

Kochański Bartosz, Kałużna Anna, Kałużny Krystian, Wołowicz Łukasz, Zukow Walery, Hagner Wojciech. Zespół przetrenowania w sporcie – mechanizm, objawy, przyczyny = Overtraining in sport - mechanism, symptoms, causes. *Journal of Education, Health and Sport*. 2015;5(10):51-60. ISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.31946>  
<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/2015%3B5%2810%29%3A51-60>  
<https://pbn.nauka.gov.pl/works/649284>  
Formerly *Journal of Health Sciences*. ISSN 1429-9623 / 2300-665X. Archives 2011–2014  
<http://journal.rsw.edu.pl/index.php/JHS/issue/archive>

Deklaracja.

Specyfika i zawartość merytoryczna czasopisma nie ulega zmianie.

Zgodnie z informacją MNIŚW z dnia 2 czerwca 2014 r., że w roku 2014 nie będzie przeprowadzana ocena czasopism naukowych; czasopismo o zmienionym tytule otrzymuje tyle samo punktów co na wykazie czasopism naukowych z dnia 31 grudnia 2014 r.

The journal has had 5 points in Ministry of Science and Higher Education of Poland parametric evaluation. Part B item 1089. (31.12.2014).

© The Author (s) 2015:

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland and Radom University in Radom, 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/3.0/>) 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/3.0/>) 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: 02.08.2015. Revised 05.09.2015. Accepted: 29.09.2015.

## Zespół przetrenowania w sporcie – mechanizm, objawy, przyczyny Overtraining in sport - mechanism, symptoms, causes

Bartosz Kochański<sup>1</sup>, Anna Kałużna<sup>1</sup>, Krystian Kałużny<sup>1</sup>, Łukasz Wołowicz<sup>2</sup>,  
Walery Zukow<sup>3</sup>, Wojciech Hagner<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra i Klinika Rehabilitacji, Wydział Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu;

<sup>2</sup>II Katedra Kardiologii, Wydział Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu;

<sup>3</sup>Wydział Kultury Fizycznej, Zdrowia i Turystyki, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy;

### Streszczenie

Zespół przetrenowania (Overtraining syndrome - OTS) spowodowany jest zbyt dużymi obciążeniami oraz zaburzeniem równowagi i odpowiednich stosunków pomiędzy treningiem, a regeneracją. Zespół przetrenowania stanowi poważny problem we współczesnym sporcie, ponieważ może powodować nie tylko obniżenie lub całościową utratę formy zawodnika, ale również ma negatywny wpływ na jego zdrowie. W pracy zaprezentowano zjawisko zespołu przetrenowania. Opisano hipotezy dotyczące mechanizmu powstawania zespołu przetrenowania, jego przyczyny oraz objawy.

### Abstract

Overtraining syndrome (OTS) is caused by too high loads and imbalance between training and recovery. It is a serious problem in modern sport, because it can cause not only an overall reduction or loss of form player, but also has a negative impact on the health of the player. The paper presents the phenomenon of overtraining syndrome. The paper describes the causes, symptoms and hypotheses about the mechanism of the overtraining syndrome.

**Słowa kluczowe:** zespół przetrenowania, medycyna sportowa.

**Keywords:** overtraining syndrome, sports medicine.

### Wstęp.

Przetrenowanie jest powszechnie znanym zjawiskiem występującym w sporcie. Spowodowane jest zbyt dużymi obciążeniami oraz zaburzeniem równowagi i odpowiednich stosunków pomiędzy treningiem, a regeneracją [1]. European College of Sport Science, która wprowadziła terminologię związaną z przetrenowaniem zawodnika wyróżnia:

Functional overreaching (FO), Nonfunctional overreaching (NFO) oraz Overtraining syndrome (OTS) [2].

Functional overreaching (FO) jest pozytywnym zjawiskiem występującym w sporcie. Związane jest obciążeniami treningowymi, które czasowo (od kilku dni do tygodnia) powodują obniżenie formy zawodnika, jednak po odpowiednim odpoczynku prowadzą do poprawy wydajności sportowca [2].

Nonfunctional overreaching (NFO) jest negatywnym zjawiskiem w sporcie. Związane jest ze zbyt dużymi obciążeniami treningowymi. NFO prowadzi do długotrwałego (od kilku tygodni do kilku miesięcy) spadku formy oraz występowaniem negatywnych objawów psychologicznych oraz neuroendokrynologicznych [2].

Overtraining syndrome (Zespół przetrenowania) charakteryzuje się zbliżonymi objawami co NFO, jednak czas utrzymywania się negatywnych objawów oraz spadek wydajności sportowca trwa > 2 miesięcy. Objawy w OTS są bardziej nasilone niż w NFO i dotyczą wielu sfer ludzkiego organizmu ( m.in. objawy neurologiczne, endokrynologiczne, immunologiczne) [2]. W pracy autorzy szczególną uwagę poświęcą na Overtraining syndrome (Zespół przetrenowania).

OTS może powodować nie tylko obniżenie lub całościową utratę formy zawodnika, ale również może predysponować do powstawania uszkodzeń narządu ruchu. Może on wpływać również negatywnie na straty i zaburzenia w sferze psychologicznej sportowca. Zespół przetrenowania może objawiać się złym samopoczuciem, zaburzeniami snu, dolegliwościami bólowymi w obrębie mięśni i stawów, spadkiem masy ciała, obniżeniem sprawności fizycznej, niekorzystnymi zmianami w metabolizmie oraz negatywnym nastawieniem do treningów i startów [3,4].

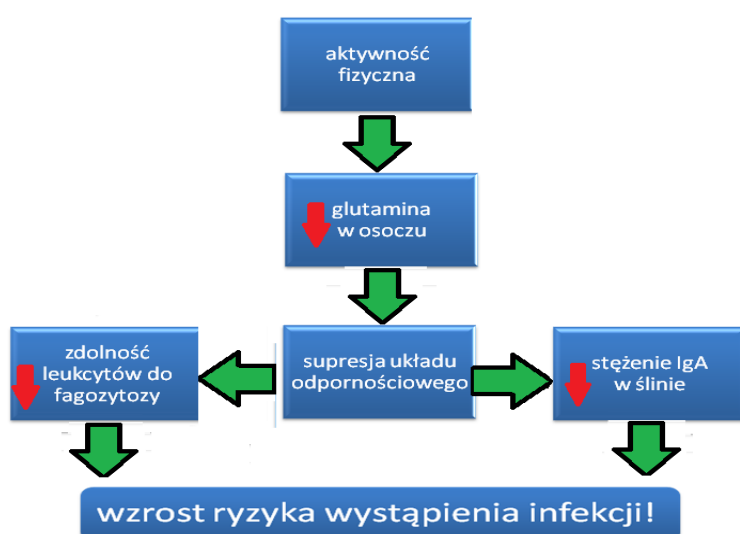
Objawy zespołu przetrenowania mogą występować niezależnie od siebie i mieć różnorodny stopień nasilenia. Ciekawym faktem jest, że kobiety są podatniejsze na przetrenowanie niż mężczyźni. Z badań naukowych wynika również, że największe ryzyko rozwoju zespołu przetrenowania obserwowane jest u zawodników, którzy trenują sporty wytrzymałościowe. Duże predyspozycje mają zwłaszcza osoby młode oraz osoby po 40 roku życia. Niektórzy autorzy porównują zespół przetrenowania do zjawiska jakim jest wypalenie zawodowe, ponieważ oba te zespoły charakteryzuje zbliżony zestaw objawów [1].

## Mechanizmy powstawania zespołu przetrenowania.

Mechanizm powstawania zespołu przetrenowania jest bardzo złożony i niejednoznaczny. Zespół charakteryzuje się szeregiem dolegliwości i objawów zmęczenia lokalnego oraz ogólnoustrojowego dotyczących różnych układów ludzkiego organizmu [5]. Istnieje szereg hipotez dotyczących mechanizmu powstawania zespołu przetrenowania. Według najnowszych doniesień naukowych zespół przetrenowania związany jest ze zmianami metabolizmu białek, lipidów i węglowodanów. Dotyczy on również szeregu procesów hormonalnych, immunologicznych oraz oksydacyjnych.

Coraz więcej autorów uważa, że zespół przetrenowania jest ściśle związany ze spadkiem stężenia glikogenu mięśniowego [6]. Konsekwencją tego stanu rzeczy w organizmie jest konieczność wykorzystywania do celów energetycznych aminokwasów rozgałęzionych pobieranych z krwi. Obserwuje się wówczas w organizmie zmniejszenie stężenia aminokwasów rozgałęzionych we krwi oraz wzrost stężenia tryptofanu. Takie warunki prowadzą do zwiększenia pobierania tryptofanu przez mózg oraz zwiększenia syntezy serotoniny [6,7]. Zwiększone stężenie serotoniny powoduje wahania nastroju, zmiany zachowania oraz hamowanie motoneuronów [7,8]

Z biochemicznego punktu widzenia w zespole przetrenowania zaobserwowano również obniżenie stężenia glutaminy we krwi [9]. Zmniejszone stężenie glutaminy powoduje szereg zaburzeń komórkowych układu odpornościowego, ponieważ glutamina jest podstawowym substratem dla leukocytów [10]. Schemat ten zaprezentowano na Ryc. 1.

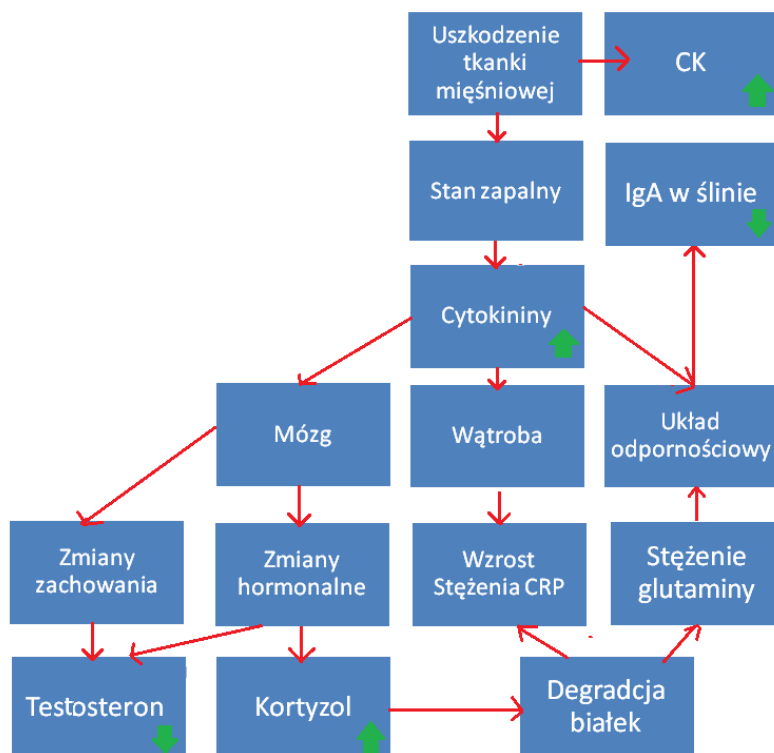


Ryc. 1. Obniżenie stężenia glutaminy we krwi. Wzorowano się na [5].

Do hipotez dotyczących przyczyn powstawania zespołu przetrenowania zalicza się również teorię związaną z uszkodzeniami mięśni [11]. Udowodniono, że wysiłek fizyczny wpływa na zwiększenie tzw. reaktywnych form tlenu – RFT przede wszystkim w mitochondriach. Wzrost RFT może prowadzić do stresu oksydacyjnego, uszkodzeń komórkowych oraz powstawaniu reakcji zapalnej [12].

W sytuacji zbyt dużych obciążeń fizycznych spadających na zawodnika i braku odpowiedniej regeneracji może dojść do zbyt dużego wzrostu parametrów świadczących o stanie zapalnym oraz wzrostu stężenia kinazy kreatynowej (CK), czyli markera uszkodzeń tkankowych [13,14].

Bardzo ważną rolę w organizmie człowieka pełnią cytokiny. Pełnią one kluczową rolę w przekazywaniu sygnałów pomiędzy komórkami. Zbyt duży wysiłek fizyczny powoduje szereg zmian oraz wpływa na powstawanie szeregu reakcji w organizmie. Zmiany te zaprezentowano na Ryc. 2. Istnieją doniesienia naukowe sugerujące, że to właśnie zbyt duże stężenie cytokin może być przyczyną powstawania zespołu przetrenowania [15,16].



**Ryc. 2. Zależność pomiędzy czynnikami wpływającymi na powstawanie zespołu przetrenowania. Wzorowano się na [17].**

Podczas zbyt intensywnego wysiłku fizycznego dochodzi do uszkodzeń tkanki mięśniowej. We krwi pojawiają się wówczas cytokininy, które warunkują powstanie stanu zapalnego. Kaskada tych zmian powoduje reakcję mózgu, wątroby oraz układu odpornościowego. Cytokininy powodując aktywację tzw. osi podwzgórze- przysadka- kora nadnerczy. Aktywacja wyżej wymienionej osi z kolei pogarsza funkcjonowanie osi podwzgórze-przysadka-gonady [17]. Efektem tego jest znaczny wzrost stężenia katecholamin i kortyzolu. Obniża się wówczas stężenie testosteronu (może to prowadzić do wahań nastroju i zachowania). Cytokininy wpływają również na zwiększenie wytwarzania białka C-reaktywnego przez wątrobę oraz do zmniejszenia stężenia aminokwasów we krwi [17, 18].

Mechanizm powstawania zespołu przetrenowania jest niezwykle istotny w aspekcie biologicznych wskaźników przetrenowania. Można je podzielić na wskaźniki dotyczące wydolności fizycznej, anatomiczne, fizjologiczne, biochemiczne, immunologiczne oraz psychologiczne. Do wskaźników wydolnościowych zalicza się pogorszenie sprawności fizycznej i motoryki, wolniejszą regenerację powysiłkową oraz mniejszą to latencję na obciążenia związane z treningiem. Anatomiczne parametry to dolegliwości bólowe typu przeciążeniowe, entezopatie, sztywność, skłonność do stanów zapalnych ścięgien oraz do złamań „zmęczeniowych”. Fizjologiczne wskaźniki określają zmiany czynnościowe w układzie krążenia ( zaburzenia w EKG) oraz układu pokarmowego. W tej grupie obserwuje się również obniżenie libido, zaburzenia hormonalne, zmiany w krzywej mleczanowej oraz zaburzenia łaknienia. Biochemiczny aspekt związany jest ze zmianami stężenia: hemoglobiny, ferrytyny, glukozy, kinazy keratynowej (CK), glikogenu, mocznika, aminokwasów katecholamin, kortyzolu, testosteronu oraz Zn, Co, Al., Se i Cu. Wysiłek fizyczny wpływa również na układ odpornościowy. W zespole przetrenowania może wystąpić podatność na różnego typu infekcje oraz alergię. Odnotowuje się powiększenie węzłów chłonnych oraz trudności związane z procesem gojenia tkanek. Istotnymi wskaźnikami są również czynniki psychologiczne. W tej grupie obserwuje się strach przed treningiem oraz rywalizacją, zrezygnowanie, zmiany nastroju i zachowania, chwiejność emocjonalną, podatność na stres, zaburzenia funkcji poznawczych, zmniejszona samoocenę, zaburzenia łaknienia oraz bardzo często depresję [1, 19].

Oczywiście istnieje bardzo cienka granica pomiędzy obciążeniami, które służą budowaniu sprawności sportowej, a przetrenowaniem. Bez wątpienia każdy trening musi być odpowiednio intensywny, aby możliwe było realizowanie założeń treningowych mających na celu przyrost wydolności. Warto jednak zaznaczyć, że jeśli obciążenia na treningu nie będą

racjonalnie równoważone regeneracją dojdzie do przetrenowania zawodnika [19]. Każdy wysiłek fizyczny powinien być nierozzerwalnie związany z odpowiednim wypoczynkiem, ponieważ są one podstawą do odpowiedniego rozwoju adaptacyjnego organizmu [20].

### **Objawy zespołu przetrenowania sportowca.**

Objawy zespołu przetrenowania początkowo są bardzo trudne do uchwycenia, ponieważ są niecharakterystyczne. Współczesna medycyna sportowa wyróżnia dwa typy zespołu przetrenowania. Zespoły posiadają pewne cechy wspólne tj.: obniżenie sprawności fizycznej, niepokój, stosunkowo szybkie zmęczenie, apatia, depresja, brak motywacji, podatność na infekcje i alergie. Objawami różnicującymi są reakcje ze strony układu współczulnego ( typ I) oraz przywspółczulnego ( typ II) [1,19].

Typ pierwszy charakteryzuje się dominacją objawów ze strony układu współczulnego. Pierwszy typ częściej obserwowany jest u młodych, niedoświadczonych sportowców uprawiających przede wszystkim dyscypliny o charakterze siłowo-szybkościowym. Objawy przetrenowania zazwyczaj ustępują stosunkowo szybko. Kluczowym elementem jest w tym wypadku przerwa oraz zmniejszenie intensywności treningu. Objawy w tym typie zbliżone są do nadczynności tarczycy (pobudzenie zawodnika) i często zdarza się, że określane są jako „przetrenowanie basedowe”. U zawodników obserwuje się zaburzenia snu, zaburzenia w rytmie serca oraz wartościach ciśnienia tętniczego [19].

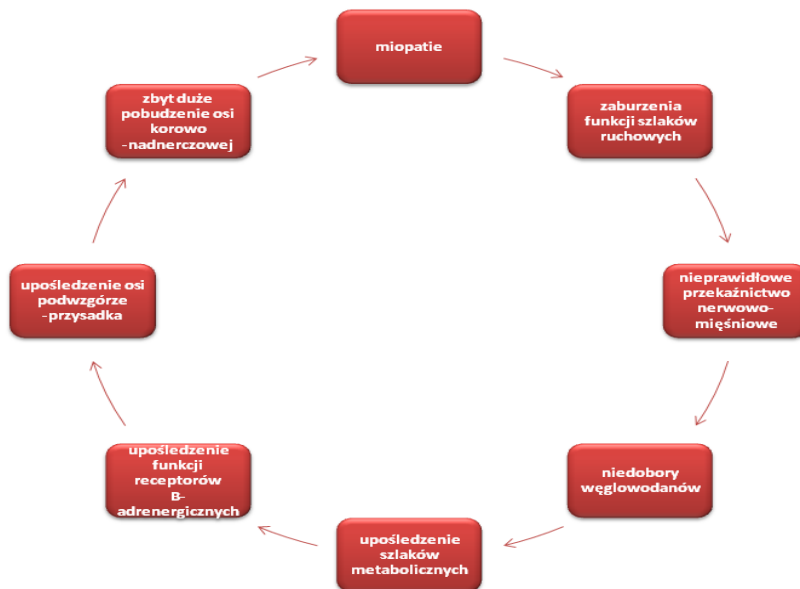
Drugi typ charakterystyczny jest u zawodników w starszym wieku, którzy ukierunkowani są na dyscypliny wytrzymałościowe. Obserwuje się zwolnienie procesów metabolicznych przypominających chorobę Addisona („przetrenowanie addisonowe”). Badania prowadzone przez Gastmann [21,22] oraz Budgett [23,24] wykazały, że przetrenowanie występujące przez dłuższy czas może powodować szereg zaburzeń w pracy nadnerczy. Objawy zazwyczaj ustępują powoli nawet po długiej regeneracji. Współcześnie częściej obserwuje się drugi typ przetrenowania o charakterze przywspółczulnym. Do objawów należą: stosunkowo spokojny sen, obniżenie częstości rytmu serca, niskie wartości ciśnienia tętniczego, powysiłkowa hipoglikemia. W typie drugim możliwe są również zaburzenia popędu płciowego u mężczyzn oraz zanik miesiączki [19].

Bez względu na typ zespołu przetrenowania sportowca należy podkreślić, że nadmierne obciążenie zawodnika wysiłkiem fizycznym może powodować zaburzenia

równowagi pracy układu współczulnego i układu przywspółczulnego powodujące zaburzenie pracy tego układu. Zbyt duże obciążenie fizyczne będzie wówczas powodowało zmiany na korzyść działania układu sympatycznego [25,26].

### Przyczyny zespołu przetrenowania sportowca.

Przyczyny powstawania zespołu przetrenowania podobnie jak sam mechanizm nie są jednoznacznie sprecyzowane. Najbardziej prawdopodobną hipotezą jest nakładanie się wielorakich dysfunkcji i zaburzeń. Na Ryc. 3. zaprezentowano przyczyny przetrenowania.



Ryc. 3. Przyczyny zespołu przetrenowania sportowca [18].

### Podsumowanie.

Istotnym elementem postępowania terapeutycznego w zespole przetrenowania jest prawidłowo postawiona diagnoza. Rozpoznanie zespołu przetrenowania sportowca jest bardzo trudnym i skomplikowanym zadaniem. Objawy zespołu bardzo często są niespecyficzne i trudne do uchwycenia. Dodatkowo sprawę komplikują fakt, że nie ma pojedynczych wskaźników, które dają wiarygodną odpowiedź o stanie funkcjonalnym zawodnika oraz brak jest narzędzi służących do wczesnego wykrywania tej jednostki [12]. Najskuteczniejszą metodą terapii zespołu przetrenowania jest długotrwała regeneracja i odpoczynek. Czas odpoczynku waha się od 2 tygodni do 6 miesięcy i dostosowywany jest indywidualnie do każdego zawodnika. Bardzo ważne dla medycyny zadanie, że lepiej jest

zapobiegać niż leczyć sprawdza się również w zespole przetrenowania sportowca. Kluczowym elementem prewencji jest indywidualizacja i periodyzacja treningu, stały monitoring reakcji zawodnika na stres wysiłkowy oraz okresowe oceny wydolności sportowca. Bardzo ważnym aspektem jest również odpowiednia dieta, nawadnianie i styl życia [19].

### **Bibliografia.**

1. Kuipers H. Training and overtraining: an introduction. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30:1137-1139.
2. Meeusen R, Duclos M, Gleeson M, et al. Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome: ECSS Position Statement Task Force. *Eur J Sport Sci.* 2006;6(1):1-14
3. Furgał W.: Przetrenowanie. *Medycyna Sportowa* 2006, 12, 22-23.
4. Urhausen A, Kindermann W. Diagnosis of overtraining. What tools do we have? *Spots Med* 2002; 32:95-102.
5. Lutosławska G, Hübner-Woźniak E. Zespół przetrenowania – objawy, mechanizmy i metody wykrywania. *Med Sportowa* 2000;16:9-14.
6. Snyder AC. Overtraining and glycogen depletion hypothesis. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30:1146-1150.
7. The effects of the 5-HT<sub>2C</sub> agonist m-chlorophenylpiperazine on elite athletes with unexplained underperformance syndrome (overtraining). Budgett R, Hiscock N, Arida RM, Castell LM *Br J Sports Med.* 2010 Mar; 44(4):280-3.
8. Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress? Smith LL *Med Sci Sports Exerc.* 2000 Feb; 32(2):317-31.
9. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. Halson SL, Jeukendrup AE *Sports Med.* 2004; 34(14):967-81.
10. Exercise-induced immunodepression- plasma glutamine is not the link. Hiscock N, Pedersen BK *2002 Sep;* 93(3):813-22.
11. Smith LL. Tissue trauma: the underlying cause of overtraining syndrome? *J Strength Cond Res* 2004; 18:185-193.



12. Altered oxidative stress in overtrained athletes. Tanskanen M, Atalay M, Uusitalo A J Sports Sci. 2010 Feb; 28(3):309-17.
13. Petibois C, Cazarola G, Deleris G, Gin H. Clinical diagnosis of overtraining using blood tests: current knowledge. Rev Med Intern 2001; 22:723-736.
14. Petibois C, Cazarola G, Poortmans JR, Deleris G. Biochemical aspects of overtraining in endurance sports, the metabolism alteration process syndrome. Sports Med 2003; 33:83-94.
15. Elucidating the unexplained underperformance syndrome in endurance athletes : the interleukin-6 hypothesis. Robson P Sports Med. 2003; 33(10):771-81.
16. Overtraining, excessive exercise, and altered immunity: is this a T helper-1 versus T helper-2 lymphocyte response? Lakier Smith L Sports Med. 2003; 33(5):347-64.
17. Hübner-Woźniak E. Wskaźniki biochemiczne ich wykorzystanie do oceny wpływu wysiłku fizycznego i treningu na organizm. W: Zastosowanie metod naukowych na potrzeby sportu, T. Ulatowski (red.), Biblioteka Trenera, Warszawa, 2002; 11:131-42.
18. Lehman M, Foster C., Dickhuth H.H., Gastmann U. Autonomic imbalance hypothesis and overtraining syndrome. Med. Sci. Sports Exerc. 1998; 30: 1140—1145.
19. Dziak A., Tayara S.: Urazy i uszkodzenia w sporcie. Kraków 2000, Wydawnictwo Kasper.
20. Bompa T.O. Periodization training for sports. Human Kinetics, Champaign III; 1999.
21. Gastmann U, Petersen KG, Bocker J, Lehmann M. Monitoring intensive endurance training at moderate energetic demands using resting laboratory markers failed to recognize an early overtraining stage. The Journal of sports medicine and physical fitness. 1998;3:188–193.
22. Gastmann UA, Lehmann MJ. Overtraining and the BCAA hypothesis. Med Sci Sports Exerc. 1998;30:1173–1178.
23. Budgett R. Overtraining syndrome. Br J Sports Med. 1990;24:231–236.
24. Fatigue and underperformance in athletes: the overtraining syndrome. Budgett R. Br J Sports Med. 1998 Jun; 32(2):107-10.

25. Iellamo F., Legramante J. M., Pigozzi F. i wsp. Conversion from vagal to sympathetic predominance with strenuous training in high-performance world class athletes. *Circulation* 2002; 105: 2719–2724.
26. Bernardi L., Passino C., Robergs R., Appenzeller O. Acute and persistent effects of a 46-kilometer wilderness trail run at altitude: cardiovascular autonomic modulation and baroreflexes. *Cardiovas. Res.* 1997; 34: 273–280.