

Schlaf und zirkadiane Rhythmen

Mit dem Schlaf verbringen wir im Durchschnitt ein Drittel unseres Lebens.

Für die Erklärung vom Phänomen *Schlaf* haben die alten Griechen den *Gott des Schlafes* erschaffen. Seine Mutter war die göttliche Nyx (Nacht) und sein Zwillingsbruder Thanatos (Tod). Bereits aus diesen beiden Namen kann man erahnen, welche Vorstellungen die Menschen in der Vergangenheit über den Schlaf gehabt haben. Wie sich die Vorstellungen geändert haben, erfahren Sie demnächst.

Zweck des Schlafes:

1.) Regeneration des Organismus:

Im Schlaf überwiegen anabolische (aufbauende) Vorgänge. Der Körper baut Energiereserven auf, Wunden heilen besser, es werden neue Proteine synthetisiert. Immunsystem wird gestärkt, d.h. Mangel an Schlaf führt zur Schwächung unseres Immunsystems.

2.) Energiesparen oder Schlaf als Energiekonserve:

Diese Hypothese wird unterstützt durch mehrere Studien, welche gezeigt haben, dass Menschen, die wenig geschlafen haben, mehr essen. Während des Schlafes wird der Energieumsatz um 15% reduziert. Es kommt zu Verlangsamung des Herzschlages und Verringerung des Blutdruckes. Die Funktion der Nieren und des Magen-Darm-Traktes wird ebenfalls reduziert, also sollte man vor Schlafengehen nicht viel essen.

3.) Hirntemperaturregelung:

Während des Schlafes wird sowohl der basale Metabolismus als auch die Temperatur reduziert. Beide Parameter hängen eng zusammen, bei Körpertemperaturen von 40 °C wird der basale Metabolismus verdoppelt (in Kombination mit reduziertem Appetit ist der Fieber ein wirksames Mittel zum Abnehmen). Die Gefahr von Fieber besteht in der irreversiblen Schädigung des Gehirns, damit ist nicht gemeint eine einmalige „Überhitzung“, sondern eine ständige Erwärmung des Gehirns während der Wachzeit, im Schlaf wird diese Erwärmung kompensiert.

4.) Kognitive Funktionen:

Nach einer schlaflosen Nacht sind die kognitiven Funktionen ziemlich eingeschränkt, was sich fast jeder von uns 1x erlebt hat.

5.) Entwicklung des Nervensystems:

Das Nervensystem eines neugeborenen Kindes ist noch nicht vollständig entwickelt, deswegen ist auch die Sehfähigkeit des Neugeborenen nicht optimal. Die Neuronen (Nervenzellen) müssen zuerst von Myelinscheide umhüllt werden, damit die Erregungsweiterleitung schneller und präziser erfolgen kann. Dies geschieht während des Schlafes v.a. in der REM-Phase. Das ist einer der Gründe, warum die REM-Phase fast die Hälfte der Schlafdauer in der Neugeborenenzeit ausmacht. Bei älteren Menschen macht die REM-Phase nur ein Drittel des Schlafes aus.

Hormonen und Schlaf:

Einerseits wird der Schlaf von bestimmten Hormonen beeinflusst und andererseits werden bestimmte Hormone vom Schlaf beeinflusst.

Die Periodizität der Abwechslung zwischen Schlaf und Wachzeit wird sowohl durch innere als auch durch äußere Faktoren bestimmt. Der äußere Faktor ist bedingt durch den Tag-Nacht-

Rhythmus, einem 24-stündigem Rhythmus. Zu den inneren Faktoren zählt v.a. der *Nucleus suprachiasmaticus*, hier besteht ein 25-stündiger Rhythmus. Eine Desynchronisation beider Rhythmen entsteht z.B. bei langen Flügen über mehrere Zeitzonen (Jetlag). Vollständige Regeneration nach Jetlag benötigt einen Tag für eine Zeitzone (entspricht einem Unterschied von einer Stunde). Beide Systeme (endogener und exogener) benötigen unterschiedlich lange Zeit. Das äußere (exogene) System gewöhnt sich schneller als das innere (endogene) im Bezug auf Jetlag. Zur Therapie von Jetlag wird derzeit synthetisches Melatonin verabreicht. *Melatonin* dient als Vermittler zwischen den äußeren Ereignissen und dem Gehirn, außerdem bewirkt er eine bessere Synchronisation der äußeren und inneren Systeme. Mensch produziert Melatonin in der Epiphyse (eine Hormondrüse im Gehirn). Seine Produktion findet während der Dunkelheit statt, bei Tageslicht ist seine Produktion blockiert. In der Dunkelheit bewirkt Melatonin das Einleiten des Schlafs. Dazu wirkt Melatonin als Auffänger der freien Radikale, was die „Langlebigkeit“ bewirken sollte. *Serotonin* „ein Glückshormon“ fördert ebenfalls den Schlaf. Er wird v.a. nach sportlicher Aktivität ausgeschüttet. Bestimmte Antidepressiva wirken über die Hemmung der Serotonin-Wiederaufnahme in die Neurone.

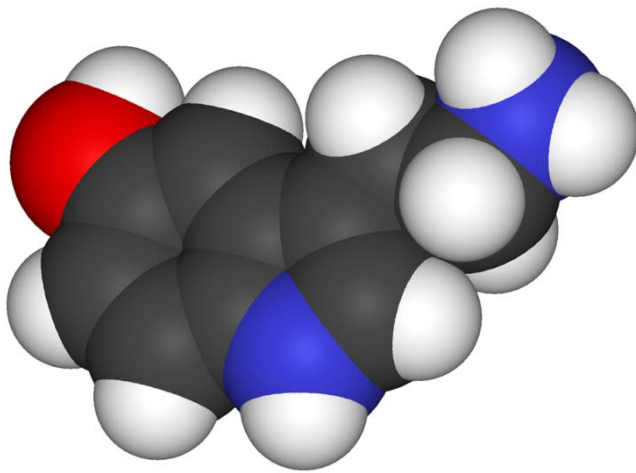
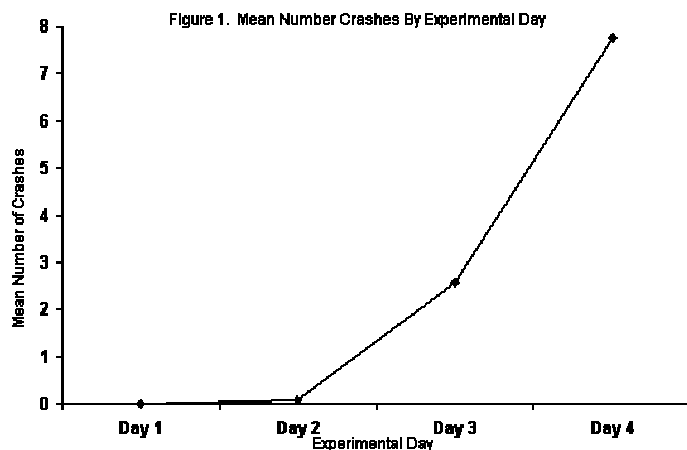


Abbildung zeigt das Serotoninmolekül (5-Hydroxytryptophan)

Wachstumshormon (Somatotropes Hormon, STH) wird in der Nacht freigesetzt, die größten Mengen werden vor Mitternacht ausgeschüttet. Deswegen sollte man vor der Mitternacht schlafen gehen. In Kindheit und Pubertät bewirkt der Wachstumshormon das Wachstum des Organismus, natürlich ist er auch im Erwachsenenalter wichtig, denn es werden ja ständig neue Zellen und Eiweißkörper produziert.



In diesem Diagramm sieht man die Korrelation zwischen der Unfallhäufigkeit und der Anzahl der schlaflosen Nächte.

EEG (Elektroencephalogramm) misst die elektrischen Potentiale in der Hirnrinde (Cortex). Es werden viele Elektroden am Kopf gelegt, die die Änderung der Potentiale messen, es wird v.a. die Amplitude und Frequenz gemessen und aufgezeichnet. EEG ist daher eine gute Methode um den Schlaf beurteilen zu können. EEG wird auch in der Diagnostik von Epilepsie verwendet.

Mittels des Elektrookulogramms werden die Augenbewegungen während des Schlafes beurteilt. Hier unterscheidet man zwischen REM (Rapid eye movement)-Schlaf und Non-REM-Schlaf.

REM-Schlaf ist charakterisiert durch schnelle Augenbewegungen, dieser Schlaf wird auch als paradoxer Schlaf genannt, weil paradoxerweise ist das Gehirn mehr erregt als im Wachzustand. Während des REM-Schlafes ist die Atmung tief und unregelmäßig, die Herzfrequenz leicht gesteigert. Im REM-Schlaf wird unseres Gedächtnis konsolidiert, was das Gedächtnis fördert, und es wird hier auch geträumt. Wenn man während des REM-Schlafes oder kurz nach ihm erweckt wird, ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass man sich an den Inhalt des Traumes erinnern kann. Da die REM-Phasen v.a. in der Früh zwischen 5 und 7 Uhr sehr gehäuft sind, wird man sich am ehestens die morgendlichen Träume merken. Prof. William Dement aus der Stanford University hat folgendes Experiment durchgeführt und zwar hat er freiwillige Probanden immer dann aufgeweckt, wenn sie gerade in die REM-Phase eingetreten sind. Dies hat bewirkt, dass die Probanden keine Traum-Phasen gehabt haben. Jedoch wurden, wegen dem Entzug der REM-Phasen, diese REM-Phasen immer häufiger. Nach der 4. Nacht musste man die Probanden ca. 30x aufwecken, der REM-Schlaf wurde so um 40% gesteigert. Aus diesem Experiment ist sichtbar, dass der REM-Schlaf für den menschlichen Körper sehr wichtig ist, der Organismus muss die REM-Phasen, die er wegen dem Aufweckexperiment „versäumt“ hat, nachholen. Es kommt zum sog. REM-Rebound.

Non-REM-Schlaf besteht aus 4 Phasen (Phase 1-4), untereinander unterscheiden sie sich v.a. im EEG-Rhythmus (in der Frequenz und der Amplitude). Im Gegensatz zum REM-Schlaf, ist hier die neuronale Aktivität sehr niedrig, in der Folge ist sowohl der Hirnmetabolismus, als auch die Hirntemperatur gering. Wegen dieser optimalen Bedingungen, findet in dem Non-REM-Schlaf v.a. die Regeneration des zentralen Nervensystems (Abfangen der freien Radikale) und auch die Proteinsynthese statt. Aus diversen Messungen ist man darauf gekommen, dass nach physischer Aktivität der Non-REM-Schlaf verlängert wird. Im Gegensatz dazu wird die psychische Aktivität v.a. im REM-Schlaf (hier entspricht das EEG paradoxerweise dem Wachzustand) kompensiert.

Der komplette Schlafzyklus dauert ca. 1,5h, während der Nacht laufen 4-6 solche Schlafzyklen ab. Am Beginn des Schlafes, im Übergang zwischen dem Wachzustand und dem 1. Schlafstadium wird die Atmung vertieft und es kommt zu Muskelzuckungen, sog. Myoklonien, die uns sogar erwecken können. Zuerst laufen die Non-REM-Phasen (Stadien 1-4) ab. Nach dem 4. Stadium kommen wir zurück in das 3. und 2. Stadium, danach kommt der REM-Schlaf. 50-60% des Schlafes macht das 2. Schlafstadium aus. Der tiefste Teil des Non-REM-Schlafes ist im ersten Drittel des Schlafes. REM-Schlaf wird häufiger im letzten Drittels Schlafes, in den frühen Morgenstunden wird seine Dauer verlängert.

Non-REM-Schlaf: *Stadium 1* ähnelt im EEG dem Wachzustand, der Mensch ist aus diesem Stadium leicht weckbar. *Stadium 4*, hier ist das EEG ähnlich dem Komazustand, Menschen, die aus diesem Stadium geweckt werden, können noch unmittelbar nach dem Erwecken kurz desorientiert sein.

Kleiner Ausblick: *Narkolepsie*, ist eine Erkrankung, bei welcher die Patienten an sog. Schlafanfällen leiden, diese können bis zu 100x am Tag kommen. Die Betroffenen schlafen

unwillkürlich ein. Besonders gefährlich ist es beim Autofahren, deswegen nehmen die Pat. vor geplanter Autofahrt Amphetamine (Aufputzmittel) zu sich.

Schlaf und Tiere

Entwicklungsgeschichtlich ist v.a. der Non-REM-Schlaf von großer Bedeutung, da er fast bei allen Tieren zu finden ist. Den REM-Schlaf findet man erst bei höherentwickelten Tieren.

Bei Vögeln dauert die REM-Phase nur 9 Sekunden und die Non-REM-Phase nur 2,5 Minuten. Im Vergleich schläft der Mensch 90 Minuten in der Non-REM-Phase und nachfolgend 8-10 Minuten in der REM-Phase.

In utero (In der Gebärmutter, also noch vor Geburt) überwiegt bei Menschen der REM-Schlaf. Kurz nach Geburt macht er 50% der Gesamtschlafdauer aus, im Erwachsenenalter sind das 25-30%, bei älteren Menschen nur mehr 15-20%. Der tiefe, langsame Non-REM-Schlaf hängt mit der fortschreitenden Gehirnentwicklung und nimmt mit dem Alter zu.

Tiere und Schlafdauer:

- Giraffe: 1,9h
- Elefant: 3,1h
- Fledermaus: 19,9h
- Katze: 12,5h
- Ratte: 13h
- Löwe: 13,5h
- Schimpanse: 9,4h
- Rehbock: 3h
- Maulwurf: 8h

Es gibt 2 Hypothesen im Tierreich bezüglich der Schlafdauer:

1.) Schlafdauer hängt davon ab, ob das Tier ein Fleisch- od. Pflanzenfresser ist.

Da die Pflanzenfresser ständig in Gefahr leben, von den Fleischfressern gefressen zu werden, ist es klar, dass sie weniger schlafen als die Fleischfresser. D.h. Tiere, die sich am Ende in der Nahrungskette befinden, schlafen länger als Tiere, die am Beginn der Nahrungskette stehen.

2.) Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Körpergröße und der Schlafdauer. Große Tiere schlafen kürzer als kleinere Tiere. Hier wird der Schlaf als Energiereserve gesehen, kleine Tiere sind wegen der kleinen Oberfläche mehr gefährdet für Überhitzung und Mangel an Energie.

Der Schlaf und das ganze Gehirn sind in der Medizin noch nicht völlig geklärt. Mit Hilfe des EEG konnte viele Sachen erklärt werden, aber trotzdem ist das nicht ausreichend. Wir hoffen, dass wir Ihnen in diesem kurzen Ausblick über Schlaf und zirkadiane Rhythmen zumindest ein paar Sachen erklären konnten.

