

Reakcje biologiczne na nadmierne bodźce fizyczne i psychospołeczne

Biological responses to excessive physical and psycho-social loads

Zbigniew Obmiński

Instytut Sportu – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

Streszczenie

Omówiono zachowanie organizmu człowieka ekspozowanego na krótko- i długoterminowe bodźce – przewlekłe choroby i przeciążenie pracą zawodową, które zwiększają ryzyko wystąpienia chronicznego zmęczenia. Szczególnie dużo uwagi poświęcono omówieniu wyników badań nad chwilowym zdenerwowaniem i przewlekłym stresem fizycznym doświadczanym przez wyczynowych sportowców. Ze względu na szczególne miejsce sportu w kulturze masowej i ekstremalne obciążenia psychofizyczne w czasie zawodów i duża aktywność fizyczna w rocznym cyklu treningowym, sportowcy narażeni są na kontuzje i chroniczne zmęczenie. Obserwacje biomedyczne w tej grupie są zatem bardzo wnikliwe i często prowadzone przy użyciu zaawansowanych metod diagnostycznych. Obecnie uzyskana wiedza o reakcjach biologicznych w odpowiedzi na nadmierną aktywność fizyczną sportowców pozwala minimalizować ryzyko utraty adaptacji lub uszczerbku dla zdrowia, a także wyjaśniać neurofizjologiczne mechanizmy zmęczenia, uszkodzeń aparatu ruchu i reakcji stresowych, co przyczynia się do rozwoju różnych dziedzin medycyny.

Słowa kluczowe: stres, zmęczenie, wysiłek, emocje, hormony

Summary

The paper discusses responses of human organism exposed to short-lasting and chronic loads, like chronic diseases or overworking, that increase the risk of chronic fatigue syndrome. Special attention was devoted to reports on nervousness and long-lasting physical stress experienced by competitive athletes, who are prone to injuries and chronic fatigue due to their extreme physical and psycho-emotional loads at competitions, high physical activity throughout the annual training cycle and, generally, due to the specific position of sports in mass culture. Biomedical assessment of that community is thus penetrating and often conducted with the use of highly advanced techniques. The contemporary knowledge on biological responses to excessive physical exertions of athletes enables minimising the risk of adaptive failure or health hazard, as well as neurophysiological mechanisms of fatigue, motor system injuries and stress responses, that contributes to expanding medical science.

Key words: Stress; Fatigue; Exertion; Emotions; Hormones

Wprowadzenie

W latach 50. XX wieku Hans Selye, kanadyjski fizjolog, zdefiniował stres jako „alarmowe” reakcje biologiczne organizmu na silne i przejściowe lub przewlekłe bodźce fizyczne, które w przypadku niedostatecznej adaptacji sprzyjają rozwojowi chorób somatycznych. Od tego czasu reakcje stresowe badane są przy użyciu narzędzi stosowanych w naukach biomedycznych i w psychologii, a bodźce stresogenne definiuje się jako stresory, do których należą m.in. fizyczny ból, czynniki środowiskowe, wysiłek fizyczny lub mentalny, antycypacja trudnego zadania, poczucie zagrożenia, konflikt społeczny, choroby, fizyczne urazy i inne trudne sytuacje życiowe wynikające z pełnionych ról społeczno-zawodowych.

Nie mniej różnorodne są reakcje organizmu na wymienione stresory. Do najczęściej badanych reakcji somatycznych można zaliczyć zmiany w układzie krążenia, t.j. wzrost ciśnienia krwi i częstości

skurczu serca, zwiększona aktywność układu hormonalnego, w tym zwiększenie wydzielania tzw. hormonów stresu – kortyzolu, hormonu wzrostu i amin katecholowych. W przypadku długotrwałych i bardzo silnych stresorów dochodzi do zaburzeń psychicznych i behawioralnych o podłożu neurofizjologicznym. Przejawiać się one mogą jako przewlekłe zmęczenie, apatia lub depresja.

Szczególnie dotkliwe są następstwa doświadczeń traumatycznych związane np. z wielką katastrofą [17] czy wojną [16]. Mogą one spowodować syndrom PTSD (*Post Traumatic Stress Disorder*), co w skrajnych przypadkach przejawiać się może jako długotrwałe zaburzenie psychiatryczne wymagające leczenia szpitalnego. Syndrom ten bardzo szczegółowo opisywano w ostatnich kilkunastu latach w odniesieniu do mieszkańców Nowego Jorku po ataku terrorystycznym 11 września 2001 [9,18]. Stresory długotrwałe, takie jak przewlekłe choroby [4,19,20,28,31,43,51] lub fizyczny ból, zawsze odpowiadają za pojawienie się zespołu chronicznego zmęczenia (ZChZ). Zjawisko to charakteryzuje się utratą witalności, apatią i zwiększoną podatnością na infekcje. Jednak takie same objawy występują u ludzi klinicznie zdrowych, lecz przeciążonych stresem zawodowym lub nadmiarem innych obowiązków, przy nieadekwatnym czasie na wypoczynek [1,34,41,44,45,47]. U osób przepracowanych zespół ten jest trudny do diagnozowania za pomocą podstawowych badań medycznych i nie jest uznany za jednostkę chorobową m.in. dlatego, że osoby przewlekłe zmęczone rzadziej zgłaszają się o pomoc do lekarza i trudniej im zdefiniować swoje dolegliwości. Z tego powodu w diagnostyce i prewencji ZChZ osób zdrowych klinicznie ważna jest jednoznaczna i klarowna definicja tego zjawiska. W chwili obecnej za najlepszą można uznać definicję autorstwa zespołu badaczy ze szkoły dla pielęgniarzek przy Uniwersytecie Kansas (USA). Na podstawie jakościowych i ilościowych metod badawczych przeprowadzonych u 40 osób, Aaronson i wsp. [4] uznali, że u dorosłych zdrowych osób ZChZ jest to „*Ostry, czasami przygniatający, lecz tymczasowy stan, z objawami fizycznymi, emocjonalnymi i behawioralnymi, wywołany przez stres i przeciążenie pełnioną rolą, co dezorganizuje życiową aktywność i daje sygnał osobie do podjęcia środków zaradczych*”.

Jednym z pierwszych objawów sygnalizujących ryzyko chronicznego zmęczenia są problemy z zasypianiem, gdyż osoba nadmiernie przeżywa doświadczenia minionego dnia i zamiast zasnąć przewraca się z boku na bok [21]. Wydaje się że rodzaj zmęczenia pracą zawodową ma ścisły związek z typem obciążenia. U osoby ciężko pracującej fizycznie prędzej rozwinię się zmęczenie fizyczne, jak to wykazały badania u rybaków [44], natomiast praca obciążająca układ nerwowy, z towarzyszącą presją czasu, może prowadzić do zmęczenia ogólnego i psychicznego [6,48]. Na ten typ stresu zawodowego narażone są szczególnie osoby zatrudnione w sektorze publicznym, głównie kobiety, dlatego one najczęściej doświadczają zmęczenia psychicznego i wypalenia zawodowego [41,47], a wraz z tym – pogorszenia wydajności zawodowej, określanej wskaźnikiem zdolności do pracy (*Work Ability Index*) [36,46].

Zdrowotne skutki zmęczenia zależą od czasu jego trwania, dlatego proponuje się, aby zmęczenie trwające od 1 do 6 miesięcy zdefiniować jako przewlekłe, a powyżej 6 miesięcy jako zespół chronicznego zmęczenia, który charakteryzuje się jednoczesnym wystąpieniem 5 objawów: bóle mięśni szkieletowych, zaburzenia poznawcze, nawracające infekcje, zakłócenia nocnego snu i pogorszenie nastroju [25]. Badania stresorów krótkoterminowych skupiały się na ocenie organizmu na bodźce fizyczne, psychospołeczne i środowiskowe. Do bodźców fizycznych środowiskowych można zaliczyć maksymalny wysiłek, ból, wysoką lub bardzo niską temperaturę, hipoksję hipobaryczną, lub sztucznie wywołane przyspieszenie grawitacyjne przekraczające kilkukrotnie wartość naturalnego (9.81 m/s^2) [7].

Szeroki wachlarz stresogennych bodźców obejmuje wyzwania wymagające zwiększonej mobilizacji psychicznej np. egzaminy, konflikty społeczne itp. Do oceny podatności na bodźce psychospołeczne stosuje się różne standaryzowane testy przeprowadzane w połączeniu z pomiarem reakcji układu krążenia (częstość skurczów serca i ciśnienie krwi) i zmian biochemicznych markerów pobudzenia, takich jak stężenie w ślinie kortyzolu i alfa amylazy, przed i po zakończeniu testu. Do najczęściej stosowanych należy *Trier Social Stress Test* (TSST), w którym wielkość biochemicznych i krążeniowych reakcji zależy od typu osobowości [12,29].

Reakcje stresowe na zawody sportowe

Do sportu wyczynowego kwalifikowani są na podstawie badań lekarskich młodzi, zdrowi ludzie, zwykle o ponadprzeciętnych możliwościach fizycznych i znacznej odporności psychicznej na bodźce stresogenne. Do oceny wielkości stresu psychicznego bezpośrednio poprzedzającego start stosowane są kwestionariusze psychologiczne oceniające stan przedstartowego pobudzenia – tzw. stres poznawczy (*cognitive stress*), stan lęku wg kwestionariusza Spielbergera i/lub pomiary wskaźników biochemicznych w krwi lub w ślinie, jak kortyzol, testosteron, które są nie tylko wrażliwe na pobudzenie emocjonalne, ale w dużym stopniu określają chwilową dyspozycję psychofizyczną do zawodów, a niekiedy decydują o sukcesie lub porażce.

Te same narzędzia badawcze stosowane są do oceny stresu związanego z samymi zawodami, gdy stres startowy ma składową psychogenną i wysiłkową. Ocena wielkości stresu przedstartowego przy użyciu metod biochemicznych (stężenia kortyzolu) wymaga porównania statusu hormonalnego przed startem oraz w warunkach bezstresowych, neutralnych, u tych samych zawodników. Ponadto należy uwzględnić istnienie dziennego rytmu stężeń tego hormonu. W tym celu należy w obu przypadkach pobrać materiał do analizy o tej samej w przybliżeniu porze dnia. Gdy te warunki nie mogą być spełnione, uzyskane wyniki mają znacznie mniejszą wartość diagnostyczną. W przypadku badania reakcji hormonalnej na krótkotrwały wysiłek startowy bez pomiarów kontrolnych, czyli przeprowadzonych w warunkach neutralnych, uzyskuje się tylko informacje o wielkości stresu związanego z samym wysiłkiem, lecz nie o stopniu antycypacji samych zawodów.

Przykładem takiej niepełnej procedury badawczej są opisane reakcje młodocianych zawodników Taekwondo na pojedynczą walkę [11]. Wykazano w nich znaczący wzrost stężenia w ślinie kortyzolu i alfa-amylazy bezpośrednio po walce i w 30. minucie powysiłkowej odnowy oraz normalizację obu parametrów do wartości przedstartowych osiągniętą po upływie 1.5 h od zakończenia walki. W kolejnym badaniu reakcji zawodników Taekwondo na zawody przeprowadzonym kilka lat później przez tego samego autora zbadano status hormonalny i alfa amylazę dwukrotnie, po obudzeniu i przed startem oraz w podobnych terminach w dniu neutralnym. Ponadto zbadano stan lęku (STAI) 60 minut przed zawodami [37]. Badanie ujawniło efekt silnej antycypacji startu, przejawiający się jako wyższe stężenia obu wskaźników w dniu startowym niż w dniu neutralnym. Ponadto odnotowano znaczące korelację pomiędzy stanem lęku a maksymalnym postartowym stężeniem kortyzolu i alfa amylazy. Autorzy tych badań wzmiankują o ograniczeniach stwarzanych przez trenerów w przypadku przedstartowych badań psychologicznych. Badanie to udało się przeprowadzić najwcześniej godzinę przed pierwszą walką, podczas gdy można się w takich okolicznościach spodziewać pogłębiania psychicznego napięcia aż do momenty startu.

Trudności w uzyskaniu danych opisujących stan afektywny przy użyciu kwestionariusza lęku jako stanu (STAI) bezpośrednio przed walką można wytłumaczyć czasochłonną procedurą pomiarową i zgłaszaną przez zawodników obawą o zakłócenie psychicznej koncentracji bezpośrednio przed startem. W celu pokonania tej przeszkody można z powodzeniem stosować przed startem analogową skalę do oceny odczuwanego stresu. Użycie takiej skali wykazało narastające pobudzenie emocjonalne (przedstartowy stres) przed pierwszą walką w turnieju judo, oraz jego niewielkie, chwilowe obniżenie po fizycznej rozgrzewce [15].

Jak wspomniano wcześniej, w warunkach neutralnych zmiany stężenia kortyzolu związane z dziennym rytmem aktywności kory nadnerczy mogą utrudnić interpretację danych w okresie startowego stresu. Ma to miejsce szczególnie wtedy, gdy zawody zaczynają się i kończą przed południem. Wtedy bowiem, w godzinach 8:00 – 11:00, fizjologiczny spadek stężenia kortyzolu jest największy, co może zniwelować hormonalny przejaw pobudzenia wywołanego startem. W efekcie nałożenia dwóch przeciwstawnych tendencji można odnotować spadek stężenia kortyzolu zamiast wzrostu, zarówno po intensywnym wysiłku,

jak i w krótkim okresie poprzedzającym wysiłek startowy. Takie zjawisko odnotowano u łyżwiarzy w czasie przedpołudniowych zawodów [39] i u zawodników pięcioboju nowoczesnego [13]. W przeciwieństwie do reakcji kortyzolu, alfa-amylaza nie podlega dziennej rytmicy, dlatego jej dynamika w czasie zawodów była bardziej przejrzysta i zgodna z oczekiwaniem [39]. Od pewnego czasu autorzy badający reakcje hormonalne na zawody u sportowców analizują związki pomiędzy wynikami oznaczeń kortyzolu i testosteronu a wynikami sportowymi. Uzyskane dane sugerują, że w czasie zawodów obydwa hormony regulują takie zachowanie zawodników, które może wpływać na sukces lub porażkę [14,24,33,40,49,55].

Zawody sportowe mogą być silnym stymulatorem reakcji fizjologicznych także u obserwatorów. Pierwsze opisane w literaturze badania przeprowadzono u trenerów piłkarzy, którzy obserwowali mecze swoich drużyn [32]. Odnotowano wyższe stężenia kortyzolu w czasie meczu niż w warunkach neutralnych. Podobnie u trenerów drużyn w grach sportowych stężenie alfa-amylazy przed meczem, po pierwszej połowie i po zakończonej grze było znacząco wyższe niż wartości fizjologiczne i miało związek z doświadczaniem negatywnych emocji [27]. Wiele badań epidemiologicznych przeprowadzono u kibiców piłki nożnej. Ich celem było sprawdzenie czy emocje towarzyszące zawodom mogą zwiększyć ryzyko ataku serca. Uzyskane dane nie potwierdzają hipotezy, że obserwacja meczu piłki nożnej zagraża utracie zdrowia, chociaż pojedyncze incydenty kardiologiczne w takich okolicznościach mogą być pomijane w przypadku bardzo dużej populacji badanych. Tym niemniej, reakcje stresowe towarzyszą w czasie meczu fanom piłki nożnej. W czasie finałowego meczu w Pucharze Świata 2010 odnotowano znaczące różnice w czasowym profilu kortyzolu i testosteronu (przed meczem, po przerwie i po zakończeniu 90. minuty gry) w porównaniu z odpowiednim profilem w warunkach kontrolnych [53].

Długotrwałe okresy treningowe jako bodziec stresowy

Coraz bardziej zaawansowane techniki stosowane do monitorowania obciążenia powtarzanymi sesjami treningowymi pozwalają dość precyzyjnie sterować optymalnym doborem ćwiczeń fizycznych. Zwykle wykorzystuje się pomiary wybranych wskaźników biochemicznych we krwi kapilarnej (z palca lub płatka ucha) pobranej bezpośrednio przed i po sesji. Są to oznaczenia mleczanu we krwi pobranej w 3. minucie po najbardziej intensywnych fragmentach sesji, a przed i po jej zakończeniu oznacza się najczęściej stężenia kortyzolu i testosteronu, hormonów regulujących odpowiednio procesy kataboliczne i anaboliczne. Stężenie mleczanu jest przejawem beztlenowej glikolizy, a więc intensywności treningu. Pomiaram mleczanu we krwi często towarzyszy dokonywana przez sportowców subiektywna ocena odczuwanego wysiłku i wielkości bólu mięśni po treningu [26]. W okresie krótkiej potreningowej odnowy, mleczan we krwi jest najszybciej normalizującym się parametrem (do jednej godziny po zakończeniu treningu).

Nieco dłużej (2 – 3 godziny) trwa normalizacja, tj. powrót do stanu wyjściowego, stężeń hormonów. Wśród wielu różnych hormonów stosowanych najczęściej do monitoringu pojedynczych sesji treningowej lub do oceny stanu adaptacji po wielotygodniowych okresach treningowych stosowane są pomiary we krwi lub ślinie stężeń steroidowych hormonów – kortyzolu (C) nasilającego procesy kataboliczne, czyli prowadzące do zwiększonej degradacji białek strukturalnych, oraz testosteronu (T) o działaniu anabolicznym (anty-katabolicznym). Idea stosowania jednego parametru określającego w spoczynku stan równowagi metabolicznej pojawiła się w latach 80. ubiegłego wieku [2]. Parametr ten jest oparty na stosunku molowych stężeń T/C i stosowany był po okresach intensywnych treningów. Z biegiem czasu przyjęto stosować do obliczeń wskaźnika anaboliczno-katabolicznego nie całkowite stężenie testosteronu we krwi (TT), lecz wskaźnik FAI (*Free Androgen Index*) określony stosunkiem TT/SHBG (całkowite stężenie testosteronu do stężenia globuliny specyficznej wiążącej androgen) [3,5,54].

Próby skorelowania T,C oraz wskaźnika T/C oraz wielu innych parametrów biomedycznych ze stanem adaptacji fizycznej wynikają z uzasadnionej obawy, by nadmierne obciążenia fizyczne nie spowodowały utraty nabytej adaptacji fizycznej. U przepracowanych pracowników, jak i u przetrenowanych sportowców, pojawić się mogą objawy sygnalizujące ryzyko przemęczenia, a wraz z nim upośledzenie zdolności do realizacji oczekiwanych od danej grupy zadań. W przypadku sportowców, pierwsze objawy przemęczenia bywają na tyle nieswoiste, że mogą być zlekceważone przez trenera (rzadziej przez zawodnika). W takim przypadku kontynuacja treningów zamiast zmniejszenia aktywności grozi pogłębianiem utraty zdolności wysiłkowych. Pojawiła się zatem konieczność biomedycznego monitoringu jako obiektywnej oceny stanu fizycznego. Samo obniżenie wskaźnika T/C nie może być sygnałem alarmowym poprzedzającym utratę adaptacji. Podobnie wiele innych parametrów oznaczanych we krwi może dawać mylny obraz bieżącego stanu organizmu. Co więcej wykazano, że doprowadzenie zawodnika do lekkiego stanu przemęczenia, a następnie zredukowanie aktywności fizycznej, daje bardzo korzystną poprawę wydolności fizycznej. Przegląd publikowanych do roku 2002 artykułów zawierających opis chwilowego pogorszenia zdolności wysiłkowych i obserwacji biomedycznych skłonił autorów pracy przeglądowej do wysnucia wniosku, że nie istnieją jednoznaczne i w 100% trafne metody diagnozujące stan chronicznego zmęczenia sportowców [52]. Co więcej, zdaniem niektórych autorów [23] termin „przetrenowanie” stosowany przez wielu autorów opisujących przykłady częściowej utraty wydolności fizycznej, jest nadużywany, gdyż badania biochemiczne i wydolnościowe przeprowadzano bezpośrednio po zakończeniu intensywnych treningów, zamiast po krótkim okresie taperingu przeznaczonym na wypoczynek. W takich przypadkach chwilowe i przemijające zmęczenie uznano fałszywie jako przetrenowanie, czyli stan długotrwałej niepełnej fizycznej dyspozycji utrzymujący się pomimo obniżonej aktywności fizycznej [23]. Inni autorzy proponują w miejsce nieprecyzyjnego terminu jakim jest zmęczenia lub przetrenowanie stosować zespół obniżonej wydolności (*underperformance*) [10].

W wyniku rozbieżności wielu opinii odnośnie do chronicznego zmęczenia w sporcie, zaproponowano redefinicję tego stanu [35]. Zaproponowano trzy następujące fazy narastania zmęczenia treningami: pierwsza faza, to zmęczenie funkcjonalne (*functional overreaching*), które objawia się pogorszeniem sprawności psychomotorycznej, ale stan szybko przemijający po krótkim (od kilku dni do 2 tygodni) okresie wypoczynku. Ten stan uważany jest za bardzo pożądaný w okresie wielomiesięcznych przygotowań do startu. Duga faza to nefunkcjonalne zmęczenie, które utrzymuje się znacznie dłużej pomimo wypoczynku, zaś faza trzecia to klasyczny syndrom przetrenowania, czyli objawiająca się znaczną utratą zdolności wysiłkowych trwającą nawet do roku i wymagającą przerwania aktywności sportowej. Łatwo zauważyć, że ta klasyfikacja ze względu na różny czas trwania przypomina tę proponowaną [25] do oceny zmęczenia pracą zawodową.

Analizując inne przejawy przemęczenia sportowców, warto zwrócić uwagę na pogorszenie nastroju czasem przypominające stan depresji [8,32,42,50], aczkolwiek pogorszenie nastroju może być także następstwem braku oczekiwanych wyników presją środowiska lub trenera. Takie okoliczności sprzyjają psychicznemu wypaleniu i rezygnacji z uprawiania sportu [22].

Podsumowanie

W artykule omówiono zaledwie wąski wachlarz sytuacji stresogennych dotyczących zarówno sportowców, jak i innych grup społeczno-zawodowych. Grupy te narażone są na specyficzne bodźce związane z funkcją zawodową, statusem społecznym i materialnym, które w zależności od czasu trwania, intensywności oraz charakteru czynią życie mniej lub bardziej satysfakcjonującym. Stres ma negatywną konotację społeczną, ale są takie rodzaje bodźców, które mają pozytywny wpływ na rozwój człowieka. Istnieją ponadto osobnicze różnice odnośnie do zapotrzebowania na zewnętrzną stymulację. Niektóre osoby o bardzo dużej potrzebie doświadczania stresów dobrowolnie podejmują ryzyko, nieraz zagrażające życiu.

Piśmiennictwo

1. Aaronson L.S., Pallikkathayil L., Crighton F. (2003) A qualitative investigation of fatigue among healthy working adults. *West J. Nurs. Res.* 25(4):419-433.
2. Adlercreutz H., Härkönen M., Kuoppasalmi K., Nävieri H., Huhtaniemi I., Tikkanen H., Remes K., Dessypris A., Karvonen J. (1986) Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. *Int. J. Sport Med.* Suppl 1: 27-28.
3. Alen M., Pakarinen A., Häkkinen K., Komi P.V. (1988) Responses to serum androgenic-anabolic and catabolic hormones to prolonged strength training. *Int. J. Sports Med.* 9:229-233.
4. Andersen A.B., Law I., Ostrowski S.R., Lebech A.M., Hoyer-Hansen G., Hojgaard L., Gerstoft J., Ullum H., Kraer A. (2006) Self-reported fatigue common among optimally treated HIV patients: no correlation with cerebral FDG-PET scanning abnormalities. *Neuroimmunomodulation* 13(2):69-75.
5. Banfi G., Marinelli M., Roi G.S., Agape V. (1993) Usefulness of free testosterone/cortisol ratio during a season of elite speed skating athlete. *Int. J. Sports Med.* 14:373-379.
6. Bernotaite L., Malinauskiene V. (2017) Workplace bullying and mental health among teachers in relation to psychosocial job characteristics and burnout. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health* 30(4):629-640.
7. Bibbey A., Carroll D., Roseboom T.J., Phillips A.C., de Rooij S.R. (2013) Personality and physiological reactions to acute psychological stress. *Int. J. Psychophysiol.* 90:28-36.
8. Brandt R., Bevilacqua G.G., Andrade A. (2017) Perceived Sleep Quality, Mood States, and Their Relationship With Performance Among Brazilian Elite Athletes During a Competitive Period. *J. Strength Cond. Res.* 31(4):1033-1039.
9. Bromet E.J., Hobbs M.J., Clouston S.A., Gonzalez A., Kotov R., Luft B.J. (2016) DSM-IV post-traumatic stress disorder among World Trade Center responders 11-13 years after the disaster of 11 September 2001 (9/11). *Psychol. Med.* 46(4):771-783.
10. Budget R., Newsholme E., Lehman M., Sharp C., Jones D., Peto T., Collins D., Nerurkar R., White P. (2000) Redefining the overtraining syndrome as the unexplained underperformance syndrome. *Br. J. Sports Med.* 34:67-68.
11. Capranica L., Condello G., Tornello F., Iona T., Chiodo S., Valenzano A., De Rosas M., Messina G., Tessitore A., Cibelli G. (2017) Salivary alpha-amylase, salivary cortisol, and anxiety during a youth taekwondo championship: An observational study. *Medicine (Baltimore)* 96(28):e7272.
12. Capranica L., Lupo C., Cortis C., Chiodo S., Cibelli G., Tessitore A. (2012) Salivary cortisol and alpha-amylase reactivity to taekwondo competition in children. *Eur. J. Appl. Physiol.* 112(2):647-652.
13. Casto K.V., Edwards D.A. (2016) Testosterone, cortisol, and human competition. *Hormones and Behavior* 82:21-37.
14. Casto K.V., Rivell A., Edwards D.A. (2017) Competition-related testosterone, cortisol, and perceived personal success in recreational women athletes. *Hormones and Behavior* 92:29-36.
15. Dehghan F., Khodaei F., Afshar L., Shojaei F.K., Poorhakimi E., Soori R., Fatollahi H., Azarbayjani M.A. (2018) Effect of competition on stress salivary biomarkers in elite and amateur female adolescent inline skaters. *Science & Sports (w druku)*.
16. Elbogen E.B., Johnson S.C., Wagner H.R., Sullivan C., Taft C.T., Beckham J.C. (2014) Violent behaviour and post-traumatic stress disorder in US Iraq and Afghanistan veterans. *Br. J. Psychiatry* 204: 368-375.
17. Fujiwara T., Yagi J., Homma H., Mashiko H., Nagao K., Okuyama M. (2017) Great East Japan earthquake follow up for children study team. Symptoms of post-traumatic stress disorder among young children 2 years after the great East Japan earthquake. *Disaster Med. Public Health Prep.* 11(2): 207-215.
18. Galea S., Ahern J., Resnick H., Kilpatrick D., Bucuvalas M., Gold J., Vlahov D. (2002) Psychological sequelae of the September 11 terrorist attacks in New York City. *N. Engl. J. Med.* 346(13):982-987.
19. Glaus A. (2001) Fatigue in patient with cancer from an orphan topic to a global concern. *Support Care Cancer* 9(1):1-3.
20. Gledhill J.A. (2005) A qualitative study of the characteristics and representation of fatigue in a French speaking population of cancer patients and healthy subjects. *Eur. J. Oncol. Nurs.* 9(4):294-312.
21. Guan S., Xiaerfuding X., Ning L., Lian Y., Jiang Y., Liu J., Ng T.B. (2017) Effect of job strain on job burnout, mental fatigue and chronic diseases among civil servants in the Xinjiang Uygur Autonomous Region of China. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 14(8). pii: E872.

22. Gustafsson H., DeFreese J.D., Madigan D.J. (2017) Athlete burnout: review and recommendations. *Curr. Opin. Psychol.* 16:109-113.
23. Halson S.L., Jeukendrup A.E. (2004) Does overtraining exist? An analysis of overtraining and overtraining research. *Sports Medicine* 2004 34:967-981.
24. Henry A., Sattizahn J.R., Norman G.J., Beilock S.L., Maestripieri D. (2017) Performance during competition and competition outcome in relation to testosterone and cortisol among women. *Hormones and Behavior* 92:82-92.
25. Hickie I., Darenport Y., Vernon S.D., Nisenbaum R., Reeves W.C., Hadzi-Palovic D., Lloyd A. (2009) Are chronic fatigue and chronic fatigue syndrome valid clinical entities across countries and health-care-setting? *Aust. NZ J. Psychiatry* 43(1):25-35.
26. Hollander D.B., Durand R.J., Trynicki J.L., Larock D., Castracane V.D., Herbert E.P., Kraemer R.R. (2003) RPE, pain and physiological adjustment to concentric and eccentric contractions. *Med. Sci. Sports Exerc.* 35:1017-1025.
27. Hudson J., Davison G., Robinson P. (2013) Psycho-physiological and stress responses to competition in team sport coaches: an exploratory study. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 23:e279-285.
28. Huet P.M., Deslauries J., Tran A., Faucher C., Charbouneau J. (2000) Impact of fatigue on the quality of life of patients with primary biliary cirrhosis. *Am. J. Gastroenterol.* 95(3):760-767.
29. Jonassaint C.R., Why Y.P., Bishop G.D., Tong E.M., Diong S.M., Enkelmann H.C., Khader M., Ang J. (2009) The effects of neuroticism and extraversion on cardiovascular reactivity during a mental and an emotional stress task. *Int. J. Psychophysiol.* 74:274-279.
30. Jones G., Hocine M., Salomon J., Dab W., Temime L. (2015) Demographic and occupational predictors of stress and fatigue in French intensive-care registered nurses and nurses' aides: a cross-sectional study. *Int. J. Nurs. Stud.* 52(1):250-259
31. Jorgensen R. (2006) A phenomenological study of fatigue in patients with primary biliary cirrhosis. *J. Adv. Nurs.* 55(6): 689-697.
32. Kugler J., Reintjes F., Tewes V., Schedlowski M. (1996) Competition stress in soccer coaches increases salivary immunoglobulin A and salivary cortisol concentrations. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 36:117-120.
33. Mehta P.H., Welker K.M., Zilioli S., Carré J.M. (2015) Testosterone and cortisol jointly modulate risk-taking. *Psychoneuroendocrinology* 56:88-99.
34. Mountphen A., Sharpe M. (1997) Chronic fatigue syndrome and occupational health. *Occup. Med. (Lond).* 47(4):217-227.
35. Nederhof E., Lemmink K.A., Visacher C., Meeusen R., Mulder T. (2006) Psychomotor speed: possibly a new marker for overtraining syndrome. *Sports Medicine* 36:817-828.
36. Obmiński Z., Golec L., Stupnicki R., Hackney A.C. (1997) Effects of hypobaric-hypoxia on the salivary cortisol levels of aircraft pilots. *Aviat. Space Environ. Med.* 68(3):183-186.
37. Obmiński Z., Mroczkowska H. Intensity of perceived stress prior to a judo tournament among male and female contestants. A preliminary study. (2014) *J. Combat Sports & Martial Arts* 5(2):68-72.
38. Obmiński Z., Wojtkowiak M., Stupnicki R., Golec L., Hackney A.C. (1997) Effect of acceleration stress on salivary cortisol and plasma cortisol and testosterone levels in cadet pilots. *J. Physiol. Pharmacol.* 48(2):193-200.
39. Obmiński Z., Ladyga M., Anioł-Strzyżewska K., Przychodzki P. (2016) Biological responses to four events of the modern pentathlon in male and female athletes. *Pol. J. Sports Med.* 32(1):1-8.
40. Papacosta E., Nassiss G.P., Gleeson M. (2016) Salivary hormones and anxiety in winners and losers of an international judo competition. *J. Sports Sci.* 34(13):1281-1287.
41. Perski A., Grossi G., Evengard B., Blomkvist V., Yilbar B., Orth-Gomer K. (2002) Emotional exhaustion common among women in the public sector. *Lakartidningen* 99(18): 2047-2052.
42. Pierce E.F Jr. (2002) Relationships between training volume and mood states in competitive swimmers during a 24-week season. *Percept. Mot. Skills.* 94: 1009-1012.
43. Prince M.I., James O.F., Holland N.P., Jones D.E. (2000) Validation of a fatigue impact score in primary biliary cirrhosis: toward a standard for clinical and trial use. *J. Hepatol.* 32(3): 368-373.
44. Remmen L.N., Herttua K., Riss-Jepsen J., Berg-Beckhoff G. (2017) Fatigue and workload among Danish fishermen. *Int. Marit. Health* 68(4):252-259.

-
45. Rose D.M., Seidler A., Nübling M., Latza U., Brähler E., Klein E.M., Wiltink J., Michal M., Nickels S., Wild P.S., König J., Claus M., Letzel S., Beutel M.E. (2017) Associations of fatigue to work-related stress, mental and physical health in an employed community sample. *BMC Psychiatry* 5;17(1):167.
46. Rostamabadi A., Zamanian Z., Sedaghat Z.(2017) Factors associated with work ability index (WAI) among intensive care units' (ICUs') nurses. *J. Occup. Health* 28(2):147-155.
47. Sares J.J., Grossi G., Sundin D. (2007) Burnout among women: association with demographic/socio-economic, work lifestyle and health factors. *Arch. Women Ment. Health* 10(2): 61-71.
48. Silva da F.J., Felli V.E., Martinez M.C., Mininel V.A., Ratier A.P. (2015) Association between work ability and fatigue in Brazilian nursing workers. *Work* 53(1):225-232.
49. Smith K.M., Apicella C.L. (2017) Winners, losers, and posers: The effect of power poses on testosterone and risk-taking following competition. *Hormones and Behavior* 92:172-181.
50. St Clair Gibson A., Grobler L.A., Collins M., Lambert M.I., Sharwood K., Derman E.W., Noakes T.D. (2006) Evaluation of maximal exercise performance, fatigue, and depression in athletes with acquired chronic training intolerance. *Clin. J. Sport Med.*16(1):39-45.
51. Sturgeon J.A., Finan P.H., Zautra A.J. (2016) Affective disturbance in rheumatoid arthritis: psychological and disease-related pathways. *Nat. Rev. Rheumatol.* 12(9):532-542.
52. Urhausen A., Kindermann W. (2002) Diagnosis of overtraining: what tools do we have? *Sports Medicine.* 32:95-102.
53. Van der Meij L., Almela M., Hidalgo V., Villada C., Ijzerman H., van Lange P.A., Salvador A. (2012) Testosterone and cortisol release among Spanish soccer fans watching the 2010 World Cup final. *PLoS. One* 7:e34814.
54. Vervoorn C., Quist A.M., Vermulst L.J., Erich W.B., de Vries W.R., Thijssen J.H. (1991) The behavior of plasma free testosterone/cortisol ratio during a season of elite rowing training. *Int. J. Sports Med.* 12:257-263.
55. Vongas J.G., Al Hajj R. (2017) The effects of competition and implicit power motive on men's testosterone, emotion recognition, and aggression. *Hormones and Behavior* 92:57-71.
-

Otrzymano: 18.12.2018

© Wyższa Szkoła Kultury Fizycznej i Turystyki im. Haliny Konopackiej, Pruszków
ISSN 2544-1639

Adres autora: zbigniew.obminski@insp.waw.pl

Informacja o Autorze:

Dr Zbigniew Obmiński jest uznanym specjalistą w dziedzinie endokrynologii wysiłku fizycznego i stresu, kierownikiem Zakładu Endokrynologii w Instytucie sportu, autorem wielu publikacji na ten temat w światowym piśmiennictwie.