
**Inauguraldissertation
zur Erlangung des akademischen Doktorgrades (Dr. phil.)
im Fach Sportwissenschaft
an der Fakultät für Verhaltens- und Empirische Kulturwissenschaften
der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg**

*Einfluss von sportlicher Aktivität auf den Schlaf
Entwicklung und Evaluation eines kombinierten Schlaftrainings*

vorgelegt von
Carmen Erlacher (geb. Gebhart)

Jahr der Einreichung
2014

Dekan: Prof. Dr. Klaus Fiedler
Berater: Prof. Dr. Klaus Roth
Prof. Dr. Michael Schredl

Inhaltsverzeichnis

Liste der wissenschaftlichen Veröffentlichungen zur publikationsbasierten Dissertation.....	3
1. Einleitung	4
2. Beurteilung von Schlaf	6
3. Insomnische Störungen.....	8
4. Sport als therapeutischer Ansatz.....	11
5. Wirkmechanismen des Sports auf den Schlaf	14
6. Zusammenfassung und Ausblick	20
Literaturverzeichnis.....	22
Erklärung gemäß § 8 Abs. 1 Buchst. b) und c) der Promotionsordnung der Fakultät für Verhaltens- und Empirische Kulturwissenschaften	27
Anhang.....	28

Liste der wissenschaftlichen Veröffentlichungen zur publikationsbasierten Dissertation

I. Schrift*

Gebhart, C., Erlacher, D. & Schredl, M. (2011). Moderate exercise plus sleep education improves self-reported sleep quality, daytime mood, and vitality in adults with chronic sleep complaints: A waiting list-controlled trial. *Sleep Disorders*, 2011, Article ID 809312, 10 pages.

II. Schrift

Erlacher, C., Erlacher, D. & Schredl, M. (im Druck). The effects of exercise on self-rated sleep among adults with chronic sleep complaints. *Journal of Sport and Health Research*.

III. Schrift**

Erlacher, D., Gebhart, C., Ehrlenspiel, F., Blischke, K. & Schredl, M. (2012). Schlaf und Sport: Motorisches Gedächtnis, Wettkampfleistung und Schlafqualität. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 19(1), 4-15.

IV. Schrift

Gebhart, C. & Erlacher, D. (2010). Sport treiben für einen besseren Schlaf. *Das Schlafmagazin*, 8(2), 38-40.

V. Schrift***

Erlacher, D. & Gebhart, C. (2011). Wie schlafen Leistungssportler vor dem Wettkampf? *Das Schlafmagazin*, 9(2), 42-45.

VI. Schrift

Erlacher, C. (2013). *Kombiniertes Schlaftraining. Ein Leitfaden zur Behandlung von Ein- und Durchschlafproblemen*. Unveröffentlichter Leitfaden: Heidelberg/Bern.

* Seit Februar 2012 verheiratet und damit Änderung des Familiennamens von Gebhart zu Erlacher.

**Anmerkung Schrift III. Ausformulierung der Abschnitte „Messung von Schlaf“, „Auswirkung von Sport auf den Schlaf“ sowie „Sportpraktische Implikationen und Perspektiven“. Projektmitarbeit in einigen der aufgeführten Untersuchungen aus den Abschnitten „Gedächtniskonsolidierung im Schlaf“ (Snakeboard- und Trampolinstudie) und „Schlaf vor sportlichen Wettkämpfen“ (Studie mit Straßenradsportlern).

***Anmerkung Schrift V. Mitarbeit am gesamten Manuskript.

*Wer gut schlafen kann, so meinen die Schlummerländer,
der hat ein freundliches Gemüt und einen klaren Kopf.*

aus „Das Traumfresserchen“ von Michael Ende

Einleitung

Jeder kennt ihn, jeder braucht ihn, am Liebsten ungestört und stundenlang: Den Schlaf. Nahezu ein Drittel seines Lebens „verschläft“ der Mensch und wie es im einleitenden Zitat aus dem Kinderbuch „Das Traumfresserchen“ von Michael Ende zum Ausdruck kommt, ist guter Schlaf eine wichtige Voraussetzung für eine gute Tagesform. Dennoch wird von vielen Menschen diesem nächtlichen Phänomen kaum Aufmerksamkeit geschenkt. Das mag daran liegen, dass wir den Schlaf nicht bewusst erleben und er erst in unser Bewusstsein rückt, wenn unsere Nachtruhe über längere Zeit nicht mehr ungestört stattfindet. Dann wird seine Notwendigkeit für die physische und psychische Leistungsfähigkeit, die allgemeine Gesundheit und das Wohlbefinden spürbar.

Ein guter Schlaf ist nicht selbstverständlich. Mehr als 80 Schlafstörungen, von nächtlichen Atemaussetzern bis hin zum Schlafwandeln, werden unterschieden. Vor allem Beeinträchtigungen des Schlafs im Sinne von Ein- und Durchschlafproblemen belasten ein Drittel der Bevölkerung in Deutschland; 5,7% klagen sogar über chronische insomnische Beschwerden, die ihre Tagesbefindlichkeit nachhaltig negativ beeinflussen (vgl. Schlack, Hapke, Maske, Busch & Cohrs, 2013). Die medikamentöse Therapie mit verschiedenen Substanzen zählt hierbei, trotz ihrer nur kurzzeitig empfohlenen Anwendung, als die klassische Behandlungsmethode. Neben den kognitiv-verhaltenstherapeutischen Maßnahmen werden weitere nicht-pharmakologische Behandlungsmethoden, vor allem die physische Aktivität als mögliche Alternative diskutiert (z.B. Youngstedt, 2005).

In dem vorliegenden Mantelpapier – und den damit verbundenen Veröffentlichungen – soll genau diese Alternative näher betrachtet und der Frage nachgegangen werden, ob und wie körperliche Aktivität den Schlaf positiv beeinflussen kann. Das Kernstück der publikationsbasierten Dissertation ist eine großangelegte Interventionsstudie mit insgesamt 114 Teilnehmern¹, in der ein 6-wöchiges kombiniertes Schlaftraining auf seine Effektivität hin überprüft wurde (**Schrift I und II**). Die beiden Bestandteile der Intervention waren sportliche Aktivität und Schlafedukation und wurden gewählt, um eine möglichst effektive Intervention anzubieten. In dieser Mantelschrift sollen die Interventionsstudie und

¹ Es sei darauf hingewiesen: Wenn in dieser Arbeit auf die weibliche Form bei der Benennung von Personen verzichtet wird, dann nur, um den Text flüssiger zu halten. Es sind selbstverständlich immer Frauen und Männer gemeint.

deren Ergebnisse vorgestellt und der theoretische Rahmen geliefert werden, wie vor allem die sportliche Aktivität zu einem verbesserten Schlaf führen könnte. Zudem sollen die Befunde im internationalen Forschungsstand eingeordnet werden. Sporttreiben scheint eine gute Alternative zu konventionellen Therapieansätzen und eröffnet somit ein praktikables Feld in der Sporttherapie. Schließlich soll das Thema Sport und Schlaf in einem weiteren Kontext beleuchtet werden (**Schrift III**).

Die Arbeit beginnt zunächst mit einer kurzen Einführung in die Schlafforschung, in der der Aufbau und die Erfassung physiologischer Schlafparameter erklärt werden. Anschließend wird knapp auf die verschiedenen Schlafstörungen und deren Klassifikation eingegangen. Im Fokus des nächsten Abschnitts steht die insomnische Schlafstörung wobei mögliche Ursachen und Auswirkungen von Ein- und Durchschlafstörungen sowie aktuelle Therapiemethoden aufgeführt werden. Daran anschließend wird der Blick auf die sportliche Aktivität als mögliche Alternative zur Behandlung von Schlafproblemen gerichtet. Dazu werden verschiedene Studien vorgestellt, die einen positiven Einfluss von sportlicher Aktivität auf den Schlaf zeigen. In die Reihe der positiven Befunde lässt sich auch die eigene Interventionsstudie einordnen. Im nachfolgenden Abschnitt werden verschiedene Wirkmechanismen aufgeführt, die Erklärungsansätze liefern, warum sportliche Aktivität sich positiv auf den Schlaf auswirken könnte. Im abschließenden Abschnitt erfolgt eine Zusammenfassung mit einem Ausblick.

Zum Schluss dieser Einleitung noch einige Erklärungen: Die Fertigstellung der Dissertation wurde im Jahr 2012 durch meine Schwangerschaft und die Geburt meiner Tochter maßgeblich verzögert. Ein wahrlich schöner Grund. In dieser Zeit habe ich das Thema Schlaf von einer anderen Seite kennengelernt, nämlich aus der Sicht einer Mutter mit chronischem Schlafmangel. Vor allem die durch die fehlenden Stunden an Schlaf einhergehenden Leistungseinschränkungen am Tage durfte ich sehr intensiv erleben und somit auch die Erkenntnis, dass ein erholsamer Schlaf eine wichtige Ressource ist. Zum anderen konnte ich die ontologische Entwicklung des Schlafs bei meiner Tochter beobachten. Von einem etwa dreistündigen polyphasischen Schlafmuster hin zu einer Hauptschlafphase in der Nacht und einem kürzeren Mittagsschlaf. Vor allem das Einschlafen am Abend will in den ersten beiden Jahren gelernt werden. Dabei hilfreich ist ein Schlafritual vor dem zu Bett gehen. So hat sich als abendliche Lektüre „Das Traumfresserchen“ von Michael Ende etabliert. Wenn also des Öfteren Auszüge aus dem Traumfresserchen auftauchen, dann ist dies diesem Umstand geschuldet.

*Dabei kommt es ihnen nicht so sehr darauf an,
wie viel oder wie lange einer Schlafen kann, sondern wie gut.
Das ist ein Unterschied.*

aus „Das Traumfresserchen“ von Michael Ende

Beurteilung von Schlaf

In dem Kinderbuch „Das Traumfresserchen“ von Michael Ende ist guter Schlaf nicht nur von seiner Quantität, sondern vielmehr von seiner Qualität abhängig. König wird im Schlummerland, wer am besten schlafen kann. Wie gut jemand schläft, beurteilen die Schlummerländer anhand der Tagesform: Je freundlicher das Gemüt und je klarer der Kopf, desto besser war der Schlaf. Dies ist eine indirekte Beurteilung des Schlafs. Die diagnostischen Methoden der Schlafmedizin (vgl. Stuck, Maurer, Schredl & Weeß, 2009) weisen ein größeres Spektrum auf. Sie reichen von subjektiven Beurteilungen (Anamnese und Schlaffragebogen) bis hin zu objektiven Methoden (Aktigraphie und Polysomnographie). Aber auch Untersuchungen zu schläfrigkeits- und müdigkeitsbezogenen Einschränkungen am Tage (z.B. Multipler Schlaflatenztest, Vigilanztest) dienen den Schlafmedizinern – wie im Schlummerland – zur Schlafdiagnostik.

Ein anerkanntes und wissenschaftlichen Standards genügendes Instrument ist beispielsweise der Fragebogen „Pittsburgh Sleep Quality Index“ (PSQI) (Buysse, Reynolds, Monk, Berman & Kupfer, 1989), der mit insgesamt 24 Fragen valide zwischen guten und schlechten Schläfern unterscheiden kann. Für die objektive Beurteilung müssen verschiedene physiologische Größen erfasst werden. Dies erfolgt im Schlaflabor standardmäßig durch die sogenannte Polysomnographie. Dazu werden mittels Elektroenzephalographie (EEG), Elektrookulogramm (EOG) und Elektromyographie (EMG) drei physiologische Parameter abgeleitet: Gehirnströme, Augenbewegungen und Muskeltonus. Zur Diagnostik und Differenzierung von Schlafstörungen sind zusätzliche physiologische Messungen nötig, beispielsweise der Atemfluss für die Schlafapnoe oder die EMG-Ableitung an den Beinen für die Erkennung von periodischen Beinbewegungen. Jede Ableitungskurve aus dem EEG, EOG und EMG zeigt den Schlafstadien entsprechende Charakteristika auf, die anhand eines Kriterienkatalogs der *American Academy of Sleep Medicine* (AASM, 2008) zugeordnet werden können.

Wie in **Schrift III** aufgeführt, werden vier Schlafstadien (N1, N2, N3 und R) und der Wachzustand (W) differenziert. Es zeigt sich, dass der normale Schlaf eines erwachsenen gesunden Schläfers ein zyklischer Wechsel dieser Schlafphasen im 90 bis 110 Minuten Rhythmus aufweist. Pro Nacht ergeben sich bei einer Schlafzeit von acht Stunden durchschnittlich fünf bis sechs dieser Schlafzyklen.

Auffällig ist die Abhandlung des Stadiums N3 (Tiefschlaf) vorwiegend in den ersten drei bis vier Stunden der Nacht und die immer länger werdenden REM-Phasen gegen Ende der Nacht (vgl. **Schrift III**).

Der hier beschriebene Schlaf kann jedoch vielfältig gestört sein. In dem Buch „Das Traumfrescherchen“ leidet Schlafittchen beispielsweise an Alpträumen. Die Angst vor bösen Träumen führt dazu, dass die kleine Prinzessin abends nicht ins Bett gehen möchte. Nach dem Klassifikationssystem *International Classification of Sleep Disorders (ICSD-2)* der AASM (2008) fällt diese Schlafauffälligkeit unter die Kategorie der REM-Schlaf-gebundenen Parasomnien. Sie ist dort definiert als episodische Unterbrechungen des Schlafprozesses durch ungewöhnliche körperliche Phänomene oder Verhaltensweisen. In der ICSD-2 sind 85 Schlafstörungen registriert und sieben Hauptkategorien zugeordnet. Neben den Parasomnien werden demnach noch weitere Hauptkategorien unterschieden: Insomnien; schlafbezogene Atmungsstörungen; Hypersomnien; schlafbezogene Bewegungsstörungen; isolierte Symptome, Normvarianten und ungelöste Fragen; und andere Schlafstörungen.

Neben der ICSD-2 sind zur Einteilung und Diagnose von Schlafstörungen zwei weitere Klassifikationssysteme bekannt: das *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV-TR)* und die *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (ICD-10)*. Das in der Schlafmedizin und Schlafforschung am meist verwendete Manual ist jedoch die ICSD-2, da sie den aktuellen Kenntnisstand der Schlafforschung am besten widerspiegelt. Ihre Einteilung unter Berücksichtigung einer phänomenologischen Sichtweise beinhaltet nicht nur symptomatische, sondern auch pathophysiologische Erkenntnisse. Das System unterscheidet innerhalb eines bestimmten Störungsbildes verschiedene Subtypen, beschreibt diese und legt detaillierte Diagnosekriterien fest.

Der Schlaf-Wach-Rhythmus ist ein komplexer Vorgang, der von vielen Faktoren (z.B. Tageslicht, Krankheit, Ernährung, Alter) beeinflusst werden kann. Liegt der Verdacht einer Schlafstörung vor, ist der Weg zu einer sicheren Diagnosestellung häufig sehr umfassend. In der Schlafforschung und innerhalb der Screeningmethoden werden die folgenden Kriterien und standardisierten Terminologien zur Kennzeichnung einer Schlafstörung herangezogen: Unter der *Schlafkontinuität* versteht man eine Gesamtbalance von Schlaf und Wachsein. „Bessere“ Schlafkontinuität bedeutet wenig unterbrochenen Schlaf mit wenig Wachsein. Spezifische Schlafkontinuitätsmaße sind: *Einschlaf latenz* (die Zeit von „Licht aus“ bis zum 1. Auftreten von N2), *Häufigkeit der nächtlichen Schlafunterbrechungen* (die Anzahl der Wachzeiten nach anfänglichem Schlafbeginn bis zum Erwachen), *Dauer der nächtlichen Schlafunterbrechungen* (die Summe der Wachzeiten nach anfänglichem Schlafbeginn bis zum Erwachen), *gesamte Schlafdauer* (die Dauer vom Einschlafen bis zum Aufwachen), *Schlafeffizienz* (das Verhältnis von tatsächlich schlafend zur gesamten im Bett verbrachten Zeit in Prozent).

*König und Königin wurden immer betrübter
und schliefen auch nicht mehr so gut, wie es sich gehörte.*

aus „Das Traumfresserchen“ von Michael Ende

Insomnische Störungen

Das Königspaar aus dem Buch „Das Traumfresserchen“ war durch die Sorge um ihre Tochter auf dem besten Wege eine Insomnie zu entwickeln. Ganz allgemein spricht man bei insomnischen Störungen von Ein- und Durchschlafstörungen. Die Definition hat sich in den Jahren jedoch verändert. Das ursprüngliche Konzept des unbefriedigenden Schlafs wurde inzwischen ausdifferenziert. Nach der ICSD-2 wird eine Insomnie definiert, wenn Probleme beim Ein- und/oder Durchschlafen, oder frühmorgentlichen Erwachen bestehen oder aber über einen andauernd unerholsamen Schlaf und damit verbundene Beeinträchtigungen der Tagesbefindlichkeit geklagt werden. Hinsichtlich ihrer Entstehung werden die Insomnien in der Schlafmedizin in zwei Kategorien unterteilt: Primäre und sekundäre Insomnie. Eine *primäre Insomnie* oder auch psychophysiologische Insomnie genannt, wird diagnostiziert, wenn die Schlafprobleme das Beschwerdebild dominieren und keine anderweitigen Gründe für deren Entstehen ersichtlich sind. Die *sekundäre Insomnie* wird festgestellt, wenn die Schlafprobleme als Symptom im Rahmen einer anderweitigen psychischen (z.B. Depression) oder körperlichen Erkrankung (z.B. Herz-Kreislauferkrankungen) auftreten oder externen Faktoren (z.B. Medikamente) zuzuschreiben sind (vgl. Weeß, 2005).

Bei der Entwicklung einer primären psychophysiologischen Insomnie, aber auch bei der Aufrechterhaltung einer sekundären Insomnie, wird vor allem dem Einfluss der kognitiven Komponente eine besondere Bedeutung zugeschrieben. Bei anhaltendem schlechten Schlaf – häufig verursacht durch psychosozialen Stress – beginnen im Laufe der Zeit Gedanken über die Schlaflosigkeit und deren Folgen die Situation zu beherrschen. Falsche Vorstellungen über den Schlaf und seine Normen unterstützen diesen Prozess, indem sie häufig zu Fehlverhalten im Umgang mit den Schlafproblemen (z.B. Einnahme von Schlafmittel, lange Bettliegezeiten) führen. Auf emotionaler Ebene werden durch Wut und Ärger über das Nichtschlafenkönnen physiologische Reaktionen (z.B. Anspannung) verursacht, die akut das Schlafen unmöglich machen und langfristig eine Verselbständigung der Insomnie in Gang setzen – ein Teufelskreis beginnt (Drake, Roehrs & Roth, 2003).

Die Insomnie ist die am häufigsten diagnostizierte Schlafstörung (vgl. Stuck et al., 2009). Die Prävalenz insomnischer Beschwerden in der weltweiten Bevölkerung weist eine sehr große Variabilität

auf, die durch die unterschiedlichen Erhebungskriterien erklärt werden kann. So berichtet Ohayon (2002) in seinem Review über weltweit durchgeführte epidemiologische Studien von einer insomnischen Symptomprävalenz zwischen 10% bis 48%, von welchen etwa 9% bis 15% über zusätzliche Tagesbeeinträchtigungen, z.B. Stimmungsbeeinträchtigungen oder Tagesschläfrigkeit klagen. Bereits in der Einleitung wurde auf die Studie von Schlack et al. (2013) hingewiesen, in der 5,7% der über 18-jährigen Deutschen von einer behandlungsbedürftigen Insomnie klagen. Dabei liegt das Ergebnis im Vergleich zu einer im Jahre 2001 durchgeführten Studie mit einer Häufigkeit von 4% (Hajak, 2001) im ähnlichen Bereich, so dass zum einen von einer Annäherung an die tatsächliche Insomnieprävalenz ausgegangen werden kann, zum anderen sogar eine leichte Zunahme von insomnischen Symptomen in der deutschen Erwachsenenbevölkerung beobachtbar ist. Ältere Menschen scheinen weltweit häufiger betroffen zu sein. Beispielsweise klagten in einer groß angelegten epidemiologischen Studie von Foley et al. (1995) 42% der 9.000 Befragten über 65 Jahren über Probleme beim Ein- und/oder Durchschlafen. Beeinträchtigungen des Schlafs zeigen sich aber auch schon in jungen Jahren. Die Prävalenzraten deutscher Schulkinder im Durchschnittsalter von 5,5 Jahren ($n = 1.388$) liegen für Einschlafprobleme bei 5,1% (oft), 16,8% (manchmal) und für Durchschlafprobleme entsprechend bei 5,2% bzw. 12,8%. Tagesbeeinträchtigungen wie Müdigkeit, unkontrolliertes Einschlafen am Tage oder Einschränkungen in der körperlichen Leistungsfähigkeit werden ebenfalls genannt (Lehmkuhl, Wiater, Mitschke & Fricke-Oerkermann, 2008).

Chronisch unerholsamer Schlaf macht nicht nur tagsüber müde, sondern erhöht das Risiko an Folgeerkrankungen. Vor allem psychische Störungen, insbesondere depressive Verstimmungen aber auch Angststörungen sind häufige Begleiterscheinungen eines gestörten Schlafs (vgl. Stuck et al., 2009). Des Weiteren werden assoziierte Befunde von Gesundheitsbeschwerden wie Bluthochdruck, Diabetes oder Adipositas als Folge von Schlafproblemen diskutiert (vgl. Riemann & Hajak, 2009). Neben diesen psychischen und körperlichen Einbußen sind auch kognitive und motorische Leistungsdefizite messbar. Ergebnisse aus kurzzeitigen, ethisch vertretbaren, Schlafentzugsstudien an freiwilligen Probanden zeigen bei unterschiedlichen kognitiven Aufgaben eine Erhöhung der Ausführungsvariabilität, längere Reaktionszeiten und schlechtere Gedächtnisleistungen. Bei Aufgaben, die eine gewisse Bearbeitungsdauer erfordern, verschlechtert sich die Ausführung und erhöhen sich die Fehlerraten bei zunehmender Dauer (Lim & Dinges, 2008). Ein weiterer, aber in diesem Mantelpapier nicht explizit erwähnter Aspekt, sind die Auswirkungen eines schlechten Schlafs auf die Wettkampfleistung. Hierzu sei auf die **Schriften III** verwiesen.

Schlafprobleme bzw. Insomnien werden häufig medikamentös behandelt. Nach den Empfehlungen des *National Institute of Health* (NIH, 2005) können schlafinduzierende Substanzen (Benzodiazepine, Nicht-Benzodiazepine, Antidepressiva) temporär (für ca. 4 Wochen) eingesetzt werden. Lang-

fristige Anwendungen erhöhen die Wahrscheinlichkeit z.B. der Abhängigkeit, kognitiver Leistungsdefizite und Koordinationsstörungen sowie eines Gefühls der Abgeschlagenheit („hangover“) (Kripke, 2000). Regelmäßiger Schlafmittelkonsum steht mit einer erhöhten Mortalität in Verbindung, ebenso steigt die Wahrscheinlichkeit eine weitere Schlafstörung, die Schlafapnoe, zu entwickeln. Nach längerer Einnahme stellt sich eine gewisse Toleranz gegenüber dem Wirkstoff ein und die Betroffenen erhöhen ihre nächtliche Dosis. Beispielsweise konnten Sivertsen, Omvik, Pallesen, Nordhus und Bjorvatn (2009) zeigen, dass sich die Schlafqualität chronischer Insomnier nach einer einjährigen Zopicloneinnahme nicht von Insomniern ohne Schlafhilfen unterscheidet. Zusammengefasst führen Schlafmittel zu einer vorübergehenden Symptomlinderung, verändern aber das natürliche Schlafmuster und können letztendlich nicht zur Ursachenfindung beitragen. Die gesundheitspolitische Relevanz der Insomnie für das Gesundheitssystem zeigt sich auch und besonders anhand einer Befragungsstudie in Allgemeinarztpraxen mit 2.512 Patienten: 19% (n = 477) der zwischen 18 bis 65-jährigen Besuchern berichteten, an einer schweren Insomnie zu leiden; die meisten davon schon bis zu fünf Jahre. Nur in 186 der Fälle wusste der Arzt von diesen Beschwerden und ca. 100 davon gaben an rezeptpflichtige Schlafmittel einzunehmen (Hohagen, Graßhoff, Schramm & Ellringmann, 1991). Nach der Deutschen Hauptstelle für Suchtfragen sind in Deutschland 2008 bis zu 28,9 Millionen Packungen Schlaf- und Beruhigungsmittel und 11 Millionen Tranquilizer verkauft worden.

Schlafprobleme können auch ohne Medikamente mit kognitiv-verhaltenstherapeutischen Maßnahmen behandelt werden. Diese Kombinationsprogramme beinhalten Techniken wie die Psychoedukation, Regeln zur Schlafhygiene, Entspannung und verhaltenstherapeutischen Methoden wie die Schlafrestriktion und Stimuluskontrolle. Der Behandlungserfolg tritt im Vergleich zur Pharmakotherapie etwas später ein, bringt aber keine Nebenwirkungen mit sich und ist aufgrund seiner Langzeiteffekte den pharmakologischen Schlafhilfen vorzuziehen (Morin et al., 2009). Lange war die kognitive Verhaltenstherapie ausschließlich für die primäre Insomnie indiziert. Mittlerweile rechtfertigt sich auch ihre Anwendung bei der sekundären Insomnie, z.B. berichten Schmerzpatienten neben einer verbesserten Schlafqualität auch über weniger Schmerzen oder verbesserte Depressionssymptome (vgl. Smith, Huang & Manber, 2005). Trotz ihrer Effektivität wird diese Therapieform im Vergleich zu medikamentösen Verfahren selten eingesetzt, da Ärzte zum einen Alternativtherapien nicht kennen und zum anderen ausgebildete Fachkräfte fehlen (Means, Lineberger & Edinger, 2008). Benca (2005) kritisiert u.a. auch grundlegende Mängel in der Erkennung von Schlafstörungen und fordert im Hinblick auf mögliche Folgeerkrankungen, die Annahme der Schlafstörung als ernstzunehmende Beschwerde.

*Da ließ der König alle Ärzte und Professoren des Landes kommen.
Sie standen um das große Bett der kleinen Prinzessin
und redeten lateinisch und verschrieben ihr Unmengen Medizin.*

aus „Das Traumfresserchen“ von Michael Ende

Sport als therapeutischer Ansatz

Trotz aller Bemühungen fand sich in dem Buch „Das Traumfresserchen“ keine Hilfe für die kleine Prinzessin, so dass der König beschloss, sich selbst auf den Weg zu machen. Seine lange und beschwerliche Reise führte ihn letztlich zum Traumfresserchen, welches mit Vorliebe böse Träume verzerrt und somit Schlafittchen helfen konnte. Manchmal liegt eine Lösung für ein Problem allerdings viel näher. Befragt man beispielsweise eine große Anzahl von Menschen, was sich bei ihnen positiv auf den Schlaf auswirkt, so erhält man häufig physische Aktivität als Antwort. In einer Untersuchung von Urponen, Vuori, Hasan und Partinen (1988) wurden 1.190 Personen aus Finnland gebeten in einem Fragebogen drei Tätigkeiten zu nennen, die den Schlaf positiv beeinflussen. Das Ergebnis: Für bis zu 44% der Frauen und Männer jeder Altersgruppe hat regelmäßige physische Aktivität (vor allem Aufenthalt im Freien, Jogging oder Abendspaziergänge) eine schlafförderliche Wirkung.

Sportlich aktive Menschen sollten von daher besser schlafen als sportlich weniger aktive Menschen. Diese Vermutung wird beispielsweise in einer Studie von Brand, Gerber et al. (2010) belegt. So zeigen die Schlaftagebücher von jugendlichen Athleten (n = 258) mit einem Trainingsumfang von knapp 18 Stunden pro Woche gegenüber Jugendlichen mit etwa 5 Stunden Sport pro Woche (n = 176) kürzere Einschlafzeiten, weniger Schlafunterbrechungen sowie eine allgemein bessere psychische Gesundheit. Auch objektive Daten ergeben ähnlich vielversprechende Ergebnisse. Zum Beispiel weisen die Schlafprofile von 12 älteren, fitten Männern gegenüber gleichaltrigen aber inaktiven eine kürzere Einschlafdauer und kürzere Schlafunterbrechungen, mehr Tiefschlaf und eine höhere Schlafeffizienz auf (Edinger et al., 1993). Ebenso konnten Brand und seine Arbeitsgruppe (2010) anhand eines Vergleichs der Schlaflabordaten von jugendlichen Fußballspielern (n = 12) mit einem Sportumfang von 14 Stunden pro Woche gegenüber einer Kontrollgruppe (n = 12; 1,5 Stunden pro Woche) belegen, dass ambitionierte Sportler eine kürzere Einschlafzeit, weniger Schlafunterbrechungen, mehr Tiefschlaf, weniger REM-Schlaf und eine allgemein bessere Schlafeffizienz aufzeigen.

Youngstedt (2005) warnt jedoch vor einem übereilten Fazit und stellt mögliche andere Erklärungen für diesen positiven Zusammenhang auf. Beispielsweise zeigen Sportler Verhaltensweisen, die

die Schlafqualität positiv beeinflussen (z.B. gesunde Ernährung, weniger Alkohol, geringeres Körpergewicht, Nichtraucher). Des Weiteren muss das oft beschriebene Gefühl bewegungsaktiver Menschen von mehr Energie oder Vitalität bzw. weniger schläfrig zu sein nicht zwangsläufig auf einen besseren Schlaf zurückgeführt werden, sondern kann auch durch die verbesserte Fitness bzw. physiologische Anpassungsreaktionen (z.B. niedrigere Ruheherzfrequenz) erklärt werden (z.B. Hong & Dimsdale, 2003). Da aus Zeitmangel oftmals die sportliche Betätigung am Wochenende stattfindet, wäre der subjektiv bessere Schlaf auch mit dem abfallenden Arbeitsstress oder mit dem (vermehrten) Aufenthalt im Freien denkbar. Z.B. kann das Tageslicht während sportlicher Betätigung im Freien den Schlaf-Wach-Rhythmus beeinflussen (Gammack, 2008).

Es gibt eine Vielzahl an Studien, die den Einfluss von einmaliger körperlicher Aktivität auf den darauf folgenden Schlaf experimentell untersucht haben. Kubitz, Landers, Petruzzello und Han (1996) fassten diese Studien in einer Meta-Analyse zusammen und fanden Veränderungen des Nachtschlafs nach einmaliger Sportintervention in folgenden Parametern: Verlängerte Gesamtschlafzeit, verkürzte Einschlafdauer, verzögerte REM-Latenz (Zeit nach dem Einschlafen bis zur ersten REM-Phase), mehr Tiefschlaf und weniger REM-Schlaf. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Youngstedt, O'Connor und Dishman (1997) wobei in ihrer Meta-Analyse kein Einfluss auf die Einschlafdauer nach einmaliger Sportintervention zu finden war. In dem Übersichtsartikel von Kubitz et al. (1996) werden mögliche Moderatorvariablen in den Fokus genommen. Sie resümieren, dass weibliche Personen, Ältere und Personen mit geringer kardiorespiratorischer Fitness von einer sportlichen Betätigung am meisten profitieren und geben Anleitungen hinsichtlich eines Trainings für einen besseren Schlaf. Demnach soll die Aktivität möglichst von langer Dauer sein und früh am Tage stattfinden. Diese Ergebnisse werden weitestgehend durch die zuvor genannte Meta-Analyse von Youngstedt et al. (1997) unterstützt. Bezüglich der Dauer der sportlichen Aktivität zeigten sich bei fitten Athleten überhaupt erst nach 60-minütigen Belastungen Veränderungen des Schlafs in Form einer verlängerten Schlafdauer, weniger REM-Schlaf sowie verzögerter REM-Latenz.

Wenn neben der Dauer der sportlichen Aktivität die Intensität berücksichtigt wird, dann scheint es, dass eine Erhöhung des Tiefschlafanteils erst dann erreicht werden kann, wenn die Belastung hoch (80% VO_2max) dafür aber kürzer (etwa 80 Minuten) bzw. nieder (50-70% VO_2max) dafür aber länger (etwa 150 Minuten) durchgeführt wird (vgl. Horne & Staff, 1983). Für dieses Fazit sprechen auch die Ergebnisse aus einer Studie von Dworak et al. (2008) mit Kindern im Durchschnittsalter von 13 Jahren. Dabei konnten nur nach einer 30-minütigen intensiven Ergometereinheit (85-90% $HRmax$) im Vergleich zu einer moderaten Belastung (65-70% $HRmax$) drei bis vier Stunden vor dem Zubettgehen polysomnographisch aufgezeichnete Verlängerungen des Tiefschlafs um 15 Minuten auf Kosten des Stadiums N2 aufgezeichnet werden. Nach beiden sportlichen Belastungsstufen verkürzte sich die

Einschlafzeit um durchschnittlich 14 Minuten. Um die Dauer der Schlafunterbrechungen bei Erwachsenen zu verkürzen, sind bereits leichte bis moderate Belastungen (<50% VO₂max) wirkungsvoll. Hoch intensive Belastungen scheinen jedoch zu vermehrten nächtlichen Weckungen zu führen (Youngstedt et al., 1997).

Klinisch relevant sind Studien, die die Auswirkung von sportlicher Aktivität bei Personen mit Schlafproblemen untersuchen. Bei schlafgeplagten Menschen wurden bereits größere Effekte auf den Schlaf nach körperlicher Aktivität gefunden. Im Jahre 1995 konnten Guilleminault et al. (1995) bei 30 Insomnikern im Durchschnittsalter von 44 Jahren nach einer nur 4-wöchigen Sportintervention mit täglich durchgeführten 45-minütigen Walking-Einheiten sowie Empfehlungen für einen gesunden Schlaf Verbesserungen um sieben Minuten in der Einschlafdauer und eine 17-minütige Zunahme der Schlafdauer mittels Aktigrafie aufzeichnen. Da die Kontrollgruppe mit den Empfehlungen für einen gesunden Schlaf kaum Schlafveränderungen zeigte, kann der Zuwachs der Sportintervention zugeschrieben werden. Auch bei älteren Studienteilnehmern ($n = 14$; $M = 75$ Jahre) führte ein täglich durchgeführtes 2-wöchiges, kombiniertes Interventionsprogramm aus leichter sportlicher Aktivität und sozialen Interaktionseinheiten zu vermehrten Tiefschlaf und verbesserter Erinnerungsfähigkeit gegenüber einer Kontrollgruppe ohne Intervention ($n = 9$; $M = 71$ Jahre).

King und seine Arbeitsgruppe (2008) konnten bei der Untersuchung von Personen mit mittelschweren Schlafbeschwerden nach einem einjährigen moderaten Ausdauertraining gegenüber der Kontrollgruppe mit einer Gesundheitsschulung keine Veränderungen im Schlafqualitäts-Gesamtscore aber weniger Schlafunterbrechungen (PSQI) feststellen. Aus den Schlaftagebuchdaten der Sportgruppe waren zudem kürzere Einschlafzeiten und das Gefühl, morgens erholter zu sein, abzulesen. Nächtliche Schwankungen bzgl. der Einschlafzeiten reduzierten sich in der Sportgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe (Folgeanalyse: Buman, Hekler, Bliwise & King, 2010). Über einen besseren Schlaf berichteten auch die Teilnehmer ($n = 20$; $M = 62$ Jahre) mit moderaten Schlafbeschwerden in der Studie von King, Oman, Brassington, Bliwise und Haskell (1997): Nach einer 16-wöchigen Sportintervention mit drei bis vier wöchentlichen moderaten Ausdauereinheiten von 30 bis 40-minütiger Dauer zeigte die Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe ($n = 23$; $M = 60$ Jahre) eine reduzierte Einschlafzeit um knapp 12 Minuten und eine um 42 Minuten verlängerte Schlafdauer (PSQI-Werte).

Weitere Befunde aus dem klinischen Kontext werden im Abschnitt 7 dargestellt. Dort soll zudem das eigene Forschungsprogramm vorgestellt und in den Kontext des internationalen Forschungsstands eingeordnet werden. Zunächst sollen jedoch mögliche Wirkmechanismen der sportlichen Aktivität aufgeführt werden.

*Weißt du nicht, dass Igel am liebsten Schlangen und Schnecken essen?
Und ich bin eben sozusagen ein Traumigel, deshalb schmecken mir böse Träume.
So bin ich gemacht und dazu bin ich da, punktum!*

aus „Das Traumfresserchen“ von Michael Ende

Wirkmechanismen des Sports auf den Schlaf

Um den möglichen Einfluss der sportlichen Aktivität auf den Schlaf zu beschreiben, versucht man in der Wissenschaft nach möglichen Wirkmechanismen zu suchen. Man gibt sich nur ungern mit „So ist das nun mal“-Aussagen wie der des Traumfresserchens zufrieden. In diesem Abschnitt sollen verschiedene Theorien aus der Schlafforschung angeführt werden, die den Zusammenhang auf direkte oder indirekte Weise erklären. Dabei kann der Sport für den Schlaf direkt förderlich sein durch den anschließend erhöhten Erholungsbedarf, mittels seiner Funktion der Energieerhaltung oder über thermoregulatorische Mechanismen. Aber auch die Einflussnahme auf den zirkadianen Rhythmus ist denkbar. Indirekte Wirkmechanismen des Sports auf den Schlaf beispielsweise über die psychische Gesundheit könnten jedoch auch eine Rolle spielen.

Eine erste Erklärung für die Notwendigkeit des Schlafs ist seine Erholungsfunktion (Adam, 1980). Sie basiert auf der Annahme, dass katabolische Prozesse am Tage, insbesondere durch sportliche Aktivität, anabole Reaktionen fordern, die im Schlaf wiederhergestellt werden müssen (Shapiro, Bortz, Mitchell, Bartel & Jooste, 1981). Beispielsweise sind Regenerationsprozesse des Immunsystems (Cohen, Doyle, Alper, Janicki-Deverts & Turner, 2009) oder der Muskulatur zu Gange (Dattilo et al., 2011). Eng damit verbunden wird die Energieerhaltungshypothese diskutiert. Diese geht von einem Energiespeicher aus, der je nach Beanspruchung mittels Schlaf reguliert werden muss (vgl. Dworak, McCarley, Kim, Kalinchuk & Basheer, 2010). Da allerdings der Energieverbrauch in der Nacht im Vergleich zu einem entspannten Wachzustand nur um 10% bis 15% reduziert ist, wird mittlerweile eine reine Energiesparfunktion des Schlafs angezweifelt (Rechtschaffen, 1998). Dagegen wird angenommen, dass die zum Metabolismus nötige Energie zur Erhaltung der Lebensfunktion (Herz, Atmung, Muskelaktivität) während des Schlafs auf ein Minimum reduziert wird, um mit der eingesparten Energie speziell schlafabhängige Prozesse, wie die Erholungsprozesse, zu unterstützen. Da körperliche Belastung, vor allem hochintensive Belastung, zu vermehrtem Tiefschlaf führt, wird seine Funktion u.a. in der Wiederauffüllung zerebraler Energiespeicher vermutet (z.B. Dworak et al., 2010). Eine weitere Erklärung für den erhöhten Tiefschlafanteil nach intensiver sportlicher Belastung könnte in der erhöhten Cytokinkonzentration (IL-1, IL-6 und TNF- α) liegen. Zu hohe Konzentrationen führen dagegen zu

Schlafunterbrechungen (Burgos et al., 2006). Weitere Untersuchungen der Belastungskomponenten sind notwendig, um Verbesserungen auf die Schlafqualität vorherzusagen (vgl. Santos, Tufik & De Mello, 2007).

Viele Jahre wurde die Thermoregulation als mögliche Funktion des Schlafs diskutiert. Anstoß für diese Vermutung war die Studie von Horne und Staff (1983), die eine Zunahme des Tiefschlafs als Reaktion auf eine vorangegangene Körperkerntemperaturerhöhung beobachteten. Mittlerweile scheint – umgekehrt – die Regulierung des Schlafs vom endogenen Thermoregulationssystem abhängig zu sein. Somit erhöht sich mit abnehmender Körperkerntemperatur die Schlafneigung und umgekehrt. Voraussetzung dafür ist die Wärmeabgabefähigkeit durch Gefäßerweiterung über die Extremitäten (vgl. Kräuchi, 2007). Menschen mit Ein- und Durchschlafproblemen oder einem Depressionsleiden sowie ältere Menschen zeigen Anzeichen einer gestörten Thermoregulation (vgl. Lack, Gradisar, Van Someren, Wright & Lushington, 2008). Passives Erwärmen des Körpers vor und während der Nacht unterstützt den Nachtschlaf bei älteren gesunden Insomniepatienten (Raymann, Swaab & Van Someren, 2008). Ein vergleichbarer Wirkmechanismus wird in der körperlichen Aktivität vermutet. Die anschließende distale Gefäßerweiterung führt zur Senkung der Körperkerntemperatur und wirkt einschlauffördernd. Da der Wärmetransport über das Blut stattfindet (Aschoff & Wever, 1958) kann ein weiterer Effekt und somit eine mögliche Verbesserung des Schlafs bei Menschen mit Schlafproblemen im Training des kardiovaskulären Systems liegen. Des Weiteren kann mit der Zunahme der Körperkerntemperatur auch ein Anstieg der Melatoninkonzentration beobachtet werden (Carr et al., 1981). Melatonin, ist ein lichtsensibles Schlafhormon, das mit zunehmender Dunkelheit den Schlaf einleitet und in den ersten Stunden begleitet. In einer Studie von Knight, Thompson, Raboud und Hoffman (2005) stieg die Melatoninkonzentration der 213 Teilnehmerinnen ($M = 40$ Jahre) mit der Dauer (Stunden/Tag) der sportlichen Aktivität.

Ein weiterer Erklärungsansatz liegt in der Beeinflussung des zirkadianen Rhythmus. Vor allem bei Schichtarbeitern oder Vielfliegern (Jet-Lag), aber auch bei Jugendlichen und älteren Erwachsenen sind so genannte Schlafphasenverschiebungen zu beobachten. Ursächlich dafür ist die Desynchronisation des endogenen zirkadianen Rhythmus (z.B. Körpertemperatur, Melatonin) mit den exogenen bzw. Umgebungsfaktoren (z.B. Licht, Essenszeiten) (Martinez & do Carmo Sfreddo Lenz, 2010). Sportliche Aktivität kann als ein weiterer exogener Faktor zur Justierung verschobener Schlaf-Wach-Rhythmen eingesetzt werden (Edwards, Reilly & Waterhouse, 2009). Dabei ist der Zeitpunkt, die Dauer und Intensität des Sporttreibens entscheidend. Des Weiteren ist durch regelmäßiges Training die Umstellung der inneren Uhr zu einem versetzten Tag-Nacht-Zyklus möglich, wie sie beispielsweise bei der Schichtarbeit erforderlich ist (Barger, Wright, Hughes & Czeisler, 2004).

Wie bereits in den vorangegangenen Abschnitten beschrieben, gehören gesundheitliche Beschwerden, psychisch wie physisch, zu den Ursachen wie auch Auswirkungen von Schlafbeschwerden.

In Anbetracht der positiven Effekte physischer Aktivität bei der Prävention als auch bei der Behandlung von körperlichen (Bucksch & Schlicht, 2006) sowie psychischen Erkrankungen (Arent, Rogers & Landers, 2001) werden über diese indirekten Mechanismen mögliche Verbesserungen des Schlafs erklärt. In der Meta-Analyse von Rethorst, Wipfli und Landers (2009) über die Effektivität sportlicher Aktivität bei Depressionen von über 58 randomisierte Studien ($n = 2.982$) konnte eine Effektstärke von 0.8 gegenüber den Kontrollgruppen erreicht werden. Betrachtet man den Schlaf von depressiven Patienten, so zeigt er einen untypisch großen Anteil an REM-Schlaf und verkürzter REM-Latenz auf (Vogel, Vogel, McAbee & Thurmond, 1980). Sportliche Aktivitätsstudien zeigen eine Reduktion dieser Anteile nach Beendigung bei guten Schläfern (Youngstedt et al., 1997). Innerhalb zweier Studien mit älteren depressiven Menschen mit Schlafproblemen konnten nach regelmäßiger Sportintervention (Krafttraining) über acht bis zehn Wochen verbesserte Depressionswerte mit gleichzeitigen Verbesserungen der subjektiven Schlafqualität festgestellt werden (Singh et al., 2005). Bei sportlicher Aktivität im Freien kann zusätzlich der antidepressive Effekt des Lichts optimal genutzt werden (z.B. Gammack, 2008).

Als letzter und nicht zu unterschätzender Aspekt ist die Hilflosigkeit der Betroffenen gegenüber ihrer Schlaflosigkeit zu nennen. Maßnahmen zur Steigerung der Selbstwirksamkeit (Bandura, 1997) könnten helfen den Teufelskreis der Insomnie zu durchbrechen. Selbstbestimmtes Handeln in Form von sportlicher Aktivität könnte den Weg zu einem besseren Schlaf unterstützen.

*Ihre Backen wurden wieder rot und rund
und alle Bewohner von Schlummerland waren stolz auf sie,
denn so gut wie sie konnte keiner schlafen.*

aus „Das Traumfresserchen“ von Michael Ende

Einordnung der eigenen Interventionsstudie

Das Traumfresserchen war ein voller Erfolg: Nicht nur Schlafittchen erholte sich recht bald von ihren Albträumen, sondern auch Königin und König schliefen wieder deutlich besser. In der Forschung ist der Erfolg einer Intervention oftmals weniger deutlich festzumachen. Zudem ist es meist schwierig überhaupt die beste Intervention zu finden. Die beiden vorangegangenen Abschnitte haben gezeigt, dass der Schlaf durch körperliche Aktivität positiv beeinflusst wird. Vor allem Interventionsstudien mit schlafgestörten Personen zeigen vielversprechende Effekte. Als ich im Jahr 2009 mein Dissertationsprojekt begonnen habe, war es das Ziel ein möglichst effektives nicht-medikamentöses Trainingsprogramm zu entwickeln und zu untersuchen. Bis dahin lag noch keine Studie vor, die als Intervention sportliche Aktivität mit der ebenfalls wirksamen Schlafedukation kombinierte. In der eigenen Untersuchung sollte also in einem Wartelisten-Kontrollgruppendesign ein 6-wöchiges kombiniertes Schlaftraining untersucht werden, das sich aus zwei Bausteinen zusammensetzt: Sportliche Aktivität und Schlafedukation.

Zwischenzeitlich liegt eine weitere, sehr gut kontrollierte Interventionsstudie von Reid et al. (2010) vor, die ebenfalls ein kombiniertes Interventionsprogramm verwendet hat. Bevor die eigene Untersuchung und deren Hauptergebnisse vorgestellt werden, soll deshalb die Untersuchung von Reid und Kollegen kurz erläutert werden. Die Intervention über 16 Wochen bestand aus einem Sportprogramm und zweimal wöchentlich stattfindenden Beratungsgesprächen für einen gesunden Schlaf. Alle Studienteilnehmer klagten über insomnische Schlafbeschwerden. Die 10 Frauen der Experimentalgruppe ($M = 62$ Jahre) wurden neben den Beratungsgesprächen gebeten, täglich Ausdauereinheiten (z.B. Walking oder Laufband) von 30 bis 40-minütiger Dauer durchzuführen während die Kontrollgruppe (6 Frauen, 1 Mann; $M = 64$ Jahre) die Beratungsgespräche sowie soziale Aktivitäten (z.B. Park- und Museumsbesuche) in Anspruch nahmen. Nach der Intervention berichtete die Sportgruppe gegenüber der Kontrollgruppe über eine allgemein bessere subjektive Schlafqualität (PSQI-Werte) und Schlaffeffizienz mit kürzerer Einschlafdauer von ca. 14 Minuten und längerer Gesamtschlafzeit von 75 Minuten. Im Vergleich zum Zeitpunkt vor der Intervention verringerten sich die depressiven Symptome und die Tagesmüdigkeit, wohingegen das Vitalitätsgefühl zunahm (Fragebogendaten, SF-36).

In der eigenen Interventionsstudie wurde der Einfluss eines kombinierten 6-wöchigen Schlaftrainings auf die subjektive Schlafqualität bei Menschen mit insomnischen Schlafbeschwerden untersucht. Die 70 Studienteilnehmer der Interventionsgruppe ($M = 55$ Jahre) trafen sich einmal wöchentlich für eine jeweils einstündige Schlafedukation und anschließender moderater Sportintervention (vgl. **Schrift I**). Die Teilnehmer waren zudem aufgefordert, selbständig zweimal in der Woche für mindestens 30 Minuten zu trainieren. Nach der Intervention berichtete die Interventionsgruppe gegenüber einer Wartelistekontrollgruppe ($n = 44$; $M = 57$ Jahre) über klinisch relevante Verbesserungen ihrer allgemeinen subjektiven Schlafqualität mit einer kürzeren Einschlafdauer (18 Minuten), weniger nächtlichen Schlafunterbrechungen und einer längeren Schlafdauer (33 Minuten). Die Schlafeffizienz von 84% erreichte nahezu die Norm (PSQI). Zudem fühlte sich die Interventionsgruppe am Morgen erholter – gemessen mit dem Schlaffragebogen-B von Görtelmeyer (2005). Die allgemeine psychische Belastung sank, vor allem die depressiven Symptome (Symptom Checklist, SCL-90-R) (Derogatis, 1977). Wie in der Studie von Reid et al berichteten die Teilnehmer hatten das Gefühl von mehr Energie bzw. Vitalität (SF-36). Die Verbesserungen blieben auch drei Monate nach Beendigung der Intervention bestehen.

Anhand des PSQI-Wertes lassen sich die Ergebnisse der aktuellen Studie mit anderen Untersuchungen vergleichen. Die durchschnittliche Verbesserung der globalen PSQI-Werte von 3,1 Punkte sind im Vergleich zu der Studie von King et al. (1997), die eine durchschnittliche Reduktion von 3,3 Punkten nach einem 16-wöchigen moderaten Ausdauertraining fanden, nur unwesentlich geringer. In der Studie von Reid et al. (2010) zeigten sich etwas größere Effekte von 4,8 Punkten. Dieser Unterschied könnte jedoch durch die strengeren Ausschlusskriterien erklärt werden, z.B. wurden nur Teilnehmer mit einer durchschnittlichen Schlafdauer von weniger als 6,5 Stunden pro Nacht aufgenommen (gemessen anhand von Aktigraphie und Schlafprotokollen). Im Vergleich zu Meta-Analysen, die die kognitive Verhaltenstherapie als Intervention untersuchten, zeigen sich bezogen auf den PSQI leicht niedrigere Effektstärken für die Einschlaflatenz, höhere Effektstärken für die Häufigkeit von nächtlichem Erwachen und gleiche Effektstärken für die subjektive Schlafqualität und die Gesamtschlafzeit (Irwin, Cole & Nicassio, 2006).

Für den deutschen Schlaffragebogen-B (Görtelmeyer, 2005), der u.a. den Faktor *Gefühl des Erholtseins nach dem Schlaf* (GES) erfasst, existieren leider keine Daten aus verhaltenstherapeutischen Interventionsstudien. Der Faktor GES könnte als Indikator für einen erholsamen Schlaf stehen; eines der wichtigsten diagnostischen Kriterien für Schlaflosigkeit (ICSD-2, 2005). Daher ist die deutliche Verbesserung der Interventionsgruppe im GES ein bedeutsamer Befund dieser Untersuchung.

In der vorliegenden Interventionsstudie wurde kein zweiter Studienarm integriert, der die Effekte der Schlafedukation – so wie in der Studie von Reid et al. (2010) – alleine kontrollierte. Damit sind aus den Hauptergebnissen keine Rückschlüsse möglich, wie groß der Einfluss der Sportaktivität

bzw. der Schlafedukation ist. Jedoch: Es wurde von allen 114 Studienteilnehmern umfangreiche Protokolldaten zur physischen Aktivität und diversen Schlafparametern erfasst. Das zweiseitige Protokoll (siehe **Schrift I**) wurde wöchentlich eingefordert und von daher sind diese Daten nahezu vollständig. Zudem wurde über den gesamten Interventionszeitraum die tägliche Schrittzahl gesammelt. Anhand dieser Daten lassen sich verschiedene weiterführende Analysen durchführen. Beispielsweise fanden Youngstedt et al. (2003) in zwei Feldstudien keinen Zusammenhang zwischen Schlafqualität und körperliche Aktivität. In der ersten Studie protokollierten die 31 Teilnehmer für 105 Tage ihre gesamte körperliche Aktivität und den Schlaf. In der zweiten Studie trugen die 71 Teilnehmer einen Aktigraphen und führten für sieben Tage ein Schlafprotokoll. Eine mögliche Erklärung von Youngstedt und Kollegen war, dass die Teilnehmer bereits gute Schläfer waren und deshalb mit einer Verbesserung der Schlafwerte kaum zu rechnen ist (z.B. Deckeneffekte).

In **Schrift II** wurden deshalb in einer Re-Analyse zwei Regressionsanalysen durchgeführt, die den Einfluss der Häufigkeit, der Dauer und der Intensität der sportlichen Aktivität sowie die Gesamtschrittzahl auf die subjektiven Schlafparameter untersuchte. Es zeigte sich ein Zusammenhang zwischen der Dauer der sportlichen Aktivität (SF-B) sowie der Anzahl der Schritte (PSQI) und der Schlafqualität. Da in den Regressionsanalysen Störfaktoren (z. B. Alter, Geschlecht, sportliches Aktivitätsniveau Ebene) ebenfalls aufgenommen waren, kann auf einen unabhängigen Effekt der körperlichen Aktivität auf die subjektiven Schlafparameter geschlossen werden. Zudem kann aus der Regressionsanalyse abgeleitet werden, dass die Intensität von geringerer Bedeutung ist als die Dauer der körperlichen Aktivität.

Schließlich wurde in der **Schrift II** die subjektive Beurteilung der Studienteilnehmer analysiert. Diese waren in einem Abschlussfragebogen aufgefordert zu bewerten, ob die sportliche Aktivität oder die Schlafedukation als nützlich angesehen wurde (Mehrfachnennung möglich). Die Ergebnisse zeigten, dass die Teilnehmer zu 71% die Schlafedukation als hilfreich empfanden. Der positive Effekt durch eine Aufklärung über den Schlaf, beispielsweise um Einstellungen und dysfunktionales Verhalten zu verändern, wurde in mehreren Studien gezeigt (Morin, 2009). Etwa 50% der Teilnehmer beurteilten auch die sportliche Aktivität als hilfreich. Dieser Befund könnte die Ergebnisse der schlafförderlichen Wirkung von Bewegung aus der Studie von Urponen et al (1988) reflektieren.

*Und damit auch alle anderen Kinder das Traumfresserchen rufen können,
wenn sie es brauchen, ließ der König die ganze Geschichte aufschreiben.
Das ist hiermit geschehen.*

aus „Das Traumfresserchen“ von Michael Ende

Zusammenfassung und Ausblick

Das Traumfresserchen scheint bei der Behandlung von Alpträumen eine wahre Alternative. Da der König das Wesen erst nach einer langen Suche und eher zufällig fand, lies er die Geschichte aufschreiben, damit andere schneller davon erfuhren. Auf der Suche nach Behandlungsalternativen für insomnische Beschwerden scheint Sport ebenfalls ein wahres Wundermittel. Für die Wirksamkeit der sportlichen Aktivität zur Behandlung von Schlafproblemen lassen sich aufgrund der noch unzureichenden Datengrundlage keine endgültigen Rückschlüsse zu. Allerdings sind die bis dato vorliegenden Ergebnisse aus überwiegend subjektiven Beurteilungen der Schlafqualität jedoch vielversprechend und in ihrer Effektivität vergleichbar mit kognitiv-verhaltenstherapeutischen Maßnahmen. Dazu zählen auch die Ergebnisse aus dem von mir durchgeführten kombinierten Schlaftraining. Im Gegensatz zu pharmakologischen Behandlungsmethoden könnte die körperliche Aktivität eine gesunde, sichere und günstige Interventionskomponente oder vielleicht sogar Alternative zur Behandlung von Schlafproblemen werden. Für weitere Effektivitätsstudien sind zusätzliche objektive Daten für diese Zielgruppe wünschenswert. Jedoch soll dieser Anspruch nicht die subjektive Bewertung des Schlafs schmälern, im Gegenteil, sie spielt bei der Entwicklung, dem Verlauf und der Behandlung von Schlaf-Wach-Störungen eine wichtige Rolle. Schon der Gang zum Arzt basiert auf subjektive Schlafbeschwerden und zur Behandlungcompliance sind diese Bewertungen grundlegend.

Um detaillierte und individuell abgestimmte Sportprogramme für Menschen mit Schlafproblemen zu entwickeln und anzubieten, sind weitere differenzierte Untersuchungen notwendig. Denn mit globalen Aussagen wie, dass der Sport ein Allzweckmittel für ein gesundes Leben darstelle, begnügt sich die Sportwissenschaft bzw. der Gesundheitssport nicht mehr (Rieder, Huber & Werle, 1996). Stattdessen müssen „maßgeschneiderte“ sportliche Programme für spezifische Erkrankungen (z.B. Osteoporose, Adipositas) entwickelt und mit wissenschaftlichen Methoden evaluiert werden. Diese Anforderung für den Gesundheitssport kann auf verschiedene Schlafstörungen (z.B. Insomnie) übertragen werden. Dies bedeutet weiter, kontrollierte Studien über die einzelnen Dimensionen der Belastung

wie Umfang, Intensität und Häufigkeit sowie auch Zeitpunkt und Art der Sportintervention durchzuführen. Mögliche Moderatorvariablen (z.B. Tageslichteinfluss, Umgebungstemperatur, Medikamentenkonsum) müssen dabei berücksichtigt werden.

Auch bei anderen Schlafstörungen, z.B. dem Restless-Legs-Syndrom (RLS), wird die unterstützende Wirkung sportlicher Aktivität beschrieben. Epidemiologische Studien zeigen, dass ein Mangel an physischer Aktivität ein wesentlicher Risikofaktor für RLS darstellt (Phillips et al., 2000). Eine der wenigen Studien mit sportlicher Aktivität als Behandlungsalternative hat gezeigt, dass regelmäßige sportliche Betätigung RLS-Symptome und die periodischen Beinbewegungen während des Schlafs reduzierte (de Mello, Esteves & Tufik, 2004). Diese Effekte waren der vorangegangenen konservativen medikamentösen Behandlung mit L-Dopa gleichgestellt. Eine neue Studie von Esteves, De Mello, Pradella-Hallinan und Tufik (2009) zeigte zudem verbesserte objektive Schlafparameter nach akuter und regelmäßiger Sportaktivität sowie weniger Beinbewegungen und Linderungen der Symptome. Sportliche Betätigung könnte auch bei der Prävention und Linderung atemungsgebundener Schlafstörungen, wie der Schlafapnoe behilflich sein. Da Übergewicht bzw. ein großer Halsumfang relativ zu seiner Länge die obstruktive Apnoe begünstigt, könnte zum einen eine Gewichtsreduktion die Häufigkeit der Atemaussetzer reduzieren (Newman et al., 2005). Zum anderen kann durch Sport die Atemmuskulatur gestärkt werden, um das Kollabieren der Atemwege zu verhindern (Giebelhaus, Strohl, Lormes, Lehmann & Netzer, 2000).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Forschung an der Schnittstelle zwischen sportlicher Aktivität und Schlaf ein fruchtbares und weites Feld ist. Mit Blick auf die schlafförderliche Wirkung der körperlichen Betätigung hat diese Arbeit hoffentlich ein Beitrag geleistet und eine Intervention hervorgebracht, dokumentiert und wissenschaftlich überprüft, die die sporttherapeutischen Anwendungsfelder erweitert. Ob die Forschung jemals die Wirkungsweise des Sports auf den Schlaf entschlüsseln kann bleibt offen. Mit Blick auf die Schlafqualität ging aus persönlichen Gesprächen hervor, dass für viele Studienteilnehmer die Geschichte ein Happy End hatte. Ähnlich wie bei Schlafittchen wurden "Ihre Backen wieder rot und rund und alle Bewohner von Schlummerland waren stolz auf sie, denn so gut wie sie konnte keiner schlafen".

Literatur²

- AASM (Hrsg.). (2008). *Das AASM-Manual zum Scoring von Schlaf und assoziierten Ereignissen: Regeln, Technologie und technische Spezifikationen*. Heidelberg: Steinkopff.
- Adam, K. (1980). Sleep as a restorative process and a theory to explain why. *Progress in Brain Research, 53*, 289-305.
- Arent, S. M., Rogers, T. J. & Landers, D. M. (2001). Mental health and physical activity. The effects of physical activity on selected mental health variables: determining causation. *Sportwissenschaft, 31*, 239-254.
- Aschoff, J. & Wever, R. A. (1958). Kern und Schale im Wärmehaushalt des Menschen. *Naturwissenschaften, 45(20)*, 477-485.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Barger, L. K., Wright, K. P. J., Hughes, R. J. & Czeisler, C. A. (2004). Daily exercise facilitates phase delays of circadian melatonin rhythm in very dim light. *The American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 286(6)*, R1077-R1084.
- Benca, R. M. (2005). Diagnosis and treatment of chronic insomnia: A review. *Psychiatric Services, 56(3)*, 332-343.
- Brand, S., Beck, J., Gerber, M., Hatzinger, M. & Holsboer-Trachsler, E. (2010). Evidence of favorable sleep-EEG patterns in adolescent male vigorous football players compared to controls. *World Journal of Biological Psychiatry, 11(2)*, 465-475.
- Brand, S., Gerber, M., Beck, J., Hatzinger, M., Pühse, U. & Holsboer-Trachsler, E. (2010). High exercise levels are related to favorable sleep patterns and psychological functioning in adolescents: a comparison of athletes and controls. *Journal of Adolescent Health, 46(2)*, 133-141.
- Bucksch, J. & Schlicht, W. (2006). Health enhancing physical activity and the prevention of chronic diseases - an epidemiological review. *Social and Preventive Medicine, 51(5)*, 281-301.
- Buman, M. P., Hekler, E. B., Bliwise, D. L. & King, A. C. (2010). Exercise effects on night-to-night fluctuations in self-rated sleep among older adults with sleep complaints. *Journal of Sleep Research, 20(1 Pt 1)*, 28-37.
- Buyse, D. J., Reynolds, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R. & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research, 28(2)*, 193-213.
- Carr, D. B., Reppert, S. M., Bullen, B., Skrinar, G., Beitins, I., Arnold, M., . . . McArthur, J. W. (1981). Plasma melatonin increases during exercise in women. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 53(1)*, 224-225.

² Die Arbeiten und Publikationen, die bereits auf Seite 3 aufgeführt wurden, werden im Literaturverzeichnis nicht gedoppelt.

- Cohen, S., Doyle, W. J., Alper, C. M., Janicki-Deverts, D. & Turner, R. B. (2009). Sleep habits and susceptibility to the common cold. *Archives of Internal Medicine*, 169(1), 62-67.
- Dattilo, M., Antunes, H. K. M., Medeiros, A., Mônico Neto, M., Souza, H. S., Tufik, S. & de Mello, M. T. (2011). Sleep and muscle recovery: endocrinological and molecular basis for a new and promising hypothesis. *Medical Hypotheses*, 77(2), 220-222.
- de Mello, M. T., Esteves, A. M. & Tufik, S. (2004). Comparison between dopaminergic agents and physical exercise as treatment for periodic limb movements in patients with spinal cord injury. *Spinal cord: the official journal of the International Medical Society of Paraplegia*, 42, 218-221.
- Derogatis, L. R. (1977). *SCL-90-R, administration, scoring, and procedures manual for the R(evised) version* Baltimore: Johns Hopkins University, School of Medicine.
- Drake, C. L., Roehrs, t. & Roth, T. (2003). Insomnia causes, consequences, and therapeutics: An overview. *Depression and Anxiety*, 18(4), 163-176.
- Dworak, M., McCarley, R. W., Kim, T., Kalinchuk, A. V. & Basheer, R. (2010). Sleep and brain energy levels: ATP changes during sleep. *The Journal of Neuroscience*, 30(26), 9007-9016.
- Dworak, M., Wiater, A., Alfer, D., Stephan, E., Hollmann, W. & Struder, H. K. (2008). Increased slow wave sleep and reduced stage 2 sleep in children depending on exercise intensity. *Journal of Sleep Medicine*, 9(3), 266-272.
- Edinger, J. D., Morey, M. C., Sullivan, R. J., Higginbotham, M. B., Marsh, G. R., Dailey, D. S. & McCall, W. V. (1993). Aerobic fitness, acute exercise and sleep in older men. *Sleep*, 16(4), 351-359.
- Edwards, B. J., Reilly, T. & Waterhouse, J. (2009). Zeitgeber-effects of exercise on human circadian rhythms: what are alternative approaches to investigating the existence of a phase-response curve to exercise? *Biological Rhythm Research*, 40(1), 53-69.
- Esteves, A. M., De Mello, M. T., Pradella-Hallinan, M. & Tufik, S. (2009). Effect of acute and chronic physical exercise on patients with periodic leg movements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 237-242.
- Foley, D. J., Monjan, A. A., Brown, S. L., Simonsick, E. M., Wallace, R. B. & Blazer, D. G. (1995). Sleep complaints among elderly persons: an epidemiologic study of three communities. *Sleep*, 18(6), 425-432.
- Gammack, J. K. (2008). Light therapy for insomnia in older adults. *Clinical Medicine: Geriatrics*, 24(1), 139-149.
- Giebelhaus, V., Strohl, K. P., Lormes, W., Lehmann, M. & Netzer, N. (2000). Physical exercise as an adjunct therapy in sleep apnea - an open trial *Sleep and Breathing*, 4(4), 173-176.
- Görtelmeyer, R. (2005). Schlaffragebogen A und B. *Internationale Skalen für Psychiatrie (CIPS)* (Vol. 5, S. 357-370). Weinheim: Beltz.

- Guilleminault, C., Clerk, A., Black, J., Labanowski, M., Pelayo, R. & Claman, D. (1995). Nondrug treatment trials in psychophysiological insomnia. *Archives of Internal Medicine*, 155(8), 838-844.
- Hajak, G. (on behalf of the SINE study group) (2001). Epidemiology of severe insomnia and its consequences in Germany. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 251(2), 49-56.
- Hohagen, F., Graßhoff, U., Schramm, E. & Ellringmann, D. (1991). Häufigkeit von Schlafstörungen in der allgemeinärztlichen Praxis. *PRAXIS der Klinischen Verhaltensmedizin und Rehabilitation*(15), 177-182.
- Hong, S. & Dimsdale, J. E. (2003). Physical activity and perception of energy and fatigue in obstructive sleep apnea. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(7), 1088-1092.
- Horne, J. A. & Staff, L. H. E. (1983). Exercise and sleep: Body-heating effects. *Sleep*, 6(1), 36-46.
- ICSD-2. (2005). *International Classification of sleep disorders. Diagnostic and coding manual*. Westchester, IL: American Academy of Sleep Medicine.
- Irwin, M. R., Cole, J. C. & Nicassio, P. M. (2006). Comparative meta-analysis of behavioral interventions for insomnia and their efficacy in middle-aged adults and in older adults 55 years of age. *Health Psychology*, 25(1), 3-14.
- King, A. C., Oman, R. F., Brassington, G. S., Bliwise, D. L. & Haskell, W. L. (1997). Moderate-intensity exercise and self-rated quality of sleep in older adults: a randomized controlled trial. *The Journal of the American Medical Association*, 277(1), 32-37.
- King, A. C., Pruitt, L. A., Woo, S., Castro, C. M., Ahn, D. K., Vitiello, M. V., . . . Bliwise, D. L. (2008). Effects of moderate-intensity exercise on polysomnographic and subjective sleep quality in older adults with mild to moderate sleep complaints. *Journal of Gerontology*, 63A(9), 997-1004.
- Knight, J. A., Thompson, S., Raboud, J. M. & Hoffman, B. R. (2005). Light and exercise and melatonin production in women. *American Journal of Epidemiology*, 162(11), 1114-1122.
- Kräuchi, K. (2007). The human sleep-wake cycle reconsidered from a thermoregulatory point of view. *Physiology and Behavior*, 90(2-3), 236-245.
- Kripke, D. F. (2000). Chronic hypnotic use: deadly risks, doubtful benefit. *Sleep Medicine Reviews*, 4(1), 5-20.
- Kubitz, K. A., Landers, D. M., Petruzzello, S. J. & Han, M. (1996). The effects of acute and chronic exercise on sleep. A meta-analytic review. *Sports Medicine*, 21(4), 277-291.
- Lack, L. C., Gradisar, M., Van Someren, E. J. W., Wright, H. R. & Lushington, K. (2008). The relationship between insomnia and body temperatures. *Sleep Medicine Reviews*, 12(4), 307-3017.

- Lehmkuhl, G., Wiater, A., Mitschke, A. & Fricke-Oerkermann, L. (2008). Sleep disorders in children beginning school: their causes and effects. *Deutsches Ärzteblatt International*, 105(47), 809-814.
- Lim, J. & Dinges, D. F. (2008). Sleep deprivation and vigilant attention. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1129(1), 305-322.
- Martinez, D. & do Carmo Sfreddo Lenz, M. (2010). Circadian rhythm sleep disorders. *Indian Journal of Medical Research*, 131(2), 141-149.
- Means, M. K., Lineberger, M. D. & Edinger, J. D. (2008). Nonpharmacologic treatment of insomnia. *Current Treatment Options in Neurology*, 10(5), 342-349.
- Morin, C. M., Vallieres, A., Guay, B., Ivers, H., Savard, J., Merette, C., . . . Baillargeon, L. (2009). Cognitive behavioral therapy, singly and combined with medication, for persistent insomnia: a randomized controlled trial. *Journal of the American Medical Association*, 301(19), 2005-2015.
- Newman, A. B., Foster, G., Givelber, R., Nieto, F. J., Redline, S. & Young, T. (2005). Progression and regression of sleep-disordered breathing with changes in weight: the sleep heart health study. *Archives of Internal Medicine*, 165(20), 2408-2413.
- NIH. (2005). National Institutes of health state of the science conference statement. Manifestations and management of chronic insomnia in adults. *Sleep*, 28(9), 1049-1057.
- Ohayon, M. M. (2002). Epidemiology of insomnia: what we know and what we still need to learn. *Sleep Medicine Reviews*, 6(2), 97-111.
- Phillips, B. A., Young, T., Finn, L., Asher, K., Hening, W. & Purvis, C. (2000). Epidemiology of restless legs symptoms in adults. *Archives of Internal Medicine*, 160(14), 2137-2141.
- Raymann, R. J. E. M., Swaab, D. F. & Van Someren, E. J. W. (2008). Skin deep: enhanced sleep depth by cutaneous temperature manipulation. *Brain*, 131(2), 500-513.
- Rechtschaffen, A. (1998). Current perspectives on the function of sleep. *Perspectives in Biology and Medicine*, 41(3), 359-390.
- Reid, K. J., Baron, K. G., Lu, B., Naylor, E., Wolfe, L. & Zee, P. C. (2010). Aerobic exercise improves self-reported sleep and quality of life in older adults with insomnia. *Sleep Medicine*, 11(9), 934-940.
- Rethorst, C. D., Wipfli, B. M. & Landers, D. M. (2009). The antidepressive effects of exercise: a meta-analysis of randomized trials. *Sports Medicine*, 39(6), 491-511.
- Rieder, H., Huber, G. & Werle, J. (1996). *Sport mit Sondergruppen. Ein Handbuch*. Schorndorf: Hofmann.
- Riemann, D. & Hajak, G. (2009). Insomnien: I. Ätiologie, Pathophysiologie und Diagnostik. *Der Nervenarzt*, 80(9), 1060-1069.

- Santos, R. V. T., Tufik, S. & De Mello, M. T. (2007). Exercise, sleep and cytokines: Is there a relation? *Sleep Medicine Reviews*, 11(3), 231-239.
- Schlack, R., Hapke, U., Maske, U., Busch, M. & Cohrs, S. (2013). Häufigkeit und Verteilung von Schlafproblemen und Insomnie in der deutschen Erwachsenenbevölkerung. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 56(5-6), 740-748.
- Shapiro, C. M., Bortz, R., Mitchell, D., Bartel, P. & Jooste, P. (1981). Slow-wave sleep: a recovery period after exercise. *Science*, 214(4526), 1253-1254.
- Singh, N. A., Stavrinou, T. M., Scarbek, Y., Galambos, G., Liber, C. & Singh, M. A. F. (2005). A randomized controlled trial of high versus low intensity weight training versus general practitioner care for clinical depression in older adults. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60A(6), 768-776.
- Sivertsen, B., Omvik, S., Pallesen, S., Nordhus, I. H. & Bjorvatn, B. M. D. (2009). Sleep and sleep disorders in chronic users of zopiclone and drug-free insomniacs. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 5(4), 349-354.
- Smith, M. T., Huang, M. I. & Manber, R. (2005). Cognitive behavior therapy for chronic insomnia occurring within the context of medical and psychiatric disorders. *Clinical Psychology Review*, 25(5), 559-592.
- Stuck, B. A., Maurer, J. T., Schredl, M. & Weeß, H.-G. (2009). *Praxis der Schlafmedizin. Schlafstörungen bei Erwachsenen und Kindern. Diagnostik, Differentialdiagnostik und Therapie*. Heidelberg: Springer.
- Urponen, H., Vuori, I., Hasan, J. & Partinen, M. (1988). Self-evaluations of factors promoting and disturbing sleep: an epidemiological survey in Finland. *Social Science and Medicine*, 26(4), 443-450.
- Vogel, G. W., Vogel, F., McAbee, R. S. & Thurmond, A. J. (1980). Improvement of depression by REM sleep deprivation. New findings and a theory. *Archives of General Psychiatry*, 37(3), 247-253.
- Weeß, H.-G. (2005). Diagnostik von Schlafstörungen. *Verhaltenstherapie*, 15(4), 220-233.
- Youngstedt, S. D. (2005). Effects of exercise on sleep. *Clinics in Sports Medicine*, 24(2), 355-365.
- Youngstedt, S. D., O'Connor, P. J. & Dishman, R. K. (1997). The effects of acute exercise on sleep: a quantitative synthesis. *Sleep*, 20(3), 203-214.
- Youngstedt, S. D., Perlis, M. L., O'Brien, P. M., Palmer, C. R., Smith, M. T., Orff, H. J. & Kripke, D. F. (2003). No association of sleep with total daily physical activity in normal sleepers. *Physiology and Behavior*, 78(3), 395-401.



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386

FAKULTÄT FÜR VERHALTENS-
UND EMPIRISCHE KULTURWISSENSCHAFTEN

**Promotionsausschuss der Fakultät für Verhaltens- und Empirische Kulturwissenschaften
der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg**
Doctoral Committee of the Faculty of Behavioural and Cultural Studies, of Heidelberg University

**Erklärung gemäß § 8 Abs. 1 Buchst. b) der Promotionsordnung der Universität Heidelberg
für die Fakultät für Verhaltens- und Empirische Kulturwissenschaften**
Declaration in accordance to § 8 (1) b) and § 8 (1) c) of the doctoral degree regulation of Heidelberg
University, Faculty of Behavioural and Cultural Studies

Ich erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation selbstständig angefertigt, nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt und die Zitate gekennzeichnet habe.
I declare that I have made the submitted dissertation independently, using only the specified tools and have correctly marked all quotations.

**Erklärung gemäß § 8 Abs. 1 Buchst. c) der Promotionsordnung
der Universität Heidelberg für die Fakultät für Verhaltens- und Empirische Kulturwissenschaften**

Ich erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation in dieser oder einer anderen Form nicht anderweitig als Prüfungsarbeit verwendet oder einer anderen Fakultät als Dissertation vorgelegt habe.
I declare that I did not use the submitted dissertation in this or any other form as an examination paper until now and that I did not submit it in another faculty.

Vorname Nachname
First name Family name Carmen Erlacher (geb. Gebhart)

Datum, Unterschrift
Date, Signature 13.03.2014, _____

*Gebhart, C., Erlacher, D. & Schredl, M. (2011). Moderate exercise plus sleep education improves self-reported sleep quality, daytime mood, and vitality in adults with chronic sleep complaints: A waiting list-controlled trial. *Sleep Disorders*, 2011, Article ID 809312, 10 pages.

*Copyright © 2011 Carmen Gebhart et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited:
Carmen Gebhart, Daniel Erlacher, and Michael Schredl, "Moderate Exercise Plus Sleep Education Improves Self-Reported Sleep Quality, Daytime Mood, and Vitality in Adults with Chronic Sleep Complaints: A Waiting List-Controlled Trial," *Sleep Disorders*, vol. 2011, Article ID 809312, 10 pages, 2011. doi:10.1155/2011/809312

Research Article

Moderate Exercise Plus Sleep Education Improves Self-Reported Sleep Quality, Daytime Mood, and Vitality in Adults with Chronic Sleep Complaints: A Waiting List-Controlled Trial

Carmen Gebhart,¹ Daniel Erlacher,² and Michael Schredl³

¹Institute of Sports and Sports Science, Heidelberg University, Im Neuenheimer Feld 700, 69120 Heidelberg, Germany

²Institute for Sport Science, University of Bern, Bremgartenstrasse 145, 3012 Bern, Switzerland

³Sleep Laboratory, Central Institute of Mental Health, J5, 68159 Mannheim, Germany

Correspondence should be addressed to Carmen Gebhart, carmen.gebhart@issw.uni-heidelberg.de

Received 13 June 2011; Revised 25 August 2011; Accepted 7 September 2011

Academic Editor: Michel M. Billiard

Copyright © 2011 Carmen Gebhart et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Research indicates that physical exercise can contribute to better sleep quality. This study investigates the six-week influence of a combined intervention on self-rated sleep quality, daytime mood, and quality of life. A nonclinical sample of 114 adults with chronic initiating and the maintaining of sleep complaints participated in the study. The intervention group of 70 adults underwent moderate physical exercise, conducted weekly, plus sleep education sessions. Improvements among participants assigned to the intervention group relative to the waiting-list control group ($n = 44$) were noted for subjective sleep quality, daytime mood, depressive symptoms and vitality. Derived from PSQI subscores, the intervention group reported increased sleep duration, shortened sleep latency, fewer awakenings after sleep onset, and overall better sleep efficiency compared to controls. The attained scores were well sustained and enhanced over a time that lasted through to the follow-up 18 weeks later. These findings have implications in treatment programs concerning healthy lifestyle approaches for adults with chronic sleep complaints.

1. Introduction

Nocturnal sleeplessness in terms of prolonged initiation of sleep times, frequent nightly awakenings, early morning awakenings, or sleep that are chronically nonrestorative and the consequences on daytime functioning is referred to as insomnia (ICSD-2, 2005). In a review of 21 representative studies by Ohayon [1], the prevalence of insomnia symptoms ranges from 10% to 48% in the general population across the world, and 9% to 15% report additional daytime consequences (e.g., depressive mood and irritability). Insomnia, therefore, can be seen as being a notable public health problem. Disorders of the sleep-wake cycle not only have an acutely negative impact on daytime functioning but also, in the long run, heighten the risk of overall health-related quality-of-life impairment [2–4]. Chronic sleep problems are associated with serious health problems like psychological disorders, particularly depression [5, 6] and anxiety disorders

[7] as well as medical consequences, for example, hypertension [8], diabetes [9], or obesity [10].

Insomnia has been treated either pharmacologically or with cognitive behavioural therapy. As a fact endorsed by the National Institute of Health [11], pharmacotherapy is effective for the acute management of chronic insomnia [12] although side effects must be taken into consideration, for example, dependence, tolerance, and daytime sedation [13]. Several meta-analyses of cognitive behavioural therapy have found similar short-term effects [14–16] but, most notably, reliable and mainly long-lasting sustained benefits in several components of sleep among all age groups in comparison to pharmacotherapy [17–19]. Unfortunately, this multicomponent treatment places a few disadvantages (cf. [20]). For example, CBTs are quite unknown and little used among physicians [21]. Further, trained cognitive behavioral therapists are rare [22]. To bridge the gap between the high prevalence of insomnia and the low accessibility of CBT, regular

physical activity has been proposed by sleep experts as another option for a better night sleep [23, 24].

The notion of sleep-promoting effects due to exercise has been documented in epidemiological surveys. For example, in an investigation carried out by Urponen et al. [25] with 1190 middle-aged adults in Finland, 44% of the participants listed exercise as the most sleep-promoting activity. Dose-response patterns of physical exercise for a better night of sleep have been found. For example, Brand et al. [26, 27] compared the sleep log data of 258 athletes with 176 controls (mean age 17.2 years) and found that high level exercise was related to better sleep patterns including higher sleep quality, shortened sleep latency, and fewer awakenings during the night. A lack of habitual exercise is associated with more reported sleep complaints [28–30].

Randomised, controlled exercise-intervention studies in adults suffering from complaints having to do with initiating and maintaining sleep are rare but yielded promising results on subjective [31, 32] and objective (polysomnography and actigraphy) measures of sleep quality [33, 34]. For example, King et al. [31] investigated the effects of moderate-intensity endurance training over 16 weeks. The 20 older sedentary adults (50 to 76 years) of the exercise group reported better overall sleep quality after the intervention as assessed by the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) when compared to a control group. In the study of Reid et al. [32], participants (mean age 61.6 years) in the physical activity plus sleep hygiene group ($n = 10$) showed better results in subjective sleep quality (PSQI score) than the control group with only the sleep hygiene intervention ($n = 7$).

The present intervention study focused on the effects of physical exercise on subjective sleep quality in insomnia sufferers. Similar to the study by Reid et al. [32], the first aim of this study was to examine the efficacy of a combined program that included physical exercise and sleep education on subjective sleep quality in adults with a long history of sleep complaints. In contrast to the study by Reid, we controlled the treatment effects using a waiting-list group, and we included a large sample size. It was expected that the intervention would yield marked effects on subjective sleep in comparison to a waiting-list control group. The second aim of the study was to look for the “long-term” clinical effectiveness of the intervention. Thus far, exercise intervention studies have not implemented follow-up measures. In this investigation, we expect that the positive effects will be maintained as shown with other cognitive behaviour-based interventions. The third aim was to study any additional benefits of the combined intervention. As sleep problems affect daytime functioning, we also expected improvements in daytime mood and general quality of life.

2. Methods

2.1. Participants. A total of 182 persons responded to the study recruitment. Six interested persons did not conform with the study criteria; eleven did not respond or could not be reached again after being given study information; for 16, the given time frame did not match with the offered time of the treatment; 9 persons did not want to participate

after having received oral study information and 15 after receiving a written study invitation. Eleven participants did not finish the intervention (see Figure 1). A sample of 114 volunteers, 28 men and 86 women, ($M_{\text{age}} = 56.0$, $SD_{\text{age}} = 11.7$, age range: 17–77 years) were, thus, included for the purposes of the present study. Overall, $n = 70$ individuals completed the intervention and $n = 44$ joined the waiting-list control group. Participant characteristics requested by telephone screening are described in Table 1. No baseline differences were found.

2.2. Design. This study used a waiting-list-controlled design. In consideration of their availability, individuals were allotted either to the intervention group or a waiting-list control group. Measurements were collected at baseline, following intervention (after 6 weeks), and follow-up (3 months after following intervention). Participants of the waiting-list control group completed the same registrations at baseline and after a six-week waiting period without any intervention. At the end of the 6-week period, all control participants were offered the intervention. Because of this procedure, no follow-up measurement for the control group was possible.

2.3. Procedure. Participants volunteered to participate in this research by responding to advertisements in local print media. The initial screening of the research participants was conducted via telephone interviews. Eligibility criteria included the following: (1) difficulties in initiating sleep and/or maintaining sleep and/or early morning awakenings with difficulties returning to sleep for at least 3 months prior to study enrolment, (2) complaints of a nonrestorative sleep or negative impacts on daytime alertness, (3) free of any medical contraindications that would prevent regular, moderate Nordic walking, and (4) being able to speak and understand German sufficiently to provide informed content. No age restrictions were applied.

To ensure a nonclinical population, research participants were not excluded if suffering from either coexistent physical or psychological disorders nor when receiving chronic or hypnotic medication consumption. As cessation of hypnotic medication use is often difficult due to a rebound effect [13], participants were encouraged to continue their chronic intake as usual while participating in the study and under consultation with a physician.

All participants provided written informed consent. The study has been carried out at the Institute for Sport and Sports Science in Heidelberg and at the Central Institute of Mental Health in Mannheim.

2.4. Intervention. All participants received a combined 6-week intervention consisting of sleep education and physical exercise. The 6 weekly sessions were conducted in groups of 8 to 12 individuals. In total, each session lasted for 120 minutes whereas the first 60 minutes were about sleep education in a classroom and the second 60 minutes were an instructed moderate physical exercise (Nordic walking) outside. The sleep education and the Nordic walking sessions were provided by a sport scientist with a strong background in sleep research and psychology. Participants demonstrated

TABLE 1: Baseline characteristics of the study samples.

Variables	Groups		Statistics	
	Intervention group (N = 70)	Waiting-list control group (N = 44)	t	P
	M (SD)	M (SD)		
Age	55.3 (11.2)	57.2 (12.4)	0.87	.39
Duration of sleep problems (years)	11.9 (11.1) ^a	12.02 (9.6) ^b	0.05	.96
	n (%)	n (%)	chi ²	P
Gender	18 men (25.7%) 52 women (74.3%)	10 men (22.7%) 34 women (77.3%)	0.13	.72
<i>Sleep problems</i>				
Solely problems with initiating sleep	5 (7.1%)	4 (9.1%)	0.14	.71
Solely problems with maintaining sleep	30 (42.9%)	25 (56.8%)	2.11	.15
Problems initiating and maintaining sleep	35 (50.0%)	15 (34.1%)	2.78	.10
Consumption of hypnotics	30 (42.9%)	22 (50.0%)	0.56	.46
<i>Comorbidities</i>				
Somatic (e.g., cardiovascular disease)	52 (74.3%)	38 (86.4%)	2.37	.12
Psychiatric (e.g., depression)	14 (20.0%)	6 (13.6%)	0.76	.38
Medication for comorbidities	49 (70.0%)	33 (75.0%)	0.34	.56

^an = 45 respondents; ^bn = 33 respondents.

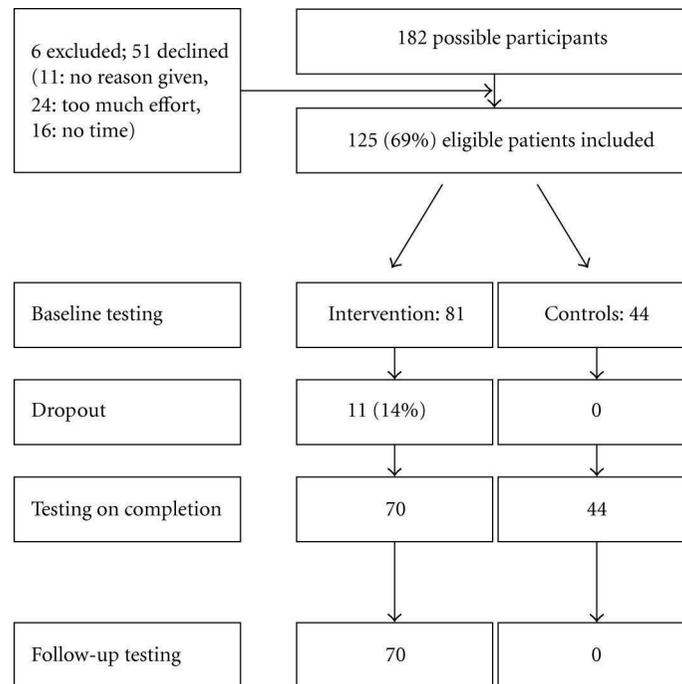


FIGURE 1: Flow chart of recruitment and completion of the study.

good overall adherence (91.2%) to the weekly intervention program with a mean of 5.47 (SD 8) across the 6-week period.

2.4.1. Sleep Education. The sleep education included an oral presentation (ca. 30 minutes) followed by a question-and-answer period (ca. 30 minutes). The sleep education information was based on guidelines for group programs for insomnia published by Riemann and Backhaus [35]. For

example, the presentation included an overview about normal human sleep, normative changes in sleep-wake patterns occurring over the course of a life span, and also information about different sleep disorders, possible causes, and impacts on the quality of life. Participants also received written material about sleep education including, for example, a sleep hygiene checklist. They were encouraged to practice sleep hygiene instructions during the entire duration of the study. In later sessions, the participants also received information

about further sleep-promoting behavioural (e.g., stimulus control) and cognitive methods (e.g., cognitive restructuring). Those techniques were demonstrated in class; however, it was optional in practice for the participants at home.

2.4.2. Physical Exercise. The exercise program was based on current public health recommendations for adults [36]. Participants joined one weekly, instructed moderate aerobic session (Nordic walking) of 60 minutes duration. For the remaining two home-based exercise sessions per week, participants were instructed to engage in Nordic walking training or equivalent sports (endurance sports outside) of more than 30-minute duration and moderate impact. The subjective level of exertion was determined with the Borg Scale of Perceived Exertion [37]. Engagement in moderate exercise would aim for a Borg Scale level of “somewhat hard.” Beside the Borg Scale, the compliance of the physical exercise sessions at home was registered via an exercise log. Technique instructions and revisions were continuously provided by the project leader.

2.5. Measures

2.5.1. Sleep Measures. The Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) is a self-report instrument for assessing sleep disturbances and evaluates sleep quality retrospectively over a one-month period. Nineteen individual items are used to generate seven-component scores, each weighted equally on a 0 to 3 scale: subjective sleep quality, sleep latency, sleep duration, habitual sleep efficiency, sleep disturbances, use of sleeping medication, and daytime dysfunction. The sum of the scores for these seven subscales yields one global score of overall sleep quality and ranges from 0 to 21. According to Buysse et al. [38], a global score higher than 5 (cutoff) divides participants into poor and good sleepers, respectively, whereby greater scores indicate higher levels of sleep-related symptoms. The German adaptation was provided by the German Sleep Society (DGSM).

The German sleep questionnaire B (SF-B) from Görtelmeyer [39] comprises 28 items measuring composite scores of five factors: sleep quality, feeling of being refreshed in the morning, emotional balance in the evening, psychological exhaustion in the evening, and sleep-related somatic symptoms during sleep. The composite scores (averages) ranged from 1 to 5 (1 = never; 5 = very often) since most scales of the sleep questionnaire are constructed as five-point Likert’s scales. Sleep latency was measured on a six-point scale (1 = less than 5 min; 2 = 5 to 10 min; 3 = 10 to 20 min; 4 = 20 to 30 min; 5 = 30 min to 1 h; 6 = more than 1 h). The estimates refer to the previous 2 weeks. For the study, only the dimensions “sleep quality” (11 Items) and “feeling of being refreshed in the morning” (7 Items) were analyzed.

2.5.2. Daytime Mood. The German version [40] of the Symptom Checklist of Derogatis (SCL-90-R) is a 90-item self-report symptom inventory assessing psychological symptoms in nine distress dimensions: somatisation, obsessive compulsive, interpersonal sensitivity, depression, anxiety,

hostility, phobic anxiety, paranoid ideation, and psychotism. Those dimensions reflect various types of psychopathology over the last seven days. Each of the questions must be answered using a 5-point Likert’s scale ranging from 0 = not at all to 4 = extremely. A Global Severity Index (GSI; General Symptomatic Index) represents the mean score of all 90 items and yields an indicator of the current level of psychic distress. A value ≥ 1 in the GSI or in any specific subscale is suggestive of psychopathology (mild = 1.00–1.49; moderate = 1.50–1.99; severe ≥ 2.00). Beside the global score “GSI” for the study only the “depression” (13 items) and “anxiety” (10 items) dimensions were evaluated [41].

2.5.3. Quality of Life. The Short-Form-36 Health Survey (SF-36) is a widely used and validated questionnaire to assess the health-related quality of life (HRQoL). The German version used in this study [42] is composed of 36 items that assess the following eight health domains within different scales: physical functioning, role limitations due to physical problems (role, physical), bodily pain, general health perceptions, vitality, social functioning, role limitations due to emotional problems (role, emotional), and mental health. The results of each component range from 0 to 100, with higher scores indicating better health.

2.6. Data Analysis. Data was analyzed for the $n = 114$ participants that completed the study. Statistical analysis was conducted using descriptive statistics, chi-square tests, and t -tests for independent means to determine intragroup differences at baseline. Difference scores were calculated for each outcome measure between baseline and post (intervention) and also between baseline and follow-up. Repeated measures (ANCOVA) were conducted to assess the group differences in baseline and post (intervention) scores. To control for gender and age, those variables were included as covariates. Statistical significance was defined as $P < .05$ using two-tailed tests. Effect sizes for t -tests were calculated following Cohen [43], with $0.49 \geq d \geq 0.20$ indicating small (i.e., negligible practical importance), $0.79 \geq d \geq 0.50$ indicating medium (i.e., moderate practical importance), and $d \geq 0.80$ indicating large (i.e., crucial practical importance) effect sizes. Effect sizes for ANCOVAs (partial eta-squared: η^2) were calculated following Cohen [43, 44], with $0.059 \geq \eta^2 \geq 0.01$ indicating small (i.e., negligible practical importance), $0.139 \geq \eta^2 \geq 0.06$ indicating medium (i.e., moderate practical importance), and $\eta^2 \geq 0.14$ indicating large (i.e., crucial practical importance) effect sizes (see also [26]).

3. Results

3.1. Sleep Quality. The means and standard deviations for the sleep measures of the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) and sleep questionnaire B (SF-B), with the factor “sleep quality” (SQ) and “feeling of being refreshed in the morning” (FBR) at baseline, after intervention, and follow-up are depicted in Figure 2.

For the global score of the PSQI (see Figure 2(a)), sleep quality of the intervention group improved from baseline to after intervention, $t(69) = 8.91$, $P < .001$, $d = 0.94$, and from

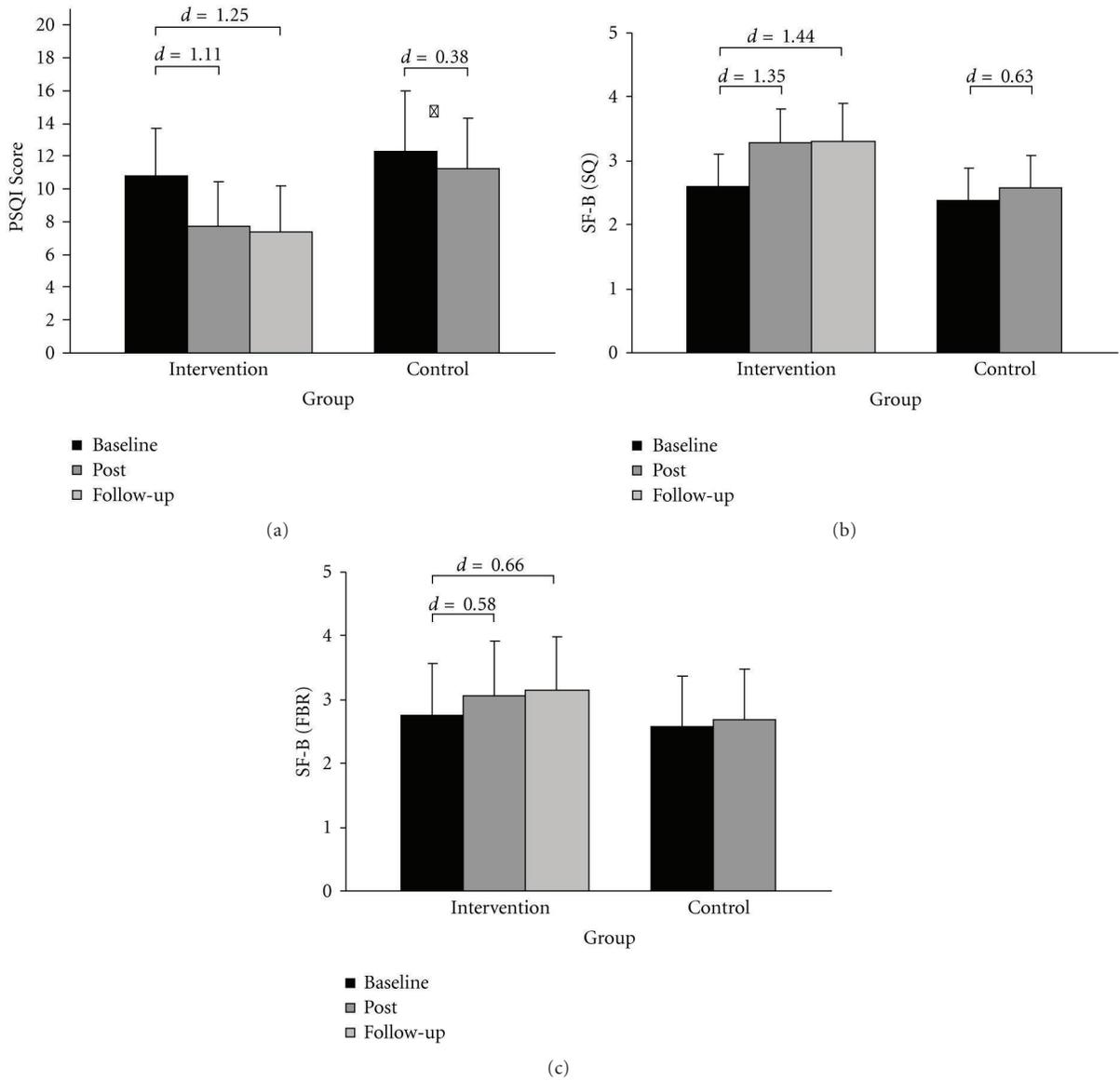


FIGURE 2: Mean and standard deviations for subjective sleep quality (SQ) and feeling of being refreshed in the morning (FBR) for the intervention and waiting-list control group. Lower rates indicate better sleep (PSQI). Effect sizes (Cohens d) are demonstrated for significant t -tests $P < .001$, $*P = .015$.

baseline to follow-up assessment, $t(67) = 10.61, P < .001, d = 1.25$. A better global score of the PSQI was also found for the waiting-list control group, $t(43) = 2.53, P = .02, d = 0.38$; however, the improvement for the intervention group was more pronounced than that for the controls with an effect for Time by Group interaction, $F(1, 106) = 12.30, P = .001, \eta^2 = .10$.

For SF-B (see Figures 2(b) and 2(c)), improvements among participants assigned to the intervention group were noted for SQ, $t(60) = -10.49, P < .001, d = 1.35$, and, for the factor FBR, $t(61) = -4.54, P < .001, d = 0.58$, after the intervention. At follow-up, intervention effects are still increased for SQ, $t(59) = -11.18, P < .001, d = 1.44$, as well as FBR, $t(60) = -5.12, P < .001, d = 0.66$, compared to baseline. SQ of the controls was also rated

better, $t(37) = -3.87, P < .001, d = 0.63$, after the 6-week waiting period, but not FBR, $t(37) = -1.67, P = .10$. Again, the improvement was more pronounced for the intervention group than that for the waiting-list control group with a time by group interaction for SQ, $F(1, 94) = 18.96, P < .001, \eta^2 = .17$, and FBR, $F(1, 95) = 3.05, P = .04, \eta^2 = .03$.

Table 2 provides an overview of the descriptive and inferential statistics for the subscale values of the PSQI at baseline and following intervention. The intervention group reported better sleep quality, $t(69) = 8.91, P < .001, d = 1.06$, decreased sleep latency, $t(68) = 4.87, P < .001, d = 0.59$, longer sleep duration, $t(67) = 5.18, P < .001, d = 0.63$, and reached better scores in sleep efficiency, $t(67) = 6.96, P < .001, d = 0.84$ after the intervention. With respect to the time by group interaction, the improvements for sleep

TABLE 2: Model estimated means (M), standard deviation (SD) and Time \times Group effects for the PSQI subscales.

PSQI subscale	Groups				Statistical analyses ¹					
	Intervention group		Control waiting-list group		Factor time		Factor group		Interaction time \times group	
	Baseline M (SD)	Post M (SD)	Baseline M (SD)	Post M (SD)	F	η^2	F	η^2	F	η^2
Sleep quality	1.99 (0.53)	1.31 (0.58)	2.07 (0.59)	1.98 (0.46)	1.40	0.01	10.76***	0.09	18.25***	0.14
Sleep latency	1.71 (0.82)	1.30 (0.67)	1.93 (0.87)	1.82 (0.90)	0.28	0.00	4.09*	0.04	2.38	0.02
Sleep duration	1.46 (1.01)	0.94 (0.79)	1.77 (0.94)	1.66 (0.89)	0.61	0.01	2.89	0.03	7.04**	0.06
Habitual sleep efficiency	1.81 (0.97)	0.96 (0.97)	2.18 (1.06)	2.05 (0.96)	0.01	0.00	11.54***	0.10	11.33***	0.10
Sleep disturbances	1.40 (0.49)	1.27 (0.45)	1.61 (0.58)	1.45 (0.50)	0.00	0.00	1.72	0.02	0.00	0.00
Use of sleep medications	0.91 (1.20)	0.66 (1.09)	1.16 (1.29)	0.80 (1.21)	0.19	0.00	0.50	0.01	0.16	0.00
Daytime dysfunction	1.53 (0.70)	1.33 (0.63)	1.61 (0.75)	1.52 (0.73)	4.27*	0.04	2.04	0.02	1.50	0.01
Reported sleep duration (h)	5.71 (1.21)	6.26 (1.06)	5.44 (1.00)	5.53 (0.90)	0.15	0.00	1.65	0.02	6.07*	0.05
Reported SOL (min)	36.80 (41.78)	18.81 (15.75)	41.32 (52.93)	36.32 (47.52)	2.94	0.03	0.63	0.01	4.85*	0.04

¹ANCOVA with the factors “time” (depicted) “group” (depicted) and “gender” (not depicted) and the covariate age (two-tailed).

* $P < .05$; ** $P < .01$; *** $P < .001$.

TABLE 3: Model estimated means (M), standard deviation (SD) and Time \times Condition effects for daytime mood, and quality of life.

	Conditions				Statistical analyses ¹					
	Intervention group		Control waiting-list group		Factor time		Factor condition		Interaction time \times condition	
	Baseline M (SD)	Post M (SD)	Baseline M (SD)	Post M (SD)	F	η^2	F	η^2	F	η^2
<i>SCL-90-R</i>										
Depression	1.22 (0.66)	0.93 (0.61)	1.10 (0.86)	1.05 (0.81)	2.68	0.02	0.01	0.00	5.80*	0.05
Anxiety	0.90 (0.63)	0.66 (0.62)	0.88 (0.73)	0.87 (0.74)	6.00*	0.05	0.41	0.00	3.39*	0.03
Daytime mood (GSI)	0.98 (0.47)	0.77 (0.45)	0.95 (0.60)	0.92 (0.62)	2.40	0.02	0.39	0.00	7.9**	0.07
<i>SF-36</i>										
Physical functioning	88.17 (15.16)	88.25 (15.67)	84.24 (20.36)	85.59 (15.29)	0.07	0.00	2.53	0.02	0.12	0.00
Role, physical	71.74 (34.01)	75.73 (37.12)	68.60 (39.37)	69.77 (34.74)	5.20*	0.05	2.66	0.02	1.39	0.01
Bodily pain	69.54 (23.25)	71.89 (28.11)	68.57 (27.91)	66.48 (25.13)	0.04	0.00	2.29	0.02	2.49	0.02
General health	61.92 (17.25)	64.88 (17.94)	56.86 (18.82)	56.47 (18.64)	2.07	0.02	4.81*	0.04	0.52	0.01
Vitality	47.01 (17.10)	54.02 (17.46)	44.77 (19.50)	45.76 (17.22)	0.00	0.00	2.88	0.03	6.18**	0.05
Social functioning	78.75 (21.00)	82.32 (18.97)	75.85 (23.72)	79.83 (23.38)	0.54	0.01	0.78	0.01	0.03	0.00
Role, emotional	74.51 (33.64)	79.41 (33.60)	65.53 (41.67)	71.21 (40.88)	0.03	0.00	2.91	0.03	0.06	0.00
Mental health	61.42 (15.28)	64.44 (14.64)	56.48 (17.26)	58.45 (18.83)	3.07	0.03	2.26	0.02	0.06	0.00

¹ANCOVA with the factors “time” (depicted), “group” (depicted), and “gender” (not depicted) and the covariate age (two-tailed).

* $P < .05$; ** $P < .01$; *** $P < .001$.

quality, sleep duration, and habitual sleep efficiency were higher compared to the waiting-list control group (Table 2, right column). When sleep time variables were analyzed as continuous variables (rather than subscores), there was a significant effect for sleep duration and sleep latency (Table 2, last two rows).

3.2. Daytime Mood and Quality of Life. Improvements in terms of additional benefits of the intervention group compared to the waiting-list control group for the Symptom Checklist of Derogatis (SCL-90-R) and the Short-Form-36 Health Survey (SF-36) are depicted in Table 3.

Looking at SCL-90-R, the intervention group improved their daytime mood as well as their overall psychological condition (Global Severity Index, GSI) following intervention,

$t(68) = 4.32$, $P < .001$, $d = 0.53$, and at follow-up, $t(66) = 5.81$, $P < .001$, $d = 0.71$ when compared to baseline. They also demonstrated decreased depressive symptoms after the intervention, $t(69) = 4.22$, $P < .001$, $d = 0.50$, and hold up their level to follow-up, $t(67) = 4.31$, $P < .001$, $d = 0.52$. The control waiting-list group showed no improvements in any of the two parameters. There was an effect for time by group interaction for GSI, $F(1, 106) = 7.90$, $P = .01$, $\eta^2 = .07$, and for the subscale depression, $F(1, 108) = 5.80$, $P = .02$, $\eta^2 = .05$, and anxiety, $F(1, 108) = 3.39$, $P = .04$, $\eta^2 = .03$.

Looking for possible changes in health-related quality of life (SF-36), the intervention group reported greater feeling of vitality, $t(69) = -4.53$, $P = .001$, $d = 0.54$, after the intervention with even greater improvements at follow-up, $t(67) = -4.71$, $P = .001$, $d = 0.57$, compared to baseline.

The intervention group reached higher scores in mental health at follow-up compared to baseline, $t(67) = -2.36, P = .02, d = 0.29$, while the waiting-list control group showed no changes. There was a time by group interaction for vitality, $F(1, 112) = 6.87, P = .01, \eta^2 = .06$.

4. Discussion

The results of the present investigation showed that a combined treatment with regular, moderate physical exercise plus sleep education is an effective method for improving subjective sleep quality, daytime mood, and vitality in chronic sleep-impaired adults.

The effect sizes which are comparable to CBT interventions studies [45, 46] indicate that the changes in subjective sleep quality (PSQI score, SF-B) are clinically relevant. Improvements achieved at the end of the intervention were well maintained over time and even enhanced three months later. These results are particularly encouraging given the chronic nature of the sleep complaints present in the study group and the relatively short intervention period. Participants of the intervention group needed up to 18 minutes less time to fall asleep, slept 33 minutes longer (47 minutes at follow-up), and reported an overall improvement in sleep efficiency of 13.4%—early to norm values [47]—after finishing the intervention. The current study achieved an average 3.1 point reduction in the global PSQI score which is comparable to the findings of King et al. [31] with an average reduction of 3.3 after an 16-week moderate endurance exercise intervention with 4 weekly sessions of >30 minutes duration. Reid et al. [32] demonstrated a slightly stronger effect of a 4.8 point reduction. This difference might be explained by the more restrictive exclusion criteria used in the Reid study; for example, participants were included when they showed a habitual sleep duration of less than 6.5 hours a night, which was verified with wrist actigraphy and a sleep log.

Comparing the calculated effect sizes of our study to meta-analytic findings of behavioural intervention studies indicates slightly lower scores for sleep onset latency, higher effect sizes for frequency of nocturnal awakenings, and similar effects in subjective sleep quality and total sleep time [15, 48]. Furthermore, the reduction in the use of hypnotics for the intervention group in the present study was consistent with previous cognitive behavioural therapy studies [49]. This clearly indicates that the intervention of our study is as effective as other approaches.

Unfortunately, to our knowledge, no systematic data exist from nonpharmacological intervention studies for parameters like feeling of being refreshed in the morning (FBR), which can be conceptualized as an indicator for restorative sleep—one of the most important diagnostic criteria for insomnia (ICSD-2, 2005). Therefore, the considerable improvement of the intervention group with regard to FBR is an important finding of the present study. Along the same line, Gerber et al. [50] found in a sample of young adults that participants with high fitness levels and no perceived lack of physical activity felt more restored after awakening and reported better mood in the morning. Moreover, Gerber et al. [50] were able to show that the relation between exercise

and sleep seemed to be mediated via cognitive-emotional processes. Therefore, in future studies such measures should be included to explain the effects of physical exercise on sleep.

In this study, the most notable change in additional benefits was found for the global score of psychological distress (SCL-90-R) and mainly for the depression and anxiety dimensions. In comparison, Rybarczyk et al. [51] did not find any effects for depression and anxiety after a CBT intervention. However, a comparison with our study must be made cautiously because different measurement instruments for depression and anxiety were applied. In this regard, it must be considered that the data analyses in our study do not permit deciding why participants' sleep improved: it might be that exercise had a genuine impact on sleep. On the other hand, exercise might have had an impact on sleep as mediated via change in mood or dysfunctional thinking (e.g., Gerber et al. [50]). According to Harvey [52], the positive impact on daytime mood might be explained simply due to the experience of sleeping better. However, as Mota-Pereira et al. [53] showed, improvement of mood in dependence on moderate and regular exercise is far from being simply an "additional benefit." To expect a straightforward answer about the effect of physical exercise and sleep quality, it must be considered that exercise also has a tremendous impact on physiological processes (see Deslandes et al. [54]; Puterman et al. [55]) and that the influence of exercise on both psychological and physiological processes is poorly understood so far (see also [56]).

In general, this study using a combined treatment program cannot distinguish the relative contributions of the physical exercise and sleep education components to the observed effects. Notably, in the study by Reid et al. [32], the sleep hygiene education which was provided for the control group did not show any effect on the sleep quality variables. Unfortunately, the duration of the sleep hygiene education in the Reid et al. [32] study is not clearly described. It seems that in our study the sleep education was longer and more detailed, and; therefore, it might be expected that this part of the intervention alone has already had positive effects on sleep (e.g., [57]). For example, as chronic sleep sufferers often feel helpless in managing their sleep problems, participating in the program may help them break the cycle of poor sleep hygiene, and the sleep education might have helped them to implement other healthy behaviours that could be conducive to sleep, such as avoidance of excessive alcohol consumption [58, 59]. Given the missing effects of sleep hygiene education on subjective sleep in the study by Reid et al. [32], the effects on sleep in the present study cannot be attributed to sleep education alone, but the physical exercise must have a prominent impact on sleep.

There are several hypotheses as to how exercise affects sleep, including the thermoregulatory, body restoration, and energy conservation hypotheses (cf. [59]). For example, the restorative theory predicts that an increase in energy expenditure will require a more intense sleep in order to recover, with more time spent in slow wave sleep or general longer sleep duration (e.g., [60]). In a recent work by Dattilo et al. [61], the authors hypothesized that sleep debt decreases the activity of protein synthesis pathways and increases

the activity of degradation pathways. In other words, the catabolic process caused by exercise (e.g., damage to muscles) requires the restoration of muscle mass and muscle recovery. Muscle recovery would potentially be compromised because this process is strongly regulated by the previously discussed anabolic and catabolic hormones, which are strongly influenced by sleep. However, as mentioned before, given that the influence of exercise on both psychological and physiological processes is poorly understood, the direct impact of physical exercise on sleep might be far different (cf. [59]). For example, bright light exposure during outdoor activity might also have had a positive effect on the sleep-wake circadian rhythm of the participants [33].

Some of the effects of the present study might be explained by the findings indicating that regular physical exercise has numerous health enhancing [62] as well as psychological benefits [63]. As we did not exclude people from the study with comorbid medical or psychiatric conditions, improvements in daytime mood and, thus, sleep improvements might be induced through this indirect pathway. Additionally, the findings regarding the vitality dimension of the SF-36 with moderate effect sizes as well as the feeling of being refreshed in the morning (FBR) might reflect not only a better night of sleep [45] but also an improved physical fitness [64]. Similar, Brand et al. [26, 27] were able to show that, among a sample of adolescents, regular exercise was related to favourable sleep and favourable psychological functioning, such as increased curiosity and stress resistance, and lower depressive symptoms and perception of pain.

One of the limitations of the study is the fact that participants were not randomized as to their inclusion in one or the other of the two groups. The participants were assigned with respect to their time schedules in order to minimize drop-out rates. One might even assume that the treatment group consisted of persons who were eager to participate, that is, highly motivated, but this does not affect the validity of our findings because this would be the normal situation when implementing the program.

The participants of the waiting-list control group showed small improvements in sleep quality, however, much smaller than those of the intervention group. These improvements might be explained by the expectation that their sleep problems will be treated soon (cf. [65]).

In comparison to pharmacological interventions, the combined treatment may take marginally longer to become evident require more time regular practice, and it might even necessitate the motivation for an overall lifestyle change. However, it also has stable effects and no negative side effects. A nondrug approach like this treatment program is of special interest for elderly sleep sufferers in view of the additional risk factors, for example, changing physiology, medical conditions, polypharmacy, or night-time falls under sleep medication [66]. Overall the effects of regular physical exercise for successful aging are well established [67].

Taken together, the combined sleep training represents a potential alternative nonpharmacological treatment for younger to older adults (age range in the present study: 17–77 years) suffering from chronic problems in initiating and maintaining sleep. It would be interesting to expand the

present findings to patients who were formally diagnosed with primary insomnia (ICSD-2). Further, as the present findings are based on subjective measures of sleep quality, the study design should complement with polysomnographic data.

The program combining sleep education and moderate exercise is suitable for use in various settings as, for example, adult education, and might be more appealing to persons with sleep complaints than formalized CBT programs. As persons who might have suffered from secondary insomnia due to medical conditions or mental disorders were also included in the present study and showed improvements, it would be worthwhile to also carry out controlled group exercise intervention trials in patients with different medical or psychiatric conditions and impaired sleep. Further investigations are needed to study the effects of the different intervention segments implemented in this program and learn more about the optimal amount, intensity, timing, and kind of physical exercise in order to provide detailed exercise recommendations for the participants. In view of the clear benefits, nonpharmacological interventions merit continued investigation among chronic sleep-impaired populations.

5. Implications for Practice

Everyone has at some point experienced getting insufficient sleep. Chronic sleep complaints over days, months, even years impair the overall quality of life. As the sleep-wake cycle is affected by multiple factors [68], diagnosing insomnia warrants very careful and complex evaluations [49, 69]. Among others, a good health status, active and healthy lifestyle seem to be one of the preventive factors for developing sleep problems and play an important role in improving insomnia symptoms [30, 70, 71]. Therefore, sleep education and physical exercise are not only applicable as a treatment—as shown in the present study—but also can be used for prevention and should be placed in health education and lifestyle change programs, respectively [72]. Physical exercise programs should be appropriate to one's body constitution and fitness level, especially when beginning, to strengthen ones; self-efficiency in order to overcome common barriers and maximize adherence.

Acknowledgments

The authors gratefully thank all of the participants for their participation and faith. Furthermore, they want to thank Art Funkhouser (Bern, Switzerland) for proofreading the paper.

References

- [1] M. M. Ohayon, "Epidemiology of insomnia: what we know and what we still need to learn," *Sleep Medicine Reviews*, vol. 6, no. 2, pp. 97–111, 2002.
- [2] D. A. Katz and C. A. McHorney, "The relationship between insomnia and health-related quality of life in patients with chronic illness," *Journal of Family Practice*, vol. 51, no. 3, pp. 229–235, 2002.
- [3] D. Léger, K. Scheuermaier, P. Philip, M. Paillard, and C. Guilleminault, "SF-36: evaluation of quality of life in severe

- and mild insomniacs compared with good sleepers,” *Psychosomatic Medicine*, vol. 63, no. 1, pp. 49–55, 2001.
- [4] G. K. Zammit, J. Weiner, N. Damato, G. P. Sillup, and C. A. McMillan, “Quality of life in people with insomnia,” *Sleep*, vol. 22, supplement 2, pp. S379–S385, 1999.
 - [5] D. J. Buysse, J. Angst, A. Gamma, V. Ajdacic, D. Eich, and W. Rössler, “Prevalence, course, and comorbidity of insomnia and depression in young adults,” *Sleep*, vol. 31, no. 4, pp. 473–480, 2008.
 - [6] L. Staner, “Comorbidity of insomnia and depression,” *Sleep Medicine Reviews*, vol. 14, no. 1, pp. 35–46, 2010.
 - [7] J. D. Buckner, R. A. Bernert, K. R. Cromer, T. E. Joiner, and N. B. Schmidt, “Social anxiety and insomnia: the mediating role of depressive symptoms,” *Depression and Anxiety*, vol. 25, no. 2, pp. 124–130, 2008.
 - [8] K. L. Knutson, E. Van Cauter, P. J. Rathouz et al., “Association between sleep and blood pressure in midlife: the CARDIA sleep study,” *Archives of Internal Medicine*, vol. 169, no. 11, pp. 1055–1061, 2009.
 - [9] A. Fiorentini, R. Valente, A. Perciaccante, and L. Tubani, “Sleep’s quality disorders in patients with hypertension and type 2 diabetes mellitus,” *International Journal of Cardiology*, vol. 114, no. 2, pp. E50–E52, 2007.
 - [10] F. P. Cappuccio, F. M. Taggart, N. B. Kandala et al., “Meta-analysis of short sleep duration and obesity in children and adults,” *Sleep*, vol. 31, no. 5, pp. 619–626, 2008.
 - [11] NIH, “National Institutes of health state of the science conference statement. Manifestations and management of chronic insomnia in adults,” *Sleep*, vol. 28, no. 9, pp. 1049–1057, 2005.
 - [12] P. D. Nowell, S. Mazumdar, D. J. Buysse, M. A. Dew, C. F. Reynolds, and D. J. Kupfer, “Benzodiazepines and zolpidem for chronic insomnia: a meta-analysis of treatment efficacy,” *JAMA*, vol. 278, no. 24, pp. 2170–2177, 1997.
 - [13] D. F. Kripke, “Chronic hypnotic use: deadly risks, doubtful benefit,” *Sleep Medicine Reviews*, vol. 4, no. 1, pp. 5–20, 2000.
 - [14] C. M. Morin, J. P. Culbert, and S. M. Schwartz, “Nonpharmacological interventions for insomnia: a meta-analysis of treatment efficacy,” *American Journal of Psychiatry*, vol. 151, no. 8, pp. 1172–1180, 1994.
 - [15] D. R. R. Murtagh and K. M. Greenwood, “Identifying effective psychological treatments for insomnia: a meta-analysis,” *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, vol. 63, no. 1, pp. 79–89, 1995.
 - [16] S. Pallesen, I. H. Nordhus, and G. Kvale, “Nonpharmacological interventions for insomnia in older adults: a meta-analysis of treatment efficacy,” *Psychotherapy*, vol. 35, no. 4, pp. 472–482, 1998.
 - [17] G. D. Jacobs, E. F. Pace-Schott, R. Stickgold, and M. W. Otto, “Cognitive behavior therapy and pharmacotherapy for insomnia: a randomized controlled trial and direct comparison,” *Archives of Internal Medicine*, vol. 164, no. 17, pp. 1888–1896, 2004.
 - [18] C. M. Morin, A. Vallières, B. Guay et al., “Cognitive behavioral therapy, singly and combined with medication, for persistent insomnia: a randomized controlled trial,” *JAMA*, vol. 301, no. 19, pp. 2005–2015, 2009.
 - [19] B. Sivertsen, S. Omvik, S. Pallesen et al., “Cognitive behavioral therapy vs zopiclone for treatment of chronic primary insomnia in older adults: a randomized controlled trial,” *JAMA*, vol. 295, no. 24, pp. 2851–2858, 2006.
 - [20] R. M. Benca, “Diagnosis and treatment of chronic insomnia: a review,” *Psychiatric Services*, vol. 56, no. 3, pp. 332–343, 2005.
 - [21] L. Baillargeon, M. Demers, R. Ladouceur, and M. Pépin, “Study on insomnia treatment by family physicians,” *Canadian Family Physician*, vol. 42, pp. 426–432, 1998.
 - [22] M. K. Means, M. D. Lineberger, and J. D. Edinger, “Nonpharmacologic treatment of insomnia,” *Current Treatment Options in Neurology*, vol. 10, no. 5, pp. 342–349, 2008.
 - [23] W. C. Dement and C. Vaughan, *Der Schlaf und Unsere Gesundheit: über Schlafstörungen, Schlaflosigkeit und die Heilkraft des Schlafs*, Limes, München, Germany, 2000.
 - [24] J. Zullej, *Mein Buch vom Guten Schlaf*, Mohn Media, Gütersloh, Germany, 2005.
 - [25] H. Urponen, I. Vuori, J. Hasan, and M. Partinen, “Self-evaluations of factors promoting and disturbing sleep: an epidemiological survey in Finland,” *Social Science and Medicine*, vol. 26, no. 4, pp. 443–450, 1988.
 - [26] S. Brand, M. Gerber, J. Beck, M. Hatzinger, U. Pühse, and E. Holsboer-Trachsler, “High exercise levels are related to favorable sleep patterns and psychological functioning in adolescents: a comparison of athletes and controls,” *Journal of Adolescent Health*, vol. 46, no. 2, pp. 133–141, 2010.
 - [27] S. Brand, M. Gerber, J. Beck, M. Hatzinger, U. Pühse, and E. Holsboer-Trachsler, “Exercising, sleep-EEG patterns, and psychological functioning are related among adolescents,” *World Journal of Biological Psychiatry*, vol. 11, no. 2, pp. 129–140, 2010.
 - [28] C. R. Drew, “Self-reported sleep disturbance among African-American elderly: The effects of depression, health status, exercise, and social support,” *International Journal of Aging and Human Development*, vol. 42, no. 2, pp. 143–160, 1996.
 - [29] K. Kim, M. Uchiyama, M. Okawa, X. Liu, and R. Ogihara, “An epidemiological study of insomnia among the Japanese general population,” *Sleep*, vol. 23, no. 1, pp. 41–47, 2000.
 - [30] K. Morgan, “Daytime activity and risk factors for late-life insomnia,” *Journal of Sleep Research*, vol. 12, no. 3, pp. 231–238, 2003.
 - [31] A. C. King, R. F. Oman, G. S. Brassington, D. L. Bliwise, and W. L. Haskell, “Moderate-intensity exercise and self-rated quality of sleep in older adults: a randomized controlled trial,” *JAMA*, vol. 277, no. 1, pp. 32–37, 1997.
 - [32] K. J. Reid, K. G. Baron, B. Lu, E. Naylor, L. Wolfe, and P. C. Zee, “Aerobic exercise improves self-reported sleep and quality of life in older adults with insomnia,” *Sleep Medicine*, vol. 11, no. 9, pp. 934–940, 2010.
 - [33] C. Guilleminault, A. Clerk, J. Black, M. Labanowski, R. Pelayo, and D. Claman, “Non-drug treatment trials in psychophysiological insomnia,” *Archives of Internal Medicine*, vol. 155, no. 8, pp. 838–844, 1995.
 - [34] A. C. King, L. A. Pruitt, S. Woo et al., “Effects of moderate-intensity exercise on polysomnographic and subjective sleep quality in older adults with mild to moderate sleep complaints,” *Journals of Gerontology*, vol. 63, no. 9, pp. 997–1004, 2008.
 - [35] D. Riemann and J. Backhaus, *Behandlung von Schlafstörungen. Ein psychologisches Gruppenprogramm*, Psychologie, Weinheim, Germany, 1996.
 - [36] W. L. Haskell, I. M. Lee, R. R. Pate et al., “Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association,” *Circulation*, vol. 116, no. 9, pp. 1081–1093, 2007.
 - [37] G. Borg, *Perceived Exertion and Pain Scales*, Human Kinetics, Champaign, Ill, USA, 1998.
 - [38] D. J. Buysse, C. F. Reynolds III, T. H. Monk, S. R. Berman, and D. J. Kupfer, “The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research,” *Psychiatry Research*, vol. 28, no. 2, pp. 193–213, 1989.
 - [39] R. Görtelmeyer, *Schlaffragebogen A und B CIPS: Internationale Skalen für Psychiatrie*, vol. 5, Beltz PVU, Weinheim, Germany, 2005.

- [40] G. Franke, *Die Symptom-Checkliste von Derogatis—Deutsche Version—(SCL-90-R). Manual*, Beltz Test GmbH, Göttingen, Germany, 1995.
- [41] L. R. Derogatis, *SCL-90-R, Administration, Scoring, and Procedures Manual for the Revised Version*, Johns Hopkins University, School of Medicine, Baltimore, Md, USA, 1977.
- [42] M. Bullinger and I. Kirchberger, *SF-36. Fragebogen zum Gesundheitszustand. Handanweisung*, Hogrefe, Göttingen, Germany, 1998.
- [43] J. Cohen, *Statistical Power Analysis for the Behavioural Sciences*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, USA, 2nd edition, 1988.
- [44] J. Cohen, “The earth is round ($P < .05$),” *American Psychologist*, vol. 49, no. 12, pp. 997–1003, 1994.
- [45] B. Rybarczyk, M. Lopez, K. Schelble, and E. Stepanski, “Home-based video CBT for comorbid geriatric insomnia: a pilot study using secondary data analyses,” *Behavioral Sleep Medicine*, vol. 3, no. 3, pp. 158–175, 2005.
- [46] M. Sato, W. Yamadera, M. Matsushima, H. Itoh, and K. Nakayama, “Clinical efficacy of individual cognitive behavior therapy for psychophysiological insomnia in 20 outpatients,” *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, vol. 64, no. 2, pp. 187–195, 2010.
- [47] K. L. Lichstein, “A general index of self-reported sleep: the sleep quotient,” *Behaviour Research and Therapy*, vol. 35, no. 12, pp. 1133–1137, 1997.
- [48] M. R. Irwin, J. C. Cole, and P. M. Nicassio, “Comparative meta-analysis of behavioral interventions for insomnia and their efficacy in middle-aged adults and in older adults 55+ years of age,” *Health Psychology*, vol. 25, no. 1, pp. 3–14, 2006.
- [49] C. M. Morin, C. Bastien, B. Guay, M. Radouco-Thomas, J. Leblanc, and A. Vallières, “Randomized clinical trial of supervised tapering and cognitive behavior therapy to facilitate benzodiazepine discontinuation in older adults with chronic insomnia,” *American Journal of Psychiatry*, vol. 161, no. 2, pp. 332–342, 2004.
- [50] M. Gerber, S. Brand, E. Holsboer-Trachslers, and U. Pühse, “Fitness and exercise as correlates of sleep complaints: is it all in our minds?” *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol. 42, no. 5, pp. 893–901, 2010.
- [51] B. Rybarczyk, M. Lopez, R. Benson, C. Alsten, and E. Stepanski, “Efficacy of two behavioral treatment programs for comorbid geriatric insomnia,” *Psychology and Aging*, vol. 17, no. 2, pp. 288–298, 2002.
- [52] A. G. Harvey, “A cognitive theory and therapy for chronic insomnia,” *Journal of Cognitive Psychotherapy*, vol. 19, no. 1, pp. 41–59, 2005.
- [53] J. Mota-Pereira, J. Silverio, S. Carvalho, J. C. Ribeiro, D. Fonte, and J. Ramos, “Moderate exercise improves depression parameters in treatment-resistant patients with major depressive disorder,” *Journal of Psychiatric Research*, vol. 45, no. 8, pp. 1005–1011, 2011.
- [54] A. Deslandes, H. Moraes, C. Ferreira et al., “Exercise and mental health: many reasons to move,” *Neuropsychobiology*, vol. 59, no. 4, pp. 191–198, 2009.
- [55] E. Puterman, J. Lin, E. Blackburn, A. O’Donovan, N. Adler, and E. Epel, “The power of exercise: buffering the effect of chronic stress on telomere length,” *PLoS One*, vol. 5, no. 5, Article ID e10837, 2010.
- [56] H. S. Driver and S. R. Taylor, “Exercise and sleep,” *Sleep Medicine Reviews*, vol. 4, no. 4, pp. 387–402, 2000.
- [57] C. M. Morin, R. R. Bootzin, D. J. Buysse, J. D. Edinger, C. A. Espie, and K. L. Lichstein, “Psychological and behavioral treatment of insomnia: update of the recent evidence (1998–2004),” *Sleep*, vol. 29, no. 11, pp. 1398–1414, 2006.
- [58] G. B. M. Mensink, N. Loose, and C. M. Oomen, “Physical activity and its association with other lifestyle factors,” *European Journal of Epidemiology*, vol. 13, no. 7, pp. 771–778, 1997.
- [59] S. D. Youngstedt, “Effects of exercise on sleep,” *Clinics in Sports Medicine*, vol. 24, no. 2, pp. 355–365, 2005.
- [60] C. M. Shapiro, “Sleep and the athlete,” *British Journal of Sports Medicine*, vol. 15, no. 1, pp. 51–55, 1981.
- [61] M. Dattilo, H. K. M. Antunes, A. Medeiros et al., “Sleep and muscle recovery: endocrinological and molecular basis for a new and promising hypothesis,” *Medical Hypotheses*, vol. 77, no. 2, pp. 220–222, 2011.
- [62] J. Bucksch and W. Schlicht, “Health-enhancing physical activity and the prevention of chronic diseases—an epidemiological review,” *Sozial- und Präventivmedizin*, vol. 51, no. 5, pp. 281–301, 2006.
- [63] S. M. Arent, T. J. Rogers, and D. M. Landers, “Mental Health and Physical Activity. The effects of physical activity on selected mental health variables: determining causation,” *Sportwissenschaft*, vol. 31, pp. 239–254, 2001.
- [64] S. Hong and J. E. Dimsdale, “Physical activity and perception of energy and fatigue in obstructive sleep apnea,” *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol. 35, no. 7, pp. 1088–1092, 2003.
- [65] W. A. Arrindell, “Changes in waiting-list patients over time: data on some commonly-used measures. Beware!,” *Behaviour Research and Therapy*, vol. 39, no. 10, pp. 1227–1247, 2001.
- [66] J. Glass, K. L. Lanctôt, N. Herrmann, B. A. Sproule, and U. E. Busto, “Sedative hypnotics in older people with insomnia: meta-analysis of risks and benefits,” *British Medical Journal*, vol. 331, no. 7526, pp. 1169–1173, 2005.
- [67] W. Chodzko-Zajko, A. Schwingel, and C. H. Park, “Successful aging: the role of physical activity,” *American Journal of Lifestyle Medicine*, vol. 3, no. 1, pp. 20–28, 2009.
- [68] W. R. Pigeon, “Diagnosis, prevalence, pathways, consequences & treatment of insomnia,” *Indian Journal of Medical Research*, vol. 131, no. 2, pp. 321–332, 2010.
- [69] A. G. Harvey, “Insomnia: symptom or diagnosis?” *Clinical Psychology Review*, vol. 21, no. 7, pp. 1037–1059, 2001.
- [70] T. Ohida, A. Kamal, M. Uchiyama et al., “The influence of lifestyle and health status factors on sleep loss among the Japanese general population,” *Sleep*, vol. 24, no. 3, pp. 333–338, 2001.
- [71] D. L. Sherrill, K. Kotchou, and S. F. Quan, “Association of physical activity and human sleep disorders,” *Archives of Internal Medicine*, vol. 158, no. 17, pp. 1894–1898, 1998.
- [72] R. M. Merrill, S. G. Aldana, R. L. Greenlaw, H. A. Diehl, and A. Salberg, “The effects of an intensive lifestyle modification program on sleep and stress disorders,” *Journal of Nutrition, Health and Aging*, vol. 11, no. 3, pp. 242–248, 2007.

Schrift II

*Erlacher, C., Erlacher, D. & Schredl, M. (im Druck). The effects of exercise on self-rated sleep among adults with chronic sleep complaints. *Journal of Sport and Health Research*.

*Begutachtetes Manuskript (Postprint). Der Artikel erscheint Open Access. Aktuelle URL:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095254614000131>

The effects of exercise on self-rated sleep among adults with chronic sleep complaints

Original article

Carmen Erlacher^a, Daniel Erlacher^b, Michael Schredl^c

^a Institute of Sports and Sports Sciences, Heidelberg University, Heidelberg 69120,
Germany

^b Institute of Sport Science, University of Bern, Switzerland

^c Central Institute of Mental Health, Medical Faculty Mannheim / Heidelberg
University, Germany

Running title:

Corresponding author: Carmen Erlacher

E-mail: carmen@erlacher.de

Received 31 October 2013; revised 18 December 2013; accepted 3 January 2014

Abstract

Background: The purpose of this study was to evaluate whether and to what extent the observed effects on self-rated sleep in a previous study using a combined treatment program with physical exercise and sleep education can be attributed by the physical activity component.

Methods: The present study reports supplementary analysis of an already described and published study. Data was provided by a nonclinical sample of 98 normal-active adults with chronic initiating and the maintaining of sleep complaints. The additional analysis included sleep log, exercise log and daily pedometer data which was collect during a baseline week and six-week of a combined intervention.

Results: The results indicate that the number of steps ($p = 0.02$) and the duration of physical activity ($p = 01$) is significantly related to the improvement in subjective sleep measures and therefore reveal an independent effect within this combined sleep program. Sleep diary data (recuperation of sleep, number of awakenings after sleep onset, and wake time after sleep onset time) improved significant (all $p < 0.01$) over the intervention program. About 50% of the participants stated that the physical activity had an effect on their improvement.

Conclusion: Improvements on subjective sleep quality after a combined intervention cannot be attributed to the cognitive component alone, but physical activity has an independent effect. Adults with chronic sleep complaints benefit from exercise. Therefore structured physical activity should be implemented in any sleep management programs.

Keywords: sleep problems, insomnia, physical exercise, non-pharmacological treatment, adults

1 Introduction

Epidemiological studies suggest that physical activity (PA) might be one of the most effective daytime behaviors associated with a good night of sleep.¹ The frequently cited study by Urponen et al.¹ demonstrates nicely the notion of sleep-promoting effects due to exercise. In this survey, 1190 middle-aged adults in Finland were asked to name factors promoting and disturbing sleep. Every third respondent for both gender in all age groups listed exercise as the most sleep-promoting activity. Another epidemiological study by Loprinzi and Cardinal² analyzed the data of 3081 adults (age: 18 and 85 years) who wore an accelerometer for 7 days. Results showed an association between the objectively measured PA and self-reported sleeping-related parameters.

Furthermore, field studies have shown that physically active individuals sleep better than less active individuals do. For example, Brand et al.³ analyzed sleep diaries from adolescent athletes ($n = 258$) with a training volume of about 18 hours per week and adolescents ($n = 176$) with only about 5 hours of sport per week. Results showed that frequent sporting activities related to subjectively reported shorter sleep onset, less sleep interruptions and a generally better mental health. For objective sleep data, a good example is the study by Edinger and colleagues⁴ who showed that the sleep profile of 12 older fit men compared to inactive men of the same age revealed shorter sleep latency and shorter sleep interruptions, more deeper sleep and increased sleep efficiency. In another study⁵, PA was measured by accelerometer for three consecutive days in 56 adolescent vocational school students. Additionally, sleep was monitored for one night with a sleep-EEG. Results showed that both subjectively and objectively assessed PA predicted both subjective and objective sleep among adolescents. In a study by Kalak et al.⁶ fifty-one healthy adolescents were randomly assigned either to a running or to a control group. The running group went running every morning for 30 minutes at moderate intensity during weekdays for 3 consecutive weeks. Results showed

that already a relative short intervention improved both subjective and objective sleep among healthy adolescents.

In contrast, Youngstedt and colleagues⁷ conducted two prospective home assessment studies to investigate correlations between sleep and total daily PA. In the first study, 31 participants kept a diary for 105 consecutive days about their total exercise duration and sleep. In the second study, 71 participants wore a wrist-mounted Actillum measuring activity and kept a sleep log for seven consecutive days. In both studies, no correlations between PA and sleep parameters were found. From a methodological point of view, the mixed results from the studies so far might be explained by the different assessment of PA and sleep, e.g., the measure of PA ranged from not validated questionnaire items to objectively measures by pedometers and from subjective sleep data (thus assessing the psychological, but not the physiologic part of sleep) to sleep measures via actigraphy or sleep-EEG. Youngstedt et al highlight another important issue: In this study participants were normal sleepers with no potential to improve (ceiling effects), or the other way around: “The greater the initial impairment in sleep, the greater the potential for improvement”.⁸

So far, experimental studies that examined the effects of PA on sleep in individuals with sleep problems are limited but show promising results. Small to moderate improvements in sleep quality were found after different exercise interventions like walking⁹, yoga¹⁰, tai chi¹¹, baduanjin¹² or resistance training¹³ but also for worksite interventions¹⁴. Most of the studies focused on moderate activity respectively on the current physical activity health recommendation for adults and older adults worldwide.¹⁵ In an own intervention study, we investigated the efficacy of a combined program that included physical exercise and sleep education on subjective sleep quality in adults with a long history of sleep complaints.¹⁶ Results indicate that the combined program is effective in improving self-reported sleep quality. During the intervention, participants were required to keep a sleep and exercise log starting from a baseline week over the six-week intervention period.

In the present study we apply supplementary analysis of the above described and published sample.¹⁶ The aim of the present analysis is to investigate the differential effects of PA and general sleep education components on subjective sleep quality. Even though Youngstedt and colleagues⁷ didn't find correlations between daily PA and sleep quality in healthy, young adults, we expected that in persons with sleep complaints the amount of exercise (exercise frequency, duration, intensity, number of daily steps) is positively correlated with the improvement in sleep quality. Thus far, exercise intervention studies in insomnia sufferers have not looked at those relationships.¹⁷ The second aim of the study was to display on a descriptive level the week-to-week variability of sleep quality and PA starting from a baseline week over the six-week intervention period. We expected an increase of PA and an improvement in sleep quality due to the intervention program. Lastly, we present the responses of the participants to indicate what they judged to be most helpful.

2 Methods

2.1 Study design and procedure

In the present study we perform supplementary analysis of the above described and published study.¹⁶ This study used a waiting-list-controlled design. Participants were assigned either to the intervention group or a waiting-list control group. General sleep measurements were collected at baseline, after the intervention, and at follow-up after 3 months. All participants received a combined 6-week intervention consisting of sleep education and physical exercise, however, participants of the control group received the same treatment after a six-week waiting period. The program included 6 weekly sessions in groups of 8 to 12 individuals. Each session started with 60 minutes sleep education followed by 60 minutes of instructed moderate physical exercise (Nordic walking). Twice a week, participants were instructed to engage by themselves in Nordic walking or equivalent sports (endurance sports outside). During the 6 weeks, further data provided by sleep log, exercise log as well as by pedometer were collect in a diary. For further details see Gebhart et al.¹⁶.

Participants were recruited by advertisements in local print media. In an initial telephone interview the eligibility criteria (sleep problems, e.g. initiating sleep and/or maintaining sleep) were checked. Participation was not limited to primary insomnia symptoms, but persons with sleep problems who suffered from either coexistent physical or psychological disorders or hypnotic medication consumption were also included.¹⁶

Participants provided written informed consent. The study has been carried out at the Institute for Sport and Sports Science in Heidelberg and at the Central Institute of Mental Health in Mannheim.

2.2 Participants

Overall 125 eligible participants were included in the study, whereas 81 were assigned to the intervention group and 44 to the waiting list control group.¹⁶ In total 27 persons (11

from the intervention and 16 from the waiting list group) did not finish the treatment ($n = 20$) or did not provide a sufficient data in the sleep or exercise log or pedometer ($n = 7$).

Therefore, suitable data were available for 98 volunteers (72 women and 26 men). Participant characteristics are described in Table 1. The mean age of 57 years indicates that the sample consists in the majority older adults. Looking at the Body Mass Index (BMI, kg/m^2) the weight ranged from normal to obesity. The habitual PA status of $M_{\text{BAECKE}} = 8.9$ indicates normal active participants.

2.3 Subjective sleep measures

The Pittsburgh Sleep Quality-Index (PSQI) is a self-report questionnaire that evaluates sleep quality and assesses sleep disturbances over the previous month.¹⁸ Nineteen items, each weighted equally from 0 to 3, add up to seven component scores (e.g. subjective sleep quality). The sum of scores for these seven subscales yields one global score of overall sleep quality and ranges from 0 to 21, whereby greater scores indicate higher levels of sleep related symptoms. German adaptation was offered by the German Sleep Society (DGSM).

Furthermore, the subjective sleep quality of the previous 2 weeks was elicited by a validated self-rating scale of the German sleep questionnaire B (SF-B).¹⁹ The factor sleep quality (SQ) includes 11 items (e.g. sleep latency). The composite scores (averages) ranged from 1 to 5 (1 = never to 5 = very often) because most scales of the sleep questionnaire are constructed as 5-point Likert scales; whereby greater scores indicate better sleep scores.

During a one-week period at baseline and the 6-week intervention period (overall 49 days), participants were asked to keep a daily sleep log (the ‘Abend-Morgen-Protokoll’).^{20, 21} The sleep log provided an additional source of sleep data with day-to-day variability as well as progress and outcome control. It also enlists participants in taking an active role in treatment. All participants were required to fill in the sleep log with five questions upon awakening in the morning²¹: Recuperation of sleep (ROS; from 1 = very to 5 = not at all),

sleep onset latency (SOL; in minutes), number of awakenings after sleep onset (WASO-N, times per night), wake time after sleep onset time (WASO-T; in minutes) and total sleep time (TST; in minutes). The instructor collected the sleep logs weekly to avoid missing data and to increase compliance within the participants.

2.4 Physical activity measures

A German version of the Baecke Questionnaire of Habitual Physical Activity²² was used to assess the PA status of the participants at baseline.²³ The questionnaire includes 14 questions comprehending three dimensions relating to the previous 12 month: physical activity at work (7 items), sport during leisure time (4 items), and physical activity during leisure time excluding sport (3 items). Questions in each dimension are scored on a 5-point Likert scale (from “1” = “never” to “5” = “always” or “very often”). Each factor could receive a score from one to five points. For the two most frequently reported sports activities, specific questions regarding the number of months per year and hours per week of participation were addressed. Activities were subdivided into three intensity categories with the help of Ainsworth’s compendium of physical activities.²⁴ The sum of the three dimensions gives an indicator of the habitual PA status. A total score from a minimum of 3 to a maximum of 15 was obtained.

Besides the sleep log, participants were asked to maintain an exercise log to describe any daily PA they may have engaged in one-week before intervention (baseline) and during the 6-week intervention period (49 days). The exercise log required specifications about frequency of PA (PA-F; times per week), duration of PA (PA-D; in minutes) and intensity of PA (PA-I; assessed by Borg Scale from 6-20). The instructor collected the exercise logs weekly to avoid missing data and to increase compliance within the participants.

In addition to the exercise logs, participants were asked to wear a digital pedometer (OMRON Walking style Pro HJ-720IT) on the body (according to the manufacturer’s

instructions) during waking hours except being in water. The pedometer estimates the number of steps taken based on acceleration signals (dual-axis). The validity of the pedometer in counting walking steps is +/- 5%. Patients wore the pedometers for 42 days, starting on the day of their first visit, and then returned them after the last intervention session.

2.5 Evaluation of the combined intervention program

To evaluate the combined intervention program by the participants, a self-made questionnaire was implemented. For the study only two questions regarding the subjective estimated contributions of the physical exercise and sleep education components to the observed effects were evaluated: “Do you think, that your improvements in sleep can be explained by the physical exercise?” (1 = not at all to 5 = extremely); “Do you think, that your improvements in sleep can be explained by the sleep education?” (1 = not at all to 5 = extremely).

2.6 Data analysis

For the first aim of the study, to analyze whether improvements in sleep parameters are dependent on the PA, linear regression analysis were applied. The results from the main analysis of the combined intervention program showed statistically significant effects for the two sleep questionnaires: PSQI global score and SQ scale from the SF-B.¹⁶ The differences between post intervention and baseline for those scores were used as dependent variables in two linear regression analysis to investigate possible influencing factors of body mass index and sport activity status at baseline as well as PA-F, PA-D, and PA-I (physical log data) and number of steps (pedometer data) during intervention. Because severity of sleep symptoms at baseline, age and gender are related to sleep quality and might be possible confounders for the relationship between PA and sleep, those variables were included into the linear regression.

For the second aim of the study, descriptive data of the week-to-week variability of sleep quality and the PA starting from baseline week over the six-week intervention period were calculated. To test for statistically significant differences repeated measures ANOVAs were calculated. To test for statistically significant differences repeated measures ANOVAs were applied for each sleep log (ROS, SOL, WASO-N, WASO-T, and TST) and exercise log (PA-F, PA-D, PA-I, and number of steps) parameter. Post-hoc analysis included t-tests for dependent variables comparing each intervention week against baseline (e.g. baseline vs. 1. intervention week, baseline vs. 2. intervention week, and so on) and each intervention week with the following one (e.g. 1. vs. 2. intervention week, 2. vs. 3. intervention week, and so on).

For the last aim of the study, descriptive data of the ratings from the participants about estimated contributions of the physical exercise and sleep education components were presented.

Data was analyzed for n=98 participants, however, because of the analysis of dependent variables, the number of participants might be reduced in some calculation due to missing values. Statistical analyses were carried out using the SPSS version 21 for Windows software.

3 Results

3.1 Factors predicting improvements in sleep quality

For the linear regression analysis with the improvements of PSQI global score (higher negative values indicate more improvement) as the dependent variable, all independent variables were entered simultaneously (see Table 2). The severity of sleep symptoms at baseline and number of steps are the only two statistically significant predictors. Therefore, participants with higher sleep severity symptoms at baseline were more likely to experience improvements in their sleep quality in comparison to participants with lower symptoms at baseline. Furthermore, the more steps are made during intervention the more benefits on sleep quality are reported. The other variables (age, gender, BMI, previous sport activity level, PA-F, PA-D, and PA-I) had no effect on the improvement in subjective sleep quality measured by the PSQI total score.

For the linear regression analysis with the improvements of SQ (higher values indicate more improvements) as the dependent variable, all the variables described above were entered simultaneously. Table 3 shows that severity of sleep symptoms at baseline and duration of PA are the only two statistically significant predictors. Again, participants with higher sleep severity symptoms at baseline had more improvements in sleep quality after intervention. In contrast, participants with a higher amount of PA duration were more likely to experience positive changes in sleep quality in comparison to participants with a lower amount of PA duration. Again, other variables (age, gender, BMI, previous sport activity level, PA-F, PA-I, and number of steps) had no effect on the improvement in subjective sleep quality measured by the sleep questionnaire B.

3.2 Course of physical activity and sleep over intervention

Figure 1 shows the course of PA-F, PA-D, and PA-I from the baseline week over 6 weeks of intervention. Data for number of steps at baseline is missing, because the pedometer

was handed out in the first intervention week. The ANOVA showed a statistically significant difference for PA-F; $F(6, 384) = 7.4, p < .001, \eta^2 = 0.10$; and PA-D; $F(6, 390) = 4.2, p < .001, \eta^2 = 0.06$. The post-hoc analysis revealed that PA-F increased from baseline to each IW (all $p < .001$) and decreased from 1. to 2. intervention week as well as from 2. to 3. intervention week (all $p < .01$). For the PA-D, the post-hoc analysis revealed an increase from baseline to each intervention week (all $p < .001$) and a decrease from 2. to 3. intervention week ($p < .01$). No statistically significant differences were found for PA-I; $F(6, 246) = 0.3, p = .96$; and for number of steps over the 6 weeks of intervention, $F(5, 450) = 1.8, p = .12$.

Figure 2 shows the course of ROS, SOL, WASO-N, and WASO-T from the baseline week over 6 weeks of intervention. The ANOVA showed a statistically significant difference for ROS; $F(6, 528) = 6.5, p < .001, \eta^2 = 0.07$; and for WASO-N; $F(6, 492) = 2.3, p = .04, \eta^2 = 0.03$; as well as for WASO-T; $F(6, 456) = 4.1, p < .001, \eta^2 = 0.05$. The post-hoc analysis revealed that ROS and WASO-T increased from baseline to each intervention week (all $p < .001$ and $p < .01$, respectively). Increase for WASO-N was statistically significant different starting from the second intervention week compared to baseline ($p < .01$). No statistically significant differences were found for SOL; $F(6, 510) = 1.3, p = .28$; and for TST (not depicted) over the 6 weeks of intervention, $F(6, 522) = 0.4, p = .88$.

3.3 Participants evaluations

Figure 3 shows the estimated contributions from the participants ($n = 97$) of the component PA respectively sleep education to the observed effects on subjective sleep quality. 53.6% of the participants share the opinion that their improvements in sleep quality can be explained by the component physical exercise and respectively 71.1% by the component sleep education (only ratings of 3 = “somewhat” to 5 = “extremely” were included).

4 Discussion

The results of the study indicate that PA has an independent effect on the improvement of subjective sleep quality in this combined sleep program. In line with the previous analysis, the diary data also reflect the effectiveness of the intervention program.¹⁶ Finally, about 50% of the participants stated that physical exercise had an effect on their improvement; even though the cognitive component was more important to them.

4.1 Effect of exercise on sleep quality improvement

The first linear regression analysis showed that the number of steps is related to the improvement in PSQI global score; in contrast, the second linear regression analysis showed that the PA-D is linked to the better scores in sleep quality measured by the sleep questionnaire B. Because we controlled for possible confounders (e.g. age, gender, previous sport activity level) PA in this combined sleep program has an independent effect on the improvement of subjective sleep quality. The different results for number of steps and PA-D might be explained by the different questionnaires and the different weighting of quantitative and qualitative aspects of sleep: Whereas the SQ comprises questions related to sleep quantity (e.g. sleep latency) and items about sleep quality (e.g. deep, undisturbed); the PSQI summarizes seven subscales with focus on sleep quantity (e.g. sleep duration) but also sleep disturbances and daytime drowsiness and only one question on sleep quality. However, future research is needed to establish these differences in the findings.

We geared our PA intervention on current recommendations for adults and older adults with at least 150 minutes per week of moderate-intensity aerobic physical exercise.¹⁵ There are clinical trials in which exercise volume rise above the national recommendations showing greater sleep improvements.²⁵ The mean PA-D per week of our participants were 282 minutes of moderate-intensity. Looking at the results of the second regression analyses the suggested dose-response effect of the predictor PA-D on sleep quality can be confirmed.¹⁷ On the other side, the participant took on average 8.382 steps per week which is below the

recommended 10.000 steps a day²⁶, however, the first regression analyses also suggested a dose-response effect to general daily activity. It seems plausible that sedentary people have more benefit on their sleep after joining an exercise event than active people do.²⁷ The participants of our study had a normal PA level at baseline. Therefore, it can be assumed that PA of longer duration, above the national recommendations, are needed for this activity level to improve in sleep quality, but also the higher general activity during the day reveals sleep-promoting effects. Furthermore, the Baecke sport index from baseline did not correspond to improvements in sleep quality and therefore the program seems to be effective for both unfit and fit participants.

In general, the regression analysis did not show any correspondence to the intensity of PA. Even though, the recommendations to the participants to be physically active on a moderate intensity level, there was a range from 7 to 17 in individual data of perceived exertion on the Borg scale. The previous research is ambiguous about whether the dose-response effect is due to increased doses of exercise intensity, duration, or both.¹⁷ At least from our analysis we can conclude that the intensity might be of less importance than the duration of PA. Buman and King¹⁷ suggests, that a minimum of 16 weeks of intervention would be needed along with exercise doses that meet or exceed current PA recommendations to answer this question satisfactorily. In our study with an intervention time of six weeks we achieved an average 3.1 point reduction in the global PSQI score¹⁶ which is comparable to the findings of King et al.²⁸ with an average reduction of 3.3 after a 16-week moderate endurance exercise intervention.

“An important, but overlooked, consideration in assessing treatment efficacy may be ceiling and floor effects (CF), which dictate that the greater the initial impairment in sleep, the greater the potential for improvement.”⁸ In the regression analyses severity of sleep symptoms at baseline (PSQI and SF-B) are one of the predictors for the changes in sleep quality. Therefore, it can be assumed that the higher the sleep severity symptoms the more

steps and exercise of longer duration has to be done to get improvements in sleep. With respect to PA-F, PA-D and PA-I but also the length of the treatment, additional research is needed in this area to formally test dose-response effects for chronic exercise on sleep.

4.2 Week-to-week changes

The second aim of the study was to display the week-to-week variability of sleep quality and PA starting from a baseline week over the six-week intervention period. Our data showed as expected an increase of PA due to the intervention program: PA-F increased from 2.6 times in the baseline week to an average of 4.2 times during the weeks of intervention, PA-D augmented from 176 minutes in the baseline week to 279 minutes during the weeks of intervention. In contrast, PA-I showed a slight but statistically not significant increase from 11.9 to 12.3 over time. This was probably due to the general recommendations given to the participants to exercise at a moderate intensity level. On the other side, it is interesting to see that a systematic increase can be found, emphasizing that the physical intervention might had some effect on the cardiorespiratory system.

During the intervention period of 6 weeks participants had an stable average step amount per week ranging from 57.126 to 61.559 which classifies them into “somewhat active” which is below the recommended 10.000 steps a day.²⁶ Unfortunately, we do not have data for total steps at baseline and therefore we do not know if there was an increase in the number of steps.

With respect to the sleep diary data, the course of sleep diary scores also showed the expected steady improvements of the sleep quality over the intervention period. For ROS the highest improvement was in the first week of the intervention. This effect might have several explanations: On one side, the higher amount of exercise due to the intervention (especially in the first week) lead to the better sleep quality scores, alternatively, the expectations of the participants on the study program improved the ROS, e.g. Constantino et al²⁹ showed that

treatment expectations had an impact on the outcome of a cognitive-behavioral therapy for insomnia patient. Furthermore, Gerber and colleagues³⁰ were able to show that the exercise sleep relation is mediated by cognitive-emotional processes. Despite that, after baseline no further statistically significant difference was found, on a descriptive level a trend for enhanced ROS scores can be identified.

For the descriptive data, a similar trend can be found for SOL, though, the repeated measures ANOVA did not show any statistically significant differences. The reduction of 6 minutes in SOL from baseline to the last intervention week is, however, comparable to other studies applying moderate aerobic exercise training in a 6-month intervention. Besides, a post hoc t-test revealed that SOL decreased statistically significant from baseline to the last intervention week – stressing the beneficial effects of the combined program also for SOL.

Regarding WASO-N, the participants had statistically significant fewer awakenings starting from the second intervention week compared to baseline. Further, at the end of the intervention they spent 14 minutes less time awake in bed at night (WASO-T) as before the intervention. With a TST of 379 minutes at baseline participants are in a normal range within chronic sleep sufferers in this age group.^{27, 31} TST did not change over the intervention period; however, this result is similar to the effects reported in other exercise studies based on subjective and polysomnographic data.³¹

4.3 Evaluation of the program

The last aim of the study was to present the estimated contributions of the physical exercise and sleep education components by the participants. This subjective view evaluates the study program from the participants' point of view. Results showed that participants judged the cognitive component of the program to be most helpful. The finding that sleep education changes dysfunctional beliefs and attitudes was shown by several studies.³² However, about 50% of the participants estimated that the physical exercise intervention had also an effect on their sleep quality. This finding might reflect the results on the sleep-

promoting effect by exercise from the study by Urponen et al.¹. However, this is an open question for further studies to detangle the effect based on beliefs from the real exercise effects.

4.4 Explanation of the sleep-promoting effects

Amongst health benefits of PA, the idea to use exercise as a treatment method in sleep impaired people appears to come from different theories about the function of sleep, e.g., thermoregulatory, body restoration, or energy conservation.¹⁷ For example, the restorative theory predicts that a correspondence between energy expenditure and more intense sleep (e.g. more slow wave sleep) or longer sleep duration in order to recover.³³ Another theory was provided by Dattilo et al.³⁴, the authors hypothesized a decreased activity of protein synthesis pathways and an increased activity of degradation pathways under sleep debt conditions, e.g., damage to the muscles due to exercise requires restoration. Muscle recovery is strongly regulated by the anabolic and catabolic hormones and these hormones are influenced by sleep. Beyond this, exercise is associated with the increased synthesis and release of both neurotransmitters and neurotrophic factors which might mediate sleep from neurophysiological side (e.g. better mental health).^{30, 35, 36} However, up to now, the influence of exercise on physiological as well as on psychological processes is poorly understood and therefore the impact of PA on sleep might be more complex.³⁷ For example, bright light exposure during outdoor sport has an impact on hormone regulation (e.g. melatonin) and might also have had a positive effect on the sleep-wake circadian rhythm.³⁸ Furthermore, sleep may be promoted via its anxiolytic or antidepressant effects. The participants in the study by Singh and colleagues³⁹ diagnosed with depression reported a decrease in depressive symptoms and sleep symptoms after 10 weeks of high-intensity progressive resistance training. Finally, because in some studies and also in this study sleep was assessed with questionnaires and therefore the psychological, but not the physiologic part of sleep. In this

context, one might question to what extent subjective sleep and subjective PA might be biased by a common emotional-cognitive process.⁴⁰

4.5 Limitations of the study

The present study has several notable limitations. Our sample was recruited via advertisements in local print media. Participation was not limited to persons with primary insomnia symptoms, but to persons with sleep problems who suffered from either coexistent physical or psychological disorders or hypnotic medication consumption were also included. Therefore the participants covered a nonclinical self-selected sample, which was motivated to participate in the program. Consequently, controlled group exercise intervention trials in patients with different medical or psychiatric histories and impaired sleep should be carried out in future studies.

Furthermore, our sample was heterogeneous in different aspects: Based on the baseline mean of 178 minutes duration of PA and total score of Baecke questionnaire included participants were of normal fitness level, however, the high standard deviation also points out that the sample covers fit and unfit persons. Based on BMI classification of the World Health Organization, participants were classified into normal weight but are close to the borderline of being overweight. Because fitness level⁴¹ and BMI⁴² are possible confounders or mediators in sleep we controlled for those variables in our statistical analysis. However, the fitness level and BMI should be included in future studies as independent variable to see whether exercise shows different sleep-promoting effects for fit or unfit and/or for normal or overweighted persons.

The study relied on self-report data, except the pedometer data. From a methodological point of view, the mixed results from the studies so far might be explained by the different assessment of PA and sleep, e.g., the measure of PA ranged from not validated questionnaire items to objectively measures by pedometers and from subjective sleep data

(thus assessing the psychological, but not the physiologic part of sleep) to sleep measures via actigraphy or sleep-EEG.

Missing data especially for the baseline week could have been avoided by a preliminary meeting to clarify possible problems with the written informed consent about exercise log and sleep log. Further, we are aware of the missing pedometer data for the baseline week, but we decided to not hand out the pedometer at baseline because of possible motivational effects on PA which might have increased the habitual daily activity amount of the participants.⁴³ Two further aspects are the kind of sport and the time of day in which exercise is carried out. In our study the focus was on endurance sport (e.g. Nordic walking), however, there is also evidence for improved sleep due to resistance training.⁴⁴ It would be interesting to contrast endurance and strength training in an intervention study to see what kind of sport shows better results. Furthermore, in our study the time of day for performing exercise was monitored on the protocol, but because of underrepresentation of morning exercise no statistical analysis was assessed. Therefore from our study no conclusion can be drawn at which time of day exercise should be performed, nevertheless, Passos et al.³¹ showed that sleep promoting effects did not vary between morning and late-afternoon exercise.

Our findings on sleep are mainly based on subjective estimates which may not correspond with objective measures.⁴⁵ Thus it might be interesting to record also objective measures of sleep by polysomnography or ambulant sleep recording devices (e.g. actigraph). However, for the participants' point of view the subjective sleep data is most important and therefore the present findings are quite important by itself.

4.6 Future directions

While the original paper reported about the efficacy of a combined program that included physical exercise and sleep education on subjective sleep quality on daytime mood,

and quality of life in adults with sleep complaints, the present paper focused on the question whether the observed effects on self-rated sleep can be attributed by the PA component per se.

The results of this combined intervention showed in the main analysis clinically relevant sleep changes with effect sizes which are comparable to CBT interventions.¹⁶ Furthermore, improvements achieved at the end of the intervention were well maintained over time and even three months after the treatment. The analysis in this study showed important influence of the physical exercise component of the intervention. Therefore, this study can be added to the series of positive findings for the beneficial effects of exercise on sleep. This is important because regular PA shows further well known benefits including e.g. improved physical function, a general healthier lifestyle⁴⁶, reduced risk of falls⁴⁷ as well as social benefits⁴⁸. On the other side, physical inactivity is one of the risk factors in the development of diseases. Moreover, insufficient sleep is more common in less active and sick people.⁴⁹ Research indicates that PA might be a promising component in the management of chronic sleep complaints.

References

1. Urponen H, Vuori I, Hasan J, Partinen M. Self-evaluations of factors promoting and disturbing sleep: an epidemiological survey in Finland. *Soc Sci Med* 1988;26:443-50.
2. Loprinzi PD, Cardinal BJ. Association between objectively-measured physical activity and sleep, NHANES 2005–2006. *Ment Health Phys Act* 2011;4:65-9.
3. Brand S, Beck J, Gerber M, Hatzinger M, Holsboer-Trachsler E. Evidence of favorable sleep-EEG patterns in adolescent male vigorous football players compared to controls. *World J Biol Psychiatry* 2010;11:465-75.
4. Edinger JD, Morey MC, Sullivan RJ, Higginbotham MB, Marsh GR, Dailey DS, et al. Aerobic fitness, acute exercise and sleep in older men. *Sleep* 1993;16:351-9.
5. Lang C, Brand S, Feldmeth AK, Holsboer-Trachsler E, Pühse U, Gerber M. Increased self-reported and objectively assessed physical activity predict sleep quality among adolescents. *Physiol Behav* 2013;120:46-53.
6. Kalak N, Gerber M, Kirov R, Mikoteit T, Yordanova J, Pühse U, et al. Daily morning running for 3 weeks improved sleep and psychological functioning in healthy adolescents compared with controls. *J Adolesc Health* 2012;51:615-22.
7. Youngstedt SD, Perlis ML, O'Brien PM, Palmer CR, Smith MT, Orff HJ, et al. No association of sleep with total daily physical activity in normal sleepers. *Physiol Behav* 2003;78:395-401.
8. Youngstedt SD. Ceiling and floor effects in sleep research. *Sleep Med Rev* 2003;7:351-65.
9. Morita E, Imai M, Okawa M, Miyaura T, Miyazaki S. A before and after comparison of the effects of forest walking on the sleep of a community-based sample of people with sleep complaints. *Biopsychosoc Med* 2011;5:1-7.
10. Chen K-M, Chen M-H, Chao H-C, Hung H-M, Lin H-S, Li C-H. Sleep quality, depression state, and health status of older adults after silver yoga exercises: cluster randomized trial. *Int J Nurs Stud* 2009;46:154-63.
11. Li F, Fisher KJ, Harmer P, Irbe D, Tearse RG, Weimer C. Tai Chi and self-rated quality of sleep and daytime sleepiness in older adults: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2004;52:892-900.
12. Chen MC, Liu HE, Huang HY, Chiou AF. The effect of a simple traditional exercise programme (Baduanjin exercise) on sleep quality of older adults: a randomized controlled trial. *Int J Nurs Stud* 2012;49:265-73.
13. Ferris LT, Williams JS, Shen C-L, O'Keefe KA, Hale KB. Resistance Training improves sleep quality in older adults - a pilot study. *J Sports Sci Med* 2005;4:354 - 60.

14. Atlantis E, Chow CM, Kirby A, Singh MA. Worksite intervention effects on sleep quality: a randomized controlled trial. *J Occup Health Psychol* 2006;11:291-304.
15. WHO. Global recommendations on physical activity for health. Geneva (Switzerland): WHO Press, World Health Organization; 2010.
16. Gebhart C, Erlacher D, Schredl M. Moderate exercise plus sleep education improves self-reported sleep quality, daytime mood, and vitality in adults with chronic sleep complaints: a waiting list-controlled trial. *Sleep Disord* 2011;2011:1-10.
17. Buman MP, King AC. Exercise as a treatment to enhance sleep. *Am J Lifestyle Med* 2010;4:500-14.
18. Buysse DJ, Reynolds CF, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res* 1989;28:193-213. German adaptation retrieved from <http://www.charite.de/dgsm/dgsm/downloads/fachinformationen/frageboegen/psqi.pdf>
19. Görtelmeyer R. Schlaffragebogen A und B. CIPS: Internationale Skalen für Psychiatrie. Weinheim: Beltz (PVU); 2005. p. 357-70.
20. Liendl S, Hoffmann RM. Compliance problems in the application of the evening-morning-protocols. Development of a short version of the standard protocols of DGSM. *Somnologie* 1999;3:73-7.
21. Liendl S, Lauer CJ, Hoffmann RM. Pre-Screening Via Sleep Logs in Sleep-Disordered Patients – Adaptational Effects, Yes or No? *Somnologie* 2004;8:67-70.
22. Baecke JA, Burema J, Frijters JE. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr* 1982;36:936-42.
23. Wagner P, Singer R. Ein Fragebogen zur Erfassung der habituellen körperlichen Aktivität verschiedener Bevölkerungsgruppen. *Sportwissenschaft* 2003;33:383-97.
24. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of Physical Activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:S498-504.
25. King AC, Pruitt LA, Woo S, Castro CM, Ahn DK, Vitiello MV, et al. Effects of moderate-intensity exercise on polysomnographic and subjective sleep quality in older adults with mild to moderate sleep complaints. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2008;63:997-1004.
26. Tudor-Locke C, Bassett Jr D. How many steps/day are enough? *Sports Med* 2004;34:1-8.

27. Reid KJ, Baron KG, Lu B, Naylor E, Wolfe L, Zee PC. Aerobic exercise improves self-reported sleep and quality of life in older adults with insomnia. *Sleep Med* 2010;11:934-40.
28. King AC, Oman RF, Brassington GS, Bliwise DL, Haskell WL. Moderate-intensity exercise and self-rated quality of sleep in older adults: a randomized controlled trial. *JAMA* 1997;277:32-7.
29. Constantino MJ, Manber R, Ong J, Kuo TF, Huang JS, Arnow BA. Patient expectations and therapeutic alliance as predictors of outcome in group cognitive-behavioral therapy for insomnia. *Behav Sleep Med* 2007;5:210-28.
30. Gerber M, Brand S, Holsboer-Trachsler E, Pühse U. Fitness and exercise as correlates of sleep complaints: is it all in our minds? *Med Sci Sports Exerc* 2010;42:893-901.
31. Passos GS, Poyares D, Santana MG, D'Aurea CV, Youngstedt SD, Tufik S, et al. Effects of moderate aerobic exercise training on chronic primary insomnia. *Sleep Med* 2011;12:1018-27.
32. Morin CM, Blais F, Savard J. Are changes in beliefs and attitudes about sleep related to sleep improvements in the treatment of insomnia? *Behav Res Ther* 2002;40:741-52.
33. Shapiro CM. Sleep and the athlete. *Br J Sports Med* 1981;15:51-5.
34. Dattilo M, Antunes HK, Medeiros A, Mônico Neto M, Souza HS, Tufik S, et al. Sleep and muscle recovery: endocrinological and molecular basis for a new and promising hypothesis. *Med Hypotheses* 2011;77:220-2.
35. Matta Mello Portugal E, Cevada T, Sobral Monteiro-Junior R, Teixeira Guimarães T, da Cruz Rubini E, Lattari E, et al. Neuroscience of Exercise: From Neurobiology Mechanisms to Mental Health. *Neuropsychobiology* 2013;68:1-14.
36. Deslandes A, Moraes H, Ferreira C, Veiga H, Silveira H, Mouta R, et al. Exercise and mental health: many reasons to move. *Neuropsychobiology* 2009;59:191-8.
37. Youngstedt SD. Effects of Exercise on Sleep. *Clin Sports Med* 2005;24:355-65.
38. Mishima K, Okawa M, Shimizu T, Hishikawa Y. Diminished melatonin secretion in the elderly caused by insufficient environmental illumination. *J Clin Endocrinol Metab* 2001;86:129-34.
39. Singh NA, Clements KM, Fiatarone MA. A randomized controlled trial of the effect of exercise on sleep. *Sleep* 1997;20:95-101.
40. Brand S, Gerber M, Beck J, Hatzinger M, Pühse U, Holsboer-Trachsler E. Exercising, sleep-EEG patterns, and psychological functioning are related among adolescents. *World J Biol Psychiatry* 2010;11:129-40.

41. Shapiro CM, Warren PM, Trinder J, Paxton SJ, Oswald I, Flenley DC, et al. Fitness facilitates sleep. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1984;53:1-4.
42. Gangwisch JE, Malaspina D, Boden-Albala B, Heymsfield SB. Inadequate sleep as a risk factor for obesity: analyses of the NHANES I. *Sleep* 2005;28:1289-96.
43. Bravata DM, Smith-Spangler C, Sundaram V, Gienger AL, Lin N, Lewis R, et al. Using pedometers to increase physical activity and improve health: a systematic review. *JAMA*. 2007;298:2296-304.
44. Singh NA, Stavrinou TM, Scarbek Y, Galambos G, Liber C, Fiatarone Singh MA. A Randomized Controlled Trial of High Versus Low Intensity Weight Training Versus General Practitioner Care for Clinical Depression in Older Adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2005;60:768-76.
45. Vitiello MV, Larsen LH, Moe KE. Age-related sleep change: gender and estrogen effects on the subjective-objective sleep quality relationships of healthy, noncomplaining older men and women. *J Psychosom Res* 2004;56:503-10.
46. Mensink GB, Loose N, Oomen CM. Physical activity and its association with other lifestyle factors. *Eur J Epidemiol* 1997;13:771-8.
47. Chang JT, Morton SC, Rubenstein LZ, Mojica WA, Maglione M, Suttrop MJ, et al. Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *BMJ* 2004;328:680.
48. McAuley E, Blissmer B, Marquez DX, Jerome GJ, Kramer AF, Katula J. Social relations, physical activity, and well-being in older adults. *Prev Med* 2000;31:608-17.
49. Morgan K. Daytime activity and risk factors for late-life insomnia. *J Sleep Res* 2003;12:231-8.

Table 1

Descriptive statistics of the participants at baseline.

Variables	N	Min-Max	<i>M</i> (SD)
Age	98	22-77	56.72 (11.02)
Body Mass Index	98	18.47-36.73	24.14 (3.39)
BAECKE total score	77 ¹	5.38-12.17	8.85 (1.40)
physical activity at work	84 ¹	1.14-4.00	2.45 (0.66)
sport during leisure time	90 ¹	1.00-4.50	2.96 (0.68)
physical activity during leisure time	98	1.67-5.00	3.38 (0.82)

Note. ¹lower N due to missing values

Table 2

Summary of regression analysis for variables predicting the improvements in sleep quality (PSQI Global score).

Independent variables	Standardized		
	estimate	<i>T</i>	<i>p</i>
Age	-.02	-.23	.82
Gender	-.05	-.45	.65
Body Mass Index	.06	.56	.58
Sleep symptoms severity (PSQI)	-.46	-4.54	.00
Previous sport activity level	.02	.14	.89
Frequency of physical activity	-.00	-.01	.99
Duration of physical activity	.09	.64	.52
Intensity of physical activity	-.15	-1.52	.13
Number of steps	-.26	-2.35	.02

Note. $F=3.59$; $R^2 = .30$; *Adjusted R*² = .22; *df* = 84

Table 3

Summary of regression analysis for variables predicting the improvements in SF-B subscale sleep quality (SQ).

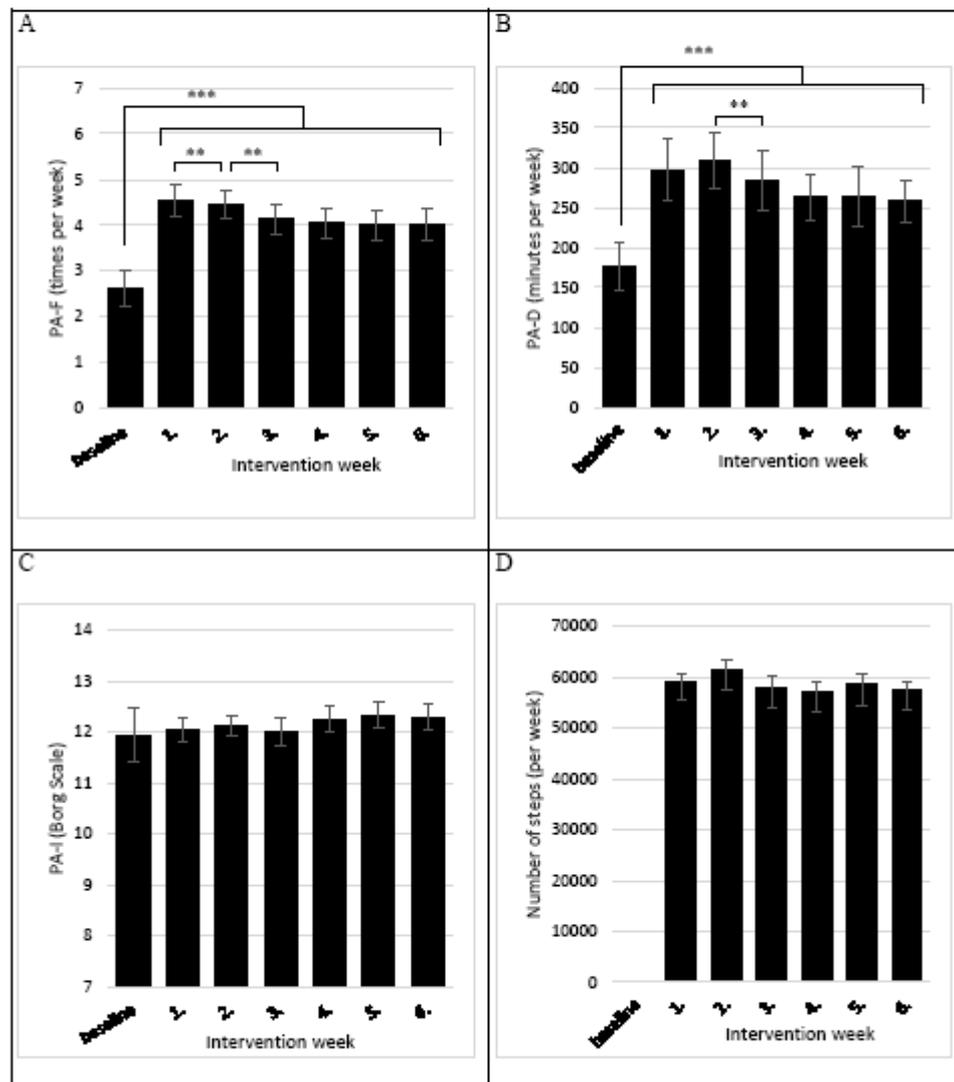
Independent variables	Standardized		
	estimate	<i>T</i>	<i>p</i>
Age	-1.53	-1.53	.13
Gender	.06	.06	.96
Body Mass Index	-.74	-.74	.46
Sleep symptoms severity (SF-B)	-.32	-2.71	.01
Previous sport activity level	-.18	-1.42	.16
Frequency of physical activity	-.05	-.26	.80
Duration of physical activity	.42	2.51	.01
Intensity of physical activity	-.06	-.55	.58
Number of steps	-.02	-.16	.87

Note. $F = 2.36$; $R^2 = .24$; *Adjusted R*² = .14; *df* = 75

Running head: EFFECTS OF EXERCISE ON SLEEP

Figure 1

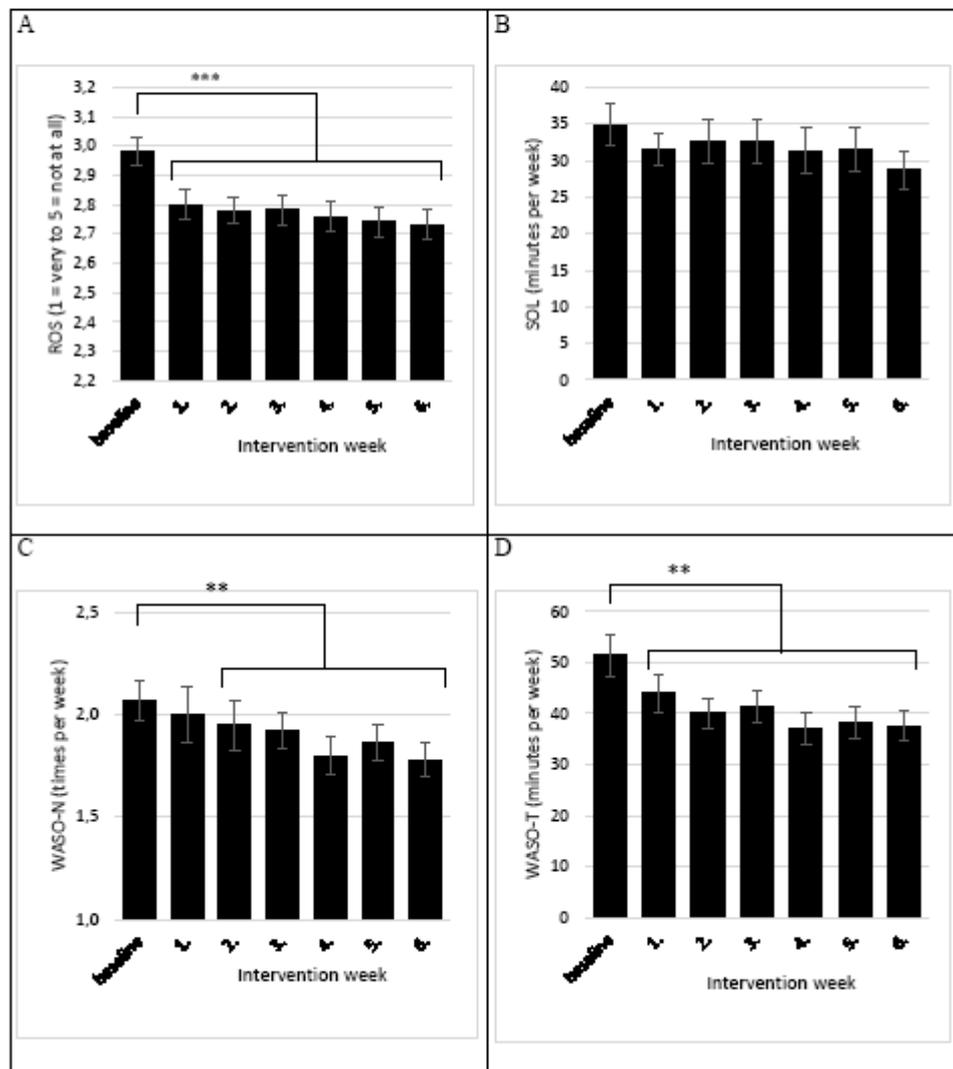
Mean values and standard error (SE) for the exercise log items: Frequency of physical activity (PA-F, Panel A), duration of physical activity (PA-D, Panel B), intensity of physical activity (PA-I, Panel C) and number of steps (Panel D) starting from baseline over the 6 weeks of intervention.



Running head: EFFECTS OF EXERCISE ON SLEEP

Figure 2

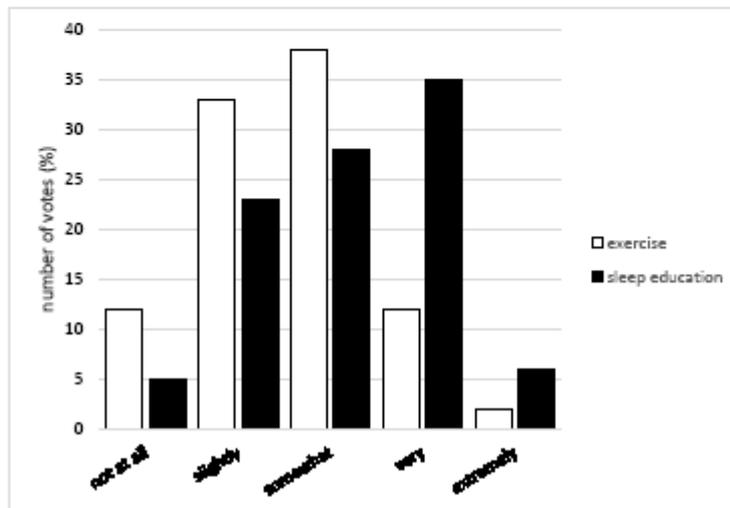
Mean values and standard error (SE) for the sleep log items: Recuperation of sleep (ROS, Panel A), sleep onset latency (SOL, Panel B), number of awakenings after sleep onset (WASO-N, Panel C), and wake time after sleep onset time (WASO-T, Panel D) starting from baseline over the 6 weeks of intervention.



Running head: EFFECTS OF EXERCISE ON SLEEP

Figure 3

Participants estimated contributions of the component exercise respectively sleep education on the observed effects on subjective sleep quality (N = 97).



Schrift III

*Erlacher, D., Gebhart, C., Ehrlenspiel, F., Blischke, K. & Schredl, M. (2012). Schlaf und Sport: Motorisches Gedächtnis, Wettkampfleistung und Schlafqualität. Zeitschrift für Sportpsychologie, 19(1), 4-15.

*Begutachtetes Manuskript (Postprint)

1 Kolummentitel: SCHLAF UND SPORT

2

3 Schlaf und Sport: Motorisches Gedächtnis, Wettkampfleistung und Schlafqualität

4

5

6 Daniel Erlacher, Carmen Gebhart

7 Universität Heidelberg

8 Felix Ehrlenspiel

9 Technische Universität München

10 Klaus Blischke

11 Universität des Saarlandes

12 Michael Schredl

13 Zentralinstitut für Seelische Gesundheit, Mannheim

14

15

16 PD Dr. Daniel Erlacher

17 Universität Heidelberg

18 Institut für Sport und Sportwissenschaft

19 Im Neuenheimer Feld 700

20 69120 Heidelberg

21 daniel.erlacher@issw.uni-heidelberg.de

22

23

24 Hinweis: Drei Untersuchungen in dem Beitrag wurden vom Bundesinstitut für

25 Sportwissenschaft (BISp) finanziell unterstützt. Teile des Beitrags wurden als schriftliche

26 Habilitationsleistung von PD Dr. Daniel Erlacher an der Universität Heidelberg eingereicht.

27

1 Zusammenfassung

2 Der Schlaf ist eine wichtige Ressource für das psychische und physische
3 Wohlbefinden. Die Erkenntnisse aus der Schlafforschung spielten jedoch in der
4 Sportwissenschaft bislang nur eine untergeordnete Rolle. Nach einer kurzen Einführung zur
5 physiologischen Erfassung von Schlaf werden in diesem Beitrag drei Bereiche aufgeführt, die
6 fruchtbare Verknüpfungen zwischen Schlaf- und Sportwissenschaft aufweisen. Im ersten
7 Bereich wird auf die schlafbegleitende Konsolidierung von motorischen Gedächtnisinhalten
8 eingegangen. Dieser eher grundlagenorientierte Forschungszweig beleuchtet den
9 Zusammenhang zwischen der Aneignung bzw. Optimierung von motorischen Fertigkeiten
10 und verschiedenen Schlafstadien und Schlafparametern (z.B. Schlafspindeln). In dem zweiten
11 Bereich geht es um den Schlaf vor sportlichen Wettkämpfen. Für den Sport liegt eine Vielzahl
12 von anekdotischen Belegen über eine schlecht geschlafene Nacht vor einem sportlichen
13 Wettkampf vor. Systematische Erhebungen existieren jedoch kaum. Anhand verschiedener
14 Studien sollen Aspekte geklärt werden, die die Ursachen und Häufigkeiten von schlechtem
15 Schlaf vor Wettkämpfen und die Auswirkung auf die Wettkampfleistung betreffen. Der dritte
16 Bereich widmet sich dem Einfluss von körperlicher Aktivität auf den Schlaf. Es zeigt sich,
17 dass der Sport einen positiven Effekt auf den Schlaf bei Menschen mit Schlafstörung aufweist.
18 Diese Befunde weisen auf einen therapeutischen Ansatz für Sportwissenschaftler in der
19 Schlafmedizin. Abschließend werden sportpraktische Implikationen erörtert und Perspektiven
20 auf weitere Forschungsfragen eröffnet.

21

22 Schlüsselwörter: Schlafforschung, REM-Schlaf, Tiefschlaf, Konsolidierung, Sporttherapie,
23 Wettkampf.

1 Abstract

2 Sleep is generally regarded as a valuable resource for psychological and physiological
3 well-being. The sleep medicine knowledge, however, has been integrated in sport science
4 very rarely. This paper reviews the basic methods of sleep recording and three areas where
5 sleep medicine and sport science are closely intertwined. The first section deals with sleep
6 dependent memory consolidation, especially motor memory. These studies examined the
7 relationship between acquisition and optimization of motor skills and the different sleep
8 stages. The second section covers the topic sleep before sports competitions. Anecdotal
9 evidence about a bad night's sleep prior to sport event have been reported quite often,
10 however, systematic surveys are scarce. Empirical data on poor sleep before competition will
11 be reviewed and the impact on performance will be discussed. The third section addresses the
12 effect of exercise on sleep. Intervention studies demonstrated that moderate physical activity
13 is beneficial for people suffering from sleep disorders. These findings suggest a therapeutic
14 application of sports sciences in the field of sleep medicine. Finally, practical implications for
15 sport and perspectives on further research questions will be discussed.

16

17 Keywords: sleep medicine, REM sleep, slow wave sleep, consolidation, sport therapy,
18 competition.

19

20

1 Erholsamer Schlaf ist die Voraussetzung für psychische und physische
2 Leistungsfähigkeit. Im Trainings- und Wettkampfprozess wurde dem Schlaf von Sportlern
3 bislang nur wenig Beachtung geschenkt. Das liegt wohl daran, dass der Schlaf subjektiv als
4 ein passiver Zustand erlebt wird, und der Schlafende von außen betrachtet völlig inaktiv
5 erscheint. Dass der Schlaf jedoch viel mehr ist als ein einfaches Abschalten der Geistes- und
6 Körperfunktionen, konnte die Schlafforschung im Verlauf der letzten Dekade beeindruckend
7 nachweisen (vgl. Erlacher & Schredl, 2004; Kryger, Roth & Dement, 2005).

8 In diesem Beitrag soll zunächst die physiologische Erfassung von Schlaf dargestellt
9 werden. Anschließend werden die schlafbegleitende Konsolidierung motorischer
10 Gedächtnisinhalte, die Bedeutung von Schlaf im Kontext des sportlichen
11 Wettkampfgeschehens, sowie der Einfluss sportlicher Aktivität bei Schlafstörungen
12 thematisiert. Abschließend sollen die hieraus sich ergebenden Implikationen und Perspektiven
13 umrissen werden.

14 **1 Messung von Schlaf**

15 In der Schlafforschung wird der Schlaf anhand von drei physiologischen Parametern
16 gemessen: den Gehirnströmen, den Augenbewegungen und dem Muskeltonus. Diese
17 Parameter werden durch die Elektroenzephalographie (EEG), das Elektrookulogramm (EOG)
18 und die Elektromyographie (EMG) erfasst (Iber, Ancoli-Israel, Chesson & Quan, 2007). Die
19 polysomnographische Messung des Schlafs ist in Abbildung 1 dargestellt.

20

21 ### Abbildung 1 ###

22

23 Zeichnet man die Standardableitung über eine Nacht auf, so zeigen sich
24 Veränderungen in den sich zyklisch wiederholenden physiologischen Parametern. Anhand
25 dieser Schwankungen kann man den Schlaf in verschiedene Stadien unterteilen. Die

1 Bestimmung der Schlafstadien richtet sich dabei nach den Kriterien der American Academy
2 of Sleep Medicine (AASM) von 2007 (Iber, et al., 2007). Nach den AASM-Kriterien werden
3 fünf Schlafstadien inklusive des Wachzustands definiert (vgl. Tabelle 1). Die Aufzeichnung
4 des Schlafs einer Nacht wird dabei in 30 Sekunden dauernde Epochen unterteilt, und anhand
5 der EEG-, EOG- und EMG-Charakteristik einem Stadium zugewiesen.

6

7 ### Tabelle 1 ###

8

9 Die Stadien N1, N2 und N3 zusammengenommen werden auch als NREM-Stadien
10 (NonREM) bezeichnet und stehen im Gegensatz zum Stadium R bzw. REM-Schlaf (REM =
11 Rapid Eye Movement). Die polysomnographische Messung einer Nacht zeigt, dass NREM-
12 und REM-Schlaf innerhalb von ca. 90 Minuten zyklisch aufeinander folgen. Das Stadium N3
13 (Tiefschlaf) ist eher in der ersten und das Stadium R (REM-Schlaf) eher in der zweiten
14 Nachthälfte dominant. Pro Nacht ergeben sich bei einer Schlafzeit von acht Stunden
15 durchschnittlich fünf bis sechs dieser Zyklen. Die Darstellung der Schlafstadien über eine
16 Nacht erfolgt in einem Schlafprofil oder Hypnogramm (Abbildung 2).

17

18 ### Abbildung 2 ###

19

20 Die Schlafstadien können neben der Unterscheidung durch die Physiologie ebenfalls
21 auf einer funktionalen Ebene differenziert werden. Stadium N1 nennt man auch
22 Einschlafstadium. Das Stadium N2 macht prozentual den größten Teil der Nacht aus und wird
23 deshalb als stabiler Schlaf bezeichnet (vgl. Stuck, Maurer, Schredl & Weeß, 2009). Im
24 Stadium N3 ist der Schlaf sehr tief, die Muskeln sind erschlafft, Herz- und Atemfrequenz sind
25 langsam und regelmäßig. Dieses Stadium wird häufig als Tiefschlaf bezeichnet.
26 Charakteristisch für das Stadium R ist die völlig erschlaffte Muskulatur, wohingegen die

1 kortikale Aktivierung erhöht ist. Weckt man Personen aus diesem Stadium, so können sie mit
2 einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit einen lebhaften Traum berichten. Daher wird der REM-
3 Schlaf häufig als Traumschlaf bezeichnet, obgleich auch in anderen Stadien Träume erinnert
4 werden (Schredl, 2008).

5 Ausgehend von diesen Grundlagen zum Schlaf soll nun in den folgenden Abschnitten
6 auf die drei Anwendungsfelder der Schlafforschung im Sport näher eingegangen werden.

7 **2 Gedächtniskonsolidierung im Schlaf**

8 Mit ihrer klassischen Untersuchung aus dem Jahr 1924 haben bereits Jenkins und
9 Dallenbach (1924) gezeigt, dass Versuchsteilnehmer zuvor gelernte, sinnlose Silben nach dem
10 Schlafen besser wiedergeben konnten als nach einem gleichen Zeitintervall Wachheit. Schlaf
11 schien demnach eine Rolle bei der Festigung von neu erworbenen Informationen zu spielen.
12 Seit dem wird der Zusammenhang von Schlaf und Gedächtnis auf verschiedenen Ebenen
13 (Verhaltensebene, neurophysiologische Ebene, zelluläre Ebene, etc.) sowohl am Menschen als
14 auch an Tieren untersucht (Überblick: Maquet, Smith & Stickgold, 2003). Doch erst die
15 neuere Forschung macht die einzelnen Mechanismen deutlich, durch die sich Schlaf günstig
16 auf die Festigung verschiedener Gedächtnisinhalte auswirken kann. So ist die schlafbedingte
17 Festigung des Gedächtnisses nicht auf den Schlaf per se angewiesen, sondern an bestimmte
18 Schlafphasen (z.B. Schlafstadium N2) und Schlafparameter (z.B. Schlafspindeln) gekoppelt.
19 In den folgenden Abschnitten sollen vor allem die Befunde zum motorischen Gedächtnis
20 dargestellt werden. Positive Befunde zu anderen Gedächtnisarten (z.B. Vokabeln lernen)
21 finden sich beispielsweise bei Diekelmann und Born (2010).

22 **2.1 Schlafstadien und motorisches Expertiseniveau**

23 Generell zeigen zahlreiche Studien mit unterschiedlichen experimentellen Ansätzen,
24 dass der Schlaf einen positiven Effekt auf die motorische Gedächtniskonsolidierung hat
25 (Überblick: Diekelmann & Born, 2010). In einem Überblicksartikel weisen Smith et al.

1 (2004) jedoch darauf hin, dass noch nicht geklärt ist, welche Schlafstadien jeweils welche
2 prozessualen Beiträge leisten. Die Autoren zählen insgesamt 14 Studien auf, die
3 Veränderungen in REM-Schlaf-Parametern nach dem Erlernen von eher motorischen
4 Aufgaben zeigen. Die Veränderungen ergaben sich entweder durch einen erhöhten Anteil an
5 REM-Schlaf pro Nacht (absolut oder relativer REM-Schlafanteil) oder einer erhöhten
6 Intensität (REM-Dichte, Anzahl von Augenbewegungen pro REM-Periode). Dagegen listen
7 sie fünf Studien auf, die ebenfalls dem motorischen Gedächtnis zugeordnet werden können,
8 jedoch eindeutig mit dem Stadium N2 (absolut oder relativer Schlafanteil N2) oder der
9 Spindelaktivität zusammenhängen (siehe auch: Rasch, Pommer, Diekelmann & Born, 2009).
10 Da dieser Unterschied nicht durch verschiedene Aufgabenklassen erklärt werden kann,
11 postulieren Smith et al. (2004), dass das Lernstadium der betreffenden Aufgabe eine Rolle
12 spielt. Bereits bekannte Bewegungsstrukturen werden eher im Stadium N2 verarbeitet.
13 Handelt es sich dagegen um das Neulernen einer motorischen Aufgabe, so ist die
14 Konsolidierung an das Stadium R gekoppelt.

15 Dieser Trennung entsprechend, ordnen Smith et al. (2004) unterschiedliche
16 Gehirnregionen den gedächtnisspezifischen Verarbeitungsprozessen zu. Die Autoren beziehen
17 sich hierbei auf ein neurophysiologisches Modell von Doyon und Ungerleider (2002). Stark
18 vereinfacht besagt dieses Modell, dass generell beim Neuerwerb von sequentiell strukturierten
19 motorischen Aufgaben (z.B. Finger-Tapping, Trampolinspringen) zunächst das cortico-
20 zerebellare System aktiviert ist. Wird die Aufgabe nach einiger Lernzeit beherrscht bzw. ist
21 das Aufgabenmuster bekannt, so ist überwiegend das cortico-striatale System aktiv. Passend
22 zu den Motorikbefunden zeigen sich entsprechende Aktivierungen im schlafenden Gehirn.
23 Demnach sind während des REM-Schlafs vor allem der Hirnstammnucleus und das Kleinhirn
24 (Zerebellum) aktiv (Hobson, Pace-Schott & Stickgold, 2000) und für das Stadium N2 finden
25 sich entsprechende Aktivitäten im Corticostriatalsystem (Smith, et al., 2004).

1 Es gibt nur wenige Untersuchungen über motorische Aufgaben aus dem Sportbereich,
2 um lernabhängige Veränderungen von Schlafparametern nachzuweisen. In einer Studie von
3 Buchegger, Fritsch, Meier-Koll und Riehle (1991) wurde das Trampolinspringen untersucht.
4 In der Studie zeigte sich ein signifikanter Anstieg des REM-Schlafanteils in den Nächten nach
5 vorangegangenem Training im Vergleich zur Baseline-Nacht und der Kontrollgruppe. In einer
6 eigenen Studie (Erlacher & Schredl, 2006) verbrachten elf Versuchsteilnehmer nach einer
7 Gewöhnungsnacht zwei Experimentalnächte im Schlaflabor. In einem ausbalancierten
8 Messwiederholungsdesign musste am Tag für zwei Stunden entweder eine motorische
9 Aufgabe gelernt oder als Kontrollbedingung eine Übungseinheit auf einem Ergometer
10 absolviert werden. Für die motorische Aufgabe mussten die Teilnehmer das für sie
11 unbekannte Snakeboard fahren lernen. Die Aufgabe erfordert das Erlernen einer twistartigen,
12 zeitversetzten Bewegung beider Füße und wurde mit einem Lernprotokoll begleitet. Im
13 Gegensatz zu den Ergebnissen von Buchegger et al. (1991) zeigten die Resultate keine
14 Effekte auf den Anteil an Schlafstadium R oder andere REM-Schlafparameter. Allerdings
15 ergaben sich Korrelationen zwischen schnell lernenden Teilnehmern und dem prozentualen
16 Anteil des Schlafstadium N2 sowie zwischen langsam lernenden Teilnehmern und dem
17 prozentualen Anteil des Schlafstadium R. Dieser Befund kann dahin gehend interpretiert
18 werden, dass die Lernrate (schnell vs. langsam) verschiedene Könnern-Stufen darstellen, d.h.,
19 dass die schnell lernenden Versuchsteilnehmer bereits Vorerfahrungen mit vergleichbaren
20 Aufgaben hatten (z.B. Skateboard, Snowboard) und dadurch Schlafstadium N2 benötigten.

21 In einer Folgestudie (Erlacher, Schredl & Blischke, 2009) wurde mit dem selben
22 Versuchsdesign das Trampolinspringen untersucht. Die 22 Versuchsteilnehmer hatten dabei
23 keine Vorerfahrung mit der Aufgabe. Wie in der Studie von Buchegger et al. (1991) stieg der
24 prozentuale REM-Schlafanteil in der Nacht mit Trampolinspringen im Gegensatz zu der
25 Nacht mit der Kontrollaufgabe. Die Effektgröße fällt jedoch deutlich geringer aus als bei
26 Buchegger et al. ($d = 0.4$ gegenüber $d = 1.7$).

1 Weitere Studien müssen folgen, um das Modell von Smith et al. (2004) empirisch
2 ausreichend abzusichern.

3 **2.2 Schlafabhängige „off-line“ Lerneffekte**

4 Ältere Modelle gehen von einer stabilisierenden Wirkung des Schlafs auf neu
5 erworbene Fertigkeiten aus (Smith, 1995), doch neuere Untersuchungen zeigen: Auch im
6 schlafenden Gehirn werden weitere Lernprozesse initiiert (z.B. Walker, Brakefield, Morgan,
7 Hobson & Stickgold, 2002). Wer eine neue Bewegung erlernt und nach der Lernphase schläft,
8 der beherrscht die Bewegung demzufolge nach dem Schlaf nicht nur stabiler, sondern auch
9 besser als jemand, der nach dem Lernen nicht geschlafen hat. Dieser aktive
10 Reorganisationsprozess des Bewegungsgedächtnisses wird nach Walker (2005) in zwei
11 Phasen unterteilt: Eine Stabilisationsphase (Konsolidierung), und eine auf Konsolidierung
12 basierte Anreicherungsphase (engl.: Consolidation Based Enhancement, CBE). Der Schlaf
13 stellt dabei einen wesentlichen Faktor dar, um die auf Konsolidierung basierte Anreicherung
14 und damit sogenannte off-line Lerneffekte zu gewährleisten.

15 Bemerkenswert ist dabei das Ausmaß der schlafabhängigen Leistungssteigerungen. So
16 finden Fischer et al. (2002) bei einer Finger-Tapping-Aufgabe Verbesserungen in der
17 Geschwindigkeit und Genauigkeit von über 30 % am nächsten Morgen und auch die
18 Arbeitsgruppe um Walker et al. (2002) berichtet schlafinduzierte Leistungszugewinne
19 zwischen 12 % und 30 %. Interessanterweise konnten Nishida und Walker (2007) selbst für
20 einen Mittagsschlaf eine Leistungssteigerung von 16 % feststellen.

21 In einer eigenen Untersuchung (Blischke, Erlacher, Kresin, Brückner & Malangré,
22 2008) konnten die Ergebnisse der Untersuchung von Walker et al. (2002) replizieren werden.
23 Dazu wurden je 24 Versuchsteilnehmer zunächst in der Finger-Tapping-Aufgabe trainiert und
24 nach jeweils 12 und 24 Stunden in einem Behaltenstest erneut getestet. Die Finger-Tapping-
25 Aufgabe erfordert von den Teilnehmern, dieselbe aus fünf Elementen bestehende

1 Tastendruck-Sequenz auf vier benachbarten Tasten einer Standard-Computertastatur zu
2 erlernen und in 30 Sekundenblöcken so oft wie möglich zu tippen. Für die Hälfte der
3 Teilnehmer erfolgte die Lernphase abends um 20 Uhr und die Behaltenstests um 8 Uhr und 20
4 Uhr (Abend-Morgen-Abend); für die andere Hälfte erfolgte die Lernphase morgens um 8 Uhr
5 und die Behaltenstests um 20 Uhr und um 8 Uhr (Morgen-Abend-Morgen). In Abbildung 3 ist
6 von einem Experiment die Anzahl der korrekt produzierten Sequenzen für die drei
7 Testzeitpunkte dargestellt. Vor allem für die AMA-Gruppe sind die off-line Lerneffekte
8 deutlich zu erkennen.

9

10 ### Abbildung 3 ###

11

12 Für die Sportwissenschaft und die Sportpraxis stellt sich jedoch die Frage, ob für
13 sportrelevante Bewegungsabläufe ebenfalls schlafgestützte Zuwächse in der Lernleistung zu
14 erzielen sind. In einer eigenen Untersuchungsreihe (Blischke, et al., 2008) wurden
15 verschiedene (sport-)motorische Lernaufgaben ausgewählt, die sich jeweils in spezifischer
16 Weise von der klassischen Fingersequenz-Aufgabe unterschieden und mit verschiedenen
17 Kontrollanforderungen versehen waren; zur Anwendung kamen sowohl großmotorische
18 Aufgaben (z.B. präzise Kraftstoßerzeugung beim Hock-Streck-Sprung, Golf-Putt), als auch
19 eher als feinmotorisch zu betrachtende Aufgaben (z.B. Tracking bzw. Nachfolgeaufgabe an
20 einem Computer). In keinem dieser sechs Experimente konnten auf der Verhaltensebene
21 schlafbegleitende off-line-Lerneffekte gefunden werden. Deutliche off-line-Lerneffekte
22 fanden sich dagegen bei einer weiteren Aufgabe, welche die zügige und fehlerfreie
23 Realisierung eines komplexen räumlichen Bewegungsmusters auf einem Steckbrett verlangte.
24 Allerdings waren diese Effekte im Wesentlichen zeitabhängig, traten also sowohl nach
25 durchschlafenen, als auch nach durchwachten Behaltensintervallen in Erscheinung (Malangré,
26 Leinen & Blischke, 2011).

1 Diese Untersuchungen verdeutlichen somit, dass die bislang beschriebenen
2 Lernzuwächse durch Schlaf nur sehr eingeschränkt für feinmotorische
3 Sequenzierungsaufgaben zu finden sind. Damit stellt sich die Frage, wann der Schlaf die
4 motorische Lernleistung unterstützt. Möglicherweise sind entsprechende Effekte vor allem an
5 die rasche, sequentielle (Vorab-)Spezifikation von abfolgegerechten Aktivierungswechseln
6 unterschiedlicher Endeffektoren gebunden (Blischke, Erlacher & Brückner, 2010).

7 **3 Schlaf vor sportlichen Wettkämpfen**

8 Guter Schlaf scheint eine Voraussetzung für die optimale Erholung nach dem Training
9 zu sein (Dattilo, et al., 2011) und dürfte auch ein wichtiges Element in der Vorbereitung auf
10 einen am nächsten Tag stattfindenden Wettkampf darstellen (Postolache, 2005). Vor allem
11 vor sportlichen Großereignissen wie den Olympischen Spielen kann der notwendige Schlaf
12 eines Athleten durch Nervosität, Leistungsdruck oder eine ungewohnte Schlafumgebung
13 gestört sein. So verwundert es nicht, wenn in Interviews ab und an Athleten sich beklagen,
14 dass sie in der Nacht vor dem Wettkampf „kein Auge zu bekommen haben“ oder „Morgens
15 einfach nicht in die Gänge kamen“. Trotz vieler anekdotischer Berichte über eine unruhige
16 Nacht vor einem sportlichen Wettkampf finden sich – besonders im Leistungssport – nur
17 wenige empirische Untersuchungen zur Frage der Schlafqualität vor Wettkämpfen.

18 **3.1 Schlafverhalten von Athleten**

19 Für viele Real-Life-Stresssituationen (z.B. lebensbedrohliche Operationen,
20 Prüfungssituationen) finden Schlaflaborstudien, dass diese temporär wirkenden Stressoren zu
21 einer Erhöhung der Einschlafzeit sowie einer vermehrten Anzahl von nächtlichem und
22 frühmorgendlichem Erwachen führen (Heyden, 1983; Van Reeth, et al., 2000). Auch
23 sportliche Wettkämpfe stellen Ereignisse dar, die Stress auslösen können. Bisher gibt es dazu
24 nur wenige Studien. Diese zeigen allerdings, dass vor Wettkämpfen das Schlafverhalten von
25 Athleten beeinträchtigt sein kann. Savis, Eliot, Gansneder und Rotella (1997) haben

1 beispielsweise College-Athleten nach ihrem Schlafverhalten vor Wettkämpfen befragt. Die
2 Fragebogendaten zeigen, dass die Schlafdauer in den beiden Nächten vor dem Wettkampf als
3 deutlich geringer gegenüber deren normalen Schlafdauer angegeben wird. In einer eigenen
4 Studie (Erlacher, Schredl, Ehrlenspiel & Bosing, 2009) wurde die subjektive Schlafqualität
5 von insgesamt 23 Schülern zu drei Zeitpunkten (1 Monat-, 1 Woche-, in der Nacht-) vor deren
6 sportpraktischer Prüfung mit dem Schlafragebogen A von Görtelmeyer (1986) erfasst. Die
7 Fragebogendaten zeigen, dass in der Nacht vor der Sportprüfung die subjektive Schlafqualität
8 schlechter ausfiel und eine verlängerte Einschlaf latenz sowie häufigeres nächtliches Erwachen
9 berichtet wurde als zu den beiden anderen Erhebungsnächten.

10 In einer weiteren explorativen Fragebogenstudie (Erlacher, Ehrlenspiel, Adegbesan &
11 Galal El-Din, 2011) sollte geklärt werden, wie viele Leistungssportler schlechten Schlaf vor
12 Wettkämpfen erleben. Mit einem selbstentwickelten Fragebogen wurden 632 deutsche
13 Athleten befragt, die mehrheitlich einem Kader angehörten und aktiv an sportlichen
14 Wettkämpfen teilnahmen. Insgesamt gaben 66% der Athleten bereits einmal schlechter vor
15 einem Wettkampf geschlafen zu haben. Die Zahl bleibt bei 63% wenn sich die Athleten nur
16 auf die Wettkämpfe in den vergangenen 12 Monaten beziehen sollen. Weiterhin wurde nach
17 der Art der Schlafprobleme, den Gründen für den unerholsamen Schlaf, der Leistung am
18 Wettkampftag und möglichen Strategien für einen guten Schlaf gefragt (siehe Tabelle 2). Auf
19 diese Ergebnisse wird in den folgenden Abschnitten noch näher eingegangen.

20 Bislang kaum untersucht wurde die Schlafqualität vor Wettkämpfen mittels objektiver
21 Messmethoden. Allerdings erfassten Leger et al. (2008) bei Seglern Schlafdaten mit mobilen
22 Messeinheiten (teils mobile Polysomnographie, teils Aktigraphie) während eines mehrtägigen
23 Bootsrennens. Die Segler, die über die besseren Schlafmanagement-Strategien verfügten, also
24 ausreichend Schlaf gewährleisten konnten, belegten am Ende auch einen besseren Platz. In
25 einer eigenen Studie (Erlacher, Binnig & Kaufmann, 2010) wurden Ein-Kanal-EEG-Rekorder
26 (SOMNOWatch) verwendet und das Schlafverhalten von Straßenradsporler bei einer

1 Rundfahrt erfasst. Insgesamt konnten fünf Rundfahrten (z.B. Volta a Catalunya in Spanien)
2 bei vier Profimannschaften begleitet werden. Dabei wurde während der Rundfahrt in jedem
3 Rennen bei maximal sechs Radsportlern in 3-4 Nächten das Schlafverhalten aufgezeichnet.
4 Die Resultate zeigen, dass der Schlaf über den Verlauf einer Straßenrundfahrt starken
5 Schwankungen unterliegt und dass die Athleten mit höheren Tiefschlafanteilen über weniger
6 physische Erschöpfung im Rennen berichteten.

7 **3.2 Einflussfaktoren auf den Schlaf**

8 Der Schlaf eines Athleten kann durch verschiedene Faktoren beeinflusst sein. Im
9 Leistungssport finden beispielsweise Wettkämpfe und Liga-Spiele regelmäßig in
10 ungewohnter und fremder Umgebung statt (z.B. Fußballweltmeisterschaft in Südafrika). So
11 berichteten Volleyballerinnen, dass sie bei Auswärtsspielen durch äußere Gegebenheiten wie
12 etwa Verkehrslärm oder unbequeme Betten im Schlaf bzw. beim Einschlafen gestört wurden
13 (Erlacher, Schredl & Lakus, 2009). Im Leistungssport ist es auch nicht ungewöhnlich, dass
14 Wettkämpfe in anderen Zeitzonen stattfinden. Je nachdem wie weit und in welche Richtung
15 der Zielort sich befindet, müssen JetLag-Symptome mit einkalkuliert werden (Waterhouse,
16 Reilly, Atkinson & Edwards, 2007). Aber auch die Anreise selbst, die Ernährung und die
17 Wettkämpfe in ungewohnten geographischen Gegebenheiten (Höhe, Temperatur,
18 Luftfeuchtigkeit) bzw. zu ungewohnten Tageszeiten können den Schlaf beeinträchtigen
19 (Überblick: Savis, 1994).

20 Neben diese externen Faktoren beeinflussen auch internale Faktoren das
21 Schlafverhalten. In der Fragebogenstudie von Savis et al. (1997) konnten die Athleten
22 zusätzlich in offenen Fragen die Ursachen für mögliche Schlafprobleme berichten und führten
23 häufig Übererregung, Nervosität und Wettkampfangst als Faktoren an. In der eigenen
24 Fragebogenstudie (Erlacher, et al., 2011) nannten die Athleten auf die Frage nach den

1 Gründen für einen schlechteren Schlaf ebenfalls häufiger Gedanken über den
2 Wettkampfverlauf sowie Nervosität als externale Begründungen (siehe Tabelle 2).

3 In wiefern die Beschäftigung mit dem Wettkampf und die Nervosität mit dem
4 Schlafverhalten und der Schlafqualität zusammenhängen, wurde in zwei weiteren Studien
5 untersucht. In der Studie von Erlacher, Schredl, Ehrlenspiel et al. (2009) wurden von den
6 Schülern neben der subjektiven Schlafqualität ebenfalls die Wettkampfangst am Morgen der
7 sportpraktischen Prüfung mit dem Wettkampfangst- Inventar – State erfasst (WAIS,
8 Ehrlenspiel, Brand & Graf, 2009). Das WAIS unterscheidet die Komponenten somatische
9 Angst, Besorgnis und Zuversicht. Während der somatische Anteil der Wettkampfangst nicht
10 mit den subjektiven Schlafangaben korrelierte, zeigte sich ein deutlicher Zusammenhang
11 zwischen dem Gefühl des Erholtseins nach dem Schlaf und den Komponenten Besorgnis und
12 Zuversicht. In einer zweiten längsschnittlichen Studie (Ehrlenspiel, Erlacher, Ziegler, Seitz &
13 Adegbesan, eingereicht) wurde bei Leistungssportlern die subjektive Schlafqualität und die
14 Wettkampfangst nicht nur am Morgen eines Wettbewerbs sondern auch vier Tage zuvor
15 gemessen. Während zu beiden Messzeitpunkten wiederum die Wettkampfangst und das
16 Gefühl des Erholtseins zusammenhängen, ergaben sich über den Zeitraum von vier Tagen
17 keine Hinweise für Effekte von gestörtem Schlaf auf die Wettkampfangst am Wettkampftag
18 oder von erhöhter Wettkampfangst auf den Schlaf vor dem Wettkampf.

19 Wie für viele andere Stressoren, etwa Prüfungen (Lund, Reider, Whiting & Prichard,
20 2010), zeigt sich also auch für den mit sportlichen Wettkämpfen verbundenen Stress
21 (gemessen als Wettkampfangst), dass die subjektiv berichtete Schlafqualität vor Wettkämpfen
22 beeinträchtigt ist. Zahlreiche Studien geben zudem Anlass zu der Annahme, dass gestörter
23 Schlaf sich dramatisch auf die Leistungsfähigkeit am nachfolgenden Tag auswirken kann
24 (Pilcher & Huffcutt, 1996). Bislange gibt es allerdings keine Studien, die die tatsächliche
25 Auswirkung von (beeinträchtigtem) Schlaf auf die Wettkampfleistung untersucht hat. Auch
26 die Bedeutung der Schlafmedizin für den Leistungssport hat erst in den letzten Jahren etwas

1 mehr Anerkennung gefunden (Postolache, 2005). Dennoch zeigt die Befragung von Erlacher
2 et al. (2011), dass Athleten nur über wenige bzw. unzureichende Strategien im Umgang mit
3 Schlafproblemen vor einem Wettkampf verfügen. Hier bieten sich konkrete Anhaltspunkte für
4 mögliche sportpsychologische Interventionen.

5 **4 Auswirkung von Sport auf den Schlaf**

6 Bislang lag der Fokus auf den Auswirkungen von Schlaf auf das motorische
7 Gedächtnis und die sportliche Leistung im Wettkampf. Umgekehrt hat die physische Aktivität
8 einen Einfluss auf die nachfolgende Nachtruhe. Beispielsweise wird nach einer schweren
9 Trainingseinheit der Schlaf in der folgenden Nacht subjektiv als tiefer erlebt. Eng mit dieser
10 Beobachtung verbunden ist die Hypothese zur Regenerationsfunktion des Schlafs (Adam,
11 1980). Einige Arbeiten zeigen, dass nach körperlicher Belastung die Gesamtschlafzeit und der
12 Anteil der Tiefschlafphase zunimmt, die Zeit nach dem Einschlafen bis zur ersten REM-Phase
13 abnimmt und die Einschlafphase sowie REM-Phase kürzer werden (Kubitz, Landers,
14 Petruzzello & Han, 1996). Da diese Effekte, wenn auch kleine bis moderate, bei bereits
15 gesunden Schläfern gefunden wurden, wird in jüngster Zeit die ermüdende Wirkung des
16 Sports in der therapeutischen Anwendung von Schlafproblemen untersucht.

17 **4.1 Schlafstörungen und Insomnie**

18 In der „International Classification of Sleep Disorders“ von der American Academy of
19 Sleep Medicine werden mehr als 80 Schlafstörungen unterschieden (ICSD-2, 2005). Patienten
20 mit einer Insomnie klagen über Ein- und/oder Durchschlafbeschwerden, sowie über einen
21 nicht erholsamen Schlaf mit Beeinträchtigungen der Tagesbefindlichkeit.

22 Insomnien werden hinsichtlich ihrer Ursachen in primäre und sekundäre Insomnie
23 unterteilt (vgl. Stuck, et al., 2009). Primäre Insomnien sind eigenständige Schlafstörungen,
24 die intrinsischen oder extrinsischen Ursachen zugeschrieben werden. Ein Beispiel einer
25 primären Insomnie ist die psychophysiologische Insomnie. Sie kann durch ein akut

1 belastendes Lebensereignis (z.B. Prüfung) ausgelöst werden und sich während der
2 Belastungsphase durch falsche Vorstellungen über den Schlaf sowie Fehlverhalten im
3 Umgang mit Schlafproblemen verselbständigen (Morin & Espie, 2004). Von sekundärer
4 Insomnie spricht man, wenn die Schlafstörung als ein Symptom einer psychischen oder
5 physischen Erkrankung als auch anderer Faktoren (z.B. Nebenwirkungen von Medikamenten)
6 auftritt (Drake, Roehrs & Roth, 2003).

7 In einem Artikel über 21 repräsentative Studien von Ohayon (2002) schwankte die
8 Prävalenz von insomnischen Symptomen zwischen 10 % bis 48 % in verschiedenen
9 Populationen weltweit. Die Variabilität der Prävalenz kann durch die unterschiedliche
10 Beurteilung der Insomniesymptome erklärt werden (keine Kriterien, Häufigkeitskriterium,
11 Schweregrad). Etwa 9 % bis 15 % berichten neben den insomnischen Beschwerden auch über
12 zusätzliche Einschränkungen am Tage. Diese zeigen sich in Stimmungsschwankungen,
13 erhöhter Tagesmüdigkeit sowie gestörter Konzentrations- und Leistungsfähigkeit (Fulda &
14 Schulz, 2001).

15 Ein dauerhaft unerholsamer Schlaf beeinträchtigt die Lebensqualität (Zammit, Weiner,
16 Damato, Sillup & McMillan, 1999). Chronische Schlafprobleme stehen im Zusammenhang
17 mit psychologischen Erkrankungen, vor allem mit Depressionen (Buysse, et al., 2008; Staner,
18 2010) und Angststörungen (Buckner, Bernert, Cromer, Joiner & Schmidt, 2008), sowie –
19 wenn auch kontrovers diskutiert – mit körperlichen Erkrankungen, z.B. Bluthochdruck
20 (Knutson, et al., 2009), Diabetes (Fiorentini, Valente, Perciaccante & Tubani, 2007) oder
21 Adipositas (Cappuccio, et al., 2008).

22 **4.2 Physische Aktivität als Behandlungsansatz**

23 Primäre Insomnien werden vorrangig medikamentös, verhaltensmedizinisch oder
24 psychotherapeutisch behandelt (Stuck, et al., 2009). Bei gründlicher Diagnostik und gezeigter
25 Relevanz ist der Einsatz von Schlafmitteln als durchaus effektiv zu beurteilen (Taylor &

1 Weiss, 2009). Eine Langzeitbehandlung ist jedoch nur in Ausnahmefällen geboten, da die
2 Nebenwirkungen wie Tagesüberhang („hangover“) und das Abhängigkeitspotenzial der
3 Hypnotika groß sind (Kripke, 2000). Auch Wechselwirkungen mit anderen Medikamenten
4 sowie hormonelle Veränderungen, vor allem bei älteren Patienten, müssen berücksichtigt
5 werden (Glass, Lanctôt, Herrmann, Sproule & Busto, 2005).

6 Mehrere Meta-Analysen haben für verhaltenstherapeutische Maßnahmen gute
7 Therapieergebnisse (z.B. Murtagh & Greenwood, 1995) und auch Langzeiteffekte gezeigt
8 (z.B. Morin, et al., 2009). Diese therapeutische Methode ist aber gegenüber den
9 medikamentösen Maßnahmen sehr zeitintensiv und von den Betroffenen oftmals nicht als
10 Therapiemöglichkeit akzeptiert (Taylor & Weiss, 2009). Deshalb haben Mediziner wie auch
11 Patienten ein erhöhtes Interesse an Alternativprogrammen.

12 Sportliche Aktivität scheint eine solche Alternative darzustellen. Beispielsweise haben
13 in einer groß angelegten Befragung von Urponen Vuori, Hasan und Partinen (1988) bis zu
14 44 % der Befragten, Frauen und Männer in jeder Altersgruppe, spontan der regelmäßigen
15 physischen Aktivität (vor allem Aufenthalt im Freien, Jogging oder Abendspaziergänge) eine
16 schlafförderliche Wirkung zugeschrieben. In einer aktuellen Untersuchung von Brand und
17 Kollegen (2010) wurden die Schlaftagebücher über sieben aufeinanderfolgenden Tagen von
18 258 Athleten mit den Angaben von 176 Teilnehmern einer Kontrollgruppe verglichen. Die
19 Sportgruppe zeigte gegenüber den Nicht-Sportlern eine bessere subjektive Schlafqualität,
20 kürzeren Einschlafdauer und weniger Schlafunterbrechungen. Auch in weiteren Studien
21 konnten eine geringe körperliche Aktivität mit mehr Schlafproblemen in Verbindung gebracht
22 werden (Bazargan, 1996; Hublin, Kaprio, Partinen & Koskenvuo, 2001; Kim, Uchiyama,
23 Okawa, Liu & Ogihara, 2000).

24 Untersuchung von objektiven Daten bzw. polysomnographisch aufgezeichneten
25 Schlafparameter nach einmaliger sportlicher Aktivität wurden in einer Meta-Analyse von
26 Youngstedt, O'Connor und Dishman (1997) zusammengefasst. Die Ergebnisse: Einmalige

1 physische Aktivität bewirkt geringe bis moderate Veränderungen in diversen Schlafvariablen.
2 Wenngleich die Auswirkungen gering sind, muss angemerkt werden, dass sich die Forschung
3 in diesem Bereich überwiegend auf gute Schläfer konzentriert hat. Große Verbesserungen der
4 Schlafqualität sind daher aufgrund von Deckeneffekten eher unwahrscheinlich (Youngstedt,
5 2003).

6 In Interventionsstudien an Versuchsteilnehmer mit Schlafschlafproblemen wurden
7 größere Effekte durch den Sport auf den Schlaf nachgewiesen (vgl. Youngstedt, 2005).
8 Beispielsweise konnten King, Oman, Brassington, Bliwise und Haskell (1997) bei 43 älteren
9 Versuchsteilnehmern (50 bis 76 Jahren) mit moderaten Schlafproblemen nach einer 16-
10 wöchigen Intervention, mit drei bis vier Sporteinheiten von 30 bis 40 Minuten pro Woche
11 signifikante Verbesserungen in der allgemeinen subjektiven Schlafqualität, der
12 Einschlafzeit und der gesamten Schlafdauer nachweisen. Die subjektiven Schlafdaten
13 wurden durch den international anerkannten „Pittsburgh Sleep Quality Index“ erfasst (PSQI,
14 Buysse, Reynolds, Monk, Berman & Kupfer, 1989). In einer aktuellen und sehr gut
15 kontrollierten Interventionsstudie von Reid et al. (2010) erhielten ältere Insomniepatienten (>
16 55 Jahre) ebenfalls eine 16-wöchige Intervention, die ein moderates Ausdauertraining
17 beinhaltete. Auch hier zeigte die Interventionsgruppe deutlich verbesserte subjektive
18 Schlafwerte (PSQI) gegenüber der Kontrollgruppe.

19 In einer eigenen Interventionsstudie wurde der Einfluss eines kombinierten 6-
20 wöchigen Schlaftrainings auf die subjektive Schlafqualität (z.B. PSQI) bei Menschen mit
21 insomnischen Schlafbeschwerden untersucht. Die 70 Teilnehmer der Interventionsgruppe im
22 Durchschnittsalter von 55 Jahren erhielten wöchentlich eine Schlafedukation mit wechselnden
23 Themen (z.B. Schlafhygiene) und eine 60-minütige angeleitete Nordic Walking-Einheit.
24 Zudem wurden sie aufgefordert zwei Mal in der Woche selbständig zu trainieren. Nach den
25 sechs Wochen berichtete die Interventionsgruppe gegenüber einer Wartelistekontrollgruppe (n
26 = 44; 57 Jahre) moderate bis starke Verbesserungen ihrer allgemeinen Schlafqualität (PSQI)

1 und außerdem über kürzere Einschlafzeiten, eine Zunahme der Gesamtschlafzeit und über
2 weniger Schlafunterbrechungen. Die Schlaffeizienz (Schlafdauer * 100 / Bettliegezeit)
3 erreichte nahezu die Norm. Die Verbesserungen blieben auch 3 Monate nach Beendigung der
4 Intervention bestehen (siehe Abbildung 4).

5

6 ### Abbildung 4 ###

7

8 Allgemein betrachtet könnte regelmäßige moderate körperliche Aktivität eine gesunde,
9 sichere, günstige und einfache Behandlungskomponente bzw. -alternative zur Verbesserung
10 des Schlafs darstellen.

11 **5 Sportpraktische Implikationen und Perspektiven**

12 In diesem Beitrag wurden drei Bereiche vorgestellt, die eine Verknüpfung zwischen
13 Schlafforschung und Sportwissenschaft begründen. In diesem abschließenden Abschnitt
14 sollen knapp einige sportpraktische Empfehlungen und Perspektiven auf weitere
15 Forschungsfragen eröffnet werden.

16 Mit Blick auf die Befunde zur Gedächtniskonsolidierung sind die Empfehlungen
17 direkt aus den geschilderten Studien abzuleiten: Nach einem Techniktraining, in dem ein
18 Sportler neue Techniken lernt, sollte der Athlet auf ausreichend Schlaf in der nachfolgenden
19 Nacht achten. Dabei lassen die Studien vermuten, dass insbesondere die Quantität des REM-
20 Schlafs beim Neulernen motorische Aufgaben bedeutsam ist. Da vor allem der morgendliche
21 Schlaf den größten REM-Anteil aufweist (Stuck, et al., 2009), sollte der Athlet mindestens
22 acht Stunden schlafen. Die optimale Schlaflänge mit acht Stunden kann natürlich nur ein
23 grober Hinweis darstellen und muss im Einzelfall im Schlaflabor abgeklärt werden. Auch ein
24 Mittagsschlaf von unter 90 Minuten, in dem kein REM-Schlaf zu erwarten ist, kann sich
25 positiv auf schlafassoziierte Lernleistungen auswirken (Nishida & Walker, 2007). Allerdings

1 ist der Mittagschlaf überwiegend von Schlafstadium N2 gekennzeichnet, weshalb vermutlich
2 eher Aufgaben wie die von Nishida und Walker gewählte Finger-Tapping Aufgabe profitieren,
3 die vor allem Optimierungsprozesse benötigen. Insgesamt bleibt jedoch festzuhalten, dass die
4 offline-Lerneffekte für sportnahe Aufgaben wohl eher gering ausfallen und wahrscheinlich
5 nur bei sehr spezifischen Anforderungen von dem Sportler wahrgenommen werden. Aber
6 Vorsicht, ein langer Mittagsschlaf kann unter Umständen Schlafprobleme in der Nacht
7 provozieren. Ein individuell angepasstes Schlafmanagement sollte deshalb mit dem Athleten
8 im Vorhinein besprochen werden.

9 Eine spannende Frage, die in zukünftigen Studien untersucht werden sollte, ist, ob der
10 motorische Lernprozess durch eine REM-Augmentation weiter gefördert werden kann. Die
11 REM-Augmentation kann dabei experimentell durch gezielte REM-Weckungen, den so
12 genannten REM-Rebound-Effekt erreicht werden (Hornung, Regen, Danker-Hopfe, Schredl
13 & Heuser, 2007). Würden sich solche Effekte nachweisen lassen, könnte man den
14 motorischen Lernprozess durch die nächtliche Konsolidierung experimentell vergrößern. Für
15 deklarative Gedächtnisinhalte konnte dies bereits nachgewiesen werden (Marshall, Mölle,
16 Hallschmid, & Born, 2004).

17 Zum zweiten Abschnitt ist zunächst anzumerken, dass für ein schlechtes Abschneiden
18 im sportlichen Wettkampf viele Faktoren, wie die von der Trainingsplanung resultierende
19 nicht optimale Wettkampfvorbereitung, Versagen in Leistungssituationen oder exogene
20 Faktoren eine große Rolle spielen. Doch werden deren Effekte auf die Wettkampfleistung in
21 der Regel weniger unterschätzt als der Effekt des Schlafs, die im Vergleich zu den zuvor
22 genannten Faktoren von der Forschung wie von der Praxis oftmals vernachlässigt werden. Die
23 bislang gewonnenen Erkenntnisse sind jedoch eher deskriptiver Natur. Dennoch weisen die
24 Ergebnisse darauf hin, dass unruhiger Schlaf vor einem wichtigen Wettkampf ein Thema für
25 Sportler ist, dem deshalb auch von Seiten der Trainer mehr Beachtung geschenkt werden

1 sollte. Die Schlafmedizin kann bereits eine Reihe von erprobten Interventionsmaßnahmen
2 (z.B. Schlafedukation) anbieten.

3 Eine individuell zugeschnittene Schlafedukation muss sich unter anderem vor allem an
4 dem Schlaftyp des Sportlers selbst (z.B. Kurz- oder Langschläfer), an den speziellen
5 Bedingungen der jeweiligen Sportart und an der Schlafumgebung orientieren. Um den
6 Schlafstörungen nicht hilflos gegenüberzustehen, wurde das so genannte Schlaftraining mit
7 Anleitungen für einen gesunden Schlaf (Schlafhygieneregeln) entwickelt. Durch
8 Informationen über den Schlaf und kognitiven Techniken werden ohne Anwendung
9 „äußerer“ Mittel (Schlafmedikamente) langfristig die Voraussetzungen zu einer positiven
10 Einstellung zum Schlaf geschaffen (Müller & Paterok, 1999). Ein ausgeruhter Athlete dürfte
11 durchaus von dem zusätzlichen Schlaf profitieren (Dement, 2005). Im Hinblick auf die
12 teilweise vielen Transferreisen im Sport sind solche Eingriffe im Umfeld des Profisports als
13 besonders erfolgversprechend anzusehen.

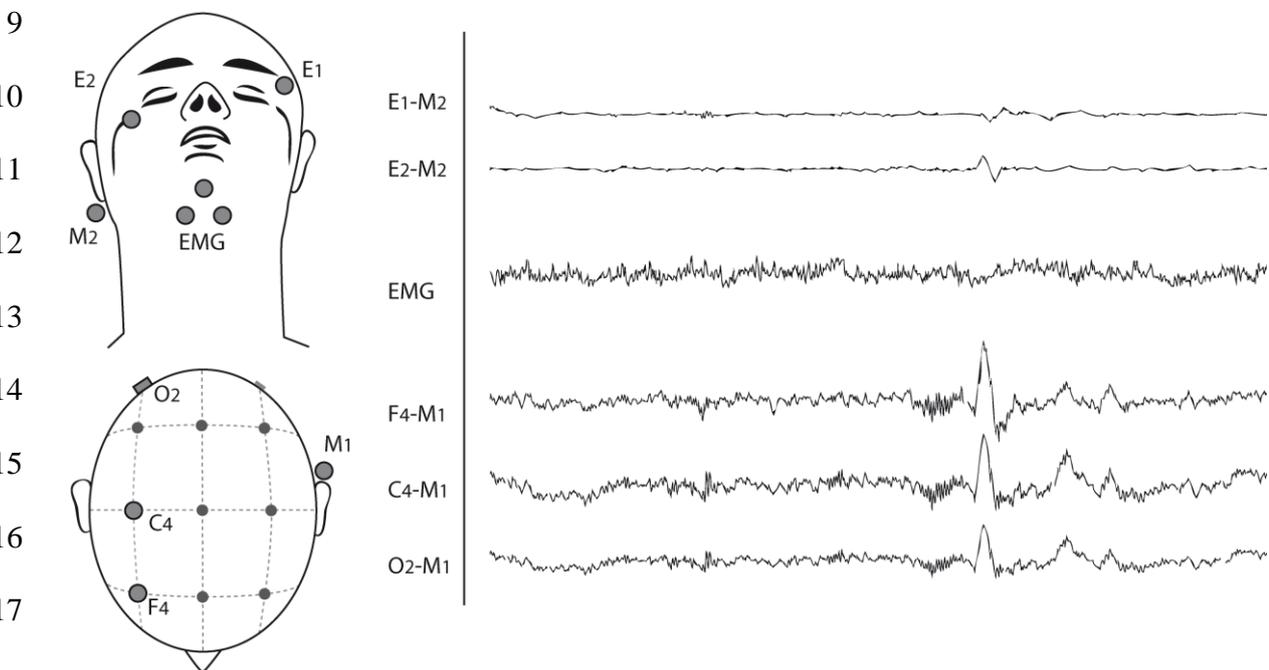
14 Der dritte Bereich dürfte vor allem für Sporttherapeuten interessant sein. Im
15 Gesundheitssport sind globale Aussagen – z.B., dass der Sport ein Allzweckmittel für ein
16 gesundes Leben darstellt – nicht mehr ausreichend (Werle & Rieder, 1996). Stattdessen ist der
17 Gesundheitssport bemüht gezielte Sportprogramme für spezifische Erkrankungen (z.B.
18 Osteoporose, Adipositas) zu entwickeln und durch wissenschaftliche Methoden zu überprüfen.
19 Die gezeigten positiven Effekte der Interventionsstudien weisen auf einen therapeutischen
20 Ansatz für Sportwissenschaftler in der Schlafmedizin hin.

21

1 Abbildung 1.

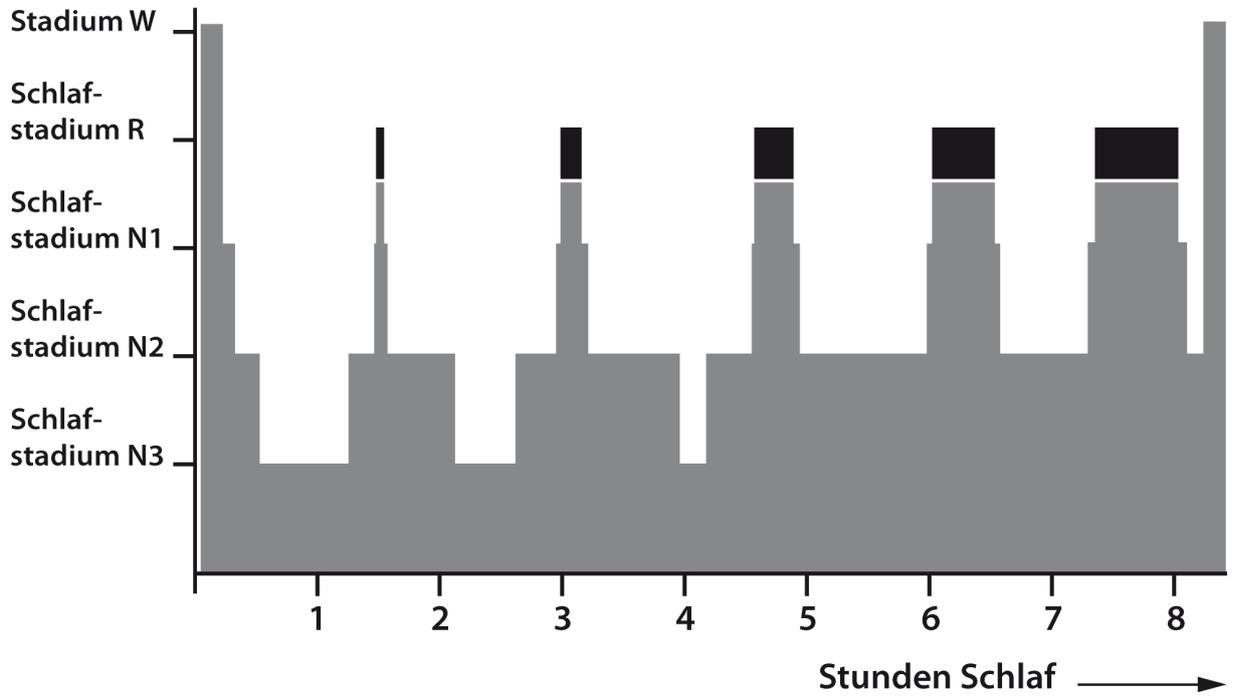
2 Die Polysomnographie umfasst die Messung der Gehirnströme (F₄-M₁, C₄-M₁, O₂-M₁),
 3 der Augenbewegungen (E₁-M₂, E₂-M₂) und des Muskeltonus (EMG). Die Positionen der
 4 EEG-Elektroden sind durch das Internationale 10-20-System festgelegt. M1 und M2
 5 bezeichnen den linken und den rechten Processus mastoideus und dienen als Referenz. Die
 6 Aufzeichnung zeigt exemplarisch Stadium N2 ersichtlich an der Schlafspindel gefolgt von
 7 einem K-Komplex (überarbeitet aus Iber, et al., 2007).

8



1 Abbildung 2.
 2 Idealisiertes Schlafprofil eines gesunden Erwachsenen.

3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15



1 Abbildung 3.

2 Mittelwerte und Standardfehler für die Anzahl korrekter Sequenzen für die Gruppe

3 Abend-Morgen-Abend (AMA, links) und Morgen-Abend-Morgen (MAM, rechts)

4 Signifikante Verbesserungen ergeben sich nur über Nacht jedoch nicht über Tag (überarbeitet

5 aus Blichke, et al., 2008)

6

7

8

9

10

11

12

13

14

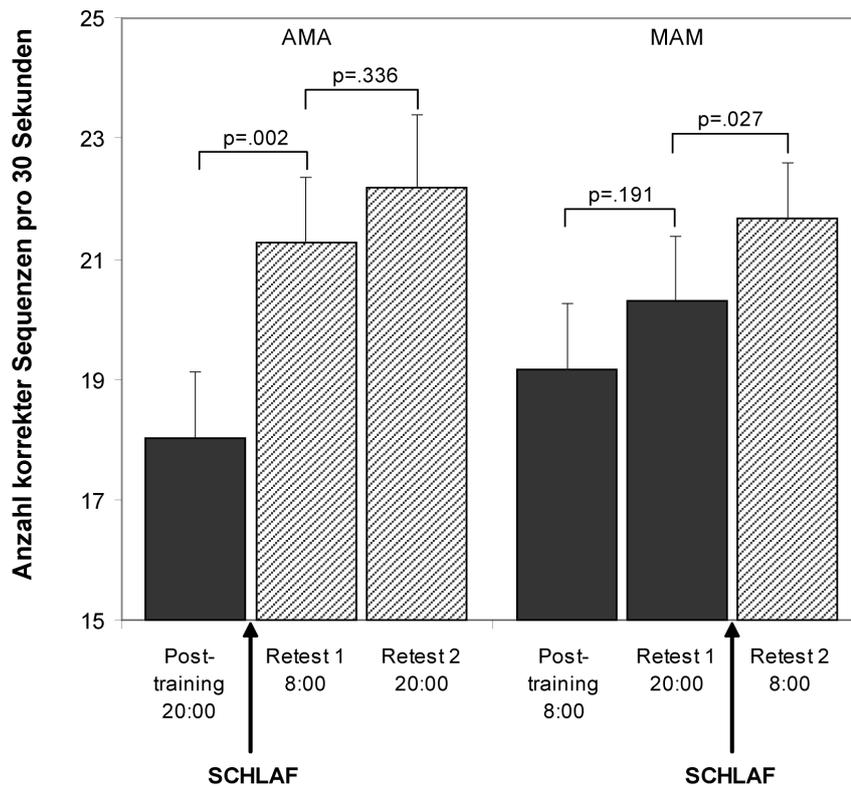
15

16

17

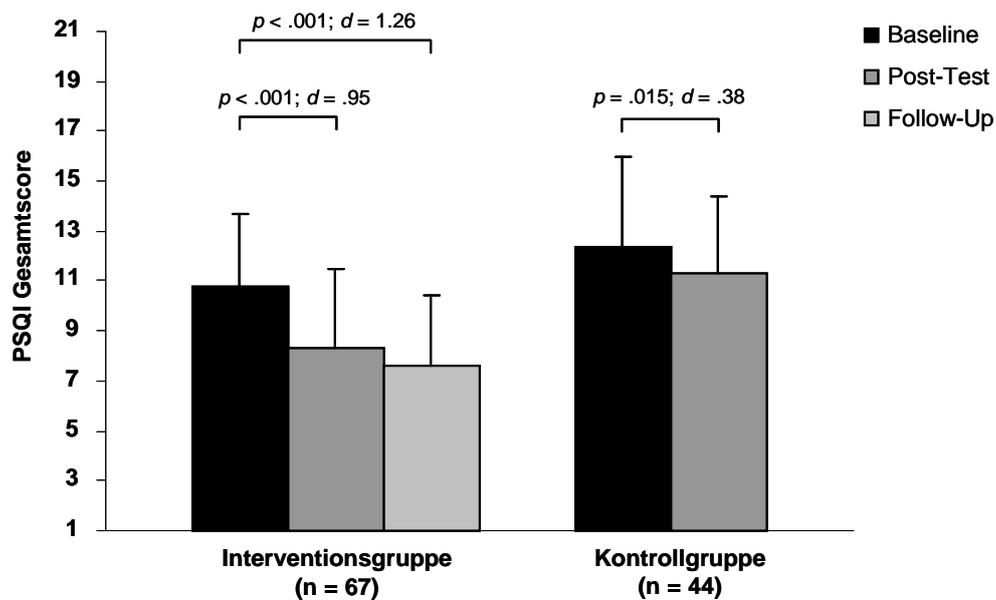
18

19



1 Abbildung 4.

2 Wirkung eines 6-wöchigen kombinierten Schlaf/ und Ausdauertrainings (Mittelwerte
 3 und Standardabweichungen für den Gesamtscore des „Pittsburgh Sleep Quality Index“). Die
 4 Interventionsgruppe (links) zeigt große Effekte durch Training sowohl nach der Intervention
 5 (Post-Test) als auch zur Messung drei Monate später (Follow-Up). Auch die
 6 Wartelistekontrollgruppe (rechts) zeigt Verbesserungen der Schlafqualität, wobei die Effekte
 7 im Vergleich zu der Interventionsgruppe deutlich geringer sind (Interaktion Zeit x Gruppe: p
 8 $= .01$, $\eta^2 = .07$).



21

1 Tabelle 1.

2 Charakteristische Aktivitäten für das EEG, EOG und EMG des Stadium Wach und der Schlafstadien N1, N2, N3 und R. Die EEG-Aktivität
 3 wird über die vorherrschende Frequenz (Beta, Alpha, Theta und Delta) sowie die Amplitude beschrieben. Die prozentualen Anteile der einzelnen
 4 Schlafstadien (letzte Spalte) beziehen sich auf gesunde Erwachsene (aus Stuck, Maurer, Schredl & Weeß, 2009).

Stadium	EEG	EOG	EMG	Anteil Gesamtschlaf in %
W	Beta- (13-30 Hz) und Alpha-Aktivität (8-13 Hz)	Lidschläge, rasche Augenbewegungen	Hoher Muskeltonus EMG-Artefakte	etwa 5
N1	Theta-Aktivität (4-7 Hz) sowie Vertex Zacken	Rollende Augenbewegungen	Abnahme des Muskeltonus (geringer als in W)	etwa 5
N2	Theta-Aktivität (4-7 Hz) K-Komplexe, Schlafspindeln 12-14 Hz	Keine Augenbewegungen, EEG-Artefakte	Abnahme des Muskeltonus (geringer als in N1)	etwa 50
N3	Delta-Aktivität (0,5-3,5 Hz) mehr als 20%	Keine Augenbewegungen, EEG-Artefakte	Abnahme des Muskeltonus (geringer als in N2)	etwa 20
R	Theta- (auch Alpha)-Aktivität, Sägezahnwellen	Konjugierte, rasche Augenbewegung = REM (Rapid Eye Movements)	Niedrigster Muskeltonus (kleiner gleich N3)	etwa 20-25

5

1 Tabelle 2

2 Antworthäufigkeiten der Athleten aus der Studie von Erlacher et al. (2011)

3

	1. Welche Probleme haben Sie mit Ihrem Schlaf vor einem Wettkampf erlebt?
80%	Einschlafschwierigkeiten
43%	frühes morgendliches Erwachen
32%	nächtliches Erwachen
12%	unangenehme Träume
	2. Welche Gründe gab es für den schlechteren Schlaf vor einem Wettkampf?
77%	Gedanken über den Wettkampfverlauf
60%	Nervosität vor dem Wettkampf
29%	ungewohnte Schlafumgebung
17%	Geräusche im Zimmer oder von draußen
	3. Wie hat sich der schlechtere Schlaf auf Ihre Wettkampfleistung ausgewirkt?
57%	keine Auswirkung
27%	erhöhte Tagesmüdigkeit
18%	schlechtere Tagesstimmung
13%	schlechtere Leistung im Wettkampf
	4. Welche Strategien nutzen Sie, um vor einem Wettkampf gut zu schlafen?
57%	keine besondere Strategie
34%	Fernsehen
17%	Lesen
9%	Entspannungstechniken
1%	Schlafmittel

4

5

6

6 Literatur

- 1
- 2 Adam, K. (1980). Sleep as a Restorative Process and a Theory to Explain Why. *Progress in*
3 *Brain Research*, 53, 289-305.
- 4 Bazargan, M. (1996). Self-reported sleep disturbance among African-American elderly: The
5 effects of depression, health status, exercise, and social support. *The international*
6 *journal of aging & human development*, 42, 143-160.
- 7 Blischke, K., Erlacher, D. & Brückner, S. (2010). Sleep-related off-line motor learning:
8 muscle activation vs. spatial sequence representation effects. *Journal of Sport and*
9 *Exercise Psychology*, 32, 63.
- 10 Blischke, K., Erlacher, D., Kresin, H., Brückner, S. & Malangré, A. (2008). Benefits of sleep
11 in motor learning – prospects and limitations. *Journal of Human Kinetics*, 20, 23-36.
- 12 Brand, S., Gerber, M., Beck, J., Hatzinger, M., Puhse, U. & Holsboer-Trachsler, E. (2010).
13 High exercise levels are related to favorable sleep patterns and psychological
14 functioning in adolescents: a comparison of athletes and controls. *Journal of*
15 *Adolescent Health*, 46, 133-141.
- 16 Buchegger, J., Fritsch, R., Meier-Koll, A. & Riehle, H. (1991). Does trampolining and
17 anaerobic physical fitness affect sleep? *Perceptual and Motor Skills*, 73, 243-252.
- 18 Buckner, J. D., Bernert, R. A., Cromer, K. R., Joiner, T. E. & Schmidt, N. B. (2008). Social
19 anxiety and insomnia: The mediating role of depressive symptoms. *Depression and*
20 *Anxiety*, 25, 124-130.
- 21 Buysse, D. J., Angst, J., Gamma, A., Ajdacic, V., Eich, D. & Rössler, W. (2008). Prevalence,
22 course, and comorbidity of insomnia and depression in young adults. *Sleep*, 31, 473-
23 480.

- 1 Buysse, D. J., Reynolds, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R. & Kupfer, D. J. (1989). The
2 Pittsburgh Sleep Quality Index: A new instrument for psychiatric practice and
3 research. *Psychiatric Research*, 28, 193-213.
- 4 Cappuccio, F. P., Taggart, F. M., Kandala, N., Currie, A., Peile, E., Stranges, S., et al. (2008).
5 Meta-analysis of short sleep duration and obesity in children and adults. *Sleep*, 31,
6 619-626.
- 7 Dattilo, M., Antunes, H. K., Medeiros, A., Monico Neto, M., Souza, H. S., Tufik, S., et al.
8 (2011). Sleep and muscle recovery: Endocrinological and molecular basis for a new
9 and promising hypothesis. *Medical Hypotheses*.
- 10 Dement, W. C. (2005). Sleep extension: Getting as much extra sleep as possible. *Clinics in*
11 *Sports Medicine*, 24, 251-268.
- 12 Diekelmann, S. & Born, J. (2010). The memory function of sleep. *Nature Reviews*
13 *Neuroscience*, 11, 114-126.
- 14 Doyon, J. & Ungerleider, L. G. (2002). Functional anatomy of motor skill learning. In L. R.
15 Squire & D. L. Schacter (Hrsg.), *Neuropsychology of memory* (3rd. Aufl., S. 225-238).
16 New York: Guilford Press.
- 17 Drake, C. L., Roehrs, t. & Roth, T. (2003). Insomnia causes, consequences, and therapeutics:
18 an overview. *Depression and Anxiety*, 18, 163-176.
- 19 Ehrlenspiel, F., Brand, R. & Graf, K. (2009). Das Wettkampfangst- Inventar - State. In R.
20 Brand, F. Ehrlenspiel & K. Graf (Hrsg.), *Das Wettkampfangst- Inventar. Manual* (S.
21 71-100). Bonn: Bundesinstitut für Sportwissenschaft.
- 22 Ehrlenspiel, F., Erlacher, D., Ziegler, M., Seitz, V. & Adegbesan, O. (eingereicht). Sleep tight,
23 don't let the competition bite?! Subjective sleep quality and competitive state anxiety.
- 24 Erlacher, D., Binnig, D. & Kaufmann, T. (2010). Schlafverhalten von Leistungssportlern
25 während einer Radrundfahrt. In G. Amesberger, T. Finkenzeller & S. Würth (Hrsg.),
26 *Psychophysiologie im Sport - zwischen Experiment und Handlungsoptimierung* 42.

- 1 *asp-Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Sportpsychologie (asp) vom 13. bis 15.*
2 *Mai 2010 in Salzburg* (S. 68). Hamburg: Czwalina.
- 3 Erlacher, D., Ehrlenspiel, F., Adegbesan, O. & Galal El-Din, H. (2011). Sleep habits in
4 German athletes before important competitions or games. *Journal of Sports Sciences*,
5 29, 859-866.
- 6 Erlacher, D. & Schredl, M. (2004). Time required for motor activity in lucid dreams.
7 *Perceptual and Motor Skills*, 99, 1239-1242.
- 8 Erlacher, D. & Schredl, M. (2006). Effect of a motor learning task on REM sleep parameters.
9 *Sleep and Hypnosis*, 8, 41-46.
- 10 Erlacher, D., Schredl, M. & Blischke, K. (2009). Effects of learning trampolining on REM
11 sleep parameters: A replication study. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 31,
12 61.
- 13 Erlacher, D., Schredl, M., Ehrlenspiel, F. & Bosing, M. (2009). Subjective sleep quality and
14 state anxiety of high-school students prior to a final sport exam. In A. M. Columbus
15 (Hrsg.), *Advances in psychology research* (S. 179-186). New York: Nova Science
16 Publishers.
- 17 Erlacher, D., Schredl, M. & Lakus, G. (2009). Subjective sleep quality prior to home and
18 away games for female volleyball players. *International Journal of Dream Research*,
19 2, 70-72.
- 20 Fiorentini, A., Valente, R., Perciaccante, A. & Tubani, L. (2007). Sleep's quality disorders in
21 patients with hypertension and type 2 diabetes mellitus. *International Journal of*
22 *Cardiology*, 114, E50-E52.
- 23 Fischer, S., Hallschmid, M., Elsner, A. L. & Born, J. (2002). Sleep forms memory for finger
24 skills. *PNAS*, 99, 11987-11991.
- 25 Fulda, S. & Schulz, H. (2001). Cognitive dysfunction in sleep disorders. *Sleep Medicine*
26 *Reviews*, 5, 423-445.

- 1 Glass, J., Lanctôt, K. L., Herrmann, N., Sproule, B. A. & Busto, U. E. (2005). Sedative
2 hypnotics in older people with insomnia: meta-analysis of risks and benefits. *British*
3 *Medical Journal: BMJ*, 331, 1169-1175.
- 4 Görtelmeyer, R. (1986). Schlaf-Fragebogen A und B (Sf-A, Sf-B). In C. I. P. Sclarum
5 (Hrsg.), *Internationale Skalen für Psychiatrie* (Vol. 4. Aufl., S. xxx-xxx). Weinheim:
6 Beltz.
- 7 Heyden, T. (1983). *Der Einfluss von realem Stress und Schlaf*. Frankfurt a. M.: Lang.
- 8 Hobson, J. A., Pace-Schott, E. F. & Stickgold, R. (2000). Dreaming and the brain: Toward a
9 cognitive neuroscience of conscious states. *Behavioral and Brain Sciences*, 23, 793-
10 842.
- 11 Hornung, O. P., Regen, F., Danker-Hopfe, H., Schredl, M. & Heuser, I. (2007). The
12 relationship between REM sleep and memory consolidation in old age and effects of
13 cholinergic medication. *Biological Psychiatry*, 61, 750-757.
- 14 Hublin, C., Kaprio, J., Partinen, M. & Koskenvuo, M. (2001). Insufficient sleep - a
15 population-based study in adults. *Sleep*, 24, 392-400.
- 16 Iber, C., Ancoli-Israel, S., Chesson, A. & Quan, S. F. (Hrsg.). (2007). *The AASM manual for*
17 *the scoring of sleep and associated events: Rules, terminology and technical*
18 *specifications* (1st Aufl.). Westchester, IL: American Academy of Sleep Medicine.
- 19 ICSD-2 (Hrsg.). (2005). *International Classification of sleep disorders. Diagnostic and*
20 *coding manual*. (2nd Aufl.). Westchester, IL: American Academy of Sleep Medicine.
- 21 Jenkins, J. G. & Dallenbach, K. M. (1924). Oblivescence during sleep and waking. *American*
22 *Journal of Psychology*, 35, 605-612.
- 23 Kim, K., Uchiyama, M., Okawa, M., Liu, X. & Ogihara, R. (2000). An epidemiological study
24 of insomnia among the Japanese general population. *Sleep*, 23, 41-47.

- 1 King, A. C., Oman, R. F., Brassington, G. S., Bliwise, D. L. & Haskell, W. L. (1997).
2 Moderate-intensity exercise and self-rated quality of sleep in older adults: a
3 randomized controlled trial. *Journal of the American Medical Association*, 277, 32-37.
- 4 Knutson, K. L., Van Cauter, E., Rathouz, P. J., Yan, L. L., Hulley, S. B., Liu, K., et al. (2009).
5 Association between sleep and blood pressure in midlife: The CARDIA sleep study.
6 *Archives of Internal Medicine*, 169, 1055-1061.
- 7 Kripke, D. F. (2000). Chronic hypnotic use: deadly risks, doubtful benefit. *Sleep Medicine*
8 *Reviews*, 4, 5-20.
- 9 Kryger, M. H., Roth, T. & Dement, W. C. (Hrsg.). (2005). *Principles and practice of sleep*
10 *medicine* (4. Aufl.). Philadelphia: Elsevier Saunders.
- 11 Kubitz, K. A., Landers, D. M., Petruzzello, S. J. & Han, M. (1996). The effects of acute and
12 chronic exercise on sleep. A meta-analytic review. *Sports Medicine*, 21, 277-291.
- 13 Leger, D., Elbaz, M., Raffray, T., Metlaine, A., Bayon, V. & Duforez, F. (2008). Sleep
14 management and the performance of eight sailors in the Tour de France a la voile
15 yacht race. *Journal of Sports Sciences*, 26, 21-28.
- 16 Lund, H. G., Reider, B. D., Whiting, A. B. & Prichard, J. R. (2010). Sleep patterns and
17 predictors of disturbed sleep in a large population of college students. *J Adolesc*
18 *Health*, 46, 124-132.
- 19 Malangré, A., Leinen, P. & Blischke, K. (2011). Consolidation based enhancement: State- or
20 time-dependent? In T. Heinen, A. Milek, T. Hohmann & M. Raab (Hrsg.),
21 *Embodiment: Wahrnehmung - Kognition - Handlung* (S. 74-75). Köln: Hundt Druck
22 GmbH Köln.
- 23 Maquet, P., Smith, C. & Stickgold, R. (2003). *Sleep and Brain Plasticity*. New York: Oxford
24 Press.
- 25 Morgan, K. (2003). Daytime Activity and Risk Factors for Late-Life Insomnia. *Journal of*
26 *Sleep Research*, 12, 231-238.

- 1 Morin, C. M. & Espie, C. A. (2004). *Insomnia: A clinical guide to assessment and treatment*.
2 New York: Springer.
- 3 Morin, C. M., Vallieres, A., Guay, B., Ivers, H., Savard, J., Merette, C., et al. (2009).
4 Cognitive behavioral therapy, singly and combined with medication, for persistent
5 insomnia: A randomized controlled trial. *JAMA*, *301*, 2005-2015.
- 6 Murtagh, D. R. R. & Greenwood, K. M. (1995). Identifying effective psychological
7 treatments for insomnia: A meta-analysis. *Journal of Consulting and Clinical*
8 *Psychology*, *63*, 79-89.
- 9 Nishida, M. & Walker, M. P. (2007). Daytime Naps, Motor Memory Consolidation and
10 Regionally Specific Sleep Spindles. *PLoS ONE*, *2*, e341.
- 11 Ohayon, M. M. (2002). Epidemiology of insomnia: what we know and what we still need to
12 learn. *Sleep Medicine Reviews*, *6*, 97-111.
- 13 Pilcher, J. J. & Huffcutt, A. I. (1996). Effects of sleep deprivation on performance: A meta-
14 analysis. *Sleep*, *19*, 318-326.
- 15 Postolache, T. T. (2005). Sports chronobiology. *Clinics in Sports Medicine*, *24*, xix-xxii.
- 16 Rasch, B., Pommer, J., Diekelmann, S. & Born, J. (2009). Pharmacological REM sleep
17 suppression paradoxically improves rather than impairs skill memory. *Nature*
18 *Neuroscience*, *12*, 396-397.
- 19 Reid, K. J., Baron, K. G., Lu, B., Naylor, E., Wolfe, L. & Zee, P. C. (2010). Aerobic exercise
20 improves self-reported sleep and quality of life in older adults with insomnia. *Sleep*
21 *Medicine*, *11*, 934-940.
- 22 Savis, J. C. (1994). Sleep and athletic performance: Overview and implications for sport
23 psychology. *The Sport Psychologist*, *8*, 111-125.
- 24 Savis, J. C., Eliot, J. F., Gansneder, B. & Rotella, R. J. (1997). A subjective means of
25 assessing college athletes' sleep: A modification of the morningness/eveningness
26 questionnaire. *International Journal of Sport Psychology*, *28*, 157-170.

- 1 Schredl, M. (2008). *Traum*. München: Ernst Reinhardt.
- 2 Smith, C. (1995). Sleep states and memory processes. *Behavioural Brain Research*, 69, 137-
3 145.
- 4 Smith, C., Aubrey, J. B. & Peters, K. R. (2004). Different roles for REM and stage 2 sleep in
5 motor learning: A proposed model. *Psychologica Belgica*, 44, 79-102.
- 6 Staner, L. (2010). Comorbidity of insomnia and depression. *Sleep Medicine Reviews*, 14, 35-
7 46.
- 8 Stuck, B. A., Maurer, J. T., Schredl, M. & Weeß, H.-G. (2009). *Praxis der Schlafmedizin.*
9 *Schlafstörungen bei Erwachsenen und Kindern Diagnostik, Differentialdiagnostik und*
10 *Therapie*. Heidelberg: Springer Medizin.
- 11 Taylor, S. R. & Weiss, J. S. (2009). Review of Insomnia Pharmacotherapy Options for the
12 Elderly: Implications for Managed Care. *Population Health Management*, 12, 317-323.
- 13 Urponen, H., Vuori, I., Hasan, J. & Partinen, M. (1988). Self-evaluations of factors promoting
14 and disturbing sleep: an epidemiological survey in Finland. *Social Science and*
15 *Medicine*, 26, 443-450.
- 16 Van Reeth, O., Weibel, L., Spiegel, K., Leproult, R., Dugovic, C. & Maccari, S. (2000).
17 Interactions between stress and sleep: from basic research to clinical situations. *Sleep*
18 *Medicine Reviews*, 4, 201-219.
- 19 Walker, M. P. (2005). A refined model of sleep and the time course of memory formation.
20 *Behavioral and Brain Sciences*, 28, 51-64.
- 21 Walker, M. P., Brakefield, T., Morgan, A., Hobson, J. A. & Stickgold, R. (2002). Practice
22 with sleep makes perfect: Sleep-dependent motor skill learning. *Neuron*, 35, 205-211.
- 23 Waterhouse, J., Reilly, T., Atkinson, G. & Edwards, B. (2007). Jet Lag: Trends and coping
24 strategies. *The Lancet*, 369, 1117-1129.
- 25 Werle, J. & Rieder, H. (1996). *Sport mit Sondergruppen*. Schorndorf: Hoffmann.

1 Youngstedt, S. D. (2003). Ceiling and floor effects in sleep research. *Sleep Medicine Reviews*,
2 7.

3 Youngstedt, S. D. (2005). Effects of exercise on sleep. *Clinics in Sports Medicine*, 24, 355-
4 365.

5 Youngstedt, S. D., O'Connor, P. J. & Dishman, R. K. (1997). The effects of acute exercise on
6 sleep: a quantitative synthesis. *Sleep*, 20, 203-214.

7 Zammit, G. K., Weiner, J., Damato, N., Sillup, G. P. & McMillan, C. A. (1999). Quality of
8 life in people with insomnia. *Sleep*, 22, S379-S385.

9

10

Schrift IV (ohne peer-review Verfahren)

*Gebhart, C. & Erlacher, D. (2010). Sport treiben für einen besseren Schlaf. *Das Schlafmagazin*, 8(2), 38-40.

*Finales Manuskript (Postprint)

das schlafmagazin

Sport treiben für einen besseren Schlaf

Carmen Gebhart, Daniel Erlacher

Universität Heidelberg

Der Schlaf bestimmt unseren Lebensrhythmus. Im Schnitt verbringt ein Mensch 25 Jahre seines Lebens schlafend. Dabei gibt es aus wissenschaftlicher Sicht noch immer keine eindeutige Antwort auf die Frage für was der menschliche Körper den Schlaf genau benötigt. Es gibt zahlreiche Theorien, die plausible Vermutungen aufstellen, jedoch weiß wohl jeder Mensch aus eigener Erfahrung am Besten, dass ein Tag ohne Nachtschlaf nicht sehr ergiebig ist. Hierin ist sich auch die Schlafforschung einig: Der Schlaf ist lebensnotwendig und eine Grundvoraussetzung für Gesundheit, Leistungsfähigkeit und Wohlbefinden. Doch was tun wenn der gesunde Schlaf gestört ist?

Zu den häufigsten Störungen des Schlaf-Wachrhythmus zählen Ein- und Durchschlafprobleme und das Klagen über einen nicht erholsamen Schlaf. Um diese Schlafbeschwerden zu lindern, treten bei klassisch medikamentösen Behandlungen langfristig Nachteile und Risiken auf und kognitiv-verhaltenstherapeutischen Maßnahmen sind meist langwierig und kostenintensiv. Doch es gibt eine Alternative mit unschlagbarem PreisLeistungsverhältnis: Sport. Physische Aktivität während des Tages kann den Schlaf in der Nacht fördern. Allgemein betrachtet könnte Bewegung eine gesunde, sichere, günstige und einfache Interventionsalternative zur Verbesserung des Schlafs sein.

Die meisten epidemiologischen Studien zeigen einen positiven Zusammenhang zwischen sportlicher Aktivität und gutem Schlaf. Beispielsweise sprachen 80 % der Befragten einer großen finnischen Umfrage der regelmäßigen Bewegung – vor allem in Form von Jogging oder Abendspaziergängen – eine schlafförderliche Wirkung zu. Das Ursache-Wirkungsprinzip ist in solchen Umfragen natürlich offen. So könnte man vermuten, dass sportliche Menschen ein besseres Gesundheitsverhalten aufweisen (bewusste Ernährung, kein Rauchen, etc.) und dadurch den Schlaf positiv beeinflussen.

Schlechte Nachrichten für Sportmuffel: Zuverlässige – im Schlaflabor gemessene – Auswirkungen von physischer Aktivität auf den Schlaf konnten erst nach einstündiger Dauer nach-

gewiesen werden. Die größten positiven Effekte für die Einschlaf latenz und die Dauer der nächtlichen Schlafunterbrechungen traten auf, wenn die physische Aktivität vier bis acht Stunden vor dem Zubettgehen erfolgte. Im Gegensatz zur weit verbreiteten These, dass Sport treiben zu später Stunde zu einer Verschlechterung des folgenden Schlafes führt, konnte jedoch nicht gezeigt werden (siehe Kasten 1).

Diese hier kurz zusammengefassten Befunde beziehen sich auf Studien mit gesunden Schläfern. Dagegen gibt es nur wenige Interventionsstudien mit Menschen, die unter Schlafproblemen leiden. Nachweisbare Auswirkungen des Sports auf den Schlaf konnten bei älteren Versuchsteilnehmern mit moderaten Schlafproblemen gezeigt werden. Nach einer 16-wöchigen Intervention berichteten die Teilnehmer über eine bessere Schlafqualität, kürzere Einschlafzeiten und eine Verlängerung der gesamten Schlafdauer. Die Intervention bestand aus einem moderat anstrengenden, etwa halbstündigen Training, das drei bis vier Mal wöchentlich durchgeführt wurde. Vergleichbare positive Befunde fanden wir in einer aktuellen eigenen Untersuchung. Unsere Teilnehmer erhielten eine sechswöchige Intervention bestehend aus Nordic Walking und einer Schlafaufklärung. Der Schlaf der teilnehmenden Personen verbesserte sich deutlich und nachhaltig (siehe Kasten 2).

Um die Verbindung zwischen den Auswirkungen sportlicher Aktivität und den Funktionen des Schlafs herzustellen, werden verschiedene Wirkmechanismen des Sports auf den Schlaf diskutiert. Übergewicht stellt ein Risikofaktor für die Entwicklung einer Schlafapnoe dar. Regelmäßiges Sport treiben führt zu einer Gewichtsreduktion und wirkt damit diesem Risiko entgegen. Zusätzlich führt Sport zu einer Kräftigung der Muskulatur. Erste Befunde eines gezielten Trainings der Atemmuskulatur mittels Didgeridoos spielen zeigten weniger Schlafunterbrechungen bei Schlafapnoepatienten. Ein Krafttraining des Oberkörpers und der damit verbundenen Kräftigung der Atemhilfsmuskulatur wäre eine denkbare Alternative. Ob sich dadurch ähnliche Verbesserungen ergeben muss noch untersucht werden.

Bei Ein- und Durchschlafproblemen ist die Wirkung des Sports nicht so offensichtlich. Psychische Erkrankungen wie Angststörungen und depressive Verstimmungen können Ursache als auch Folge einer Schlaf-Wach Störung sein. Betroffene weisen eine generell gesteigerte physische Erregtheit auf. Seit langem wird der sportlichen Aktivität eine angstmindernde und antidepressive Wirkung zugeschrieben und hat sich mittlerweile als fester Bestandteil im Behandlungsplan solcher Erkrankungen etabliert. In einer Studie mit depressiven Menschen

zeigten sich nach einer sportlichen Intervention wie zu erwarten eine Verbesserung der depressiven Symptome, gleichzeitig steigerte sich die subjektive Schlafqualität.

Eine weitere mögliche Erklärung für den schlafförderlichen Einfluss des Sports auf den Schlaf liegt in der „Down-regulation“ Hypothese begründet. Diese schreibt dem (Tief)schlaf die Funktion der Körpertemperaturregulation zu. Da sportliche Aktivität die Körpertemperatur ansteigen lässt, ist es die Aufgabe des Schlafes diese herunterzuregulieren – der Einschlafprozess wird beschleunigt. Ein letzter Punkt: Für unseren Körper ist das Sonnenlicht und körperliche Aktivität ein eindeutiges Signal für Wachheit. Genau darin könnte ein weiteres schlafförderliches Geheimnis der Bewegung im Freien liegen. Bewegungsmangel und zu wenig Licht kann zu einem vermindert wahrgenommenen Tag-Nacht-Wechsel und damit zu einer Desynchronisation der inneren Uhr führen.

Wenn sie ihrem Schlaf in Zukunft also etwas Gutes tun wollen, dann bewegen sie sich 2-3 Mal in der Woche (auch gerne täglich) mit einer leichten bis moderaten Anstrengung für eine Stunde (je nach Fitnesszustand; Minimum 30 Minuten) am Besten im Freien – sie werden feststellen, dass sie am Abend zufrieden, rasch und tief schlafen werden (siehe Kasten 3).

Kasten 1

Ist Sport am Abend schlafstörend?

Die generelle Ansicht, dass man am Abend keinen Sport mehr treiben sollte, da man sonst schlechter einschlafen kann, wird durch Schlafstudien nicht belegt. In einer Untersuchung mussten Versuchsteilnehmer unmittelbar vor dem Schlafen gehen drei Stunden auf einem Fahrradergometer strampeln. Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass sich die Einschlafdauer im Vergleich zu einer normalen Nacht sogar um knapp 4 Minuten verringerte und die Versuchsteilnehmer im Schnitt nach ca. 9 Minuten bereits eingeschlafen waren. Auch gibt es zahlreiche anekdotische Berichte, dass der Sport am Abend den Schlaf eher fördert als stört. Diese Aussagen lassen sich jedoch nur eingeschränkt auf Menschen übertragen, die an Schlafproblemen leiden. In diesen Fällen kann sich die sportliche Aktivität nachteilig auf das Einschlafen auswirken. Besonders ungewohnte oder extreme körperliche Belastungen am Abend sollten vermieden werden.

Kasten 2

Sport bei Schlafbeschwerden?

Die Vermutung, dass sich sportliche Aktivität positiv auf den Schlaf auswirkt wurde in einer Interventionsstudie bei Menschen mit Schlafproblemen am Institut für Sport und Sportwissenschaft der Universität Heidelberg in Kooperation mit Prof. Schredl am Zentralinstitut für Seelische Gesundheit in Mannheim näher untersucht.

Insgesamt beteiligten sich 26 Männer und 72 Frauen im Alter von durchschnittlich 57 Jahren an einem sechswöchigen kombinierten Schlaftraining, Alle klagten über mehrjährige Ein- und Durchschlafprobleme. Ein Mal wöchentlich trafen sie sich in Gruppen, um an einer angeleiteten Nordic Walking Einheit teilzunehmen. Zusätzlich wurden die TeilnehmerInnen aufgefordert zwei Mal in der Woche selbständig zu trainieren und täglich ein Schlaftagebuch sowie ein Aktivitätsprotokoll zu führen. Bei jedem Treffen erhielt die Gruppe allgemeine Tipps für ein gesundes Schlafverhalten. Zu Beginn, am Ende und drei Monate nach der Intervention wurden die Teilnehmer zu ihrem Schlaf und weiteren Parametern befragt. Die große Mehrheit der Teilnehmer (77%) beurteilte ihre Schlafqualität nach der Intervention als „besser“. Auch in den testpsychologischen Fragebögen konnten eindeutige Verbesserungen des Schlafes sowie eine Abnahme der psychischen Belastung festgestellt werden. Nachhaltig war die Zunahme der Lebenszufriedenheit auffällig. Etwas mehr als die Hälfte der Teilnehmer schrieben dem Sport die Verbesserung zu. Die Aufklärung über den Schlaf war für etwa 70% ein wichtiger Teil der Intervention. Die Ergebnisse zeigen somit, dass ein kombiniertes Programm bestehend aus körperlicher Aktivität im Freien und einer Schlafaufklärung bei Menschen mit Schlafproblemen hilft und damit eine Alternative zu klassischen Behandlungen darstellt.

Kasten 3

2. Welcher Sport ist besonders geeignet und wie sollte trainiert werden?

Ganz allgemein sollte „Spaß am Sport und an der Bewegung“ entwickelt werden. Dazu sind Überanstrengungen besonders bei Aufnahme eines sportlichen Trainings zu vermeiden. Jede Bewegung zählt!

Die sportliche Aktivität ...

- ... ist zu jeder Tageszeit möglich, abends jedoch extreme Belastungen vermeiden
- ... ist mit leichter bis moderater („etwas anstrengend“) Intensität durchzuführen
- ... können Sie so lange ausüben wie Sie möchten; mehr als eine halbe Stunde ist anzustreben
- ... ist täglich möglich; 2 bis 3 Mal pro Woche ist empfehlenswert
- ... ist mit jeder Sportart vom Tennis spielen bis zum Joggen denkbar
- ... sollte am Besten im Freien (Tageslicht) stattfinden

Schrift V (ohne peer-review Verfahren)

*Erlacher, D. & Gebhart, C. (2011). Wie schlafen Leistungssportler vor dem Wettkampf? *Das Schlafmagazin*, 9(2), 42-45.

*Finales Manuskript (Postprint)

Wie schlafen Leistungssportler vor dem Wettkampf?

PD Dr. Daniel Erlacher, Carmen Gebhart

((Vorspann))

Sportler begeistern uns mit unglaublichen Darbietungen. Die optimale Leistung ist jedoch nur durch entsprechende Erholung abrufbar. Da verwundert es, dass der Schlaf bislang im Spitzensport nur stiefmütterlich behandelt wird. Mit einem Fragebogen haben wir erstmals Athleten nach ihrem Schlafverhalten vor Wettkämpfen befragt. Das Resultat: Die meisten Athleten haben in den Nächten vor einem Wettkampf schon einmal schlechter geschlafen, verfügen jedoch selten über günstige Strategien, mit dieser Situation umzugehen.

((Haupttext))

Ausreichend langer, ungestörter Schlaf ist eine unerlässliche Voraussetzung für die optimale Erholung nach dem Training und vor allem auch eine wichtige Vorbereitung auf einen am nächsten Tag stattfindenden Wettkampf. Nur ein ausgeruhter Sportler ist zu Höchstleistungen imstande. Vor allem vor sportlichen Großereignissen wie den Olympischen Spielen kann der notwendige Schlaf eines Athleten durch Nervosität, Wettkampfangst und Leistungsdruck erheblich gestört sein. Aber auch externe Faktoren wie Übersee Flüge (Jetlag), ungewohnte Schlafumgebung, Nahrungsumstellung und Klimaveränderungen können die nächtliche Ruhe beeinträchtigen.

Während der Olympischen Sommerspiele 2004 in Athen wurden wir selbst zum ersten Mal auf dieses mögliche Problem aufmerksam, da einige deutsche Sportler in den anschließenden Fernsehinterviews äußerten, dass sie in der Nacht vor dem Wettkampf „kein Auge zubekommen“ hätten oder „morgens einfach nicht in die Gänge kamen“.

((hier bitte Kasten 1 einfügen))

Für ein schlechtes Abschneiden im sportlichen Wettkampf spielen natürlich viele Faktoren eine Rolle (z.B. optimale Wettkampfvorbereitung, Versagen in Leistungssituationen). So wurde Manfred Kurzer trotz mangelnden Schlafes Olympiasieger im Sportschießen; und ob Franziska von Almsick ihr erstes Olympiagold mit ausreichend Nacht-

ruhe gewonnen hätte, werden wir wohl nie erfahren. Fest steht: Trotz zahlreicher Anekdoten von Sportlern über schlaflose Vorwettkampfnächte liegen bislang kaum Untersuchungen zu diesem Thema vor.

In einer Fragebogenstudie haben wir deshalb erstmals Leistungssportler zu ihrem Schlafverhalten vor Wettkämpfen befragt. Insgesamt füllten 379 Athleten und 253 Athletinnen den Fragebogen aus. Zu den Befragten gehörten ambitionierte Amateursportler bis hin zu Profiathleten aus dem bundesgeförderten Kadersystem aus unterschiedlichen Individual- (Leichtathletik, Turnen) und Mannschaftssportarten (Fußball, Handball).

Die wichtigste Frage lautete: „Haben Sie in den Nächten vor einem wichtigen Wettkampf bzw. Spiel verglichen mit ihren normalen Schlafgewohnheiten schon einmal schlechter geschlafen?“ Von den 632 Athleten bejahten 416 – also 66% – diese Frage. Wenn die befragten Athleten sich auf die Wettkämpfe aus den letzten zwölf Monaten beziehen sollten, lag die Zahl bei 62%. Dieses Ergebnis unterstreicht, dass Athleten vor wichtigen Sportereignissen häufig nicht die notwendige Nachtruhe finden.

((ZÜ)) Mannschaftssportler schlafen besser

Vor allem Athleten aus Individualsportarten wie der Leichtathletik erleben im Vergleich zu ihren Kollegen aus Mannschaftssportarten häufiger schlaflose Nächte. Eine mögliche Erklärung: Mannschaftssportler spielen in einem Team, und damit lastet der Leistungsdruck nicht auf einem Spieler allein. Diese Vermutung wird durch Befunde aus der Sportpsychologie gestützt: Athleten aus Einzelsportarten verspüren generell mehr Wettkampfangst als Mannschaftssportler. Zudem herrscht in den Sportspielen wie Fußball ein deutlich geregelter Ablauf der Punktspiele: Jedes Wochenende wechselt man von Heim- zu Auswärtsspiel. Dagegen finden die Wettkämpfe für Einzelsportarten unregelmäßig und seltener statt. Von daher mag es sein, dass Mannschaftssportler routinierter mit Wettkampfsituationen umgehen. Vor allem bei Auswärtsspielen dürften Teamsportarten besser organisiert sein, wohingegen Individualsportler sich häufig selbst um Anreise und Unterkunft sorgen müssen.

Die 416 Sportler, die die eingangs gestellte Frage mit „ja“ beantwortet hatten, sollten drei weitere Fragen zu Art, Ursachen und Auswirkungen der Schlafprobleme beantworten. Abschließend wurden alle

hinsichtlich ihrer Strategien für einen guten Schlaf befragt. Die Antworthäufigkeiten zu den vier Bereichen sind in Tabelle 1 abgebildet.

((hier bitte Tabelle 1 einfügen))

Die Athleten gaben an, dass sie vor allem mit dem Einschlafen Probleme haben; aber auch nächtliche Schlafunterbrechungen und frühmorgendliches Erwachen (bevor der Wecker klingelt) werden häufig beklagt. Studien aus der Schlafmedizin haben wiederholt gezeigt: Solche Schlafprobleme können sich vor allem auf die Tagesbefindlichkeit negativ auswirken. Dabei kann schon eine Nacht ohne erholsamen Schlaf die Konzentrationsleistung auf eine Aufgabe besonders in monotonen Situationen beeinträchtigen – eine Fähigkeit, die in vielen Sportarten eine unerlässliche Voraussetzung ist: Sei es im Biathlon, wo die Präzision am Schießstand das Rennen entscheiden kann, oder im Basketball, wo ein Freiwurf über Sieg oder Niederlage bestimmt. Vor diesem Hintergrund ist es erstaunlich, dass die Schlafforschung bislang in der Sportwissenschaft nur eine untergeordnete Rolle spielte.

((ZÜ)) Schlaf-Tipps für Sportler

Grundsätzlich kann man Sportlern, die vor einem Wettkampf schlecht schlafen, zunächst allgemeingültige Schlafhygieneregeln mit auf den Weg geben. Diese Grundsätze – so trivial sie dem Leistungssportler auch erscheinen mögen – sollten regelmäßig eingehalten werden, also auch in Zeiten, in denen dem Athleten kein Wettkampf bevorsteht. Die Routine sollte sich dann auch in den Nächten vor einem Wettkampf auszahlen. Auch Sportler ohne Schlafbeschwerden sind gut beraten, vorbeugend diese Regeln zu beherzigen. Die allgemeinen Tipps sind in Kasten 2 aufgeführt.

((hier bitte Kasten 2 einfügen))

Voraussetzung für ein gesundes Ein- und Durchschlafen ist die körperliche und gedankliche Entspannung. Da Sportler häufig interne Faktoren als Ursache für ihre Schlafbeschwerden nennen, also störende Gedanken an den Wettkampf, führen diese schlafbehindernden Gedanken dazu, dass man nachts wach im Bett liegt. Ein Teufelskreis kann

entstehen. Vor allem Athleten, die mit Leistungsdruck schlecht umgehen können und unter Versagensängsten leiden, sollten einen Sportpsychologen aufsuchen, der ihnen hilft, die Wettkampfangst in den Griff zu bekommen. Die angeleitete Anwendung von Entspannungsverfahren (z.B. progressive Muskelrelaxation) kann hier zum gewünschten Erfolg führen.

Und wie sieht es mit Schlafmitteln aus? Dank Schlafhygiene und der Hilfe eines Sportpsychologen sind schlafförderliche Medikamente normalerweise nicht notwendig. Sportler sollten generell auf die Einnahme von Schlafpillen verzichten. Der Grund ist einfach: Schlafmittel bergen das Potenzial zur Abhängigkeit, vor allem dann, wenn der Sportler regelmäßig auf die Pillen zurückgreift. Zudem wirken einige Schlafmittel über die Nacht hinaus, sodass die herbeigeführte Schläfrigkeit für die Nacht auch noch am nächsten Tag zu spüren ist (Hangover-Effekt). Außerdem beeinflussen fast alle Schlafmedikamente auch die natürlichen Schlafphasen. So kann z.B. der Tiefschlaf unterdrückt werden – eine Schlafphase, die vor allem mit der körperlichen Regeneration in Verbindung gebracht wird.

Wenn ein Sportler dennoch wegen akuter Schlafprobleme ein Schlafmittel einnehmen möchte, dann sollte dies nur in enger Absprache mit einem Sportarzt geschehen. Der Sportarzt sollte bei der Medikamentenauswahl auf zwei Punkte achten: erstens, ob das Mittel von der „Nationalen Anti Doping Agentur“ (NADA) als zulässiges Medikament ausgewiesen ist. Zweitens sollte das Medikament von dem Sportler in der wettkampffreien Phase auf die Verträglichkeit und erwünschte Reaktion hin getestet werden. Da dies mitunter eine folgenschwere Entscheidung ist, sollte ein Schlafmediziner hinzugezogen werden.

((Kasten 1))

Zwei Beispiele deutscher Athleten/Athletinnen:

1. Franziska van Almsick (Schwimmerin):

"Ich werde vielleicht noch eine Nacht ruhig schlafen, aber danach wird es dann schlimm, das weiß ich!"

„Morgen kann ich nicht mehr schlafen.“

Nach dem Ausscheiden in der Vorrunde des 200-m-Freistil-Wettbewerbs beklagte sie in einem Interview, dass sie in der Nacht davor schlecht geschlafen hatte. (<http://olympia.ard.de/> aufgerufen am 25.08.2004).

2. Manfred Kurzer (Sportschütze):

"Ich habe die halbe Nacht mit Mückenjagen verbracht."

Manfred Kurzer hatte sich das Olympiagold aufgrund einer überragenden Leistung aus dem Vorkampf, der am Vormittag stattfindet, dennoch gesichert; beim Finale am Mittag konnte er sich dadurch zwei schwache Schüsse erlauben.

((Tabelle 1))

Antworthäufigkeit auf die Fragen zu Art, Ursachen und Auswirkungen von Schlafproblemen bei Sportlern. Die Fragen 1 bis 3 wurden nur von den 416 Athleten beantwortet, die bereits Schlafprobleme vor einem Wettkampf erlebt hatten. Frage 4 zu den Strategien wurde von allen Teilnehmern beantwortet.

	1. Welche Probleme haben Sie mit Ihrem Schlaf vor einem Wettkampf erlebt?
80%	Einschlafschwierigkeiten
43%	frühes morgendliches Erwachen
32%	nächtliches Erwachen
12%	unangenehme Träume
	2. Welche Gründe gab es für den schlechteren Schlaf vor einem Wettkampf?
77%	Gedanken über den Wettkampfverlauf
60%	Nervosität vor dem Wettkampf
29%	ungewohnte Schlafumgebung
17%	Geräusche im Zimmer oder von draußen
	3. Wie hat sich der schlechtere Schlaf auf Ihre Wettkampfleistung ausgewirkt?
57%	keine Auswirkung
27%	erhöhte Tagesmüdigkeit
18%	schlechtere Tagesstimmung
13%	schlechtere Leistung im Wettkampf
	4. Welche Strategien nutzen Sie, um vor einem Wettkampf gut zu schlafen?
57%	keine besondere Strategie
34%	Fernsehen
17%	Lesen
9%	Entspannungstechniken
1%	Schlafmittel

((Kasten 2))

Tipps für einen guten Schlaf

- abends nur leichtes Essen in kleinen Mengen
- abends keinen Alkohol
- abends nicht rauchen (am besten ganz aufgeben)
- abends körperliche Überanstrengung vermeiden
- koffeinhaltige Getränke (Kaffee, Schwarztee, Cola) ab dem Nachmittag vermeiden
- Fernseher und Arbeitsmaterial aus dem Schlafzimmer verbannen
- das Bett ist nur zum Schlafen da (Ausnahme: Sex)
- dunkles, ruhiges, kühles Schlafzimmer
- Schlafritual einführen (gleiche Abfolge von Handlungen vor dem Zubettgehen, z.B. 30 Minuten lesen, Zähne putzen, ruhige Musik hören, dann schlafen)
- nachts nichts essen
- nachts nicht auf die Uhr schauen
- nachts kein helles Licht (auch nicht beim Toilettengang)
- regelmäßige Aufstehzeiten einhalten (auch am Wochenende)
- Pufferzonen (Auszeiten) in den Tagesablauf einbauen
- auf genügend Tageslicht/Aufenthalte im Freien achten
- maximal 20 Minuten Mittagschlaf

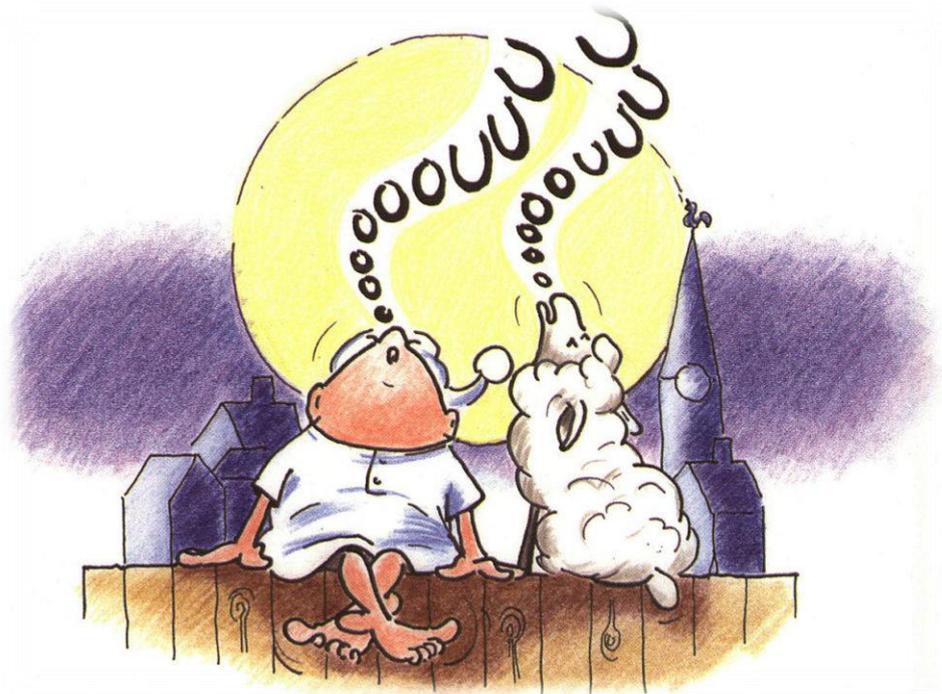
Schrift VI (unveröffentlichter Leitfaden)

Erlacher, C. (2014). *Kombiniertes Schlaftraining. Ein Leitfaden zur Behandlung von Ein- und Durchschlafproblemen*. Unveröffentlichter Leitfaden: Heidelberg/Bern.

Kombiniertes Schlaftraining

Ein Leitfaden zur Behandlung von Ein- und Durchschlafproblemen

Carmen Erlacher



(Bild aus *Fragen und Antworten zu Schlafstörungen* von Heike Benes, 1990)

INHALT

Zum Leitfaden	3
Einführung.....	4
Kombiniertes Schlaftraining	5
Baustein 1: Sport treiben	5
Baustein 2: Schlafedukation	6
Organisation.....	8
Auswahl der Teilnehmer	8
Kursdesign	8
Schlaf- und Aktivitätsmessung	9
Zeitplan.....	9
Vorbereitung	10
Einheiten des Kombinierten Schlaftrainings	11
1. Woche: Schlafbasics & Leichtes Training.....	11
2. Woche: Die innere Uhr & Fitnesstest	13
3. Woche: Gestörter Schlaf & Belastungsgrößen	15
4. Woche: Behandlungsmethoden & Techniktraining	17
5. Woche: Schlafhygiene & Ausdauer	19
6. Woche: Gedankenkontrolle & Techniktraining	21
7. Woche: Abschlussbesprechung & Fitnesstest.....	23
Anhang: Screeningfragebogen	25
Anhang: Aktivitätsprotokoll	26

*Schlafen ist kein geringes
Kunststück, denn man muss
den ganzen Tag dafür wach
bleiben.*

- Friedrich Nietzsche

ZUM LEITFADEN

Das hier vorgestellte kombinierte Schlaftraining ist ein nicht-medikamentöses Trainingsprogramm das zwei Elemente miteinander vereint: Sport und Schlafedukation. Das Programm wurde von der Autorin zusammengestellt und in einer kontrollierten Studie mit Wartegruppen-Design evaluiert. Neben einer Verringerung der Einschlaf latenz und der nächtlichen Wachphasen sowie einer Erhöhung der Schlafeffizienz, konnte gegenüber der Warteliste-Kontrollgruppe vor allem eine Verbesserung der subjektiven Schlafqualität, Tagesbefindlichkeit, depressiven Verstimmung und Vitalität nachgewiesen werden. Diese Effekte konnten auch 18 Wochen nach Beendigung des Schlaftrainings beibehalten und gesteigert werden. Die Ergebnisse sind in Gebhart, Erlacher und Schredl (2012) ausführlich dokumentiert.

An der Studie nahmen erwachsene Personen mit Einschlafschwierigkeiten, Durchschlafproblemen, frühmorgendliches Erwachen oder mit einem Schlaf von chronisch nicht erholsamer oder schlechter Qualität teil. Personen mit zusätzlich körperlichen oder psychischen Erkrankungen wurden von der Teilnahme nicht ausgeschlossen. Dies soll wiederum nicht bedeuten, dass mit dem Trainingsprogramm körperliche oder psychische Erkrankungen, die möglicherweise mit der Schlafstörung zusammenhängen oder auch unabhängig von dieser bestehen, behandelt werden können. Hier gilt im Einzelfall die Notwendigkeit für die Behandlung der Grunderkrankung zu prüfen und vorzuziehen.

Das kombinierte Schlaftraining enthält neben sachlichen Informationen bewusst Massnahmen, die einen eigenverantwortlichen Umgang der Teilnehmerinnen und Teilnehmern fordert und zur Eigeninitiative anregen soll. Dazu gehört das Führen eines Schlaf- und Aktivitätstagebuchs, die Umsetzung von Aufgaben und Übungen oder auch das selbständige körperliche Training. Die Anforderung an die Trainerin bzw. den Trainer sind hier besonders hoch, nicht zuletzt, da Therapieerfolge im Gegensatz zur medikamentösen Therapie meist erst nach mehreren Wochen zu erwarten sind. Dieser Leitfaden richtet sich an alle schlafinteressierten Psychologen/innen, Therapeuten/innen aber auch Sportwissenschaftler/innen, die den Schwerpunkt ihrer Arbeit innerhalb der Schlafforschung suchen. Der Leitfaden erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Er soll vielmehr das erprobte und evaluierte Behandlungskonzept vorstellen und einen Anstoss für seine Weiterentwicklung geben.

Angehende Schlaftrainer werden angehalten die notwendigen Fachinformationen über Schlaf und Schlafstörungen sowie Anleitungen zur Durchführung von nicht-pharmakologischen Behandlungsmethoden bei Schlafstörungen durch bereits erprobte Therapiemanuale und Trainerhandbücher zu ergänzen. Exemplarisch sei hier auf die Literatur in der Randnotiz auf dieser und den folgenden Seiten verwiesen.

Literatur

Borbély, A. (2004). *Schlaf*. Frankfurt: Fischer.

Gebhart, C., Erlacher, D., & Schredl, M. (2011). Moderate exercise plus sleep education improves self-reported sleep quality, daytime mood, and vitality in adults with chronic sleep complaints: A waiting list-controlled trial. *Sleep Disorders, 2011*, 1-10.

Müller, T. & Paterok, B. (1999). *Schlaftraining: Ein Therapiemanual zur Behandlung von Schlafstörungen*. Göttingen: Hogrefe.

Riemann, D. & Backhaus, J. (1996). *Behandlung von Schlafstörungen. Ein psychologisches Gruppenprogramm*. Weinheim: Beltz.

Scharfenstein, A. & Basler, H.-D. (2004). *Schlafstörungen. Trainerhandbuch. Auf dem Weg zu einem besseren Schlaf*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

Stuck, B. A., Maurer, J. T., Schredl, M., & Weeß, H.-G. (2009). *Praxis der Schlafmedizin. Schlafstörungen bei Erwachsenen und Kindern. Diagnostik, Differentialdiagnostik und Therapie*. Heidelberg: Springer.

EINFÜHRUNG

Ein 90-jähriger Mann hat etwa 30 Jahre seines Lebens schlafend verbracht, nahezu ein Drittel seines Lebens. Die Bedeutsamkeit des Schlafs für das physische und psychische Wohlbefinden wird häufig unterschätzt. Sie wird erst deutlich, wenn ein guter Schlaf nicht mehr selbstverständlich ist. Nach Schlack et al. (2013) klagt jeder 3. Bundesbürger über Schlafprobleme. Mehr als 80 Schlafstörungen werden im Klassifikationssystem der *American Academy of Sleep Medicine (AASM) (ICSD-2, 2005)* innerhalb 8 Hauptgruppen unterschieden: Insomnien, schlafbezogene Atmungsstörungen, Hypersomnien, zirkadiane Rhythmus-Schlafstörungen, Parasomnien, schlafbezogene Bewegungsstörungen, isolierte Symptome und andere Schlafstörungen.

Die Insomnie, auch als Ein- und Durchschlafstörung bekannt, ist die häufigste Schlafstörung unter ihnen. Der Schlaf-Wach Rhythmus wird von vielen Faktoren wie Lebensrythmus oder Krankheit beeinflusst. Demnach kann eine Diagnosestellung sehr umfangreich sein. Bei der Wahl der Behandlungsmethode fällt die Entscheidung, trotz Nebenwirkungen bei langfristiger Anwendung, häufig zugunsten der medikamentösen Therapie. Nicht-medikamentöse Behandlungsmethoden wie etwa die kognitive Verhaltenstherapie sind langfristig gesehen effektiver und ohne gesundheitliche Risiken. Ihr Einsatz ist dennoch selten, da sie zum einen eine gesicherte Diagnosestellung und einen stationären Aufenthalt voraussetzt, zum anderen aufgrund des erforderlichen Zeitaufwandes, der Geduld und Mitarbeit auf den ersten Blick für die Betroffenen unattraktiv erscheint. Fällt die Wahl dennoch auf die kognitive Verhaltenstherapie überzeugt die im Behandlungskonzept bewusst eingebaute aktive Mitarbeit und Möglichkeit selbstbestimmten Handelns im Vergleich zur medikamentösen Therapie.

Auf der Suche nach weiteren effizienten Therapieformen bei insomnischen Beschwerden wird vor allem die schlafförderliche Wirkung körperlicher bzw. sportlicher Aktivität diskutiert. Der Zusammenhang scheint in der körperlichen Erholung zu liegen und spiegelt sich in der Aussage von Prof. Zulley, einem anerkannten Schlafforscher, wieder: „Wer abends nicht auch körperlich müde ist, wird nicht gut schlafen“. Aber auch die positive Wirkung für die physische und psychische Gesundheit sind grundlegende Aspekte auf dem Weg zurück zu einem erholsamen Schlaf. Eine Kombination aus Sport und Elementen der Verhaltenstherapie verspricht eine sinnvolle, gesunde und dauerhafte Alternative zur klassischen medikamentösen Therapie von insomnischen Beschwerden.

Im Folgenden werden die *beiden Bausteine* des kombinierten Schlaftrainings vorgestellt und erklärt, warum und wie sie in der Therapie von Ein- und Durchschlafproblemen hilfreich sein können. Im dritten Abschnitt werden organisatorisch relevante Fragen zur Patientenauswahl und Durchführung eines Schlaftrainings beantwortet bevor dann im vierten Gliederungspunkt für den Schlaftrainer eine detaillierte Beschreibung der Inhalte in den sieben Schlaftrainingseinheiten gegeben wird.

Jeder 3. Bundesbürger klagt über Schlafprobleme!

Verhaltenstherapie ist effektiv und ohne Risiko

Sportliche Aktivität als Alternative

Weitere Literatur...

ICSD-2. (2005). *International Classification of Sleep Disorders. Diagnostic and Coding Manual*. Westchester, IL: AASM.

Schlack, R. et al. (2013). Häufigkeit und Verteilung von Schlafproblemen und Insomnie in der deutschen Bevölkerung. *Bundesgesundheitsblatt*, 56, 740-748.

KOMBINIERTES SCHLAFTRAINING

Das hier vorgestellte Behandlungskonzept setzt sich aus zwei Bausteinen zusammen: Sportliche Aktivität und Schlafedukation. Der erste Baustein begründet sich durch aktuelle Studien über die Effektivität sportlicher Aktivität bei Schlafproblemen. Der zweite Baustein basiert auf dem psychologischen Gruppenprogramm von Riemann und Backhaus (1996) zur Bewältigung von Schlafstörungen. Beide Elemente werden im Folgenden vorgestellt und es wird begründet warum sie eine sinnvolle Ergänzung zur Verbesserung des Schlafs sind und sein können.

BAUSTEIN 1: SPORT TREIBEN

Kaum eine Aktivität beansprucht den gesamten Körper mehr als Sport. Damit verbunden ist eine erste Erklärung warum Sport gut für den Schlaf ist: Schlaf dient vor allem der *Erholung*. Während wir schlafen sind Regenerationsprozesse des Immunsystems oder der Muskulatur zu Gange. Diesen Prozessen unmittelbar verbunden ist die *Energieerhaltungshypothese*. Um die, speziell schlafabhängigen, Regenerationsprozesse zu unterstützen, wird die notwendige Energie zur Erhaltung der Lebensfunktion (Herz, Atmung, Muskelaktivität) während des Schlafs auf ein Minimum reduziert. Ein dritter und weiterer Wirkmechanismus wird in der *Thermoregulation* vermutet. Der Schlaf-Wach Rhythmus ist an das endogene Thermoregulationssystem gekoppelt. Mit abnehmender Körperkerntemperatur erhöht sich die Schlafneigung und umgekehrt. Dieser Mechanismus setzt eine gute Wärmeabgabefähigkeit des Körpers voraus, die durch Training des kardiovaskulären Systems verbessert werden kann. Ein weiterer Mechanismus liegt in der Beeinflussung des *zirkadianen Rhythmus*. Vor allem bei Schichtarbeitern oder Vielfliegern aber auch bei Jugendlichen und älteren Erwachsenen sind so genannte Schlafphasenverschiebungen zu beobachten. Ursächlich dafür ist die Desynchronisation des endogenen zirkadianen Rhythmus (z. B. Körpertemperatur) mit den Umgebungsfaktoren (z. B. Licht). Sportliche Aktivität kann als exogener Faktor bei der Justierung verschobener Schlaf-Wach Rhythmen behilflich sein.

Körperliche Aktivität weist eine Reihe gesundheitsförderlicher Effekte auf. Sie wird deshalb zur Vorbeugung sowie Behandlung von chronischen Erkrankungen wie Herz- Kreislauf, Diabetes, und Depressionen erfolgreich eingesetzt. Körperlich aktive Menschen zeigen gegenüber inaktiven ein gesundheitsbewussteres Verhalten, leiden weniger an körperlichen oder psychischen Störungen und sind sozial besser eingebunden. Alles Faktoren, die bei der Entstehung und Aufrechterhaltung chronischer Ein- und Durchschlafproblemen eine Rolle spielen können. Tatsächlich gibt es Hinweise darauf, dass körperlich aktive Menschen weniger insomnische Symptome aufzeigen bzw. Inaktivität das Risiko einer Insomnie erhöht.

Ein weiterer nicht zu unterschätzender Aspekt ist die Hilflosigkeit der Betroffenen gegenüber ihrer Schlaflosigkeit. Maßnahmen zur Steigerung der Selbstwirksamkeit – insbesondere Sport treiben – können helfen den Teufelskreis der Insomnie (siehe unten) zu durchbrechen.

*Vier Thesen warum Sport
auf den Schlaf wirkt!*

*Körperlich aktive Menschen
schlafen besser!*

Die Frage nach Art, Häufigkeit, Dauer sowie Intensität der sportlichen Aktivität kann beim aktuellen Forschungsstand nicht eindeutig beantwortet werden. Bei der Frage nach der Sportart konnten sowohl nach einem Kraft- wie auch Ausdauertraining Effekte auf die Schlafqualität beobachtet werden. Mit Blick auf Häufigkeit und Dauer reicht ein Aktivitätslevel, das den Bewegungsempfehlungen der Weltgesundheitsorganisation für Erwachsene (WHO, 2010) entspricht; die wären, mindestens für 150 Minuten in der Woche ein moderates Ausdauertraining und zwei Mal in der Woche ein Krafttraining durchzuführen. Zusätzlich kann ein Dosis-Wirkungszusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Schlafqualität beobachtet werden: Dabei scheint nicht eine höhere Intensität, sondern sportliche Aktivität von längerer Dauer einen grösseren Effekt auf die Schlafqualität auszuüben. Dieses Ergebnis konnte auch in der eigenen Studie bestätigt werden (Erlacher, Erlacher & Schredl, eingereicht).

Hinsichtlich des größten Nutzens für den Schlaf scheint der optimale Zeitpunkt für körperliche Aktivität vier bis acht Stunden vor dem Zubettgehen zu liegen (vgl. Buman, 2010). Zudem sollte man im Freien sportlich aktiv werden, da das Sonnenlicht ein Hauptregulator des zirkadianen Rhythmus ist und dadurch den Schlaf zusätzlich positiv beeinflusst. Darüberhinaus scheint eine allgemeine höhere alltägliche körperliche Aktivität, gemessen in der Anzahl von Schritten pro Tag, ebenfalls positiv mit der Schlafqualität zusammenzuhängen; d.h., den Weg beispielsweise zur Arbeit zu Fuss oder mit dem Fahrrad zurücklegen.

BAUSTEIN 2: SCHLAFEDUKATION

Die Kognitive Verhaltenstherapie ist eine nicht-medikamentöse Behandlungsform die erfolgreich, vor allem in der Therapie von primären Insomnien in Kliniken eingesetzt wird. Ihr Behandlungskonzept basiert auf dem Modell zur Genese und Aufrechterhaltung primärer Insomnien nach Morin (1993), das die Wechselwirkung von vier Bereichen darstellt – Hyperarousal, Schlafbehindernde Gedanken, Ungünstige Schlafgewohnheiten und Konsequenzen der Schlaflosigkeit (siehe Abbildung 2). Die Therapiebausteine der kognitiven Verhaltenstherapie orientieren sich an diesen Problembereichen. Z.B. helfen Informationen über den Schlaf dysfunktionale Gedanken über Schlafnormen „Ich muss 8 Stunden schlafen um ausgeruht zu sein“ zu relativieren. Kognitive Verfahren sollen helfen die störenden Gedanken umzustrukturieren oder von diesen abzulenken mit dem Ziel psychische und körperliche Anspannungen abzubauen. Neben diesen Maßnahmen werden Techniken der Verhaltenskontrolle eingesetzt deren Absicht es ist, ungünstige (Schlaf-)gewohnheiten wie langer Schlaf am Nachmittag oder Alkoholkonsum am Abend zu vermeiden. Ziel der Therapie ist eine Einstellungs- und Verhaltensänderung zu bewirken.

Was und wie sollte trainiert werden?

Weitere Literatur

Buman, P. & King, A. C. (2010). Exercise as a treatment to enhance sleep. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 4(6), 500-514.

Erlacher, C., Erlacher, D. & Schredl, M. (eingereicht). The effects of exercise on self-rated sleep among adults with chronic sleep complaints. *Journal of Sport and Health Science*.

Morin, C. M. (1993). *Insomnia. Psychological Assessment and Management*. New York: Guilford.

WHO (2010). *Global recommendations on physical activity for health*. Geneva (Switzerland): World Health Organization.

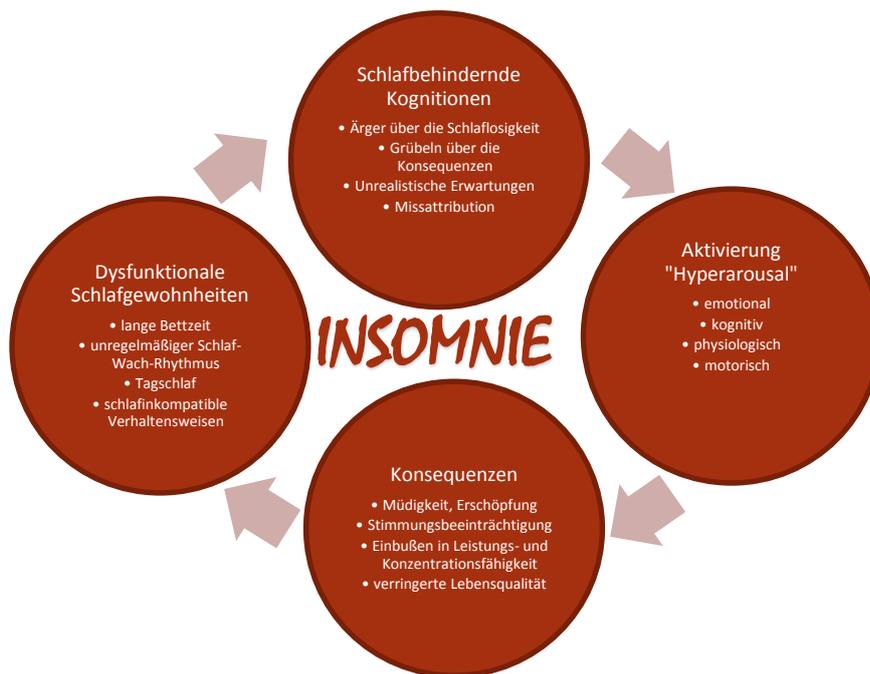


Abbildung: Psychophysiologischer Teufelskreis der primären Insomnie (nach Morin, 1993).

Als Vorlage für den Baustein Schlafedukation diente das psychologische Gruppenprogramm von Riemann und Backhaus (1996). Der Unterschied zur hier beschriebenen Schlafedukation liegt darin, dass die Massnahmen zur Verhaltensänderung sowie kognitiven Techniken innerhalb der Schlafedukation erklärt aber in ihrer Durchführung für die Teilnehmenden optional sind. Das betrifft vor allem das verhaltenstherapeutische Verfahren der Schlafrestriktion, bei dem durch Einschränkung der Bettliegezeit über mehrere Tage oder Wochen ein partieller Schlafdeprivationszustand hervorgerufen wird. Im ambulanten Setting ist eine solche Massnahme nicht für alle Teilnehmenden durchführbar. Desweiteren ist die Reihenfolge der Inhalte nicht wie in den aufgeführten Therapiemanualen eingehalten worden.

Ein wichtiger Bestandteil der Schlafedukation ist die Einbindung der Teilnehmerin oder des Teilnehmers in den Prozess der Ursachenfindung und Bewältigung der Schlafprobleme. Dies geschieht zum einen durch Aufklärung der Faktoren die eine Schlafstörung begünstigen können; zum anderen durch die Aufforderung aktiv mitzuarbeiten, indem die Teilnehmerinnen und Teilnehmer das Gelernte zuhause umsetzen, Aufgaben erledigen und Übungen durchführen sowie während des gesamten Trainingszeitraumes ein Schlaftagebuch führen.

Teufelskreis der primären Insomnie

Ziel des Trainings ist eine Einstellungs- und Verhaltensänderung

Aktive Mitarbeit erforderlich

ORGANISATION

Die folgenden Abschnitte sollen bei der Vorbereitung und Durchführung des Gruppentrainings behilflich sein. Die hier beschriebene Vorgehensweise hat sich bewährt. Inhaltliche Veränderungen der Schlafedukation sind aufgrund des logischen Aufbaus nur begrenzt möglich, wobei zeitliche Verschiebungen denkbar und je nach Situation auch erforderlich sind. Um den Trainingscharakter des Programms zu unterstreichen ist für die Schlafedukation eine hufeisenförmige Sitzstruktur zu empfehlen.

AUSWAHL DER TEILNEHMER

Das kombinierte Schlaftraining ist primär für Menschen vorgesehen, die an chronischen (> 3 Monate) Ein- und/oder Durchschlafproblemen leiden und/oder über einen nicht erholsamen Schlaf klagen und Tagesbeeinträchtigungen berichten. Diese Diagnosekriterien sind in den International Classification of Sleep Disorders (ICSD-2) festgelegt (DGSM, 2009). Ein telefonisches Anamnesegespräch mit Hilfe eines Screeningfragebogens (siehe Beispiel im Anhang) soll klären, inwiefern anderweitige Störungen vorliegen. Bei Auffälligkeiten wie unruhige Beine, nächtliche Atemaussetzer, Schmerzen, Panikattacken, Schlafwandeln, auffällige Bewegungen im Schlaf oder Alpträume sollte zusätzlich an ein Schlafzentrum zur weiteren Abklärung (Polysomnographie) verwiesen werden. Eine Teilnahme am Schlaftraining ist dennoch möglich. Es wird angeraten eine ärztliche Bescheinigung über die Sporttauglichkeit an einer moderaten Belastung zum Schutze des Teilnehmers sowie Therapeuten einzuholen. Als letzter Punkt, der Teilnehmer sollte die deutsche Sprache in Wort und Schrift beherrschen.

Folgende Faktoren sind für eine erfolgreiche Teilnahme am Schlaftraining förderlich:

1. Die Bereitschaft alte Gewohnheiten abzulegen und neue Verhaltensweisen auszuprobieren
2. Die Bereitschaft die Schlafprobleme langfristig ohne Schlafmittel zu bewältigen
3. Die Bereitschaft auf mehr körperliche Bewegung im Freien
4. Geduld, da einige der hier beschriebenen Methoden Übungszeit voraussetzen

KURSDESIGN

Das Trainingsprogramm ist als Gruppenintervention (max. 12 Teilnehmer) mit sieben Sitzungen über einen Zeitraum von sechs Wochen konzipiert. Eine wöchentliche Sitzung von 120 Minuten (Ausnahme 1. Einheit) beinhaltet 60 Minuten Schlafedukation mit anschließender körperlicher Aktivität im Freien von ca. 60-minütiger Dauer, wobei für den Wechsel noch einmal 30 Minuten dazugerechnet werden sollte. Innerhalb der Studie wurde als sportliche Aktivität das *Nordic Walking* gewählt. Die Nordic Walking Stöcke werden bereitgestellt. Die Teilnehmer werden gebeten

Weitere Literatur

DGSM. (2009). S3 - Leitlinie - Nicht erholsamer Schlaf/Schlafstörungen. *Somnologie*, 13, 4-160.

selbständig zuhause zwei Mal wöchentlich jeweils für mindestens 30 Minuten eine moderate Nordic Walking Einheit oder gleichwertiges Ausdauertraining wenn möglich unter Tageslichteinfluss durchzuführen.

Drei Monate nach Beendigung des Trainings ist ein weiteres letztes Treffen angesetzt. Die Gruppe bespricht Schlafveränderungen, tauscht Erfahrungen, klärt Probleme bei der Umsetzung und holt neue Impulse.

SCHLAF- UND AKTIVITÄTSMESSUNG

Für eine schnelle Übersicht über Art und Ausmaß der Störungsproblematik im Vorfeld der Anamnese und zur Effektivitätskontrolle am Ende des Trainings eignet sich der Fragebogen *Pittsburgh Schlafqualitätsindex* (PSQI) (Buysse, Reynolds, Monk, Berman & Kupfer, 1989). Darüberhinaus führen die Teilnehmer zur Erfassung des Schlaf- und Aktivitätsverhaltens bereits eine Woche lang vor Trainingsbeginn und zur Verlaufs- und Effektivitätskontrolle während der gesamten Programmdauer ein Schlaftagebuch (Liendl & Hoffmann, 1999) und ein Aktivitätstagebuch (siehe Anhang). Die Tagebücher in Form eines Wochenprotokollblattes dienen dem Teilnehmer der Selbstbeobachtung und vermitteln ihm das Gefühl aktiv an der Behandlung seiner Schlafprobleme mitzuwirken. Für den Therapeuten ist das Schlaftagebuch eine wichtige Informationsquelle zur Beurteilung der Beschwerden. Das Aktivitätstagebuch soll den Teilnehmer zu mehr Aktivität anregen und ermöglicht es eventuelle Zusammenhänge zwischen Sport und Schlaf erkennbar zu machen. Das tragen eines Schrittzählers ist für die Einhaltung des Trainingspensums besonders für Einsteiger empfehlenswert. Hierzu sei erwähnt, dass er als Messinstrument nur bei Laufsportarten zuverlässige Daten liefert. Die BORG-Skala (Borg, 2004) dient zur Bestimmung der subjektiven Belastungsintensität und damit der Kontrolle einer moderaten Beanspruchung während des Trainings. Alternativ kann auch eine Pulsuhr zur Messung der Trainingsbelastung eingesetzt werden. Allerdings ist hierbei zu beachten, dass zu viele technische Geräte, vor allem bei Sporteinsteiger und älteren Erwachsenen, eine abschreckende Wirkung haben können.

ZEITPLAN

Die Ausschreibung sollte in etwa zwei Monate vor Trainingsbeginn erfolgen. Vier Monate vor Trainingsbeginn sollten die ersten Anamnese- bzw. Auswahlgespräche anhand des Screeningfragebogens stattfinden. Jeder potentielle Teilnehmer erhält daraufhin eine schriftliche Einladung mit detaillierten Kursinformationen, Fragebögen sowie Schlaf- und Aktivitätstagebuch. Den Schrittzähler erhalten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer beim ersten Treffen und zur 1. Trainingseinheit vorbereitet (siehe Abb. 1). Am Ende des Trainings und nach einer 3-monatigen Pause findet ein Nachtreffen statt.

Schlafveränderungen sichtbar machen

Weitere Literatur

Borg, G. (2004). Anstrengungsempfinden und körperliche Aktivität. *Deutsches Ärzteblatt*, 101(15), A 1017-A 1021.

Buysse, D. J., Reynolds III, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R. & Kupfer, D. J. (1989): The Pittsburgh sleep quality index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, 28, 193-213.

Fragebogen mit Testbeschreibung und Auswertungsmaterial gibt es auch von der Deutschen Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM) unter: www.charite.de/dgsm/dgsm

Liendl, S. & Hoffmann, R. M. (1999). Compliance-Probleme bei der Bearbeitung von Abend-Morgener-Protokollen. Entwicklung einer Kurzversion der Standardprotokolle der DGSM. *Somnologie*, 3(2), 73-77.



Zeitplan des Schlaftrainings

VORBEREITUNG

Um einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten sollten beispielhaft folgende Informationen dem Einladungsschreiben zu entnehmen sein. Als Ordnungshilfe während des Schlaftrainings haben sich Schlaftrainingsmappen als hilfreich erwiesen, die für jeden Teilnehmer zur 1. Trainingseinheit bereitliegen.

EINLADUNG

1. Begrüßungsschreiben
2. Kursbeschreibung und Ablaufplan mit der Information beiliegende Fragebögen, Protokollbögen und Sporttauglichkeitsbescheinigung zur 1. Kurseinheit ausgefüllt mitzubringen
3. Teilnahmevoraussetzungen (z.B. Sporttauglichkeitsbescheinigung) bzw. Anforderungen an den Teilnehmer (z.B. regelmässige Kursteilnahme, selbständiges Training, Schlaf- und Aktivitätstagebuch führen, Schrittzähler tragen, Aufgaben und Übungen durchführen)
4. Trainingsbeginn, -zeiten, -ort
5. Lageplan mit Anfahrtsbeschreibung (Auto & öffentliche Verkehrsmittel), Park-, Dusch-, und Umkleidemöglichkeiten, Verpflegung
6. Kleidung, Schuhwerk & Zubehör beim Nordic Walking
7. Schlaf- und Aktivitätstagebuch mit Anleitung für 1 bis 2 Wochen vor Trainingsbeginn
8. BORG-Skala mit Anleitung
9. Fragebogen *Pittsburgh Schlafqualitätsindex* (PSQI)
10. Kontaktdaten

SCHLAFTRAININGSMAPPE

1. Deckblatt mit Namen der Teilnehmerin oder des Teilnehmers
2. Evtl. ein Fallbeispiel eines schlafgestörten Patienten zum lesen
3. Übersicht über die Inhalte der Schlaftrainingseinheiten
4. Schlaf- und Aktivitätstagebuch mit Anleitung; jeweils sechs Wochenprotokollbögen
5. Evtl. Motivationsschreiben zur sportlichen Aktivität
6. Die wichtigsten Technikpunkte beim Nordic Walking für einen optimalen Laufrhythmus
7. BORG-Skala mit Anleitung
8. Gebrauchsanleitung für den Schrittzähler/Pulsuhr

EINHEITEN DES KOMBINIERTEN SCHLAFTRAININGS

1. WOCHE: SCHLAFBASICS & LEICHTES TRAINING

SCHLAFEDUKATION

Equipment zur Einheit

- Pinwand, Whiteboard oder Beamer
- Whiteboardmarker, Laserpointer, Kugelschreiber
- Schlaftrainingsmappen

Bildmaterial und Handout zum Vortrag

- Polysomnografische Schlafableitung
- Schlafprofil eines gesunden Schläfers verschiedenen Alters
- Veränderung der Schlafdauer und -struktur über die Lebenszeit

Inhalt

Dauer

Begrüßung und Schlaftrainingskonzept vorstellen	10'
Sporttauglichkeitsbescheinigung einsammeln	10'
Schlaf- und Aktivitätsprotokolle besprechen und einsammeln	
Fragebogen <i>Pittsburgh Schlafqualitätsindex</i> (PSQI) einsammeln	
Gegenseitiges Kennenlernen	10'
Vortrag: „Gesunder Schlaf“	30'
Schlafableitung, Schlafprofil eines gesunden Schläfers, Schlafnormen und -mythen, Veränderung der Schlafdauer und -struktur über die Lebenszeit	
Frage- und Diskussionsrunde	15'
Themenschwerpunkt für die 2. Einheit ankündigen	
	75'

Aufgaben und Übungen für Zuhause

- Schlaftrainingsmappe studieren
- Schlaftagebuch führen

Gruppenatmosphäre schaffen

Phänomen Schlaf erklären

AKTIVITÄTSEINHEIT

Equipment zur Einheit

- Nordic Walking-Stöcke mit Pads (längenverstellbar)
- Schrittzähler, (Pulsuhren)
- Handy mit Notfallnummern

Bildmaterial, Arbeitsmaterial und Handout zur Einheit

- Die wichtigsten Technikpunkte beim Nordic Walking für einen optimalen Laufrhythmus
- Anleitung zur Bestimmung der optimale Pulsfrequenz für das gesundheitsorientierte Training im aeroben Bereich (Edwards, 2001)
- Anleitung zur manuellen Pulsmessung (z.B. Handschlagader)
- BORG-Skala

Inhalt

Dauer

Umziehen & Trainingsstunde (Themenschwerpunkt) vorstellen	5´
Schrittzähler ausgeben und individuellen Schrittlänge einstellen (Formel: Gesamtdistanz z.B. 50m / Anzahl der benötigten Schritte); evtl. Pulsuhren ausgeben und einstellen	15´
Auswahl und Ausgabe der NORDIC WALKING-Stöcke nach der Formel: Körpergröße in cm x 0,65 = Stocklänge in cm	5´
Nordic Walking-Technik vorstellen, Zweck und Handhabung der Nordic Walking-Stöcke erklären	10´
Einführung in die Basistechnik beim Walken (Stocheinsatz, Rhythmus- und Koordinationsübungen, lockerer Armschwung); Manuelle Pulsmessung	40´
Dehnungs- und Lockerungsübungen mit und ohne Stöcke; Nordic Walking-Kurseinheit in das Aktivitätstagebuch eintragen; Themenschwerpunkt für die 2. Einheit ankündigen	5´
Verabschiedung	80´

Aufgaben und Übungen für Zuhause

- Aktivitätstagebuch führen
- Nordic Walking-Basistechniken u. Pulsmessung wiederholen
- Leseauftrag: Bestimmung der optimalen Pulsfrequenz für das gesundheitsorientierte Training im aeroben Bereich (Edwards, 2001)
- Selbständiges Nordic Walking-/Ausdauertraining unter Tageslichteinfluss, ≤ 2x/Woche, jeweils ≤ 30 Min., moderate Intensität
- MITBRINGEN: Uhr mit Sekundenzeiger

Einführung Nordic Walking

Weitere Literatur

Edwards, S. (2001). *Leitfaden zur Trainingskontrolle*. Aachen: Meyer & Meyer.

Mommert-Jauch, P. (2005). *Nordic Walking. Kursmanual*. Aachen: Meyer & Meyer.

2. WOCHEN: DIE INNERE UHR & FITNESSSTEST

SCHLAFEDUKATION

Bildmaterial, Arbeitsmaterial und Handout zum Vortrag

- Zwei-Prozess-Modell der Schlafsteuerung
- Rhythmus der Körpertemperatur, der Wachheits- und Schlafhormone
- Schriftliche Auswertung vom Fragebogen
Pittsburgh Schlafqualitätsindex (PSQI) für jede Teilnehmerin und jeden Teilnehmer erstellen
- Wochenplan erstellen mit Spalten für die Tage (Mo.-So.) und Zeilen für die Uhrzeit

<i>Inhalt</i>	<i>Dauer</i>
Schlaf- und Aktivitätsprotokolle der 1. Woche einsammeln, Schriftliche Auswertung (PSQI) an die Teilnehmerinnen und Teilnehmer übergeben	5'
Auswertungsergebnisse der Gruppe „PSQI“ vorstellen	
Reflektionsrunde (Aufgaben und Übungen für Zuhause)	10'
Vortrag: „Zirkadianer Rhythmus“	30'
Funktion und Regulation des Schlafs, die Bedeutung des zirkadianen Rhythmus, Zwei-Prozess-Modell der Schlafsteuerung, Wachheits- und Schlafhormone, Schlaftypen	
Frage- und Diskussionsrunde	15'
Themenschwerpunkt für die 3. Einheit ankündigen	
	60'

Aufgaben und Übungen für Zuhause

- Wie sieht mein Tagesablauf über eine Woche aus? (Vorlage Wochenplan)
- Schlaftagebuch führen

Wie gut schlafe ich?

Wie tücke ich?

Welche Faktoren bestimmen und beeinflussen meinen Tagesrhythmus?

Eigenen Tagesrhythmus (Ruhe- und Aktivitätsphasen) bewusst machen

AKTIVITÄTSEINHEIT

Equipment zur Einheit

- Stoppuhr, Ersatz-Stoppuhren oder -uhren mit Sekundenanzeiger
- Kugelschreiber
- Namensliste mit Spalten für Start-, Endzeit und Walkingzeit sowie Herzfrequenz
- evtl. Pulsuhren
- Handy mit Notfallnummern

Inhalt	Dauer
Umziehen & Trainingsstunde (Themenschwerpunkt) vorstellen	5´
Nordic Walking („Warming Up“) z.B. Reise nach Jerusalem: alle Teilnehmer laufen im Kreis um die Stöcke, auf Kommando versucht jeder einen Stock zu greifen	5´
Koordinative Fähigkeiten testen mit Hopslerlauf: im leichten Tab jeweils ein Bein hochziehen, dabei die Stöcke einsetzen	
Der 2000-m-Walking-Test (Mommert-Jauch, 2013): „Wie fit bin ich?“ mit Auswertung; Bestimmung der individuell optimalen Belastungspulsfrequenz für das gesundheitsorientierte Training im aeroben Bereich (moderate Intensität)	30´
„Einzel-Schaulauf“ mit Trainerfeedback, Typische Fehlerbilder aufzeigen	15´
Dehnungs- und Lockerungsübungen mit und ohne Stöcke	5´
Themenschwerpunkt für die 3. Einheit ankündigen	
Verabschiedung	
	60´

Aufgaben und Übungen für Zuhause

- Nordic Walking-Kurseinheit in das Aktivitätstagebuch eintragen
- Aktivitätstagebuch führen
- Selbständiges Nordic Walking-Training/Ausdauertraining unter Tageslichteinfluss, ≤ 2x/Woche, jeweils ≤ 30 Min., moderate Intensität
- Manuelle Pulsmessung

*2000-m-Walking-Test:
Wie fit bin ich?*

*Typische Fehler beim
Nordic Walking*

3. WOCHEN: GESTÖRTER SCHLAF & BELASTUNGSGRÖSSEN

SCHLAFEDUKATION

Equipment zur Einheit

- Moderationskoffer
- Pinwand

Bildmaterial, Arbeitsmaterial und Handout zum Vortrag

- Klassifikationssystem ICSD-2 (ICSD-2, 2005)
- Videosequenzen verschiedener Schlafstörungen z.B. Schlafapnoe
- Modell zur Genese und Aufrechterhaltung primärer Insomnien (Morin, 1993)
- Liste schlafbeeinträchtigender Medikamente und Krankheiten
- Adressen der Schlaflabore in der Umgebung
- Helfer für Evaluation organisieren: Schrittzähler einsammeln und innerhalb der 60-minütigen Schlafedukationseinheit auswerten; Aktivitäts-Wochenprotokoll für jede Teilnehmerin und jeden Teilnehmer erstellen

<i>Inhalt</i>	<i>Dauer</i>
Schlaf- und Aktivitätsprotokolle der 2. Woche einsammeln; Schrittzähler einsammeln zur Auswertung	5'
Reflektionsrunde (Aufgaben und Übungen für Zuhause)	10'
Vortrag: „Gestörter Schlaf I“ Klassifikation und Diagnostik von Schlafstörungen; Häufige Schlafstörungen (Video); Entstehung und Aufrechterhaltung von Insomnien, Schlafbeeinflussung durch Umwelt- und Arbeitsbelastung, Krankheiten, Stimulierende Substanzen, Ernährung,	30'
Aufgabe: Schlafbeeinflussende Faktoren nennen (Moderationskarten und Pinwand)	5'
Frage- und Diskussionsrunde Themenschwerpunkt für die 4. Einheit ankündigen Aktivitäts-Wochenprotokoll und Schrittzähler an jede Teilnehmerin und jeden Teilnehmer übergeben	10'
	60'

Aufgaben und Übungen für Zuhause

- Mögliche Einflussfaktoren auf die eigene Schlafstörung überdenken und notieren
- Schlaftagebuch führen

*Es gibt viele Gründe
schlecht zu schlafen*

*Welche Faktoren
beeinflussen meinen Schlaf?*

AKTIVITÄTSEINHEIT

Equipment zur Einheit

- Videokamera
- BORG-Skala
- Pulsuhren
- Handy mit Notfallnummern

Inhalt	Dauer
Umziehen & Trainingsstunde (Themenschwerpunkt) vorstellen	5'
Aufwärm- und Kräftigungsphase mit und ohne Stöcke; Koordinative Fähigkeiten Kleines Hip Hop: Teilnehmer bilden einen Kreis, Stock bei Kommando nach rechts oder links weitergeben	10'
Videoaufnahmen der einzelnen Laufstile	40'
Nordic Walking u.a. mit Formationsgehen: alle Teilnehmer bilden eine Formation, Dreieck, Viereck, Kreis und versuchen diese Formation während des Gehens aufrecht zu erhalten	5'
Aufgabe: subjektive Einschätzung der Trainingsbelastung anhand BORG-Skala versus manuelle Pulsmessung versus Pulsuhr	60'
Dehnungs- und Lockerungsübungen mit und ohne Stöcke	
Themenschwerpunkt für die 4. Einheit ankündigen	
Verabschiedung	

Aufgaben und Übungen für Zuhause

- Nordic Walking-Kurseinheit in das Aktivitätstagebuch eintragen
- Aktivitätstagebuch führen
- Selbständiges Nordic Walking-Training/Ausdauertraining unter Tageslichteinfluss, ≤ 2x/Woche, jeweils ≤ 30 Min., moderate Intensität

Techniktraining mit Videoanalyse

Subjektive Trainingsbelastung erspüren

4. WOCHE: BEHANDLUNGSMETHODEN & TECHNIKTRAINING

SCHLAFEDUKATION

Equipment zur Einheit

- Moderationskoffer
- Pinwand
- CD mit Anleitung zur Progressiven Muskelrelaxation (PMR) Kurz- und Langform

Bildmaterial, Arbeitsmaterial und Handout zum Vortrag

- Research Diagnostic Criteria (RDC) für eine insomnische Störung (Edinger et al., 2004)
- Anleitung zur Berechnung der Schlafeffizienz (Müller, T. & Paterok, B., 1999, Seite 75)
- CD mit Anleitung zur Progressiven Muskelrelaxation (PMR) Kurz- und Langform

<i>Inhalt</i>	<i>Dauer</i>
Schlaf- und Aktivitätsprotokolle der 3. Woche einsammeln	5´
Reflektionsrunde (Aufgaben und Übungen für Zuhause)	10´
Vortrag: „Gestörter Schlaf II“	30´
Research Diagnostic Criteria (RDC) für eine insomnische Störung, Auswirkungen, Behandlungsmethoden, Neben- und Nachwirkungen von Hypnotika, Stress- und Stressbewältigung, Entspannung und Förderung des Wohlbefindens, Progressive Muskelrelaxation (PMR)	
Aufgabe: Tagesbeeinträchtigungen aufzählen (Moderationskarten und Pinwand); Entspannungsübung anleiten	5´
Frage- und Diskussionsrunde	10´
Themenschwerpunkt für die 5. Einheit ankündigen	60´

Aufgaben und Übungen für Zuhause

- Schlafeffizienz aus den Schlaftagebuchangaben der letzten Woche berechnen
- Mittels Schlaftagebuch Nächte mit und ohne Einschlafhilfe (Schlafmitteln) beurteilen
- Schlaftagebuch führen
- Entspannungstraining PMR Kurzform (CD)

Wie beeinträchtigen die Schlafprobleme meinen Alltag?

Wie effektiv schlafe ich?

Schlafe ich wirklich besser mit Schlafmitteln?

Kann ich mich entspannen?

AKTIVITÄTSEINHEIT

Equipment zur Einheit

- BORG-Skala
- Evtl. Pulsuhren
- Stoppuhren
- Handy mit Notfallnummern

<i>Inhalt</i>	<i>Dauer</i>
Umziehen & Trainingsstunde (Themenschwerpunkt) vorstellen	5´
Aufwärm- und Kräftigungsphase mit und ohne Stöcke	
Analyse der Videoaufnahmen Nordic Walking-Technik aus der 3. Woche	10´
Nordic Walking u.a. Kleine Lokomotive: 2 Teilnehmer stehen hintereinander, fassen jeweils die Stöcke des Partners an den Spitzen und Enden und versuchen im Gleichschritt zu gehen Aufgabe: Technikkontrolle	40´
Dehnungs- und Lockerungsübungen mit und ohne Stöcke Themenschwerpunkt für die 5. Einheit ankündigen Verabschiedung	5´
	60´

Aufgaben und Übungen für Zuhause

- Nordic Walking-Kurseinheit in das Aktivitätstagebuch eintragen
- Aktivitätstagebuch führen
- Selbständiges Nordic Walking-Training/Ausdauertraining unter Tageslichteinfluss, ≤ 2x/Woche, jeweils ≤ 30 Min., moderate Intensität

Nordic Walking Technik optimieren

Subjektive Belastung erspüren

Weitere Literatur

Edinger, J. D., Bonnet, M. H., Bootzin, R. R., Doghramji, K., Dorsey, C. M., Espie, C. A., . . . Stepanski, E. J. (2004). Derivation of research diagnostic criteria for insomnia: report of an American Academy of Sleep Medicine Work Group. *Sleep*, 27(8), 1567-1596.

5. WOCHE: SCHLAFHYGIENE & AUSDAUER

SCHLAFEDUKATION

Equipment zur Einheit

- Anwesenheitsliste
- Anleitung eines Ruhebildes oder Phantasiereise (Müller, 2000)

Bildmaterial, Arbeitsmaterial und Handout zum Vortrag

- Arbeitsblätter mit Anleitung und Beispielen zu den verhaltenstherapeutischen Massnahmen
- Broschüre mit den Schlafhygiene-Regeln

<i>Inhalt</i>	<i>Dauer</i>
Schlaf- und Aktivitätsprotokolle der 4. Woche einsammeln	5´
Reflektionsrunde (Aufgaben und Übungen für Zuhause), Errechnete Schlafeffizienz besprechen	10´
Vortrag: „Verhaltenstherapeutische Massnahmen“ Schlafhygiene, Schlafrestriktion, Verhaltensregeln zur Stimuluskontrolle, Paradoxe Intention, Entspannungsverfahren (PMR, Ruhebild, Phantasiereise), Ruhebild oder Phantasiereise anleiten	30´
Gruppenarbeit: Einschlafstrategien sammeln und austauschen	5´
Frage- und Diskussionsrunde	10´
Themenschwerpunkt für die 6. Einheit ankündigen	60´

Aufgaben und Übungen für Zuhause

- Schlafhygiene-Regeln beachten
- Ein individuelles Schlafritual verfassen
- Eigenes Ruhebild oder Phantasiereise erarbeiten
- Schlaftagebuch führen
- Entspannungstraining PMR Kurzform (CD)

Das Bett ist nur zum schlafen da!

Was hilft mir beim Einschlafen?

AKTIVITÄTSEINHEIT

Equipment zur Einheit

- Handy mit Notfallnummern
- Memory-Spiel in 4-facher Ausfertigung mit ausgewählten Bildern zum Thema Schlaf

Inhalt

Dauer

Umziehen & Trainingsstunde (Themenschwerpunkt) vorstellen	5´
Aufwärmphase mit und ohne Stöcke z.B. Kleines Hip Hop: Teilnehmer bilden einen Kreis, Stock bei Kommando nach rechts oder links weitergeben	5´
Gruppenspiel: Nordic Walking „MEMORY“-Lauf (siehe Seitenende); Nordic Walking	45´
Dehnungs- und Lockerungsübungen mit und ohne Stöcke Themenschwerpunkt für die 6. Einheit ankündigen Verabschiedung	5´
	60´

Aufgaben und Übungen für Zuhause

- Nordic Walking-Kurseinheit in das Aktivitätstagebuch eintragen
- Aktivitätstagebuch führen
- Selbständiges Nordic Walking-Training/Ausdauertraining unter Tageslichteinfluss, ≤ 2x/Woche, jeweils ≤ 30 Min., moderate Intensität

„MEMORY“-Lauf

Die vier Ecken eines ausgewählten Feldes werden jeweils mit einem MEMORY-Kartenspiel versehen (Karten liegen verdeckt zum Spielen bereit). Jede Gruppe wählt eine Ecke als Startpunkt aus. Auf Kommando laufen alle Gruppen gleichzeitig in die gleiche Richtung los. Die Gruppe soll eine Runde um das abgesteckte Quadrat so schnell wie möglich walken und zu ihrem Ausgangspunkt zurückkehren. Die Gruppe darf erst zwei Karten aufdecken, wenn alle Gruppenmitglieder an der Ecke angekommen sind. Falls ein Kartenpaar gefunden wurde, darf die Gruppe sofort zwei weitere Karten aufdecken usw. Falls das Kartenpaar nicht zusammenpasst muss die Gruppe eine weitere Runde walken usw. Wer als Gruppe am schnellsten das MEMORY löst hat gewonnen

Nordic Walking Memory

Weitere Literatur

Müller, E. (2000). *Du spürst unter deinen Füßen das Gras*. Frankfurt: Fischer.

6. WOCHEN: GEDANKENKONTROLLE & TECHNIKTRAINING

SCHLAFEDUKATION

Equipment zur Einheit

- Evaluationsfragebogen zum Schlaftraining zusammenstellen
- Fragebogen *Pittsburgh Schlafqualitätsindex* (PSQI)

Bildmaterial, Arbeitsmaterial und Handout zum Vortrag

- Arbeitsblätter mit Anleitung und Beispielen zu den kognitiven Kontrolltechniken
- Helfer für Evaluation organisieren: Schrittzähler einsammeln und innerhalb der 60-minütigen Schlafedukationseinheit auswerten; Aktivitäts-Wochenprotokoll für jede Teilnehmerin und jeden Teilnehmer erstellen

<i>Inhalt</i>	<i>Dauer</i>
Schlaf- und Aktivitätsprotokolle der 5. Woche einsammeln; Evaluationsfragebogen und PSQI ausgeben mit der Bitte erst am Tag vor dem 7. Treffen auszufüllen	5'
Reflektionsrunde (Aufgaben und Übungen für Zuhause)	10'
Vortrag: „Kognitive Kontrolltechniken“	30'
Kognitive Umstrukturierung und systematisches Problemlösen, Schlaffördernde Kognitionen, Aufmerksamkeitslenkung, Gedankenstopp, Grübelstuhl, Tagebuchstunde	5'
Gruppenarbeit: Gedankliche Umstrukturierung anhand eines Beispiels erarbeiten und vorstellen	10'
Frage- und Diskussionsrunde	10'
Themenschwerpunkt für die letzte Einheit ankündigen	
Aktivitäts-Wochenprotokoll und Schrittzähler an jede Teilnehmerin und jeden Teilnehmer übergeben	
	60'

Aufgaben und Übungen für Zuhause

- Grübelstuhl bzw. Grübelort zuhause festlegen
- Selbstbeobachtung; ein vorhandenes Problem systematisch lösen
- Evaluationsfragebogen zum Schlaftraining ausfüllen; Zur Verlaufskontrolle des Schlaftrainings den Fragebogen *Pittsburgh Schlafqualitätsindex* (PSQI) ausfüllen und mit den Angaben zu Beginn des Trainings vergleichen
- Verhaltenstherapeutische Massnahmen anwenden (Schlafregeln beachten, täglich die Langform-PMR üben)
- Schlaftagebuch führen

Meine Gedanken kontrollieren lernen

Welches Problem beschäftigt mich?

Wie kann ich es lösen?

Wo soll mein Grübelstuhl stehen?

AKTIVITÄTSEINHEIT

Equipment, Arbeitsmaterial und Handout zur Einheit

- Handy mit Notfallnummern
- Nordic Walking Fehlerchecklisten erstellen

Inhalt

Dauer

Umziehen & Trainingsstunde (Themenschwerpunkt) vorstellen	5´
Aufwärm- und Kräftigungsphase mit und ohne Stöcke; Koordinative Fähigkeiten Italienschritt: mit den Beinen diagonal gehen und mit den Armen Doppelstock (Variante: auf jeden dritten Schritt)	
Partnerübung (gegenseitige Techniküberprüfung anhand vorbereiteter Fehlerchecklisten)	10´
Nordic Walking, u.a. Pfützenspringen: Falls vorhanden Pfützen nutzen, sonst imaginäre, mit dem Doppelstock möglichst weit über die Pfütze springen	40´
Manuelle Pulsmessung	
Dehnungs- und Lockerungsübungen mit und ohne Stöcke	5´
Themenschwerpunkt für die nächste Einheit ankündigen	
Verabschiedung	
	60´

Aufgaben und Übungen für Zuhause

- Nordic Walking-Kurseinheit in das Aktivitätstagebuch eintragen
- Aktivitätstagebuch führen
- Selbständiges Nordic Walking-Training/Ausdauertraining unter Tageslichteinfluss, ≤ 2x/Woche, jeweils ≤ 30 Min., moderate Intensität
- MITBRINGEN: Uhr mit Sekundenzeiger

Nordic Walking Technik

7. WOCHE: ABSCHLUSSBESPRECHUNG & FITNESSTEST

SCHLAFEDUKATION

Bildmaterial und Handout zum Vortrag

- Übersicht Elemente des Schlaftrainings
- Helfer für Evaluation organisieren: eingesammelte PSQI Fragebögen innerhalb der 60-minütigen Schlafedukationseinheit auswerten; Gruppenergebnisse als Bildmaterial und schriftliche Einzelergebnisse als Handout

<i>Inhalt</i>	<i>Dauer</i>
Schlaf- und Aktivitätsprotokolle der 6. Woche einsammeln	5'
Evaluationsfragebogen einsammeln	
Reflektionsrunde (Aufgaben und Übungen für Zuhause),	10'
Vortrag: „Abschlussbesprechung“	30'
Elemente des Schlaftrainings	
Aufgabe: kennengelernte Massnahmen für einen besseren Schlaf nennen (Whiteboard)	
Reflektionsrunde (Feedback zum Schlaftraining)	10'
Auswertungsergebnisse der Gruppe für den „PSQI“ präsentieren und individuelle schriftliche Auswertungsergebnisse verteilen	5'
	60'

Aufgaben und Übungen für Zuhause

- Verhaltenstherapeutische Maßnahmen und Kognitive Kontrolltechniken anwenden und üben

Welche Schlaftechniken kenne ich?

Evaluation & Feedback

AKTIVITÄTSEINHEIT

Equipment zur Einheit

- Stoppuhr, Ersatz-Stoppuhren oder -uhren mit Sekundenanzeiger
- Pulsuhren
- Kugelschreiber
- Ergebnisliste des ersten 2000-m-Walking-Tests
- Handy mit Notfallnummern

<i>Inhalt</i>	<i>Dauer</i>
Umziehen & Trainingsstunde (Themenschwerpunkt) vorstellen	5´
Walking „Warming Up“; Der 2000-m-Walking-Test: „Wie fit bin ich jetzt?“ & Auswertung (Mommert-Jauch, 2010)	30´
Nordic Walking Biathlon: Eine Strecke wird markiert, an einem Punkt werden 2 Schießstände aufgebaut (2 Eimer und 3 Bälle) 2 Teammitglieder laufen die Strecke ab und versuchen die Bälle in den Eimer zu werfen, pro nicht getroffenen Ball ist eine Strafrunde zu absolvieren	15´
Dehnungs- und Lockerungsübungen mit und ohne Stöcke Nordic Walking-Stöcke und Schrittzähler einsammeln Verabschiedung & Danksagung Ankündigung des Abschlusstrainings in drei Monaten	10´
	60´

Aufgaben und Übungen für Zuhause

- 3x/Woche für mindestens 30 Minuten in einer moderaten Intensität sportlich aktiv sein

Viel Erfolg

*2000-m-Walking-Test:
Wie fit bin ich jetzt?*

ANHANG: SCREENINGFRAGEBOGEN

Name: _____	Vorname: _____	geb. am: _____ Alter: _____
Adresse: _____		Tel.-Festnetz: Tel.-Mobil: _____
Geschlecht: <input type="radio"/> weiblich <input type="radio"/> männlich	Größe (in cm): _____	Gewicht (in kg): _____
Haben Sie Probleme mit dem Einschlafen?	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
... mit dem Durchschlafen?	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
... frühmorgendliches Erwachen?	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
Ist Ihr Schlaf erholsam?	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
Die Schlafbeschwerde tritt trotz der Möglichkeit, ausreichend zu schlafen und adäquaten Schlafbedingungen auf?	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
Seit wann bestehen Ihre Schlafprobleme?		
Wie häufig treten sie auf? (z.B. 1x/Woche)		
Mindestens eines der nachfolgenden Symptome wird im Zusammenhang mit der Schlafstörung vom Patienten berichtet. Betreffendes markieren oder ergänzen		
<input type="checkbox"/>	Müdigkeit oder allgemeines Unwohlsein	
<input type="checkbox"/>	Aufmerksamkeits- und Gedächtnisprobleme	
<input type="checkbox"/>	Soziale oder berufliche Einschränkungen; bei Kindern reduzierte schulische Leistungen	
<input type="checkbox"/>	Stimmungsbeeinträchtigungen oder Irritierbarkeit	
<input type="checkbox"/>	Tagesschläfrigkeit	
<input type="checkbox"/>	Reduktion von Motivation, Antrieb und Initiative	
<input type="checkbox"/>	Erhöhte Neigung zu Arbeitsfehlern oder Unfällen im Straßenverkehr	
<input type="checkbox"/>	Anspannung, Kopfschmerzen, gastrointestinale Beschwerden als Folge des Schlafmangels	
<input type="checkbox"/>	Sorgen über die Schlafstörung	
Haben Sie noch andere Schlafauffälligkeiten? z.B. Schnarchen	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
beobachtete Atemstillstände	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
Große Müdigkeit am Tag (Schlafapnoe, Narkolepsie)	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
Schlafattacken am Tag (Narkolepsie)	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
Nächtliche Beinbewegungen und Wadenkrämpfe	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
Herzrasen, Schwitzen bei nächtlichem Aufwachen	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
Andere?		
Leiden Sie unter körperlichen Erkrankungen? z.B. Diabetes; Herz-Kreislaufkrankung; Hypertonie, Neurologische Erkrankung, Krebs, Allergie ... Betreffendes markieren oder ergänzen	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
Leiden Sie unter psychischen Erkrankungen? z.B. Depression, Demenz, Angststörung, Schizophrenie, Alkoholabhängigkeit ... Betreffendes markieren oder ergänzen	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
Können Sie sich sportlich betätigen? bzw. walken?	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
Sporttauglichkeitsbescheinigung?	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
Besitzen Sie Nordic Walking Stöcke?	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein

