

Orzechy jako istotny składnik diety sportowców

Nuts as a relevant component of athletes' diet

AGATA STRÓŻYK^{1/}, LUCYNA PACHOCKA^{2/}

^{1/} Zakład Żywienia Człowieka, Wydział Nauki o Zdrowiu, Warszawski Uniwersytet Medyczny

^{2/} Poradnia Chorób Metabolicznych, Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie

Orzechy stanowią wciąż niedocenianą grupę żywności o wysokiej wartości energetycznej oraz odżywczej. Zawierają duże ilości tokoferolu, związków fenolowych i selenu, przez co posiadają silne właściwości antyoksydacyjne. Dlatego powinny być codziennym składnikiem diety sportowców, u których stres oksydacyjny jest szczególnie nasilony. Orzechy włoskie będąc źródłem kwasu α -linolenowego mogą skutkować poprawą odporności immunologicznej zawodników, głównie poprzez stymulację syntezy PGE₃ o działaniu przeciwzapalnym. Migdały dostarczając L-argininy i kwercetyny modulują zużycie zapasów glikogenu, a także transport i wykorzystanie tlenu. W konsekwencji prowadzą do wzrostu efektywności treningu. Orzechy odgrywają także istotną rolę w żywieniu wegetarian i wegan, ponieważ zawierają składniki, które mogą być w ich diecie deficytowe, takie jak: białko, nienasycone kwasy tłuszczowe, wapń, żelazo i cynk. Jednak włączając je do jadłospisu zawodnika, należy pamiętać, iż istnieje możliwość wystąpienia powysiłkowej reakcji anafilaktycznej (FDEIA – food dependent exercise-induced anaphylaxis). Dlatego planując posiłki dla sportowców należy zachować ostrożność i zastosować rekomendowaną metodę prewencji. Tym bardziej, iż prace dotyczące wpływu orzechów na zdolności wysiłkowe są niewystarczające i wymagają przeprowadzenia pogłębionych badań. Niemniej spożywanie przynajmniej jednej porcji orzechów dziennie wydaje się uzasadnione.

Słowa kluczowe: orzechy, wartość odżywcza, wysiłek fizyczny, sportowcy, stres oksydacyjny

Nuts are high-caloric food with high nutrient density. High amounts of tocopherol, phenolic compounds or selenium result in significant antioxidant properties. Hence the greater efficacy in oxidative stress amelioration, which exacerbates significantly among those who undertake exercise training. Walnuts as a source of α -linoleic acid may enhance athletes' immune system activity, mainly through an increase of PGE₃ synthesis, which acts as an anti-inflammatory agent. Almonds, which provide L-arginine and quercetin, contribute to an improvement in glycogen utilization and oxygen transport/utilization. Therefore, they increase the effectiveness of training. In addition, nuts seem vital among vegetarians and vegans, as they constitute a source of nutrients with a high risk of deficiency, including: protein, unsaturated fatty acids, calcium, iron and zinc. However, when incorporating nuts into diets, it is essential to take into account a risk of food dependent exercise-induced anaphylaxis incident (FDEIA) and to adopt a recommended prevention method, especially since the nuts impact on athletes' performance improvement has not been sufficiently studied and more in-depth research is required. Nevertheless, consuming at least one portion of nuts per day seems legitimate.

Key words: nuts, nutritional, physical activity, athletes, oxidative stress

© Probl Hig Epidemiol 2016, 97(4): 328-334

www.phie.pl

Nadesłano: 15.12.2015

Zakwalifikowano do druku: 02.11.2016

Adres do korespondencji / Address for correspondence

lic. Agata Stróżyk
Zakład Żywienia Człowieka, Wydział Nauki o Zdrowiu
Warszawski Uniwersytet Medyczny
ul. Erazma Ciołka 27, 01-445 Warszawa
tel. 516 43 52 66, e-mail: ag.strozyk@gmail.com

Wprowadzenie

Według ekspertów ADA (*American Dietetic Association*), DC (*Dietitians of Canada*) oraz ASCM (*American College of Sports Medicine*) optymalna, czyli dobrze zbilansowana dieta znacznie poprawia zdolność wysiłkową zawodnika oraz przyspiesza tempo regeneracji powysiłkowej [1]. Autorzy tych rekomendacji podkreślają także, że plan żywieniowy sportowców wymaga indywidualizacji oraz powinien uwzględniać periodyzację i zmienny charakter poszczególnych etapów treningu [2]. Natomiast priorytetem powinno być zapewnienie odpowiedniej dostępności energii oraz właściwy dobór produktów, w tym napojów i suplementów dedykowanych sportowcom, nie tylko

celem uzyskania przez zawodnika założonych efektów treningu, ale także dla zachowania zdrowia. Produktami szczególnie polecanymi są orzechy, zaliczane do grupy owoców, zbudowane z mniej lub bardziej zdrewniałej skorupy nasiennej oraz mięsistej owocni [3]. Częścią jadalną są osłonięte łupiną nasiona, które dostarczają dużej ilości energii (553-718 kcal/100 g) oraz tłuszczu (43,9-75,8 g/100 g), przy czym frakcję lipidów stanowią głównie jedno- i wielonienasycone kwasy tłuszczowe (m.in. kwas oleinowy i kwas α -linolenowy) [4]. Dlatego orzechy zalecane są także w prewencji chorób sercowo-naczyniowych i dyslipidemii [5-7]. Odsetek węglowodanów w nich jest natomiast niski, niemniej w nerkowcach i pistacjach

może wynosić 30% [4]. Orzechy są także bogatym źródłem błonnika pokarmowego (3,3-12,5 g/100 g), sprzyjającego utrzymaniu odpowiedniej masy ciała, co znajduje zastosowanie w dyscyplinach różniących się kategoriami wagowymi. Na uwagę zasługuje też wysoka zawartość białka roślinnego, dostarczającego L-argininy (do 15,4 g/100 g białka w pistacjach i orzeszkach pinii), aminokwasu ważnego z punktu widzenia wzmożonej aktywności fizycznej, będącego prekursorem tlenu azotu, rozluźniającego mięśnie gładkie ścian naczyń krwionośnych, tym samym prowadząc do poprawy ukrwienia i dotlenienia mięśni szkieletowych [2, 8-9]. Wartość odżywcza orzechów wynika również z obecności wielu składników mineralnych (wapnia, magnezu, żelaza, cynku, potasu) oraz tokoferolu i związków fenolowych [4]. Szerokie spektrum obecnych makro- i mikroelementów klasyfikuje je jako produkty o szczególnie korzystnym profilu odżywczym. W piramidzie żywienia dla sportowców, opracowanej przez Szwajcarskie Towarzystwo Żywnościowe (*Swiss Society for Nutrition*) podkreślono zasadność codziennego spożywania jednej porcji (20-30 g) orzechów u osób nietreningujących, natomiast u sportowców wskazane jest uwzględnienie dodatkowo 1/2 porcji z listy produktów obejmujących oliwę, tłuszcze i orzechy [10]. Natomiast FDA (*Food and Drug Administration*) rekomenduje włączenie do codziennej diety ok. 42 g orzechów w celu zmniejszenia ryzyka wystąpienia i rozwoju chorób sercowo-naczyniowych [11]. Dlatego zasadne jest włączenie ich do diety sportowców. Należy oczekiwać, że spożycie orzechów spowoduje istotną poprawę ich stanu odżywienia i funkcjonowania organizmu podczas zwiększonego wysiłku fizycznego.

Celem tej pracy było przedstawienie zagadnienia znaczenia orzechów w żywieniu osób aktywnych fizycznie ze względu na ich korzystny profil odżywczy oraz właściwości regulujące stres oksydacyjny, wpływające na wzrost odporności immunologicznej i zmniejszenie chorób sercowo-naczyniowych.

Orzechy w redukcji stresu oksydacyjnego u sportowców

Stres oksydacyjny definiowany jest jako zaburzenie równowagi między generowaniem wolnych rodników (ROS – *reactive oxygen species*), a zdolnością organizmu do ich neutralizacji, bądź też jako stan związany z zaburzonymi procesami naprawczymi wywołanych przez nie uszkodzeń [12]. Może on wpływać negatywnie na funkcjonowanie mięśni szkieletowych i potęgować ich zmęczenie podczas wysiłku fizycznego. Według aktualnego stanu wiedzy najkorzystniejszą w aspekcie równowagi prooksydacyjno-antyoksydacyjnej organizmu wydaje się umiarkowana, regularna aktywność fizyczna w przeciwieństwie do krótkotrwałego i intensywnego wysiłku fizycznego [13-14]. Zgodnie z teorią hormezy głoszoną przez Marin, Bolin i Campoio (jako

korzystnego stymulującego działania małych dawek substancji, podczas niekorzystnego hamującego efektu jej dużych dawek), w odpowiedzi na powtarzający się wzrost generowania wolnych rodników podczas aktywności fizycznej o umiarkowanej intensywności, zachodzą mechanizmy adaptacyjne, które prowadzą do zwiększonej odporności na stres oksydacyjny (a zarazem poprawy zdolności wysiłkowych, spowolnienia procesów starzenia się i zmniejszenia częstości występowania zmian patologicznych u sportowców) oraz obniżenia stanu zapalnego [14]. Choć niektórzy badacze twierdzą, iż konsekwencją przyjęcia hormezy jako podstawy do podejmowania działań, jest konieczność wnikliwego rozpatrzenia tego, co dzieje się po dostarczeniu dawki do organizmu, a więc zbadanie czasowej ewolucji działania dawki. Jest bowiem istotne, czy w ocenie ryzyka weźmie się pod uwagę tylko śmiertelność, czy też zapadalność na określoną chorobę. Bez względu na szczegółowe rozwiązania jest sprawą oczywistą, że przyjęcie hormezy za punkt wyjścia w ocenie ryzyka będzie miało doniosłe konsekwencje dla ustalenia optymalnych standardów ochrony ludności przed dawkami toksyn czy promieniowania i to bez względu, czy będziemy mieli do czynienia z działaniami rakotwórczymi, czy innymi. Kluczową bowiem informacją, jaką niesie efekt hormezy jest fakt, że: 1. efekty szkodliwe pojawiają się dopiero po przekroczeniu pewnej dawki (najwyższego poziomu narażenia, NOAEL – *No Observable Adverse Effect Level*), 2. poniżej tej dawki mogą mieć miejsce efekty dobroczynne [15]. W pracy opublikowanej w 2015 r. w *Nutrition* autorzy stwierdzili, że suplementacja antyoksydantami może być korzystnym narzędziem w przeciwdziałaniu zaburzeniom równowagi prooksydacyjno-antyoksydacyjnej organizmu [13]. Natomiast eksperci podkreślają, że stosowanie zbyt dużych dawek egzogennych przeciwutleniaczy przyczynia się do ich niepożądanego działania, pobudzającego generowanie wolnych rodników. Zaobserwowali również, że suplementacja antyoksydantami, mimo obniżenia stresu oksydacyjnego, jednocześnie osłabia korzystny wpływ aktywności fizycznej na insulinowrażliwość tkanek oraz może spowalniać tempo regeneracji powysiłkowej [13, 16]. W związku z tym najlepszą i optymalną metodą przeciwdziałania intensywnie generowanym wolnym rodnikom wydaje się dobrze zbilansowana dieta, będąca źródłem substancji o właściwościach przeciwutleniających występujących głównie w warzywach, owocach oraz orzechach. Orzechy zawierają szereg związków o silnych właściwościach przeciwutleniających [17]. Najczęściej wymieniane przez autorów są tokoferol (witamina E), selen i liczne związki fenolowe [4, 18]. Zawartość tokoferolu w orzechach waha się od 0,54 do 26,7 mg/100 g (najmniejszą ilość posiadają orzechy macadamia, a największą orzechy pekan, migdały i pistacje) [4]. Nie jest to jednak całkowicie tożsame z ich efektywnością neutralizowania

wolnych rodników. Najsilniejszą zdolność antyoksydacyjną (na podstawie TAC – *Total Antioxidant Capacity*) stwierdzono dla orzechów pekan, następnie orzechów włoskich, laskowych i pistacji [19]. W badaniach klinicznych potwierdzono działanie przeciwutleniające in vivo powyższych gatunków. Nie mniej skuteczne w tym zakresie okazały się migdały i orzechy brazylijskie [20, 21]. Zaobserwowano bowiem wyższe poposiłkowe stężenie białek zawierających grupę tiolową (sulfhydrylową; -SH) u badanych spożywających migdały, co świadczy o mniejszym poposiłkowym uszkodzeniu białek jako konsekwencji szkodliwego działania wolnych rodników (w porównaniu z efektem wywołanym spożyciem innych analizowanych produktów, stanowiących źródła węglowodanów: ryżem, ziemniakami i pieczywem pszennym) [20]. Grupy sulfhydrylowe w warunkach zaburzenia równowagi prooksydacyjno-antoksydacyjnej ulegają utlenieniu, stąd obniżone stężenie tioli (w tym cysteiny, metioniny i glutationu) wykorzystywane jest jako istotny marker stresu oksydacyjnego oraz poposiłkowej zdolności antyoksydacyjnej. Z kolei Li i wsp. [22] wykazali, że włączenie do diety porcji migdałów (84 g/d) powoduje wzrost aktywności enzymów odpowiedzialnych za regulację poziomu wolnych rodników: dysmutazy ponadtlenkowej (SOD) i peroksydazy glutationowej (GPX), jednocześnie zmniejszając stężenie aldehydu malonowego. Podobną korelację zaobserwowano po spożyciu orzechów brazylijskich, które zawierają znaczne ilości selenu (od 90,6 do 290 µg w jednym orzechu, przy aktualnie zalecanym dziennym spożyciu 55 µg/d) – mikroelementu będącego komponentem wspomnianej wcześniej peroksydazy glutationowej [4, 23]. Badania potwierdziły, że spożycie ich nawet w niewielkiej ilości prowadzi do znaczącego wzrostu stężenia tego pierwiastka w surowicy oraz wyraźnego zwiększenia aktywności GPX [21, 23]. W związku z tym nie należy przekraczać górnego tolerowanego poziomu spożycia (UL – *Tolerable Upper Intake Level*) dla selenu, który wynosi 400 µg/d ze względu na możliwość wystąpienia objawów selenozy (m.in. wypadania włosów, łamliwości paznokci i zmian skórnych) [24]. Najwyższym całkowitym potencjałem oksydacyjnym charakteryzują się orzechy pekan. Zawierają one najwyższą ilość flawonoidów oraz wspólnie z migdałami stanowią najbogatsze źródło tokoferolu w tej grupie żywności [4, 19]. Poprawa statusu oksydacyjnego zachodzi poprzez oddziaływanie na receptory Nrf2 (odpowiedzialne za regulację antyoksydacyjną i wpływ na ekspresję enzymów przeciwutleniających), zwiększenie aktywności transferazy glutationowej (przeciwdziałającej peroksydacji lipidów, dlatego jednocześnie zaobserwowano spadek stężenia aldehydu malonowego) oraz wzrost aktywności ORAC (*Oxygen Radical Antioxidant Capacity*) świadczący o zwiększonej zdolności organizmu do neutralizowania wolnych rodników [25, 26].

W przypadku wzmoczonego wysiłku fizycznego, podczas którego stres oksydacyjny fizjologicznie rośnie, wzbogacenie diety produktami o udokumentowanych, silnych właściwościach przeciwutleniających, jakimi są orzechy, może okazać się niezwykle korzystne [16, 27]. Szczególnie, że dotychczasowe badania dotyczące suplementacji antyoksydantami są niejednoznaczne, co więcej pojawiają się doniesienia o ich możliwym niekorzystnym działaniu ubocznym [13].

Orzechy a wzrost odporności immunologicznej

Intensywny wysiłek fizyczny wpływa na osłabienie aktywności układu immunologicznego, co przypuszczalnie może sprzyjać łatwiejszej zapadalności na infekcje (skutkujące wyłączeniem z udziału w planowanych treningach) [28]. Martin i wsp. zaobserwowali wzrost stężenia neutrofilii oraz leukocytów w surowicy badanych po odbytych, krótkotrwałym i intensywnym wysiłku [14]. Ze względu na wzmoczone generowanie wolnych rodników towarzyszące treningowi o submaksymalnej i maksymalnej intensywności, możliwe działanie obronne neutrofilii ulega osłabieniu (odnotowano obniżone wartości wskaźników chemotaksji i fagocytozy). Odmienne mechanizmy obserwuje się przy wysiłku przebiegającym z umiarkowaną intensywnością, gdy zauważa się pobudzenie funkcji odpornościowych neutrofilii. Zarówno podczas treningu, jak i po jego zakończeniu, odnotowano znaczący wzrost koncentracji neutrofilii [28]. Poprzez infiltrację do wnętrza uszkodzonych komórek (w tym również mięśniowych), neutrofile powodują wzrost stanu zapalnego. Z tego powodu autorzy zalecają, by uzupełniać dietę w źródła kwasów tłuszczowych omega-3 (EPA/DHA), których obecność stwierdza się w rybach, tranie i algach oraz kwasu α -linolenowego (ALA), występującego w nasionach lnu (22,8 g/100g), słonecznika, dyni oraz chia.

Dobłą biodostępnością ALA charakteryzują się orzechy włoskie, które zawierają go ok. 9,08 g/100 g, dlatego powinny być włączone do programu żywieniowego zawodnika [4, 29]. Poza poprawą czynności układu immunologicznego (związaną ze wzrostem syntezy prostaglandyn PGE₃), kwasy omega-3 mogą obniżyć stres oksydacyjny, wykazują działanie hipolipemiczne, przeciwzakrzepowe i wazodylatacyjne [15, 29]. Wykazano także, że spożywanie orzechów włoskich wpływa pozytywnie na procesy pamięciowe i funkcje motoryczne [30-33].

Orzechy w diecie wegetariańskiej

Według stanowiska *American Dietetic Association* (ADA) z 2009 r. [34], zbilansowana dieta wegetariańska, w tym wegańska, jest zdrowa, zatem realizuje zapotrzebowanie organizmu na makro- i mikroelementy, jak również stanowi czynnik prewencyjny wielu chorób. Wegetarianie, to osoby nie spożywające mięsa,

w tym drobiu i owoców morza, a także wszystkich produktów zawierających je w swoim składzie [16, 34]. Natomiast weganie stosują bardziej restrykcyjny sposób żywienia, wyłączając z diety także jaja, mleko i produkty mleczne oraz inną żywność pochodzenia zwierzęcego [34].

Ze względu na wysoką wartość energetyczną orzechy stanowią istotny składnik diety wegetariańskiej, ze szczególnym uwzględnieniem sportowców, u których trudniejsze jest spełnienie zalecanych norm na energię i składniki odżywcze [4, 34]. Orzechy są też cennym źródłem białka [16]. Jego ilość wynosi od 7,9 do 21,2 g/100 g produktu [4]. Freitas i wsp. [35] stwierdzili wysoką strawność białek obecnych w orzechach (ok. 75-90%, zbliżoną do białka mięsa ryb). Oceniając tę cechę na podstawie wskaźnika PDCAAS (*Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score*), najwyższą wartość uzyskały nerkowce – 90% (dla porównania migdały miały 57%), w których nie stwierdzono obecności aminokwasu ograniczającego [35], jednocześnie zawierają one także najwięcej węglowodanów na tle innych orzechów (30,2 g/100 g), przez co są dobrym składnikiem diety sportowców [4]. Orzechy cechuje również dobry profil kwasów tłuszczowych. Jak wykazano, w badaniu Zuziak i Pilch [27], u sportowców stosujących dietę laktoowewegietariańską (w której nie są eliminowane mleko, produkty mleczne i jaja), doszło do niekorzystnego zaburzenia proporcji między ilością dostarczanych kwasów tłuszczowych nasyconych i wielonienasyconych. Wskazuje to na zasadność wprowadzenia większego udziału energii z orzechów, które są także źródłem nienasyconych kwasów tłuszczowych (zarówno jedno- jak i wielonienasyconych), posiadających działanie wspomagające w leczeniu dyslipidemii [27, 36]. Orzechy zawierają także znaczne ilości cennych składników mineralnych, takich jak: wapń, magnez, żelazo i cynk, przez co mogą stanowić łatwe narzędzie uzupełniające dietę roślinną w te pierwiastki [4]. Wykazano, że przyswajalność wapnia z tych produktów jest wysoka i może pokryć zapotrzebowanie na ten pierwiastek u zawodników na diecie wegańskiej. Na uwagę zasługują migdały – gatunek orzechów o szczególnie wysokiej zawartości tego makroelementu (ok. 269 mg/100 g) [16, 27]. Wielu autorów stopień wykorzystania cynku, wapnia, magnezu oraz żelaza uzależnia od obecności w produktach pochodzenia roślinnego, także w orzechach, związków fitynowych, które osłabiają wchłanianie tych pierwiastków. Jednak badacze zaobserwowali, że mimo wysokiej ilości fitynianów (średnio 850 mg/100 g, w migdałach do 2111 mg/100 g) w orzechach, to w diecie nie stanowią one głównego źródła wspomnianego składnika antyodżywczego. Pochodzi on głównie z produktów zbożowych i płatków śniadaniowych, następnie warzyw, ziemniaków, słonych przekąsek oraz ciepłych napojów (herbata, kawa) [16, 37]. Orzechy zawierają

także szczawiany, które mogą tworzyć sole z jonami wapnia i magnezu, zmniejszając ich przyswajalność. Ich wysoką zawartością cechują się migdały, orzechy brazylijskie i orzeszki pini (492-556,8 mg/100 g) [38].

Znaczenie migdałów w diecie sportowców – wybrane aspekty

Migdały na tle innych gatunków orzechów wyróżniają się wyższą zawartością białka roślinnego (21,2 g/100 g), błonnika, wapnia i tokoferolu. Ponadto są dobrym źródłem magnezu i jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (przy jednocześnie niskim stężeniu nasyconych kwasów tłuszczowych) [4]. Na podstawie wskaźnika TAC, oceniane są jako produkty o średnich właściwościach antyoksydacyjnych (44,5 $\mu\text{mol TE/g}$) na tle innych gatunków orzechów [19]. Wykazano, że łupina migdałów zawiera epikatechinę, katechinę, kwercetynę, kemferol oraz izohamnetynę – związki fenolowe o silnym działaniu przeciwutleniającym [39]. Migdały posiadają wysoką wartość energetyczną i gęstość odżywczą [4]. Tak więc powinny być uwzględniane w programie żywieniowym osób aktywnych fizycznie. Warto przedstawić badanie randomizowane, kontrolowane placebo, w którym autorzy podjęli się analizy wpływu spożycia migdałów na zdolności wysiłkowe zawodników podczas treningu [40]. Badani przez 4 tygodnie spożywali 75 g/d migdałów, następnie po 2 tygodniach przerwy (*washout period*), podczas kolejnych 4 tygodni włączono do ich diety 90 g/d ciastek (oba badane produkty dostarczały identycznej ilości energii, różniły się gęstością odżywczą). Zwiększone spożycie migdałów skutkowało u zawodników wzmożonym spalaniem węglowodanów podczas testu czasowego, zmniejszonym utlenianiem kwasów tłuszczowych i niższym zużyciem tlenu. Ponadto zaobserwowano u nich pod koniec trwania wysiłku fizycznego wzrost stężenia glukozy (odwrotna zależność w pozostałych próbach). Dlatego migdały mogłyby korzystnie wpływać na efektywność treningu poprzez uruchomienie zapasów glikogenu zamiast wykorzystywania spalania tłuszczów jako mechanizmu pozyskiwania energii w okresie końcowym ćwiczeń, co może być istotne w dyscyplinach sportowych o charakterze wytrzymałościowym. U badanych zauważono również wyższe stężenie hemoglobiny we krwi, co świadczy o wpływie migdałów na poprawę transportu tlenu do komórek, w tym zwłaszcza mięśni szkieletowych [40]. W tej grupie zaobserwowano najniższy pobór i zużycie tlenu, co potwierdza zwiększoną wydajność dystrybucji tlenu wewnątrz organizmu. Migdały, podobnie jak inne orzechy, posiadają 2 składniki, które mogą być kluczowe w uzasadnieniu ich korzystnego wpływu na zdolność wysiłkową i efektywność zawodników, L-argininę i kwercetynę [9, 40]. L-arginina jest prekursorem NO (tlenku azotu) i ma u osób aktywnych

fizycznie szczególne znaczenie. Poza działaniem wazodylatacyjnym może stymulować wydzielanie insuliny, co z kolei powoduje wzrost intensywności transportu glukozy do mięśni szkieletowych i wzmoczoną syntezę glikogenu (niekonieczne stymulowaną insuliną) [41]. Ponadto L-arginina odgrywa rolę we wspieraniu czynności układu immunologicznego, gojenia ran, regulacji ciśnienia krwi i wydalania amoniaku z organizmu. Z kolei kwercetyna może poprawiać działanie mitochondriów (nasilając biosyntezę) [42]. Obydwa składniki mogą być kojarzone z nasileniem spalania węglowodanów i lepszą dostępnością tlenu dla komórek.

Uwzględniając fakt, że jest to pierwsza dotychczas opublikowana praca, odnosząca się do przypuszczalnego wpływu migdałów na jakość wysiłku fizycznego, wymaga ona niewątpliwie dalszych, pogłębionych badań. Mimo to, autorzy już zalecają włączenie porcji migdałów do diety sportowców w celu poprawy efektywności treningu [40].

Powysiłkowa reakcja anafilaktyczna powiązana ze spożyciem orzechów

Orzechy są znane jako jedno z ważniejszych źródeł alergenów pokarmowych [43]. Przyczyniają się do wywołania alergii IgE-zależnej. Za największą liczbę uczuleń odpowiadają orzechy arachidowe, w tym również masło orzechowe. Występowanie alergii na jakikolwiek gatunek orzecha jest bezwzględny wskazaniami do jego eliminacji z diety. Jednocześnie należy pamiętać, że odczyn alergiczny wywołany jednym gatunkiem, nie gwarantuje takiego samego efektu przy spożywaniu innych typów orzechów. Podejmując temat orzechów w diecie sportowców, należy zwrócić uwagę na możliwość wystąpienia powysiłkowej reakcji anafilaktycznej związanej ze spożyciem pokarmu (FDEIA – *food dependent exercise-induced anaphylaxis*) [44, 45]. Podejrzewa się ją w przypadku, gdy u osoby z ujemnym wynikiem testu, u której wcześniej nie zdiagnozowano alergii, po spożyciu porcji orzechów i podjęciu przez nią wysiłku fizycznego (90% przypadków), jak również po jego zakończeniu, wystąpiły charakterystyczne dla reakcji anafilaktycznej symptomy [46]. W piśmiennictwie udokumentowano przypadek 16-letniego chłopca, u którego po 30 min od rozpoczęcia gry w piłkę nożną rozwinęło się uczucie swędzenia, pokrzywka na dłoniach i twarzy oraz nagłe uczucie gorąca [45]. Mechanizm jak dotąd nie został całkowicie poznany, przypuszcza się jednak, że wysiłek fizyczny może zwiększać absorpcję alergenów pokarmowych oraz indukować uwalnianie mediatorów z komórek tucznych poprzez ich nasiloną degranulację, dla których próg jest obniżony dzięki działaniu IgE-zależnej

pokarmowej reakcji alergicznej [44]. Niemniej jako, że FDEIA stanowi zaburzenie zagrażające życiu, należy zachować szczególną ostrożność u zawodników, u których zostało ono zdiagnozowane, bądź istnieje przypuszczenie jego występowania. Reakcję anafilaktyczną najczęściej odnotowuje się przy biegu maratońskim, pływaniu i dyscyplinach z użyciem piłki (*ball sports*). Inni autorzy wymieniają także biegi, spacer, tenis, taniec, kolarstwo i narciarstwo alpejskie [46, 47]. Ponadto skala tego zaburzenia jest ściśle skorelowana z intensywnością podejmowanego wysiłku fizycznego. Stąd jako preferowaną metodę leczenia rekomenduje się niespożywanie produktów spożywczych wywołujących reakcję, ze wskazaniem na okres 4-6 godzin przed planowanym treningiem oraz bezpośrednio po jego zakończeniu. Również zalecane jest obniżenie intensywności wykonywanych ćwiczeń. Autorzy podkreślają, by właściwie edukować zawodnika, który powinien czytać etykiety z należytą uwagą, celem identyfikacji możliwych źródeł alergenów, włączając substancje dodatkowe, konserwujące i przyprawy [47]. Nadmieniamy, że należy unikać także innych czynników indukujących pojawienie się FDEIA, w tym niesteroidowych leków przeciwzapalnych (szczególnie odradza się ich zażywanie bezpośrednio przed wysiłkiem), stresu fizycznego i psychicznego, zmęczenia, nadmiernie suchego powietrza, niedostatecznej ilości snu, wysokiej wilgotności powietrza oraz niskiej temperatury [46].

Podsumowanie

Aktywność fizyczna mimo korzystnego wpływu na insulinowrażliwość tkanek, regulację procesów metabolicznych i stężenia glukozy we krwi oraz kontroli masy ciała wiąże się jednocześnie ze wzrostem stresu oksydacyjnego oraz stanu zapalnego. Wymaga także zwiększonego zużycia składników energetycznych i odżywczych, co w przypadku źle zbilansowanej diety może prowadzić do uszkodzenia komórek, obniżenia odporności oraz niedoborów pokarmowych. Zważywszy na fakt, że jak dotąd przeprowadzono niewiele badań zajmujących się znaczeniem orzechów w odżywianiu się sportowców, to nadal brakuje jednoznacznych dowodów w tej kwestii. Niemniej dotychczasowe piśmiennictwo sugeruje, że włączenie ich jednej porcji do diety osób o wzmocnionym wysiłku fizycznym, może przeciwdziałać szkodliwemu działaniu wolnych rodników, a więc sprzyjać niwelowaniu negatywnych skutków stresu oksydacyjnego, ponadto zwiększać odporność immunologiczną (orzechy włoskie) oraz zmniejszać ryzyko niedoborów wielu składników odżywczych, zwłaszcza u osób stosujących dietę wegetariańską.

Piśmiennictwo / References

1. American Dietetic Association, Dietitians of Canada, American College of Sports Medicine, Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S. American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc* 2009, 41(3): 709-731.
2. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *J Acad Nutr Diet* 2016, 116(3): 501-528.
3. Gertig H, Przysławski J. Bromatologia. Zarys nauki o żywności i żywieniu. PZWL, Warszawa 2007.
4. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27. [https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md/beltsville-human-nutrition-research-center/nutrient-data-laboratory/docs/sr27-home-page/\(01.11.2015\)](https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md/beltsville-human-nutrition-research-center/nutrient-data-laboratory/docs/sr27-home-page/(01.11.2015)).
5. Blanco-Mejia S, Kendall CWC, Viguioliouk E, et al. Effect of tree nuts on metabolic syndrome criteria: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ Open* 2014, 4(7): e004660.
6. Ma L, Wang F, Gou W, et al. Nut consumption and the risk of coronary artery disease: A dose-response meta-analysis of 13 prospective studies. *Thromb Res* 2014, 134(4): 790-794.
7. Zhou D, Yu H, He F, et al. Nut consumption in relations to cardiovascular disease risk and type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Am J Clin Nutr* 2014, 100(1): 270-277.
8. Sathe SK, Monaghan EK, Kshirsagar HH, Venkatachalam M. Chemical composition of edible nut seeds and its implications in human health. [in:] *Tree Nuts: composition, phytochemicals, and health effects*. Alasalvar C, Shahidi F (eds). CRC Press, Boca Raton 2009: 11-36.
9. Venkatachalam M, Sathe SK. Chemical composition of selected edible nut seeds. *J Agric Food Chem* 2006, 54(13): 4705-4714.
10. Mettler S, Mannhart C, Colombani PC. Development and validation of a food pyramid for Swiss athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2009, 19(5): 504-518.
11. US FDA. Guidance for Industry: A Food Labeling Guide (12. Appendix D: Qualified Health Claims), January 2013. <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/LabelingNutrition/ucm064923.htm> (01.11.2015).
12. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, et al. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int J of Biochem Cell Biol* 2007, 39(1): 44-48.
13. Pignitore A, Lima GP, Mastorci F, et al. Exercise and oxidative stress: potential effects of antioxidant dietary strategies in sports. *Nutrition* 2015, 31(7-8): 916-922.
14. Marin DP, Bolin AP, Campoio TR, et al. Oxidative stress and antioxidant status response of handball athletes: implications for sport training monitoring. *Int Immunopharmacol* 2013, 17(2): 462-470.
15. Dobrzyński L, Hormeza. Zjawisko powszechne i powszechnie nieznanne. *Post Techn Jądr* 2006, 49(1): 9-15.
16. Fuhrman J, Ferreri DM. Fueling the vegetarian (vegan) athlete. *Curr Sports Med Rep* 2010, 9(4): 233-241.
17. Alasalvar C, Shahidi F. Natural antioxidants in tree nuts. *Eur J Lipid Sci Technol* 2009, 111(11): 1056-1062.
18. Bolling BW, Chen CY, McKay DL, Blumberg JB. Tree nut phytochemicals: composition, antioxidant capacity, bioactivity, impact factors. A systematic review of almonds, Brazils, cashews, hazelnuts, macadamias, pecans, pine nuts, pistachios and walnuts. *Nutr Res Rev* 2011, 24(2): 244-275.
19. Wu X, Beecher GR, Holden JM, et al. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *J Agric Food Chem* 2004, 52(12): 4026-4037.
20. Jenkins DJA, Kendall CWC, Josse AR, et al. Almonds decrease postprandial glycemia, insulinemia and oxidative damage in healthy individuals. *J Nutr* 2006, 136(12): 2987-2992.
21. Maranhão PA, Kraemer-Aguiar LG, de Oliveira CL, et al. Brazil nuts intake improves lipid profile, oxidative stress and microvascular function in obese adolescents: a randomized controlled trial. *Nutr Metab* 2011, 8(1): 32.
22. Li N, Jia X, Chen CY, et al. Almond consumption reduces oxidative DNA damage and lipid peroxidation in male smokers. *J Nutr* 2007, 137(12): 2717-2722.
23. Cominetti C, de Bortoli MC, Garrido AB, Cozzolino SM. Brazilian nut consumption improves selenium status and glutathione peroxidase activity and reduces atherogenic risk in obese women. *Nutr Res* 2012, 32(6): 403-407.
24. Jarosz M (red). Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. IŻŻ, Warszawa 2012.
25. Domínguez-Avila JA, Alvarez-Parrilla E, López-Díaz JA, et al. The pecan nut (*Carya illinoensis*) and its oil and polyphenolic fractions differentially modulate lipid metabolism and the antioxidant enzyme activities in rats fed high-fat diets. *Food Chem* 2015, 168: 529-537.
26. Hudthagosol C, Haddad EH, McCarthy K, et al. Pecans acutely increase plasma postprandial antioxidant capacity and catechins and decrease LDL oxidation in humans. *J Nutr* 2011, 141(1): 56-62.
27. Zuziak R, Pilch W. Dieta laktoowovegetariańska w treningu wytrzymałościowym a zalecenia dietetyczne. *Med Sport Practica* 2013, 14(1): 28-33.
28. Pedersen BK, Hoffman-Goetz L. Exercise and the immune system: regulation, integration and adaptation. *Physiol Rev* 2000, 80(3): 1055-1081.
29. Kranz S, Hill AM, Fleming JA, et al. Nutrient displacement associated with walnut supplementation in men. *J Hum Nutr Diet* 2013, 27(suppl 2): 247-254.
30. Seyedabadi M, Fakhfour G, Ramezani V, et al. The role of serotonin in memory: interaction with neurotransmitters and downstream signaling. *Exp Brain Res* 2014, 232(3): 723-738.
31. Haider S, Batool Z, Tabassum S, et al. Effects of walnuts (*Juglans regia*) on learning and memory functions. *Plant Foods Hum Nutr* 2011, 66(4): 335-340.
32. Haider S, Khaliq S, Ahmed SP, Haleem DJ. Long-term tryptophan administration enhances cognitive performance and increases 5HT metabolism in the hippocampus of female rats. *Amino Acids* 2006, 31(4): 421-425.
33. Willis LM, Shukitt-Hale B, Cheng V, Joseph JA. Dose-dependent effects of walnuts on motor and cognitive function in aged rats. *Br J Nutr* 2009, 101(8): 1140-1144.
34. Craig WJ, Mangels AR, American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. *J Am Diet Assoc* 2009, 109(7): 1266-1282.
35. Freitas JB, Fernandes DC, Czedler LP, et al. Edible seeds and nuts grown in Brazil as sources of protein for human nutrition. *Food Nutr Sci* 2012, 3(6): 857-862.

36. Sabaté J, Oda K, Ros E. Nut consumption and blood lipid levels. *Arch Intern Med* 2010, 170(9): 821-827.
37. Amirabdollahian F, Ash R. An estimate of phytate intake and molar ratio of phytate to zinc in the diet of the people in the United Kingdom. *Public Health Nutr* 2010, 13(9): 1380-1388.
38. Ritter MMC, Savage GP. Soluble and insoluble oxalate content of nuts. *J Food Compos Anal* 2007, 20(3-4): 169-174.
39. Kornsteiner M, Wagner KH, Elmadfa I. Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. *Food Chem* 2006, 98(2): 381-387.
40. Yi M, Fu J, Zhou L, et al. The effect of almond consumption on elements of endurance exercise performance in trained athletes. *J Int Soc Sports Nutr* 2014, 11: 18
41. Stohs SJ, Kitchens EK. Nutritional Supplementation in Health and Sports Performance. [in]: *Nutrition and Enhanced Sports Performance. Muscle Building, Endurance, and Strength*. Bagchi D, Nair S, Sen CK (eds). Elsevier, Oxford 2013: 3-7.
42. Davis JM, Murphy EA, Carmichael MD, Davis B. Quercetin increases brain and muscle mitochondrial biogenesis and exercise tolerance. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2009, 296(4): R1071-R1077.
43. Rudzki E. Alergia pokarmowa. Część III – orzechy. *Post Dermatol Alergol* 2006, 23(2): 79-83.
44. Caffarelli C, Terzi V, Perrone F, Cavagni G. Food related, exercise induced anaphylaxis. *Arch Dis Child* 1996, 75(2): 141-144.
45. Porcel S, Sánchez AB, Rodríguez E, et al. Food-dependent exercise-induced anaphylaxis to pistachio. *J Investig Allergol Clin Immunol* 2006, 16(1): 71-73.
46. Kim CW, Figueroa A, Park CH, et al. Combined effects of food and exercise on anaphylaxis. *Nutr Res Pract* 2013, 7(5): 347-351.
47. Bennett JR. Anaphylaxis attributed to exercise: considerations for sports medicine specialists. *Phys Sportsmed* 2015, 43(1): 1-12.