

Somnologie 2022 · 26:257–263
<https://doi.org/10.1007/s11818-022-00391-3>
Angenommen: 30. September 2022
Online publiziert: 14. November 2022
© Der/die Autor(en) 2022



Schlafqualität und kardialer autonomer Tonus bei Leistungssporttreibenden und in einer Referenzgruppe Gesunder

Martin Glos¹ · Lucia Zigova¹ · Bernd Wolfarth^{2,3} · Thomas Penzel¹ · Katharina Lederer⁴ · Sarah Ossadnik¹ · Ingo Fietze¹

¹ Interdisziplinäres Schlafmedizinisches Zentrum, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland

² Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie – Abteilung Sportmedizin, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland

³ Institut für Sportwissenschaft, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Deutschland

⁴ Advanced Sleep Research GmbH, Berlin, Deutschland

Hintergrund und Fragestellung

Im Leistungssport sind für das Erbringen von Höchstleistungen neben optimalen Trainingsmodalitäten auch die gezielte und individuelle Gestaltung von Erholungs- und Ruhezeiten notwendig. Den größten Anteil dieser Regenerationsphase hat der nächtliche Schlaf, weshalb eine gute Schlafqualität maßgebend für das Erreichen der sportlichen Ziele ist [1, 2]. Es gibt Hinweise, dass Leistungssportlerinnen und Leistungssportler gehäuft eine Insomniesymptomatik aufweisen [3] und an Schlafproblemen leiden [1]. Die dadurch entstehenden Beschwerden, wie Erschöpfung und Müdigkeit, wirken sich negativ auf die Leistungsfähigkeit aus. Dies ist insbesondere vor wichtigen Wettkämpfen, während intensiver Trainingsphasen sowie nach langen Reisen und unter Jetlag-Bedingungen der Fall [3]. Eine Untersuchung konnte auch bei subjektiv gleichbleibender Schlafqualität eine objektive Verschlechterung der Schlafqualität vor einem wichtigen Leistungsabruf nachweisen [4]. Ähnliche Befunde erhoben Fietze et al. [4] im Rahmen einer Studie bei Balletttänzerinnen und -tänzern im Zeitraum von zwei Monaten vor der Premiere einer Aufführung.

Auch das Verletzungsrisiko steht im Zusammenhang mit einer verringerten Schlafdauer [5]. Eine besonders hohe Wahrscheinlichkeit einer Verletzung wur-

de in Fällen verringerter Schlafdauer plus erhöhtem Trainingspensum beobachtet [6]. Im Gegensatz dazu kann die Optimierung von Schlafzeiten und der Schlafqualität zu einer Verbesserung der Ausdauer, der Präzision und Reaktionsfähigkeit [7] sowie zu einer allgemeinen Leistungssteigerung führen [8].

Eine besondere Bedeutung für die Erholungsfunktion bei Leistungssporttreibenden könnte auch die kardiale autonome Regulation im Schlaf haben, welche bei Schlafgesunden neben einer zirkadianen Modulation mit zunehmender Schlaftiefe durch eine Abnahme der Sympathikusaktivität und gleichzeitig erhöhter Vagusaktivität gekennzeichnet ist. Ein nichtinvasives Messverfahren dafür im Schlaf ist die Analyse der Herzfrequenz und der Herzfrequenzvariabilität (HRV). Generell wird vermutet, dass eine verringerte HRV im Schlaf zu einem erhöhten Mortalitätsrisiko beiträgt [9], mindestens jedoch scheint das Risiko für das Auftreten von kardiovaskulären Ereignissen dabei erhöht zu sein [10]. Eine erhöhte sympathische Aktivität, objektiviert durch eine erniedrigte HRV, wird auch als Prädiktor für die Entwicklung eines metabolischen Syndroms vermutet [11]. Im Gegensatz dazu konnten bei einer erhöhten HRV positive Effekte auf die Regulation von Glukose, Stresshormonen sowie inflammatorischen Enzymen nachgewiesen werden [9].



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Sportliche Aktivität kann die HRV verbessern, nicht nur bei Gesunden, sondern auch bei Patienten. So wiesen Caruso et al. bei Betroffenen mit koronarer Herzkrankheit (KHK) nach, dass acht Wochen zusätzliches Training eine Steigerung der HRV bewirkte [12]. Ein Review von Routledge et al. schlussfolgerte, dass verschiedene Trainingsmodelle, trotz bestehender Unterschiede in Form, Betreuung und Dauer, zu einer Erhöhung der HRV bei Patientinnen und Patienten mit KHK führten. Auch wenn die genauen Mechanismen des Einflusses von sportlicher Betätigung auf die HRV nicht abschließend geklärt sind, so bestätigte sich der positive Effekt von Sport auf das mit einer niedrigen HRV assoziierte erhöhte Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko [13] sowie auf die Stressreduktion [14].

Auch im Leistungssportbereich spielt die Analyse der HRV zum besseren Verständnis der Regulation der autonomen Balance eine wichtige Rolle [15]. Leistungssporttreibende weisen eine erhöhte HRV aufgrund stärkerer parasympathischer und niedrigerer sympathischer Modulation auf, wobei dieser Effekt stärker in den Ausdauer- als bei den Kraftsportarten ausgeprägt scheint [16]. Ein HRV-Monitoring erweist sich als hilfreich bei der Bewertung des langfristigen Trainingserfolgs und der Leistungsentwicklung [17, 18]. Dadurch wird deutlich, dass die HRV im Leistungssport nicht nur bei der Kontrolle des Langzeittrainingserfolgs, sondern auch zur optimalen und vor allem individuellen Anpassung des Trainingspensums geeignet zu sein scheint [19, 20]. Obwohl Leistungssporttreibende auch häufig an Schlafproblemen leiden, scheint physisches Training an sich einen positiven Effekt auf bereits bestehende Schlafprobleme zu haben [21].

In der vorliegenden Studie wurde bei Leistungssporttreibenden und in einer Referenzgruppe im Rahmen einer vereinfachten häuslicher Schlafmessung die Schlafqualität inklusive Bestimmung von Parametern des kardialen autonomen Tonus objektiviert und die erhobenen Daten verglichen.

Leistungssportlerinnen und Leistungssportler sind hohen physischen und psychischen Anforderungen ausgesetzt, um optimale Ergebnisse zu erzielen. Dafür ist auch die Funktion der Regenerationsphase wichtig, zu der maßgeblich ein erholsamer Schlaf beiträgt. Es gibt jedoch Hinweise, dass bei Leistungssportlerinnen und Leistungssportlern aufgrund verschiedener Belastungen im Rahmen des Trainings und der Wettkämpfe gehäuft eine Insomniesymptomatik auftreten kann. Zur objektiven Untersuchung der Schlafstruktur, Schlafqualität und Funktion des kardialen autonomen Tonus wurden Leistungssporttreibende (LS) und eine Gruppe ebenfalls gesunder Kontrollen (GK) mit einer vereinfachten ambulanten Schlafmessung untersucht. Es wurde in der Gruppe LS bei $n = 12$ Probanden (Alter $25,1 \pm 4,3$ Jahre) und in der Gruppe GK bei $n = 17$ Probanden (Alter $26,1 \pm 3,2$ Jahre) jeweils weiblichen und männlichen Geschlechts erfolgreich im häuslichen Umfeld eine vereinfachte Schlafmessung einschließlich 1-Kanal-EKG (SOMNOtouch™) durchgeführt. Mittels Fragebögen wurden die Tagesschläfrigkeit (Epworth Sleepiness Scale, ESS), Insomnieschwere (Insomnia Severity Index, ISI) und Symptome für Schlafapnoe (Aktualisierter STOP-Bang-Fragebogen, aSBF) erhoben. Es wurden visuell die Schlafstadien gescort und aus dem EKG mittels Zeitreihenanalyse Parameter der Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität (HRV) ausgewertet.

Es traten keine Unterschiede zwischen den Gruppen LS und GK hinsichtlich der ESS und aSBF auf, jedoch war die ISI in der Gruppe LS gegenüber GK erhöht ($5,7 \pm 4,1$ vs. $2,4 \pm 2,0$; $p < 0,02$). In Auswertung der Schlafstruktur gab es keine Unterschiede für die Einschlafzeit (ESL), Gesamtschlafzeit (TST), Schlafeffizienz (SE) sowie für die prozentualen Anteile von Leicht- ($N1 + N2$), Tief- ($N3$) und REM-Schlaf (REM), jedoch war die Bettzeit (TIB) in der Gruppe LS erhöht ($503,2 \pm 52,7$ vs. $445,5 \pm 45,4$ min; $p < 0,02$). In der Gruppe LS waren gegenüber der Gruppe GK die mittlere nächtliche Herzfrequenz verringert ($48,5 \pm 6,8$ vs. $56,1 \pm 5,4$; $p < 0,01$) sowie die HRV-Parameter HRV-Standardabweichung (HRV-SD) ($166,0 \pm 33,2$ vs. $138,2 \pm 38,7$; $p < 0,04$), HRV-SD1 ($78,8 \pm 11,7$ vs. $63,2 \pm 36,5$; $p < 0,01$) und HRV-SD2 ($220,6 \pm 48,0$ vs. $183,8 \pm 45,8$; $p < 0,05$) erhöht.

In der von uns untersuchte Gruppe von Leistungssportlerinnen und Leistungssportlern gibt es Anhaltspunkte für eine leichte Insomnie, wobei die objektiv gemessene Schlafstruktur sich nicht von der gesunder Kontrollen unterscheidet. Dabei ist die TST, mit einem Mittelwert von 6,8 h sowohl in der Gruppe LS als auch in GK, geringer als die von den Fachgesellschaften American Academy of Sleep Medicine (AASM), Sleep Research Society (SRS) und National Sleep Foundation (NSF) empfohlene Schlafdauer für junge Erwachsene. Dagegen war die kardiale autonome Regulation im Schlaf in der Gruppe LS signifikant besser als in der Gruppe GK und ist in Übereinstimmung mit Befunden aus 24-Stunden-Holter-EKG-Studien. Die Entwicklung objektiver, mobiler und belastungsarmer Messverfahren vereinfacht die Erfassung der Schlafstruktur und charakteristischer vegetativer Parameter und könnte zunehmend im personalisierten Gesundheits- und Leistungsmanagement bei Leistungssporttreibenden eingesetzt werden.

Schlüsselwörter

Leistungssport · Ambulante Schlafmessung · Kardiovaskuläre Variabilität · Herzfrequenzvariabilität · Insomnie

Methoden

Probanden/Stichprobe

Die prospektive Pilotstudie wurde durch die Ethikkommission der Charité-Universitätsmedizin Berlin genehmigt (Antragsnummer EA1/232/17). Die Rekrutierung einer Gruppe von Leistungssporttreibenden (LS) erfolgte durch die Ambulanz der Ab-

teilung für Sportmedizin der Charité-Universitätsmedizin Berlin, die gesunde Kontrollgruppe (GK) wurde per Annonce rekrutiert.

Einschlusskriterien zur Studienteilnahme waren ein Alter von 18–35 Jahren, ein Body-Mass-Index (BMI) $< 30 \text{ kg/m}^2$ und für die Gruppe LS die aktive Ausübung einer Profi-Sportart (Ausdauer- oder Kraftsport) bzw. für die Gruppe GK ein Maximum von

Tab. 1 MW \pm SD für die Fragebögen Epworth Sleepiness Scale (ESS), aktualisierter STOP-Bang (aSBF) und Insomnia Severity Index (ISI) für die untersuchten Gruppen Gesunde Kontrollen (GK) und Leistungssporttreibende (LS)

	GK	LS	Signifikanz
ESS	6,6 \pm 3,0	7,2 \pm 2,6	0,49
aSBF	0,9 \pm 0,8	1,0 \pm 0,6	0,71
ISI	2,4 \pm 2,0	5,7 \pm 4,1	0,02

5 h/Woche für die Ausübung einer Sportart oder andere aktive sportliche Betätigung.

Ausschlusskriterien waren bekannte oder während der Studie auftretende psychiatrische oder neurologische Erkrankungen oder psychische Störungen, chronische oder während der Studie auftretende akute klinisch signifikante Erkrankungen, chronische Schlafstörungen, Substanz-/Drogenabusus und Schichtarbeitstätigkeit.

Es wurden in der Gruppe LS $n = 15$ Probanden und in der Gruppe GK $n = 20$ Probanden in die Studie eingeschlossen.

Untersuchungsablauf/ experimentelles Design/ Studiendesign

Es wurden die Fragebögen Epworth Sleepiness Scale (ESS), Restless-Legs-Syndrom-Diagnose-Index (RLS-DI), Aktualisierter STOP-Bang-Fragebogen (aSBF) und Insomnia Severity Index (ISI) erhoben. Es schlossen sich eine Körperfettanalyse (mittels Calipometrie sowie digitaler Körperfettwaage) und eine Lungenfunktionsmessung (Spirometrie und Bodyplethysmografie) an.

Es wurde eine vereinfachte, ambulante Schlafmessung mit dem Gerät SOMNOtouch™ (Somnomedics GmbH, Randersacker) durchgeführt. Es wurden die Signale 1-Kanal-Elektroenzephalogramm (EEG, modifizierte frontopolare Ableitung), 2-Kanal-Elektrookulografie (EOG), 1-Kanal-Elektrokardiogramm (EKG), SpO₂ und Puls aufgezeichnet.

Die nächtlichen Aufzeichnungen wurden durch einen geschulten Scorer manuell ausgewertet und die Parameter Gesamtschlafzeit (TST), Schlafeffizienz (SE),

Tab. 2 MW \pm SD für Bettzeit (TIB), Gesamtschlafzeit (TST), Schlafeffizienz (SE), Einschlaf latenz (ESL) sowie die prozentualen Anteile an der TST für REM-Schlaf (REM), Leichtschlaf (N1 + N2) und Tiefschlaf (N3) für die untersuchten Gruppen Gesunde Kontrollen (GK) und Leistungssporttreibende (LS)

	GK	LS	Signifikanz
TIB [min]	445,5 \pm 45,4	503,2 \pm 52,7	0,02
TST [min]	405,1 \pm 45,3	406,3 \pm 84,6	0,23
SE [%]	91,0 \pm 4,1	81,9 \pm 18,4	0,19
ESL [min]	22,2 \pm 19,9	43,5 \pm 94,8	0,95
REM [%-TST]	19,6 \pm 3,5	17,7 \pm 3,7	0,14
N1 + N2 [%-TST]	53,2 \pm 7,8	56,9 \pm 10,5	0,18
N3 [%-TST]	27,2 \pm 7,1	25,3 \pm 9,2	0,45

Einschlaf latenz (ESL), sowie prozentualer Anteil der einzelnen Schlafphasen (REM-Schlaf, Leichtschlaf, Tiefschlaf) bestimmt.

Aus dem EKG wurde mittels automatischer Detektion der QRS-Komplexe eine Zeitreihe der Schlag-zu-Schlag (RR)-Abstände berechnet. Mittels Zeitreihenanalyse wurden der Mittelwert, Minimum und Maximum der Herzfrequenz sowie die HRV mit den Parametern HRV-Standardabweichung (HRV-SD), HRV-SD1 und HRV-SD2 berechnet (Software *Domino light* ver. 2.6.0, Somnomedics GmbH, Randersacker). Dabei ist HRV-SD die Standardabweichung aller RR-Intervalle. HRV-SD1 ist die Standardabweichung über die Streuung der Punkte orthogonal zur Identitätslinie des Poincaré-Plots der Werte RR+1 gegen RR. Sie beschreibt kurzfristige Änderungen der Herzschläge und ist ein Maß vagaler Modulation der HRV. HRV-SD2 ist die Standardabweichung über die Streuung der Punkte entlang der Identitätslinie des Poincaré-Plots. HRV-SD2 beschreibt kurz- und langfristige Änderungen der Herzschläge und ist ein Maß der Gesamt-HRV [22].

Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mithilfe des Programms IBM SPSS Statistics, Version 27 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA). Die erhobenen Daten waren nicht normalverteilt. Durch Anwendung deskriptiver Statistik wurden für Gruppencharakteristika und Schlafparameter Häufigkeit, Mittelwert und Standardabweichung (SD) bestimmt. Für die konfirmatorische Statistik wurde ein Niveau $p < 0,05$ festgelegt. Zur Untersuchung von Gruppenunterschieden

wurde der Mann-Whitney-U-Test für nicht-verbundene Stichproben verwendet.

Ergebnisse

Gruppencharakteristika

Es konnte in der Gruppe LS bei 12 Probanden ($w = 3$, $m = 9$; Alter 25,1 \pm 4,3 Jahre) und in der Gruppe GK bei 17 Probanden ($w = 5$, $m = 12$; Alter 26,1 \pm 3,2 Jahre) eine ambulante Schlafmessung erfolgreich durchgeführt und ausgewertet werden. Der mittlere BMI unterschied sich zwischen der Gruppe LS und der Gruppe GK nicht (21,4 \pm 2,4 kg/m² vs. 23,0 \pm 2,5 kg/m²).

Fragebögen

Zwischen den Gruppen gab es keine Unterschiede für die Fragebögen ESS und aSBF. Dagegen war der ISI bei der Gruppe LS gegenüber GK im Mittel um 3,3 Punkte erhöht (■ Tab. 1).

Dabei wiesen in der Gruppe LS 25 % (in der Gruppe GK keine/r) der Untersuchten einen ISI im Bereich von 8–14 Punkten auf. ISI-Werte > 14 traten in keiner der untersuchten Gruppen auf.

Ambulante Schlafmessung

In der Gruppe LS war die Bettzeit (Time in Bed, TIB) im Mittel um 57,7 min höher als in der Gruppe GK ($p < 0,02$). Basierend auf dem Schlafscoring unterschieden sich die Parameter Gesamtschlafzeit (Total Sleep Time, TST), Schlafeffizienz (SE), Einschlaf latenz (ESL) sowie die prozentualen Anteile des REM-Schlafes (REM), des Leichtschlafes (N1 + N2) und des Tiefschlafes

Tab. 3 Mittelwerte und Standardabweichungen (MW \pm SD) für die mittlere Herzfrequenz (HF), maximale Herzfrequenz (HF-max), minimale Herzfrequenz (HF-min), mittlere Herzperiodendauer (RR) sowie für die Herzfrequenzvariabilität (HRV) die Parameter HRV-SD, HRV-SD1 und HRV-SD2 für die untersuchten Gruppen Gesunde Kontrollen (GK) und Leistungssporttreibende (LS)

	GK	LS	Signifikanz
HF [1/min]	56,1 \pm 5,4	48,5 \pm 6,8	0,01
HF-max [1/min]	96,8 \pm 14,6	84,5 \pm 12,3	0,03
HF-min [1/min]	42,8 \pm 5,0	38,8 \pm 5,1	0,03
RR [msec]	1080,2 \pm 108,9	1261,5 \pm 186,5	0,01
HRV-SD [ms]	138,2 \pm 38,7	166,0 \pm 33,2	0,04
HRV-SD1 [ms]	63,2 \pm 36,5	78,8 \pm 11,7	0,01
HRV-SD2 [ms]	183,8 \pm 45,8	220,6 \pm 48,0	0,05

fes (N3) nicht zwischen den Gruppen GK und LS (■ Tab. 2).

HRV

Im Gruppenvergleich wies die Gruppe LS im Vergleich zu GK eine verringerte Herzfrequenz (HF) ($p < 0,01$), HF-max ($p < 0,03$), HF-min ($p < 0,03$) und RR ($p < 0,01$) auf (■ Tab. 3).

Die Auswertung der HRV wies für die Gruppe LS eine höhere mittlere HRV-SD (Range 110,1–207,2 ms) gegenüber GK (Range 91,4–255,0 ms, $p < 0,04$) auf. Ebenfalls höher waren im Mittel in der Gruppe LS gegenüber GK die HRV-SD1 (Range 64,8–100,2 ms vs. 26,3–166,6 ms, $p < 0,01$) und die HRV-SD2 (Range 140,9–283,0 ms vs. 125,8–319,8 ms, $p < 0,05$) (■ Tab. 3, ■ Abb. 1).

Diskussion

Es wurden in einer Pilotstudie parallel die Schlafqualität, Schlafstruktur und der kardiale autonome Tonus bei professionellen Leistungssporttreibenden in Ausdauer- und Kraftsportarten und in einer Referenzgruppe Gesunder – jeweils beiden Geschlechts – untersucht. In einem ambulanten Setting wurde dazu neben der Selbstbeurteilung mittels Fragebögen eine vereinfachte Schlafmessung einschließlich SpO₂- und EKG-Aufzeichnung durchgeführt.

In der Gruppe der Leistungssporttreibenden, welche regelmäßig sportmedizinisch von der Charité-Universitätsmedizin Berlin betreut werden, wurden in der Selbstbeurteilung der Tagesmüdigkeit im Mittel subklinische Werte in der ESS festgestellt, es wiesen allerdings 25% der Un-

tersuchten eine ESS von ≥ 10 auf, was Hinweise auf eine eingeschränkte Vigilanz bei einigen Sportlerinnen und Sportlern gibt. Ursache dafür können ein stressinduzierter Schlafmangel vor der Messnacht, ein chronisches Schlafdefizit, eine Hypersomnie oder sonstige Schläfrigkeit verursachende Umstände sein, welche jedoch im Rahmen der Studie nicht erhoben werden konnten. Die Selbstbeurteilung der Insomniesymptomatik mittels ISI war in der Gruppe LS sogar signifikant gegenüber der untersuchten Referenzgruppe erhöht; bei 25% der Untersuchten traten Werte > 7 auf, jedoch wiesen diese nur eine milde Ausprägung (Werte bis max. 14) auf. Dennoch ist dieses Ergebnis bemerkenswert. Eine milde Insomnie gibt Hinweise auf einen nicht – mehr – erholsamen Schlaf, der durch Trainingsstress, Wettkampfstress oder mangelnden Schlafkomfort in fremder Umgebung zusätzlich getriggert sein könnte. Keiner der in der Studie untersuchten Sportlerinnen und Sportler hatte im Vorfeld schlafmedizinische Beratung in Anspruch genommen oder war in einer speziellen Betreuung. Das Ergebnis unterstreicht die Bedeutung der Aufklärung über Schlaf und Schlafstörungen bei Sportlerinnen und Sportlern, insbesondere aus dem Leistungs-/Kaderbereich.

Die aus einer vereinfachten häuslichen Messung mittels 1-Kanal-EEG und 2-Kanal-EOG bestimmte Schlafstruktur wies keine Unterschiede in der Schlafmenge (jeweils im Mittel 6,8 h) zwischen beiden untersuchten Gruppen auf. Auch wenn dieser Befund keinen expliziten negativen Effekt der Ausübung von Leistungssport auf die Schlafmenge vermuten lässt, so spiegelt dieses Ergebnis doch eine unzureichende Schlafmenge sowohl bei der gesun-

den Vergleichsgruppe als auch bei den Leistungssporttreibenden wider. Die von den Fachgesellschaften *American Academy of Sleep Medicine* (AASM), *Sleep Research Society* (SRS) und *National Sleep Foundation* (NSF) empfohlene gesunde Normalschlafmenge sollte bei jungen Erwachsenen zwischen mindestens 7 und bis 9 h betragen [23]. Ob die in der Studie erhobenen Befunde einer Schlafzeit von weniger als 7 h Folge mangelnder Aufklärung oder aber von extern verursachten Limitationen von Bett- und somit Schlafenszeit sind, konnte im Rahmen dieser Studie jedoch nicht untersucht werden. Sie sind jedoch in jedem Fall ein Argument dafür, die Aufklärung zu den Themenkomplexen Schlafhygiene und Schlafgesundheit – insbesondere in der Gruppe junger Erwachsener – fortzusetzen bzw. noch zu verstärken.

Die Schlafeffizienz unterschied sich ebenfalls nicht signifikant zwischen den Gruppen, wenngleich in der Gruppe LS diese im Mittel um 9% niedriger war. Die Ursache dafür könnte die signifikant längere Bettzeit der Leistungssporttreibenden sein. Sie könnte ein Beleg dafür sein, dass diese bereits Anstrengungen unternehmen, eine ausreichende Schlafmenge zu erlangen, und dafür eine adäquate Bettzeit (im Mittel 8,4 h) einhalten. Ebenfalls ohne Unterschiede waren die Anteile von Leicht-, Tief- und REM-Schlaf bezogen auf die TST. Zusammenfassend kann geschlussfolgert werden, dass die untersuchte Gruppe von Leistungssporttreibenden objektiv eine Schlafstruktur aufweist, die der untersuchten Gruppe von altersentsprechenden Gesunden, welche keinen Leistungssport betreiben, entspricht, jedoch eine größere Schlafmenge wünschenswert wäre.

Die Parameter des kardialen autonomen Tonus basierend auf der Aufzeichnung und Auswertung des EKG konnten Unterschiede in der nächtlichen kardiovaskulären Regulation zwischen den untersuchten Leistungssportlern und den Gesunden nachweisen. So waren in der Gruppe LS die nächtlichen Herzfrequenzen verringert; der Mittelwert um 7,6 Schläge/Minute, das Maximum um 12,3 Schläge/Minute und das Minimum um 4,0 Schläge/Minute.

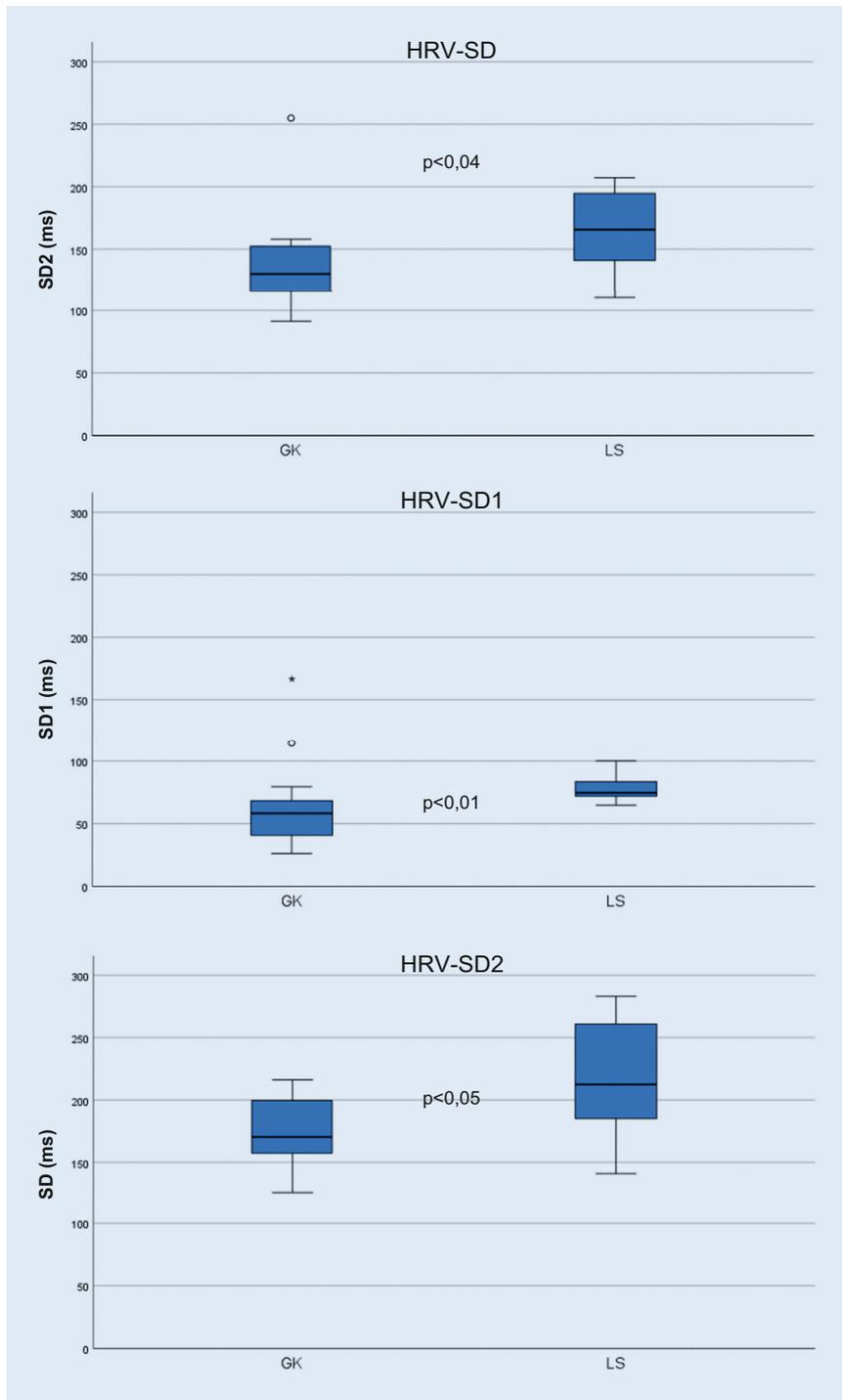


Abb. 1 ▲ Parameter der Herzfrequenzvariabilität (HRV) HRV-Standardabweichung (HRV-SD), HRV-SD1 und HRV-SD2 für die Gruppen Gesunde Kontrollen (GK) und Leistungssporttreibende (LS)

Des Weiteren war die HRV in der Gruppe LS erhöht, was auf eine insgesamt bessere kardiovaskuläre Regulation schließen lässt, was sich insbesondere in den signifikant erhöhten Werten von RR-SD und RR-SD2 ausdrückt. Darüber hinaus deutet selektiv der ebenfalls signifikant erhöhte

Parameter RR-SD1 auf eine höhere vagale Modulation bei den Leistungssportlern hin.

Unsere Ergebnisse aus der Messung der HRV im Schlaf sind übereinstimmend mit Befunden aus 24-Stunden-Holter-EKG-Messungen, welche ebenfalls eine erhöhte

HRV bei Leistungssportlerinnen und Leistungssportlern im Vergleich zu einer Gruppe von Nicht-Sportlern als Ergebnis hatte [24]. Dies unterstreicht die Machbarkeit und Reliabilität der Messung von Parametern des kardialen autonomen Tonus im Schlaf.

Limitationen

Da es sich um eine Pilotstudie handelt, sind die Fallzahl und die Aussagekraft der Ergebnisse noch limitiert. Daher konnte auch kein Gruppenvergleich Ausdauer- vs. Kraftsport durchgeführt werden.

Die Rekrutierung von Sportlerinnen und Sportlern aus dem Profi-/Kaderbereich war eine große Herausforderung, da diese durch ihr Training und Wettkämpfe intensiven zeitlichen, physischen und mentalen Anforderungen ausgesetzt sind. Ähnliche Erfahrungen diesbezüglich wurden bereits in der Vergangenheit bei der Untersuchung von Balletttänzerinnen und -tänzern gesammelt [4].

Des Weiteren erfolgte die Schlafmessung im häuslichen Umfeld der Probanden, was zwar wahrscheinlich einen First-Night-Effekt reduzierte, jedoch aufgrund der Nichtüberwachung eine wesentliche Ursache für eine Mess-Ausfallrate von 20% in der Gruppe LS und 15% in der Gruppe GK gewesen sein dürfte. Auch erfolgte die Schlafmessung mit einem reduzierten Elektrodensetup, welches die Validität des Schlafscorings gering reduziert. So erschwert z.B. das Fehlen einer okzipitalen EEG-Ableitung die Differenzierung zwischen den Stadien „Wach“ und „N1“, was insbesondere für die Bestimmung der Einschlaf latenz eine wichtige Rolle spielt. Auch kann nicht ausgeschlossen werden, dass andere Faktoren wie Umgebungslärm und Umgebungslicht in der häuslichen Messumgebung einen Einfluss auf die Ergebnisse hatten.

Zusammenfassung

Aus den Ergebnissen der in dieser Studie untersuchten Kollektive kann geschlussfolgert werden, dass bei Leistungssportlerinnen und Leistungssportlern insomnische Symptome auftreten können, die Schlafmenge im Vergleich zu empfohlenen Referenzwerten häufig zu kurz ist, jedoch

die nächtliche kardiale autonome Regulation im Vergleich zu altersentsprechenden, gesunden Nicht-Leistungssporttreibenden besser ist.

Die weitere Entwicklung mobiler und belastungsarmer Messverfahren wird zukünftig die objektive Messung der Schlafstruktur und charakteristischer vegetativer Parameter in unterschiedlichen ambulanten Settings vereinfachen, was einen wichtigen Beitrag für ein personalisiertes Gesundheits- und Leistungsmanagement bei Leistungssporttreibenden sein kann.

Korrespondenzadresse

Dr. rer. medic. Martin Glos

Interdisziplinäres Schlafmedizinisches Zentrum, Charité – Universitätsmedizin Berlin Charitéplatz 1, 10117 Berlin, Deutschland martin.glos@charite.de

Funding. Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. Alle Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurde zur Durchführung der Studie durch die Ethikkommission der Charité-Universitätsmedizin Berlin ein positives Votum erteilt (Antragsnummer EA1/232/17). Es wurden von den Autor/-innen keine Studien an Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Sleep quality and cardiac autonomic tone in competitive athletes and in a reference group of healthy individuals

In order to achieve optimal results, competitive athletes are exposed to high physical and mental demands. For this, the function of the regeneration phase is also important, to which a restorative sleep contributes significantly. However, there are indications that insomnia symptoms may occur frequently in competitive athletes due to various stressors during training and competitions. Competitive athletes (LS) and a group of healthy controls (GK) were studied with a home sleep test (HST) in order to objectively investigate sleep structure, sleep quality, and the function of the cardiac autonomic tone.

An HST including 1-lead EEG, 2-lead EOG, SpO₂, and 1-lead ECG (*SOMNOtouch™*, Somnomedics) was successfully performed for group LS in $n = 12$ subjects (age 25.1 ± 4.3 years) and for group GK in $n = 17$ subjects (age 26.1 ± 3.2 years), each containing females and males. Questionnaires were applied to assess daytime sleepiness (Epworth Sleepiness Scale, ESS), insomnia severity (Insomnia Severity Index, ISI), and symptoms for sleep apnea (actualized STOP-Bang Questionnaire, aSBF). Sleep stages were scored visually and heart rate and heart rate variability (HRV) parameters were calculated from ECG using time series analysis (*DOMINO light*, Somnomedics). Data analysis revealed no differences between groups LS and GK regarding ESS and aSBF, although ISI was increased in group LS compared to GK (5.7 ± 4.1 vs. 2.4 ± 2.0 ; $p < 0.02$). In evaluation of sleep structure, no differences were found for sleep onset latency (ESL), total sleep time (TST), and sleep efficiency (SE) as well as percentages of light (N1 + N2), deep (N3), and REM (REM) sleep. Time in bed (TIB) was increased in group LS (503.2 ± 52.7 vs. 445.5 ± 45.4 min; $p < 0.02$). Comparing group LS with group GK it was found that mean nocturnal heart rate was decreased (48.5 ± 6.8 vs. 56.1 ± 5.4 ; $p < 0.01$) but HRV parameters HRV standard deviation (HRV-SD) (166.0 ± 33.2 vs. 138.2 ± 38.7 ; $p < 0.04$), HRV-SD1 (78.8 ± 11.7 vs. 63.2 ± 36.5 ; $p < 0.01$), and HRV-SD2 (220.6 ± 48.0 vs. 183.8 ± 45.8 ; $p < 0.05$) were increased.

In the group of competitive athletes studied, some evidence of mild insomnia was found but objectively measured sleep structure did not differ from those of healthy controls. The TST, with a mean of 6.8 h in both the LS and the GK group, is lower than the sleep duration recommended by the professional societies American Academy of Sleep Medicine (AASM), Sleep Research Society (SRS), and National Sleep Foundation (NSF) for young adults. In contrast, cardiac autonomic regulation during sleep was significantly better in group LS than in the group GK and is in agreement with findings from 24-hour Holter ECG studies. The development of objective, mobile, and non-obtrusive measurement methods simplifies the assessment of sleep structure and concomitant characteristic autonomic parameters and therefore could be increasingly used in personalized health and performance management in competitive athletes.

Keywords

Competitive sports · Outpatient sleep measurement · Cardiovascular variability · Heart rate variability · Insomnia

Literatur

- Halson SL, Juliff LE (2017) Sleep, sport, and the brain. *Prog Brain Res* 234:13–31
- Bonnar D, Bartel K, Kakoschke N et al (2018) Sleep interventions designed to improve athletic performance and recovery: a systematic review of current approaches. *Sports Med* 48:683–703
- Gupta L, Morgan K, Gilchrist S (2017) Does elite sport degrade sleep quality? A systematic review. *Sports Med* 47:1317–1333
- Fietze I, Strauch J, Holzhausen M et al (2009) Sleep quality in professional ballet dancers. *Chronobiol Int* 26:1249–1262
- Milewski MD, Skaggs DL, Bishop GA et al (2014) Chronic lack of sleep is associated with increased sports injuries in adolescent athletes. *J Pediatr Orthop* 34:129–133
- Von Rosen P, Frohm A, Kottorp A et al (2017) Multiple factors explain injury risk in adolescent elite athletes: applying a biopsychosocial perspective. *Scand J Med Sci Sports* 27:2059–2069
- Watson AM (2017) Sleep and athletic performance. *Curr Sports Med Rep* 16:413–418
- Thun E, Bjorvatn B, Flo E et al (2015) Sleep, circadian rhythms, and athletic performance. *Sleep Med Rev* 23:1–9
- Thayer JF, Sternberg E (2006) Beyond heart rate variability: vagal regulation of allostatic systems. *Ann N Y Acad Sci* 1088:361–372

10. Hillebrand S, Gast KB, De Mutsert R et al (2013) Heart rate variability and first cardiovascular event in populations without known cardiovascular disease: meta-analysis and dose-response meta-regression. *Europace* 15:742–749
11. Licht CM, De Geus EJ, Penninx BW (2013) Dysregulation of the autonomic nervous system predicts the development of the metabolic syndrome. *J Clin Endocrinol Metab* 98:2484–2493
12. Caruso FR, Arena R, Phillips SA et al (2015) Resistance exercise training improves heart rate variability and muscle performance: a randomized controlled trial in coronary artery disease patients. *Eur J Phys Rehabil Med* 51:281–289
13. Routledge FS, Campbell TS, Mcftridge-Durdle JA et al (2010) Improvements in heart rate variability with exercise therapy. *Can J Cardiol* 26:303–312
14. Prinsloo GE, Rauch HG, Derman WE (2014) A brief review and clinical application of heart rate variability biofeedback in sports, exercise, and rehabilitation medicine. *Phys Sportsmed* 42:88–99
15. Aubert AE, Seps B, Beckers F (2003) Heart rate variability in athletes. *Sports Med* 33:889–919
16. Abad CC, Nascimento DAM, Gil S et al (2014) Cardiac autonomic control in high level Brazilian power and endurance track-and-field athletes. *Int J Sports Med* 35:772–778
17. Oliveira RS, Leicht AS, Bishop Detal (2013) Seasonal changes in physical performance and heart rate variability in high level futsal players. *Int J Sports Med* 34:424–430
18. Botek M, Mckune AJ, Krejci J et al (2014) Change in performance in response to training load adjustment based on autonomic activity. *Int J Sports Med* 35:482–488
19. Earnest CP, Jurca R, Church TS et al (2004) Relation between physical exertion and heart rate variability characteristics in professional cyclists during the Tour of Spain. *Br J Sports Med* 38:568–575
20. Jimenez Morgan S, Molina MJA (2017) Effect of heart rate variability biofeedback on sport performance, a systematic review. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 42:235–245
21. Kutscher SJ (2017) Chapter 64—sleep and athletic performance. In: Kryger M, Roth T, Dement WC (Hrsg) *Principles and practice of sleep medicine*, 6. Aufl. Elsevier, S 646–652. e644
22. Guzik P, Piskorski J, Krauze Tet al (2007) Correlations between the Poincaré plot and conventional heart rate variability parameters assessed during paced breathing. *J Physiol Sci* 57:63–71
23. Ramar K, Malhotra RK, Carden KA et al (2021) Sleep is essential to health: an American Academy of Sleep Medicine position statement. *J Clin Sleep Med* 17:2115–2119
24. Kiss O, Sydó N, Vargha P et al (2016) Detailed heart rate variability analysis in athletes. *Clin Auton Res* 26:245–252

Hier steht eine Anzeige.