

dr Katarzyna LEŻNICKA^a, mgr Anna PIERZCHLIŃSKA^b, mgr Anna STARKOWSKA^c,
dr hab. n. med. prof. PUM Anna MACHOY-MOKRZYŃSKA^d,
dr hab. n. med. prof. PUM Monika BIAŁECKA^b

^a Uniwersytet Szczeciński, Zakład Anatomii Funkcjonalnej Człowieka i Biometrii
University of Szczecin, Department of Human Functional Anatomy and Biometry

^b Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Zakład Farmakokinetyki i Terapii Monitorowanej
Pomeranian Medical University in Szczecin, Department of Pharmacokinetics and Therapeutic Drug Monitoring

^c Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Samodzielna Pracownia Psychologii Klinicznej, Katedra Psychiatrii
Pomeranian Medical University in Szczecin, Independent Clinical Psychology Unit, Department of Psychiatry

^d Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Zakład Farmakologii Doświadczalnej i Klinicznej
Pomeranian Medical University in Szczecin, Department of Experimental and Clinical Pharmacology

RÓŻNICE GENETYCZNE I PSYCHOLOGICZNE W PERCEPCJI BÓLU U ZAWODNIKÓW SPORTÓW WALKI

Streszczenie

Wstęp i cel: Wielu autorów podkreśla fakt zmniejszonego progu bólowego, a także tolerancji na ból u sportowców. Wciąż jednak nie wiadomo, w jakim stopniu mają w tym udział czynniki genetyczne, a w jakim psychologiczne i psychospołeczne. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie możliwych mechanizmów wpływających na różnice w percepcji bólu.

Materiał i metody: Na podstawie dostępnego piśmiennictwa autorzy opisali metody pomiaru natężenia bólu oraz przedstawili możliwe źródła różnic w percepcji bólu u zawodników sportów walki w stosunku do osób nieuprawiających zawodowo sportu.

Wyniki: Opracowano poszczególne czynniki mogące wpływać na percepcję bólu u sportowców.

Wniosek: Mimo braku różnic genetycznych w polimorfizmach pojedynczych nukleotydów genów *OPRM1* i *COMT*, zanotowano istotne różnice w metodach radzenia sobie ze stresem oraz w natężeniu cech temperamentu między zawodnikami sportów walki a grupami kontrolnymi. Prawdopodobne, że cechy temperamentu wpływają na wypracowanie określonych strategii radzenia sobie z bólem.

Słowa kluczowe: Percepcja bólu, próg bólu, tolerancja na ból, sportowcy, polimorfizm pojedynczego nukleotydu, metody radzenia sobie ze stresem, temperament.

(Otrzymano: 18.12.2017; Zrecenzowano: 20.12.2017; Zaakceptowano: 22.12.2017)

GENETIC AND PSYCHOLOGICAL DIFFERENCES IN PAIN PERCEPTION IN MARTIAL ARTS ATHLETES

Abstract

Introduction and aim: Many authors emphasise lower pain threshold and pain tolerance among athletes. Though, it is not known to what degree genetic, psychological and psychosocial factors are involved. The aim of this paper is to present possible mechanisms affecting the differences in pain perception.

Material and methods: On the grounds of the available literature, the authors describe the pain measure methods and present the possible source of the pain perception differences in martial arts athletes compared to non-athletes.

Results: Several factors likely to be involved in pain perception among athletes has been elaborated.

Conclusion: Although, there have been no differences in single nucleotide polymorphisms in genes *OPRM1* and *COMT*, significant differences in stress coping strategies and temperament traits between martial arts athletes and control groups have been found. Presumably, temperament traits influence the development of particular pain coping strategies.

Keywords: Pain perception, pain threshold, pain tolerance, athletes, single nucleotide polymorphism, stress coping methods, temperament.

(Received: 18.12.2017; Revised: 20.12.2017; Accepted: 22.12.2017)

1. Wstęp

Ból jest subiektywnym odczuciem, którego percepcja u człowieka modulowana jest szeregiem czynników, takich jak płeć, wiek, aktualny stan psychiczny i fizyczny, wcześniejsze doświadczenia, pochodzenie oraz zmienność genetyczna osoby doświadczającej uczucia bólu. Mnogość interakcji stanowi ograniczenie w badaniu wpływu poszczególnych składowych, jednak nie brakuje badań ilustrujących wpływ wyżej wymienionych czynników na percepcję bólu.

Sport jest nieodłącznie związany z doświadczaniem bólu, niezależnie czy dana dyscyplina wymaga bezpośredniego kontaktu między zawodnikami. Uważa się, że aktywność fizyczna jest jednym z istotnych elementów zapobiegania, a także leczenia bólu [1]. Dodatkowo liczne badania potwierdzają wyższy próg i tolerancję bólu u osób uprawiających sport w porównaniu z osobami nieaktywnymi [2]-[4]. Raudenbush z zespołem zasugerował, że kontakt fizyczny u sportowców jest czynnikiem desensytyzującym pod względem bólu [5], co potwierdza tezę o zmianach w percepcji bólu u osób aktywnie uprawiających sport [6]. Z jednej strony zmiany te sprzyjają osiągnięciu sukcesów sportowych, z drugiej jednak narażają na groźne dla zdrowia przeciążenia [7]. Na szczególne niebezpieczeństwo narażone są osoby uprawiające sporty walki, w których bezpośredni kontakt między zawodnikami jest nie do uniknięcia.

2. Metody pomiaru percepcji bólu

Indywidualna wrażliwość na ból, jak również ból przewlekły, może być oceniana przy użyciu testów wykorzystujących oddziaływanie bodźca mechanicznego (dotyk, nacisk, wibracje), bądź termicznego (wysoka - niska temperatura). Wykorzystywana jest też stymulacja chemiczna lub elektryczna. Bodźce elektryczne nie są bodźcami naturalnymi gdyż pobudzają nie tylko włókna nocyceptywne, ale wszystkie pozostałe zarówno dośrodkowe jak i odśrodkowe [8]. Ból głębiej położonych tkanek (mięśni) można wywołać za pomocą opaski uciskowej, doprowadzając do niedotlenienia okolicznych tkanek [9]. Eksperymentalny ból służy przede wszystkim celom diagnostycznym oraz badawczym. Przytoczone metody służą do określenia progu bólu (najmniejsza wartość bodźca wywołująca uczucie bólu) oraz tolerancji bólu (największa wartość bodźca, którą toleruje badany). Niektórzy wymieniają także wartość pośrednią, ponadprogową, tj. czucie dyskretnych impulsów bólowych [8]. Eksperymentalne metody badania bólu wykorzystywane są do aplikowania osobom badanym bodźców mierzalnych co do siły i czasu trwania. Powinny być odczuwane jako bodźce nocyceptywne i cechować się dużą powtarzalnością, nie powinny wywoływać uszkodzenia tkanki [10].

Rodzaj bodźca bólowego może wywoływać inny odbiór u osoby badanej poprzez pryzmat „niebezpieczeństwa”, jakie za sobą niesie. Kontakt z zimną wodą nie wywołuje takiego stresu u uczestników badania, jak elektryczna stymulacja czy niedotlenienie tkanek. Zakodowany jest nawet jako pozytywny czynnik w przypadku przegrzania organizmu [8]. W porównaniu jednak do bodźca cieplnego, zimno jest wskazywane jako przydatniejsze ze względu na wyższy stopień dziedziczenia wrażliwości na nie, a także różnice płciowe i etniczne [11].

Najczęściej intensywność doznawanego bólu oceniana jest samodzielnie przez osobę badaną według skali wizualnej VAS (*ang. Visual Analogue Scale*) lub analogicznej skali numerycznej NRS (*ang. Numerical Rating Scale*) [12]. Skala VAS jest skalą o rosnącej punktacji, na której pacjent zaznacza natężenie bólu według następującego wzoru: 0 oznacza brak bólu, zaś 10 jest odpowiednikiem najsilniejszego bólu doznanego w życiu. W przypadku osób, którym brakuje odniesienia do wyżej opisanych skal, stosuje się skalę słowną (werbalną), przy użyciu, której pacjent różnicuje natężenie bólu na: „brak bólu” (0), „ból lekki” (1), ból śred-

ni” (2), „ból silny” (3), „ból nie do zniesienia” (4). Zalety przedstawionych skal polegają na łatwości korzystania z nich i prostej budowie.

Badania percepcji bólu u osób zawodowo uprawiających sport wykazały, że mają oni wyższy zarówno próg bólu, jak i jego tolerancję w porównaniu do osób nieaktywnych [2]-[4]. Leźnicka i wsp. przeprowadzili badanie na grupie 140 osób trenujących sporty walki (boks, karate, itp.) od co najmniej 5 lat i porównali z wynikami 321 osób z grupy kontrolnej. Próg oraz tolerancja na ból były oceniane przy użyciu testu *Cold Pressor Test* (CPT; bodziec bólowy - temperatura wody 0,0 - 0,5°C) oraz testu *Pressure Pain Test* (PPT; bodziec bólowy - rosnące ciśnienie od 0 do 10 kg na powierzchnię 1 cm²). Opublikowane wyniki wskazują na istotnie wyższy próg bólu i większą tolerancję na ból w grupie sportowców niż u osób nieaktywnych (CPT $p = 0,0002$; PPT $p < 0,00001$) [8]. Tendencja ta może mieć źródło w lepszych metodach adaptacyjnych u sportowców, jednakże może prowadzić do fizycznego przeciążenia, a w efekcie do poważnych urazów.

3. Rola czynników genetycznych

Nie ma wątpliwości, że poza czynnikami środowiskowymi rolę w percepcji bólu odgrywa zmienność genetyczna. Na podstawie badań na myszach określono dziedziczenie wrażliwości na ból i analgezję między 28 a 76% [13]. Z obszernej listy genów biorących udział w modulacji percepcji bólu u zwierząt, jedynie kilka znalazły potwierdzenie w modelu ludzkim. Poza dziedzicznymi jednostkami chorobowymi upośledzającymi stopień odczuwania bólu, dokumentuje się wpływ polimorfizmów pojedynczych nukleotydów (*ang. Single Nucleotide Polymorphisms - SNPs*) na zmienność percepcji bólu.

Najczęściej opisywanymi w tym kontekście polimorfizmami są warianty genu dla katecholometylotransferazy (catechol-O-methyltransferase - COMT) [1]. Enzym ten reguluje poziom katecholamin i enkefalin w organizmie. Z punktu widzenia molekularnego istnieją dwie formy białka COMT, kodowanego przez jeden gen znajdujący się na 22 chromosomie (22q11.2): forma rozpuszczalna (S - COMT) oraz związana z błoną (MB - COMT). Analiza metodą Western blot pozwoliła określić trzykrotnie większe stężenie w ludzkich tkankach S - COMT niż MB - COMT. Wyjątkiem był OUN, w którym 70% stężenia enzymu COMT stanowiła jego forma związana [14]. Spośród opisanych polimorfizmów genu *COMT*, szczególną uwagę badaczy budzi substytucja waliny metioniną w 158 kodonie formy MB - COMT (rs4680, G > A; analogiczna substytucja zachodzi w 108 kodonie formy rozpuszczalnej). Jest to jedyny poznany dotąd niesynonimiczny SNP w obrębie tego genu. Szacuje się, że homozygoty Met mogą mieć obniżoną wartość aktywności enzymu COMT nawet do 20 - 40 % wartości w typie dzikim Val/Val [1]. W badaniach *in vitro* na szczurach Diatchenko wraz ze współpracownikami powiązali zmniejszoną aktywność COMT (wywołaną zastosowaniem inhibitora OR486) z większą odpornością na termiczny i mechaniczny bodziec bólowy. Dodatkowo zasugerowali współdziałanie innych niż Val158Met polimorfizmów *COMT* w upośledzaniu aktywności katecholometylotransferazy poprzez wpływ na budowę drugorzędową mRNA *COMT*, a tym samym stabilność i/lub wydajność produktu transkrypcji genu [15].

Innym genem badanym pod kątem wpływu na percepcję bólu jest gen dla receptora opioidowego μ *OPRM1* (6q24-q25). Z ponad 100 polimorfizmów pojedynczego nukleotydu, najlepiej poznany jest rs1799971:A>G, w wyniku którego dochodzi do substytucji adeniny na guaninę i utraty miejsca glikozylacji w części zewnątrzkomórkowej receptora [14]. Wariant 118G występuje najczęściej w populacji azjatyckiej (27 - 48%). W rasie kaukaskiej nosicielstwo szacowane jest na 11 - 17%, u Afroamerykanów jest to 2,2%, zaś w obrębie rasy czarnej częstotliwość allela 118G ocenia się na 0,8% [16]. Uważa się, że polimorfizm ten może wpływać zarówno na farmakoterapię opioidami, jak i próg bólu nosiciela [17]. W modelu

zwierzęcym polimorfizm zwiększał odpowiedź na endogenne opioidy, jednocześnie powodując upośledzenie odpowiedzi na leki opioidowe [16]. Przeprowadzone przez zespół Reyes-Gibby badania na grupie 207 pacjentów z chorobą nowotworową potwierdziły, że u homozygot GG dawka morfiny była o 93% wyższa niż u homozygot typu dzikiego ($p = 0,012$). Współistnienie wariantu *OPRM1* AA oraz *COMT* Met/Met było za to odwrotnie proporcjonalne do zastosowanej dawki morfiny [18].

Powyższe polimorfizmy *COMT* i *OPRM1* badano również na grupie zawodowych sportowców, jednak ich częstość nie różniła się istotnie w porównaniu z grupą kontrolną [1]. Jak zauważają autorzy, analizę utrudnia niedoreprezentacja allele G w przypadku polimorfizmu *OPRM1* rs1799971: A > G (0,9% w grupie badanej i 0% w kontrolnej). Analizę utrudnia też współdziałanie czynników psychologicznych na percepcję bólu u sportowców.

4. Sposoby radzenia sobie ze stresem (ból)

Ze względu na systematyczną ekspozycję na czynnik stresogeny, jakim niewątpliwie jest ból, sportowcy zmuszeni są do wypracowania metod radzenia sobie z tym dyskomfortem. W sportach walki zawodnicy kontynuują grę mimo odczuwanego bólu. Według Kressa i Staltlera sportowcy postrzegają ból jako element walki sportowej, który należy pokonać [19]. Wyniki licznych badań wskazują, że osoby niepotrafiące radzić sobie ze stresem są bardziej narażone na ryzyko kontuzji i mają dłuższy czas rekonwalescencji niż sportowcy o wypracowanych strategiach zaradczych. Badani sportowcy najczęściej radzą sobie ze stresem w sposób aktywny, traktując problem jako zadanie do rozwiązania [20]. Przeciwnieństwem jest strategia unikowa, metoda zaprzeczania, próby odwrócenia uwagi od stresora czy też szukanie czynności zastępczych, co może prowadzić do przyjmowania substancji psychoaktywnych [21]. Aby ocenić skuteczność metody radzenia sobie ze stresem, należy uwzględnić zarówno jej funkcję instrumentalną, polegającą na opanowaniu czynnika stresogenego, jak również funkcję emocjonalną, która pozwala na uregulowanie emocji [22].

W badaniu metod radzenia sobie ze stresem Leźnicka wraz z zespołem wykazała, że zawodnicy sportów walki istotnie częściej wybierają aktywny sposób radzenia sobie ze stresem ($p = 0,005$) i metodę pozytywnego przewartościowania ($p = 0,046$). Częściej zwracają się też ku religii niż osoby nieuprawiające zawodowo sportu ($p < 0,001$) [20]. Metoda przewartościowania była najczęściej wskazywana w badaniu zespołu Ortenburger z udziałem zawodników taekwondo. Autorzy wykazali zależność między wymienioną strategią a uczuciem własnych kompetencji, które związane z poczuciem własnej skuteczności, uważane jest przez wielu psychologów i ekspertów w zakresie behawioryzmu ludzkiego za ważniejsze w osiągnięciu sukcesu niż inne czynniki psychologiczne [23]. Zestawiając wyniki cytowanych badań z wyższym progiem i tolerancją na ból u sportowców, można założyć, że umiejętne radzenie sobie ze stresem pozwala na zmniejszenie wrażliwości na ból [20]. Analizy wyników innych autorów potwierdzają, że tolerancja na ból modulowana jest przez czynniki psychologiczne i psychospołeczne [24], [25].

5. Temperament

Temperament możemy scharakteryzować jako zespół względnie stałych, pierwotnie biologicznie zdeterminowanych właściwości organizmu, które przejawiają się w formalnych cechach zachowania. Naukowcy próbują zazwyczaj wyodrębnić i opisać podstawowe właściwości zachowania oraz ich strukturę. Przez strukturę temperamentu rozumie się stałe relacje pomiędzy cechami, które odzwierciedlają ich funkcjonalne powiązanie. Badania nad strukturą

dotyczą zatem sprawdzania, jaką rolę pełni określona konfiguracja cech temperamentu w adaptacji jednostki do środowiska.

Temperament jest biologicznie zdeterminowanym zespołem cech pracy układu nerwowego. Może on być traktowany jako czynnik modulujący zjawiska psychologiczne i psychomotoryczne, w tym odpowiedź na bodziec stresowy [26]. Strelau podkreśla, że udział cech temperamentu ujawnia się zwłaszcza w sytuacji stresującej, gdy osoba musi wykonać zadanie wymagające mobilizacji organizmu, co dobrze opisuje sytuację sportowców [27]. Umiejętność sportowców do radzenia sobie ze stresem (bólem) uzależniona jest od osobistych predyspozycji, w tym od temperamentu, którego charakteryzuje większa stabilność niż przykładowo cech osobowości ze względu na ograniczone możliwości kształtowania [26]. W badaniu Leźnickiej i wsp. z udziałem 198 osób uprawiających sporty walki wykorzystano narzędzie autorstwa Strelaua i Zawadzkiego, Formalną Charakterystykę Zachowań – Kwestionariusz Temperamentu (FCZ - KT), mierzące natężenie sześciu cech, to jest: żwawość, perseweratywność, wrażliwość sensoryczna, reaktywność emocjonalna, wytrzymałość i aktywność [26], [28]. Grupę badaną cechowała istotnie niższa perseweratywność w porównaniu do osób niezwiązanych zawodowo ze sportem ($p = 0,015$). Może to wskazywać na większą plastyczność zachowań i ułatwiać radzenie sobie ze stresem przy pomocy pozytywnego przewartościowania. Sportowcy odznaczali się dodatkowo większą wytrzymałością układu nerwowego ($p = 0,043$), a przy tym niższą wrażliwością sensoryczną ($p = 0,020$) i niższą reaktywnością emocjonalną ($p = 0,013$) w porównaniu do grupy kontrolnej. Rzeszutek z zespołem podaje, że, podobnie jak inne cechy temperamentu, reaktywność emocjonalna jest wrodzona i ma wpływ zarówno na reakcję na stres, jak i jego konsekwencje. Osoby z wysoką reaktywnością skłonne są do neurotyzmu, introwersji i strategii unikania bólu [29]. Fakt ten koreluje z udowodnioną niższą reaktywnością emocjonalną wśród zawodników sportów walki. Rywalizacja sportowa i związany z nią stres jest źle tolerowany przez osoby wysoko reaktywne [30]. Niższa reaktywność i wrażliwość mogą pozytywnie wpływać na złagodzenie reakcji na bodźce zmysłowe i czuciowe, co sprzyja udziałowi w sportach walki [26]. Grupę badaną cechowała też większa wytrzymałość, która pośredniczy w realizacji zadań i wskazuje na większą odporność emocjonalną, a przez to także fizyczną (większa tolerancja na ból). W badaniu na mężczyznach po urazach kończyn dolnych wyższa wytrzymałość była czynnikiem ochronnym rozwoju zespołu stresu pourazowego [31].

Cechy temperamentu mają związek z procesem dostosowania się do wymagań środowiska, w tym z wyborem określonej aktywności sportowej, jak i zawodowej [32]. W sytuacji, gdy jednostka zmuszona jest do wyborów sprzecznych z jej cechami temperamentu, istnieje ryzyko rozwinięcia patologicznych zachowań i wzbudzenia negatywnych emocji [31]. Określone dyscypliny, takie jak sporty walki, szczególnie wymagają odpowiedniego profilu cech temperamentalnych, aby obciążenie fizyczne i psychiczne towarzyszące tym dyscyplinom nie przekraczały możliwości adaptacyjnych zawodnika.

6. Wnioski

- Percepcja bólu modulowana jest szeregiem czynników, zarówno genetycznych, jak i psychologicznych. Badania wykazują, że osoby zajmujące się zawodowo sportem mają wyższy próg bólu i tolerancję na ból niż niesportowcy.
- Analizy genetyczne nie wykazały różnic we frekwencji genotypów *COMT* i *OPRM1* między zawodnikami sportów walki i grupą kontrolną, jednak zanotowano znaczące różnice w strategiach radzenia sobie ze stresem, jakim jest ból, oraz w temperamencie sportowców.

- Osoby zawodowo uprawiające sport różnią się nasileniem cech temperamentalnych w porównaniu do niesportowców. Sportowcy cechują się wyższą wytrzymałością temperamentu oraz większą odpornością emocjonalną i sensoryczną w porównaniu do niesportowców.
- Istotnie wyższa tolerancja na ból u sportowców uprawiających sporty walki w porównaniu do niesportowców wiąże się prawdopodobnie z większą odpornością układu nerwowego, co z kolei umożliwia lepsze dostosowywanie się do warunków otoczenia, wyrażające się w zdolności radzenia sobie z sytuacją trudną.

Literatura

- [1] Leźnicka K., Kurzawski M., Ciężczyk P., Safranow K., Malinowski D., Brzezińska-Lasota E., et al.: *Polymorphisms of catechol-O-methyltransferase (COMT rs4680:G>A) and μ -opioid receptor (OPRM1 rs1799971:A>G) in relation to pain perception in combat athletes*. *Biology of Sport* 2017, Vol. 34, pp. 295-301. doi: 10.5114/biolSport.2017.67856.
- [2] Guieu R., Blin O., Pouget J., Serratrice G.: *Nociceptive threshold and physical activity*. *Canadian Journal of Neurological Sciences* 1992, Vol. 19, pp. 69-71.
- [3] Granges G., Littlejohn G.O.: *A comparative study of clinical signs in fibromyalgia fibrositis syndrome, healthy and exercising subjects*. *Journal of Rheumatology* 1993, Vol. 2, pp. 344-351.
- [4] Tajet-Foxell B., Rose FD.: *Pain and pain tolerance in professional ballet dancers*. *British Journal of Sports Medicine* 1995, Vol. 29, pp. 31-34.
- [5] Raudenbush, B., Canter, R.J., Corley, N., Grayhem, R., Koon, J., Lilley, S., Meyer, B., Wilson, I.: *Pain threshold and tolerance differences among intercollegiate athletes: Implication of past sports injuries and Willingness to compete among sports teams*. *North American Journal of Psychology* 2012, Vol. 14, pp. 85-94.
- [6] Pawlak M.: *Aspects of pain in sport*. *Trends in Sport Sciences* 2013, Vol. 3, pp. 123-134.
- [7] Heil J.: *Psychology of sport injury*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers; 1993.
- [8] Leźnicka K., Pawlak M., Białecka M., Safranow K., Spieszny M., Klocek T., et al.: *Evaluation of the pain threshold and tolerance of pain by martial arts athletes and non-athletes using a different methods and tools*. *Archives of Budo* 2016, Vol. 12, pp. 239-245.
- [9] Pawlak M.: *Biologiczne uwarunkowania bólu*. AWF Poznań, 2010.
- [10] Reddy K.S., Naidu M.U., Rani P.U., Rao T.R.: *Human experimental pain models: A review of standardized methods in drug development*. *Journal of Research in Medical Sciences* 2012, Vol. 17, pp. 587-595.
- [11] Kim H, Neubert J.K., Rowan J.S, Brahim J.S., Iadarola M.J., Dionne R.A.: *Comparison of experimental and acute clinical pain responses in humans as pain phenotypes*. *Journal of Pain* 2004, Vol. 5, pp. 377-384.
- [12] de Walden-Gałuszko K.: *Psychologiczne aspekty bólu i jego leczenia*. *Medycyna Paliatywna w Praktyce* 2007, pp. 66-70.
- [13] Mogil J.S.: *The genetic mediation of individual differences in sensitivity to pain and its inhibition*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1999, Vol. 96, pp. 7744-7751.
- [14] Mannisto P.T., Kaakkola S.: *Catechol-O-methyltransferase (COMT): Biochemistry, molecular biology, pharmacology, and clinical efficacy of the new selective COMT inhibitors*. *Pharmacological Reviews* 1999, Vol. 51, pp. 593-628.

- [15] Diatchenko L., Slade G.D., Nackley A.G., Bhalang K., Sigurdsson A., Belfer I., et al.: *Genetic basis for individual variations in pain perception and the development of a chronic pain condition*. Human Molecular Genetics 2005, Vol. 14, pp. 135-143.
- [16] Mura E., Govoni S., Racchi M., Carossa V., Ranzani G.N., Allegri M., et al.: *Consequences of the 118A>G polymorphism in the OPRM1 gene: translation from bench to bedside?* Journal of Pain Research 2013, Vol. 6, pp. 331-353.
- [17] Fillingim R.B., Kaplan L., Staud R., Ness T.J., Glover T.L., Campbell C.M., et al.: *The A118G single nucleotide polymorphism of the mu-opioid receptor gene (OPRM1) is associated with pressure pain sensitivity in humans*. Journal of Pain 2005, Vol. 6, pp. 159-167.
- [18] Reyes-Gibby C.C., Shete S., Rakvag T., Bhat S.V., Skorpen F., Bruera E., et al.: *Exploring joint effects of genes and the clinical efficacy of morphine for cancer pain: OPRM1 and COMT gene*. Pain 2007, Vol. 130, pp. 25-30.
- [19] Kress J.L., Statler T.: *A naturalistic investigation of former olympic cyclists' cognitive strategies for coping with exertion pain during performance*. Journal of Sport Behavior 2007, Vol. 30, pp. 428-452.
- [20] Leźnicka K., Starkowska A., Lulińska A., Jażdżewska A.: *Walka ze stresem u sportowców uprawiających sporty walki*. XXII Konferencja Naukowa „Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku”. Małkocin 2017.
- [21] Heszen-Niejodek I.: *Coping style and its role in coping with stressful encounters*. European Psychologist 1997, Vol. 2, pp. 342-351.
- [22] Lazarus R.S., Folkman S.: *Stress, appraisal, and coping*. New York: Springer Publishing Co.; 1984.
- [23] Ortenburger D, Wasik J, Szerla M, Gora T.: *Does pain always accompany martial arts? The measurement of strategies coping with pain by taekwondo athletes*. Archives of Budo Science of Martial Arts and Extreme Sports 2016, Vol. 12, pp. 11-16.
- [24] Buchanan H.M., Midgley J.A.: *Evaluation of pain threshold using a simple pressure algometer*. Clinical Rheumatology 1987, Vol.6, pp. 510-517.
- [25] Streator S., Ingersoll C., Knight K.: *Sensory information can decrease cold-induced pain perception*. Journal of Athletic Training 1995, Vol. 30, pp. 293-296.
- [26] Leźnicka K., Starkowska A., Tomczak M., Cieszczyk P., Bialecka M., Ligocka M., et al.: *Temperament as a modulating factor of pain sensitivity in combat sport athletes*. Physiology & Behavior 2017, Vol. 180, pp. 131-136.
- [27] Strelau J.: *The regulative theory of temperament: Current status*. Personality and Individual Differences 1996, Vol. 20, pp. 131-142.
- [28] Strelau J., Zawadzki B.: *The formal characteristics of behaviour - Temperament inventory (FCB-TI): - theoretical assumptions and scale construction*. European Journal of Personality 1993, Vol. 7, pp. 313-336.
- [29] Rzeszutek M., Oniszczenko W., Schier K., Biernat-Kaluza E., Gasik R.: *Pain intensity, temperament traits and social support as determinants of trauma symptoms in patients suffering from rheumatoid arthritis and low-back pain*. International Journal of Rheumatic Diseases 2016, Vol. 19, pp. 412-419.
- [30] Sankowski T.: *Reaktywność temperamentalna i tożsamość płciowa a skuteczność działania w sytuacjach startowych*. [In:] Rychta T. (editor): *Osobowość a zachowanie celowe sportowców*. Warszawa: Centralny Ośrodek Sportu 1998, pp. 124-134.

- [31] Gierlotka Z., Sobis J., Misiolek H., Kunert L., Misiolek A., Gorczyca P.W.: *Relationships between various temperament dimensions, levels of selected cytokines and Posttraumatic Stress Disorder (PTSD) in males, incurred as a result of mechanical injuries of lower extremities*. *Psychiatria Polska* 2015, Vol. 49, pp. 697-708.
- [32] Blecharz J., Siekanska M.: *Temperament structure and ways of coping with stress among professional soccer and basketball players*. *Biology of Sport* 2007, Vol. 24, pp. 143-156.