

BILANS ENERGETYCZNY I OCENA STANU ODŻYWIENIA ZAWODNICZKI TRENUJĄCEJ WYCZYNOWO LEKKĄ ATLETYKĘ (STUDIUM PRZYPADKU)

THE ENERGY BALANCE AND THE EVALUATION OF NUTRITIONAL STATUS OF FEMALE ATHLETES PRACTICES SPORTS PROFESSIONALLY (CASE STUDY)

Ewa Brzozowska

Studia III stopnia, Akademia Wychowania Fizycznego, Kraków

Streszczenie

Cel: Analiza bilansu energetycznego zawodniczki trenującej wyczynowo lekką atletykę podczas trzech tygodni okresu przygotowawczego.

Metodyka: Do pomiaru wydatku energetycznego wykorzystano akcelerometr, a analizę wartości odżywczych jadłospisów wykonano programem komputerowym „Wikt 2 Pro”. Stan odżywienia określono pomiarem masy i składu ciała.

Wyniki: Wykazano niedostateczne spożycie energii oraz niewłaściwe proporcje składników dostarczających energii w całodziennych racjach pokarmowych. Średni całodobowy wydatek energetyczny badanej lekkoatletki wynosił 3044 kcal, a wartość energetyczna diety 2200 kcal. Wartość wydatku energetycznego poszczególnych sesji treningowych ulegała dużym wahaniom w wyniku zróżnicowanych form treningowych. Stwierdzono niezgodny z zaleceniami rozkład udziału poszczególnych składników odżywczych w dostarczaniu energii. Zbadano zmiany masy i składu ciała podczas stosowania zwyczajowej diety i podejmowania aktywności fizycznej związanej z treningiem. Stwierdzono ujemny bilans energetyczny oraz wykazano, że u badanej zawodniczki nie nastąpiła żadna znacząca zmiana w masie i składzie ciała o czym świadczą wyniki analizy statystycznej (masy ciała $P = 0,006$; %TBW $P = 0,018$; oraz %FM $P = 0,039$).

Słowa kluczowe: skład ciała, wydatek energetyczny, stan odżywienia

Abstract

Objective: To analyze the energy balance of the professional athlete during the preparatory period of three weeks.

Methods: An accelerometer was used for the measurement of the energy expenditure. To analysis the nutritional values of diet was performed with computer programs „Wikt 2 Pro”. The nutritional state was determined with measurement of mass and composition of the body.

Results: showed insufficient energy consumption and delivering the wrong proportions of the components in all-day nutritional arguments. The average 24-hour energy expenditure of the examined athlete was 3044 kcal, but the energy value of the diet was 2200 kcal. The value of the energy expenditure of individual training sessions underwent great fluctuations as a result of diversified training forms. Schedule incompatible with recommendations of the participation of individual nutrients in the provide energy was stated. Changes of mass and composition of the body were examined while applying the customary diet and taking the physical activity associated with the training. A negative energy balance was stated as well as they showed that at the examined competitor no significant change in mass and composition of the body had taken place what results of a statistical analysis are attesting to (body weights $P = 0,006$; %TBW $P = 0,018$; and %FM $P = 0,039$).

Key words: body composition, energy expenditure, state of nutrition

Wstęp

Sport niezależnie od poziomu na jakim jest uprawiany, wymaga zwiększonego zapotrzebowania na energię oraz regularnego spożywania konkretnych składników odżywczych dostarczanych w prawidłowych ilościach. Dienne zapotrzebowanie energetyczne dorosłego człowieka wykonującego lekką pracę wynosi od 2100 do 2600 kcal. U osób aktywnych fizycznie, w okresie intensywnego tre-

ningu, zapotrzebowanie kaloryczne może być nawet dwukrotnie większe [1]. Poprzez właściwe żywienie sportowca należy dążyć do tego, aby ilość energii dostarczanej z pożywieniem odpowiadała wielkości energii wydatkowanej przez organizm. Jeżeli obie strony równania są identyczne mówimy o zachowaniu tzw. zrównoważonego bilansu energetycznego. W praktyce, w następujących po sobie poszczególnych dniach treningu obserwuje się nieraz duże wa-

hania w podaży i wydatkowaniu energii i nie zawsze bilans energetyczny jest zrównoważony.

Każde obciążenie treningowe zwiększa zapotrzebowanie energetyczne powyżej poziomu potrzebnego podczas zwykłej, codziennej aktywności. Trzy najważniejsze komponenty każdego programu treningowego, które będą wpływały na wydatkowanie energii, to: intensywność, czas trwania i częstotliwość wysiłków. Jeżeli więc odpowiednia masa ciała oraz wysoka efektywność pracy mięśniowej mają być u zawodników zachowane, wysoki wydatek energetyczny musi być równoważony przez stosowanie diety o odpowiedniej wartości kalorycznej [2].

W praktyce sportowej, istnieje konieczność zwrócenia uwagi nie tylko na prawidłową podaż kalorii w diecie, ale także na: zachowanie odpowiednich proporcji pomiędzy spożyciem makroskładników, czyli białek, węglowodanów i tłuszczów, dostarczenie witamin i soli mineralnych niezbędnych dla regulacji intensywnej przemiany materii oraz dostarczenie odpowiedniej ilości płynów celem utrzymania na właściwym poziomie ciśnienia osmotycznego płynów ustrojowych, równowagi kwasowo-zasadowej i zapewnienia prawidłowego przebiegu procesów termoregulacyjnych [3].

Cel pracy

Celem pracy była ocena całodobowego wydatku energetycznego oraz ocena stanu odżywiania zawodniczki, uprawiającej wyczynowo lekką atletykę. Na podstawie analizy składu i ilości spożywanych posiłków oceniono wartość kaloryczną diety oraz podaż podstawowych składników odżywczych.

Cele szczegółowe stanowiły następujące pytania badawcze:

1. Jaka jest wartość całodobowego wydatku energetycznego oraz ile wynosi wydatek energetyczny wysiłków podejmowanych w trakcie treningów?
2. Jaka jest wartość kaloryczna diety lekkoatletki oceniona na podstawie ilościowej analizy całodobowych racji pokarmowych?
3. W jakim stopniu wydatkowana energia zbilansowana została przez kaloryczność diety?
4. Czy sposób odżywiania lekkoatletki można uznać za racjonalny w kontekście procentowego udziału białek, węglowodanów i tłuszczów w ogólnej dziennej podaży energii?
5. Jak zmienia się masa ciała oraz wskaźniki składu ciała w trakcie trzech tygodni stosowania diety nie odbiegającej od zwyczajowego odżywiania się sportowca oraz wykonywania pracy treningowej charakterystycznej dla okresu przygotowawczego?

Metodyka

Badaniu poddana została 23 letnia zawodniczka klubu sportowego AZS AWF Kraków, o średniej ma-

sie ciała 61 kg i wzroście 180 cm, trenująca od 8 lat biegi sprinterskie lekkoatletyczne. Badania pomiarowe obejmowały trzy tygodnie w trakcie okresu przygotowawczego: w miesiącu grudniu 2010 oraz styczniu i lutym 2011 roku.

W ciągu dnia lekkoatletka spożywała średnio pięć głównych posiłków. Zawodniczka wykonywała treningi sześć razy w tygodniu, z wyjątkiem niedzieli, która była dniem nietreningowym, przeznaczonym na odpoczynek i regenerację. W poniedziałek i czwartek realizowany był trening siłowy, we wtorek – szybkościowy, w środę i sobotę kształtowana była wytrzymałość specjalna, na otwartym stadionie. Piątkowe treningi miały na celu wypracowanie siły biegowej. Czas jednej jednostki treningowej wynosił od 1,5 h do 2 h.

Poddana badaniu zawodniczka przez okres trzech tygodni rejestrowała całkowity i aktywny wydatek energetyczny przy pomocy akcelerometru ActiTrainer (model GT1M, Pensacola, FL). Urządzenie nieprzerwalnie rejestrowało parametry takie jak: podstawowa przemiana materii – PPM [kcal], ponadpodstawowa przemiana materii – PPPM [kcal], całkowita przemiana materii – CPM [kcal], a ponadto wskazywało częstość skurczów serca na minutę [HR/min], średnią częstość skurczów serca [AVG BPM], szczytową wartość uderzeń serca na minutę [Peak BPM], ilość wykonanych kroków oraz przemierzony dystans [mile].

Równoległe do pomiaru wydatkowanej energii zawodniczka dokonywała również analizy ilości spożywanych produktów i potraw, ważąc posiłki przy użyciu elektronicznej wagi kuchennej firmy Electric lub wykorzystując „Album fotografii produktów i potraw”. Ocenę sposobu żywienia zawodniczki przeprowadzono przy pomocy programu komputerowego Wikt 2.0 Pro. Do oceny składu ciała (BM, TBW, %FM, %MM) wykorzystano wagę elektroniczną „SilverCrest”. Pomiaru dokonywano codziennie zawsze o tej samej porze, po porannej toalecie, będąc na czczo i bez odzieży.

Otrzymane wyniki poddano podstawowej analizie statystycznej za pomocą pakietu metod CSS STATISTICA wersja 7.1 PL 2005. Do oceny różnic między średnimi wartościami badanych cech zastosowano test *t*-Studenta. Związki między poszczególnymi parametrami zbadano wykorzystując test korelacyjny Pearsona lub Spearmana. Poziom prawdopodobieństwa (*P*), wynoszący 0,05 uznano za granicę statystycznej istotności (różnice istotne przy $P < 0,05$).

Wyniki i ich omówienie

I tydzień

Wartość energetyczna całodziennych racji pokarmowych (CRP) zawodniczki w ciągu pierwszego tygodnia treningowego wynosiła średnio 2414,12 kcal. Przeciętny stosunek wagowy białka w racjach pokarmowych wynosił odpowiednio 82,70 g, tłuszczu – 105,84 g oraz 304,82 g węglowodanów. Udziały

energii z tych składników kształtowały się na poziomie: dla białka około 9%, tłuszczu – 39% i węglowodanów – 51% (Tab. 1). Wartość kaloryczna racji pokarmowej pomiędzy poszczególnymi dniami wykazywała znaczne różnice i wahała się w zakresie między 2007 kcal a 2975 kcal. (Tab. 2). W większości przypadków okazywała się niewystarczająca do pokrycia dziennego zapotrzebowania na energię.

Wartość podstawowej przemiany materii dla badanej osoby wynosiła 1454 kcal. Całkowity tygodniowy wydatek energetyczny wynosił średnio 2958 kcal. Rezultaty pomiaru CPM w poszczególnych dniach były zróżnicowane i mieściły się w zakresie szerokich norm od 1862 kcal do 3380 kcal, z czego najniższy poziom zanotowano w siódmym dniu, natomiast najwyższy w szóstym. W ciągu tygodnia zmiana ulegała zarówno wielkość ponadpodstawowej przemiany materii związana z wykonywaniem czynności dnia codziennego oraz wydatek energetyczny treningu. U badanej zawodniczki średnia wartość PPPM w pierwszym tygodniu wynosiła 1117 kcal (zakres 883 – 1451 kcal), zaś średni koszt energetyczny treningu – 451 kcal (Tab. 2).

Średnia wartość masy ciała zawodniczki w pierwszym tygodniu badań wynosiła 61,8 kg. Największy jej przyrost odnotowano w trzecim dniu (62,7 kg), a najniższy siódmym (60,9 kg). Średnia zawartość wody całkowitej w ustroju lekkoatletki stanowiła 60% (przy granicznych wartościach 58,6% – 61,1%) (Tab. 3).

II tydzień

W drugim tygodniu badań średnia wartość kaloryczna dobowych racji pokarmowych wynosiła 2076,72 kcal (przy wahaniami od 1772,75 kcal do 2450,14 kcal) (tab. 3). Zaobserwowano duże zróżnicowanie ilościowe dostarczanych wraz z pożywieniem składników odżywczych, które dla białek zawierało się w przedziale od 54,28 g do 106,29 g; dla tłuszczów 71,91 g – 109,66 g; oraz węglowodanów 193,76 g – 356,32 g. Zakres energii uzyskiwanej z białka mieściła się w przedziale od 6,14% do 19,51%; przy czym średnia wartość wynosiła 11,35%. Analiza udziału energii z tłuszczu w badanych racjach pokarmowych z drugiego tygodnia wykazała, że wahał się on w granicach 22,51% – 44,77%; wynosząc średnio 36,84%. W ponad połowie racji pokarmowych udział energii z tłuszczów przekraczał 30%, w tym aż w czterech dniach wynosił ponad 35%. Dane odnośnie udziału energii z węglowodanów w dziennej kaloryczności racji pokarmowych przedstawiały się odpowiednio: 43,38% – 60,4% – zakres udziału kalorii z węglowodanów, wartość średnia na poziomie – 51,81% (Tab.1).

Całkowity tygodniowy wydatek energetyczny wynosił średnio 3024 kcal. Zakres wyników CPM

w kolejnych dniach był zróżnicowany i wahał się w przedziale od wartości 2037 kcal do 3362 kcal, z czego najniższy poziom zanotowano w piątym dniu tygodnia, natomiast najwyższy w czwartym (Tab. 2). Rezultaty pomiaru PPPM w poszczególnych dniach kształtowały się na poziomie 583 kcal – 1357 kcal (przy średniej wielkości 1454 kcal) zaś kosztu energetycznego treningu od 483 kcal do 551 kcal (średnia 513 kcal).

Masa ciała lekkoatletki w poszczególnych dniach drugiego tygodnia badań zawierała się w przedziale od wartości 60,7 kg do wartości 61,5 kg (średnia 61,14 kg). Analiza składu ciała wykazała średni udział masy mięśniowej w wysokości 43,0%, przy wartościach mieszczących się w przedziale 42,7% – 43,3% (Tab. 3).

III tydzień

W ciągu trzeciego tygodnia badań średnia wartość energetyczna posiłków spożywanych wynosiła 2109,15 kcal; przy czym pomiędzy poszczególnymi dniami zarysowywały się pewne różnice co do ilości spożywanych kalorii (zakres między wartością 1788,89 kcal a 2545,58 kcal) (Tab. 2). Ocena zawartości poszczególnych składników ogółem w całodziennych racjach pokarmowych wykazała, iż ilościowa zawartość białka była realizowana na poziomie 51,84 g – 78,96 g; tłuszczów 45,49 g – 87,88 g oraz węglowodanów: 265,64 g – 458,25 g. Analizując strukturę podaży ilości energii z białek stwierdza się, że jej średnia wartość w racjach pokarmowych wynosiła 7,51% (przy wahaniami od 4,19% do 10,47%). Ilość ta jest niewystarczająca w stosunku do całkowitej wartości energetycznej dziennej racji pokarmowej (ok. 5%). Udział energii z tłuszczów w badanych racjach pokarmowych trzeciego tygodnia wahał się w granicach 21,13% – 37,18%; (średnio 27,35%). Tylko w szóstym dniu udział energii z tłuszczów był przekroczony i wynosił 37,18%. Średni procentowy udział energii pochodzącej z węglowodanów w racji pokarmowej badanej lekkoatletki przekraczał zalecaną normę bowiem wynosił 65,14%, a w poszczególnych dniach zawierał się w przedziale od 52,35% do 74,86% (Tab. 1).

W trzecim tygodniu badań całkowity tygodniowy wydatek energetyczny wynosił średnio 3147 kcal. Zakres wyników CPM w kolejnych dniach był zróżnicowany i wahał się w przedziale od 2788 kcal do 4369 kcal, z czego najniższy poziom zanotowano w piątym dniu tygodnia, natomiast najwyższy w szóstym (Tab. 2). Rezultaty pomiaru PPPM w poszczególnych dniach wykazywały duże wahania i kształtowały się na poziomie 936 kcal – 1835 kcal (przy średniej wielkości 1250 kcal), zaś kosztu energetycznego treningu od 286 kcal do 1080 kcal (wartość średnia 515 kcal).

W trakcie trzeciego tygodnia badań masa ciała zawodniczki ulegała niewielkim zmianom w ciągu tygodnia (Tab. 3).

Tabela 1. Średnie wartości wybranych wskaźników odnotowanych przez lekkoatletkę podczas trzytygodniowego okresu badań wraz z ich średnią wartością oraz odchyleniem standardowym

	Średnie wartości z I tygodnia badań	Średnie wartości z II tygodnia badań	Średnie wartości z III tygodnia badań	Średnie wartości ze wszystkich tygodni	±SD
Energia [kcal]	2414,12	2076,72	2109,15	2199,9	186,1
Energia z białek [%]	9,13	11,35	7,51	9,33	1,9
Energia z tłuszczów [%]	39,13	36,84	27,35	34,44	6,2
Energia z węglowodanów [%]	51,74	51,81	65,14	56,23	7,7
Całkowita przemiana materii	2958	3024	3147	3043	95,9

Tabela 2. Wartość bilansu energetycznego w poszczególnych tygodniach badań określonego na podstawie pomiarów energii wydatkowanej i energii pobranej z pożywieniem

Dzień	Energia wydatkowana [kcal]			Energia pobierana z pożywieniem [kcal]			Bilans energetyczny [kcal]		
	I tydzień	II tydzień	III tydzień	I tydzień	II tydzień	III tydzień	I tydzień	II tydzień	III tydzień
1	2926	3182	2999	2575	1794	1986	-351	-1388	-1013
2	3336	3007	3061	2975	1961	2117	-361	-1046	-944
3	2824	3349	3050	2309	2332	2209	-515	-1017	-841
4	3004	3362	3227	2288	2088	1789	-716	-1274	-1438
5	3380	2037	2788	2007	2139	1991	-1373	+102	-797
6	3372	2953	4369	2362	2450	2127	-1010	-503	-2242
7	1862	3279	2536	2382	1773	2546	+520	-1506	+10
($\bar{x}$)	2958	3024	3147	2414	2077	2109	-547	-947	-1038

(„+” – dodatni bilans energetyczny „-” – ujemny bilans energetyczny)

Tabela 3. Porównanie średnich, minimalnych i maksymalnych wartości masy ciała oraz procentowej zawartości wybranych komponentów tkankowych składu ciała u badanej zawodniczki z trzech tygodni badań

Wskaźnik		Tydzień I	Tydzień II	Tydzień III
Masa ciała[kg]	($\bar{x}$)	61,8	61,14	61,63
	Min	60,9	60,7	61,0
	Max	62,7	61,5	62,1
TBW [%]	($\bar{x}$)	60,0	60,0	60,0
	Min	58,6	59,1	59,1
	Max	61,1	61,2	61,2
FM [%]	($\bar{x}$)	14,0	14,2	14,2
	Min	13,7	13,6	13,7
	Max	14,3	14,6	14,7
MM [%]	($\bar{x}$)	42,8	43,0	42,8
	Min	42,7	42,7	42,5
	Max	43,1	43,3	43,0

Analizując dane opisujące wartość kaloryczną spożywanych racji pokarmowych, ilość wydatkowanej energii w ciągu całoninowej aktywności oraz bilans energetyczny w poszczególnych tygodniach badań stwierdzić można, że w pierwszym tygodniu tylko siódmego dnia bilans energetyczny był dodatni i wynosił 520 kcal, natomiast w pozostałe dni wykazywał

wartości ujemne. Świadczy to o tym, że zawodniczka nie dostarczała wystarczającej ilości energii do zbilansowania wydatków energetycznych. Średni deficyt energii w ciągu pierwszego tygodnia wynosił -547 kcal (Tab. 2).

Pewne różnice pojawiają się w wynikach zarejestrowanych w drugim tygodniu badań. Średnia wartość

bilansu energetycznego z całego tygodnia wynosiła -947 kcal. Dodatni bilans został odnotowany piątego dnia, kiedy wartość energetyczna konsumowanych pokarmów przewyższyła ilość spalonych kalorii, który przekroczył nieznacznie wartość 100 kalorii ($+102$ kcal). Najwyższa wartość niedoboru kalorycznego wystąpiła siódmego dnia tygodnia wynosząc odpowiednio -1506 kcal, natomiast najniższa szóstego, gdzie osiągnęła wartość -503 kalorii (Tab. 2).

W trzecim tygodniu również odnotowano niedobór podaży kalorii w stosunku do energii wydatkowanej. Wartość średnia bilansu energetycznego zawodniczki wyniosła -1038 kcal i była najwyższa spośród wszystkich tygodni w których prowadzono badania. W poszczególnych dniach deficyt kaloryczny zawierał się w granicach od -797 kcal do -2242 kcal, przy średniej wartości wynoszącej -1038 kcal. Jedynie w siódmym dniu tygodnia osiągnął wielkość dodatnią ($+10$ kcal) (Tab. 2).

Porównując całodobowy wydatek energetyczny z ilością dostarczanych kalorii pomiędzy dniami treningowymi, a wolnymi od aktywności fizycznej zauważyć można, że bilans energetyczny był dodatni zawsze w dniu wolnym od treningu.

Dyskusja

Prawidłowo skomponowana dieta osób uprawiających sport jest jednym z elementów wspomagających trening, zapewniając właściwy jego przebieg. Każda dyscyplina sportowa posiada własną specyfikę treningu i różne wymagania dotyczące sposobu żywienia. Odpowiednio dobrana intensywność treningu do urozmaiconej, zbilansowanej diety, umożliwia naturalny wzrost organizmu i zapobiega rozwijaniu różnego rodzaju chorób, wywołanych błędnym określeniem ilości przyjmowanej i wydatkowanej energii. Odnotowany przez akcelerometr ActiGraph całkowity koszt kaloryczny przypadający na codzienną aktywność zawodniczki w poszczególnych dniach był zróżnicowany i z każdym tygodniem badań jego wartość wzrastała (2958 kcal, 3024 kcal, 3147 kcal). Zważywszy na fakt, że masa mięśni stanowi ok. 40% masy ciała człowieka, zrozumiałe jest, że wysiłek fizyczny prowadzony w grupie sportowców, stanowi najważniejszy czynnik zwiększający ogólną ilość energii wydatkowanej przez organizm. Podobnie jak w badaniach własnych, urządzenie ActiGraph zostało również użyte do analizy wydatków energetycznych przez Ojrzanowskiego i wsp. [4].

Dane literaturowe dostarczają wielu informacji na temat analizy wydatków energetycznych sportowców [5-10]. W wielu dyscyplinach sportowych znacznie większe wydatki energetyczne są generowane podczas treningów niż podczas zawodów, jak na przykład w biegach sprinterskich, gdy czas startu zawodnika trwa kilka sekund, a na treningach może on spędzać kilka godzin dziennie.

Wyniki ilościowych badań racji pokarmowych zawodników różnych dyscyplin sportowych często wskazują na nieodpowiedni rozkład energii pochodzący z makroskładników. Przyjmuje się, że węglowodany powinny stanowić do 55% dobowego zapotrzebowania energetycznego, a ich ilość może zostać zwiększona do poziomu 65% szczególnie w przypadku dyscyplin wytrzymałościowych. Tłuszcze powinny się mieścić w granicy $25 - 30\%$, a białka do 15% puli kalorycznej [11]. W badaniach własnych stwierdzono, że procentowy rozkład energii z poszczególnych składników odżywczych odbiegał od norm dla wysiłków sprinterskich. Średnie wartości otrzymane w trakcie całego okresu pomiarowego kształtowały się następująco: dla węglowodanów $- 56,23\%$, tłuszczów $- 34,44\%$ oraz białek $- 9,33\%$. Niedostateczne lub nadmierne spożycie składników odżywczych było przyczyną niewłaściwego zbilansowania diety, gdyż białka dostarczały za mało, a tłuszcze zbyt dużo energii. Przeprowadzone analizy potwierdzają doniesienia innych autorów na temat nieprawidłowych proporcji dostarczanej energii [12-15].

Dawno już zauważono, że nawet niewielki bilans energetyczny, spowodowany wzmoczoną aktywnością fizyczną, utrzymywany przez dłuższy okres czasu, spowoduje spadek masy ciała i zawartości tkanki tłuszczowej. Uzyskane w trakcie badań własnych wyniki wskazują na pewną rozbieżność z powyższą regułą. Mimo znacznych niedoborów energetycznych u zawodniczki nie zaobserwowano spadku masy ciała. O spożywaniu zbyt małej ilości energii w stosunku do zapotrzebowania może świadczyć średnia procentowa zawartość tkanki tłuszczowej wynosząca w kolejnych tygodniach badań: $14,0\%$, $14,2\%$, $14,2\%$, która była niższa od optymalnych norm (dla dorosłej kobiety powinna ona stanowić $18-24\%$). Jednak wykonane analizy statystyczne nie wykazały, aby ujemny bilans energetyczny powodował istotne statystycznie zmiany w masie ciała oraz jego komponentach. Zależność ta jest zgodna z badaniami Fudge i wsp. [16].

W wielu pracach wykazano wysoki wydatek energii w stosunku do wartości kalorycznej racji pokarmowych [17-19]. Podobnie w badaniach własnych stwierdzono ujemny bilans energetyczny. W pierwszym tygodniu średni niedobór energii wyniósł -547 kcal, w drugim -947 kcal, natomiast w trzecim -1038 kcal. Jedynie w dniach nietreningowych pobór energii z pożywienia przewyższał jej wydatek.

W literaturze przedmiotu niewiele jest prac, które analizują wpływ nie zrównoważonego bilansu energetycznego na poszczególne komponenty składu ciała sportowców trenujących wyczynowo. Zazwyczaj ocenia się zawartość tkanki tłuszczowej, beztłuszczowej masy ciała i wody u poszczególnych sportowców lub porównuje zmiany parametrów w różnych grupach badanych w określonym okresie treningowym. Tak

też było w przypadku badań Krakowiaka i wsp. [20]. Badania Kunysza i Blachury miały na celu ustalenie jak zmienia się skład ciała oraz wskaźnik BMI w efekcie pięciodniowego szkolenia snowboardzistów. Niestety, autorzy pracy nie analizowali bilansu energetycznego zawodników, który być może wskazałby na ewentualny jego wpływ na obserwowane wyniki [21].

Przedstawione wyniki wykazały przydatność zastosowanej metodologii badawczej do oceny odpowiedniej podaży energii w powiązaniu z szacowanym kosztem energetycznym aktywności. Pozwoliło to stwierdzić, że lekkoatletka nie dostarczała organizmowi odpowiedniej ilości kalorii w stosunku do zapotrzebowania. Organizm w tych warunkach może magazynować mniejsze ilości glikogenu mięśniowego i wątrobowego co może odbijać się na pacy mięśni. Przy dłuższym trwającym ujemnym bilansie energetycznym i małych zasobach tkanki tłuszczowej, co jest zjawiskiem częstym w sporcie wyczynowym, organizm może naruszać tkankę aktywną, a więc mięśnie, ze szkodą dla sprawności fizycznej i siły [22].

Wnioski

Wartość energetyczna racji pokarmowych badanej lekkoatletki nie pokrywała całodziennego zapotrzebowania energetycznego, co pozwalało na pokrycie normy tylko w 72%.

Stwierdzono niewłaściwe proporcje składników budulcowych energetycznych w całodziennym racji pokarmowej. Białka dostarczane były w niedostatecznej ilości, natomiast tłuszcze w nadmiarze, jedynie udział węglowodanów diety mieścił się w zakresie norm.

Całodobowy wydatek energetyczny lekkoatletki był charakterystyczny dla osób o wysokim poziomie aktywności fizycznej, zaś koszt energetyczny treningów był zróżnicowany pomiędzy poszczególnymi jednostkami.

Pomimo utrzymywania się ujemnego bilansu energetycznego u badanej zawodniczki nie nastąpiła znacząca zmiana w jej składzie ciała.

Piśmiennictwo/References

1. Celejowa I. *Żywność w treningu i walce sportowej*. Warszawa: Centralny Ośrodek Sportu, 2001.
2. Maughan RJ. Odżywianie w sporcie: wydatkowanie energii i bilans energetyczny. *Med Sport* 2000; 4 (3): 169-78.
3. Górski J. *Fizjologiczne podstawy wysiłku fizycznego*. Warszawa: Wyd. Lekarskie PZWL, 2001.
4. Ojrzanowski A, Leszczyńska M, Bartnikowska E, Wykorzystanie aktigrafów do oceny wydatku energetycznego młodych kobiet uprawiających siatkówkę. *Medycyna Sportowa* 2007; 23: 41.
5. Bajerska-Jarzębowska J, Jeszka J, Kisiel K. Ocena wydatków energetycznych chodźców w różnych okresach treningowych. *Wych Fiz Sport* 2002; 1(1): 357-8.
6. Chatterjee P, Banerjee AK, Majumdar P. Energy expenditure in women boxing. *Kathmandu Univ Med J* 2006; 4: 319-23.
7. Czaja J, Lebedzińska A, Szefer P. Sposób żywienia i suplementacji diety reprezentantów Polski w biegach średnio- i długodystansowych w latach 2004–2005. *Rocz Panstw Zakł Hig* 2008; 59(1): 67-74.
8. Osterburg A, Knuth S, Kramer A i wsp. Pomiar wydatku energetycznego u narciarzy-biegaczy w warunkach naturalnych. *Sport Wyczynowy* 2004; 1-2: 9-14.
9. Pilch W, Wnorowski J, Szyguła Z. Prosta ocena wydatku energetycznego podczas aerobiku high-impact. *Med Sport Practica* 2006; 3: 30-2.
10. Trappe TA, Gastaldelli A, Jozsi AC i wsp. Energy expenditure of swimmers during high volume training. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29: 959-4.
11. Frączek B, Szyguła Z. Zasady racjonalnego żywienia dla osób aktywnych fizycznie. [w]: *Medycyna Sportowa* (red. Jegier A, Nazar K, Dziak A.), Warszawa: PTMS, 2005: 483-99.
12. Bajerska-Jarzębowska J, Jeszka J, Kostrzewa-Tarnowska A. Ocena sposobu żywienia, stanu odżywienia, wydatków energetycznych związanych obciążeniem treningowym oraz bilansu energetycznego młodzieży uprawiającej piłkę nożną. *Medycyna Sportowa* 2003; 19(1): 16-21.
13. Ziegler PJ, Jonnalagadda SS, Lawrence C. Dietary intake of elite figure skating dancers. *Nutr Res* 2001; 21 (7): 983-92.
14. García-Rovés PM, Fernández S, Rodríguez M. i wsp. Eating pattern and nutritional status of international elite flatwater paddlers. *Int J Sport Nutr Exerc Metabol* 2000; 10(2): 182-98.
15. Bernardi E, Delussu SA, Quattrini FM i wsp. Energy balance and dietary habits of America's Cup sailors. *J Sports Sci* 2007; 25(10): 1153-60.
16. Fudge BW, Westerterp KR, Kiplamai FK i wsp. Evidence of negative energy balance using doubly labelled water in elite Kenyan endurance runners prior to competition. *Br J Nutr* 2006; 95: 59-66.
17. Sjödin AM, Andersson AB, Höglberg JM, Westerterp KR. Energy balance in cross-country skiers: a study using doubly labeled water. *Med Sci Sports Exerc* 1994; 26: 720-4.
18. Bircher S, Enggist A, Jehle T, Knechtle B. Effects of an extreme endurance race on energy balance and body composition – a case study. *J Sports Sci Med* 2006; 5: 154-62.
19. Kasprzak Z. Ocena wartości energetycznej i odżywczej diety oraz wydatku energetycznego grupy młodzieży uprawiającej piłkę nożną. *Żyw Człow Metabol* 2009; 36(2): 272-7.
20. Krakowiak H, Lewandowski A, Sokołowska E, Čabrić M. Zmiany morfologiczne u młodych wioślarzy w rocznym cyklu treningowym. *Med. Biol Sci* 2007; 21/3: 59-63.
21. Kunysz P, Blachura B. Zmiany wskaźnika BMI oraz składu ciała snowboardzistów w efekcie pięciodniowego szkolenia snowboardowego. *Antropomotoryka* 2008; 43: 51-8.
22. Celejowa I. *Żywność w sporcie*. Warszawa: Wyd. Lekarskie PZWL, 2008.

Adres do korespondencji / Address for correspondence:
Ewa Brzozowska
Studia III stopnia, Akademia Wychowania Fizycznego
Kraków 32-571
Al. Jana Pawła II 78
e-mail: ewabrzo@o2.pl