

Frydrych-Szymonik Aleksandra, Augustyn Gabriela, Szygula Zbigniew. Znaczenie snu i sposoby poprawy jego jakości u sportowców = Impact of sleep and methods to improve its quality in the context of sporting activities. Journal of Education, Health and Sport. 2016;6(5):157-176. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.51416>  
<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/3518>

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 755 (23.12.2015).  
755 Journal of Education, Health and Sport eISSN 2391-8306 7  
© The Author (s) 2016;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland  
Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.  
This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.  
The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.  
Received: 15.04.2016. Revised 29.04.2016. Accepted: 12.05.2016.

# Znaczenie snu i sposoby poprawy jego jakości u sportowców

## Impact of sleep and methods to improve its quality in the context of sporting activities

Aleksandra Frydrych-Szymonik<sup>1</sup>, Gabriela Augustyn<sup>1</sup>, Zbigniew Szygula<sup>2</sup>  
Aleksandra Frydrych-Szymonik<sup>1</sup>, Gabriela Augustyn<sup>1</sup>, Zbigniew Szygula<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Studia doktoranckie, Wydział Wychowania Fizycznego, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie,

<sup>2</sup>Zakład Medycyny Sportowej i Żywienia Człowieka, Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie

<sup>1</sup>Doctoral studies, Faculty of Physical Education, The University of Physical Education in Krakow

<sup>2</sup>Section of Sports Medicine and Human Nutrition, Faculty of Physical Education and Sport, The University of Physical Education in Krakow

Aleksandra Frydrych-Szymonik,  
[afrydrychszymonik@gmail.com](mailto:afrydrychszymonik@gmail.com),  
tel. 601 146 509  
AWF w Krakowie,  
Al. Jana Pawła II 78,  
31-571 Kraków

**Słowa kluczowe: deficyt snu, drzemka, odnowa biologiczna sportowców, używki**  
**Key words: sleep disorders, nap, athletic recovery, drugs**

### Streszczenie

Cel Pracy

Celem pracy było określenie znaczenia snu i wskazanie sposobów poprawy jego jakości u sportowców na podstawie przeglądu piśmiennictwa naukowego.

Materiał i Metody

Do analizy wybrano zagraniczne artykuły opublikowane w latach 2005 do 2015, korzystając z bazy danych: Medline EBSCO, Medline Ovid, PubMed oraz internetową wyszukiwarkę artykułów naukowych – Google Scholar. W przeglądzie uwzględniono prace oryginalne, zawierające w temacie (subjects) pojęcia: „sleep” i „athletes”. Z analizy wykluczono prace dotyczące medycznych zaburzeń snu oraz te, które nie mają związku ze sportem.

Wyniki

Zaburzenia snu stają się coraz częstszą przyczyną obniżania sprawności psychofizycznej zawodników, a biorą się one głównie z niewielkiej wiedzy na temat higieny snu. Zbyt mała liczba godzin snu powoduje szereg negatywnych zmian w organizmie, co w konsekwencji ma związek z obniżeniem zdolności wysiłkowej sportowców.

Wnioski

Należy dbać o prawidłową jakość i ilość snu oraz wprowadzać odpowiednio zaplanowane drzemki regeneracyjne w odnowie biologicznej zawodników. W działaniach optymalizujących sen sportowców należy również brać pod uwagę fakt, iż dieta, nawyki żywieniowe oraz używki mają znaczący wpływ na jakość i ilość snu człowieka.

### Abstract

The aim of the study was to define the impact of sleep and identify methods to improve its quality in athletes, drawing on a review of the scientific literature.

Methods

Foreign literature published from 2005 to 2015 was reviewed using the following databases: Medline, PubMed and Google Scholar. The review included original papers, containing in the title the following expression: "sleep" and "athletes". The analysis excluded articles about the sleep disorders and articles not related to sports.

#### *Results*

Sleep disorders have had an increasingly negative impact on the psychophysical abilities of athletes, and they are mainly caused by little knowledge of the sleep hygiene. An insufficient amount of sleep brings about a number of changes to the human body that can have a negative impact which implies a decrease of athletic performance.

#### *Conclusion*

Proper quality and amount of sleep must be ensured, and duly scheduled regeneration naps have to be introduced in the recovery of athletes. In order to optimize the sleep of athletes, the effect of diet, nutrition habits and stimulants on the quality and amount of sleep has to be taken into consideration.

## Wprowadzenie

Sen oraz prawidłowy wypoczynek są nieodłącznymi elementami naszego życia, a mimo to wiedza na temat higieny snu okazuje się niewielka [1]. Sam sen definiowany jest jako stan czynnościowy, który występuje spontanicznie, okresowo oraz fizjologicznie. W stanie tym ustaje świadomy odbiór zewnętrznych sygnałów oraz zdolność do aktywnego działania, zmniejszona zostaje reaktywność na bodźce zewnętrzne, a dodatkowo towarzyszy temu charakterystyczna pozycja spoczynkowa [2]. Fizjologicznie przebiegający sen sprawia, że człowiek odzyskuje pełnię zdolności poznawczych i witalność w sferze fizycznej [3]. Czynnikiem, który odróżnia sen fizjologiczny od podobnych stanów, np. śpiączki, hibernacji, czy anestezji, jest szybki powrót do stanu czuwania, po uprzednim zadziałaniu odpowiednio silnego bodźca [2]. Substancjami chemicznymi zaangażowanymi w regulację snu są neurotransmitery, głównie noradrenalina i serotonina, ale także melatonina, histamina, acetylocholina, kwas gamma-aminomasłowy, adenozyne [4]. Natomiast zjawiska zachodzące podczas snu wskazują na to, że mózg pracuje cały czas i nie przestaje przez całą dobę przetwarzać informacji [5]. Podstawową metodą, którą wykorzystuje się do badań nad snem jest polisomnografia (EEG, EMG, EOG). Mogą być także rejestrowane inne wskaźniki, które umożliwią obiektywną ocenę jakości, ilości i struktury snu [6]. Przyjmuje się, że jedną z funkcji snu jest regeneracja organizmu, znany jest też jego pozytywny wpływ psychologiczny oraz na fizjologię człowieka. Sen, uznawany jest za ważny element odnowy biologicznej

sportowców, szczególnie po intensywnych wysiłkach fizycznych [7]. Obecnie wzrasta zainteresowanie zaburzeniami snu, które stają się odrębnym problemem medycznym, jednak brakuje badań dotyczących wpływu jakości i długości snu oraz stosowania drzemek regeneracyjnych u osób aktywnych fizycznie, czy u sportowców.

## Cel Pracy

Celem pracy było określenie znaczenia snu i wskazanie sposobów poprawy jego jakości w kontekście działalności sportowej na podstawie przeglądu piśmiennictwa naukowego.

## Materiał i Metody

Dokonano przeglądu literatury obcojęzycznej, od 2005 do 2015 roku, wykorzystując następujące bazy danych: *Medline EBSCO*, *Medline Ovid*, *PubMed* i *Google Scholar*. W przeglądzie uwzględniono prace oryginalne, zawierające w temacie (subjects) pojęcia: „sleep” i „athletes”. Z analizy wykluczono prace dotycząc medycznych zaburzeń snu oraz te, które nie mają związku ze sportem.

Przeanalizowano łącznie 21 artykułów z lat 2005 – 2015. Grupą badaną w analizowanych pracach byli sportowcy specjalizujący się w różnych dyscyplinach sportu, m.in. piłkarze nożni, pływacy, koszykarze, kolarze, rugbiści, grupy męskie i mieszane.

W analizowanych pracach przedmiotem badań były konsekwencje niedoboru snu oraz nadmiaru snu, a także wpływ drzemki i snu w warunkach stymulowanego niedotlenienia na organizm człowieka. Badano także sposoby poprawy jakości snu oraz wpływ nawyków żywieniowych i używek na jego jakość.

## Wyniki

### *Nawyki związane ze snem u sportowców*

Leeder i wsp. [7] w swojej pracy przedstawili ocenę ilościową snu u sportowców w porównaniu z osobami nietreningowymi. W tym celu przebadali 46 olimpijczyków w fazie przygotowań treningowych do zawodów oraz 20 osób nietreningowych. Oceny ilościowej snu dokonano za pomocą zegarków nadgarstkowych (Wristwatch Actigraphy), określając: czas spędzony w łóżku, czas okresu zasypiania, całkowity czas snu, czas przebudzenia, efektywność snu (% snu) oraz indeks fragmentacji. Z badań wynika, że są istotne różnice w pomiarach dotyczące oceny ilościowej snu pomiędzy sportowcami, a osobami nietreningowymi, za wyjątkiem całkowitego czasu snu. Olimpijczycy wykazali gorszą jakość snu, ale mimo to pozostawał on w granicach zdrowego snu, co mogło być wywołane bardzo ciężkimi treningami w okresie przedstartowym.

Z kolei Brand i wsp. [8] prowadzili badania mające na celu porównanie wzorców snu osób trenujących i nietreningowych. Przebadali oni 12 piłkarzy nożnych (juniorzy ze szwajcarskiego klubu, trening tygodniowy obejmujący 14 h intensywnych ćwiczeń fizycznych) i 12 osób nietreningowych, a ocenę snu wykonywali przez tydzień, przy użyciu EEG oraz dzienników snu z dodatkowymi pytaniami o zmęczenie i koncentrację w trakcie dnia. Okazało się, że sportowcy mieli korzystniejszy wzorzec snu z uwagi na większą efektywność snu, krótszy okres zasypiania, mniejszą ilość i krótszy czas przebudzeń, natomiast całkowity czas snu był u nich krótszy. Wyniki te prowadzą do wniosku, że intensywne ćwiczenia fizyczne wpływają na polepszenie snu zarówno obiektywnego jak i subiektywnego.

Celem pracy Lastella M. i wsp. [9] było zbadanie zwyczajów dotyczących zasypiania i budzenia się wśród sportowców uprawiających zawodowo dyscypliny indywidualne (kolarstwo, kolarstwo górskie, chód sportowy, pływanie, triathlon) i drużynowe (futbol australijski, koszykówka, piłka nożna, rugby). W badaniu udział wzięło 124 sportowców (104 mężczyzn i 20 kobiet). Obserwacja trwała minimum 7 nocy, w tym czasie badani prowadzili zwykły, codzienny tryb treningowy (nie był to trening ani przedstartowy ani stosowany po

zawodach). Zwyczajnie zasypiania/budzenia badane były za pomocą dzienników snu oraz monitorów nadgarstkowych (aktygrafów). Sportowcy kładli się spać średnio o godzinie 22.53, budzili się o 07.15, spędzali w łóżku 8,4 h w tym sen trwał średnio 6,8 h. Najwcześniej kładli się spać i wstawali sportowcy uprawiający pływanie, triathloniści i kolarze, najpóźniej zawodnicy rugby. Najwyższą wydajność snu wykazano u chodźarzy. Zgłoszono 184 drzemki. Większą częstotliwość drzemek stwierdzono u sportowców trenujących dyscypliny indywidualne.

#### *Sen a odnowa biologiczna sportowców*

Robey i wsp. [10] prowadzili badania dotyczące ilości i jakości snu w grupie 12 zawodników płci męskiej, trenujących piłkę nożną na poziomie młodzieżowej ligi futbolowej Australii (wiek  $18,5 \pm 1,4$ ). Przy użyciu aktygrafów nadgarstkowych, badano sen zawodników po bardzo intensywnym treningu oraz po bardzo intensywnym treningu z dodatkowo zastosowanym zanurzeniem w zimnej wodzie (CWI). Treningi odbywały się późnym popołudniem, a monitoring trwał od wtorku do czwartku – nocy. Badanie wykazało, że ani intensywne treningi ani zastosowanie po nich zanurzeń w zimnej wodzie nie miały wpływu na sen badanych zawodników.

Brand i wsp. [11] oceniali wpływ ćwiczeń fizycznych na poprawę snu i psychologiczne funkcjonowanie w zależności od płci. Swoimi badaniami objęli grupę 434 osób: 258 sportowców (139 kobiet i 119 mężczyzn), którzy ćwiczyli – ok. 17,69 h ćwiczeń/tydzień oraz 176 osób zdrowych o niskiej aktywności fizycznej (139 kobiet i 37 mężczyzn) – ok 4,69 h ćwiczeń/tydzień. Średnia wieku wynosiła 17,2 lata. Rejestr snu był wykonywany przez tydzień za pomocą PSQI (Pittsburgh Sleep Quality Index) oraz dziennika snu. Dodatkowo przeprowadzono pomiar codziennego stresu przy użyciu skali depresji i kwestionariusza osobowości związanego ze snem FEPS-I i II. W badaniach tych sportowcy osiągnęli lepsze

wyniki dotyczące jakości snu oraz psychologicznego funkcjonowania. Nie wykazano istotnych różnic związanych z płcią, nie mniej jednak kobiety miały częstsze przebudzenia w trakcie snu, jak również niższy poziom psychologicznego funkcjonowania (objawy depresyjne, stres, poziom lęku, cechy osobowości związane ze snem). Na podstawie badania stwierdzono, że duża aktywność fizyczna pozytywnie wpływa na sen i psychologiczne funkcjonowanie u młodych sportowców.

#### *Deficyt snu a możliwości wysiłkowe*

W badaniach Reilly i wsp. [12] stwierdzili, że zbyt mała liczba godzin snu powoduje zmiany metabolizmu glukozy, zaburzenia neurologiczno-endokrynologiczne jako efekt przewlekłego zmęczenia, zaburzenia przemiany węglowodanów, spadek apetytu, zmniejszenie ilości spożywanych produktów, zaburzenia syntezy białek. Badania wykazały, że wymienione czynniki mogą mieć negatywny wpływ na odżywienie zawodników, ich metabolizm, układ wewnętrzwydzielniczy i w związku z tym potencjalnie obniżają wydolność sportowców.

Badania Taheri i wsp. [13] dotyczyły wpływu jednodniowego braku snu na wydolność beztlenową oraz czas reakcji w kolejnym dniu. W badaniach wzięło udział 18 sportowców (regularnie ćwiczący studenci wychowania fizycznego), którzy wykonali test Wingate z supramaksymalnym obciążeniem dla określenia wydolności beztlenowej oraz pomiar czasu reakcji rano po przespanej i nieprzespanej nocy. Wyniki badań wykazują, że jednodniowy deficyt snu znacznie pogarsza czas reakcji, ale nie wpływa na poziom wydolności beztlenowej.

Reyner i wsp. [14] w swojej pracy dotyczącej skutków ograniczenia snu przedstawili wyniki dwóch badań: przebadali grupę 16 tenisistów po normalnym czasie snu ( $\pm 8$  h) i po ograniczonym śnie o 2 – 2,5 h oraz grupę 12 tenisistów po normalnym czasie snu ( $\pm 8$  h) i skróconym czasie snu o 22,5 h z dodatkowym zastosowaniem napojów zawierających 80 mg

kofeiny i napojów bez cukru (placebo). Do oceny snu posłużyły nadgarstkowe aktygrafy, a wydolność badana była za pomocą pomiaru dokładności zagrywek tenisowych. Na podstawie wyników badań można stwierdzić, że skrócenie czasu snu o ok. 1/3, nie wpływa na wydolność mężczyzn i kobiet trenujących tenis.

Souissi i wsp. [15] oceniali wpływ częściowego braku snu na krótkoterminową, maksymalną wydolność judoków rano, popołudniu i następnego dnia (Tab.1).

Tab.1 Metodyka badań oceniających wpływ częściowego braku snu na krótkoterminową, maksymalną wydolność judoków, modyfikacja za Souissi N. i wsp. [15].

Noc bez interwencji czas snu: 22.30 – 06.00	Brak snu na początku nocy czas snu: 03.00 – 06.00	Brak snu na koniec nocy czas snu: 23.00 – 02.00
Sesja badań 09.00 – 10.00		Sesja badań 16.00 – 17.00
Rozgrzewka		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hand Grip test (HG)</li> <li>2. Test maksymalnego skurczu izotonicznego (MVC)</li> <li>3. Test Wingate (PP, PM)</li> </ol>		
Walka judo 5 min		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Skala RPE</li> <li>2. Hand Grip test (HG)</li> <li>3. Test maksymalnego skurczu izotonicznego (MVC)</li> <li>4. Test Wingate (PP, PM)</li> </ol>		

Badanie wykazało, że siła mięśni badanych judoków była istotnie większa o godzinie 16:00 niż o 09:00 ( $p, 0.05$ ), to dobowe zróżnicowanie zanikało w warunkach ograniczonego snu oraz po walce. W dodatku w warunkach ograniczonego snu na koniec nocy, istotnie

zmniejszyła się krótkoterminowa maksymalna wydolność w godzinach popołudniowych (p, 0.01). Ograniczony sen pod koniec nocy zmniejszał siłę mięśniową o godzinie 16:00 i w związku z tym może zmniejszać dzienne odchylenia krótkoterminowych maksymalnych ćwiczeń. Tak więc jeśli zawody odbywają się po południu, ранne wstawanie ma bardziej negatywne skutki dla siły mięśni niż późne kładzenie się spać.

Erlacher i wsp. [16] zbadali za pomocą kwestionariusza ankiety „Sporty wyczynowe, sen i sny” 632 niemieckich sportowców (379 mężczyzn i 253 kobiet) uprawiających sporty indywidualne i drużynowe m.in. koszykówka, piłka nożna, pływanie, karate, judo tenis, jazdę figurową na lodzie i inne. Wyniki pokazują, że ok. 66% badanych doświadczyło niedoboru snu w nocy przed zawodami przynajmniej raz w życiu, a podobny odsetek w ostatnich 12 miesiącach. Najczęściej zgłaszaną przyczyną zaburzeń snu była nerwowość i myśli na temat zbliżających się zawodach. Nie stwierdzono jednoznacznie wpływu tych zaburzeń na późniejsze wyniki sportowe, a jedynie na większą senność w ciągu dnia.

Sargent i wsp. [17] analizowali liczbę godzin snu, jego jakość oraz wpływ drzemki w grupie 7 pływaków (6 mężczyzn, 1 kobieta), którzy uczestniczyli w 14-dniowym badaniu mającym miejsce podczas intensywnych przygotowań do Igrzysk Olimpijskich w 2008 roku. Żaden z badanych nie miał wcześniej stwierdzonych zaburzeń snu, nie przyjmowali oni też żadnych leków, alkoholu oraz kofeiny w czasie trwania badania. Na 14 dni badania złożyło się 12 dni treningowych i 2 dni odpoczynku. Średnia liczba godzin snu badanych w dniach odpoczynku wyniosła 7,1 h ( $\pm 1,2$  h). W czasie dni treningowych liczba godzin snu była znacząco niższa w porównaniu z okresem wypoczynku. W dni treningowe badani korzystali z dodatkowej drzemki o różnym czasie trwania. W badaniu zaobserwowano u uczestników duże różnice w liczbie godzin snu w dni treningowe i dni odpoczynku. W dni treningowe badani spędzali średnio 7,7 h leżąc w łóżku, w tym sen trwał średnio 5,4 h (ok. 71% czasu). W dni odpoczynku średni czas spędzony w łóżku wyniósł 9,3 h, z czego sen stanowił 7,1 h (ok. 77%



czasu). Liczba godzin snu, ok. 5,4 h sytuuje się poniżej generalnie akceptowanego progu 7 – 8 h w ciągu dnia. Stwierdzono, że taki wynik ograniczonej liczby godzin snu może mieć dokuczliwe, przewlekłe efekty w kontekście wydolności treningowej. Sportowcy, którzy mają niewystarczającą liczbę godzin snu w nocy bezpośrednio przed dniem treningowym zgłaszali obniżenie nastroju, szybszą męczliwość podczas treningu niż normalnie. Może to wpływać negatywnie na motywację sportowców i przez to na efektywność ich treningu, szczególnie podczas sesji treningowej o największej intensywności. Osoby, które mają ograniczoną liczbę godzin snu przez kilka kolejnych dni mają upośledzone funkcje odpornościowe, co w przypadku najwyższej klasy sportowców zwiększa ryzyko rozwinięcia się infekcji górnych dróg oddechowych i innych problemów zdrowotnych. Ponadto osoby, które przez kilka kolejnych dni mają ograniczoną liczbę godzin snu, mają upośledzoną zdolność poznawczą, metabolizm glukozy, apetyt – wszystko to może wpłynąć negatywnie na wydolność treningową sportowców klasy olimpijskiej. Podczas badania liczba godzin snu w stosunku do długości czasu przebywania w łóżku, w dni treningowe i odpoczynku wynosiła odpowiednio 71% i 77%. Wyniki te są znacząco niższe niż typowe/przyjęte dla grupy zdrowych, młodych osób, które wynoszą 90%. Ograniczona liczba godzin snu w badanej grupie mogła wynikać ze stresu doświadczanego podczas sesji treningowych, wdrożonych programów nawadniających, dolegliwości bólowych ze strony mięśni, fizycznego dyskomfortu związanego z intensywnym treningiem. Ustalony harmonogram treningów również ograniczał długość snu. W dni treningowe badani wstawali ok. 05:48 vs. 09:47 w dni odpoczynku; nawet gdy kładli się wcześniej spać i korzystali z drzemki, dobową liczbą godzin snu była mniejsza niż przyjęta norma.

#### *Zwiększenie godzin snu i drzemka*

Mah i wsp. [18] w swojej pracy badali wpływ wydłużenia czasu snu na konkretne wyniki sportowe oraz na czas reakcji, nastrój i senność w trakcie dnia u sportowców. Przebadali oni

grupę 11 koszykarzy w okresie startowym, którym polecono przez 2 – 4 tygodnie utrzymywać swoje nawyki senne (6 – 9 h snu), a następnie przez 5 – 7 tygodni maksymalnie zwiększyć liczbę godzin snu do minimum 10 h, w stosunku do codziennych przyzwyczajzeń. W sytuacji niemożności zwiększenia godzin snu nocnego do min. 10 h, związanego z wyjazdami na zawody, sportowcy byli zachęceni do dodatkowej drzemki. Pomiaru snu dokonano za pomocą nadgarstkowych aktygrafów oraz dzienników snu. Do oceny senności wykorzystano skalę senności Epworth (ESS), nastrój badano przy użyciu kwestionariusza POMS. Do oceny poziomu wydolności wykonano pomiary takich wskaźników jak: czas sprintu na dystansie 282 stóp, trafność rzutów (rzut wolny i rzut za 3 pkt) oraz czas reakcji (PVT) mierzony co tydzień (PVT tygodniowy), codziennie w godzinach między 9.00 – 13.00 (PVT poranny) oraz między 18.00 – 24.00 (PVT wieczorny). Po wydłużeniu czasu snu zaobserwowano u badanych koszykarzy lepsze wyniki w sprincie (16,2 sek. vs. 15,5 sek.;  $P < 0.001$ ), wzrost precyzji rzutów wolnych (trafienia na 10 prób: 7,9 vs. 8,8;  $P < 0.001$ ) oraz rzutów za 3 pkt. (trafienia na 15 prób: 10,2 vs. 11,6;  $P < 0,001$ ), istotnie krótszy średni czas reakcji dla wszystkich pomiarów dziennych i tygodniowych ( $P < 0,05$ ), subiektywne odczucie poprawy nastroju oraz zmniejszenia senności w ciągu dnia. Na podstawie tych badań można stwierdzić, że zwiększona liczba godzin snu wpływa na optymalizację wydolności zawodników.

Petit i wsp. [19], badali m.in. wpływ 20-minutowej drzemki po posiłku na krótkie cykle ćwiczeń fizycznych. Badania przeprowadzono w grupie 16 zdrowych sportowców płci męskiej w wieku  $22,2 \pm 1,7$  lat, którzy nie mieli zwyczaju korzystania z drzemki. Badanie nie wykazało występowania wymiernych korzyści z drzemki na sprawność fizyczną badanych sportowców podczas badań w lokalnie występującej strefie czasowej ani podczas symulowanej różnicy czasu, tzw. „jet lag”. Na podstawie powyższego badania można

zasugerować negatywny wpływ krótkiej drzemki na łatwość zasypiania i jakość snu nocnego u badanych sportowców.

### *Hipoksja*

Hoshikawa i wsp. [20] badali czy w fazie snu wolnofalowego fale trójkątne mierzone na podstawie elektroencefalografu ulegają zmniejszeniu podczas stymulowanej zmiany wysokości w zakresie do 2000 m n.p.m. i czy obserwowane zmiany są związane z hipoksją wysokościową.

W badaniach wzięło udział 41 mężczyzn, sportowców, którzy nie byli narażeni na duże wysokości i niedotlenienie w czasie 2 miesięcy przed badaniami oraz pomiędzy nimi. Wszyscy badani mieli prawidłowe nawyki snu oraz nie byli pod wpływem leków psychoaktywnych i innych. Zawodników badano w okresie roztrenowania (poza sezonem startowym), ale z zachowanym cyklem treningowym (kilka kilometrów joggingu dziennie, natomiast sprinty i treningi interwałowe zostały zakazane w dni badań).

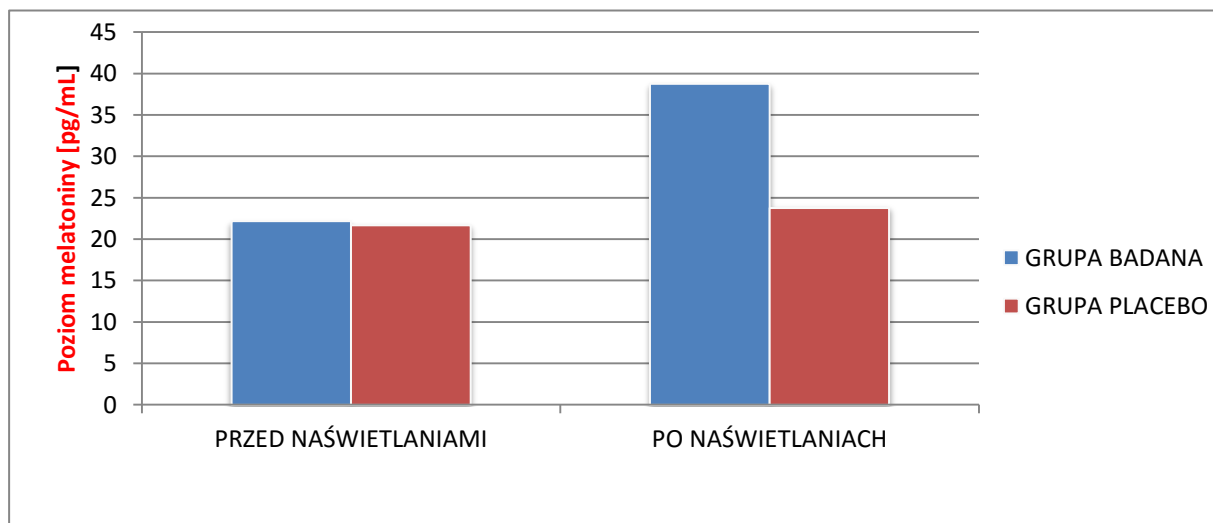
Po wstępnych badaniach w eksperymencie wzięło udział 14 zawodników. Wszystkim badanym oceniano wysycenie krwi tlenem i dwutlenkiem węgla oraz reakcje układu oddechowego na niedotlenienie (HVR - hypoxic ventilatory responses) i hiperkapnię (HCVR - hypercapnic ventilatory responses) przez dwa tygodnie przed eksperymentem, po czym zostało przeprowadzone badanie snu. Przez trzy noce mężczyźni badani byli z pomocą polisomnografii (PSG). Pierwszą i drugą noc spędzili w normalnych warunkach: wysycenie powietrza tlenem 20,9% i na normalnej wysokości 22 m, natomiast trzecią noc spędzili w warunkach normobarycznego niedotlenienia (16,4% tlenu), wysokość 2000 m. Wyniki z drugiej i trzeciej nocy wzięto do analizy, natomiast pierwszą noc uznano za adaptacyjną. Na podstawie badania stwierdzono, że symulowane niedotlenienie (takie jak na wysokości 2000 m n.p.m.) u osób z małym HVR ogranicza sen wolnofalowy. Wykazano również, że niedotlenienie może być jednym z czynników pogarszających jakość snu.

### *Sposoby poprawy jakości snu.*

Abeln i wsp. [21] badali, czy można poprawić jakość snu u najlepszych zawodników piłki nożnej przez synchronizację fal mózgowych za pomocą dźwięku i czy prowadzi to do polepszenia ogólnego stanu psychofizycznego zawodników. W badaniu pilotażowym wzięło udział 18 młodych zawodników piłki nożnej (w wieku  $16,28 \pm 1,02$  lat) z niemieckiej ligi (grupa eksperymentalna). W grupie kontrolnej znalazło się 21 studentów kierunków sportowych (10 kobiet i 11 mężczyzn w wieku  $22 \pm 3,12$  lat). Wcześniej wszyscy uczestnicy zostali zbadani, aby wykluczyć jakiegokolwiek problemy ze snem oraz zostali poinformowani o przebiegu badania (testowanie urządzenia do synchronizacji fal mózgowych zamontowanego w poduszce – grupa eksperymentalna, testowanie poduszki bez urządzenia do synchronizacji – grupa kontrolna) oraz kiedy i jak wypełnić kwestionariusze (w ustalonym dniu, ok. 3060min po obudzeniu się). Pierwsze bazowe kwestionariusze były wypełniane przez 2 tygodnie, następnie rozdane zostały ergonomiczne, specjalnie wyposażone do badania poduszki, które używane były przez 8 tyg. Grupa eksperymentalna była testowana w okresie zawodów (silne obciążenia fizyczne i psychofizyczne), natomiast grupa kontrolna – w trakcie trwania semestru (wysokie natężenie wysiłku fizycznego i psychicznego). Grupa kontrolna była poddana badaniom również w czasie wakacji. 3 osoby z grupy eksperymentalnej i 6 z grupy kontrolnej odpadło w trakcie badań. Podczas badania wszyscy uczestnicy korzystali ze specjalnych poduszek z wbudowanymi z prawej i lewej strony wysokiej jakości głośnikami. Głośniki w poduszkach grupy eksperymentalnej na czas testu łączyły się z urządzeniem emitującym dźwięki 24-bit/96 kHz. Emitowanie takiej samej muzyki do obu głośników lecz nieco przesuniętej w czasie pozwala na osiągnięcie niskich częstotliwości (400 Hz na jedno ucho i 404 Hz na drugie). W celu synchronizacji stworzono 4 okresy częstotliwości trwające po 22,5 min., kolejno: częstotliwość alfa ok. 8 Hz, częstotliwość theta ok. 6 Hz, delta ok. 2 Hz i ostatnia theta ok. 4 Hz. Częstotliwości te tworzyły 90 – minutowy program – cykl 90

minutowego zdrowego snu, który urządzenie cały czas powtarzało, a uczestnicy włączali urządzenie, gdy tylko kładli się do łóżka. Zastosowano również kwestionariusze oceniające jakość snu, przebudzenia oraz ogólnego stanu psychofizycznego oraz dziennik snu. Synchronizacja fal mózgowych podczas snu wydaje się być cenną metodą wspierającą i poprawiającą stan snu, przebudzenia i stanu psychofizycznego po śnie u sportowców, a dodatkowo jest to metoda nieinwazyjna, oszczędna czasowo i wygodna.

Zhao i wsp. [22] badali wpływ czerwonego światła na jakość snu, wytrzymałość i wydolność na grupie chińskich koszykarek. W badaniu wzięło udział 20 zawodniczek (wiek  $18,60 \pm 3,60$ ), zostały podzielone na dwie grupy, jedna grupa była poddawana terapii czerwonym światłem ( $n=10$ ), druga była grupą placebo ( $n=10$ ). Grupa badana poddawana była terapii światłem czerwonym przez 30 minut przez 14 nocy. Grupa placebo nie była poddawana naświetlaniom.



Ryc. 1. Poziom melatoniny [pg/mL], modyfikacja za Zhao i wsp. [22].

W badaniu oceniano parametry snu za pomocą chińskiej wersji Pittsburg Sleep Quality Index (PSQI), badano poziom melatoniny w surowicy (przed naświetlaniem i po naświetlaniu) oraz wytrzymałość i wydolność zawodniczek za pomocą testu Cooper'a 12 [min].

Zastosowanie przez 14 dni naświetlania czerwonym światłem poprawiło jakość snu, zwiększył się poziom melatoniny w surowicy, stwierdzono także poprawę wytrzymałości i wydolności badanych zawodniczek (Ryc. 1).

### *Sen a kofeina*

Zależności pomiędzy spożyciem kofeiny a wydolnością fizyczną i snem u sportowców badali m.in. Cook i wsp. [23], Miller i wsp. [24], czy Reyner i wsp. [14]. Badania Cook i wsp. [23] dotyczyły wpływu kofeiny na efektywność pracy (suma obciążeń) u sportowców i czy ten efekt utrzyma się po ograniczeniu czasu snu. Przebadano 16 profesjonalnych graczy rugby, którzy 2-krotnie mieli zapewniony normalny sen (8 h i więcej) i 2-krotnie sen ograniczony (max. 6 h). 2 tygodnie przed badaniem sportowcy prowadzili dzienniczki żywieniowe, w celu sprawdzenia dziennego spożywania kofeiny (większość badanych nie spożywała kofeiny, a średnie spożycie wynosiło 120 g/dzień lub mniej). Na 24 h przed badaniem i w trakcie badania sportowcy nie mogli spożywać kofeiny, co również było kontrolowane dziennikiem żywieniowym. Wykonali oni test 1-RM i na tej podstawie zostały dobrane obciążenia treningowe (obciążenia do sztangi). Przed każdym treningiem sportowcy zażywali żelowe kapsułki z laktozą (placebo) lub kofeiną (dawka 4 mg/kg m.c.). Badania te wykazały, że zastosowanie kofeiny, zarówno u sportowców z deficytem snu jak i z prawidłową długością snu, spowodowało znaczną poprawę efektywności ich pracy, co pozwala przypuszczać, iż spożycie kofeiny może być cenną interwencją, w sytuacji zmęczenia zawodników wynikającego z ograniczenia długości snu.

Miller i wsp. [24] oceniali wpływ spożycia kofeiny i węglowodanów spożywanych późnym popołudniem na poprawę wydolności i sen nocny kolarzy. Do badań zakwalifikowano 6 triathlonistów, którym wykonano pomiar  $VO_{2max}$  na ergometrze, a pomiar snu nocnego za pomocą PSG (polisomnografia) i dzienników snu. Badani 24 h przed każdym dniem eksperymentu spożywali pokarm zawierający 7 g/kg/m.c./dz. węglowodanów, 4 h przed

treningiem byli głodzeni, następnie podawano im 6 mg/kg m.c. kofeiny w 2 dawkach: 1 h i 40 min przed sesją treningową. Trakcie sesji treningowej również mieli podawane węglowodany (7,4 g/100ml) w postaci napoju co 15 min w objętości 3 ml/kg m.c. (czas sesji 80 min). Stwierdzono, że zastosowanie kofeiny i węglowodanów polepsza wydolność sportowców, ale podawanie kofeiny późnym popołudniem prowadzi do zakłóceń snu nocnego.

### *Sen a nawyki żywieniowe*

Dla sportowców w okresach intensywnych wysiłków fizycznych, jak wiadomo powinno się wprowadzać strategie optymalizujące sen. Jedną z takich strategii może być prowadzenie odpowiednich nawyków żywieniowych. Killer i wsp. [25] w swojej pracy przedstawili wpływ intensywnych treningów u wytrenowanych sportowców na jakość snu oraz wpływ zastosowania wysokiej dawki węglowodanów na wydolność zawodników, jakość snu i nastrój. Badaniom poddano 13 profesjonalnych kolarzy, u których wprowadzono, po 2 tygodniowym okresie przygotowawczym, 9-dniowy intensywny trening na cykloergometrze, a przed i po nim wykonano pomiar  $VO_{2max}$  na ergometrze. Jakość snu badano za pomocą nadgarstkowych aktygrafów oraz dzienników snu. W fazie eksperymentalnej podawano zawodnikom napoje węglowodanowo - elektrolitowe o wysokiej zawartości węglowodanów przed, w trakcie i po ćwiczeniach (dodatkowo białko), a w fazie porównawczej napoje o niskiej zawartości węglowodanów. Intensywne treningi spowodowały pogorszenie jakości snu oraz znaczne obniżenie nastroju i wydolności fizycznej. Natomiast zastosowanie interwencji żywieniowej w postaci napojów o wysokiej zawartości węglowodanów zmniejsza niektóre negatywne skutki intensywnych treningów.

W jednym z artykułów Halson, [26] przedstawia badania, które dotyczą znaczenia snu dla optymalnego zdrowia i zdolności wysiłkowych. Analizowano liczne nawyki żywieniowe w celu określenia ich skuteczności w poprawie jakości oraz ilości snu. Z przeprowadzonych badań wynika, że sportowcy powinni skupić się na wykorzystaniu odpowiedniej diety i

higieny snu, aby zmaksymalizować jakość snu. Efektem badań jest kilka praktycznych zaleceń:

- wysoki indeks glikemiczny żywności (GI) może sprzyjać poprawie jakości snu
- dieta bogata w węglowodany może skrócić czas zasypiania
- dieta bogata w białko może prowadzić do poprawy jakości snu
- dieta bogata w tłuszcz może negatywnie wpływać na całkowity czas snu
- zmniejszone spożycie kalorii może negatywnie wpłynąć na jakość snu
- tryptofan, w małych dawkach (1 g), może skrócić czas zasypiania i poprawić jakość snu
- melatonina i żywność, która ma wysokie jej stężenie (np. wiśnie, czereśnie, banany, słodka kukurydza), może skrócić czas zasypiania
- waleriana może spowodować subiektywne odczucie poprawy jakości snu

Autorka zauważa, że do pełnego obrazu potrzebna jest dogłębna analiza zarówno czasu przyjmowania posiłków, jak i nawyków żywieniowych sportowców. Otrzymane wyniki mogłyby prowadzić do ustalenia prawidłowych nawyków żywieniowych sportowców w kontekście poprawy liczby godzin snu, jakości snu, a co za tym idzie do poprawy efektywności treningów i lepszych wyników osiągniętych na zawodach.

#### Podsumowanie

Zauważono, że ograniczona ilość snu dotycząca pojedynczej nocy nie wpływa znacząco na osiągnięcia sportowców, natomiast pogorszenie możliwości wysiłkowych następuje w momencie kumulowania się efektów zmęczenia wynikającego z utraty godzin snu. Stwierdzono również, że zbyt mała ilość snu powoduje zmiany metabolizmu glukozy, zaburzenia neurologiczno-endokrynologiczne, zaburzenia przemiany węglowodanów, spadek apetytu, zmniejszenie ilości spożywanych produktów oraz zaburzenia syntezy białek. Czynniki, które mają wpływ na jakość snu okazują się być m.in. nawyki żywieniowe,



używkami, czy niedotlenienie (hipoksja). W odnowie biologicznej sportowców wykorzystywane są w celu optymalizacji wypoczynku, drzemki regeneracyjne, które odpowiednio zastosowane zmniejszają senność, wydłużają całkowity czas snu, jak również zwiększają umiejętności uczenia się oraz opracowywania strategii, taktyki. Jednak źle zastosowana drzemka może mieć negatywny wpływ na łatwość zasypiania i jakość snu nocnego. Również zastosowanie kofeiny okazuje się być trafną interwencją wpływającą na optymalizację wydolności pod warunkiem, że nie jest podawana w godzinach popołudniowo-wieczornych, gdyż wówczas przyczynia się do zakłóceń snu nocnego. Z badań wynika, że cenną metodą, która wspomaga i poprawia jakość snu, przebudzenia i stan psychofizyczny po śnie jest synchronizacja fal mózgowych oraz zastosowanie naświetlań światłem czerwonym. Są to metody nieinwazyjne, wygodne i oszczędne czasowo. Zastosowanie tych metod oraz ustalenie prawidłowych nawyków żywieniowych u sportowców w kontekście poprawy jakości i długości snu mogłoby prowadzić do poprawy efektywności treningów oraz uzyskiwania lepszych wyników sportowych.

Wyniki badań wskazują, że sportowcy wyczynowi śpią krócej, a jakość ich snu jest gorsza niż osób nietreningujących.

## References

1. Kasperczyk J., Joško J. Analiza czynników odpowiedzialnych za złą jakość snu u studentów Śląskiego Uniwersytetu Medycznego. *Hyg. Pub. Health.* 2012; 47, 2: 191-195.
2. Kowalska A. Sen a mózg. *Rocz. PAM.* 2013; 59: 80-83.
3. Heitzman J. Zaburzenia snu – przyczyna czy skutek depresji? *Psychiatr. Pol.* 2009; XLIII, 5: 499-511.

4. Lizak-Nitsch M. Rola noradrenaliny i serotoniny w modulacji funkcji mózgu i ich znaczenie dla snu człowieka. *Rocz. PAM.* 2011; 57: 36-42.
5. Hariss C.D. Neurophysiology of sleep and wakefulness, *Respir. Care Clin. N. Am.* 2005; Dec;11(4):567-86.
6. Prejbisz A., Kabat M., Kluk M., Januszewicz A. Zaburzenia snu a nadciśnienie tętnicze. *Nadciśn. Tętn.* 2010; 14, 5: 411-419.
7. Leeder J., Glaister M., Pizzoferro K., Dawson J., Pedlar Ch. Sleep duration and quality in elite athletes measured using wristwatch actigraphy. *Journal of Sports Sciences* 2012; 30, 6, 541–545.
8. 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. *The World Journal of Biological Psychiatry* 2010; 11, 2, 465-475.
9. Lastella M., Roach G.D., Halson S.L., Sargent C. Sleep/wake behaviours of elite athletes from individual and team sports. *European Journal of Sport Science* 2015; 15:2, 94-100.
10. Robey E., Dawson B., Halson S.L., Gregson W., Goodman C., Eastwood P. Sleep quantity and quality in elite youth soccer players: A pilot study. *Eur. J. Sport. Sci.* 2014; 14, 5: 410-417.
11. Brand S., Gerber M., Beck J., Hatzinger M., Pühse U., Holsboer-Trachsler E. High Exercise Levels Are Related to Favorable Sleep Patterns and Psychological Functioning in Adolescents: A Comparison of Athletes and Controls. *Journal of Adolescent Health* 2010; 46, 133–141.
12. Reilly T., Edwards B. Altered sleep-wake cycles and physical performance in athletes. *Physiol. Behav.* 2007; 90: 274-284.

13. Taheri M., Arabameri E., The Effect of Sleep Deprivation on Choice Reaction Time and Anaerobic Power of College Student Athletes. *Asian Journal of Sports Medicine* 2012; 3, 1, 15-20.
14. Reyner L.A., Horne JA. Sleep restriction and serving accuracy in performance tennis players, and effects of caffeine. *Physiology & Behavior* 2013; 120, 93–96.
15. Souissi N., Chtourou H., Aloui A., Hammouda O., Dogui M., Chaouachi A. i wsp. Effect of Time-of-Day and Partial Sleep Deprivation on Short-Term Maximal Performances of Judo Competitors. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 2013; 27(9)/2473-2480.
16. Erlacher D., Ehrlenspiel F., Adegbesan O.A., El-Din H.G. Sleep habits in German athletes before important competitions or games. *Journal of Sports Sciences* 2011; 29(8): 859–866.
17. Mah C.D., Mah K.E., Kezirian E.J., Dement W.C. The effects of sleep extension on the athletic performance of collegiate basketball players. *Sleep*. 2011; 34, 7: 943-950.
18. Sargent C., Halson S.L., Roach G.D. Sleep or swim? Early-morning training severely restricts the amount of sleep obtained by elite swimmers. *Eur. J. Sport. Sci.* 2014; 14: S310-S315.
19. Petit E, Mougin F., Bourdin H., Tio G., Haffen E. A 20-min nap in athletes changes subsequent sleep architecture but does not alter physical performances after normal sleep or 5-h phase-advance conditions. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2014; 114: 305-315.
20. Hoshikawa M., Uchida S., Ganeko M. i wsp. Sleep quality under mild hypoxia in men with low hypoxic ventilatory response. *Eur. J. Sport. Sci.* 2014; 14: S205-S212.
21. Abeln V., Kleinert J., Strüder H.K., Schneider S. Brainwave entrainment for better sleep and post-sleep state of young elite soccer players – A pilot study. *Eur. J. Sport. Sci.* 2013; 14, 5: 393-402.

22. Zhao J., Tian Y., Nie J., Xu J., Liu D. Red light and the sleep quality and endurance performance of Chinese female basketball players. *Journal of Athletic Training* 2012, 47(6):673–678.
23. Cook Ch., Beaven C.M., Kilduff LP., Drawer S. Acute Caffeine Ingestion's Increase of Voluntarily Chosen Resistance -Training Load After Limited Sleep. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 2012; 22, 157-164.
24. Miller B., O'Connor H., Orr R., Ruell P., Cheng H.L., Chow Ch.M. Combined caffeine and carbohydrate ingestion: effects on nocturnal sleep and exercise performance in athletes. *Eur J Appl Physiol.* 2014; 114, 2529–2537.
25. Killer S.C., Svendsen I.S., Jeukendrup A.E., Gleeson M. Evidence of disturbed sleep and mood state in well-trained athletes during short-term intensified training with and without a high carbohydrate nutritional intervention, *Journal of Sports Sciences*, 2015.
26. Halson S.L. Nutritional interventions to enhance sleep. *Sports Sci. Exch.* 2013; 26, 116: 1-5.