

Besser schlafen dank Chaostheorie

Beim Träumen verfällt das Herz in einen anderen Rhythmus

Es kommt selten vor, dass neue medizinische Erkenntnisse zuerst in einer physikalischen Fachzeitschrift veröffentlicht werden, aber die Ergebnisse von einem Team Marburger und Gießener Forscher, die jetzt von „Physical Review Letters“ veröffentlicht wurden, könnten die Schlafforschung bedeutend vereinfachen. Eine Aufzeichnung allein der Herzströme – das EKG – reicht demnach aus, um beim Gesunden die Traumphasen vom übrigen Schlaf abzugrenzen. Bisher muss zum Zweck der Schlafmessung mit hohem Aufwand eine elektrophysiologische Ableitung erfolgen. Zur Analyse verwenden die Autoren Methoden aus der nichtlinearen Dynamik, die populär als „Chaostheorie“ bekannt geworden ist.

Privatdozent Dr. Thomas Penzel vom Schlafmedizinischen Labor wundert sich schon lange darüber, wie sehr der Schlaf in der Medizin vernachlässigt wird. Niedergelasse-

ne Ärzte werden zwar häufig von ihren Patienten wegen Schlafstörungen aufgesucht, doch in ihrer Ausbildung hat das Phänomen „Schlaf“ kaum eine Rolle gespielt. Schlaf wird auch von Wissenschaftlern als der statische Zustand „nicht-wach“ definiert oder gar scherzhaft der „kleine Tod“ genannt. Dabei verbraucht das Gehirn in manchen Schlafphasen mehr Sauerstoff als im Wachzustand, was seit über 40 Jahren als „aktiver Schlaf“ bekannt ist. Krankenschwestern wissen besser als viele Ärzte zu berichten, was für ein komplex strukturiertes Geschehen der Schlaf ist.

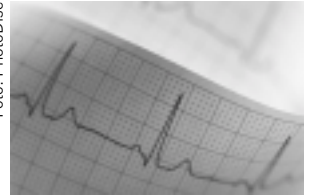
Beim Einschlafen werden im Körper eine Reihe von Regelkreisen umgeschaltet. Bleiben einige der Schalter in ihrer alten Stellung hängen, so ergeben sich Schlafstörungen. Ein besonders drastisches Beispiel ist das Schlafwandeln, denn eigentlich sollte beim Schlafen auch die Muskelspannung herabgesetzt

sein. Ähnliches gilt für den Übergang zwischen verschiedenen Schlafphasen. Zum Beispiel wird zum Träumen die zentrale Temperaturregulation abgeschaltet, so dass der Körper dann je nach Außentemperatur auskühlt oder sich aufheizt.

Chaos im Herzen

Aus der Medizin ist schon lange bekannt, dass das Herz eines körperlich ruhenden Menschen nicht wie ein Metronom völlig gleichmäßig schlägt. Gerade ein gesundes Herz zeichnet sich durch eine leicht „chaotische“ Abfolge der Herzschläge aus. Der Abstand zwischen zwei Schlägen hängt dabei in komplizierter Weise vom Abstand zum vorausgehenden Herzschlag ab. Und selbst mit dem Herzschlag 100 oder 1000 Schläge später gibt es noch subtile Zusammenhänge. Die Chaostheorie

Foto: PhotoDisc



Auf Seiten der Philipps-Universität waren an der Arbeit Privatdozent Dr. Thomas Penzel und Professor Jörg-Hermann Peter vom Schlafmedizinischen Labor sowie Professor Karlheinz Voigt vom Institut für Normale und Pathologische Physiologie beteiligt, auf Seiten der Universität Gießen Professor Armin Bunde und Dr. Jan W. Kantelhardt vom Institut für Theoretische Physik, außerdem Professor Shlomo Havlin von der Bar-Ilan Universität in Ramat-Gan/Israel.

Foto: K13/Wegst

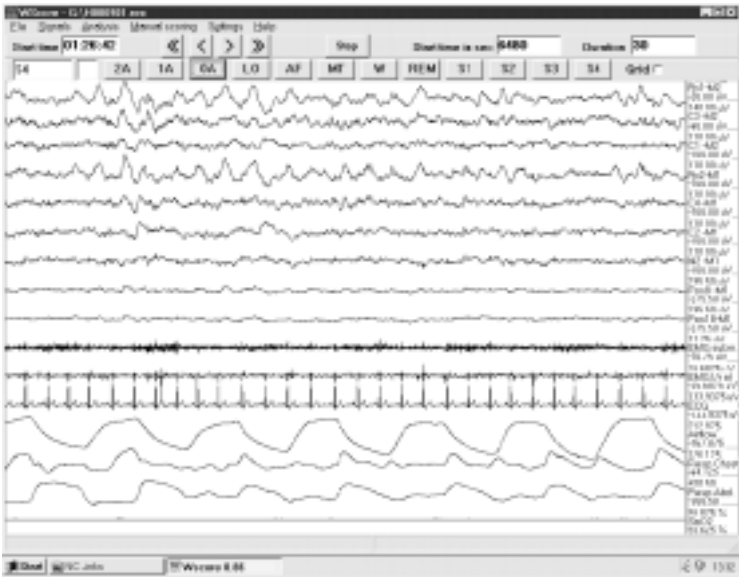


Ob sie wohl träumt?

ist geeignet, das Phänomen zu fassen: Der Herzschlag besitzt ein lang andauerndes „Gedächtnis“, das sich durch ein „Potenzgesetz“ beschreiben lässt und – so die bisherige Meinung – Tag und Nacht gleichermaßen wirkt.

Schlafphasen

Der Nachtschlaf besteht aus Zyklen von jeweils ein bis zwei Stunden Dauer. Jeder Zyklus beginnt mit einer Phase leichten Schlafs, gefolgt von Tiefschlaf und einer so genannten REM-Phase. Die Abkürzung steht für „rapid eye movement“ und weist auf die heftigen Augenbewegungen hin, die beim Träumen entstehen. Tiefschlaf scheint vor allem für die körperliche Erholung nötig zu sein, während der REM-Schlaf die Gedächtnisfunktionen unterstützt. Im Marburger Schlaflabor wird intensiv das Krankheitsbild der Schlafapnoe untersucht, bei dem es nachts zu lang andauernden Atemstillständen kommt. Penzel begann die Forschungsarbeit in der Hoffnung, im EKG Unterschiede zwischen Apnoikern und Gesunden zu finden, so wie man auch Menschen mit Herzkrankheiten anhand ihres Herzrhythmus von Gesunden unterscheiden kann. Tatsächlich ergaben hier im Gegensatz zu den üblichen statistischen Kenngrößen die Parameter der chaostheoretischen Verfahren keine Unterschiede. Daher war das Ergebnis völlig überraschend, das im Widerspruch zur Lehrbuchmeinung steht: Nur wäh-



Im Schlaflabor werden Videobilder vom Schlaf aufgenommen, mit einem Raummikrofon die Schnarchgeräusche aufgenommen, die Ströme aus Hirn und Herzen registriert, Bewegungen von Augen und Muskeln festgehalten, ebenso die Körperlage und Atembewegungen. Bisher wird anhand dieser Aufzeichnungen manuell am Bildschirm markiert, in welcher Schlafphase sich ein Schläfer befindet. Nach den neuen Ergebnissen müsste künftig allein eine Registrierung der Herzströme ausreichen, um automatisch ermitteln zu können, ob ein Mensch gerade träumt.

rend der REM-Phasen bestimmt das lang andauernde „Gedächtnis“ den Herzschlag, das auch die Wachphasen charakterisiert. Während des Leicht- und Tiefschlafes folgt der Herzschlag einem eher „zufälligen“ Rhythmus, wenn man einmal von einer kurzfristigen Prägung durch die Atmung absieht. Das Herz scheint in diesen Nicht-REM-Phasen von der übergeordneten Steuerung durch das Gehirn „abgetrennt“ zu sein und autonom zu schlagen.

Die 24-Stunden-Registrierung eines EKGs ist in der Medizin eine wohl etablierte Technik. Mit diesen Ergebnissen müsste es möglich sein, ein Gerät zu bauen, das nur anhand des EKGs REM- und Nicht-REM-Phasen voneinander unterscheidet. Bisher musste dazu in einem Schlaflabor ein erheblicher diagnostischer Aufwand getrieben werden. Wenn sich das EKG auch nicht zur Diagnose von Schlafapnoe eignet, so zeichnen sich doch andere viel versprechende Anwendungen ab: So könnte zum Beispiel ein Anästhesist mit Hilfe der hier entwickelten Analysemethoden den Übergang von Wachheit zum Koma besser überwachen. Des Weiteren lässt sich im EKG mit der neuen Methode auch deutlich erkennen, wann der Schlaf gestört oder unterbrochen wird. So ließe sich ein objektives Maß dafür gewinnen, wie unruhig der Schlaf war.

utz

Chaostheorie

Ein tropfender Wasserhahn kann einen nicht nur um den Schlaf bringen, sondern auch einen Physiker entzücken. Denn nicht immer tropft das Wasser in regelmäßigen Abständen aus dem Hahn. Variiert man den Wasserfluss, so durchläuft der Wasserhahn Zustände, in denen der Zeitabstand zwischen zwei Wassertropfen scheinbar regellos wechselt. In Wirklichkeit hängt dann der Zeitpunkt, zu dem der nächste Tropfen fällt, von dem Zeitpunkt ab, zu dem der vorletzte Tropfen gefallen war. Die Chaostheorie stellt das mathematische Werkzeug bereit, um diese Beziehungen zu beschreiben. Auch der Zeitpunkt, zu dem der hundertste oder tausendste Tropfen fällt, hängt davon ab, allerdings machen dann selbst winzige Abweichungen das Ergebnis in der Praxis sehr schwer berechenbar. Das Schöne an der Chaostheorie ist, dass ihre Formeln auf die unterschiedlichsten Anwendungen passen. So folgt in den Abschnitten der Erbsubstanz DNS, die nicht für irgendwelche Proteine kodieren – und das sind beim Menschen etwa 96 Prozent der DNS – die Abfolge der Basen ebenfalls den Regeln der Chaostheorie. Was für eine Base an einer bestimmten Stelle steht, hängt auch davon ab, welche Base tausend Positionen davor oder dahinter steht. Auch der Herzschlag folgt dem Beispiel des tropfenden Wasserhahns, zumindest während der wachen Phasen und während des Traumschlafs.

Fotos: Schlafmedizinisches Labor



Zur Diagnostik im Schlaflabor wird der Schläfer vielfältig verkabelt. Nach bloß einer Nacht Gewöhnungsphase können die Patienten in der Regel unter den Untersuchungsbedingungen spontan gut schlafen.

Foto: privat



Privatdozent Dr. Thomas Penzel
Schlafmedizinisches Labor
Zentrum für Innere Medizin
Baldingerstraße 1
35033 Marburg
Telefon: 06421 / 28-66435
Fax: 06421 / 28-65450
E-Mail: penzel@mail.uni-marburg.de
URL: <http://www.uni-marburg.de/sleep/>