageszeit versorgt.

A2: EIN NEUER LICHTSINN

2002 entdeckten Wissenschaftler eine bislang unbekannte Art von Sehzellen in der Netzhaut von Säugetieren. Dabei handelt es sich um die sogenannten retinalen Ganglionzellen. Ein kleiner Teil von ihnen enthält das lichtempfindliche Pigment Melanopsin. Wenn diese Zellen Licht registrieren, verändern sie ihre elektrische Leitfähigkeit. Diese neuronalen Signale empfängt der SCN und übermittelt sie an die inneren Uhren in sämtlichen Organen und Zellen, die dadurch sowohl mit dem Tageslauf als auch untereinander synchronisiert werden.

Lässt man einzelne Nervenzellen des SCN in Kultur wachsen, so zeigen sie eine rhythmische elektrische Aktivität: Tagsüber sind die Nervenzellen elektrisch aktiv, nachts dagegen nicht. Offenbar ist jede Zelle des SCN eine eigene Uhr, die signalisiert: Es ist Tag.

A3: AUTONOMER RHYTHMUS-GENERATOR ENTDECKT

Wenn jede SCN-Zelle eine eigene kleine Uhr ist, wieso schlagen dann dennoch alle im selben Takt? Um das zu untersuchen, pflanzten Forscher das aus einer Qualle stammende Gen für ein grün fluoreszierendes Protein in die SCN-Zellen von Mäusen ein. Das Protein wurde jedoch nur erzeugt, wenn die Zellen elektrisch aktiv waren. Die Forscher beobachteten nun bei mehreren hundert Zellen, wann sie aufleuchteten – und stellten fest, dass die Zellen sich in diesem Zustand automatisch synchronisieren. Das Signal einer Zelle treibt die innere Uhr der nächsten an und so weiter.

(Grafik: „Innere Uhr“ / NASA, IMSI MasterClips)