

JERZY EKSTEROWICZ
ŚWIATOSŁAW ZIEMLAŃSKI

Wpływ wysoko białkowej odżywki na wybrane parametry biochemiczne krwi i poziom cech motorycznych sportowców*

Współczesny sport wyczynowy wymaga od zawodnika wysiłku często przekraczającego jego maksymalną wydolność, zarówno fizyczną jak i psychiczną. W celu uzyskania przez sportowców jak najlepszych wyników szczególną uwagę zwraca się na racjonalne żywienie, a zwłaszcza dostarczenie odpowiedniej ilości składników pokarmowych, które mogą mieć znaczenie w zwiększaniu wydolności fizycznej i psychicznej zawodników. Do podstawowych składników odżywczych, które ustrój sportowców może zużywać w zwiększonych ilościach, należy zaliczyć białko. Problem ten ostatnio szczegółowo został omówiony w publikacjach (1, 2).

W ostatnich latach w sporcie wyczynowym stosuje się wiele preparatów białkowych produkowanych na skalę przemysłową. Krajowy przemysł farmaceutyczny „Polfa” uruchomił produkcję preparatu białkowego o nazwie „Rapid”. Na naszym rynku ukazał się również preparat białkowy o nazwie Vitamaksima, przeznaczony dla osób wymagających dodatkowych ilości białka łatwostrawnego. Preparat ten jest bardzo przydatny dla sportowców. Uzasadnienie stosowania preparatów białkowych, a tym samym dodatkowych ilości białka w żywieniu sportowców, jest nadal przedmiotem ożywionej dyskusji (1, 2). Brak jest rzetelnej wiedzy na temat wpływu preparatów białkowych na wydolność fizyczną i stan zdrowia sportowców.

Celem niniejszej pracy jest próba określenia przydatności dla sportowców polskiego preparatu białkowego „Rapid”.

Metodyka badań

Badano grupę 15 zawodników uprawiających od 2–3 lat średnie i długie biegi lekkoatletyczne. Wiek zawodników wynosił $17,5 \pm 1,5$ lat, masa ciała $61,9 \pm 4,4$ kg i wzrost $175,0 \pm 4,8$ cm. Korzystali oni z całodziennego żywienia w stołówce sportowców na terenie Wojskowego Klubu Sportowego „Zawisza” w Bydgoszczy w okresie od 8 maja do 5 czerwca 1985 r. Żywienie to było kontrolowane. W tym celu podano analizie, w oparciu o tabele wartości odży-

czych, codzienne jadłospisy stołówek. Ponadto osiem dni, losowo wybranych spośród całego okresu obserwacji, przeznaczono na szczegółową kontrolę indywidualnego spożycia u wszystkich zawodników, uwzględniając resztki talerzowe oraz spożycie poza stołówką.

Zespół 15 zawodników podzielono na dwie części. Do grupy badanej zaliczono 7 biegaczy, do grupy zaś kontrolnej — 8. Każdy z zawodników grupy badanej otrzymywał codziennie 100 g preparatu białkowego o nazwie „Rapid”. Preparat podawano dwukrotnie w ciągu dnia, w porcjach po 50 g. W ten sposób jednego dnia każdy z zawodników grupy badanej otrzymywał pod postacią preparatu: 380 kcal (1,6 MJ) energii, ok. 45 g białka, 35 g węglowodanów i 8 g tłuszczu. Zawodnicy grupy kontrolnej nie otrzymywali preparatu białkowego. Należy zaznaczyć, że żaden z 15 zawodników w czasie prowadzonych badań, ani w okresie 3 tygodni poprzedzających badania, nie przyjmował środków farmakologicznych.

Biegacze w ciągu tygodnia wykonywali 7 jednostek treningowych średnio po 1,5 godz. każda, pokonując jednorazowo dystans o długości 10–14 km.

Wszystkim uczestnikom obserwacji w jednakowych porównywalnych warunkach zbadano trzykrotnie na czczo zawartość następujących składników w osoczu krwi: białko całkowite, albuminy, fosfor nieorganiczny, cholesterol, glukozę, azot mocznikowy, bilirubinę, kreatyninę, sód, potas, żelazo i chlor. Oznaczenie biochemiczne składników krwi przeprowadzono trzy razy, tj. na początku badań — 8 maja 1985, po 3 tygodniach — 29 maja 1985, na zakończenie obserwacji — 5 czerwca 1985. Wskaźniki biochemiczne oznaczono na autoanalyzerze SMA 12/60 wg metod przewidzianych przez producenta.

W okresie badań oznaczono dwukrotnie masę ciała zawodników, jak też zmierzono za pomocą testów fizycznych wielkość następujących cech motorycznych: szybkość — bieg na 60 m, wytrzymałość — bieg na 800 m, siłę — rzut piłką lekarską 5 kg oburącz znad głowy, gibkość w stawach biodrowych — maksymalny skłon w przód przy wyprostowanych kolanach.

Z uzyskanych wyników obliczono wartości średnie i odchylenia standardowe oraz przeprowadzono weryfikację statystyczną, stosując test Studenta, porównując badane parametry w obrębie tej samej grupy jak też pomiędzy grupami, tj. badaną i kontrolną, na początku obserwacji, po 3 tygodniach oraz na zakończenie badań.

* Z Pracowni Fizjologii Żywienia i Dietetyki Zakładu Higieny AWF w Warszawie oraz Zakładu Fizjologii i Biochemii Żywienia Instytutu Żywności i Żywienia w Warszawie. Kierownik: prof. dr hab. med. Światosław Ziemiański.

Wyniki badań i ich omówienie

Z przeprowadzonych badań wynika, że sportowcy byli żywieni prawidłowo. Analiza wartości odżywczych dziennych racji pokarmowych wyliczonych w oparciu o codzienne jadłospisy stołówki wskazuje, że zawodnicy otrzymywali pożywienie zawierające średnio $4423 \pm 325,5$ kcal/dobę ($18,5 \pm 1,4$ MJ) energii, $142,2 \pm 15,2$ g białka, w tym $47,4 \pm 5,6$ g białka roślinnego i $91,6 \pm 21,4$ g białka pochodzenia zwierzęcego, $139,2 \pm 14,2$ g/dobę tłuszczu oraz $649,3 \pm 65,8$ g/dobę węglowodanów. Dzienna racja pokarmowa zawierała ponadto średnio $1036,3 \pm 140,6$ mg wapnia, $1914 \pm 321,6$ mg fosforu oraz $26,4 \pm 3,0$ mg żelaza. Średnia zawartość witaminy A wynosiła $9038,4 \pm 3047,5$ j.m., witaminy B₁ $2,8 \pm 0,3$ mg, witaminy B₂ $2,7 \pm 0,3$ mg, witaminy PP $26,8 \pm 2,8$ mg oraz C $179 \pm 30,8$ mg. Średnia wartość odżywcza dziennej racji pokarmowej określonej na podstawie 8-krotnych badań indywidualnego spożycia wynosiła: $4379 \pm 143,8$ kcal ($18,3 \pm 0,6$ MJ), białka ogółem $140,3 \pm 5,0$ g, co stanowi $12,8\%$ energii dziennej racji pokarmowej, w tym białka roślinnego $46,9 \pm 4,5$ g, co stanowi $4,3\%$ energii, oraz białka zwierzęcego $93,4 \pm 5,1$ g, co stanowi $8,5\%$ energii. Zawartość tłuszczu wynosiła $145,9 \pm 5,5$ g, co stanowi $30,0\%$ energii dziennej racji pokarmowej. Zawartość węglowodanów $625,3 \pm 30,4$ g, co stanowi $57,1\%$ energii dziennej racji pokarmowej, wapnia $1029,3 \pm 77,1$ mg, fosforu $1791,5 \pm 120,0$ mg, żelaza $25,5 \pm 2,6$ mg. Zawartość witaminy A — $9513,2 \pm 3712,3$ j.m., witaminy B₁ — $2,6 \pm 0,3$ mg, witaminy B₂ — $2,6 \pm 0,3$ mg, witaminy PP — $27,3 \pm 1,9$ mg, witaminy C — $183,6 \pm 36,4$ mg. Jak nadmieniono, każdy zawodnik grupy badanej otrzymał dodatkowo każdego dnia 380 kcal ($1,6$ MJ) energii, w tym ok. 45 g białka, 35 g węglowodanów, 8 g tłuszczów. Tym samym zawartość białka ogółem w grupie badanej wzrosła do $185,3 \pm 5,0$ g/osobę/dobę, co stanowiło $15,6\%$ całkowitej energii dobowej racji pokarmowej.

Wyniki analizy indywidualnego spożycia przez zawodników, zarówno energii jak i poszczególnych składników pokarmowych, były na ogół wyższe w porównaniu z wynikami spożycia wg raportów stołówki. Jest to spowodowane tym, że uwzględniono indywidualne dodatkowe spożycie produktów zakupionych przez zawodników w bufecie.

Z przeprowadzonych badań biochemicznych wynika, że zawartość wybranych składników w osoczu krwi w grupie badanej i grupie kontrolnej w pierwszym dniu obserwacji, tj. bezpośrednio po zgrupowa-

niu, nie różniła się istotnie z wyjątkiem cholesterolu $174,4 \pm 4,0$ mg % w grupie kontrolnej oraz $140,7 \pm 13,7$ mg % w grupie badanej (tab. 1, 2).

Dowodzi to statystycznie prawidłowego rozmieszczenia zawodników w grupach. W okresie 4-tygodniowego treningu nastąpił w obu grupach wzrost zawartości w osoczu krwi białka całkowitego, przy czym w obu grupach był on z prawdopodobieństwem 95% istotny (tab. 1, 2). Zawartość albumin w osoczu krwi uległa obniżeniu, przy czym w pierwszych 3 tygodniach nastąpił ich wzrost istotny z prawdopodobieństwem 95% tylko dla grupy badanej, tj. otrzymującej odżywkę białkową, w ostatnim zaś tygodniu — spadek istotny dla zawodników tej samej grupy (tab. 1, 2). Należy jednak podkreślić, że w pierwszym okresie badań albuminy osiągnęły górne granice swojej zawartości odpowiednio $5,2$ mg % dla grupy badanej i $4,9$ mg % w grupie kontrolnej. Nieznacznemu obniżeniu uległa też zawartość glukozy, przy czym różnica istotna wystąpiła tylko w pierwszym okresie i dotyczyła wyłącznie grupy badanej (tab. 1, 2). Zawartość azotu mocznikowego w grupie badanej w pierwszych 3 tygodniach badań uległa nieznacznemu obniżeniu, w ostatnim zaś tygodniu znacznie się podwyższyła, przekraczając stan wyjściowy. W grupie kontrolnej obniżenie w pierwszej fazie było tak duże, że wzrost w ostatnim tygodniu nie wystarczył, by osiągnąć stan wyjściowy (tab. 1, 2). Większą zawartość azotu mocznikowego w grupie badanej można wiązać z większą podażą białek dla zawodników zaliczanych do tej grupy w związku z przyjmowaniem preparatu białkowego. Minimalnemu obniżeniu w obu grupach uległa zawartość bilirubiny (tab. 1, 2). Natomiast zawartość potasu uległa nieznacznemu obniżeniu tylko w grupie badanej, natomiast u zawodników grupy kontrolnej — nieznacznie wzrosła (tab. 1, 2). Zanotowano obniżenie zawartości chloru i to zarówno w grupie badanej, jak i grupie kontrolnej. Zmiany te okazały się z prawdopodobieństwem 95% istotne tylko dla zawodników grupy badanej (tab. 1, 2).

Najciekawsze spostrzeżenia dotyczą zawartości żelaza w osoczu krwi. Jego ilość u zawodników grupy kontrolnej (tab. 2) w całym okresie badań nieustannie istotnie malała, osiągając w ostatnim dniu obserwacji poziom $113,1$ mcg %. W grupie badanej zaś początkowo obserwowano nieistotne obniżenie zawartości żelaza, lecz w ostatnim tygodniu nastąpił jego gwałtowny wzrost do wartości $137,9$ mcg % (tab. 1, 2). Można przypuszczać, że środkiem skutecznie hamującym obniżenie się zawartości żelaza we krwi zawodników jest przyjmowany przez nich preparat białkowy.

Tabela 1. Średnia zawartość wybranych składników w osoczu krwi sportowców badanej grupy na początku badań (1), tj. 8 maja 1985, po 3 tygodniach (2), tj. 29 maja 1985, oraz na zakończenie badań (3), tj. 5 czerwca 1985.

Kolejność badania	Data badania	Białko całkowite	Albuminy g%	Azot mocznikowy mg%	Kreatynina mg%	Glukoza mg%	Bilirubina mg%	Cholesterol mg%
1	8 maja 1985	$7,3 \pm 0,3$	$4,9 \pm 0,2$	$18,9 \pm 5,1$	$1,0 \pm 0,1$	$92,1 \pm 8,4$	$0,8 \pm 0,3$	$140,7 \pm 13,7$
2	29 maja 1985	$7,9 \pm 0,4^x$	$5,2 \pm 0,1^x$	$18,6 \pm 3,8$	$1,3 \pm 0,1$	$80,7 \pm 6,2$	$0,7 \pm 0,2$	$168,6 \pm 24,2^x$
3	5 czerwca 1985	$7,8 \pm 0,3^x$	$4,8 \pm 0,1^x$	$20,3 \pm 4,5$	$1,3 \pm 0,1^x$	$84,3 \pm 4,9$	$0,7 \pm 0,1$	$166,4 \pm 12,6^x$

Kolejność badania	Data badania	Żelazo mcg %	Fosfor nie-mg %	Sód mmol/l	Potas mmol/l	Chlor mEq/l
1	8 maja 1985	$139,0 \pm 32,3$	$4,0 \pm 0,4$	$139,1 \pm 5,7$	$4,0 \pm 0,6$	$103,0 \pm 1,0$
2	29 maja 1985	$115,7 \pm 19,9$	$4,6 \pm 0,6$	$140,4 \pm 3,8$	$4,0 \pm 0,1$	$101,6 \pm 0,9^x$
3	5 czerwca 1985	$137,9 \pm 42,4$	$4,8 \pm 0,4^x$	$140,0 \pm 4,0$	$3,9 \pm 0,2$	$95,1 \pm 0,6^x$

* Różnica statystycznie istotna przy $p \leq 0,05$ pomiędzy pierwszym i wskazanym badaniem w tej samej grupie.

Tabela 2. Średnia zawartość składników w osoczu krwi sportowców grupy kontrolnej na początku badań (1), tj. 8 maja 1985, po 3 tygodniach (2), tj. 29 maja 1985, oraz na zakończenie badań (3), tj. 5 czerwca 1985.

Kolejność badań	Data badania	Białko całkowite g %	Albuminy g %	Azot mocznikowy	Kreatynina mg %	Glukoza mg %	Bilirubina mg %	Cholesterol mg %
1	8 maja 1985	7,3 ± 0,4	4,8 ± 0,3	19,5 ± 4,3	1 ± 0,1	88,1 ± 7,0	0,6 ± 0,2	174,4 ± 33,2
2	29 maja 1985	7,8 ± 0,4 ^x	4,9 ± 0,3	16,2 ± 3,5	1,2 ± 0,2 ^x	82,5 ± 5,0	0,6 ± 0,2	201,9 ± 37,7
3	5 czerwca 1985	7,7 ± 0,3 ^x	4,6 ± 0,2	18,1 ± 5,0	1,2 ± 0,1 ^x	87,5 ± 5,0	0,6 ± 0,1	179,4 ± 25,3

Kolejność badań	Data badania	Żelazo mg %	Fosfor nie-mg %	Sód mmol/l	Potas mmol/l	Chlor mEq/l
1	8 maja 1985	152,5 ± 25,2	3,9 ± 0,3	137,6 ± 2,7	3,8 ± 0,3	102,1 ± 0,8
2	29 maja 1985	118,7 ± 22,7 ^x	4,5 ± 0,6 ^x	139 ± 3,9	3,9 ± 0,3	101,6 ± 1,1
3	5 czerwca 1985	113,1 ± 33,2 ^x	4,9 ± 0,3 ^x	139,1 ± 1,3	3,9 ± 0,2	95,5 ± 1,0 ^x

* Różnica statystycznie istotna przy $p \leq 0,05$ pomiędzy pierwszym i wskazanym badaniem w tej samej grupie.

Tabela 3. Wielkość cech motorycznych oraz masa ciała sportowców grupy badanej oraz kontrolnej ustalonych za pomocą testów sprawnościowych na początku i na końcu badań (tj. 7 maja 1985 i 6 czerwca 1985).

Kolejność badań	Rodzaj grupy Termin badań	Masa ciała w kg	Bieg na 60 m w s.	Bieg na 800 m w s.	Rzut piłką lekarską 5 kg w cm	Gibkość w stawach biodrowych w cm
1	Grupa badana na początku badań	63,0 ± 4,0	8,4 ± 0,1	130,9 ± 6,00	532,9 ± 30,1	10,3 ± 4,2
2	Grupa badana na końcu badań	62,9 ± 4,1	8,1 ± 0,1 ^x	128,2 ± 5,8	534,3 ± 16,8	10,6 ± 3,3
3	Grupa kontrolna na początku badań	61,0 ± 4,3	7,8 ± 0,2	118,3 ± 3,3	593,7 ± 78,2	10,7 ± 5,3
4	Grupa kontrolna na końcu badań	60,5 ± 4,5	7,7 ± 0,3	117,7 ± 2,5	590,0 ± 55,4	9,2 ± 6,2

* Różnica statystycznie istotna przy $p \leq 0,05$ pomiędzy dwoma badaniami w tej samej grupie.

Zarówno w grupie badanej, jak i kontrolnej nastąpił wzrost zawartości fosforu nieorganicznego we krwi wszystkich zawodników poddanych badaniu (tab. 1, 2). Zawartość w osoczu krwi cholesterolu całkowitego w pierwszym okresie w obu grupach wzrosła, lecz istotny statystycznie wzrost stwierdzono jedynie w grupie badanej, tj. otrzymującej odżywkę białkową. Pod koniec zgrupowania treningowego zawartość cholesterolu całkowitego spadła w grupie kontrolnej i pozostawała podwyższona w grupie badanej (tab. 1, 2). Nieznacznie w obu grupach wzrosła zawartość kreatyniny (tab. 1, 2). Podobnie w obu grupach nastąpił, aczkolwiek nieistotnie, wzrost zawartości sodu (tab. 1, 2).

Wielkość wszystkich badanych cech motorycznych uległa zwiększeniu jedynie u zawodników grupy badanej, przy czym istotnie zwiększyła się jedynie prędkość. Zawodnicy grupy kontrolnej w okresie badań nieistotnie poprawili prędkość i wytrzymałość, natomiast nieistotnemu obniżeniu uległa u nich siła oraz gibkość w stawach biodrowych (tab. 3).

Z przeprowadzonych badań wynika, że podawanie preparatu białkowego „Rapid” w ilości 100 g/dzień/osobę przeciwdziałała obniżaniu się zawartości że-

laza we krwi. Jak wiadomo, żelazo jest jednym z czynników wpływającym na wydolność fizyczną organizmu. U wielu sportowców na skutek intensywnych treningów obserwuje się powstanie niedokrwistości (3).

Jak wynika z obszernego przeglądu piśmiennictwa światowego (3), niedokrwistość u sportowców wywołana jest nie tylko niedostatecznym spożyciem żelaza, kwasu foliowego i innych czynników krwiotwórczych oraz niedostatecznym spożyciem białka o dużej wartości biologicznej, lecz związana jest z szybszym niszczeniem krwinek czerwonych w wyniku intensywnych ćwiczeń fizycznych oraz powstawaniem większej ilości mioglobiny zawierającej żelazo hemowe. Większa podaż białka pochodzenia zwierzęcego hamuje w znacznym stopniu spadek hemoglobiny we krwi (3).

Przyjmuje się, że istnieje ścisła ilościowa zależność między natężeniem niedokrwistości u sportowców a intensywnością treningu. Nawet lekka postać niedokrwistości wywołuje obniżenie wydolności fizycznej (2). Niedobory żelaza w organizmie mogą spowodować zakłócenie funkcji enzymów zawierających żelazo, pomimo normalnego poziomu hemoglobiny. Spada stężenie cytochromu C w wątrobie i nerkach, czego na-

stępstwem jest spadek zdolności organizmu do produkcji energii.

Szczegółowa analiza wybranych składników biochemicznych krwi wykazała, że podawanie dodatkowych ilości białka w postaci preparatu białkowego „Rapid” w stosownych niedużych dawkach nie wykazuje istotnego wpływu na pozostałe wskaźniki biochemiczne krwi. Stwierdzono natomiast korzystny wpływ treningu sportowego oraz racjonalnego odżywiania na wzrost zawartości białka całkowitego i albumin we krwi zawodników.

Z analizy wybranych cech motorycznych wynika, że podawanie preparatu białkowego może mieć wpływ na szybkość, wymaga to jednak dalszego potwierdzenia. Wzrost wartości pozostałych cech motorycznych można raczej wiązać z zastosowanym treningiem fizycznym sportowców.

Z przeprowadzonych badań można wyciągnąć następujące wnioski:

Podawanie odżywki białkowej w ilości 100 g na osobę dziennie (45 g białka/osobę/dziennie) przeciwdziała u sportowców obniżaniu się zawartości żelaza w osoczu krwi, w okresie intensywnych treningów.

U sportowców otrzymujących w diecie zwiększoną ilość białka zwierzęcego nie stwierdzono spadku cho-

lesterolu całkowitego w osoczu krwi pod wpływem 4-tygodniowego treningu.

Można sądzić, że preparat białkowy wpływa na wzrost szybkości zawodników. Wniosek ten powinien być potwierdzony w dalszych badaniach.

Badane osoby dobrze tolerowały podawaną wysoko białkową odżywkę „Rapid”.

Wykazano korzystny wpływ treningu na zawartość w osoczu białka całkowitego i albumin.

Konieczne są dalsze badania wpływu odżywek wysoko białkowych na wskaźniki biochemiczne i fizjologiczne ustroju sportowców ze szczególnym uwzględnieniem zapobiegania niedokrwistości.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Ziemiański S.: Fizjologiczne podstawy żywienia sportowców. Warszawa 1985, Instytut Sportu.
- [2] Ziemiański S., Niedźwiecka-Kącikowa D.: Zapotrzebowanie sportowców na białko i aminokwasy egzogenne. „Sport Wycz.” 1985, nr 11.
- [3] Yoshinura H., Inone T., Yamada T., Shiraki K.: Anemia During Hard Physical Training (Sport Anemia) and its Causal Mechanism with Special Reference to Protein Nutrition. W: World Review of Nutrition and Dietetics. Basel 1980, S. Karger.