

PAWEŁ B. SZEWCZYK^{B, D}, ELŻBIETA PONIEWIERKA^{E, F}

Kreatyna – zastosowanie w sporcie i medycynie

Creatine in Sport and Medicine

Zakład Dietetyki, Katedra Gastroenterologii i Hepatologii, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wrocław

A – koncepcja i projekt badania; B – gromadzenie i/lub zestawianie danych; C – analiza i interpretacja danych; D – napisanie artykułu; E – krytyczne zrecenzowanie artykułu; F – zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu

Streszczenie

Stosowanie suplementów diety, szczególnie przez osoby aktywne fizycznie, jest bardzo popularne i dotyczy 22% ogólnej populacji Polski i aż 86% osób uprawiających sport. Suplementacja kojarzy się z dbałością o zdrowie i sylwetkę, a stosuje się ją, aby wspomóc wydolność organizmu podczas wysiłku, przyspieszyć okres regeneracji powysiłkowej, uzupełnić jadłospis w brakujące składniki lub poprawić osiągnięcia sportowe. Jednym z najczęściej używanych i najlepiej zbadanych suplementów jest kreatyna, wykazująca potencjał antyoksydacyjny oraz ergogeniczny – zwiększający dostępność i poziom adenozynotrójfosforanu (ATP) w organizmie. Jej źródłem są na przykład produkty pochodzenia zwierzęcego. Często jest również stosowana jako osobny dodatek do pożywienia. W pracy dokonano podsumowania wskazań i efektów suplementacji kreatyną w sporcie i różnych jednostkach chorobowych (choroba dwubiegunowa, dystrofia mięśni, przewlekła obturacyjna choroba płuc, kacheksja czy rehabilitacja po długotrwałym udarze) na podstawie aktualnych doniesień naukowych. Przedstawiono mechanizmy jej działania, dowody pozytywnego wpływu na funkcje poznawczo-motoryczne, występujące skutki uboczne, a także dokonano przeglądu dostępnych na rynku związków kreatyny (**Piel. Zdr. Publ. 2015, 5, 4, 409–416**).

Słowa kluczowe: medycyna, sport, suplementacja, kreatyna, wspomaganie.

Abstract

The use of dietary supplements, especially by physically active people, is very common and concerns 22% of the entire Polish population as well as 86% of people practicing sports. The supplementation is associated with attention to health and figure. It is used to support the efficiency of the body during effort, it speeds up the period of regeneration after workout, complements a menu in deficient elements or improves sporting achievements. One of the most commonly used and most studied supplements is creatine which exhibits antioxidant and ergogenic potential: it increases the availability and the level of adenosine triphosphate (ATP) in the body. In the average diet, creatine is provided in, for instance, animal products. It is also often used as a separate addition to the diet. The article, on the basis of current research, summarizes the indications and effects of creatine supplementation in sport and in different diseases (bipolar disorder, muscular dystrophy, chronic obstructive pulmonary disease, cachexia or rehabilitation after a long-lasting stroke). The authors presented mechanisms of creatine activity, a proof of its beneficial influence on motor and cognitive function, as well as side effects. In addition, the overview of creatine compounds available on the market has been provided (**Piel. Zdr. Publ. 2015, 5, 4, 409–416**).

Key words: support, medicine, supplementation, creatine, sports.

Podstawą prawidłowego rozwoju człowieka, zarówno biernego fizycznie, jak i uprawiającego sport, jest dostarczenie odpowiedniej ilości składników pokarmowych oraz regulacyjnych wraz z codziennym pożywieniem [1]. U osób aktywnych fizycznie ważnym elementem jest pokrycie strat energii, wody i składników pokarmowych

wynikających z wysiłku fizycznego [1, 2]. Potrzeby żywieniowe są uzależnione od intensywności, czasu trwania jednostki treningowej i charakteru uprawianej dyscypliny [1, 3].

Suplementy diety to środki spożywcze, których włączenie do jadłospisu ma na celu uzupełnienie diety. Są skoncentrowanym źródłem witamin,

składników mineralnych bądź innych substancji mających właściwości odżywcze lub wykazujących efekt fizjologiczny. Występują w formie preparatów jedno- lub wieloskładnikowych. Kojarzą się z wyjątkową dbałością o zdrowie oraz formę fizyczną, szczególnie osób aktywnych [4, 5]. Znaczna część populacji deklaruje suplementację swojej diety. Wyniki badań przeprowadzonych na grupie młodzieży licealnej z Dębicy wykazały stosowanie suplementów przez 86% badanych [5]. Inne badanie (obejmujące grupę młodych osób uczęszczających do klubów fitness) wykazało wzbogacanie jadłospisu suplementami przez 81,9% [6], kolejne – prowadzone wśród sportowców wyczynowych – 86,5% [7]. W polskim społeczeństwie wykazano stosowanie suplementów przez co piątego obywatela (22%) [4]. Przeprowadzone badania dokumentują rozwój rynku suplementów w kraju i na świecie [8].

Głównymi składnikami suplementów są surowce pochodzenia roślinnego, w tym farmakopealne. Ich ilość w porcji suplementu powinna być mniejsza aniżeli stosowane dawki lecznicze. W zależności od stosowanych składników aktywnych wykazują odmienny wpływ na funkcjonowanie układów i narządów w organizmie [5].

Celem stosowania suplementów jest wspomaganie układu immunologicznego, pokarmowego, poprawa funkcji narządów ruchu, opóźnienie procesów starzenia lub wpływ na działanie układu sercowo-naczyniowego. U osób aktywnych najbardziej jest ceniona możliwość przyspieszenia procesu redukcji poziomu tkanki tłuszczowej, zwiększenia możliwości wysiłkowych organizmu lub przyspieszenia procesów regeneracji powysiłkowej [5].

Pośród produktów uznawanych za dozwolone we wspomaganiu sportowym można wyróżnić te, które wykazują wpływ na przyrost masy mięśniowej, utratę tkanki tłuszczowej, zwiększenie odporności ustroju, poprawę sprawności psychicznej lub proces regeneracji aparatu ruchu [5, 9].

Jednym z najczęściej stosowanych i w świetle badań najskuteczniejszym dozwolonym środkiem anabolicznym w sporcie jest kreatyna (kwas β -metyloguanidynoocetowy) [9, 10]. Akceptacja stosowania kreatyny budzi wiele kontrowersji i na przykład we Francji jest to zabronione [11]. W Stanach Zjednoczonych produkuje się rocznie ok. 4 mln kg tego związku o wartości 200 mln dolarów [12]. COMS (Centralny Ośrodek Medycyny Sportowej) i Komisja Medyczna PKOl (Polskiego Komitetu Olimpijskiego) [13], AIS (Australijski Instytut Sportu) [14], ISSN (Międzynarodowe Towarzystwo Żywności w Sporcie) [15], ADA (Amerykańskie Towarzystwo Dietetyczne), Towarzystwo Dietetyków Kanady oraz Amerykańska

Szkoła Medycyny Sportowej [16] zakwalifikowały ten związek do grupy suplementów A. W grupie tej znajdują się środki o udowodnionej skuteczności rekomendowanej przez PKOl i COMS opierającej się na: „rzetelnych badaniach naukowych opublikowanych w recenzowanych czasopismach, potwierdzających korzystny wpływ na zdolność do wysiłku fizycznego” [13].

Kreatyna to substancja występująca naturalnie w komórkach mięśniowych człowieka. Syntezowana jest z 3 aminokwasów: metioniny, argininy i glicyny [9, 12, 17] w trzustce, nerkach, wątrobie [9] i w niewielkich ilościach w mózgu oraz jądrach [17]. Jej zawartość w organizmie wynosi około 120–140 gramów [18]. 95–98% kreatyny znajduje się w komórkach mięśni [17, 18] w dwóch formach – kreatyny wolnej (30–40%) oraz fosforanu kreatyny – PCr (60–75%) [18]. Po związaniu z resztą kwasu fosforowego kreatyna przyjmuje postać fosforanu i staje się źródłem energii, która może zostać wykorzystana np. jako substrat energetyczny dla mózgu. Ilość PCr występująca w mięśniach jest 3–4 razy większa niż ilość adenozyntroójfosforanu (ATP) [18]. Jego głównym zadaniem jest dostarczenie energii do odbudowy zużytych cząstek ATP, które są podstawowym źródłem energii podczas skurczu pracujących mięśni [10, 18]. Istnieje także możliwość gwałtownego spadku stężenia fosfokreatyny podczas intensywnej pracy mózgu, bez zmian w poziomie ATP [18].

Kreatyna występuje w zwyczajowej diecie [10, 12, 17, 19]. Jej bogatym źródłem jest czerwone mięso [10] – 225 g wołowiny dostarcza około 1,5–2,5 g kreatyny. Podobna porcja śledzia zawiera 2–4 g kreatyny, a tuńczyka lub wieprzowiny – 1,5–2,5 g, szklanka mleka (250 ml) o zawartości 1% tłuszczu dostarcza organizmowi około 5 mg tego związku [19].

Udowodniono pozytywny wpływ regularnego treningu o charakterze szybkościowym lub siłowym wspomaganego suplementacją kreatyną na zwiększenie potencjału energetycznego komórek mięśniowych [10]. Zwiększenie tempa odbudowy ATP z udziałem PCr przy niedostatku tlenu pozwala minimalizować skutki procesu fosforylacji substratowej prowadzącej do zakwaszenia środowiska komórek mięśniowych przez produkcję mleczanu [10]. W rezultacie mniejsze zakwaszenie pozwala na wykonywanie bardziej intensywnych jednostek treningowych i o większej objętości [10, 19].

Kreatyna wpływa nie tylko na potencjał komórek mięśniowych. Z przeprowadzonych badań wynika, że jej stosowanie może również przyczynić się do poprawy gospodarki energetycznej na poziomie komórkowym w mózgu. Wykazano po-

prawę zdolności intelektualnych, takich jak czas reakcji na bodziec oraz pamięć [18, 20], szczególnie u osób w podeszłym wieku [20]. Suplementacja kreatyną powodowała zmniejszenie zapotrzebowania tkanki mózgowej na tlen [18]. Przypisuje się jej również pozytywną rolę w zapobieganiu sarkopenii u osób starszych, w połączeniu z ćwiczeniami o charakterze siłowym.

W literaturze podkreśla się działanie antyoksydacyjne kreatyny, m.in. na komórki mózgu [12]. W rezultacie jej przyjmowanie zmniejsza zmęczenie umysłowe, wykazuje działanie ochronne mózgu przed neurotoksynami, ogranicza zaburzenia neurologiczne w przypadku depresji i choroby dwubiegunowej [12]. Dzięki suplementacji kreatyną poprawia się pamięć werbalna, długoterminowa i przestrzenna [18].

Formy kreatyny

Najpowszechniejszym i najlepiej zbadanym związkiem kreatyny jest monowodzian (monohydrat) kreatyny [21]. Ze względu na skłonność do przekształcania w nieaktywną anabolicznie kreatyninę stale poszukuje się związku, który byłby pozbawiony tej cechy [9]. Dostępne są też inne formy kreatyny, czyli związki łączące cząsteczkę kreatyny z cząsteczkami innych substancji [9, 17, 21–25]. W tabeli 1 przedstawiono różne związki kreatyny

z uwzględnieniem procentowej zawartości czystej kreatyny [25].

Popularnymi na rynku polskim formami (obok monohydratu) są: jabłczan, cytrynian, pirogronian oraz orotonian kreatyny. Badania nie wykazują jednak wyższości tych form chemicznych kreatyny nad monohydratem [21, 25, 26].

Badanie przeprowadzone w grupie 35 wysportowanych mężczyzn z użyciem: placebo, (grupa 1), monohydratu kreatyny (grupa 2) lub fosforanu kreatyny (grupa 3) nie wykazało istotnych różnic dotyczących efektów działania suplementu między grupami 2 i 3 [21].

Kolejne badanie, które objęło 16 zdrowych mężczyzn niestosujących wcześniej suplementacji kreatyną wykazało, że największy potencjał magazynowania kreatyny w organizmie dotyczył grupy stosującej jednocześnie monohydrat kreatyny i dekstrozę, a następnie monohydrat i cytrynian [24].

Podwójnie zaślepiona próba Selsby et al. obejmowała grupę 31 mężczyzn ćwiczących siłowo [22]. Respondenci zostali podzieleni na 3 grupy: grupę z placebo (grupa 1), grupę przyjmującą monohydrat kreatyny (grupa 2) oraz grupę przyjmującą magnezowy chelat kreatyny (grupa 3). Wykazano zwiększenie możliwości wykonania maksymalnej pracy w wyciskaniu w pozycji leżącej w grupach przyjmujących kreatynę, ale uzyskane różnice nie były istotne statystycznie [22].

Tabela 1. Formy kreatyny – według własnej modyfikacji [25]

Table 1. The forms of creatine – own modification [25]

Związek	Zawartość kreatyny (w %)	Różnica w porównaniu z formą podstawową – monowodzianem (w %)
Kreatyna bezwodna	100	+13,8
Monohydrat (monowodzian)	87,9	0,0
Ester etylowy	82,4	-6,3
Jabłczan	74,7	-15,0
Ester metylowy HCL	72,2	-17,9
Cytrynian	66,0	-24,9
Pirogronian	60,0	-31,7
Aminomaślan	56,2	-36,0
Ketoglutaran	53,8	-38,8
Fosforan sodowy	51,4	-41,5
Taurynian	51,4	-41,6
Piroglutaminian	50,6	-42,4
Ketoisocaprotae	50,4	-42,4
Orotonian	45,8	-47,9
Karnitynian	44,9	-49,0
Dekanonian	43,4	-50,7
Glukonian	40,2	-54,3

Badanie Spillane et al. miało na celu ocenę wpływu jednej z nowszych form kreatyny, jaką jest ester etylowany kreatyny (CEE) [17]. Uczestniczyło w nim 30 mężczyzn nieuprawiających sportów oporowych. W podwójnie zaślepionej próbie przyjmowali oni: placebo (grupa 1), monohydrat kreatyny (grupa 2) lub etylowany ester kreatyny (grupa 3). Wykazano większe stężenie kreatyny we krwi oraz mięśniach, kreatyniny we krwi, większy przyrost beztłuszczowej masy ciała oraz wewnątrz- i pozakomórkowego poziomu wody w grupie przyjmującej klasyczną formę kreatyny, czyli monowodzian [17].

Jagim et al. podjęli próbę porównania wpływu monowodzianu kreatyny oraz małych i dużych dawek buforowanej formy kreatyny m.in. na beztłuszczową oraz tłuszczową masę ciała, a także na siłę mięśniową w wyciskaniu w pozycji leżącej [27]. Badanie było przeprowadzone na podstawie podwójnie ślepej próby. Grupa badana obejmowała 36 mężczyzn trenujących siłowo. Wykazano największy przyrost siły u osób stosujących monohydrat kreatyny. Zwiększenie beztłuszczowej masy ciała było porównywalne w grupie stosującej duże dawki kreatyny buforowanej oraz monowodzianu, a objętość tkanki tłuszczowej w grupie zażywającej monohydrat kreatyny się zmniejszyła. Również stężenie kreatyny w mięśniach okazało się największe w grupie stosującej najprostszą formę kreatyny – niezależnie od fazy badania [27].

W innym badaniu Jager et al. zestawili ze sobą działanie monohydratu, cytrynianu oraz pirogronianu kreatyny [23]. Grupa badana obejmowała 6 osób: 3 mężczyzn oraz 3 kobiety. Badanie polegało na przyjęciu pojedynczej dawki kreatyny w ilości 4,4 g. Badano stężenie kreatyny w osoczu 8 godzin od zażycia substancji. Różnice w dostępności biologicznej różnych form uznano za mało prawdopodobne ze względu na dostępność monohydratu bliską 100%, a niewielkie różnice w kinetyce uznano za nieistotne dla wzrostu masy mięśniowej w czasie stosowania suplementu [23].

Zastosowanie kreatyny w sporcie

Stosowanie kreatyny najczęściej pociąga za sobą zwiększenie masy ciała (przez większe uwodnienie komórek i nagromadzenie wody podskórnej), wzrost siły i masy tkanki mięśniowej. Stephen et al. [26] oraz Bemben et al. [28] dokonali usystematyzowania efektów przyjmowania kreatyny, dokonując przeglądu literatury na ten temat. Rezultaty tej analizy, poszerzone o wyniki badań Nastaj [11] i Delecluse et al. [29], przedstawia tabela 2.

Skutki stosowania kreatyny w sporcie i medycynie

Przyjmowanie kreatyny wykazuje pozytywny wpływ na zwiększenie objętości osocza, rezerw glikogenowych, wentylacji oraz zmniejszenie zużycia tlenu podczas wysiłków submaksymalnych [10]. Suplementacja wpływa także na poprawę wytrzymałości tlenowej w czasie ćwiczeń trwających ponad 150 sekund [30].

Przeprowadzono próby mające na celu wykazanie wpływu stosowania kwasu β -metyloguanidynoocetowego w korelacji z treningiem oporowym u starszych osób [31]. Metaanaliza obejmująca 357 osób wykazała istotny przyrost całkowitej oraz beztłuszczowej masy ciała u osób stosujących kreatynę w porównaniu z osobami stosującymi placebo [31].

Próbę stosowania kreatyny podjęto u pacjentów chorujących na płasawicę Huntingtona (8 g/dobę podawane przez 16 tygodni). Wykazano wpływ kreatyny na zmniejszenie wielkości wskaźnika oksydacyjnego uszkodzenia DNA (kwasu deoksyrybonukleinowego) [18].

W literaturze spotyka się pojedyncze doniesienia badające wpływ kreatyny na przebieg choroby Parkinsona, płasawicy Huntingtona oraz leczenia udarów mózgu. Na przekonujące wyniki, które będą mogły mieć zastosowanie praktyczne należy jednak poczekać [12].

Badania dotyczące roli kreatyny w leczeniu i przebiegu chorób przewlekłych dotyczą też przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (p.o.ch.p.). Fuld et al. badając 38 pacjentów cierpiących na p.o.ch.p., którzy przyjmowali kreatynę, wykazali zwiększenie beztłuszczowej masy ciała oraz wydolności oddechowej, a także poprawę zdrowia ogólnego [32]. Faager et al. również badali wpływ suplementacji kreatyną u pacjentów chorujących na p.o.ch.p. [33]. W grupie respondentów przyjmujących suplement wykazano wydłużenie średniego czasu chodzenia o 61%, a w grupie przyjmującej placebo o 48%. Poziom duszności (na podstawie testu ESWT – wytrzymałościowego wahadłowego testu marszowego) zmniejszył się z 7 do 5, a jakość życia (na podstawie SGRQ – kwestionariusza szpitala Św. Jerzego) się poprawiła. Wykazane różnice okazały się jednak nieistotne statystycznie [33].

Sakkas et al. poruszają problem wspomagania kreatyną w stanach wyniszczenia organizmu (kacheksji) [34]. Autorzy sugerują stosowanie suplementacji kwasem β -metyloguanidynoocetowym (w celach profilaktycznych) w chorobach wyniszczających przebiegających z zanikiem i osłabieniem funkcji tkanki mięśniowej. Próby z użyciem placebo dają jednak zróżnicowane wyniki dotyczą-

Tabela 2. Analiza wyników badań z użyciem kreatyny u sportowców**Table 2.** The analysis of results of the study with the use of creatine among athletes

Grupa badana	Stosowana dawka kreatyny	Uzyskany efekt (↑)	Piśmiennictwo/rok badania
18 aktywnych, nietreningujących mężczyzn	20 g/d, 5 dni	siła mięśniowa, szybkość	Dawson et al./1995
17 zawodników rugby	20 g/d 4 dni + 5 g/d, 21 dni	szybkość	Meiri et al./1995
20 pływaków (K i M) – reprezentacja narodowa	20 g/d, 5 dni	masa ciała	Mujika et al./1996
9 cyklistów	20 g/d, 5 dni	siła mięśniowa	Casey et al./1997
26 cyklistów (K i M)	20 g/d, 5 dni	masa ciała	Jacobs et al./1997
19 nietreningujących kobiet	20 g/d, 4 dni + 5 g/d	siła mięśniowa, beztłuszczowa masa ciała	Vandenbergh et al./1997
13 regularnie trenujących mężczyzn	20 g/d 10 dni	masa ciała	Volek et al./1997
8 nietreningujących, aktywnych mężczyzn	30 g/d, 3 dni	masa ciała	Snow et al./1998
25 zawodników futbolu amerykańskiego	20 g/d, 5 dni	siła mięśniowa, szybkość, masa ciała	Kreider et al./1998
25 nietreningujących, aktywnych osób	21 g/d, 5 dni + 3 g/d, 58 dni	masa ciała	Francaux i Poortmans et al./1999
23 mężczyzn trenujących siłowo	5 g*4/d, 5 dni + 2 g/d, 35 dni	siła mięśniowa	Becque et al./2000
16 kobiet trenujących lacrosse	5 g*4/d, 7 dni + 2 g/d, 35 dni	siła mięśniowa	Brenner et al./2000
14 profesjonalnych piłkarzy	7,5 g*2/d, 5 dni + 5 g/d, 84 dni	siła mięśniowa	Larson-Meyer et al./2000
12 profesjonalnych zawodników sportów siłowych	9 g/d*3, 5 dni	siła mięśniowa	Rossouw et al./2000
36 lekkoatletów (20 K i 16 M)	0,3 g/kg mc./d, 35 dni	wysokość skoku dosiężnego	Haff et al./2000
25 zawodników futbolu amerykańskiego	20 g/d, 5 dni + 5 g/d, 56 dni	siła mięśniowa	Bemben et al./2001
9 graczy squasha	0,075 g/kg m.c./d*4, 5 dni	szybkość	Romer et al./2001
19 zawodników piki ręcznej	5 g/d*4, 5 dni	szybkość, wyskok, masa ciała	Izquierdo et al./2002
12 piłkarzy	5 g/d*4, 6 dni	szybkość i zwinność	Cox et al./2003
12 sprinterów na dystansach 100 i 200 metrów	0,35 g/kg m.c./d, 6 dni	masa ciała	Delecluse et al./2003
6 zawodników uprawiających ćwiczenia siłowe	5 g/d*3, 42 dni	masa ciała, obwód klatki piersiowej, siła mięśniowa, utrata tkanki tłuszczowej	Nastaj M./2012

ce znaczenia kreatyny w zapobieganiu i leczeniu kacheksji i również w tym przypadku są potrzebne dalsze badania [34].

Podwójnie zaślepione, randomizowane, 24-tygodniowe badanie [35] oceniało wpływ suplementacji kreatyną na stan emocjonalny starszych kobiet. Grupy kobiet, które uprawiały sport uzyskały znaczną poprawę w porównaniu z kobietami biernymi fizycznie, ale między grupą przyjmującą kreatynę a zażywającą placebo nie wykazano znaczących różnic dotyczących poprawy stanu emocjonalnego [35].

Próby zastosowania suplementów kreatyny podjęto również w leczeniu miopatii mięśniowej. Wykazano, że stosowanie suplementu wpłynęło na poprawę siły mięśniowej w dystrofiach mięśniowych. Ograniczona ilość randomizowanych badań klinicznych nie pozwala jednak na ich praktyczne zastosowanie, konieczne są dalsze badania [36].

Morowska-Staszak badała wpływ suplementacji kreatyną na całkowity potencjał przeciwutleniający, a także wydolność psychofizyczną w grupie pacjentów mających przewlekłe choroby wątroby [18]. Badanie wykazało: wzrost całkowitego potencjału

przeciwwutleniającego organizmu z istotnym zwiększeniem stężenia selenu w surowicy, poprawę wydolności fizycznej (zwiększenie przebytego dystansu, tempa chodu podczas testu marszowego) oraz poprawę pamięci długo- i krótkotrwałej [18].

Badania prowadzone przez Kingsleya et al. obejmowały wpływ krótkotrwałej suplementacji kreatyną na potencjał antyoksydacyjny organizmów kolarzy podczas intensywnego wysiłku oraz po jego zakończeniu [37]. Nie wykazano zwiększenia nieenzymatycznych czynników ochrony antyoksydacyjnej organizmu przed peroksydacją lipidów u zawodników [37].

Najlepszą porą przyjmowania suplementów z kreatyną jest okres potreningowy. Potwierdzają to badania przeprowadzone przez Antonio i Ciccone, które wykazały większy przyrost masy mięśniowej u osób stosujących suplementację w okresie potreningowym niż przed nim [38]. Korzystny jest również posiłek węglowodanowy powodujący wyrzut insuliny, co ma wpływ na transport substancji aktywnej do komórek [39]. Efekt insulinogenny wykazują także niektóre aminokwasy egzogenne, np. leucyna. Uzasadnione jest więc spożywanie kreatyny wraz z posiłkiem białkowo-węglowodanowym.

Stosowanie kreatyny może spowodować wystąpienie skutków ubocznych. Najczęściej spotykane to zaburzenia ze strony przewodu pokarmowego, takie jak biegunki. Opublikowane badania nie dokumentują jednak zagrożeń zdrowotnych powodowanych nawet długotrwałą suplementacją. Nie wykazano wzrostu markerów związanych z uszkodzeniami mięśni, zaburzeń dotyczących układu krwiotwórczego, metabolizmu lipidów oraz funkcji wątroby. Również poziom białka, a w szczególności albumin

i mocznika w moczu się nie zmienił [40]. Należy jednak pamiętać, że przytoczone wyniki i badania dotyczą populacji ogólnych, a występowanie działań ubocznych należy traktować indywidualnie, szczególnie dotyczy to funkcji wątroby.

Pereira et al. [41] podjęli próbę badania wpływu suplementacji kreatyną na powstawanie amin heterocyklicznych o działaniu rakotwórczym – w doświadczeniu zastosowano duże (stosowane przez 1 dzień) i małe (stosowanie przez 30 dni) dawki suplementu. Wśród 149 próbek moczu poddanych badaniu w kierunku obecności tych substancji karcinogennych tylko 9 (w tym 6 uzyskanych od osób przyjmujących placebo) zawierało wysoki poziom tych substancji. Uznano jednak, że związki te pochodzą z pożywienia i nie są związane z suplementacją kreatyną. Aby udowodnić, czy kreatyna może działać karcinogennie na organizm człowieka, są jednak konieczne dalsze badania [41].

Podsumowanie

Kreatyna jest najczęściej przyjmowanym, ale także najlepiej zbadanym suplementem stosowanym w sporcie. Badania potwierdzają istotne korzyści suplementacji kreatyną na organizm sportowca, takie jak przyrost masy ciała, siły i masy tkanki mięśniowej, co przekłada się bezpośrednio na poprawę wyników sportowych. Coraz więcej badań potwierdza korzystny wpływ suplementacji kreatyną w przewlekłych chorobach neurologicznych, psychiatrycznych, płuc i wątroby. Badania dowodzą, że zarówno jednorazowa, jak i długotrwała suplementacja kreatyną nie niesie za sobą istotnych zagrożeń dla osób zdrowych.

Piśmiennictwo

- [1] Dymkowska-Malesa M., Walczak Z.: Suplementacja w sporcie. *Now. Lek.* 2011, 80, 3, 199–204.
- [2] Malczewska-Lenczowska J., Szczepańska B., Wajszyk B., Orysiak J.: Stan odżywienia i sposób żywienia dziewcząt z warszawskiego gimnazjum sportowego. *Probl. Hig.* 2011, 92, 3, 640–643.
- [3] Strigel R.: The use of nutritional supplements among master athletes. *Int. J. Sports Med.* 2006 27, 236–241.
- [4] Stoś K., Krygier B., Głowala A., Jarosz M.: Skład wybranych suplementów diety w świetle obowiązujących wymagań. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2011, 44, 3, 596–603.
- [5] Gil M., Cizek P., Głodek E.: Ocena stosowania suplementów diety oraz stopnia wiedzy na temat suplementacji wśród licealistów z Dębicy. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2013, 46, 2, 194–199.
- [6] Skop-Lewandowska A., Małek A., Gmur M., Kolarzyk E.: Sposób żywienia oraz popularność stosowania suplementów diety i odżywek wśród młodych osób uczęszczających do klubów fitness. *Probl. Hig. Epidemiol.* 2013, 94, 4, 786–793.
- [7] Frączek B., Gacek M., Grzelak A.: Żywieniowe wspomaganie zdolności wysiłkowych w grupie sportowców wychowawczych. *Probl. Hig. Epidemiol.* 2012, 93, 4, 817–823.
- [8] Kościółek A., Hartman M., Spiołek K., Kania J., Pawłowska-Góral K.: Ocena czynników wpływających na zakup i stosowanie preparatów witaminowo-mineralnych przez uczniów szkół policealnych. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2011, 44, 3, 987–992.
- [9] Zając A., Poprzęcki S., Czuba M., Zydek G., Gołaś A.: Żywność i suplementacja w sporcie. Wyd. AWF Katowice, Katowice 2012.
- [10] Cooper R., Naclerio F., Allgrove J., Jimenez A.: Creatine supplementation with specific view to exercise/sports performance: an update. *J. Int. Soc. Sports. Nutr.* 2012, 9, 33. doi:10.1186/1550-2783-9-33 (data dostępu: 9.09.2015).

- [11] **Nastaj M.**: Wpływ suplementacji monohydratem kreatyny diety mężczyzn uprawiających sporty siłowe. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2012, 24, 3, 936–942.
- [12] **Smith R., Agharkar A., Gonzales E.**: A review of creatine supplementation in age-related diseases: more than a supplement for athletes. *F1000Res.* 2014, 3, 222. doi: 10.12688/f1000research.5218.1 (data dostępu: 9.09.2015).
- [13] Wspólne Stanowisko Centralnego Ośrodka Medycyny Sportowej i Komisji Medycznej Polskiego Komitetu Olimpijskiego: Stosowanie suplementów diety i żywności funkcjonalnej w sporcie. Rekomendacje dla polskich związków sportowych. https://www.zapasy.org.pl/include/user_file/2013_styczen/stosowanie_suplementow_stanowisko.pdf?hc_location=ufi (data dostępu: 9.09.2015).
- [14] <http://www.ausport.gov.au/ais/nutrition/supplements/groupa> (data dostępu: 9.09.2015).
- [15] **Kreider R., Wilborn C., Taylor L., Campbell B., Almada A., Collins R., Cooke M., Earnest C., Greenwood M., Kalman D., Kerksick C., Kleiner S., Leutholtz B., Lopez H., Lowery L., Mendel R., Smith A., Spano M., Wildman R., Willoughby D., Ziegenfuss T., Antonio J.**: ISSN Exercise & Sport Nutrition Review: Research & Recommendations. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2010, 7. doi:10.1186/1550-2783-7-7 (data dostępu: 9.09.2015).
- [16] Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sport Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *J. Am. Diet. Assoc.* 2009, 109, 3, 509–527. doi: 10.1016/j.jada.2009.01.005 (data dostępu: 9.09.2015).
- [17] **Spillane M., Schoch R., Cooke M., Harvey T., Greenwood M., Kreider R., Willoughby D.**: The effects of creatine ethyl ester supplementation combined with heavy resistance training on body composition, muscle performance, and serum and muscle creatine levels. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2009, 6, 6. doi:10.1186/1550-2783-6-6 (data dostępu: 9.09.2015).
- [18] **Morawska-Staszak K.**: Wpływ suplementacji kreatyną na całkowity potencjał antyoksydacyjny oraz wydolność psychofizyczną u pacjentów z przewlekłymi schorzeniami wątroby. Rozprawa doktorska. Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu, Poznań 2012 r.
- [19] **Tarnopolsky M.**: Caffeine and creatine use in sport. *Ann. Nutr. Metab.* 2010, 57, Suppl 2, 1–8. doi:10.1159/000322696 (data dostępu: 9.09.2015).
- [20] **Rawson E., Venezia A.**: Use of creatine in the elderly and evidence for effects on cognitive function in young and old. *Amino Acids.* 2011, May, 40, 5, 1349–1362. doi: 10.1007/s00726-011-0855-9 (data dostępu: 9.09.2015).
- [21] **Peeters B., Lantz C., Mayhew J.**: Effect of oral creatine monohydrate and creatine phosphate supplementation on maximal strength indices, body composition and blood pressure. *J. Strength Cond. Res.* 1999, 13, 1.
- [22] **Selsby J., DiSilvestro R., Devor S.**: Mg²⁺-creatine chelate and a low-dose creatine supplementation regimen improve exercise performance. *J. Strength Cond. Res.* 2004, May, 18, 2, 311–315.
- [23] **Jager R., Harris R., Purpura M., Francaux M.**: Comparison of new forms of creatine in raising plasma creatine levels. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2007, 4, 17. doi:10.1186/1550-2783-4-17 (data dostępu: 9.09.2015).
- [24] **Greenwood M., Kreider R., Earnest C., Rasmussen C., Almada A.**: Differences in creatine retention among three nutritional formulations of oral creatine supplements. *J. Exerc. Physiol. Online* 2003, May, 6, 37–43 (data dostępu: 9.09.2015).
- [25] **Jager R., Purpura M., Shao A., Inoue T., Kreider R.**: Analysis of the efficacy, safety, and regulatory status of novel forms of creatine. *Amino Acids.* 2011, 40, 1369–1383. doi: 10.1007/s00726-011-0874-6 (data dostępu: 9.09.2015).
- [26] **Stephen P., Bird M.**: Creatine supplementation and exercise performance: a brief review. *J. Sports Sci. Med.* 2003, 2, 123–132.
- [27] **Jagim A., Oliver J., Sanchez A., Galvan E., Fluckey J., Riechman S., Greenwood M., Kelly K., Meininger C., Rasmussen C., Kreider R.**: A buffered form of creatine does not promote greater changes in muscle creatine content, body composition, or training adaptations than creatine monohydrate. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2012, Sep, 13, 9, 1, 43. doi: 10.1186/1550-2783-9-43 (data dostępu: 9.09.2015).
- [28] **Bemben M., Lamont H.**: Creatine supplementation and exercise performance – recent findings. *Sports Med.* 2005, 35, 2, 107–125 (data dostępu: 30.10.2015).
- [29] **Delecluse C., Diels R., Goris M.**: Effect of creatine supplementation on intermittent sprint running performance in highly trained athletes. *J. Strength Cond. Res.* 2003, Aug, 17, 3, 446–454 (data dostępu: 30.10.2015).
- [30] **Branch J.**: Effect of creatine supplementation on body composition and performance: a meta-analysis. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 2003, Jun, 13, 2, 198–226.
- [31] **Devries M., Phillips S.**: Creatine supplementation during resistance training in older adults – a meta-analysis. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2014, Jun, 46, 6, 1194–1203. doi: 10.1249/MSS.0000000000000220 (data dostępu: 11.09.2015).
- [32] **Fuld J., Kilduff J., Neder J., Pitsiladis Y., Lean M., Ward S., Cotton M.**: Creatine supplementation during pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax.* 2005, Jul, 60, 7, 531–537. doi: 10.1136/thx.2004.030452 (data dostępu: 11.09.2015).
- [33] **Faager G., Soderlund K., Skold C., Rundgren S., Tollback A., Jakobsson P.**: Creatine supplementation and physical training in patients with COPD: A double blind placebo-controlled study. *Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis.* 2006, Dec, 1, 4, 445–453.
- [34] **Sakkas G., Schambelan M., Mulligan K.**: Can the use of creatine supplementation attenuate muscle loss in cachexia and wasting? *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.* 2009, Nov, 12, 6, 623–627. doi: 10.1097/MCO.0b013e328331de63 (data dostępu: 11.09.2015).
- [35] **Alves C., Merege Filho C., Benatti F., Brucki S., Pereira R., de Sa Pinto A., Lima F., Roschel H., Gualano B.**: Creatine supplementation associated or not with strength training upon emotional and cognitive measures in older woman: A randomized double-blind study. *PLoS One.* 2013, 8, 10. doi: 10.1371/journal.pone.0076301 (data dostępu: 11.09.2015).

- [36] **D'Antona G., Nabavi S., Micheletti P., Di Lorenzo A., Aquilani R., Nisoli E., Rondanelli M., Daglia M.:** Creatine, L-carnitine, and Ω 3 polyunsaturated fatty acid supplementation from health to diseased skeletal muscle. *Biomed. Res. Int.* 2014, Article ID 613890, 16 pages. doi: 10.1155/2014/613890 (data dostępu: 11.09.2015).
- [37] **Kingsley M., Cunningham D., Mason L., Kilduff L., McEneny J.:** Role of creatine supplementation on exercise-induced cardiovascular function and oxidative stress. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2009, Sep–Oct, 2, 4, 247–254. doi: 10.4161/oxim.2.4.9415 (data dostępu: 11.09.2015).
- [38] **Antonio J., Ciccone V.:** The effects of pre versus post workout supplementation of creatine monohydrate on body composition and strength. *Int. Soc. Sport. Nutr.* 2013, 10, 36. doi:10.1186/1550-2783-10-36 (data dostępu: 16.09.2015).
- [39] **Steenge G., Lambourne J., Casey A., Macdonald I., Greenhaff P.:** Stimulatory effect of insulin on creatine accumulation in human skeletal muscle. *Am. J. Physiol.* 1998, 275, 6, 974–979.
- [40] **Frączek B., Grzelak A.:** Suplementacja kreatyną w grupie młodych mężczyzn podejmujących rekreacyjnie trening siłowy. *Probl. Hig. Epidemiol.* 2012, 93, 1, 425–431.
- [41] **Santos Pereira R., Dorr F., Pinto E., Solis M., Artioli G., Fernandes A., Murai I., Dantas W., Seguro A., Rodrigues Santinho M., Roschel H., Carpentier A., Poortmans J., Gualano B.:** Can creatine supplementation form carcinogenic heterocyclic amines in humans? *J. Physiol. Pharmacol.* 2015, 593, 17, 3959–3971. doi: 10.1113/JP270861 (data dostępu: 16.09.2015).

Adres do korespondencji:

Paweł Szewczyk
Nad Doliną 2
46-300 Olesno
e-mail: dietetyk.pawel@gmail.com

Konflikt interesów: nie występuje

Praca wpłynęła do Redakcji: 23.09.2015 r.

Po recenzji: 28.10.2015 r.

Zaakceptowano do druku: 4.11.2015 r.

Received: 23.09.2015

Revised: 28.10.2015

Accepted: 4.11.2015