

BEZPIECZNE ŻYWIENIE W TRENINGU SIŁOWYM

SAFE NUTRITION IN STRENGTH TRAINING

DAWID KISIEL
Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie

ANDRZEJ KOZUBOWSKI
Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie

ABSTRACT

Nowadays, strength training is the foundation of modern specialized training. Without a proper pre-workout with strength training, it is impossible to safely and properly carry out any form of physical activity. For proper and safe structure of our muscles we need good and healthy, i.e. safe nutrition. Nutrition in strength training is a key element in providing the right nutrients and supplements. A proper and well-balanced diet is very important.

Professional players use strict nutrition rules, proper nutrition and hydration during the training process for an efficient and safe functioning of the body.

Energy, building and nutritional substrates of athletes and individuals dealing with weight training are very important and crucial for the safe functioning of our body both during and after the workout. Therefore, it is worth looking at and analyzing the relevant literature in this subject matter.

Keywords: safe nutrition, modern and safe strength training, nutrition and supplementation, energy and building substrates

ABSTRAKT

W dzisiejszych czasach trening siłowy to podstawa, na której jest zbudowany nowoczesny trening specjalistyczny. Bez należytego wstępnego przygotowania treningowego, treningiem siłowym niemożliwe jest bezpieczne i właściwe przeprowadzenie jakiejkolwiek formy aktywności fizycznej. Dla odpowiedniej i bezpiecznej struktury rozwoju naszych mięśni potrzebne jest dobre i zdrowe, tzn. bezpieczne odżywienie. Żywienie w treningu siłowym jest podstawowym elementem dostarczającym właściwych składników odżywczych i wspomagających. Odpowiednio i dobrze zbilansowana dieta jest bardzo ważna.

Zaawansowani zawodnicy stosują restrykcyjne zasady żywienia, właściwą suplementację i nawodnienie organizmu w procesie treningowym dla sprawnego i bezpiecznego funkcjonowania organizmu.

Substraty energetyczne i budulcowe oraz żywieniowe zawodników i osób zajmujących się treningiem siłowym są bardzo istotne i ważne dla bezpiecznego funkcjonowania naszego organizmu tak w czasie treningu, jak i długo po jego zakończeniu. Dlatego też warto się przyjrzeć i przeanalizować stosowną literaturę w tym zakresie.

Słowa kluczowe: bezpieczne odżywianie, nowoczesny i bezpieczny trening siłowy, składniki odżywcze i wspomagające, substraty energetyczne i budulcowe

WSTĘP

W dzisiejszej epoce nowoczesnych i różnorodnych form wszechstronnego treningu, trening siłowy we wszelkiego rodzaju dyscyplinach sportowych, ówczesnych form fitness i rekreacji ruchowej to podstawa, na której jest zbudowany cały proces nowoczesnego treningu specjalistycznego (kwalifikowanego). Każda forma ruchu wymaga siły i bezpiecznej formy jej kształtowania, bez której nie jesteśmy w stanie podołać złożonym zadaniom celowym kształtowania prawidłowego tych form, a brak odpowiednio ukształtowanej siły jest przyczyną wielu kontuzji czy też kalectwa.

Każda pora roku wyzwala w nas nowe siły i pobudza do coraz to nowych form aktywności ruchowych. Dlatego też bez należytego wstępnego przygotowania treningowego, gdzie trening siłowy jest dużym procentem składowym całego procesu przygotowawczego, niemożliwe jest bezpieczne i przyjazne dla człowieka przeprowadzenie jakiejkolwiek formy aktyw-

ności. Naglak uważa siłę za rzeczywisty i mierzalny parametr motoryki człowieka¹, Zaciorski definiuje ją jako zdolność do pokonywania oporu zewnętrznego lub jako przeciwdziałanie mu kosztem wysiłku mięśniowego² a Fidelus określa ją jako cechę motoryczności ujawniającą się w postaci maksymalnej siły (moment siły) poszczególnych grup mięśniowych³. Dlatego też dla odpowiedniej struktury rozwoju naszych mięśni potrzebne jest dobre i zdrowe, tzn. bezpieczne odżywienie dla sprostania wszelkim trudom późniejszych i złożonych aktywności fizycznych.

Wg Mizera⁴ i Pilsa⁵ trening siłowy utożsamiany dość często w obiegowej opinii z nudnym i długotrwałym treningiem specjalistycznym. Zdajemy sobie jednak sprawę, iż w sportach siłowych typu podnoszenie ciężarów, trójbój siłowy, oraz „sporty sylwetkowe”, takie jak kulturystyka, czy fitness, jest trudno osiągnąć sukces bez dobrze ułożonej diety, która musi być wspomagana odpowiednimi suplementami. Żywienie w treningu siłowych jest podstawowym elementem, bez którego dostarczenie właściwych składników odżywczych i wspomagających, oraz odpowiedniej ilości płynów, nie przyniesie zakładanych celów, a niekiedy może spowodować negatywne skutki zdrowotne⁶. Odpowiednio i dobrze zbilansowana dieta jest równie ważna tak dla sportowców wyczynowych jak i osób trenujących rekreacyjnie. Osoby regularnie uprawiające różnego rodzaju sporty siłowe zmuszone są do racjonalnego i bezpiecznego żywienia. Kulturyści często przeliczają i bilansują swoje pokarmy pod względem kalorycznym i energetycznym tak, aby z jednej strony trenując nie musieli redukować swojej masy a z drugiej strony aby spożywając zbyt kaloryczne posiłki nie doprowadzili się do otyłości.

Najbardziej zaawansowani zawodnicy stosują restrykcyjne zasady żywienia zmuszeni są do przestrzegania ścisłych terminów czasowych niekiedy spożywając posiłki nawet nocą. Na wysokim poziomie sportowym wymagana jest właściwa suplementacja, odpowiednio dopasowana do danej specyfikacji sportowej, a także do określonej specyfiki treningu

¹ Z. Naglak, *Metodyka trenowania sportowca*, Wrocław 1999, s.164.

² W.A. Zaciorski, *Kształtowanie cech motorycznych sportowca*, SiT, Warszawa 1970.

³ K. Fidelus, *Próba ustalenia podstawowych czynników motorycznych wpływających na rezultat sportowy* [w] *Roczniki Naukowe AWF w Warszawie*, 1972, 16, 143–160.

⁴ Instytut Kultury Fizycznej Akademii im. J. Długosza w Częstochowie, Częstochowa.

⁵ Górnośląska Wyższa Szkoła Handlowa w Katowicach, Katowice.

⁶ K. Mizera, W. Pils, *Znaczenie żywienia w sportach siłowych w różnych fazach ontogenezy człowieka*, *Medicina Sportiva Practica*, Tom 9, Nr 4: 73–84, 2008 *Medicina Sportiva*.

siłowego, charakterystycznego dla określonej dyscypliny⁷. Wg fachowców w tej dziedzinie suplementy powinny być też odpowiednio dobrane dla każdego zawodnika z osobna, bowiem różne organizmy posiadają różną na nie wrażliwość⁸.

Taki układ suplementów sprzyja szybszemu przyswajaniu produktów przez organizm tak, aby uzupełniając brakujące składniki nie obciążać nadmiernie przewodu pokarmowego. Trzeba również pamiętać o odpowiednim nawodnieniu organizmu w procesie treningowym. Odpowiednie nawodnienie płynowe całego organizmu w czasie intensywnego treningu da nam duży komfort pracy i nie doprowadzi do nadmiernej utraty płynów (ok. 1-1,5 litra wody na godzinę), a w efekcie końcowym sprawi, że nasz organizm będzie sprawny i bezpieczne funkcjonował⁹.

Substraty energetyczne i budulcowe oraz żywieniowe zawodników i osób wyczynowo uprawiających sporty siłowe są niezwykle szerokie. W związku z powyższym warto się im przyjrzeć i przestudiować stosowną literaturę w tym zakresie.

BIAŁKO A TRENING SIŁOWY

Wg Andersona i Sharpa oraz powszechnie dostępnej wiedzy białko stanowi ok. 15-20% masy naszego ciała oraz osiąga 55-56% części z całej suchej masy. Białko, a w szczególności zawarte w nich aminokwasy, stanowią podstawowy materiał budulcowy i regeneracyjny naszego organizmu. Większość aminokwasów, bo aż 22, bierze czynny udział w syntezie białek w naszym organizmie. W sportach gdzie siła dominuje a masa mięśniowa ciała jest bardzo ważna, niezbędne jest ciągle uzupełnianie zwiększonych ilości aminokwasów, co zwiększa syntezę białek kurczliwych. Dynamika treningu przy nadmiernym obciążeniu organizmu sprawia, że w naszym organizmie dochodzi do katabolicznego procesu rozpadu białek ustrojowych z równoczesnym pojawianiem się tzw. stanu przetrenowania organizmu¹⁰.

W codziennej diecie sportowców uprawiających sporty siłowe typu kulturystyka, trójbój siłowy lub podnoszenie ciężarów dla dobrego i bezpiecz-

⁷ Ibidem, s.74.

⁸ Por., P.M. Clarkson, *Nutrition for improved sports performance: Current issues on ergogenic aids*, Sports Med. 1996; 21:293-401.

⁹ Por., A.E. Jeukendrup, S. Aldred, *Fat supplementation, health, and endurance performance*, Nutrition. 2004, 20(7-8):678-88.

¹⁰ Por., D.E. Anderson, R.L. Sharp, *Effect of muscle glycogen depletion on protein catabolism during exercise*, Med Sci Sports Exerc, 1990, 22(2):59.

nego funkcjonowania naszego organizmu wskazana jest wręcz zwiększona podaż białka. Zaś z drugiej strony zbyt duża ilość białka w naszym menu może doprowadzić do intensywnego jego rozkładu co sprawi zwiększoną ilość wydalanych związków azotowych i spowoduje dodatkowe nadmierne obciążenie nerek i wątroby. Może doprowadzić też do zaburzenia metabolicznego organizmu, nadmiernym zakwaszeniem, a nawet pojawieniem się różnych stanów chorobowych.

Wg Mizery i Pilsa, Maughan wskazał na brak istnienia dowodów jakiegokolwiek szkodliwości dla zdrowia faktu nadmiernego spożywania białka przez sportowców w treningu siłowym¹¹. Ilość spożywanego białka w treningu siłowym jest bardzo różna i zależy ostatecznie od wieku, rodzaju uprawianej dyscypliny sportowej i indywidualnych cech samego zawodnika. Wg powyższych autorów w powszechnie dostępnej literaturze właściwa i bezpieczna ilość białka w różnych sportach kształtuje się następująco: sporty walki – 2,1-2,5 g/kg m.c./dzień, lekka atletyka – 2,2-2,5 g/kg m.c./dzień, narciarstwo – 2,1-2,3 g/kg m.c./dzień, łyżwiarstwo – 2 g/kg m.c./dzień, gry sportowe – 2,2-2,4 g/kg m.c./dzień, kolarstwo – 2,6-2,8 g/kg m.c./dzień¹².

Tarnopolsky i inni twierdzą, że biegacze długodystansowi dzienne minimum białkowe mają na poziomie 1,5-1,8 g/kg m.c./dzień¹³. Wg Mizera i Pilsa trafne określenie dziennej dawki białka dla sportowców ćwiczących trening siłowy zależy od: wieku, dyscypliny sportu oraz okresu treningowego zawodnika. Wg Kowaluka i Sacharuka ilość spożywanego białka dla kulturystów i sztanglistów powinna być w przedziale 1,7-3,0 g/kg m.c./dzień¹⁴, zaś według Dragana i innych może oscylować w granicach 4 g/kg m.c./dzień¹⁵.

Wg powyższych autorów człowiek o przeciętnej aktywności fizycznej, który nie uprawia sportu i nie pracuje zbyt obciążony fizycznie winien

¹¹ Por., R.J. Maughan, *Odżywianie w sporcie: wydatkowanie energii i bilans energetyczny*, Med Sport, 1999, 3 (suppl.1): 93-100.

¹² Por., I. Celejowa, **Żywnienie w sporcie**, PZWL, Warszawa 2008.

¹³ L.J. Tarnopolsky, J.D. MacDougall, SA Atkinson, M.A. Tarnopolsky, J.R. Sutton, *Gender differences in substrate for endurance exercise*, J Appl Physiol. 1990, 68(1):302-8.

¹⁴ G. Kowaluk, J. Sacharuk, *Kulturystyka. Metody treningu, żywienia, odnowy biologicznej*, Arte, Biała Podlaska, 30, 2004.

¹⁵ G.I. Dragan, A. Vasiliu, E. Georgescu, *Effect of increased supply of protein on elite weight-lifters*. [in:] Milk Protein, T.E. Galesloot and B.J. Tinbergen (Eds). Wageningen. The Netherlands: Pudoc, 1985, s. 99-103.

zużywać w ilości 1g/kg m.c./dzień białka. Nazywa się to funkcjonalnym minimum białkowym, w 50 % ilości białka zwierzęcego. Ilość białka roślinnego jest znacznie mniejsza przez skąpą zawartość aminokwasów o uboższej biologicznej wartości energetycznej dla treningu siłowego. Niezbędna ilość białka w prawidłowym bilansie azotowym to 0,5 g/kg m.c./dzień i nazywana jest „minimum bilansowym”¹⁶.

Wg Mizera i Pilsa na prawidłowy bilans białka ma decydujący wpływ przede wszystkim ilość stężeń hormonów anabolicznych do katabolicznych. Gdy nastąpi podwyższenie stężenia kortyzolu i pojawia się tzw. ujemny bilans azotowy to wtedy następuje u zawodników proces stagnacji przyrostu masy mięśniowej. Dzieje się to, gdyż następuje nadmierna aktywność kory nadnerczy wywołanej gruczolakami, lub jej przerostem wraz z zmniejszoną odpornością naszego organizmu. Taka sytuacja sprawia, że trening siłowy nie spełnia swej roli a rozwój siły i masy mięśniowej zostaje zahamowany.

Wg Dohmana i innych właściwy metabolizm białka w treningu siłowym i po jego zakończeniu związany jest z rodzajem, czasem trwania i intensywnością samego treningu¹⁷. We wszystkich przypadkach następuje zahamowanie procesu syntezy przy zwiększonej degradacji białka. W ćwiczeniach siłowych krótkotrwałych o dużej intensywności obserwuje się niewielki wzrost stężenia białek mitochondrialnych przy jednoczesnym przyroście białek kurczliwych, co w efekcie końcowym prowadzi do oczekiwanego przyrostu masy i siły mięśniowej¹⁸.

SUPLEMENTACJA BIAŁKOWA

W treningu siłowym odpowiednia jakość i ilość białek oraz aminokwasów przy spożywaniu pokarmów jest utrudniona. Wg Consolazio i innych jest to możliwe, gdy dieta jest właściwie zbilansowana, a zawodnik może posiłkować się sproszkowanym białkiem właściwymi aminokwasami¹⁹, przy założeniu, że jego wielkość powinna przekraczać 15% ilość spoży-

¹⁶ Por. op. cit., K. Mizera, W. Pilis..., s. 74.

¹⁷ Por., G.L. Dohm, A.L. Hecker, W.E. Brown, G.J. Klain, F.R. Puente, E.W. Askew, G.R. Beecher, *Adaptation of protein metabolism to endurance training. Increased amino acid oxidation in response to training*, Biochem J. 1977, 164(3):705-8.

¹⁸ Por. op. cit. G.I. Dragan, A. Vasiliu, E. Georgescu, Effect....

¹⁹ Por., C.F. Consolazio, H.L. Johnson, R.A. Nelson, J.G. Dramise, J.H. Skala, *Protein metabolism during intensive physical training in the young adult*, Am J Clin Nutr. 1975, 28(1):29-35.

wanego pokarmu. U ciężarowców codzienne, energetyczne zapotrzebowanie to 6000 kcal, czyli ok. 2,8 g/kg m.c./dzień.

Dużą zaletą suplementów jest ich bardzo wysoka przyswajalność, o wysokiej aktywności biologicznej przy jednoczesnym pełnej zawartości aminokwasów niezbędnych przy syntezie białek lub innych substancji o cechach anabolicznych. Powszechnie uważa się, że substytuty białkowe zawierające glutaminę zwiększają wydzielanie hormonu wzrostu, insulinopodobnego tzw. IGF-1, testosteronu i insuliny oraz wzmacniają ogólną resyntezę glikogenu²⁰.

Wg Hameeda, Orella i Cobboida trzeba wziąć pod uwagę działanie parakrynnne, autokrynnne i endokrynnne czynnika IGF-1 tworzone przez wątrobę oraz mięśnie posturalne w czasie treningu siłowego. Odczynnik ten oprócz mocnego działania anabolicznego na szybko kurczliwe włókna mięśniowe – typu II, poprawia cechy mechaniczne ścięgien oraz wzmacnia procesy antykataboliczne organizmu²¹.

Wg Kreidera, Miriela i Bertuna wzmacnia trening siłowy oddzielnie dostarczanie poszczególnych aminokwasów bezpośrednio do przewodu pokarmowego. Aminokwas, w krótkim czasie (około 15 min) po spożyciu może szybko wejść w krwioobieg i być uczestnikiem metabolizmu poszczególnych organów człowieka. Suplementacja aminokwasowa jest szybsza od trawienia potraw mięsnych, ze względu na wielogodzinny proces przetwarzania w przewodzie pokarmowym oraz niemożność spożycia go na czas 2-3 godzin przed treningiem siłowym²².

Sporą część aminokwasów (BCAA) oraz glutaminę, wskazane jest spożywanie przed, w trakcie, jak i po treningu siłowym, co jest dodatkowym źródłem energii oraz przeciwdziała procesom katabolicznym białek w mięśniach a także przyspiesza regenerację samych tkanek²³.

Kreider i wsp., w swych badaniach wykazali, że spożycie 2 g BCAA przed wysiłkiem oraz po znacznie spowalnia proces kataboliczny tkanki mięśniowej podczas ćwiczeń, oraz po ich zakończeniu²⁴.

²⁰ M. Manore, J. Thompson, *Sport nutrition for health and performance*, Human Kinetics, Champaign 2000.

²¹ M. Hameed, R.W. Orell, M. Cobboid, at al. *Expression of IGF-1 splice variants in young and old human skeletal muscle after high resistance exercise*, J. Physiol. 2003, 547, 247-54.

²² Por., R.B. Kreider, V. Miriel, E. Bertun, *Amino acid supplementation and exercise performance: proposed ergogenic value*, Sports Med. 1993, 16, 190-209.

²³ Por. op. cit. wcześniej (Hameed i Kreider).

²⁴ Por. op. cit., Kreider.....

Jeukendrup i Aldret twierdzą natomiast, że BCAA w dawkach 1-2 g / 10 kg masy ciała to właściwa i bezpieczna ilość bez przekraczania maksymalnej granicy 50 g²⁵. Wg Walsha glutamina winna być traktowana jako aminokwas o kluczowym znaczeniu dla dobrej gospodarki białkowej organizmu trenującego²⁶. Ułatwia równowagę kwasowo-zasadową mięśni szkieletowych organizmu podczas treningu siłowego. Prawidłowa dawka glutaminy to ilość 5-10 g/dzień, przy maksymalnych obciążeniach siłowych dochodzi nawet do 12 g/dzień²⁷.

Wg Wilmorea i Freunda tauryna jest również istotna, gdyż wzmacnia kontrolę przyswajania glukozy oraz stymuluje proces powstawania hormonów glukogennych (adrenalina, noradrenalina, somatotropina i glukagon). Tauryna jest anaboliczna i antykataboliczna, wzmacniając dodatkowo psychofizyczną stronę aktywności fizycznej w treningu siłowym²⁸.

Harper twierdzi, iż wątroba ma możliwości do przemiany pewnej określonej ilości aminokwasów a ich nadmierne spożycie powoduje, że są one bezpośrednio kierowane do tkanek, które je przetwarzają, a te które nie zostały wprowadzone do krwiobiegu, ulegają poprawie mikroflory jelita grubego²⁹.

WĘGLOWODANY A TRENING SIŁOWY

Powszechnie przyjmuje się, że zawodnicy w treningu siłowych powinni szczególną uwagę zwracać na substraty energetyczne węglowodanowe, które podobnie jak białka, są podstawowym materiałem budującym masę mięśniową, oraz odpowiadają w dużej mierze za procesy regeneracyjne naszego organizmu w czasie treningu siłowego. Ilość energii uzyskana z przemian węglowodanowych podczas dużego wysiłku fizycznego powinna oscylować w granicach nawet do 70% dziennej ilości spożywanych racji żywieniowych³⁰.

²⁵ Op. cit., Jeukendrup...

²⁶ N.P. Walsh, A.K. Blannin, P.J. Robson, M. Gleeson, *Glutamine, exercise and immune function. Links and possible mechanisms*, Sport Med. 1998, 26, 177-91.

²⁷ Op. cit., N.P. Walsh,...

²⁸ J.H. Wilmore, B.J. Freund, *Nutritional enhancement of athletic performance*, Curr Concepts Nutr. 1986, 15:67-97.

²⁹ Por., A.E. Harper, *Control mechanisms in amino acid metabolism*. In J.D. Sink (Ed.) *Control of Met.* 49-74, University Park, Pennsylvania State University, USA, 1974.

³⁰ W.M. Sherman, *Metabolism of sugars and physical performance*. Am J Clin Nutr. 1995, (suppl.), 228S-41S.

Węglowodany w diecie sportów sylwetkowych to 40–60% zapotrzebowania energetycznego dziennego rozłożonego na 4–6 dziennych racji żywieniowych. Wielkość ta może się zmieniać w zależności od etapu przygotowawczego zawodnika³¹. Zdaniem Mizera i Pilsa trening siłowy rzadko wykonujemy z maksymalnym obciążeniem w pojedynczych jednorazowych powtórzeniach (Repetition Maximum-1 RM). Częściej stosuje się metodę serii od kilku do kilkunastu powtórzeń z obciążeniem odpowiednio dobranym (np. 70–80% RM). Źródłem resyntezy ATP obok fosforanów są węglowodany oraz glikogen mięśniowy i wątrobowy. Ilość w organizmie to 400 g, z tego 100g występuje w wątrobie, a 300g w mięśniach. Ta ilość glikogenu zabezpiecza wydatek energetyczny w bezpiecznej ilości 1200–1300 kcal.

Jeukendrup i Aldred³² twierdzą, iż glikogen w naszym organizmie to poziom 450 g, który zabezpiecza 3 godzinny ciągły wysiłek fizyczny o intensywności na poziomie 70–80% V_{O2max} .³³

Wg Sidossisa odczynnik ten jest istotny w prawidłowo i bezpiecznie przeprowadzonym treningu siłowym sportowców sylwetkowych jak i zawodników uprawiających np. podnoszenie ciężarów³⁴. Ilość glikogenu wewnątrzustrojowego wg Skinnera jest uzależniona od charakteru treningu, intensywności, czasu trwania wysiłku oraz wytrenowania zawodnika przy odpowiedniej ilości spożywanych węglowodanów³⁵.

Według Bergströma i wsp.³⁶ oraz Bergströma i Hultmana³⁷ zapas glikogenu wątrobowego dorosłego człowieka przy masie 70 kg. wynosi 70 g; mięśniowego 450 g. Trening siłowy przy diecie wysokowęglowodanowej, zwiększyć ilość do 135 g w wątrobie i 900 g w mięśniach

³¹ Op. cit., Kowaluk...

³² Op. cit., Jeukendrup... ..

³³ L.M. Burke, J.A. Hawley, *Effect of short-term fat adaptation on metabolism and performance of prolonged exercise*, Med Sci Sports Exerc. 2002, 34 (9): 1492–8.

³⁴ Por., L.S. Sidossis, A. Gastaldelli, S. Klein, R.R. Wolfe, *Regulation of plasma fatty acid oxidation during low- and high-intensity exercise*, Am J Physiol. 1997, 272(6Pt 1): E1065–70.

³⁵ Por., J. Skinner, *Application of exercise physiology to the enhancement of human performance*, Am Acad Physical Education Papers. 1992; 25: 2–11.

³⁶ J. Bergström, L. Hermansen, E. Hultman, B. Saltin, *Diet, muscle glycogen and physical performance*, Acta Physiol Scand, 1967, 71:140–50.

³⁷ J. Bergström, E. Hultman, *A study of the glycogen metabolism during exercise in man*, Scand J Clin Lab Invest. 1967, 19, 218–26.

szkieletowych³⁸. Zasoby te rosną podczas superkompensacji (odbudowy z nadwyżką)³⁹.

Wg Brewera i innych metoda ta, nazywana jest „obciążeniem węglowodanowym” i jest praktykowana przez przedstawicieli treningu siłowego, sportowców dyscyplin sylwetkowych oraz trójboistów w okresie przedstartowym i charakteryzuje się kilkudniową zmodyfikowaną dietą w kierunku większej ilości spożywanych samych węglowodanów⁴⁰.

Zdaniem Coylea i Hamiltona zwiększa to możliwości wysiłkowe w czasie treningu siłowego oraz dodatnio wpływa na zwiększenie się objętości mięśni poprzez wzrost stężenia w nich glikogenu i wody, przy wiązaniu 2,7-4 g wody⁴¹.

Wg Kowaluka i Sacharuka w treningu siłowym ilość potrzebnych węglowodanów jest zależna od masy ciała trenującego. Przyjęte jest, że dawka węglowodanów w dni treningowe to 6-7 g/kg m.c./dzień i 4 g/kg m.c./dzień w dni nie treningowe⁴².

Zdaniem Kozłowskiego i Nazara w treningu siłowym ogromne znaczenie ma jak najszybsze uzupełnienie ubytków węglowodanowych po okresie treningowym. Badania wręcz ukazują, iż w godzinie po zakończeniu treningu ze 100 g wchłoniętej glukozy około 40% jest zatrzymane w wątrobie, natomiast 60% trafia do mięśni. W okresie wypoczynku magazynowanie glukozy w mięśniach maleje: w czasie 60-90 minut wypoczynku, przy dostatecznej ilości węglowodanów, mięśnie są w stanie odbudować już tylko około 60% tych zapasów⁴³.

Wg Pilisa im szybsze uzupełnienie węglowodanów tym większe spowolnienie katabolizmu i szybsza regeneracja naszego organizmu, a w szczególności mechanicznych uszkodzeń drobnych włókienek mięśniowych⁴⁴.

³⁸ Op. cit., J. Bergström....

³⁹ Por., op. cit., Y. Shimomura, T. Honda,....

⁴⁰ Por., J.C. Brewer, C. Williams, A. Patton, *The influence of high carbohydrate diets on endurance running performance*, Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1988, 57:698-706.

⁴¹ Por., E.F. Coyle, M. Hamilton, In: *Fluid Homeostasis During Exercise. Fluid replacement during exercise: effects on physiological homeostasis and performance*, Vol 3. (Ed.) C.V. Gisolfi, D.R. Lamb. Benchmark Press, Carmel, 1990, 281-308.

⁴² Op. cit., G. Kowaluk, J. Sacharuk, *Kulturystyka*....

⁴³ Por., S. Kozłowski, K. Nazar, *Wprowadzenie do fizjologii klinicznej*, PZWL, Warszawa 1995.

⁴⁴ Por., W. Pilis, Langfort, A. Piłśniak, M. Pyzik, M. Błasiak, *Plasma lactate dehydrogenase and creatine kinase after anaerobic exercise*, Int J Sports. Med. 1988, 9,102-3.

Zdaniem braci Trzaskomów dynamiczna regeneracja organizmu daje możliwość podjęcia kolejnej jednostki treningowej w ciągu dnia przez 5-6 dni w tygodniu, w treningu siłowym sportów sylwetkowych, trójboistów siłowych czy ciężarowców na poziomie mistrzowskim⁴⁵.

SUPLEMENTACJA WĘGLOWODANOWA

W uzupełnianiu węglowodanów w treningu siłowym zdaniem Ivy, Gofohrta i innych, kluczowe znaczenie ma szybkość dostarczania substratów energetycznych do organizmu celem resyntezy glikogenu mięśniowego, z kolei brak glikogenu w pracujących mięśniach upośledza ich podstawowe funkcje. Wg powyższych autorów przyjmuje się, iż odbudowa zasobów glikogenu po treningu siłowym jest ograniczona na poziomie 5% na godzinę przy całościowej regeneracji – restytucji trwającej przeciętnie aż 20 godzin⁴⁶. Zdaniem Piehl-Aulina czas ten może ulec wydłużeniu w przypadku złej diety, a tzw. resynteza glikogenowa jest uzależniona w głównej mierze od szybkości powysiłkowego spożycia odpowiednio wartościowych węglowodanów⁴⁷.

Podobnego zdania są Roy i inni twierdząc, że poprzez stosowanie właściwych suplementów węglowodanowych sam proces odbudowy glikogenu można przyspieszyć dzięki odpowiednio dobranym składnikom umożliwiającym szybszą regenerację organizmu⁴⁸.

Blom i wsp.⁴⁹ twierdzą, iż dawka 50 g glukozy w odstępie 120 min po wysiłku powoduje 5-6% odbudowę glikogenu w ciągu 60 min. Wykazali w badaniach również, że dawkowanie 100-225 g glukozy co dwie godziny nie wpływa na szybkość odbudowy glikogenu. Zdaniem Costil-

⁴⁵ Por., Z. Trzaskoma, Ł. Trzaskoma, *Kompleksowe zwiększanie siły mięśniowej sportowców*, Biblioteka trenera. Warszawa 2001.

⁴⁶ Por., J.L. Ivy, H.W. Gofohrt, B.D. Damon, T.R. McCauley, E.C. Parsons, and Price, T.B. *Early post-exercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement*, J Appl Physiol. 2002, 93, 1337-44.

⁴⁷ Por., K. Piehl-Aulin, K. Soderlund, E. Hultman, *Muscle glycogen resynthesis rate in humans after supplementation of drinks containing carbohydrates with low and high molecular masses*, Eur J Appl Physiol. 2000, 81, 346-51.

⁴⁸ Por., B.D. Roy, M.A. Tarnopolsky, J.D. MacDougall, J. Fowles, K.E. Yarasheski, *Effect of glucose supplement timing on protein metabolism after resistance training*, J Appl Physiol. 1997, 82, 1882-8.

⁴⁹ P.C.S. Blom, A.T. Hrstmarm, O. Vaage, K.R. Kardel, S. Mchlum, *Effect of different post-exercise sugar diets on the rate of muscle glycogen synthesis*, Med Sci Sports Exerc. 1987, 19, 491-6.

ła właściwa ilość węglowodanów pobierana w ciągu całej doby restytucji powysiłkowej winna być w przedziale 600–800 g, a zaraz po 4–6 godz. po wysiłku maksymalne wchłanianie jest węglowodanów o wysokim indeksie glikemicznym⁵⁰.

Coleman jest zdania, iż tempo resyntezy glikogenu przebiega maksymalnie szybko do 2 godz. po zakończonej sesji treningowej i zaleca przyjęcie pierwszej dawki węglowodanów w jak najkrótszym czasie po treningu. W tym czasie nasz organizm najłatwiej wchłania węglowodany płynne. Dlatego też zaleca stosowanie napojów zawierających roztwory glukozy o stężeniu około 6 g/100 ml⁵¹.

Wg Ziemiańskiego⁵² właściwe stężenie węglowodanów w płynach można określić na poziom 30–80 g/l. Doświadczenia, które przeprowadził na badanych wskazują, że przyjmowanie po treningu siłowym napojów węglowodanowych (21g fruktozy i 10g maltodekstryny) pobudziło znacznie syntezę białek mięśniowych⁵³.

Mizera i Pils wykazali, że synteza białkowa jest bardzo korzystna, przy połączeniu napoju węglowodanowego z białkiem serwatki w proporcji 10g. W sprzedaży są różne odżywki węglowodanowe, które są zestawem odpowiednio zbilansowanych cukrów. Występują jako hydrolizaty lub koncentraty. Zróżnicowane są pod względem odpowiednio zbilansowanym zestawieniem węglowodanów. Wg powyższych autorów hydrolizaty składają się głównie ze złożonych węglowodanów (maltodekstryn) uzyskanych bezpośrednio ze skrobi kukurydzianej, które to stanowią bardzo dobre źródło energii dla mięśni w treningu siłowym. Koncentraty zaś stanowią bardziej złożony zestaw węglowodanów. Obydwa preparaty przeznaczone są zajmujących się treningiem siłowym.

Dostępne na rynku odmiany odżywek są najczęściej wzbogacane witaminami i elektrolitami, które sprawnie dostarczają substratów energetycz-

⁵⁰ D.L. Costill, *Carbohydrates for exercise: dietary demands for optimal performance*, Int J Sports Med. 1988, 9: 1-18.

⁵¹ Por., E. Coleman, *Update on carbohydrate: Solid versus liquid*, Int J Sport Nutr. 1994, 4: 80-8.

⁵² Ś. Ziemiański (red.), *Normy żywienia człowieka. Fizjologiczne podstawy*, PZWL, Warszawa 2001.

⁵³ Por., J.E. Tang, J.J. Manolagos, G.W. Kujbida, P.J. Lysecki, D.R. Moore, S.M. Phillips, *Minimal whey protein with carbohydrate stimulates muscle protein synthesis following resistance exercise in trained young men*, Appl Physiol Nutr Metab. 2007, 32(6):1132-8.

nych organizmowi podczas intensywnego treningu siłowego. Mogą być stosowane w toku treningowego dnia. Glukoza absorbowana jest przez organizm i dość szybko przemieniana na energię. Maltodekstryny przy nieco wolniejszym procesie wchłaniania jako substraty energetyczne są wdrażane do ustroju w kolejnych cyklach treningu, dzięki czemu zmniejszają poczucie zmęczenia i przyczyniają się do pokonania kryzysu w treningu siłowym. Stosuje się powszechnie specjalne batony węglowodanowe, bądź węglowodanowo-białkowe⁵⁴.

TŁUSZCZE A TRENING SIŁOWY

Mizera i Pils uważają, że zmagazynowany tłuszcz w naszym organizmie daje duże możliwości energetyczne i może być wykorzystany przy głodówkach przez kilka lub kilkanaście dni⁵⁵. Proces wykorzystania tłuszczów zależy od intensywności i czasu naszego wysiłku⁵⁶, co sprzyja większej zdolności do ich utleniania⁵⁷.

W treningu siłowym tłuszcze mają znikome znaczenie w dostarczaniu podstawowych źródeł energii. U zawodników sportów sylwetkowych ilość tkanki tłuszczowej wynosi 6-8%, u kobiet trenujących fitness to poziom ok. 12-15%. W tego typu grupach aktywności fizycznej spożywane tłuszcze są energetycznie przydatne.

Wg Oscai i Palmera triglicerydy, glicerol i kwasy tłuszczowe absorbowane są bezpośrednio przez krwiobieg. Glicerol wchłania wątroba, ulegając przemianie w glukozę w tzw. procesie glukoneogenezy. Początek treningu fizycznego powoduje rozszerzenie drobnych naczyń krwionośnych, co sprzyja łatwemu wchłonięciu wolnych kwasów tłuszczowych przez mięśnie jako podstawowy substrat energetyczny⁵⁸.

⁵⁴ Por., op. cit., K. Mizera, W. Pils..., s.77.

⁵⁵ Osobiście stosowałem dietę głodówkowo-redukcyjną przez 14 dni pijąc tylko wodę z wit. C bez żadnych negatywnych skutków ubocznych, świetnie się czułem i oczyściłem z toksyn swój organizm.

⁵⁶ P. Bjorntorp, *Adipose tissue adaptation to exercise*, In C. Bouchard et.al. (Eds.) *Exercise, Fitness and Health. A Consensus of Current Knowledge*, s. 315-24, Human Kinetics Books, Illinois 1990.

⁵⁷ J.A. Romijn, E.F. Coyle, L.S. Sidossis, X.J. Zhang, R.R. Wolfe, *Fat oxidation is impaired somewhat during high- intensity exercise by limited plasma FFA*, J Appl Physiol. 1995, 79: 1939-45.

⁵⁸ L.B. Oscai, W.K. Palmer, *Cellular control of triacylglycerol metabolism*, Exerc Sport Sci Rev. 1983, 11:1-23.

Badania potwierdzają fakt, że resynteza ATP podczas treningu siłowego jest wykorzystywana przy udziale wolnych kwasów tłuszczowych. Sidossis i wsp.⁵⁹ robili doświadczalne treningi na grupie wytrenowanych zawodników kulturystyki, polegające na 4 różnych ćwiczeniach, wykorzystujących prostowniki kończyn dolnych w 20 seriach. Każda seria składała się z 10-12 powtórzeń aż do krańcowego zmęczenia z dociążeniem 70%. Czas przerw w seriach to 1 minuta. Prawie wszyscy badani mieli powyśilkowe stężenie mleczanu w ilości 20 mmol/l; świadczyłoby to o dużej intensywności węglowodanowych substratów w pokrywaniu ubytków energetycznych naszego organizmu. Biopsje mięśnia czworogłowego uda odczytano na poziomie 40% spadku glikogenu mięśniowego, co pokazało, iż po wykorzystaniu zasobów fosfokreatyny duża część energii powstała z triglicerydów znajdujących się w mięśniach.

Wg powyższej analizy zdaniem autorów suplementacja tłuszczowa w treningu siłowym jest zupełnie nieuzasadniona. W sprzedaży są dostępne preparaty o wielonienasyconych kwasach tłuszczowych Omega-3. Zdaniem Williama powodują one wzrost siły i masy mięśniowej, rozszerzając naczynia krwionośne i zwiększając naczynia kapilarne w komórkach mięśniowych⁶⁰. Jednak stosowanie tych preparatów w większych ilościach nie jest pożądane; gdyż bogatym źródłem są chociażby oleje roślinne, występujące w codziennej diecie każdego sportowca. Wartościowe produkty naturalne to: oliwa z oliwek, ryby morskie, orzechy, wołowina, masło, sery^{61, 62}.

WODA W TRENINGU SIŁOWYM

Zdaniem Gleesona woda jest najważniejszym składnikiem naszego organizmu. W przypadku kobiet jest to 50-56% masy ciała, a u mężczyzn 52-60% i z wiekiem jej ilość maleje. Najwięcej wody jest w mięśniach w ilości aż 75%. Nawadnianie organizmu w treningu siłowym ma szczególne znaczenie, gdyż utrata płynów ustrojowych w ilości tylko 2% masy ciała może doprowadzić do zaburzeń fizjologicznych naszego organizmu, które mogą z kolei obniżyć możliwości wysiłkowe zawodnika nawet do ok. 10% jego

⁵⁹ Op. cit., L.S. Sidossis, A. Gastaldelli, S. Klein, R.R. Wolfe, *Regulation of plasma...*

⁶⁰ M.H. Williams, *Ergogenic Aids. in: Sports Nutrition for the 90s. The Health Professional Handbook*, Berning JR and Steen SN (eds). Aspen Publisher Inc, Gaithersburg, Maryland 1991.

⁶¹ Por., op.cit., M. Manore, J. Thompson, *Sport nutrition...*

⁶² Por., Z. Szyguła, J. Wnorowski, A.W. Ziemia, *Profilaktyka odwodnienia u piłkarzy nożnych*, Med Sport. 2004, 8, (suppl.1):162-6.

możliwości. Ubytek wody w ilości tylko 5% masy ciała obniża sprawność fizyczną nawet o 30% jego wcześniejszych możliwości, natomiast utrata 15% wody może doprowadzić do śmierci człowieka⁶³.

Intensywny trening siłowy pobudza proces metaboliczny i wg Ziemiańskiego, Sawka i Coyla podwyższa ilości energii cieplnej w ustroju, co przyspiesza proces oddawania ciepła poprzez pocenie się (tzw. termowentylacja). Takim wysiłkom towarzyszy dodatkowo wzrost pojemności wyrzutowej serca i znacznie obniża się obwodowa oporność naczyń krwionośnych, co sprawia, że następuje szybszy przepływ krwi w mięśniach szkieletowych naszego ciała^{64, 65}. Jung uważa, że duża utrata potu jest większa u mężczyzn niż u kobiet⁶⁶.

Zdaniem Coyla i innych podczas treningu siłowego zalecane jest ciągle dostarczanie wody w ilości co najmniej 0,5 l na każde 0,5 h treningu. Źródlaną wodę w jakimś stopniu możemy zastąpić preparatami o charakterze wodno-elektrolitowymi czy energetycznymi. Dodatkowa obecność węglowodanów w napojach tych wpływa korzystnie na status quo fizjologicznego stężenia glukozy we krwi i oszczędzanie zapasów glikogenu naszego organizmu. Oprócz powyższego napój węglowodanowy ogranicza dodatkowo rozpad białek, zwalnia proces zmęczenia i nie obniżenia zdolności wysiłkowych organizmu. Wg powyższych informacji, w czasie treningu siłowego ważny jest substrat energetyczny glikogen w resyntezy ATP jest. Każdy gram glikogenu wiąże ok. 2,7 g wody, która zostaje następnie uwolniona w procesie utleniania substratu energetycznego. Gdy mamy do czynienia z większym wysiłkiem, przy wydatku energetycznym rzędu ok. 1200 kcal, prawie 80% energii może pochodzić z glikogenu. Tak intensywny wysiłek uwolni aż 800 ml wody⁶⁷.

Zawodnicy sportów sylwetkowych wypijają 4-6 litrów wody na dobę. Zdaniem Cade, Spoonera, Schleina i innych większe spożycie wody może ograniczyć apetyt, zwiększyć metabolizm tłuszczów, przyspieszyć proces odtruwania organizmu oraz regenerację mięśni. Ograniczenie procesu łaknienia

⁶³ Por., M. Gleeson, P.L. Greenhaff, J.B. Leiper, et al. *Dehydration, rehydration and exercise in the heat*, News on Sport Nutr. 1996, 2,1-6.

⁶⁴ Por., Ś. Ziemiański (red.), *Normy żywienia...*

⁶⁵ Por., M.N. Sawka, E.F. Coyle, *Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat*, Exerc Sport Sci Rev. 1999 27: 167-218.

⁶⁶ Por., K. Jung, (1992), *Elektrolytegetranke – Ritual oder Erfordernis?* Med Triathlon Worl., 9, 22-4.

⁶⁷ Por., op. cit., E.F. Coyle, M. Hamilton, In: *Fluid Homeostatis....*

przez wypijanie dużej ilości wody może spowodować przyśpieszenie metabolizmu i szybsze spalanie tłuszczów w naszym organizmie⁶⁸.

Zawodnicy sylwetkowi przez kilka dni przed startem podczas zawodów wypijają dużo więcej wody niż na co dzień, celem zwiększenia diurezy, czego efektem jest wydalanie nadmiernej ilości wody w postaci potu i moczu z organizmu. Przed startem zaś na 24-48 godz. wypijają zaledwie 300-500 ml wody aby maksymalnie i bezpiecznie odwodnić masę mięśniową celem uwidocznienia jej podczas późniejszych startów. Często zawodnicy sportów sylwetkowych w ciągu kilkudziesięciu minut są zmuszeni do redukcji kilkuset mililitrów wody. Dlatego też wypacają się przy pomocy odzieży termo aktywnej, wykonują wyczerpujący trening biegowy wbiegając oraz zbiegając z różnego rodzaju wzniesień lub skacząc na skakance. Takie szybkie odwodnienie jest na dłuższą metę niebezpieczne dla zdrowia i życia, dlatego też dla bezpieczeństwa treningu siłowego winno się uzupełnić możliwie szybko, zaraz po starcie.

PODSUMOWANIE

Prawidłowa i dobrze zbilansowana dieta w treningu siłowym ma bardzo istotne znaczenie nie tylko ze względu na jakość tego treningu ale przede wszystkim na bezpieczeństwo i zdrowie trenującego.

Powyżej przedstawione liczne poglądy, opinie i prace naukowe potwierdzają ważną rolę odpowiedniego odżywiania w celu dostarczenia niezbędnych substratów energetycznych w treningu siłowym. Bez dobrze zbilansowanej diety zawodnik zaczynający swą przygodę z treningiem siłowym, nie będzie w stanie osiągnąć zamierzonego celu a ponad to może doprowadzić swój organizm do kontuzji lub kalectwa.

Ciężki, wielomiesięczny wysiłek może okazać się czasem zmarnowanym. Zdaniem Mizera i Pilsa zawodnicy, którzy reprezentują bardzo dobry poziom startowy bez rygorystycznej i prawidłowo zbilansowanej diety nie będą w stanie prawidłowo zrealizować miesięcznego mezoocyklu treningowego, ponieważ nie zdołają poddać ciężkim obciążeniom treningowym, które niejednokrotnie wykonywane są 2,3 razy dziennie⁶⁹.

⁶⁸ Por., R., Cade, G., Spooner E., Schlein i inni. *Effect of fluid, electrolyte, and glucose replacement during exercise on performance, body temperature, rate of sweat loss, and compositional changes of extracellular fluid*, J Sports Med Phys Fitness. 1972; 12(3):150-6.

⁶⁹ Por., op. cit., K. Mizera, W. Pilis..., s.82.

Dla osiągnięcia wymarzonego celu należy wybrać najwłaściwszą dietę i odpowiednią suplementację, które to najbardziej efektywnie przyczynią się do osiągnięcia zamierzonej formy. Przyczynią się też, zdaniem powyższych autorów, do lepszej regeneracji organizmu, zwiększą efekt anaboliczny, oraz staną się dobrymi antykatabolikami naszego organizmu⁷⁰.

Dawid Kisiel – doktorant Krakowskiej Akademii Wychowania Fizycznego; dyplomowany trener personalny oraz trener kulturystyki, Kick-boxingu i All style karate. Od dzieciństwa zamiłowany w sztukach i sportach walki. System Ju-jitsu karate uprawia ponad 20 lat (4 dan w Ju-jitsu i 1 dan w karate); 8-krotny złoty medalista MŚ i kilkukrotny ME w 6 federacjach w karate sportowym (w walkach Semi, Light i kata z bronią). Od kilku lat profesjonalnie zajmuje się treningiem siłowym – modelowanie własnej sylwetki; trzykrotny medalista UMP. Prowadzi działalność gospodarczą o nazwie Akademia Zdrowego i Aktywnego Stylu Życia; jako trener oraz doradca w sprawach żywieniowych. Obecnie w trakcie realizacji eksperymentalnego programu naukowego nad metamorfozą sylwetki. Specjalista od diety i treningu personalnego; modelowania sylwetki.

BIBLIOGRAFIA

1. Anderson D.E., Sharp R.L., *Effect of muscle glycogen depletion on protein catabolism during exercise*, Med Sci Sports Exerc, 1990, 22(2):59.
2. Bergström J., Hermnsen L., Hultman E., Saltin B., *Diet, muscle glycogen and physical performance*, Acta Physiol Scand, 1967, 71:140–50.
3. Bergström J., Hultman E., *A study of the glycogen metabolism during exercise in man*, Scand J Clin Lab Invest, 1967, 19, 218–26.
4. Bjorntorp P., *Adipose tissue adaptation to exercise*, In C. Bouchard et.al. (Eds.) *Exercise, Fitness and Health. A Consensus of Current Knowledge*, Human Kinetics Books, Illinois, 1990.
5. Brewer J.C., Williams C., Patton A., *The influence of high carbohydrate diets on endurance running performance*, Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1988, 57:698–706.
6. Burke L.M., Hawley J.A., *Effect of short-term fat adaptation on metabolism and performance of prolonged exercise*, Med Sci Sports Exerc, 2002, 34 (9): 1492–8.

⁷⁰ Ibidem.

7. Cade R., Spooner G., Schlein E., i inni, *Effect of fluid, electrolyte, and glucose replacement during exercise on performance, body temperature, rate of sweat loss, and compositional changes of extracellular fluid*, J Sports Med Phys Fitness, 1972, 12(3):150-6.
8. Celejowa I., *Żywnienie w sporcie*, PZWL, Warszawa 2008.
9. Clarkson P.M., *Nutrition for improved sports performance: Current issues on ergogenic aids*. Sports Med. 1996, 21:293-401.
10. Consolazio C.F., Johnson H.L., Nelson R.A., Dramise J.G., Skala J.H., *Protein metabolism during intensive physical training in the young adult*. Am J Clin Nutr. 1975, 28(1):29-35. Coyle E.F., Hamilton M., In: *Fluid Homeostasis During Exercise. Fluid replacement during exercise: effects on physiological homeostasis and performance*. Vol 3. (Ed.) C.V. Gisolfi, D.R. Lamb. Benchmark Press, Carmel, 1990, 281-308.
11. Costill D.L., *Carbohydrates for exercise: dietary demands for optimal performance*, Int J Sports Med. 1988, 9: 1-18.
12. Coleman E., *Update on carbohydrate: Solid versus liquid*. Int J Sport Nutr. 1994, 4: 80-8. Dohm G.L., Hecker A.L., Brown W.E., Klain G.J., Puente F.R., Askew E.W., Beecher G.R., *Adaptation of protein metabolism to endurance training. Increased amino acid oxidation in response to training*, Biochem J. 1977, 164(3):705-8.
13. Dragan G.I., Vasiliu A., Georgescu E., *Effect of increased supply of protein on elite weight-lifters*, In: Milk Protein T.E. Galesloot and B.J. Tinbergen (Eds). Wageningen. The Netherlands: Pudoc, 1985; pp. 99-103.
14. Fidelus K., *Próba ustalenia podstawowych czynników motorycznych wpływających na rezultat sportowy* [w] Roczniki Naukowe AWF w Warszawie 1972, 16, 143-160.
15. Gleeson M., Greenhaff P.L., Leiper J.B., et al. *Dehydration, rehydration and exercise in the heat*. News on Sport Nutr. 1996 2,1-6.
16. Hameed M., Orell R.W., Cobbold M., et al. *Expression of IGF-1 splice variants in young and old human skeletal muscle after high resistance exercise*, J Physiol. 2003, 547, 247-54.
17. Harper A.E., *Control mechanisms in amino acid metabolism*, In J.D. Sink (Ed.) Control of Met. 49-74, University Park, Pennsylvania State University, USA 1974.
18. Ivy J.L., Gofohrt H.W., Damon B.D., McCauley T.R., Parsons E.C., and Price, *Early T.B. post-exercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement*, J Appl Physiol, 2002 93, 1337-44.

19. Jeukendrup A.E., Aldred S., *Fat supplementation, health, and endurance performance. Nutrition*, 2004, 20(7-8):678-88.
20. Jung K., *Elektrolytegetranke – Ritual oder Erfordernis? Med Triathlon Worl.*, 9, 22-4.
21. Kowaluk G., Sacharuk J., *Kulturystyka. Metody treningu, żywienia, odnowy biologicznej*, Arte, Biała Podlaska, 30, 2004.
22. Kozłowski S., Nazar K., *Wprowadzenie do fizjologii klinicznej*, PZWL, Warszawa, 1995.
23. Kreider R.B., Miriel V., Bertun E., *Amino acid supplementation and exercise performance: proposed ergogenic value*, *Sports Med.*, 1993, 16, 190-209.
24. Maughan R.J., *Odżywianie w sporcie: wydatkowanie energii i bilans energetyczny*, *Med Sport*, 1999, 3 (suppl.1):93-100.
25. Manore M., Thompson J., *Sport nutrition for health and performance. Human Kinetics, Champaign*, 2000.
26. Mizera K., Pilis W., *Znaczenie żywienia w sportach siłowych w różnych fazach ontogenezy człowieka*, *Medicina Sportiva Practica*, Tom 9, Nr 4: 73-84, 2008 *Medicina Sportiva*.
27. Naglak Z., *Metodyka trenowania sportowca*, Wrocław 1999, s.164.
28. Oscai L.B., Palmer W.K., *Cellular control of triacylglycerol metabolism*. *Exerc Sport Sci Rev.* 1983, 11:1-23.
29. Piehl-Aulin K., Soderlund K., Hultman E., *Muscle glycogen resynthesis rate in humans after supplementation of drinks containing carbohydrates with low and high molecular masses*, *Eur J Appl Physiol.* 2000, 81, 346-51.
30. Pilis W., Langfort, Piłśniak A., Pyzik M., Błasiak M., *Plasma lactate dehydrogenase and creatine kinase after anaerobic exercise*, *Int J Sports. Med.* 1988, 9,102-3.
31. Romijn J.A., Coyle E.F., Sidossis L.S., Zhang X.J., Wolfe R.R., *Fat oxidation is impaired somewhat during high- intensity exercise by limited plasma FFA*, *J Appl Physiol.* 1995, 79: 1939-45.
32. Roy B.D., Tarnopolsky M.A., MacDougall J.D, Fowles J., Yarasheski K.E., *Effect of glucose supplement timing on protein metabolism after resistance training*. *J Appl Physiol*, 1997, 82, 1882-8.
33. Sawka M.N., Coyle E.F., *Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat*, *Exerc Sport Sci Rev.* 1999, 27: 167-218.

34. Sherman W.M., *Metabolism of sugars and physical performance*. Am J Clin Nutr. 1995.
35. Skinner J., *Application of exercise physiology to the enhancement of human performance*, Am Acad Physical Education Papers, 1992, 25: 2-11.
36. Sidossis L.S., Gastaldelli A., Klein S., Wolfe R.R., *Regulation of plasma fatty acid oxidation during low- and high-intensity exercise*, Am J Physiol, 1997, 272(6Pt 1): E1065-70.
37. Szyguła Z., Wnorowski J., Ziemba A.W., *Profilaktyka odwodnienia u piłkarzy nożnych*, Med Sport. 2004; 8, (suppl.1):162-6.
38. Tang J.E., Manolagos J.J., Kujbida G.W., Lysecki P.J., Moore D.R., Phillips S.M., *Minimal whey protein with carbohydrate stimulates muscle protein synthesis following resistance exercise in trained young men*, Appl Physiol Nutr Metab., 2007, 32(6):1132-8.
39. Tarnopolsky L.J., MacDougall J.D., Atkinson SA, Tarnopolsky M.A., Sutton J.R., *Gender differences in substrate for endurance exercise*, J Appl Physiol., 1990, 68(1):302-8.
40. Trzaskoma Z., Trzaskoma Ł., *Kompleksowe zwiększanie siły mięśniowej sportowców*, Biblioteka trenera. Warszawa 2001.
41. Walsh N.P., Blannin A.K., Robson P.J., Gleeson M., *Glutamine, exercise and immune function. Links and possible mechanisms*, Sport Med. 1998, 26, 177-91.
42. Wilmore J.H., Freund B.J., *Nutritional enhancement of athletic performance*. Curr Concepts Nutr. 1986, 15:67-97.
43. Williams M.H., *Ergogenic Aids*. in; *Sports Nutrition for the 90s. The Health Professional Handbook*, Berning JR and Steen SN (eds). Aspen Publisher Inc, Gaithersburg, Maryland 1991.
44. Zaciorski W. A., *Kształowanie cech motorycznych sportowca*, SiT, Warszawa 1970.
45. Ziemiański Ś., (red.), *Normy żywienia człowieka. Fizjologiczne podstawy*. PZWL, Warszawa, 2001.

mgr Dawid Kisiel – Doktorant Krakowskiej Akademii Wychowania Fizycznego oraz pracownik Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie w studium wychowania fizycznego i sportu; dyplomowany trener przygotowania motorycznego, trener personalny oraz trener kulturystyki. Sport to jego pasja – świadczy o tym sportowa przeszłość (zawodowe uprawianie piłki nożnej) oraz systematyczne doskonalenie posiadanych umiejęt-

ności poprzez uczestniczenie w kursach i szkoleniach umożliwiających podnoszenie kwalifikacji zawodowych – posiadane uprawnienia instruktora fitness, instruktora kulturystyki, międzynarodowe uprawnienia trenera przygotowania motorycznego (*Strength & Conditioning Trainer – Elite Performance Institute*), a także trenera piłki nożnej – UEFAB. Obecnie współpracuje ze sportowcami najwyższej rangi (Olimpijczycy oraz Mistrzowie Polski oraz Europy)

mgr Andrzej Kozubowski – Doktorant Krakowskiej Akademii Wychowania Fizycznego oraz pracownik Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie w studium wychowania fizycznego i sportu; dyplomowany trener przygotowania motorycznego, trener personalny oraz trener kulturystyki. Sport to jego pasja – świadczy o tym sportowa przeszłość (zawodowe uprawianie piłki nożnej) oraz systematyczne doskonalenie posiadanych umiejętności poprzez uczestniczenie w kursach i szkoleniach umożliwiających podnoszenie kwalifikacji zawodowych – posiadane uprawnienia instruktora fitness, instruktora kulturystyki, międzynarodowe uprawnienia trenera przygotowania motorycznego (*Strength & Conditioning Trainer – Elite Performance Institute*), a także trenera piłki nożnej – UEFAB. Obecnie współpracuje ze sportowcami najwyższej rangi (Olimpijczycy oraz Mistrzowie Polski oraz Europy)