

Kabellose Aufzeichnung des Schlafs und Auswertung über Netze

Thomas Penzel¹, Heinrich F. Becker¹, Joachim H. Ficker², Robert Schmidt³, Christian Weigand³, Hans-Joachim Mörsdorf³, Karl Kesper¹, Jörg Heitmann¹, Werner Cassel, Claus Vogelmeier¹

¹Klinikum der Philipps-Universität, Klinik für Innere Medizin – Schwerpunkt Pneumologie, Marburg

²Klinikum Nürnberg, Medizinische Klinik 3, Schwerpunkt Pneumologie - Allergologie – Somnologie

³Fraunhofer Institute für Integrierte Schaltungen, Erlangen

Einführung

Beschwerden über Ein- und Durchschlafstörungen sowie über exzessive Tagesschläfrigkeit sind häufig in der Bevölkerung [1]. Das Robert-Koch-Institut hat im Rahmen des Bundesgesundheits surveys 1998 eine Erhebung zur Häufigkeit von Schlaflosigkeit und übermäßiges Schlafbedürfnis durchgeführt [www.rki.de]. Danach leiden an mäßiger oder starker Schlaflosigkeit 15 % der Männer und 26 % der Frauen. Mäßig oder stark gaben 18 % der Männer und 29 % der Frauen für übermäßiges Schlafbedürfnis an.

Die Beschwerden des nicht erholsamen Schlafs können über ein gestuftes hausärztliches, fachärztliches und schlafmedizinisches diagnostisches Vorgehen definierten Diagnosen zugeordnet werden und diese können effektiv behandelt werden. Das Vorgehen ist in einer „Leitlinie zum Nicht erholsamen Schlaf“ festgehalten [2]. Während auf hausärztlicher Ebene zunächst die erhebliche Leistungseinschränkung durch den nicht erholsamen Schlaf festgestellt werden muss und sodann der adäquate Umgang mit dem Schlaf und die Einnahme von Schlaf störenden Substanzen erfragt wird, folgen auf fachärztlicher Ebene mitunter weitere diagnostische Schritte um die organischen und psychischen Störungen festzustellen, die häufig mit Schlafstörungen einhergehen. Erst wenn eine Diagnostik möglicher Grunderkrankungen keine Klärung der Beschwerden und Symptome erbringen kann, folgt eine Weiterleitung zu einem Spezialisten der Schlafmedizin. Dieser kann bei Bedarf eine Untersuchung des Schlafes in einem schlafmedizinischen Zentrum durchführen [3]. Der beschriebene diagnostische

Ablauf ist in Form eines klinischen Algorithmus festgehalten (Abb. 1) und in der Konsensus basierten Leitlinie erläutert [2] <http://www.uni-duesseldorf.de/WWW/AWMF/II/schl-01.htm>.

Im Mittelpunkt der schlafmedizinischen Diagnostik im Schlaflabor durch einen Arzt mit der Zusatzweiterbildung „Schlafmedizin“ steht die kardiorespira-

torische Polysomnographie. Bei der kardiorespiratorischen Polysomnographie erfolgt eine Erfassung von Schlaf, Atmung, Herz- Kreislauffunktionen und Bewegungsmustern in Form von kontinuierlich aufgezeichneten Biosignalen für die Dauer der Nacht (Abb. 2). Zusätzlich erfolgt eine Überwachung durch ein Raummikrofon und eine Videokamera, um Störungen der

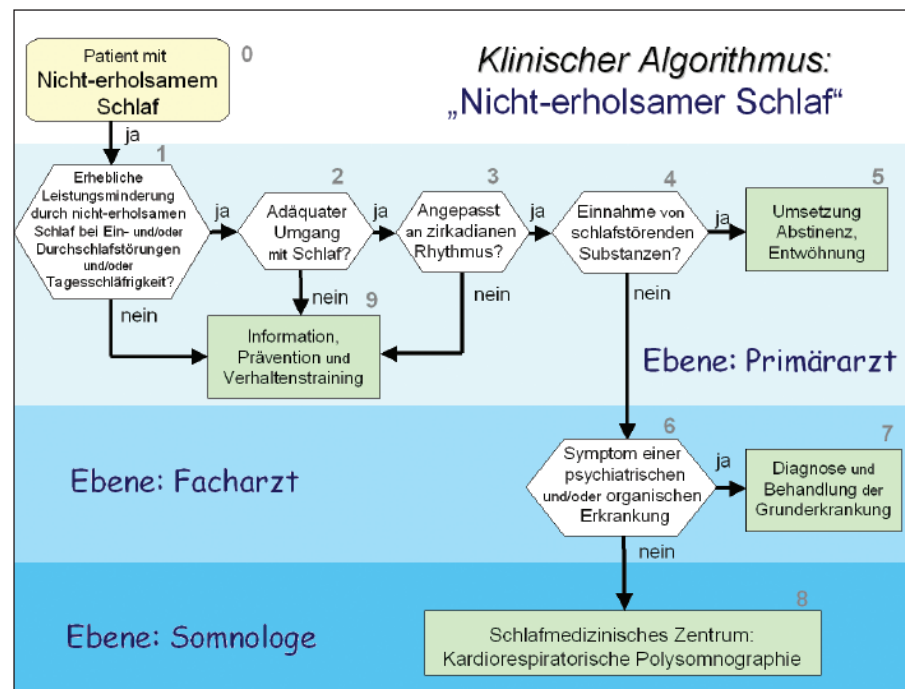


Abbildung 1: Der klinische Algorithmus des Nicht erholsamen Schlafs stellt die Synthese der Leitlinie zur Diagnostik von Schlafstörungen dar. Die einzelnen Versorgungsebenen für die Diagnostik sind als hausärztlich, fachärztlich und spezialärztlich gekennzeichnet.

Autoren: T. Penzel, H. F. Becker, J. H. Ficker, R. Schmidt, C. Weigand, H.-J. Mörsdorf, K. Kesper, J. Heitmann, W. Cassel, C. Vogelmeier
 Titel: Kabellose Aufzeichnung des Schlafs und Auswertung über Netze
 In: Jäckel (Hrsg.) Telemedizinführer Deutschland, Ober-Mörlen, Ausgabe 2005
 Seite: 131-133



Telekonsil, Telekonferenz, Telemonitoring

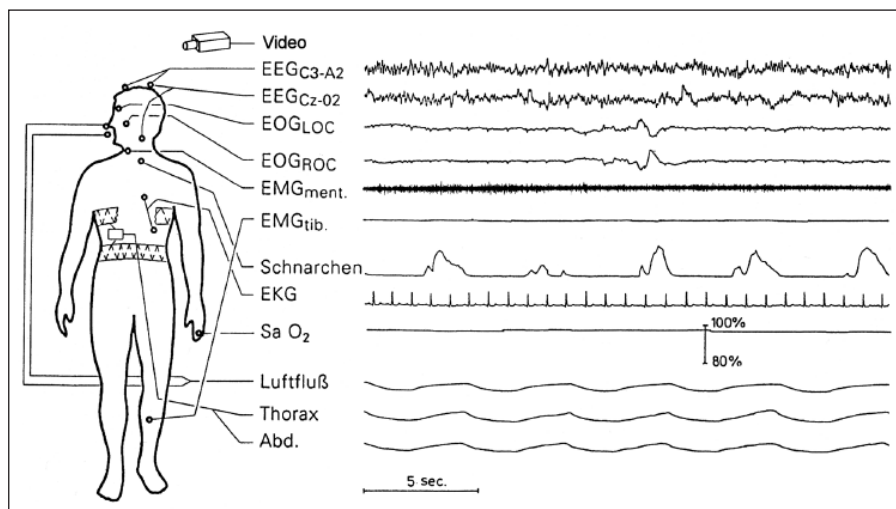


Abbildung 2: Die kardiorespiratorische Polysomnographie umfasst die Aufzeichnung der Signale des Schlafes, der Atmung, der Herz-Kreislauffunktionen und der Bewegungen. Zusätzlich werden in Schlaflabor mit Video und Mikrophon die Störungen der Bewegung und das Verhalten überwacht.

Bewegungen und des Verhaltens im Schlaf erkennen zu können [4]. Die Aufzeichnung und die Auswertung der Signale erfolgt digital Computer unterstützt. Häufig sind die Schlafmessplätze vernetzt und bilden ein Abteilungsinformationssystem mit eigenem Server zur Archivierung der Aufzeichnungsdaten und der sich ergebenden Befunddaten. Eine Verbindung zu klinik- oder praxisweiten Informationssystem ist bislang noch nicht implementiert.

Telemedizinische Untersuchung

Im Rahmen neuer methodischer Entwicklungen werden jetzt kabellose Methoden entwickelt und erprobt um eine telemetrische Übertragung der polygraphischen Signale zu ermöglichen. Bei dieser Methode werden einzelne Sensormodule mittels Bluetooth-Protokoll am Körper verknüpft. Die Module in der Erprobung bestehen aus einem Sauerstoffsättigungssensor mit Erfassung der Pulsfrequenz am Finger, einem Modul zur Erfassung der Atmungsbewegungen und der Körperlage am Brustkorb und einem dritten Modul zur Erfassung elektrophysiologischer Signale am Kopf (Elektroencephalogramm, Electrooculogramm, Electromyogramm) zur Erfassung des Schlafes. Die drahtlose Signalübertragung direkt am Körper wird als BAN (body area network) bezeichnet. Die kabellose Untersuchungsmethodik

erhöht die Beweglichkeit und damit den Komfort für den untersuchten Patienten.

Die kabellose Messtechnik wird ergänzt durch eine kabellose Anbindung der Patientenüberwachung. Dazu wird eine Basisstation neben dem Bett des Patienten aufgestellt. Diese besitzt eine Schnittstelle zum BAN und sammelt so die Signale der Körpersensoren. Zusätzlich besitzt die Basisstation ein Modem um drahtgebunden (ISDN) oder drahtlos (GSM, künftig UMTS) an ein telemedizinisches Datennetz angebunden zu werden (Abb. 3). Die Basisstation kann nun entweder kontinuierlich oder in einem Intervallbetrieb mit einer Überwachungszentrale Daten austauschen. Die Basisstation kann auch eine geeignete Vorverarbeitung der Signale vornehmen und so nur ausgewählte Aufzeichnungsabschnitte an die Überwachungszentrale übermitteln. Bei diesem Anwendungsfall ist zu beachten, dass das entfernte Monitoring eine Intervention am Patienten nicht erlaubt. Das bedeutet, dass eine lebensbedrohliche Gefährdung des Patienten durch seine Erkrankung vorher ausgeschlossen sein muss. Bei manchen Patienten mit schlafbezogenen Atmungsstörungen besteht die Gefahr eines Herzinfarkts oder eines Schlaganfalls aufgrund der kardiovaskulären Beeinträchtigungen. Auch Patienten mit Herzinsuffizienz und zusätzlicher Schlafapnoe oder Cheyne-Stokes Atmung

gehören zu den akut gefährdeten Patienten. Eine direkte Therapieeinstellung auf eine nasale Ventilationstherapie mit der Notwendigkeit der Druckeinstellung am Beatmungsgerät erfordert auch eine Überwachung, die an einem entfernten Messort nicht gegeben ist.

In der Konsequenz kann so aber in einem Teil der Fälle mit Schlafstörungen eine Untersuchung außerhalb einer Klinik und auch in der Wohnung des Patienten durchgeführt werden. Dies trägt sicher dazu bei einen weniger gestörten Schlaf aufzuzeichnen. Zu beachten ist bei dem Einsatz außerhalb einer Klinik, dass ein nachträgliches Anbringen von Sensoren oder eine Korrektur bei Sensorproblemen nicht mehr möglich ist. Daher müssen die Sensoren entweder selbst anlegbar sein, oder vorher von besonders gut geschultem Personal so angelegt werden, dass ein Verrutschen oder ungewolltes Ablösen ausgeschlossen ist.

Die telemetrische Methodik wird kombiniert mit einer telemedizinischen Übertragung der Messwerte an ein Zentrum zur Überwachung der Schlafmessung. Nach der Durchführung der Messung kann die Auswertung der polysomnographischen Messungen im Zentrum erfolgen. Oder dieses leitet die Aufzeichnungen an einen weiteren Anbieter für computerunterstützte Schlafauswertungen weiter.

Telemedizinische Auswertung

Inzwischen existieren zwei Anbieter für eine computerunterstützte Schlafauswertung per Internet (www.widemed.com und www.thesiestagroup.com). Diesen Telemedizin Unternehmen können die Schlafaufzeichnungen entweder per CD-ROM und Post oder per ftp Internet Transfer übergeben werden. Die Unternehmen bieten dann entweder eine automatische Auswertung an, die anschließend noch von einem Experten visuell kontrolliert wird. Alternativ kann eine komplett visuelle Auswertung durch anerkannte Experten durchgeführt werden, die dann auch ein Augenmerk auf spezielle Fragestellungen, z.B. nächtliche Epilepsie, richten können. Die Aufzeichnung wird in einem digitalen Archiv für das beauftragende Schlaflabor zur Verfügung gestellt. Der Arzt, der die Auswertung in

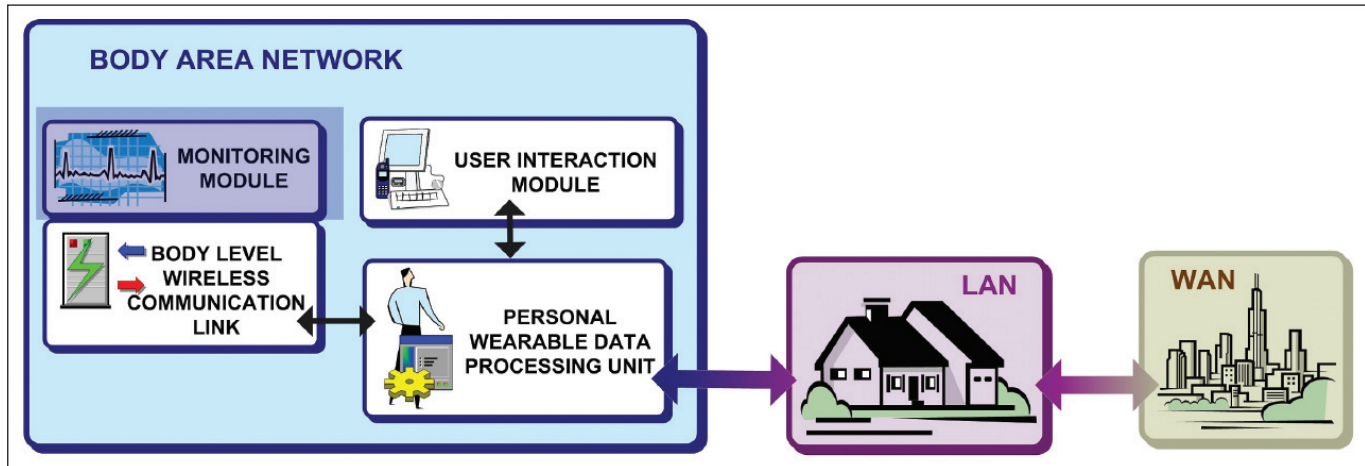


Abbildung 3: Eine kabellose Aufzeichnung der Signale der Schlafmessung wird mit dem BAN (Body Area network) implementiert. Über ein LAN (Local Area Network) werden die Signale an ein WAN (Wide Area network) mit einem Telemedizin Dienstleister zur Überwachung und Auswertung weiter geleitet.

Auftrag gegeben hat erhält per E-Mail einen Befundbericht zur Schlaflauswertung mit Atmungsauswertung und Bewertung der Bewegungsstörungen zugesandt. Er kann mit einem Internet Browser von jedem beliebigen Arbeitsplatz auf das digitale Archiv zugreifen und dort direkt die übersandte Messung mit der Auswertung einsehen. Er kann den Befundbericht einsehen und eine Bewertung ergänzen. Den Befundbericht kann er sodann in seinen Arztbrief übernehmen. Diese Form der Auswertung hat in den USA bereits einen festen Platz in der Schlafmedizin gewonnen, da dort große Schlaflabore häufig kleinere Satelliten Labore betreiben. In Europa ist die telemedizinische Form der Schlaflauswertung noch nicht etabliert, da hierfür auch die Abrechnungsmodalitäten jeweils im Einzelfall zu klären sind.

Die visuelle Auswertung von Schlaflaufzeichnungen durch Experten ist immer mit einer Variabilität der Ergebnisse behaftet. Eine computerunterstützte Auswertung hat den Vorteil gleichbleibender Ergebnisse bei gleichem Einsatz der Auswertelgorithmen. Allerdings muss die Güte der Algorithmen zuerst im Rahmen von Validierungsstudien belegt werden.

Zusammenfassung

Mit einem neuen Ansatz ist es möglich telemetrische und telemedizinische Methoden zu verbinden um so kabellos eine Schlafuntersuchung in einem vom Patienten wählbaren Umfeld durchzuführen. Der Patient erfährt einen höheren Komfort bei der Messung durch die kabellose Sensorik und durch die Übertragung per Datennetz. Die Auswertung und der Befund der Messung können vom überwachenden Zentrum an den anfragenden Arzt weiter geleitet werden. Dieses Verfahren ist jedoch nur für die diagnostische Überwachung von nicht weiter gefährdeten Patienten und auch nicht für therapeutische Interventionen (z. B. Beatmungstherapie) im Schlaf geeignet.

Danksagung

Dieses Projekt wird unterstützt durch die Bayerische Forschungsstiftung „Mobile Erfassung, Standard basierte Übertragung und verteilte Bearbeitung medizinischer Messdaten am Beispiel der Schlafmedizin“ AZ: 533/03 (2003-2006).

Literatur

- [1] Ohayon MM, Zully J. Correlates of global sleep dissatisfaction in the German population. *Sleep* 2001; 24: 780-787
- [2] Fischer J, Mayer G, Peter J.H. Riemann D, Sitter H. Nicht-erholsamer Schlaf. Leitlinie "S2" der Deutschen Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM), Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Wien 2002. *Somnologie* 5 Supplement 3: 1-258 (2001)
- [3] Penzel T, Hein H, Rasche K, Weef HG, Fischer J, Hajak G, Mayer G, Wiater A, Zully J. Leitfaden für die Akkreditierung von schlafmedizinischen Zentren der Deutschen Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM). *Somnologie* 2000; 4: 181-187
- [4] Penzel T, Hajak G, Hoffmann RM, Lund R, Podszus T, Pollmächer T, Schäfer T, Schulz H, Sonnenschein W, Spieweg I. Empfehlungen zur Durchführung und Auswertung polygraphischer Ableitungen im diagnostischen Schlaflabor. *Ztschr. EEG – EMG* 1993; 24: 65-70.