

Maciej Pawlak

Katedra Fizjologii, Biochemii i Higieny
Akademii Wychowania Fizycznego
w Poznaniu

Ból w sporcie — aktualne wyzwania dla teorii i praktyki

Pain in sport — the challenge for theory and practice

STRESZCZENIE

Ból pełni funkcję ochronną, informując o grożącym niebezpieczeństwie. U osób trenujących wskazuje granice wydolności organizmu, szczególnie w obszarze, który w danej dyscyplinie poddany zostaje najwyższemu obciążeniu, a w konsekwencji jest najbardziej narażony na uszkodzenie lub kontuzję. Ból jest też elementem doświadczenia sportowego, ma też zwykle specyficzną etiologię, przewidywalny czas trwania oraz sprawdzone metody postępowania terapeutycznego.

W ostatnich latach obserwuje się zarówno coraz większe obciążenia organizmu sportowców wyczynowych, jak i zwiększającą się liczbę osób, w tym również seniorów, korzystających z różnych zorganizowanych form aktywności fizycznej. Trendom tym towarzyszą nowe wyzwania badawcze z zakresu nocycepcji i bólu.

(Forum Zaburzeń Metabolicznych 2014, tom 5, nr 4, 158–164)

Słowa kluczowe: sport, ból, nocycepcja, kontuzja, wysiłek fizyczny

ABSTRACT

Pain has a protecting function and inform about the impending danger. In athletes, pain indicates the maximum load capacity of the body, especially of those areas which are usually exposed to maximum loads and, consequently, damage or injury. Pain is also a component of the sporting experience, has always special etiology, expected lasting and proved therapeutical methods. In last years the increasing efforts of athletes as well as the increasing number of people, including persons who are physically active during their working life and after retirement, are observed. These trends are accompanied by new scientific challenges in view of studies of nociception and pain problems.

(Forum Zaburzeń Metabolicznych 2014, vol. 5, no. 4, 158–164)

Key words: sport, pain, nociception, injury, physical effort

Adres do korespondencji:

Prof. dr hab. n. med. Maciej Pawlak
Akademia Wychowania Fizycznego
ul. Królowej Jadwigi 27/39, 61–871 Poznań
tel.: (61) 835 51 88, faks: (61) 835 51 88
e-mail: pawlak@awf.poznan.pl

Copyright © 2014 Via Medica
ISSN 2081–2450

WSTĘP

Ból jest specyficznym doznaniem, definiowanym jako „nieprzyjemne doznanie zmysłowe i emocjonalne, które związane jest z aktualnie występującym lub potencjalnym uszkodzeniem tkanek albo opisywanym w kategoriach takiego uszkodzenia” [1]. Ból pełni przede wszystkim funkcję ochronną, informując o grożącym niebezpieczeństwie. Jest również swoistym, subiektywnym kryterium zdrowia lub choroby, a ponadto pełni funkcję czynnika diagnostycznego, istotnego szczególnie podczas oceny skuteczności prowadzonej terapii.

Ból jest doznaniem sensorycznym, równie istotnym dla człowieka jak odbiór dźwięków, barw, smaku, węchu czy dotyku. W przeciwieństwie do nich wywołuje jednak wyłącznie emocje i odczucia o charakterze negatywnym. Odczucie bólu jest fenomenem sensorycznym, którego wymiar i intensywność można — przynajmniej w pewnym zakresie — modulować, zaakceptować, jak w przypadku porodu czy sportów walki, a nawet zbagatelizować, o czym przekonują pacjentki poddające się operacjom kosmetycznym. Ból poza najbardziej charakterystycznym składnikiem, sensoryczno-dyskryminatywnym, który pozwala na lokalizację oraz ocenę intensywności bodźca, obejmuje także inne aspekty: emocjonalny (afektywny), ruchowy (motoryczny) oraz autonomiczny. Ból ma złożoną naturę, wiele obliczy, przez co stał się przedmiotem zainteresowania nauk medycznych, przyrodniczych i humanistycznych. O swoistej „wielowymiarowości” bólu świadczy też szerokie spektrum metod, którymi można go leczyć: od farmakologicznych, przez fizjoterapeutyczne, po psychologiczne [2]. Ból jest pojęciem odnoszonym powszechnie do opisanego zmysłowych i czuciowych wrażeń, będących następstwem zadziałań bodźca szkodliwego dla tkanki, asocjowanym najczęściej z takimi terminami jak: świadomość, postrzeganie, odbiór,

przeżycie, cierpienie. Z neuroanatomicznego punktu widzenia należy jednak mówić o nocyciepcji, która obejmuje obwodową rejestrację bodźców szkodliwych lub potencjalnie szkodliwych dla tkanki przez nocyciepcję, ich transmisję włóknami wolnoprzewodzącymi w formie potencjałów czynnościowych oraz przetworzenie tej informacji w ośrodkowym układzie nerwowym (OUN). Struktury, w których ten proces się odbywa, określono mianem układu nocyciepcyjnego. Specyfika, ale i zarazem fenomen bólu wyraża się też w zróżnicowaniu czasu jego trwania (ból ostry i przewlekły), uwzględnieniu miejsca postrzegania (ból zlokalizowany i uogólniony) oraz pochodzeniu: fizjologicznym, czyli receptorowym, bądź też patologicznym (niereceptorowym), wywołanym przez bezpośrednie uszkodzenie struktur układu nerwowego. Bólem powstałym bez aktywacji nocyciepcji i uszkodzenia tkanek, jednak odnoszonym do takiego uszkodzenia, jest ból psychogeny. Również świad jest znaczącym elementem nocyciepcji oraz często ważnym symptomem pewnych poważniejszych schorzeń [3].

SPECYFIKA BÓLU W SPORCIE

Ból nie ma charakterystycznych wyróżników neurofizjologicznych ani neuroanatomicznych w odniesieniu do obszaru aktywności fizycznej, wysiłku lub specyficznych dla dyscypliny obciążeń lub kontuzji sportowych. Rejestracja zdarzeń następuje z reguły obwodowo, poprzez nocyciepcję, natomiast ból odczuwany jest ośrodkowo, kiedy informacja przesłana szlakami dośrodkowymi zostaje tam uzupełniona o kontekst subiektywny. Nocyciepcja, czyli zakończenie wolnoprzewodzącego włókna nerwowego, typowego dla układu nocyciepcyjnego, ma błonę komórkową wyposażoną w liczne kanały i receptory, które odpowiadają na bardzo szerokie spektrum bodźców mechanicznych, chemicznych lub termicznych. Zakończenia te, wskutek oddziaływania tak

►► Ból ma złożoną naturę, wiele obliczy, przez co stał się przedmiotem zainteresowania nauk medycznych, przyrodniczych i humanistycznych. O swoistej „wielowymiarowości” bólu świadczy też szerokie spektrum metod, którymi można go leczyć: od farmakologicznych, przez fizjoterapeutyczne, po psychologiczne ◀◀

zwanych czynników stanu zapalnego, mogą również podlegać sensytyzacji (uwrażliwieniu), przez co bodziec niebolesny staje się najczęściej bodźcem bolesnym [4]. Ból w sporcie może też być następstwem podrażnienia pozareceptorowych elementów układu nocyceptywnego, czyli zarówno dróg przewodzących w ramach obwodowego, jak i struktur ośrodkowego układu nerwowego. W tym przypadku będziemy mieli do czynienia ze wspomnianym już, patologicznym bólem niereceptorowym.

Etiologia bólu w sporcie jest łączona zasadniczo z intensywną aktywnością fizyczną, urazami lub kontuzjami bądź też ich przewlekłymi skutkami, zbyt intensywnym użytkowaniem określonych struktur układu ruchu lub schorzeniami degeneratywnymi. W piśmiennictwie dostępne są prace charakteryzujące zarówno ilościowo, jak i jakościowo zdarzenia (kontuzje, urazy, uszkodzenia ciała), które wiążą się z wystąpieniem bólu u sportowców lub amatorów uprawiających sport rekreacyjnie [5, 6]. Liczba tych prac zwiększa się każdego roku, a w bazie PubMed, po podaniu haseł „PAIN” i „SPORT”, można znaleźć 14 907 prac naukowych opublikowanych w ciągu ostatnich 40 lat.

Tradycyjnie ból w sporcie jest kojarzony z urazami, kontuzjami, samym procesem leczenia, przywracaniem pełnej sprawności zawodnika lub ekstremalnym wysiłkiem fizycznym. Ból w sporcie pełni jednak specyficzną funkcję informacyjną, wskazującą na dopuszczalne granice obciążenia organizmu, szczególnie w obszarach, które są najbardziej poddane oddziaływaniu maksymalnych sił i naprężeń, a w konsekwencji szczególnie narażone na uszkodzenie lub kontuzję. Jest też elementem doświadczenia sportowego, bez względu na to, czy dyscyplina ma charakter kontaktowy, czy też nie. Ponadto u zawodnika ból ma zwykle specyficzną etiologię, przewidywalny czas trwania oraz sprawdzone metody postępowania terapeutycznego.

Większość uprawianych dyscyplin sportowych charakteryzuje się urazowością. Jest ona następstwem przeciążeń, nadwyrężenia mięśni i ich przyczepów, konsekwencją nadmiernego obciążenia niektórych struktur układu ruchu (np. stawów) bądź też następstwem nieszczęśliwych zdarzeń, fauli, wypadków lub kontuzji. Niektóre dyscypliny sportu, jak chociażby boks, którego korzenie sięgają pierwszych igrzysk greckich, mają wręcz wpisane w swoją teorię i praktykę zadawanie bólu. Jest on jednak przez zawodników inaczej wartościowany, a uderzenie przeciwnika wyzwała dodatkową chęć walki, motywując do zwycięstwa.

Również ból mięśni odczuwany po ćwiczeniach może być pozytywnie odbierany przez osobę trenującą, dając wrażenie, nie zawsze słusznie, dobrze i intensywnie przeprowadzonego treningu. Jak wykazują badania prowadzone przez autora, nawet nieznaczny wysiłek fizyczny może już zmienić próg odbioru bodźców zarówno sensorycznych, jak i o charakterze nocyceptywnym [7, 8]. W konsekwencji, podczas treningu lub meczu, należy się zatem liczyć z możliwością występowania urazów lub mikrourazów, które wskutek modulacji progu bólu, nie zostają jednoznacznie odebrane jako bodźce szkodliwe. Szczególnie niebezpieczne jest sumowanie się takich zdarzeń, co może prowadzić do przewlekłych procesów patologicznych narządu ruchu, dolegliwości bólowych i dysfunkcji [9].

Stan wiedzy, ale też obserwacje i wypowiedzi zawodników wskazują, że każdy z nich musi określić swój specyficzny, indywidualny stosunek do bólu, można by rzec, wypracować swoistą linię porozumienia, co wyraża się w jego akceptacji, w umiejętności gry pomimo bolesnej kontuzji, sposobach „oszukania” lub też „przewyciężenia” bólu, również przewlekłego.

Mówiąc zatem o specyfice bólu w sporcie, należy uwzględnić szeroki obszar socjologiczny i psychologiczny tej problematyki,

►► Ból w sporcie pełni jednak specyficzną funkcję informacyjną, wskazującą na dopuszczalne granice obciążenia organizmu, szczególnie w obszarach, które są najbardziej poddane oddziaływaniu maksymalnych sił i naprężeń, a w konsekwencji szczególnie narażone na uszkodzenie lub kontuzję ◀◀

►► U zawodnika ból ma zwykle specyficzną etiologię, przewidywalny czas trwania oraz sprawdzone metody postępowania terapeutycznego ◀◀

a także inne aspekty: motywację, chęć rywalizacji, aktywizację czy chęć przezwyciężenia słabości.

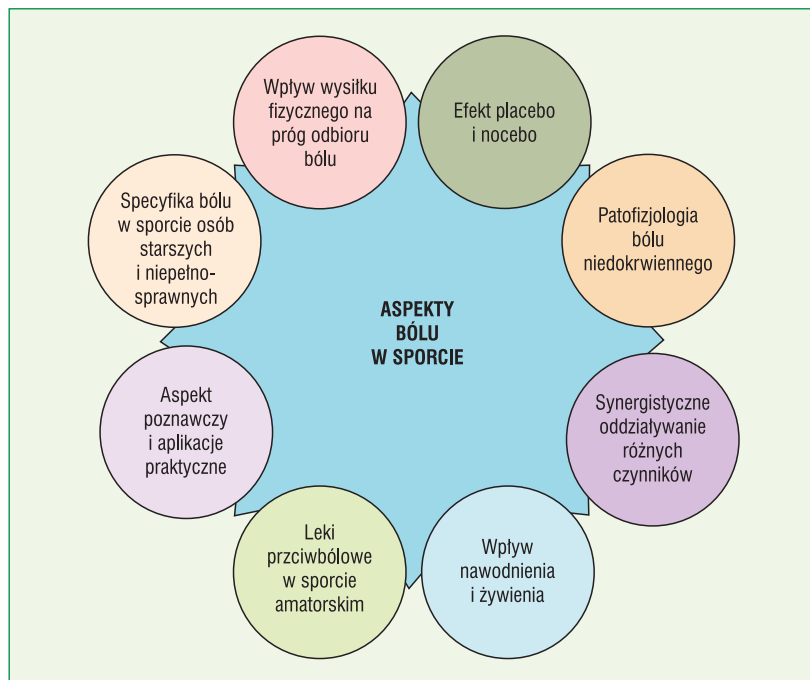
AKTUALNE WYZWANIA DLA TEORII I PRAKTYKI SPORTOWEJ

Problematyka bólu w sporcie rozpatrywana konserwatywnie, wyłącznie w kategoriach odczucia sensorycznego i klinicznej oceny jego następstw, nie wyczerpuje już aktualnie obiektywnych uwarunkowań ani też złożoności problematyki, co przedstawiono na rycinie 1.

Pojawiło się bowiem wiele pytań pozostających do dzisiaj bez odpowiedzi, dotyczących zarówno teoretycznych, jak i aplikacyjnych przesłanek bólu w sporcie. Niewątpliwie przyczyną jest wystąpienie szeregu czynników, które równolegle, w stosunkowo krótkim czasie, zmieniły bezpośrednio i pośrednio relacje pomiędzy bólem i zróżnicowanymi formami wyczynowej oraz amatorskiej aktywności fizycznej. Ból w sporcie został zatem dostrzeżony i rozumiany jest w znacznie szerszym wymiarze niż jeszcze kilka lat temu. Powodem jest przede wszystkim włączenie w obszar zainteresowań wielu zagadnień, które nie pozostają bez związku z bólem, a można by nawet rzec, współtworzą ból. Trzeba do nich zaliczyć zwłaszcza czynniki modulujące próg bólu, między innymi wiek [10], płeć [11], stres [12], efekt osoby wspomagającej [13], wcześniejsze doświadczenia z bólem, stan psychiczny czy obciążenie wysiłkiem [7]. Pełniejszy zakres takich czynników, adekwatnych zarówno do amatorskiej aktywności fizycznej, jak i do sportu wyczynowego, przedstawiono na rycinie 1.

Wpływ wysiłku fizycznego na odbiór bólu

Wyniki coraz większej liczby prac wskazują, że regularna aktywność fizyczna, ale też stosunkowo niewielki wysiłek fizyczny mogą modulować próg odbioru bodźców zarówno bezbolesnych, jak i bolesnych [4,



Rycina 1. Czynniki, które można rozpatrywać jako istotne elementy bólu w sporcie (omówienie w tekście)

7, 8]. Wiadomo też, że zawodnicy, którzy doświadczyli urazów i kontuzji, potrafili w większym stopniu zaakceptować intensywniejszy ból zanim zdecydowali się opuścić boisko, w porównaniu z zawodnikami bez takich doświadczeń [14]. Tolerancja zawodników na ból wydaje się zróżnicowana w zależności od dyscypliny, z możliwym podziałem na dyscypliny indywidualne i zespołowe oraz kontaktowe i niekontaktowe [15]. Jak duży jest wpływ aspektu subiektywnego w relacji do bólu świadczą wyniki badań Raudenbusha i wsp. [16], w których tolerancja na ból była też wysoka podczas udziału w grach komputerowych lub oglądania sekwencji sportowych, szczególnie sportów walki.

Ból w sporcie osób starszych

Średnia długość życia w krajach rozwiniętych wynosi aktualnie około 25–30 lat więcej niż na początku XX wieku [17]. Konsekwencje tego trendu dotyczą wszystkich sfer życia społecznego, w tym również aktywności fizycznej i sportowej. Ból u ludzi starszych

►► Ból w sporcie został zatem dostrzeżony i rozumiany jest w znacznie szerszym wymiarze niż jeszcze kilka lat temu. Powodem jest przede wszystkim włączenie w obszar zainteresowań wielu zagadnień, które nie pozostają bez związku z bólem, a można by nawet rzec, współtworzą ból. Trzeba do nich zaliczyć zwłaszcza czynniki modulujące próg bólu, między innymi wiek [10], płeć [11], stres [12], efekt osoby wspomagającej [13], wcześniejsze doświadczenia z bólem, stan psychiczny czy obciążenie wysiłkiem ◀◀

▶▶ Niedotleniony i pracujący mięsień manifestuje swój dyskomfort poprzez ból ◀◀

powinien być rozpatrywany z uwzględnieniem dodatkowych aspektów, szczególnie neurofizjologicznego, obejmującego zmiany w percepcji bodźców sensorycznych [18, 19], socjalnego i psychologicznego. Wiadomo, że w procesie starzenia zachodzą specyficzne procesy w obwodowym i ośrodkowym układzie nerwowym o charakterze strukturalnym oraz funkcjonalnym, manifestujące się między innymi zmianami jakościowymi i ilościowymi, często na poziomie molekularnym [10].

Patofizjologia bólu niedokrwiennego

Wiadomo, że niedotleniony i pracujący mięsień manifestuje swój dyskomfort poprzez ból [20]. Pomimo że znane są czynniki, które usposabiają do tego stanu, między innymi ucisk mechaniczny i/lub skurcz mięśnia, obniżenie pH, nekroza komórek uwalniających ATP czy też stan zapalny, nasuwają się jednak pytania: jak intensywna aktywność mięśnia jest potrzebna, aby wywołać ból w niedotlenionej tkance? Jakie bezpośrednie i pośrednie procesy są w to włączone? Czy możliwe są „profile osobnicze”? Na razie pozostają one bez wyczerpującej odpowiedzi.

Stosowanie leków przeciwbólowych w sporcie, również amatorskim

Nowym zjawiskiem w sporcie, szczególnie amatorskim, zwłaszcza u uczestników różnych form sportów masowych (m. in. maratonów), jest przyjmowanie podczas biegów lub nawet przed przystąpieniem do nich środków przeciwbólowych. Według Brune i wsp. [21] 11% uczestników deklaroowało odczuwalny ból przed startem, a 60% uczestników biegu przyznało, że przyjęli przed maratonom środki przeciwbólowe. Uwzględniając efekty stosowania leków analgetycznych i przeciwzapalnych podczas długiego intensywnego wysiłku, dostrzega się szereg elementów stanowiących zagrożenie dla zdrowia osób stosujących tego typu wspomaganie.

Efekt placebo w sporcie

O niewielkiej wiedzy z obszaru efektu placebo i nocebo w sporcie przekonują informacje z baz danych. Placebo, które potrafi aktywować te same struktury mózgu co opioidy [22], wydaje się specyficznym aspektem bólu w sporcie. Ponadto ten fenomen jest dużo bardziej złożony w przypadku sportu niż w przypadku chorób. Wykazano między innymi, że zawodnicy przekonani o: aplikacji u nich anaboliów [23], podaniu kofeiny [24], hipotetycznego „superśrodka” [25] lub poddani treningowi ze wspomagającym działaniem urządzenia respiracyjnego [26], osiągnęli lepsze wyniki sportowe niż grupa porównawcza lub kontrolna.

Wpływ nawodnienia i żywienia

Jednym z istotnych czynników, który oczekuje na pełniejsze opracowanie w aspekcie bólu i aktywności fizycznej, jest żywienie. Ten aspekt można rozumieć pośrednio i bezpośrednio. W pierwszym przypadku chodzi przede wszystkim o gospodarkę kwasowo-zasadową. Zmiana wartości pH, wywołana nadmiarem protonów, prowadzi do podrażnienia nocyceptorów. Zastosowana eksperymentalnie infuzja roztworu o obniżonym pH indukowała ból mięśniowy, który wywoływał u ludzi ból i hiperalgezę na zastosowane bodźce mechaniczne [27]. Stąd tak duże jest znaczenie właściwego treningu, ze względu na podwyższoną sprawność użyczenia mleczanu u osób wytrenowanych.

Pośrednie efekty żywienia w aspekcie problematyki bólu w sporcie należy rozumieć jako następstwo dłuższego stosowania niewłaściwego doboru składników pokarmowych. Może to być wspomniane zagadnienie gospodarki kwasowo-zasadowej, szczególnie lekkich kwasów spowodowanych zmniejszającymi się rezerwami buforowymi organizmu, co prowadzi w dłuższym czasie do usuwania składników mineralnych z kości i nie jest bez znaczenia w aspekcie etiologii chorób przewlekłych, między in-

▶▶ Jednym z istotnych czynników, który oczekuje na pełniejsze opracowanie w aspekcie bólu i aktywności fizycznej, jest żywienie ◀◀

nymi osteoporozy i chorób reumatycznych [28]. Również stosowanie diety lub głódówek, ze względu na możliwe konsekwencje metaboliczne, trzeba rozważyć w aspekcie prawdopodobnych pośrednich zmian prowadzących do wystąpienia lub nasilenia bólu [29].

Interesujące jest też stosowanie suplementacji diety u osób aktywnych fizycznie lub wyczynowo w aspekcie bólu. O korzystnych efektach w odniesieniu do rozgałęzionych aminokwasów pisali Matsumoto i wsp. [30], natomiast o pozytywnym efekcie suplementacji hydrolizatami kolagenu u sportowców z bólem stawu kolanowego donosili Clark i wsp. [31].

Inne czynniki

Poza wymienionymi praktycznymi aspektami bólu w sporcie, należy dostrzec pytania dotyczące synergicznych efektów oddziaływania bodźców fizycznych, farmakologicznych i psychologicznych. Wiele receptorów zostaje bowiem aktywowanych nie tylko przez czynniki fizyczne (ciepło, zimno, nacisk) lub naturalne czynniki chemiczne (kapsaicyna, mentol czy kamfora), ale również przez produkty różnych ścieżek sygnalizacyjnych modulujących odbiór i przetwarzanie bólu. Interesujące jest także zagadnienie aktywności spontanicznej włókien nerwowych jako następstwa podrażnienia lub uszkodzenia nerwów obwodowych u osób aktywnych fizycznie lub zawodników różnych dyscyplin [32]. Potrzebne są również badania dotyczące etiologii bólów specyficznych dla poszczególnych dyscyplin lub częściej spotykanych typów bólu, na przykład głowy.

PODSUMOWANIE

Ból w sporcie jest nadal atrakcyjnym i szybko rozwijającym się obszarem badań, który powinien zostać poznany przy wykorzystaniu nowoczesnych technik badawczych.

Poza aspektem poznawczym, pełniejsza wiedza z zakresu bólu w sporcie będzie miała z pewnością istotne znaczenie praktyczne w procesie treningowym oraz podczas startów zawodników w różnych imprezach sportowych.

Problematyka bólu będzie również nabierać coraz większego znaczenia u osób starszych, które pragną nadal być aktywne fizycznie.

PIŚMIENNICTWO

1. Bonica J.J. The need of a taxonomy. *Pain* 1979; 6: 247–252.
2. Pawlak M. Biologiczne uwarunkowania bólu. *Seria Podręczniki*, nr 62. Wydawnictwo AWF, Poznań 2010.
3. Schmelz M. Itch and pain. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 2010; 34 (2): 171–176.
4. Pawlak M. Praktyczne aspekty sensorycznej i modulującej funkcji nocyceptorów. *Fizjoterapia Polska* 2008; 2: 115–127.
5. Conn J.M., Annest J.L., Gilchrist J. Sports and recreation related injury episodes in the US population, 1997–99. *Inj. Prev.* 2003; 9 (2): 117–123.
6. Weinberg R., Vernau D., Horn T. Playing through pain and injury: psychological considerations. *J. Clin. Psychol.* 2013; 7: 41–59.
7. Ristic D., Baltatu L., Aparecida C. i wsp. Reduced perception of vibration and myofascial pain during strong aerobic exercise in man. *Acta Physiol.* 2009; 195 (supl. 669): O107.
8. Pawlak M. Pain in sport and physiotherapy. *Acta Neurobiol. Exp.* 2013; 73 (S1.5): 12.
9. Dziak A., Tayara S. *Urazy i uszkodzenia w sporcie*. Wydawnictwo Kasper, Kraków 2000.
10. McDougall J.J. Pain and OA. *J. Musculoskelet. Neuronal Interact.* 2006; 6: 385–386.
11. Palmeira C.C., Ashmawi H.A., Posso Ide P. Sex and pain perception and analgesia. *Rev. Bras. Anesthesiol.* 2011; 61 (6): 814–828.
12. Vachon-Presseau E., Martel M.O., Roy M. i wsp. Acute stress contributes to individual differences in pain and pain-related brain activity in healthy and chronic pain patients. *J. Neurosci.* 2013; 33 (16): 6826–6833.
13. Breitenstein C., Flor H., Birbaumer N. Kommunikations und Problemlöseverhalten von chronischen Schmerzpatienten und ihren Partnern. *Z. Klin. Psychol.* 1994; 23 (2): 105–116.
14. Raudenbush B., Canter R.J., Corley N. i wsp. Pain threshold and tolerance differences among intercollegiate athletes: Implication of past sports injuries and willingness to compete among sports teams. *N. A. J. Psychol.* 2012; 14 (1): 85–94.
15. Tajet-Foxell B., Rose F.D. Pain and pain tolerance in professional ballet dancers. *Br. J. Sports Med.* 1995; 29 (1): 31–34.
16. Raudenbush B., Koon J., Cessna T. i wsp. Effects of playing video games on pain response during a cold pressor task. *Percept. Mot. Skills.* 2009; 108 (2): 439–448.

17. Osiński W. Gerokinezyjologia. Nauka i praktyka aktywności fizycznej w wieku starszym. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2013.
18. Nebuchennykh M., Løseth S., Stålberg E. i wsp. Quantitative sensory testing in patients with polyneuropathy and healthy individuals. *Acta Neurol. Scand. Suppl.* 2008; 188: 56–61.
19. Rolke R., Baron R., Maier C. i wsp. Quantitative sensory testing in the German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS): Standardized protocol and reference values. *Pain* 2006; 123: 231–243.
20. Mense S., Stahnke M. Responses in muscle afferent fibres of slow conduction velocity to contractions and ischaemia in the cat. *J. Physiol.* 1983; 342: 383–397.
21. Brune K., Niederweis U., Kaufmann A. i wsp. Jeder Zweite nimmt vor dem Start ein Schmerzmittel. *MMW Fortschr. Med.* 2009; 40: 39–42.
22. Petrovic P., Kalso E., Petersson K.M. i wsp. Placebo and opioid analgesia — imaging a shared neuronal network. *Science* 2002; 295: 1737–1740.
23. Maganaris C.N., Collins D., Sharp M. Expectancy effects and strength training: do steroids make a difference? *The Sport Psychologist* 2000; 14: 272–278.
24. Beedie C.J., Stuart E.M., Coleman D.A. i wsp. Placebo effects of caffeine on cycling performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2006; 38 (12): 2159–2164.
25. Foster C., Felker H., Porcari J.P. i wsp. The placebo effect on exercise performance. *Medicine and Science in Sport and Exercise* 2004; 36 (supl.): 171.
26. Sonetti D.A., Wetter T., Pegelow D.F. i wsp. Effects of respiratory muscle training versus placebo on endurance exercise performance. *Respir. Physiol.* 2001; 127 (2–3): 185–199.
27. Frey Law L.A., Sluka K.A., McMullen T. i wsp. Acidic buffer induced muscle pain evokes referred pain and mechanical hyperalgesia in humans. *Pain* 2008; 30 (140): 254–264.
28. Vormann J., Worlitschek M., Goedecke T. i wsp. Supplementation with alkaline minerals reduces symptoms in patients with chronic low back pain. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2001; 15 (2–3): 179–183.
29. Grinspoon S.K., Baum H.B., Kim V. i wsp. Decreased bone formation and increased mineral dissolution during acute fasting in young women. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 1995; 80 (12): 3628–3633.
30. Matsumoto K., Koba T., Hamada K. i wsp. Branched-chain amino acid supplementation attenuates muscle soreness, muscle damage and inflammation during an intensive training program. *J. Sports Med. Physl. Fitness* 2009; 49 (4): 424–431.
31. Clark K.L., Sebastianelli W., Flechsenhar K.R. i wsp. 24-week study on the use of collagen hydrolysate as a dietary supplement in athletes with activity-related joint pain. *Curr. Med. Res. Opin.* 2008; 24 (5): 1485–1496.
32. Pawlak M., Trawiński B. Aspekty aktywności spontanicznej dośrodkowych włókien nerwowych. *Fizjoterapia Polska* 2011; 11 (3): 186–197.