
Veränderung von physiologischen Schlafparametern durch motorisches Lernen

Daniel Erlacher¹, Michael Schred² & Klaus Roth¹ (Projektleiter)

¹Universität Heidelberg, Institut für Sport und Sportwissenschaft

²Zentralinstitut für Seelische Gesundheit, Mannheim

1 Problem

Die Bedeutung des Schlafs im Trainings- und Wettkampfprozess wird von Trainern und Sportlern bisweilen eher stiefmütterlich behandelt. Das liegt wohl daran, dass der Schlaf subjektiv als ein passiver Zustand erlebt wird und objektiv der Schlafende völlig inaktiv erscheint. Dass der Schlaf vielmehr ist als ein einfaches Abschalten der Geistes- und Körperfunktionen, konnte die Schlafforschung beeindruckend nachweisen (vgl. Kryger, Roth & Dement, 2003). Der Zusammenhang zwischen Schlaf und Gehirnplastizität wird in jüngster Zeit lebhaft als die Konsolidierungshypothese in der Schlafforschung diskutiert (vgl. Maquet, Smith & Stickgold, 2003). Grundsätzlich zeigt sich in einer Vielzahl von Studien, dass sich der Schlaf günstig auf die Festigung von Gelerntem auswirkt. Dabei scheinen der Tiefschlaf für deklarative Wissensinhalte (z. B. Vokabeln) und der REM-Schlaf für prozedurale Wissensinhalte (z. B. Erlernen einer Fingersequenz) förderlich zu sein (vgl. Plihal & Born, 1997). Die Effekte der Konsolidierung werden vor allem auf einer physiologischen Ebene diskutiert, d. h., dass sich das Gehirn während des Schlafs in einem optimalen Zustand befindet, um Wissensinhalte aus dem Kurzzeitgedächtnis ins Langzeitgedächtnis zu transferieren (vgl. Maquet et al., 2003).

Um den Einfluss des Schlafs bzw. verschiedener Schlafstadien auf den Konsolidierungsprozess zu untersuchen, wurden verschiedene Paradigmen herangezogen. Innerhalb des ersten Paradigmas wurde der totale bzw. partielle Schlafentzug verwendet (z. B. Plihal & Born, 1997). Innerhalb des zweiten Paradigmas werden Korrelationsstudien durchgeführt, um den natürlichen Schlaf nicht zu stören. Die Auswirkungen von intensiven Lerneinheiten auf den nachfolgenden Schlaf stehen im Zentrum des dritten Paradigmas, das auch in dieser Studie verfolgt wird. Smith et al. (2004) berichten, dass bei 14 von 16 aufgelisteten Studien eine intensive Lerneinheit einer prozeduralen Aufgabe dazu führte, dass entweder der REM-Schlafanteil (Minuten im REM-Schlaf) oder die Intensität des REM-Schlafs (REM-Dichte, Anzahl von Augenbewegungen pro REM-Periode) zunahmen. Jedoch wurde nur in einer Studie eine sehr sportnahe Aufgabe verwendet. Buchegger (1993) untersuchte die Auswirkung einer großmotorischen Bewegung auf den nachfolgenden Schlaf. Die Experimentalgruppe übte für zwei Stunden Trampolinspringen. Die Versuchs-

teilnehmer hatten keine Erfahrung im Trampolinspringen und mussten die großmotorische Aufgabe erlernen. Die Versuchsteilnehmer der Kontrollgruppe beschäftigten sich in der gleichen Zeit mit einer sportlichen Aufgabe, die sie bereits beherrschten. In der folgenden Nacht wurde der Schlaf der Versuchsteilnehmer in einem Schlaflabor abgeleitet. Die Auswertung des Schlafs zeigte erstens einen signifikanten Anstieg im REM-Schlafanteil von der Baseline-Nacht (vor dem Training) zu den Nächten, in denen am Tag das Trampolinspringen erlernt wurde. Und zweitens ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Messung für die Experimentalgruppe gegenüber der Kontrollgruppe.

Für den Innersubjektvergleich sind in der Studie von Buchegger jedoch zwei Nachteile des experimentellen Designs zu bemerken. Der erste Nachteil ist darin zu sehen, dass die Versuchsteilnehmer aus organisatorischen Gründen nicht zum gleichen Lernzeitpunkt untersucht wurden und dadurch unterschiedliche Lernanforderungen hatten. Der zweite Nachteil betrifft den Vergleich mit der Baseline-Messung. Aus der Schlafforschung ist bekannt, dass die erste Nacht im Schlaflabor als sehr unangenehm empfunden wird, der Schlaf zumeist schlechter ist gegenüber dem üblichen Schlaf und dadurch die Schlafarchitektur stark verändert ist. Es ist demnach zu erwarten, dass die Baseline-Messung in der Studie von Buchegger (1993) niedrige Ausgangswerte darstellt. In dem Projekt sollten die Ergebnisse der Studie von Buchegger ohne die zuvor genannten Nachteile repliziert werden. In einem Within-Subject-Design mit Adaptationsnacht und einer konstant gehaltenen Lern- und Kontrollaufgabe soll der prozentuale REM-Schlafanteil bestimmt werden. Die Hypothesen lauten, dass der REM-Schlafanteil für eine Nacht nach dem Lernen einer motorischen Aufgabe signifikant höher ist als der REM-Schlafanteil für eine Nacht, in der eine äquivalente motorische Aufgabe ohne Lernen durchgeführt wird.

2 Methoden

Versuchsteilnehmer

An der Studie nahmen $n=22$ Versuchsteilnehmer/innen im Alter von $M=22,5(SD=3,9)$ Jahren teil. Die Gesamtanzahl der Versuchsteilnehmer wurde a priori berechnet (Buchegger, 1993: Effektgröße $d=1.1$). Die Teststärke wurde auf 0.8 und die Alpha-Irrtumswahrscheinlichkeit auf 0.5 gesetzt. Die Darstellung der Daten bezieht sich auf $n=11$ Versuchsteilnehmer, da die Auswertung noch andauert. Interessierte Studienteilnehmer wurden einem Screening-Verfahren unterzogen, um Ein- und Durchschlafstörungen auszuschließen. Die Versuchsteilnehmer wurden darauf hingewiesen, dass sie für die Dauer der Untersuchung auf Alkohol, Kaffee, Medikamente sowie sportliche Aktivität verzichten mussten und tagsüber nicht zusätzlich schlafen durften.

Versuchsdesign

Jeweils zwei Versuchspersonen verbrachten drei aufeinander folgende Nächte im Schlaflabor (Freitag-Samstag-Sonntag-Montag). Die erste Nacht diente der Adaption an die veränderten Schlafgewohnheiten und einer differenzierten Schlafdiagnostik. Nach der ersten Nacht wurden die Versuchsteilnehmer in einer randomisierten Reihenfolge an den folgenden zwei Tagen mit zwei unterschiedlichen sportlichen Aktivitäten belastet. An einem Tag absolvierten sie eine zweistündige Ausdauerbelastung auf dem Fahrradergometer, an dem anderen Tag absolvierten sie eine zweistündige Lerneinheit im Trampolinspringen. Die sportliche Betätigung wurde zwischen 17:00 und 19:00 Uhr durchgeführt und orientierte sich an einem Lernprotokoll bzw. einer Belastungsvorgabe. Gegen 22:00 Uhr fanden sich die Versuchsteilnehmer im Schlaflabor ein, dort wurden sie polysomnographisch von 23.00 Uhr bis 7.00 Uhr während der Nacht abgeleitet.

3 Ergebnisse

Tabelle 1 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen für REM- und NREM-Schlafparameter der Adaptationsnacht, der Experimentalnacht (mit Trampolin am Tag) und der Kontrollnacht (mit Ergometer am Tag). Es zeigen sich keine Veränderungen in den NREM-Parametern zwischen Experimental- und Kontrollnacht. Für die REM-Schlafparameter zeigt sich ein signifikanter Unterschied für den prozentualen REM-Schlafanteil, jedoch nicht für die REM-Dichte.

Tab. 1: Mittelwerte und Standardabweichungen für REM und NREM-Schlafparameter der Adaptations-, Experimental- (Trampolin) und Kontrollnacht (Ergometer)

Variable	Adaptations-Nacht		Ergomert-Nacht		Trampolin-Nacht		Test	
	M	SD	M	SD	M	SD	t(10)	p
Bettzeit (min)	468,1	29,7	467,0	25,4	471,5	13,0	-0,74	.48
Schlafeffizienz (%)	77,7	23,5	88,2	5,1	90,7	4,4	-2,27	.05
Einschlaflatenz (min)	65,7	119,7	20,6	11,8	23,3	13,8	-1,03	.33
Stadium 1 (% SPT)	5,5	3,3	6,5	2,3	6,6	1,8	-0,18	.86
Stadium 2 (% SPT)	53,2	12,7	53,7	8,2	54,9	9,1	-0,85	.42
Tiefschlaf (% SPT)	20,5	11,8	16,8	10,0	17,3	10,1	-0,42	.68
REM-Schlaf (% SPT)	12,9	5,7	14,5	3,9	16,2	3,9	-2,25	.02
REM-Dichte	11,6	4,1	13,1	4,6	12,8	5,7	0,03	.49

4 Diskussion

Die Resultate dieser Studie konnten die Ergebnisse der Untersuchung von Buchegger (1993) replizieren. Das Erlernen einer sportlichen Aufgabe (Tramplinspringen) führte zu einem signifikanten Anstieg des REM-Schlafanteils im Gegensatz zum Ausführen einer motorischen Kontrollaufgabe ohne Lernen. Es bleibt anzumerken, dass die Analyse zu diesem Zeitpunkt nur knapp die Hälfte der Versuchsteilnehmer einschließt.

Die Ergebnisse stehen damit im Einklang von zahlreichen anderen Untersuchungen, die zeigen, dass der Schlaf eine wichtige Rolle bei der Konsolidierung von (neuen) motorischen Wissensinhalten spielt. Für den Leistungssport leitet sich hieraus ab, dass darauf geachtet werden muss, dass nach einem Techniktraining für die Athletinnen und Athleten ausreichend Schlaf zur Verfügung steht. Vor allem der morgendliche Schlaf weist den größten REM-Anteil auf und sollte deshalb nicht unterbrochen werden. Zudem kann der Schlaf durch Schulungen subjektiv verbessert werden (z. B. Schlafhygiene). Eine weitere wichtige Frage, die in zukünftigen Studien untersucht werden sollte, ist, ob durch eine REM-Augmentation der motorische Lernprozess weiter gefördert werden kann. Die REM-Augmentation kann dabei experimentell durch gezielte REM-Weckungen, den so genannten REM-Rebound-Effekt, erreicht werden.

5 Literatur

- Buchegger, J. (1993). *Modulation und Veränderung neurophysiologischer Schlafparameter aufgrund motorischer Lernprozesse mit komplexem Anforderungsprofil*. Unveröffentlichte Dissertation: Universität Koblenz.
- Kryger, M. H., Roth, T. & Dement, W. C. (Hrsg.) (2000). *Principles and Practice of Sleep Medicine* (3. Aufl.). Philadelphia: Saunders.
- Maquet, P., Smith, C. & Stickgold, R. (Hrsg.) (2003). *Sleep and Brain Plasticity*. New York: Oxford Press.
- Plihal, W., & Born, J. (1997). Effects of early and late nocturnal sleep on declarative and procedural memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9, 534-547.
- Rechtschaffen, A. & Kales, A. (1968). *A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects*. Washington: U. S. Public Health Service.
- Smith, C., Aubrey, J. B., & Peters, K. R. (2004). Different roles for REM and stage 2 sleep in motor learning: A proposed model. *Psychologica Belgica*, 44 (1/2), 79-102.