

ZNACZENIE ŻYWIENIA W SPORTACH SIŁOWYCH W RÓŻNYCH FAZACH ONTOGENEZY CZŁOWIEKA

THE MEANING OF NUTRITION IN STRENGTH SPORTS IN DIFFERENT HUMAN ONTOGENESIS PHASES

Krzysztof Mizera¹, Wiesław Pilis²

¹Instytut Kultury Fizycznej Akademii im. J. Długosza w Częstochowie, Częstochowa

²Górnośląska Wyższa Szkoła Handlowa w Katowicach, Katowice

Streszczenie

W prezentowanej pracy omówiono jakość spożywanej diety i suplementację dietetyczną w siłowych dyscyplinach sportu. W tych przypadkach większość badań rekomenduje dietę wysokobiałkową, która zawiera od 1 do 4 g białka/kg m.c./24 godz. Wiadomo, że dzienny wydatek energetyczny podczas ciężkich ćwiczeń podnoszenia ciężarów sięga 6000 kcal, przy przeciętnym udziale białek 15%. Obecnie wiadomo, że dieta wysokowęglowodanowa (około 70%) jest równie ważna w siłowych jak i w wytrzymałościowych dyscyplinach sportu, ponieważ dieta ta regeneruje zapasy glikogenu. Intensywność resyntezy zapasów glikogenu w organizmie w okresie powysiłkowym zależy od szybkości konsumpcji łatwo przyswajalnych cukrów, głównie w płynnej formie. Zaproponowano też inne sposoby zwiększenia zapasów glikogenu u sportowców. Natomiast tłuszcz nie odgrywa istotnej roli w żywieniu tych ludzi a restrykcja wypijanej wody może efektywnie redukować ich wydolność fizyczną. Ponadto w krótki sposób przedstawiono dietę dzieci i ludzi starszych w warunkach treningu siłowego. W zakończeniu przedstawiono też praktyczne wskazówki pomocne przy układaniu zdrowego jadłospisu.

Słowa kluczowe: trening siłowy, białka, węglowodany, woda, dzieci, ludzie starzy

Summary

In this paper the intake diet and food supplementation in strength kind of sports was described. In these cases more investigations recommend high protein diet, which ranges from 1 to 4 g/kg b.w./24h. Daily energy expenditure during heavy weight lifting training reached 6000 kcal and average protein contribution constitutes 15%. Nowadays we knew that high-carbohydrate diet (about 70%) is as important in strength sports as in endurance ones, because it regenerates glycogen stores. Post-exercise resynthesis intensity of carbohydrate stores in organism depend on speed of consuming readily digestible sugars, mainly in a liquid form. The other ways of enhancing glycogen stores in athletes were proposed. Fat does not play an important role in feeding these people, but water drinking restriction may effectively reduce their physical performance. Moreover, in a short way there was shown diet of children and older people in condition of strength training. At the end some practical clues for a healthy menu preparation were described.

Key words: strength training, protein, carbohydrate, water, children, older people

Wstęp

Sporty siłowe utożsamiane są najczęściej jedynie ze zmuszonym długotrwałym treningiem specjalistycznym. Należy jednak zdawać sobie sprawę, iż osiągnięcie sukcesu w podnoszeniu ciężarów, w trójboju siłowym, a w szczególności w „sportach sylwetkowych”, takich jak kulturystyka, czy fitness, nie jest możliwe bez odpowiednio zbilansowanej diety, która może być wspomagana suplementacją. Żywnienie w sportach siłowych stanowi element fundamentalny, bowiem trening siłowy bez dostarczenia odpowiednich ilości składników budulcowych i energetycznych, czy dostatecznej ilości wody, nie przyniesie oczekiwanych efektów, a może nawet powodować niepożądane skutki zdrowotne.

Odpowiednie odżywianie jest równie ważne, zarówno wśród dzieci i młodzieży, sportowców wyczynowych, jak i osób w wieku podeszłym. U osób uprawiających sporty siłowe wyczynowo racjonalne zasady odżywiania stanowią kluczową rolę. Kulturyści przede wszystkim przeliczają swoje pokarmy pod względem kalorycznym tak, aby był to proces zbilansowany i aby trenujący nie obniżali masy ciała albo nie spożywali zbyt kalorycznych posiłków, czego konsekwencją może być otyłość. Najbardziej zaawansowani kulturyści stosują restrykcyjne zasady odżywiania, przestrzegając ścisłych terminów czasowych, przez co spożywają posiłki nawet w środku nocy. Na wysokim poziomie mistrzostwa sportowego niezbędne jest również stosowanie suplementacji żywieniowej,

specyficznej dla danej dyscypliny sportu, a wręcz dla określonego rodzaju wysiłku treningowego lub startowego. Suplementy są też odpowiednio dobierane dla każdego zawodnika, bowiem różne organizmy posiadają inną na nie wrażliwość (1). Taki dobór umożliwia szybsze i bardziej efektywne wchłanianie pokarmów tak, by uzupełnić brakujące składniki, nie obciążając przy tym nadmiernie przewodu pokarmowego. Również niezwykle ważne jest dostarczanie odpowiednich ilości płynów, gdyż podczas intensywnego treningu dochodzi do utraty ok. 1-1,5 litra wody na godzinę, co może znacznie obniżyć zdolności wysiłkowe, a nawet zaburzyć sprawne funkcjonowanie organizmu (2).

Zainteresowanie właściwościami substratów energetycznych i budulcowych oraz żywieniem ludzi wyczynowo uprawiających sporty siłowe, jak i stosowaniem tego rodzaju ćwiczeń jako profilaktyki zdrowotnej w różnych fazach ontogenezy jest niezwykle duże. W związku z powyższym postanowiono prześledzić doniesienia piśmiennictwa na temat stosowanego żywienia w wymienionych sytuacjach.

Znaczenie białka w sportach siłowych

Odliczając wodę, której jest najwięcej w organizmie, białko stanowi ok. 15-20% całkowitej masy ciała człowieka oraz sięga 55-56% jego suchej masy. Białko, a ściślej mówiąc aminokwasy, stanowią przede wszystkim materiał budulcowy dla organizmu człowieka. Spośród wielu aminokwasów występujących w przyrodzie tylko 22 biorą udział w syntezie białek w organizmie człowieka.

W uprawianiu sportów siłowych, których celem często jest zwiększenie masy mięśniowej, niezbędne jest dostarczanie organizmowi zwiększonych ilości aminokwasów, co potęguje syntezę białek kurczliwych. Intensywne treningi siłowe są często wykonywane ze zbyt dużą częstotliwością, co nadmiernie obciąża organizm, stymulując przy tym procesy kataboliczne do tego stopnia, że rozpoczyna się intensywny rozpad białek ustrojowych z jednoczesnym pojawianiem się stanu przetrenowania (3). Zwiększona podaż białka w diecie kulturystów, trójboistów lub ciężarowców może zapobiec tym stanom. Spożywanie nadmiernej ilości białka w stosunku do zapotrzebowania może powodować intensywny jego rozkład, przez co zwiększa się ilości wydalanych związków azotowych i następuje dodatkowe obciążenie nerek i wątroby. W stanie tym mogą powstawać zaburzenia metaboliczne organizmu, łącznie z nadmiernym jego zakwaszeniem, a nawet pojawiać się mogą określone stany chorobowe. Maughan (4) wykazał, że nie istnieją żadne dowody na to, że spożywanie nadmiernych ilości białka przez sportowców jest w jakikolwiek sposób szkodliwe dla ich zdrowia. Zapotrzebowanie na białko jest zatem bardzo różne i zależy nie tylko od wieku, ale przede wszystkim od rodzaju uprawia-

nej dyscypliny sportowej. Dla przykładu, optymalne zapotrzebowanie na białko w sportach walki wynosi przeciętnie 2,1-2,5 g/kg m.c./dzień, w lekkiej atletyce 2,2-2,5 g/kg m.c./dzień, w narciarstwie 2,1-2,3 g/kg m.c./dzień, w łyżwiarstwie 2 g/kg m.c./dzień, w grach sportowych 2,2-2,4 g/kg m.c./dzień, w kolarstwie szosowym 2,6-2,8 g/kg m.c./dzień (5).

Tarnopolski i wsp. (6) stwierdzili, że u biegaczy długodystansowych dzienne minimum białkowe wynosi 1,5-1,8 g/kg m.c./dzień. Określenie dziennej dawki przyjmowania białka u sportowców uprawiających konkurencje siłowe zależy m.in. od czynników, takich jak wiek, dyscyplina sportu oraz okres treningowy, w którym znajduje się zawodnik. Według Kowaluka i Sacharuka (7) ilość spożywanego białka dla kulturystów i ciężarowców powinna oscylować w granicach 1,7-3,0 g/kg m.c./dzień, zaś według Dragana i wsp. (8) może dochodzić nawet do 4 g/kg m.c./dzień.

Powszechnie twierdzi się, że człowiek o przeciętnej aktywności fizycznej, nie uprawiający sportu i nie pracujący ciężko fizycznie powinien spożywać białko w ilości 1g/kg m.c./dzień, co przyjęło się nazywać funkcjonalnym minimum białkowym, przy czym połowa tej ilości musi być spożywana pod postacią białka zwierzęcego.

Białka roślinne zawierają niewystarczającą dla człowieka ilość aminokwasów, przez co ich wartość biologiczna jest znacząco mniejsza.

Konieczne zapotrzebowanie na białko dla wyrównania bilansu azotowego wynosi około 0,5 g/kg m.c./dzień i nazywane jest „minimum bilansowym”. O bilansie białka w znaczącym stopniu decyduje stosunek stężeń hormonów anabolicznych i katabolicznych. Przy podwyższonym stężeniu kortyzolu pojawia się ujemny bilans azotowy i brak przyrostu masy białek mięśniowych. Potwierdzają to stany nadmiernej aktywności kory nadnerczy wywołane gruczolakami, lub jej przerostem, kiedy to pojawia się ujemny bilans azotowy organizmu wraz ze zmniejszoną jego odpornością. W takim stanie trening siłowy nie daje pożądaných efektów w zakresie rozwoju zarówno siły, jak i masy mięśniowej. Z drugiej strony stosowanie egzogenego testosteronu czy dehydrotestosteronu, mających silne właściwości anaboliczne szczególnie w odniesieniu do mięśni szkieletowych, prowadzi do nasilonej syntezy białka. Niepublikowane dane dotyczące podawania hormonów anabolicznych w nadmiernych, niefizjologicznych dawkach w sytuacjach związanych z dopingiem sportowym pokazują, że możliwe jest wykorzystanie przez organizm nawet bardzo dużych ilości spożywanego białka bez pojawiania się nadmiaru azotu w moczu. W kontekście tych obserwacji niecelowe wydaje się nawet w sportach siłowych przyjmowanie białka w zwiększonej ilości, np. 3-4 g/kg m.c./dzień, gdyż jego wpływ na rozwój masy mięśniowej przy fizjologicznych stęże-

niach testosteronu i innych hormonów anabolicznych nie jest możliwy. Jednakże podczas kilkutygodniowego, intensywnego treningu siłowego zaobserwowano u ćwiczących znaczne obniżenie masy komórek mięśniowych przy dziennej dawce białka wynoszącej 0,8-1 g/kg m. c./dzień (6).

Badania przeprowadzone w grupie polskich ciężarowców wykazały występowanie u nich ujemnego bilansu azotowego, pomimo dziennego spożycia białka wynoszącego 2 g/kg m. c./dzień (9). Tarnopolski i wsp. (10) wykazali, iż istnieje możliwość utrzymania dodatniego bilansu azotowego przez dłuższy czas, pod warunkiem spożycia białka w ilości 3 g/kg masy ciała, czyli dawki stanowiącej 300% zalecanych norm dla osób prowadzących siedzący tryb życia. Dane te dotyczą wąskiej grupy sportowców i są sprzeczne z poglądem Komisji do Spraw Żywienia Międzynarodowego Komitetu Olimpijskiego. Dragan i wsp. (8) w badaniach przeprowadzonych na rumuńskich ciężarowcach wykazali 5% wzrost siły i 6% wzrost masy mięśniowej, gdy dzienne spożycie białka wzrosło z 2,2 g do 3,5 g/kg m.c./dzień. Natomiast Lemon i wsp. (11) przeprowadzili badania dotyczące retencji azotu u kulturystów realizujących duże obciążenia treningowe 2 razy dziennie przez 6 dni w tygodniu. Okazało się, że kulturysty będący w grupie przyjmującej 2,67 g białka/kg m.c./dzień uzyskali kilkakrotnie wyższą retencję azotu i zachowali wysoce dodatni bilans azotowy w przeciwieństwie do grupy kulturystów przyjmujących 0,99 g białka/kg m.c./dzień. Te kontrowersyjne spostrzeżenia dokonane w środowisku klinicznym i sportowym są trudne do wyjaśnienia, gdyż nie ma pewności, że sportowcy dyscyplin siłowych spożywający te ilości białka nie przyjmowali równocześnie niedozwolonych egzogennych hormonów anabolicznych.

Metabolizm białka podczas wysiłku fizycznego i bezpośrednio po jego zakończeniu związany jest z charakterem, czasem trwania i intensywnością pracy. Bezpośrednie zmiany metaboliczne białek, zachodzące w trakcie i tuż po wysiłku mają taką samą tendencję we wszystkich rodzajach ćwiczeń siłowych (12). W każdym przypadku dochodzi do zahamowania procesu syntezy i zwiększenia degradacji białek. W krótkotrwałych ćwiczeniach siłowych o maksymalnej intensywności obserwuje się, w nieznacznym stopniu, wzrost stężenia białek mitochondrialnych, jednocześnie występuje znaczny przyrost białek kurczliwych, co prowadzi do wzrostu masy i siły mięśniowej (8).

Suplementacja białkiem

W sporcie wyczynowym spożycie odpowiedniej jakości oraz ilości białek i aminokwasów wraz z pokarmem jest niezwykle trudne. Oczywiście jest to możliwe jeśli dieta jest odpowiednio zbilansowana,

natomiast jeśli zawodnik nie może sobie pozwolić na spożywanie specjalnie zestawionych posiłków może sięgać po dozwolone sproszkowane białko lub poszczególne aminokwasy (13). Należy też pamiętać, że przy dużym zapotrzebowaniu na białko jego energetycznie określana ilość w diecie nie powinna być mniejsza niż 15% dobowego spożycia pokarmowego. Dla przykładu, przeciętne dzienne, energetyczne zapotrzebowanie ciężarowców to ok. 6000 kcal, tak więc energia dostarczona z białka powinna wynosić ok. 900 kcal, czyli ok. 2,8 g/kg m.c./dzień.

Niewątpliwą zaletą suplementów jest ich wysoka przyswajalność. Preparaty białkowe mają wysoką aktywność biologiczną a dodatkowo zawierają pełny zestaw aminokwasów niezbędnych do syntezy białek lub inne substancje o właściwościach anabolicznych. Stwierdzono, iż preparaty białkowe zawierające glutaminę zwiększają wydzielanie hormonu wzrostu, insulinopodobnego czynnika wzrostu IGF-1, testosteronu i insuliny oraz zwiększają resyntezę glikogenu (14). Należy zwrócić uwagę na szerokie spektrum działania parakrynnego, autokrynnego i endokrynnego insulinopodobnego czynnika wzrostu IGF-1 wydzielanego przez wątrobę, jak również przez mięśnie szkieletowe podczas wysiłku fizycznego. Czynniki te poza silnym działaniem anabolicznym, szczególnie na włókna mięśniowe szybko kurczliwe (typu II), wzmacniają właściwości mechaniczne układu ścięgien i działają antykatabolicznie (15).

Najlepsze sportowe efekty w treningu siłowym przynosi dostarczanie oddzielnie poszczególnych aminokwasów do przewodu pokarmowego. Pojedynczy, niezwiązany aminokwas, może w ciągu 15 min po spożyciu przedostać się do krwiobiegu i uczestniczyć w metabolizmie poszczególnych narządów. Suplementacja aminokwasami jest skuteczniejsza niż pozyskiwanie ich z potraw mięsnych, gdyż proces trawienia mięsa trwa wiele godzin. Poza tym trawienie potraw mięsnych obciąża dłużej układ pokarmowy, przez co nie można spożywać ich na około 2-3 godziny przed treningiem siłowym (16). Wiele aminokwasów, jak np. BCAA (aminokwasy rozgałęzione) czy glutamina, zaleca się spożywać przed, w trakcie, jak i po treningu, gdyż mogą one być w tych warunkach źródłem energii oraz zapobiegają katabolizmowi białek mięśniowych, a ponadto przyspieszają regenerację tkanek (17, 18). Zgodnie z tymi poglądami Kreider i wsp. (16), w swych badaniach wykazali, iż przyjęcie 2 g BCAA przed i po treningu spowalnia procesy kataboliczne tkanki mięśniowej w trakcie ćwiczeń, jak i po ich zakończeniu. Natomiast Jeukendrup i Aldret (2) twierdzą, że BCAA powinno się przyjmować w ilości 1-2 g na każde 10 kg masy ciała, przy czym ich maksymalna dzienna dawka nie powinna przekraczać 50 g. Glutamina jest również aminokwasem o fundamentalnym znaczeniu dla

gospodarki białkowej organizmu trenującego (19). Jest substancją wpływającą na wewnątrzustrojowe przemieszczenia jonów i regulację równowagi kwasowo-zasadowej podczas wysiłków fizycznych. Jej podstawowym magazynem są mięśnie szkieletowe. Glutaminę powinno się przyjmować w ilości 5-10 g dziennie, jednak w okresie dużych obciążeń siłowych dzienna dawka może wzrosnąć do 12 g (2).

Do niezwykle ważnych aminokwasów należy również tauryna, która pomaga w kontroli dystrybucji glukozy do tkanek oraz stymuluje uwalnianie hormonów glukogennych, takich jak adrenalina, noradrenalina, somatotropina i glukagon. Tauryna wykazuje też aktywność anaboliczną jak i antykataboliczną, a także zwiększa aktywność psychofizyczną (20). Wątroba jest w stanie przetworzyć określoną ilość aminokwasów co powoduje, że przy ich nadmiernym spożyciu są one kierowane do tkanek, w których występuje na nie zapotrzebowanie. Białka, które nie zostały zhydrolizowane w przewodzie pokarmowym oraz aminokwasy, które nie zostały z niego wchłonięte do krwiobiegu, podlegają działaniu mikroflory głównie jelita grubego (21).

Znaczenie węglowodanów w sportach siłowych

Przyjmuje się, że zawodnicy dyscyplin siłowych szczególną uwagę zwracać powinni na odpowiednie ilości dostarczanych substratów energetycznych, tj. głównie węglowodanów, które również obok białek, stanowią materiał budujący masę mięśniową, a ponadto w dużej mierze odpowiadają za regenerację organizmu po intensywniej jednostce treningowej. W sporcie wyczynowym ilość energii pozyskiwanej z węglowodanów, szczególnie w okresie dużych obciążeń treningowych, powinna dochodzić do 70% całej dziennej racji pokarmowej (22). Węglowodany w diecie kulturysty stanowią, w zależności od etapu przygotowania, 40-60% zapotrzebowania energetycznego spożywanego w ciągu dnia, rozłożonych na 4-6 niedużych posiłków. Ilość posiłków może się zmieniać w zależności od etapu przygotowawczego, w którym znajduje się zawodnik (7).

Trening w sportach siłowych stosunkowo rzadko wykonuje się z obciążeniem maksymalnym, tj. jednorazowym wykonaniem powtórzenia z maksymalnym obciążeniem (Repetition Maximum-1 RM). Znacznie częściej ćwiczenia wykonuje się w poszczególnych seriach po kilka lub kilkanaście powtórzeń z obciążeniem mniejszym od maksymalnego, określanym w procentach w stosunku do 1 RM (np. 70-80% RM). W tym przypadku źródłem resyntezy ATP obok fosforanów są węglowodany, głównie glikogen mięśniowy oraz wątrobowy. Szacuje się, że jego ilość w organizmie wynosi ok. 400 g, z czego ok. 100g znajduje się w wątrobie, a ok. 300g jest zmagazynowane w mięśniach. Taka ilość glikogenu pokrywa wydatek ener-

getyczny rzędu 1200-1300 kcal. Jeukendrup i Aldred (2) ilość zmagazynowanego w organizmie glikogenu szacują na 450 g, i zasoby te mogą zabezpieczyć 3 godzinny wysiłek ciągły o intensywności 70-80% $V_{O_{2max}}$. (23). Substrat ten jest ważny tak w treningu kulturystów jak i zawodników uprawiających podnoszenie ciężarów (24).

Ilość glikogenu wewnątrzustrojowego jest uzależniona od charakteru, intensywności i czasu trwania wykonywanego wysiłku, a także od stopnia wytrenowania, jakości i ilości spożywanych węglowodanów (25). Według Bergstroma i wsp. (26) oraz Bergstroma i Hultmana (27) zapas glikogenu wątrobowego dorosłego mężczyzny ważącego 70 kg. wynosi ok. 70 g, natomiast mięśniowego w ilości ok. 450 g. Jednak wykonując trening siłowy oraz spożywając dietę wysokowęglowodanową, można zwiększyć owe wartości do 135 g w przypadku wątroby i 900 g w odniesieniu do mięśni szkieletowych (26). Zasoby te zwiększają się u sportowców w związku ze zjawiskiem superkompensacji (odbudowy z nadwyżką) (18). Metoda ta, zwana też „obciążaniem węglowodanami” jest bardzo często praktykowana nie tylko przez przedstawicieli dyscyplin wytrzymałościowych, ale też przez kulturystów i trójboistów przed zawodami i polega na kilkudniowej modyfikacji diety w kierunku zwiększenia w niej ilości węglowodanów (28). Pociąga to za sobą wzrost zdolności wysiłkowych oraz wpływa na zwiększenie objętości mięśni poprzez wzrost stężenia w nich glikogenu oraz wody, gdyż każdy gram glikogenu wiąże ok. 2,7-4 g wody (29).

W sportach siłowych dawka spożywanych węglowodanów jest ściśle uzależniona od masy ciała i okresu treningowego, w którym znajduje się zawodnik, jednak przyjmuje się, że w dni treningowe dawka węglowodanów powinna wynosić przeciętnie 6-7 g/kg m.c./dzień i 4 g/kg m.c./dzień w dni nietreningowe (7). W sportach siłowych, a w szczególności w kulturystyce ogromne znaczenie ma uzupełnienie ubytku węglowodanów jak najszybciej po zakończeniu jednostki treningowej. Badania dowodzą, iż w pierwszej godzinie po zakończeniu wyczerpującego treningu ze 100 g wchłoniętej glukozy około 40% jest zatrzymane w wątrobie, natomiast 60% trafia do mięśni. W późniejszym okresie wypoczynku zdolność mięśni do magazynowania glukozy systematycznie maleje: w pierwszych 60-90 min wypoczynku, przy dostatecznej ilości węglowodanów, mięśnie są w stanie odbudować już tylko około 60% tych zapasów (30). Szybkie uzupełnienie węglowodanów wpływa też na zahamowanie katabolizmu masy mięśniowej i powoduje szybką regenerację organizmu, w szczególności mechanicznie uszkodzonych podczas treningu włókien mięśniowych (31). Szybka regeneracja umożliwia bowiem podjęcie kolejnej jednostki treningowej, która w przypadku kulturystów, trójboistów siłowych czy

ciężarowców reprezentujących mistrzowski poziom sportowy, może odbywać się nawet 2 razy dziennie przez 5-6 dni w tygodniu (32).

Suplementacja węglowodanami

W uzupełnianiu węglowodanów u sportowców uprawiających dyscypliny siłowe decydujące znaczenie ma szybkość dostarczania tych substratów energetycznych do organizmu, determinując tempo resyntezy glikogenu mięśniowego. Brak glikogenu w pracujących mięśniach upośledza ich funkcję. Szacuje się, iż tempo odbudowy glikogenu po wyczerpującym wysiłku jest ograniczone i wynosi ok. 5% na godzinę a całkowita regeneracja tych zasobów trwa najczęściej ok. 20 godz. restytucji (33). Czas ten może się jednak wydłużyć w przypadku nieadekwatnej diety przed, lub powysiłkowej. Powysiłkowy czas resyntezy glikogenu zależy m.in. od szybkości powysiłkowego spożycia węglowodanów, ich ilości oraz rodzaju (34). Poprzez stosowanie odpowiednich suplementów węglowodanowych proces odbudowy glikogenu można znacznie usprawnić, jako że zawierają one w sobie odpowiednio dobrane składniki umożliwiające szybszą regenerację (35). Blom i wsp. (36) wykazali, że spożywanie 50 g roztworu glukozy w 2-godzinnych odstępach po wysiłku spowodowało 5-6-procentową odbudowę glikogenu w ciągu godziny. Te same badania wykazały też, że przyjmowanie 100-225 g glukozy co dwie godziny nie wpłynęło w ogóle na tempo odbudowy glikogenu. Optymalna ilość węglowodanów spożyta w ciągu 24 godzinnej restytucji powysiłkowej powinna wahać się między 600-800 g, a podczas pierwszych 4-6 godz. najlepsze efekty przynosi spożywanie węglowodanów o wysokim indeksie glikemicznym (37).

Z racji tego, iż tempo resyntezy glikogenu przebiega najszybciej do 2 godz. po zakończeniu sesji treningowej zaleca się przyjęcie pierwszej dawki węglowodanów w jak najkrótszym czasie. W tym okresie organizm najlepiej toleruje węglowodany w formie płynnej. Stąd też zaleca się stosowanie napojów zawierających roztwory glukozy lub innych cukrów o stężeniu 6 g/100 ml płynu (38). Według Ziemiańskiego (39) korzystne stężenie węglowodanów w płynach określa się na 30-80 g/l, przy optimum 60-80 g/l. Badania przeprowadzone na ośmiu młodych mężczyznach wykazały, iż spożywanie po treningu siłowym napoju węglowodanowego (21 g fruktozy i 10 g maltodekstryny) pobudza syntezę białek mięśniowych (40). W tych samych badaniach wykazano, że synteza białek jest największa wówczas, gdy wraz z napojem węglowodanowym przyjmuje się białko serwatkowe w ilości około 10 g. Na rynku dostępnych jest wiele rodzajów i odmian odżywek węglowodanowych, które są zestawem odpowiednio zbilansowanych cukrów. Występują one najczęściej w postaci hydrolizatu lub koncentratu. Odżywki te różnią się od siebie zestawieniem węglo-

wodanów. Hydrolizat składa się głównie ze złożonych węglowodanów (maltodekstryn) uzyskanych ze skrobi kukurydzianej, które stanowią dogodne źródło energii dla mięśni szczególnie podczas długotrwałych i intensywnych jednostek treningowych. Koncentrat stanowi bardziej urozmaicony zestaw węglowodanów. Oba rodzaje preparatów przeznaczone są zarówno dla początkujących, jak i zaawansowanych sportowców. Wszelkie odmiany odżywek są najczęściej wzbogacone witaminami i elektrolitami. Zapewniają one systematyczne dostarczanie substratów energetycznych podczas intensywnego wysiłku fizycznego. Mogą być stosowane zarówno po treningu, jak i w ciągu całego dnia. Glukoza wchłania się bardzo szybko i jest energetycznie wykorzystywana bezpośrednio po spożyciu preparatu. Maltodekstryny dzięki wolniejszemu wchłanianiu jako substrat energetyczny są wykorzystywane w dalszej fazie wysiłku, przez co niwelują poczucie zmęczenia i wyczerpania wysiłkiem fizycznym, dzięki czemu pomagają przezwyciężyć kryzysy podczas intensywnego treningu. Równie powszechne jest stosowanie specjalnych batonów węglowodanowych, bądź węglowodanowo-białkowych.

Znaczenie tłuszczów w sportach siłowych

Zasoby tłuszczowe organizmu są bardzo duże i umożliwiają czerpanie z nich energii przez wiele dni, nawet w warunkach głodu całkowitego. Na tempo wykorzystania tłuszczów wpływa intensywność oraz czas trwania wysiłku (41), jak również łatwość ich mobilizacji i utleniania (42). W żywieniu sportowców uprawiających dyscypliny siłowe, mają one znikome znaczenie w dostarczaniu energii. U kulturystów zawartość tkanki tłuszczowej oscyluje w granicach 6-8%, u kobiet uprawiających sporty sylwetkowe np. fitness jest to ok. 12-15%. Jednak nawet w ich przypadku spożywane tłuszcze mogą być energetycznie przydatne. Uwalniane ze zmagazynowanych lub spożytych triglicerydów, glicerol i kwasy tłuszczowe przechodzą do krwioobiegu. Glicerol dostaje się do wątroby, w której w procesie glukoneogenezy, ulega przemianie w glukozę. Rozpoczęcie wysiłku fizycznego powoduje rozszerzenie drobnych naczyń krwionośnych, co istotnie przyczynia się do łatwiejszego dopływu wolnych kwasów tłuszczowych do pracujących mięśni i przy małej intensywności ćwiczeń są one wykorzystywane jako substrat energetyczny (43).

Istnieją badania sugerujące, że resynteza ATP podczas ćwiczeń siłowych może być czerpana również z wolnych kwasów tłuszczowych. Sidossis i wsp. (24) przeprowadzili badania w grupie dobrze wytrenowanych kulturystów, które polegały na wykonaniu 4 różnych ćwiczeń, angażujących prostowniki kończyn dolnych o łącznej ilości 20 serii. W każdej serii wykonywano 10-12 powtórzeń do granicznego zmęczenia z obciążeniem 70%.

1 RM (Repetition Maximum), a długość przerw między seriami sięgała 1 minuty. Niemal u wszystkich kulturystów powysiłkowe stężenie mleczanu we krwi przekraczało 20 mmol/l, co świadczy o znaczącej mobilizacji węglowodanowych substratów w pokrywaniu zabezpieczenia energetycznego organizmu podczas tego rodzaju treningu. Biopsje mięśnia czworogłowego uda wykazały zaledwie 40% obniżenie poziomu glikogenu mięśniowego, co sugeruje, iż po wyczerpaniu zapasów fosfokreatyny istotna część energii pochodziła z triglicerydów zmagazynowanych bezpośrednio w komórkach mięśniowych.

Suplementacja lub wspomaganie tłuszczem ludzi uprawiających siłowe dyscypliny sportu wydają się być całkowicie nieuzasadniona. Na rynku można powszechnie kupić specjalne preparaty, zawierające wielonienasycone kwasy tłuszczowe Omega-3. Mogą one powodować wzrost siły i masy mięśniowej, rozszerzają też naczynia krwionośne i zwiększają średnicę naczyń kapilarnych komórek mięśniowych (44). Jednak stosowanie tych preparatów nie jest wskazane, gdyż bogatym ich źródłem są chociażby oleje roślinne, które powinny być stałym składnikiem diety. Najbardziej wartościowym źródłem tłuszczów są oliwa z oliwek, ryby morskie, orzechy, wołowina, masło, sery (14, 45).

Znaczenie wody w sportach siłowych

Woda jest najważniejszym składnikiem organizmu. U kobiet stanowi ona 50-56% masy ciała, a u mężczyzn 52-60% i jej zawartość zmniejsza się wraz z wiekiem. Największe ilości wody, bo aż 75% kumulowane są w mięśniach. Nawadnianie organizmu podczas wysiłków fizycznych ma zatem szczególne znaczenie, bowiem utrata płynów ustrojowych zaledwie w ilości 2% masy ciała może zaburzyć szereg funkcji fizjologicznych organizmu człowieka, które z kolei obniżają znacznie jego możliwości wysiłkowe o ok. 10%. Strata wody odpowiadająca 5% masy ciała powoduje obniżenie wydolności fizycznej o 30%, natomiast utrata 15% zasobów wody organizmu człowieka jest przeważnie śmiertelna w skutkach (46). Towarzyszące intensywnym treningom siłowym znaczące nasilenie procesów metabolicznych wzmacnia produkcję dużych ilości ciepła w ustroju, co z kolei wymaga intensyfikacji procesów oddawania ciepła głównie poprzez pocenie się. Takim wysiłkom towarzyszy wzrost pojemności wyrzutowej serca i obniżenie obwodowego oporu naczyń krwionośnych, co powoduje znacznie szybszy przepływ krwi w naczyniach mięśni szkieletowych. W tych warunkach może występować przyrost temperatury ciała w okresie 5-7 minut o 1°C (39, 47). Należy pamiętać, że duży wpływ na ilość traczonego potu ma stopień wytrenowania i wielkość obciążeń treningowych (48) i jego wydzielanie jest większe u mężczyzn

niż u kobiet. Podczas intensywnych ćwiczeń zaleca się uzupełnianie wody w ilości 500 ml na każde 30 min wysiłku. Czysta woda może też być zastąpiona preparatami o charakterze wodno-elektrolitowym i wodno-energetycznym. Obecność węglowodanów w napojach przeznaczonych dla sportowców wpływa na utrzymanie fizjologicznego stężenia glukozy we krwi i oszczędzanie zapasów glikogenu. Oprócz tego napój węglowodanowy ogranicza rozpad białek, odwleka moment zmęczenia i nie dopuszcza do obniżenia zdolności do wykonywania wysiłków fizycznych. Jak wspomniano wcześniej, podczas treningów siłowych bardzo ważnym substratem energetycznym do resyntezy ATP jest glikogen. Z każdym gramem glikogenu związane jest ok. 2,7 g wody, która zostaje uwolniona podczas procesów utleniania tego substratu energetycznego. W przypadku intensywnego wysiłku, którego wydatek energetyczny sięga ok. 1200 kcal, około 80% energii może pochodzić z glikogenu. Podczas takiej pracy zostaje uwolnione ok. 800 ml wody (29).

Kulturyści spożywają 4-6 litrów wody na dobę. Większe spożycie wody ogranicza apetyt, zwiększa metabolizm tłuszczów, przyspiesza proces odtruwania organizmu oraz regenerację mięśni po wysiłku fizycznym. Znaczące ograniczenie apetytu poprzez wypijanie nadmiernej ilości wody może powodować zmniejszenie ilości spożywanego pokarmu, a tym samym nasilać metabolizm tłuszczów (49). Kulturyści przez 4-5 kolejnych dni na tydzień przed rozpoczęciem zawodów spożywają dużo więcej wody niż zwykle, w celu pobudzenia diurezy, skutkiem czego będzie wydalanie nadmiernej ilości wody z organizmu. Na 24-48 godz. przed startem wypijają oni często zaledwie 300-500 ml wody. Wybitny polski kulturysta - Paweł Brzózka 5 dni przed mistrzostwami świata, czy Europy, wypijał 10-12 litrów wody niegazowanej na dobę, by w dzień startu spożyć 500 ml. Czasem w ciągu kilkudziesięciu minut kulturyści muszą pozbyć się kilkuset mililitrów wody z organizmu. W tym celu między innymi zakładają na siebie dresy ortalionowe i wbiegają oraz zbiegają ze schodów lub skaczą na skakance, co przyczynia się do większej utraty wody w postaci parowania. Takie odwodnienie jest niebezpieczne dla zdrowia i życia, w związku z czym płyny należy uzupełnić najszybciej, jak to możliwe.

Żywnienie dzieci i młodzieży w sporcie

Ćwiczenia siłowe stanowią ważny element w rozwoju dzieci i młodzieży. Rozwój siły można stymulować już od 7 roku życia, za pośrednictwem gier i zabaw ruchowych o charakterze siłowym, z wykorzystaniem masy własnego ciała lub oporu współwzrastającego (50).

Do grup treningowych trafiają jednak dzieci o dużym stopniu zróżnicowania społecznego i osob-

niczego, także o różnym stanie zdrowia, co wymaga stosowania odmiennych rozwiązań dietetycznych (14).

Odżywianie dzieci i młodzieży uprawiających sport, w tym ćwiczeń siłowych, różni się od diety osób dorosłych. Proporcje poszczególnych substratów energetycznych, jak również ich spożywanie w czasie doby zależą od płci i wieku. W związku z tym zagadnienia te należy traktować bardzo indywidualnie. U dzieci charakteryzujących się umiarkowaną aktywnością ruchową, będących między 1-3 rokiem życia, zapotrzebowanie kaloryczne wynosi średnio (w zależności od masy ciała 1300 ± 300 -400 kcal/dzień), w wieku 4-6 – około 1700 kcal/dzień, a w wieku 7-10 – około 2400 kcal/dzień (51). Młodzi chłopcy powinni spożywać bardziej kaloryczne posiłki, niż dziewczynki. Różnice w tym zakresie zaczynają być coraz bardziej widoczne po 10 roku życia. Badania wskazują (52), że chłopcy w tym wieku spożywają posiłki o wartości energetycznej około 200 kcal/dzień wyższej niż dziewczęta. U 12-latków różnica ta wynosi około 300 kcal/dzień a u 14-latków około 400 kcal/dzień. Chłopcy w wieku lat 18 mogą konsumować posiłki o wartości energetycznej wyższej o około 1000 kcal/dzień niż młode kobiety. Według norm Instytutu Żywności i Żywienia (53) dzieci w przedziale wiekowym 7-9 lat powinny spożywać około 2100 kcal/dzień, w tym białko powinno stanowić ok. 65 g, tłuszcze 60-80 g, a węglowodany około 280-330 g. U dzieci w przedziale wiekowym 10-12 lat wartość kaloryczna dobowej diety powinna wynieść około 2600 kcal/dzień, przy czym białko stanowić powinno 75 g, tłuszcze 85-100 g, a węglowodany 350-385 g. Dziewczęta w wieku 13-15 lat powinny spożywać około 2800 kcal/dzień, przy czym białko stanowić powinno około 85g, tłuszcze około 90-105g, a węglowodany 380-415g. U chłopców w tym wieku wartość kaloryczna dobowej diety powinna oscylować w granicach ok. 3300 kcal/dzień, a białko powinno stanowić około 95 g, tłuszcze 90-120 g, a węglowodany około 460-525 g. U dzieci i młodzieży szczególną uwagę należy zwrócić na zawartość białka w pokarmach, gdyż jest ono podstawowym materiałem budulcowym w organizmie. Badania przeprowadzone w USA sugerują, że już 0,59 g/kg m.c./dzień białka wystarczy na zachowanie pełnej funkcjonalności organizmu, natomiast ilość białka stanowiąca barierę ochronną przed jego deficytem wynosi zaledwie 0,21 g/kg m.c./dzień (54). Thompson i Manore (55) uważają, że dawka białka warunkująca prawidłowy rozwój biologiczny sięga 0,8 – 1 g/kg m.c./dzień. Jednak jeśli młodzież uprawia ćwiczenia siłowe, podaż białka powinna wynosić ok. 1,2-1,5 g/1 kg m.c./dzień, natomiast przy intensywnym treningu w okresie wzrostu zapotrzebowanie to zwiększa się do 1,5-1,7 g/kg m.c./dzień. Poza ilością spożywanego białka ważne jest, aby około połowa z niego była biał-

kiem zwierzęcym i pochodziła z mięsa, ryb, mleka, czy jaj, w celu dostarczenia niezbędnych aminokwasów, tj. histydyny, izoleucyny, leucyny, lizyny, metioniny, fenyloalaniny, treoniny, tryptofanu, waliny a u dzieci dodatkowo argininy. Wyniki badań wskazują (4), że wpływ wysiłku fizycznego na metabolizm białka u młodych sportowców nie różni się w zasadniczy sposób od metabolizmu osób dorosłych. Gersovitz i wsp. (56) sugerują, że niedobór białka u trenujących dzieci i młodzieży wydaje się szczególnie niebezpieczny, gdyż może ograniczać procesy wzrostowe oraz tempo regeneracji powysiłkowej, co z kolei sprzyja urazom i stanom przemęczenia lub przetrenowania. Przy prawidłowo zbilansowanej diecie nie zaleca się stosowania wspomagania odżywkami białkowymi. Według Malczewskiej i Szukały (52, 57) nie należy też stosować zbyt dużo białka w całodiennej diecie dzieci i młodzieży, bowiem podaż tego substratu wiąże się z wielkością wydatku energetycznego jego przyswajalnością i obciążającym wpływem na funkcjonowanie narządów wewnętrznych. Nie zaleca się również nadmiernego obciążania dzieci i młodzieży zwiększoną ilością węglowodanów, jak to czynią sportowcy wyczynowi (w tym kulturyści), szczególnie przed zawodami. Im właściwsze będzie żywienie, bardziej urozmaicone i uwzględniające racjonalne zasady współczesnej diety, tym wypływające z tego korzyści dla utrzymania optymalnej zdolności wysiłkowej dzieci i młodzieży będą bardziej pozytywne (58).

Zapotrzebowanie na wodę dzieci i młodzieży uprawiających sporty siłowe

W odżywianiu młodych sportowców również ważne jest spożywanie wody i napojów w celu uzupełniania płynów utraconych podczas intensywnego treningu, czy gier i zabaw ruchowych mających charakter siłowy. Zawartość wody w organizmie dziecka wynosi ok. 70-75% i jest wyższa niż u osób dorosłych. Wyniki badań dowodzą (59), iż dzienne zapotrzebowanie dziecka na wodę wynosi 10-15% masy ciała, podczas gdy u człowieka dorosłego zaledwie 2-4%. Jej brak jest szczególnie niebezpieczny dla małych dzieci. Podstawowe dzienne zapotrzebowanie na wodę wyrażone w stosunku do 1 kg masy ciała u 10-latka powinno wynosić ok. 70-85 ml, u 14-latka ok. 50-60 ml, a u 18-latka ok. 40-50 ml (60). Utrata wody wpływa bardziej negatywnie na funkcjonowanie organizmów dzieci i młodzieży niż osób dorosłych. Pojawiające się podczas trwania wysiłku uczucie pragnienia będące następstwem utraty płynów, jest wskaźnikiem zbyt późnego rozpoczęcia ich uzupełniania. Odczucie to pojawia się wówczas, gdy utrata płynów w ustroju wynosi już ok. 1-2% masy ciała, co już wpływa na obniżenie wydolności organizmu (46). Wielkość strat wody wraz z potem u dzieci,

w przeliczeniu na jednostkę powierzchni ciała jest mała. Trenujące dzieci przy sprawnie działających mechanizmach termoregulacji wydzielają dużo mniej potu (61) oraz mniejsze ilości jonów sodu i chloru, niż ludzie dorośli. Procentowa utrata masy ciała wskutek pocenia się w czasie pracy fizycznej jest podobna jak u dorosłych, ale wewnętrzna temperatura ciała podnosi się znacznie szybciej u ludzi młodych (39).

Aby płyny były skutecznie nawadniające powinny zawierać ok. 40-80 g węglowodanów i 600-1200 mg sodu/l. Maughan i Leiper (62) uważają, że wyrównanie bilansu płynów jest możliwe wówczas, gdy ilość spożytego po wysiłku napoju przewyższa o ok. 150-200% ilość wody utraconej podczas intensywnego wysiłku fizycznego. Badania dowodzą, że niekorzystne skutki może spowodować nie tylko niedobór, ale i nadmiar płynów. Stan ten określany jest jako przewodnienie organizmu, a wynika albo z przyjmowania nadmiaru płynów traktowanych przez pijącego jako materiał energetyczny, lub z istniejących stanów chorobowych, np. niewydolności nerek, czy nadmiernej sekrecji wazopresyny. Występujące w sporcie stany emocjonalne czy ból mogą owe dolegliwości wzmacniać (45). Najczęściej jest to przewodnienie hipotoniczne charakteryzujące się hiponatremią i hipomolalnością osocza.

Odżywianie ludzi starszych uprawiających ćwiczenia siłowe

Wraz z wiekiem zmniejsza się efektywność procesów syntezy białek mięśni szkieletowych, spowolnione są przemiany chemiczne zachodzące w mięśniach, obniża się siła, masa i moc mięśniowa. Stan ten określa się mianem sarkopenii. Ponadto powoduje ona zmniejszenie ilości i jakości białek kurczliwych, co zwiększa beczynność ruchową, która przyczyniać się może do fizycznego kalectwa i zmniejszenia właściwości mechanicznych (kruchości) kości, przez co zwiększa się ryzyko złamań i ogólne pogorszenie zdrowia ludzi starszych (63). Badania dowodzą (64, 65), iż osoby w wieku podeszłym są w stanie przeciwstawić się negatywnym skutkom sarkopenii poprzez uprawianie ćwiczeń siłowych stymulujących procesy anaboliczne mięśni szkieletowych. Jest to skuteczna, nefarmakologiczna terapia ludzi starszych. Efekty tej terapii mogą być lepsze dzięki spożywaniu optymalnych ilości białka pod warunkiem, że w diecie obecna jest leucyna i inne rozgałęzione aminokwasy (65). Bogatym źródłem aminokwasów są izolaty białka serwatkowego. Hayes i Cribb (65) potwierdzili, że białko serwatkowe może powodować duże efekty w sportach siłowych, szczególnie, przy odpowiednio dobranym treningu. Stosowana dieta może pomóc w utrzymaniu masy mięśni szkieletowych i być czynnikiem profilaktycznym w procesach powstawania chorób oraz usprawniać jakość życia osób w starszym

wieku. Iglay i wsp. (66) wykazali, że starsze osoby, które konsumują odpowiednie albo umiarkowanie wysokie ilości białka mogą stosować trening siłowy, w celu poprawy składu ciała, bez zmiany jego masy. Jednak oprócz spożywania białka, stosować można też inne suplementy żywieniowe. Candow i Chilibeck (63) twierdzą, iż ludzie w wieku starszym, chcący stymulować hipertrofię mięśni szkieletowych, oprócz odpowiedniego treningu i diety, mogą stosować też suplementację kreatyną, która może zwiększyć uwodnienie komórki i uaktywnić czynniki transkrypcji miogenicznej oraz ułatwić modyfikacje m.in. ciężkiego łańcucha miozynowego mięśnia, co pozytywnie wpływa na rozwój jego masy i siły. Campbell i Leydy (64) uważają, że spożywane białka w ilości 0,8 g / kg m. c. /dzień u ludzi w wieku podeszłym uprawiających ćwiczenia siłowe nie jest wystarczająca do wywołania pożądanych zmian w kompozycji mięśni i ich masie. W związku z tym dawka ta powinna wynosić minimalnie 1g białka/kg m.c./dzień. Badania wykazały też (64), iż żywieniowe suplementy białkowe nie wpływają korzystnie na efekty treningowe ludzi starszych wówczas, gdy spożywają oni odpowiednie białka w pokarmach właściwych. Zatem właściwie zbilansowana dieta powinna zaspokajać zapotrzebowanie na białko oraz węglowodany osób starszych, uprawiających ćwiczenia siłowe. Należy zaznaczyć, iż jakkolwiek trening siłowy, połączony nawet z najlepszą dietą, u ludzi w podeszłym wieku nie powoduje powstawania nowych włókien mięśniowych, tak jak ma to miejsce w przypadku osób młodszych.

Jednym z przejawów starości jest ubytek masy mięśniowej, który rozpoczyna się już po 30-tym roku życia zanikaniem mięśniowych jednostek neuromotorycznych typu szybkiego. Ubytek wody wraz z wiekiem jest również wskaźnikiem zmniejszania się masy mięśniowej, co powoduje ograniczenie sprawności fizycznej człowieka w wieku podeszłym. Stąd istotną rolę u ludzi starszych odgrywa dobór diety. Powinna to być dieta oparta na węglowodanach, gdyż te, jak wspomniano wyżej, wiążą w organizmie wodę (29). Stosowana przez ludzi starszych dieta niskowęglowodanowa zaproponowana przez Atkinsa (67) w Polsce zmodyfikowana przez Kwaśniewskiego w różnych celach terapeutycznych a w tym redukcji masy ciała, przynosząca początkowo pozytywne efekty, może być niestosowna, gdyż deklarowana w wywiadzie poprawa zdolności wysiłkowej tych ludzi nie została potwierdzona w badaniach laboratoryjnych (68). Wcześniejsze obserwacje wykazały, że stosowanie 3-dniowej diety o zawartości węglowodanów mniejszej niż 5%, u młodych zdrowych ludzi powodowało istotną redukcję masy ciała, obniżenie ciśnienia tętniczego krwi, istotne nasilenie procesu ketogenezy w organizmie, wzrost stężenia amin katecholowych we krwi, nasilenie metabolizmu tłuszczowego z rów-

noczesnym oszczędzaniem rezerw węglowodanowych organizmu. W wywiadzie ludzie ci wskazywali na pojawianie się głodu węglowodanowego (69). Obserwowano również podwyższone stężenie amoniaku w osoczu krwi i w pocie odwrotnie proporcjonalne do redukcji początkowych zapasów węglowodanowych organizmu (70), oraz obniżenie wydolności beztlenowej badanych (71). Z powodu drastycznych efektów metabolicznych i hormonalnych towarzyszących spożywaniu diety niskowęglowodanowej, jej stosowanie przez ludzi starszych powinno być szczególnie wnikliwie monitorowane.

Znaczenie wysiłków tlenowych w doborze diety osób trenujących siłowo

Z punktu widzenia zabezpieczenia energetycznego wysiłku najbardziej istotnymi substratami energetycznymi są węglowodany i tłuszcze. Pierwszym istotnym z naukowego punktu widzenia doniesieniem o związku jakości żywienia i zdolności do wykonywania wysiłków fizycznych jest praca z 1865 roku, której autorami i jednocześnie uczestnikami obserwacji byli Fick i Wislicenus (72). Zwrócili oni uwagę na fakt, iż w ich próbkach moczu wystąpiła zwiększona zawartość azotu podczas i po zakończeniu wspinaczki wysokogórskiej, co wskazywało na utlenianie w tej sytuacji aminokwasów. Fakt ten potwierdziły nowsze badania, które wykonali Wagenmakers i wsp. (73). Udział aminokwasów w zabezpieczeniu energetycznym pracy fizycznej jest jednak niewielki i w niekorzystnych warunkach, czyli podczas długotrwałego wysiłku fizycznego wykonywanego na czczo nie przekracza 10% całkowitego zapotrzebowania energetycznego (2). Współcześnie wiadomo, że intensywność i czas trwania wysiłku fizycznego determinują wykorzystanie dwóch substratów energetycznych, tj. węglowodanów i tłuszczów w różnym stopniu. Interakcja metaboliczna węglowodanów i tłuszczów jest częściowo wyjaśniona za pomocą cyklu glukoza-wolne kwasy tłuszczowe. Jednak rozpatrując przemiany metaboliczne zachodzące w organizmie podczas wysiłków fizycznych nie można ich tłumaczyć wyłącznie tym cyklem, który poza mięśniem sercowym do dziś opisano tylko w przeponie szczura nie wskazując na jego pewne istnienie w mięśniu szkieletowym (74). Sahlin (75) stwierdził, że wykorzystanie tłuszczów przez pracujące mięśnie począwszy od warunków spoczynkowych, wzrasta aż do intensywności pracy na poziomie około 55% $\dot{V}O_{2max}$, natomiast Achten i Jeukendrup (76) granicę tą określają na 25%-65% $\dot{V}O_{2max}$. Wykorzystanie węglowodanów natomiast wzrasta cały czas wraz ze wzrostem intensywności pracy począwszy od obciążeń na poziomie 20% $\dot{V}O_{2max}$, ze stopniowym nasilaniem procesu glikolizy. Przy intensywnościach maksymalnych, tj. na poziomie $\dot{V}O_{2max}$ w pewnym stopniu wykorzysty-

wane są fosforany (75). Taki rodzaj wysiłku fizycznego w treningu siłowym jest stosowany jedynie w początkowym jego okresie, podczas tzw. ogólnej adaptacji wysiłkowej. Można go stosować w treningu zaawansowanych sportowców dyscyplin siłowych, czy dyscyplin zawierających mniejszą ilość ćwiczeń siłowych celem redukcji masy ciała czy zmiany jego składu. W tym zakresie najskuteczniejsze wydają się być wysiłki o długim czasie trwania realizowane przy intensywnościach na poziomie progu przemian beztlenowych, bądź nieco niższych, które redukować mogą skutecznie zapasy tłuszczu w organizmie (23). Ćwiczenia realizowane przy intensywnościach powyżej progu przemian beztlenowych mniej skutecznie redukują zapasy tłuszczu a intensywniej rozkładają glikogen i powodują większe odwodnienie. Przy stosowaniu tego rodzaju treningu w dłuższym czasie wymagania dietetyczne muszą być oparte na diecie wysokowęglowodanowej.

Praktyczne wskazówki dobierania odpowiedniej diety w zależności od wieku i rodzaju treningu

We współczesnym świecie sportowcy wyczynowi oraz po części amatorscy dopracowali praktyczne rozwiązania żywieniowe, których miernikiem skuteczności jest poprawa wyniku sportowego, a w sportach „siłowych” również poprawa sylwetki czy muskulatury. Nie zwracają oni przy tym uwagi na stan zdrowotny, gdyż są to głównie ludzie młodzi i zdrowi i zdarza się, że stosują dodatkowo środki wspomagające, czy też dopingujące, które mogą negatywnie odbić się na ich zdrowiu, a w skrajnych wypadkach doprowadzić mogą do śmierci. Wśród ludzi nietrenujących, a szczególnie ludzi starych, których lokomocja pogarsza się i zagraża im inwalidztwo z powodu między innymi znacznego ubytku masy mięśniowej, trening siłowy może być skutecznym środkiem profilaktycznym lub rehabilitacyjnym. Jednakże, aby trening okazał się wystarczająco skuteczny powinien osiągnąć odpowiednią intensywność, w przeciwnym razie wykonany wysiłek nie będzie efektywny. Ważne przy tym jest zastosowanie odpowiedniego sposobu żywienia. Praktyczną pomocą w tym kierunku mogą być coraz dokładniejsze tabele żywieniowe, które również w Polsce są ciągle modyfikowane i uszczegółowiane, głównie przez Kunachowicz i wsp. (77). Na rynku żywności pojawia się mnóstwo nowych produktów spożywczych, których wartości odżywcze muszą być określone. W ostatnim wydaniu tabel żywieniowych tego zespołu badawczego z 2005 roku (77) określono wartość odżywczą 660 produktów i potraw, oznaczając w każdym z nich 24 składniki odżywcze. Ścisłe posługiwanie się na co dzień takimi tabelami składu i wartości odżywczej żywności ma podstawowe znaczenie w prawidłowym żywieniu i edukacji zdrowotnej społeczeństwa. Zdawać sobie należy sprawę z tego, że nawet w spo-

leczeństwach nie dotkniętych plagą głodu w wyniku wadliwego żywienia pojawia się „większość chorób układu krążenia, otyłość, cukrzyca typu II, niektóre choroby nowotworowe, osteoporoza czy wole endemiczne” (77). Dlatego układając jadłospis należy brać pod uwagę dietetyczne zalecenia i uwzględniać w pierwszym rzędzie rodzaj schorzenia dotyczącego człowieka, a następnie wymogi treningowe. Inne wytyczne będą bowiem dotyczyć osób ze schorzeniami krążeniowymi, inne diabetyka a jeszcze inną osobą cierpiącą na osteoporozę. Dieta ludzi chorych i preferujących siedzący tryb życia nie może być identyczna z jadłospisem aktywnych fizycznie osób, u których ćwiczenia mają często charakter terapeutyczny, który np. w przypadku osoby chorej na cukrzycę poprawiają tolerancję glukozy i wrażliwość insulinową (78).

Zakończenie

Znaczenie diety dla sportowców uprawiających dyscypliny siłowe znane jest od dawna. Wyżej przedstawione poglądy i prace potwierdzają istotę odpowiedniego żywienia mającego na celu dostarczenie niezbędnych substratów energetycznych do podejmowania intensywnych treningów. Bez prawidłowo zbilansowanej diety osoba zaczynająca swą przygodę ze sportami siłowymi i marząca o sukcesach, czy choćby tylko o muskularnej sylwetce nie będzie w stanie zrealizować swoich założeń. Wielomiesięczna, ciężka praca włożona w treningi może okazać się czasem straconym, gdyż efekty nie będą widoczne, lub co gorsze, może doprowadzić do zaburzeń funkcjonowania organizmu, a w efekcie wywołać kontuzję. Zawodnicy reprezentujący wysoki poziom sportowy bez restrykcyjnej i prawidłowo zbilansowanej diety nie będą nawet w stanie zrealizować miesięcznego mezo-cyklu treningowego, gdyż ich organizmy nie podążają obciążeniom treningowym, które niejednokrotnie wykonywane są 2 razy dziennie. Jeśli zawodnik decyduje się na stosowanie suplementów żywieniowych musi zdawać sobie sprawę ze znacznych kosztów z tym związanych, sięgających często kilku tysięcy złotych miesięcznie. W związku z powyższym należy wybrać te najważniejsze, które najefektywniej przyczynią się do przyspieszenia regeneracji, wywołają największy efekt anaboliczny, a przy tym będą skutecznymi antykatabolikami.

Prawidłowa dieta stanowi także niezwykle istotny element w żywieniu dzieci i młodzieży oraz osób starszych stosujących ćwiczenia siłowe. U osób młodych wykonujących ćwiczenia oporowe wpływa ona pozytywnie na rozwój młodego organizmu i niweluje ryzyko wystąpienia zaburzeń homeostazy, mogących pojawiać się po intensywnych ćwiczeniach. Badania dowodzą, że 51% ludzi w późniejszych dekadach życia nie może wykonywać cięższych prac domowych, a około 33% nie potrafi przemaszerować odległości

pół mili. Spadek poziomu siły maksymalnej lub rozwijanej przez mięśnie mocy może wynikać głównie z ograniczania aktywności ruchowej (79), która często jest spowodowana postępującym procesem sarkopenii. W związku z tym odpowiednia dieta, w połączeniu z ćwiczeniami siłowymi u osób w wieku podeszłym ma szczególne znaczenie, bowiem może skutecznie hamować proces sarkopenii i przyczynić się do sprawniejszego funkcjonowania osoby starszej. O ile sprawność fizyczna młodej części społeczeństwa decydować będzie o jego potencjale produkcyjnym o tyle wysoka sprawność fizyczna i mniejsza ilość osób kalekich w późnych fazach życia obniża koszty jego funkcjonowania. W obydwu więc przypadkach trening fizyczny i stosowna do niego właściwa dieta są wyznacznikiem społecznego potencjału rozwojowego.

Piśmiennictwo/References:

1. Clarkson P.M. Nutrition for improved sports performance: Current issues on ergogenic aids. *Sports Med.* 1996; 21: 293-401.
2. Jeukendrup A.E., Aldred S. Fat supplementation, health, and endurance performance. *Nutrition.* 2004; 20(7-8):678-88.
3. Anderson D.E., Sharp R.L. Effect of muscle glycogen depletion on protein catabolism during exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1990; 22(2):59.
4. Maughan R., J. Odżywianie w sporcie: wydatkowanie energii i bilans energetyczny. *Med Sport*, 1999; 3 (suppl.1): 93-100.
5. Celejowa I. Żywnienie w sporcie. PZWL, Warszawa, 2008.
6. Tarnopolsky L.J., MacDougall J.D., Atkinson S.A., Tarnopolsky M.A., Sutton J.R. Gender differences in substrate for endurance exercise. *J Appl Physiol.* 1990; 68(1):302-8.
7. Kowaluk G., Sacharuk J. Kulturyzacja. Metody treningu, żywienia, odnowy biologicznej. Arte, Biała Podlaska, 30, 2004.
8. 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.
9. Celejowa I., Homa M. Food intake, nitrogen and energy balance in Polish weight lifters, during a training camp. *Nutr Metab.* 1970; 12(5):259-74.
10. Tarnopolsky M.A., MacDougall J.D., Atkinson S.A. Influence of protein intake and training status on nitrogen balance and lean body mass. *J Appl Physiol.* 1988; 68: 302-8.
11. Lemon P.W., MacDougall J.D., Tarnopolsky M.A., Atkinson S.A. Effect of dietary protein and body building exercise on muscle mass and strength gains. *Can J Sport Sci.* 1990; 15(4):14.
12. 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. 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.
14. Manore M., Thompson, J. Sport nutrition for health and performance. *Human Kinetics*, Champaign, 2000.
15. 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.
16. Kreider R.B., Miriel V., Bertun E. Amino acid supplementation and exercise performance: proposed ergogenic value. *Sports Med.* 1993; 16, 190-209.

17. Davis J.M. Carbohydrates, branched-chain amino acids, and endurance, The central fatigue hypothesis. *Int J Sport Nutr.* 1995; 5: 29-38.
18. Shimomura Y., Honda T., Shiraki M. Branched-Chain Amino Acid Catabolism in Exercise and Liver Disease. *J Nutr.* 2006; 136:250S-3S.
19. Walsh, N.P., Blannin, A.K., Robson, P.J. and Gleeson, M. Glutamine, exercise and immune function. Links and possible mechanisms. *Sport Med.* 1998; 26, 177-91.
20. Wilmore J.H., Freund B.J. Nutritional enhancement of athletic performance. *Curr Concepts Nutr.* 1986; 15:67-97.
21. 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.
22. Sherman W.M. Metabolism of sugars and physical performance. *Am J Clin Nutr.* 1995; (suppl.), 228S-41S.
23. 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.
24. 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.
25. Skinner J. Application of exercise physiology to the enhancement of human performance. *Am Acad Physical Education Papers.* 1992; 25: 2-11.
26. Bergström J., Hermansen L., Hultman E., Saltin B. Diet, muscle glycogen and physical performance. *Acta Physiol Scand.* 1967; 71:140-50.
27. Bergström, J., Hultman, E. A study of the glycogen metabolism during exercise in man. *Scand J Clin Lab Invest.* 1967; 19, 218-26.
28. 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.
29. 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.
30. Kozłowski S., Nazar K. Wprowadzenie do fizjologii klinicznej. PZWL, Warszawa, 1995.
31. 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.
32. Trzaskoma Z., Trzaskoma Ł. Kompleksowe zwiększanie siły mięśniowej sportowców. Biblioteka trenera. Warszawa, 2001.
33. Ivy, J.L., Goforth, H.W., Damon, B.D., McCauley, T.R., Parsons, E.C. and Price, T.B. Early post-exercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *J Appl Physiol.* 2002; 93, 1337-44.
34. Piehl-Aulin, K., Soderlund, K., and 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.
35. Roy, B.D., Tarnopolsky, M.A., MacDougall, J.D., Fowles, J. and Yarasheski, K.E. Effect of glucose supplement timing on protein metabolism after resistance training. *J Appl Physiol.* 1997; 82, 1882-8.
36. Blom, P.C.S., Hřstmark, A.T., Vaage, O., Kardel, K.R., Mchlum, S. Effect of different post-exercise sugar diets on the rate of muscle glycogen synthesis. *Med Sci Sports Exerc.* 1987; 19, 491-6.
37. Costill D.L. Carbohydrates for exercise: dietary demands for optimal performance. *Int J Sports Med.* 1988; 9: 1-18.
38. Coleman E. Update on carbohydrate: Solid versus liquid. *Int J Sport Nutr.* 1994; 4: 80-8.
39. Ziemiański Ś. (red.). Normy żywienia człowieka. Fizjologiczne podstawy. PZWL, Warszawa, 2001.
40. 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.
41. Bjorntorp P. Adipose tissue adaptation to exercise In C. Bo-uchard et.al. (Eds.) Exercise, Fitness and Health. A Consensus of Current Knowledge, pp. 315-24, Human Kinetics Books, Illinois, 1990.
42. 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.
43. Oscai L.B., Palmer W.K. Cellular control of triacylglycerol metabolism. *Exerc Sport Sci Rev.* 1983; 11:1-23.
44. 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.
45. Szyguła Z., Wnorowski J., Ziemba A.W. Profilaktyka odwodnienia u piłkarzy nożnych. *Med Sport.* 2004; 8, (suppl.1): 162-6.
46. 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.
47. 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.
48. Jung K. (1992). Elektrolytegetranke – Ritual oder Erforder-nis? *Med Triathlon Worl.*, 9, 22-4.
49. 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.
50. Rowland T. W. Exercise and children's health. Human Kine-tics Publishers Inc. Champaign, 1990.
51. Recommended Dietary Allowances, 9th (rev. ed., Washington). Natl. Acad. Sci. 1980.
52. Malczewska J. Zasady racjonalnego żywienia młodzieży w wieku 15-19 lat uprawiającej sport wyczynowo. [w:] Szkol-nie uzdolnionej sportowo młodzieży w polskim systemie edukacyjnym. Śledziwski D., Karwacki A. (red.) PTKNF, Warszawa, 2003; 115-27.
53. Szczygieł A., Bułhak-Jachymczyk B., Nowicka L. i in. Normy żywienia Instytutu Żywności i Żywienia, zaktualizowane w 1980 r. *Żyw Człow Metab.* 1983; 10, 143.
54. Meredith C.N., Zackin M.J., Frontera W.R., Evans W.J. Dietary protein requirements and body protein metabolism in endurance-trained man. *J Appl Physiol.* 1989; Vol 66, Issue 6: 2850-6.
55. Thompson J., Manore M.. Nutriton for life. Pearson Education Inc, San Francisco, USA, 2007.
56. Gersovitz M., Motil K., Munro H.N., Scrimshaw N.S., Young V.R. Human protein requirements: assessment of the adequacy of the current Recommended Dietary Allowance for dietary protein in elderly men and women. *Am J Clin Nutr.* 1982; 35: 6-14.
57. Szukała D. Odnowa żywieniowa po treningu. *Med Sport.* 2000; 9 : 38-40.
58. Gieremek K., Dec L. Zmęczenie i regeneracja sił. Odnowa biologiczna. Has-Med., Katowice, 2000.
59. AAP (American Academy of Pediatrics). Sodium intake of infants in the United State. *Pediatrics*, 1981; 68: 444-5.
60. Bożkowska A., Prokopczyk J. Rozwój funkcji biochemicznych. [w:] Pediatria. Górnicki B., Dębiec B., Baszczyński J. (red), PZWL, Warszawa, 1997; 152-8.
61. Szotowa W. Żywienie dzieci zdrowych. [w:] Pediatria. Gór-nicki D., Dębiec B., Baszczyński J. (red.) PZWL, Warszawa, 1997; 172-216.
62. Maughan R., Leiper J.B. Fluid replacement requirements in soccer. *J Sports Sci.* 1994; 12 :30-3.
63. Candow D.G., Chilibeck P.D. Effect of creatine supplementa-tion during resistance training on muscle accretion in the elderly. *J Nutr Health Aging.* 2007; 11(2):185-8.
64. Campbell W.W., Leidy H.J. Dietary protein and resistance training effects on muscle and body composition in older persons. *J Am Coll Nutr.* 2007; 26(6):696S-703S.

65. Hayes A., Cribb P.J. Effect of whey protein isolate on strength, body composition and muscle hypertrophy during resistance training. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2008; 11(1):40-4.
66. Iglay H.B., Thyfault J.P., Apolzan J.W., Campbell W.W. Resistance training and dietary protein: effects on glucose tolerance and contents of skeletal muscle insulin signaling proteins in older persons. *Am J Clin Nutr*. 2007; 85(4):1005-13.
67. Atkins RC. Dr. Atkins' New Diet Revolution. Vermillion, London, 2003.
68. Pilis K., Pilis W., Kłapcińska B. i wsp. Wydolność fizyczna mężczyzn spożywających długotrwałą dietę niskowęglowodanową. 2008. Dane niepublikowane.
69. Langfort J., Pilis W., Zarzeczny R., Nazar K., Kaciuba-Uściłko H. Effect of low carbohydrate ketogenic diet on metabolic and hormonal responses to graded exercise in men. *J Physiol Pharmacol*. 1996; 47, 2 361-71.
70. Czarnowski D., Langfort J., Pilis W., Górski J.: Effect of a low-carbohydrate diet on plasma and sweat ammonia concentrations during prolonged nonexhausting exercise. *Eur J Appl Physiol*. 1995; 70, 70-4.
71. Langfort J., Pilis W., Zarzeczny R., Kaciuba-Uściłko H., Nazar K.: Effect of low carbohydrate diet on anaerobic power *J Physiol Pharmacol*. 1996; 3, 22-6.
72. Fick A. and Wislicenus J. On the Origin of Muscular Power. London, Edinburgh, Dublin Phil. *Mag J Sci*. 1866; 31: 485-503.
73. Wagenmakers A.J., Beckers E.J., Brouns F., Kuipers H., Soeters P.B., van der Vusse G.J., Saris W.H. Carbohydrate supplementation, glycogen depletion, and amino acid metabolism during exercise. *Am J Physiol*. 1991; 260 (6 pt 1): E883-E90.
74. Spriet L.L., and Watt M.J. Regulatory mechanisms in the interaction between carbohydrate and lipid oxidation during exercise. *Acta Physiol Scand*. 2003; 178: 443-52.
75. Sahlin K. Metabolic changes limiting muscle performance. Inter Series on Sport Scien. 16. Biochemistry of exercise VI. Saltin B. (ed), Hum. Kinetics Publishers, 1986.
76. Achten J, Jeukendrup A.E. Optimizing fat oxidation through exercise and diet. *Nutrition*, 2004; 20: 716-27.
77. Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanaw K. Tabele składu i wartości odżywczej żywności. PZWL, Warszawa, 2005.
78. Pilis W., Langfort J., Woźtyna J., Cezary S., Nazar K. Glucose tolerance and insulin response to load after an endurance exercise and a weight – lifting training session. *Biol Sport*. 1995; 12, 2, 85-9.
79. Meredith C.N., Frontera W.R., Fisher E., Hughes V., Herland J., Edwards J., Evans W.J. Peripheral effects of endurance training in young and old subjects. *J Appl Physiol*. 1989; 66: 2844-9.

Otrzymano: 4 grudzień, 2008

Zaakceptowano: 22 grudzień, 2008

Adres do korespondencji/Address for correspondence:

Prof. zw. dr hab. Wiesław Pilis

Akademia im. Jana Długosza

ul. Armii Krajowej 13/15

Instytut Kultury Fizycznej

42-200 Częstochowa