

WPLYW INTERWENCJI ŻYWIENIOWEJ NA SPOCZYNKOWY WYDATEK ENERGETYCZNY U OTYLEJ MŁODZIEŻY W WIEKU 15-18 LAT

THE INFLUENCE OF NUTRITIONAL INTERVENTION ON RESTING ENERGY EXPENDITURE IN OBESE ADOLESCENTS AGED 15-18 YEARS

Izabela Domańska, Sa'eed Bawa

Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Słowa kluczowe: interwencje żywieniowe, otyłość, spoczynkowy wydatek energetyczny, redukcja masy ciała, młodzież
Key words: nutritional interventions, obesity, weight loss, rest energy expenditure, adolescents

STRESZCZENIE

Badano spoczynkowy wydatek energetyczny (REE) oraz wpływ interwencji żywieniowej na redukcję masy ciała u 20 osób z nadwagą i otyłością ($BMI = 29 \pm 3,8 \text{ kg/m}^2$) w wieku 15-18 lat w okresie 6 tygodni. Oceniano sposób żywienia i stan odżywienia przed i po interwencji żywieniowej. Pomiar REE dokonano za pomocą kalorymetrii pośredniej w komorze respirometrycznej. Interwencja dietetyczna wpłynęła na istotne zmniejszenie się masy ciała (z $85 \pm 14,3 \text{ kg}$ do $82,5 \pm 12,8 \text{ kg}$), BMI, masy tłuszczowej ciała, a istotnie zwiększyła masę mięśniową ($p < 0,05$). REE nie uległ zmniejszeniu w wyniku stosowania się diety niskoenergetycznej ($p > 0,05$; $p = 0,84$).

ABSTRACT

The aim of this research was to assess the influence of dietary intervention on weight loss and resting energy expenditure (REE) in 20 obese and overweight adolescents ($BMI = 29 \pm 3,8 \text{ kg/m}^2$) aged 15-18 years. Nutritional habits and nutritional status were estimated before and after the introduction of low-calorie diet. Measurements of REE were carried out by indirect calorimetry in a respiratory chamber. Nutritional intervention had a significant influence in decreasing body weight (from $85 \pm 14.3 \text{ kg}$ to $82.5 \pm 12.8 \text{ kg}$), BMI and fat mass. Muscle mass was found to be significantly elevated ($p < 0,050$). REE did not decline significantly due to nutritional intervention ($p > 0.05$; $p = 0.84$).

WSTĘP

Światowa Organizacja Zdrowia, Komisja Europejska i krajowe autorytety do spraw żywieniowych starają się rozwiązać problem epidemii otyłości wśród młodzieży. Nie ulega wątpliwości, iż im wcześniej podejmie się interwencje żywieniowe, szczególnie u osób w wieku pokwitania, tym większe szanse na trwalsze efekty prozdrowotnego postępowania. Złe nawyki żywieniowe, szybkie zaspokajanie głodu łatwo dostępnymi produktami wysokoenergetycznymi zaburzają równowagę energetyczną, powodując długotrwały dodatni bilans energetyczny w stosunku do mniejszych wydatków energetycznych.

Obniżenie REE podczas stosowania diety niskoenergetycznej jest reakcją obronną organizmu na deficyt energetyczny. Głównym celem niniejszej pracy była

ocena wpływu redukcji masy ciała na zmianę REE oraz ocena zwyczajów żywieniowych i stanu odżywienia młodzieży z nadwagą i otyłością prostą przed i po 6 tygodniowej interwencji żywieniowej.

MATERIAŁ I METODY

Osoby biorące udział w programie redukcji masy ciała to młodzież w wieku 15-18 lat ($16 \pm 1,1$ lat) z nadwagą i otyłością prostą. Uczestnikami programu było 20 osób, w tym 5 chłopców i 15 dziewcząt. Kryteriami włączenia do badań był brak chorób współistniejących oraz wyrażenie chęci uczestnictwa w 6 tygodniowym programie interwencji żywieniowej za zgodą rodziców. Pacjenci byli przyjmowani indywidualnie podczas 3 spotkań w Poradni Dietetycznej

Adres do korespondencji: Izabela Domańska, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, 02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159c, tel. 22 59 37 030, faks 22 59 37 031, e-mail: izabela_domanska@sggw.pl

Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w terminie od lutego do początku maja 2006. Przed pierwszym spotkaniem pacjentów poinstruowano telefonicznie i poproszono o sporządzenie 3-dniowego bieżącego notowania spożycia żywności. Wszystkie wizyty odbywały się w godzinach porannych na czczo (od 8.00-9.00) i obejmowały wywiad żywieniowy, analizę dzienniczka bieżącego notowania spożycia żywności i korektę zachowań żywieniowych przy pomocy albumu produktów spożywczych [14], pomiar wskaźników antropometrycznych [masa ciała i wzrost] i ocenę składu ciała metodą bioimpedancji elektrycznej (Bodygram Windows wersja 1,1). Na pierwszej wizycie przeprowadzono także ankietę dotyczącą zwyczajów żywieniowych i aktywności fizycznej.

Nadwagę lub otyłość diagnozowano przy pomocy siatek centylowych [8] dla wskaźnika masy ciała BMI w stosunku do wieku. Na pierwszym i ostatnim spotkaniu przeprowadzono pomiar REE w komorze respirometrycznej w Pracowni Metabolicznej Katedry Dietetyki. Warunkiem dokonania pomiaru pacjentów był stan 12 h na czczo, bez wykonywania znacznego wysiłku, co najmniej przez dobę. Każdy z uczestników pomiaru REE siedział w wygodnym fotelu z kapturem wentylacyjnymi na głowie. Poinstruowano badanych o niewykonywaniu zbędnych ruchów w trakcie pomiaru. Temperatura i wilgotność powietrza w komorze była optymalna dla przeprowadzenia pomiaru. Każdy pomiar trwał 60 minut, próbki powietrza pobierano, co 6 minut. Mierzono iloraz oddechowy (RQ), czyli stosunek objętości wydychanego CO₂ w stosunku do pobieranego tlenu w ciągu minuty. Uzyskane wyniki służyły od obliczeń przez program komputerowy połączony z komorą respirometryczną, stosując wzór *Weir'a*: $E \text{ (kcal/min)} = (3,9VO_2) + (1,1VC0_2)$. Po zsumowaniu poszczególnych pomiarów i obliczeniu średniej ilości wydatkowanych kcal/min, można było obliczyć REE w kcal lub kJ w ciągu 1 h lub przeliczając na 24 h [18]. Podczas spotkań z młodzieżą zalecano spożywanie mniejszych porcji, rozplanowania 4-5 posiłków w ciągu dnia, regularność ich spożywania oraz zwiększenie aktywności fizycznej [6]. Przekazano opracowane tabele produktów zakazanych, rzadziej polecanych i dozwolonych, podano przykładowe jadłospisy i dzienne racje pokarmowe diety o wartości energetycznej 1200 kcal, zapewniającej optymalne spożycie składników odżywczych, w tym witamin i składników mineralnych, zgodnie z zaleceniami norm żywieniowych [20]. Wartość energetyczną diety i ilość składników odżywczych z dzienniczków bieżącego notowania oszacowano w programie komputerowym „Dietetyk 2”. Do analiz statystycznych użyto programu Statistica 6 z wykorzystaniem testu t-Studenta i korelacji.

WYNIKI I DISKUSJA

Przed redukcją masy ciała, po pierwszych spotkaniach średnie BMI wynosiło 29±3,8 kg/m². Otyłość w czasie pokwitania zwiększa 17-krotnie ryzyko otyłości w dorosłym życiu. Wskaźnik BMI powyżej 97 centyla zwiększa ryzyko otyłości o 62-98% w wieku 35 lat [17]. Na podstawie siatek centylowych u 16 osób [80%] stwierdzono BMI powyżej 97 centyla, co świadczyło o otyłości prostej. Po 6 tygodniowym udziale w programie średnie BMI zmniejszyło się istotnie (p=0,000) z wartości 29±3,8 kg/m² do 27,9±3,3 kg/m². Masa ciała (MC) z wartości średniej 85,4±14,3 kg, przed interwencją żywieniową zmniejszyła się istotnie (p=0,001) do 82,5±12,8 kg (Tab.2). Stosowanie diety niskoenergetycznej istotnie przyczyniło się do obniżenia masy ciała o 3 kg w ciągu 6 tygodni, czyli 0,5 kg tygodniowo. Jest to prawidłowy poziom ubytku masy ciała stosując dietę 1200 kcal przy braku istotnego zmniejszenia całkowitej ilości wody (TBW, ang. total body water) [19]. Przed dietą średnia względna wartość masy tłuszczowej ciała (FM) wynosiła 37,4±3,9%. Po 6 tyg. średnia FM zmniejszyła się istotnie do 35,3±3,4% tłuszczu w ciele. Masa mięśniowa (MM) zwiększyła się istotnie (p=0,034) średnio z 32,4±6,6 kg do 33,3±6,2 kg. Zwiększenie masy mięśniowej w trakcie realizacji diety niskoenergetycznej jest trudne, dlatego sugerowano aktywność 3 razy w tygodniu minimum po 30 min. Wzrost masy mięśniowej poprawia utrzymanie reżimu dietetycznego i niweluje ryzyko obniżania REE [9]. Średnia dzienna podaż energii przed dietą interwencyjną wynosiła 1752±846 kcal, czyli mniej niż zapotrzebowanie na etapie fazy wzrostowej. Jak podają *Kimm i Obarzanek* [4] u młodzieży, szczególnie dziewcząt w fazie dojrzewania występują dobowe niedobory energetyczne. Po 6 tygodniowej interwencji, dzienna wartość energetyczna racji pokarmowej zmniejszyła się istotnie (p=0,000) (Tab. 2). Na początku badania, po analizie jadłospisów z dzienniczków bieżącego notowania wynikało 2-krotne większe ilości dostarczania energii w dni wolne, z przewagą tłuszczu w diecie. Przed wprowadzeniem diety redukującej masę ciała, średnie dzienne spożycie tłuszczów wynosiło 73±44g i nie przekraczało zalecanej normy spożycia, po korekcie sposobu żywienia, spożycie tłuszczu zmniejszyło się istotnie do wartości 27,5±12g. Wartość średnia energii z tłuszczu [%ET] przed przystąpieniem do badań przekraczała zalecaną normę 31-33 %ET i wynosiła 36,9±15 %ET, po korekcie sposobu żywienia zmniejszyła się istotnie (p=0,001) do wartości 24,7±8,3 %ET (Tab. 1). Jak twierdzi *Shultz* [12] zmienność w całodziennych bilansach energetycznych u osób otyłych występuje częściej na poziomie spożycia, niż na poziomie kosztów wydatków dziennej aktywności. Okazjonalne i powtarzalne nadmierne spożycie żywności przyczyniają się do wzrostu tkanki tłuszczowej. Podobnie

jak w innych badaniach [7] słodycze, kanapki z dużą ilością sera żółtego i masłem to podstawa posiłków w trakcie zajęć szkolnych. Przed interwencją żywieniową wartość energii z białka (EB) przekraczała zalecenia żywieniowe (12-13% EB) [20] i wynosiła $15,9 \pm 5\%$ EB. Po diecie interwencyjnej %EB wynosiła $20,6 \pm 3,8\%$, będąc w normie diety 1200 kcal. Średnie dzienne spożycie węglowodanów ogółem przed dietą było nieco poniżej zalecanych norm (278-378g) i wynosiło średnio 234 ± 98 g. Spożycie zmniejszyło się istotnie po 6 tygodniach diety ($p=0,000$) do wartości $151 \pm 35,6$ g i było poniżej zaleceń dietetycznych. Średni procent energii z węglowodanów ogółem (%EW) po interwencji nie zmienił się istotnie i wynosił $60,1 \pm 8,7\%$ EW, zgodnie z zalecaniem dietetycznym. Przed stosowaniem diety ubogoenergetycznej aż $29,5 \pm 9,2\%$ wszystkich węglowodanów stanowiły cukry proste. Spożycie cukrów prostych jest to jedna z głównych przyczyn epidemii otyłości [1]. Po interwencji żywieniowej stwierdzono istotne zmniejszenie spożycia cukrów prostych do $6,6 \pm 2,8\%$. Produkty zawierające dużą ilość zarówno cukrów prostych, jak i tłuszczów zwiększają gęstość energetyczną, nie dając uczucia sytości [1]. Aby zwiększyć sytość pobieranego pokarmu i wspomóc redukcję masy ciała należy zwiększyć podaż błonnika. Zalecana ilość to minimum 14g na 1000 kcal [10]. Przed dietą błonnik stanowił średnio $16,7 \pm 5,6$ g na 1700 kcal/d, mniej niż podają zalecenia. Po korekcie sposobu żywienia nie było istotnych zmian w spożyciu błonnika w diecie [$p>0,05$] (Tab. 1), przy zmniejszonej kaloryczności diety do 1007 kcal/d. Po 6 tyg. stosowania zalecane diety REE w przeliczeniu na FM, FFM, MC nie zmniejszył się istotnie (Tab. 2), co jest pożądane podczas stosowania diety niskoenergetycznej.

Tabela 2. Dane antropometryczne, składu masy ciała i spoczynkowego wydatku energetycznego przed i po interwencji

Anthropometric, body mass composition and REE before and after intervention

Badane wskaźniki	Średnie wartości \pm SD przed korektą (n= 20)	Średnie wartości \pm SD po korekcie (n= 20)	Poziom istotności
Wiek (lata)	$16 \pm 1,1$	$16 \pm 1,1$	n.s
Wzrost (cm)	$171,2 \pm 7,3$	$171,7 \pm 7,4$	n.s
MC (kg)	$85,4 \pm 14,3$	$82,5 \pm 12,8$	0,001
BMI (kg/m ²)	$29 \pm 3,8$	$27,9 \pm 3,3$	0,000
FFM (kg)	$53,4 \pm 9,4$	$53,4 \pm 3,4$	n.s
FFM (%)	$62,6 \pm 3,9$	$64,6 \pm 3,4$	0,000
FM (kg)	$32,4 \pm 6,6$	$29,1 \pm 5,1$	0,000
FM (%)	$37,4 \pm 3,9$	$35,3 \pm 3,4$	0,000
MM (kg)	$32,4 \pm 6,6$	$33,3 \pm 6,2$	0,034
MM (%)	$38 \pm 4,7$	$40,4 \pm 4,6$	0,000
Woda/water (kg)	$38,3 \pm 4,7$	$38 \pm 6,8$	n.s
Woda/water (%)	$44,8 \pm 3,4$	$46,4 \pm 3,1$	0,000
REE (kJ/d)	$1039,4 \pm 2013$	9973 ± 1373	n.s
REE (kJ/1min/kgMC)	$7,2 \pm 1,4$	$6,9 \pm 0,97$	n.s
REE (kJ/h/kgMC)	$5,07 \pm 0,69$	$5,04 \pm 0,46$	n.s
REE (kJ/h/kgFFM)	$8,1 \pm 1,56$	$7,8 \pm 0,75$	n.s

n.s- nieistotne statystycznie różnice przy $p>0,05$,

MC - masa ciała, BMI - Body Mass Index, FFM-masa beztłuszczowa, FM - masa tłuszczowa, MM - masa mięśniowa), REE -spoczynkowy wydatek energetyczny

Jak twierdzą *Tounian* i wsp. [15] REE obniża się adoptując organizm do nowych warunków żywieniowych, oszczędnie gospodarując energią, redukując koszty energetyczne na utrzymanie mniejszej masy ciała. *Lazzer* i wsp. [5] donoszą, iż największe zmniejszenie REE ma miejsce w fazie 2-3 tygodni

Tabela 1. Średnie spożycie energii i makroskładników oraz procentowy udział makroskładników w wartości energetycznej diety przed i po interwencji

Mean energy and macronutrient intakes and percent of energy from macronutrients before and after intervention

Składnik odżywczy	Średnia \pm SD przed korektą (n=20)	Norma* (RDA)	Średnia \pm SD po korekcie (n=20)	Dieta ubogoenergetyczna 1200kcal	Poziom istotności
Energia (kcal/kJ)	$1752 (7323) \pm 846(3536)$	1950-2800	$1007 (4209) \pm 209(873)$	1200-1300	0,000
Białko (g)	$65,2 \pm 27$	80-100	$52,3 \pm 15$	60-65	0,014
Tłuszcz (g)	73 ± 44	67-103	$27,5 \pm 12$	27-29	0,000
Węglowodany ogółem (g)	234 ± 98	278-378	$151 \pm 35,6$	180-195	0,000
Węglowodany proste (g)	50 ± 44	33-44	$16,5 \pm 7$	10-15	0,004
%EB ¹	$15,9 \pm 5$	12-13	$20,6 \pm 3,8$	20	0,000
%ET ²	$36,9 \pm 15$	31-33	$24,7 \pm 8,3$	20	0,001
%EW ³	$57 \pm 17,3$	54-57	$60,1 \pm 8,7$	60	n.s
%EWp ⁴	$29,5 \pm 9,2$	10	$6,6 \pm 2,8$	10	0,000
Błonnik (g)	$16,7 \pm 5,6$	30-40	$16,5 \pm 6,5$	30-40	n.s

Objaśnienia:

n.s- nieistotne statystycznie różnice przy $p>0,05$ (not statistically significant at the level of $p>0,05$, * [21])

¹ %EB - procent energii z białka

² %ET - procent energii z tłuszczu

³ %EW -procent energii z węglowodanów ogółem

⁴ %EWp - procent energii z węglowodanów prostych w stosunku do węglowodanów

stosowania diety niskoenergetycznej, a Scheller [11] dodaje iż REE zawsze obniża się podczas głodówek i stosowania diety niskoenergetycznej. Dieta uboenergetyczna sprzyja utracie FFM, co prowadzi do zmniejszenia REE, co z kolei może prowadzić do mniejszego wydatkowania energii i dodatniego bilansu energetycznego [3]. Zależność między REE (kJ/min/kgMC) a FFM wynosiła 0,74, a między REE a MC wynosiła 0,73. Co ciekawe korelacja między masą tłuszczową ciała a REE była istotna ($p < 0,05$) i wynosiła 0,51. Torunian i wsp. [16] wykazali brak zależności między FM a REE, natomiast istotną zależność stwierdzili między REE a masą ciała $r = 0,59$ ($p < 0,01$). Korelacja między REE a FFM była wysoka i wynosiła 0,78 [15]. Naukowcy zaznaczają, iż u osób otyłych należy brać pod uwagę łącznie FM z FFM. FM u tych osób odgrywa większą rolę, aniżeli u szczupłych, a w trakcie stosowania diety redukującej masę ciała obniża się głównie FM. Zależność między BMI a MM oraz między BMI a FFM była jednakowa i wynosiła 0,71. Z ankiety profilu nawyków żywieniowych młodzieży wynikało, iż głównym bodźcem uczestnictwa w programie dla 85% osób była poprawa walorów estetycznych, a za przyczynę otyłości i nadwagi, 70% młodzieży podała nadmierne objadanie się. Osoby badane w 20% przypadków nie brały udziału w żadnej aktywności fizycznej w ciągu tygodnia. Aktywność fizyczna zmniejsza ryzyko otyłości w wieku dojrzałym, a siedzący styl życia negatywnie koreluje z BMI i ze stopniem otłuszczenia ciała [2]. W obecnym badaniu 45% osób spędzało dziennie od 4 do 7 h oglądając TV i korzystając z komputera, co jest zgodne z wynikami otrzymanymi przez niektórych naukowców [13].

WNIOSKI

1. Przyczyną nadwagi i otyłości u badanej młodzieży, mógł być wyższy procent udziału tłuszczu w diecie niż zalecane normy, złe nawyki żywieniowe oraz mała aktywność fizyczna.
2. Interwencja żywieniowa nie spowodowała zmniejszenia spoczynkowego wydatku energetycznego (REE).
3. Badania wykazały taką samą silną zależność między REE a masą ciała i beztłuszczową masą ciała.
4. Wprowadzona korekta sposobu żywienia przyczyniła się do istotnego obniżenia masy ciała, w tym masy tłuszczowej, przy istotnym wzroście masy mięśniowej.
5. Wartość energetyczna diety w trakcie sześciotygodniowej interwencji była niższa niż zalecane normy.

PIŚMIENNICTWO

1. Bray A.G., Champagne M.C.: Beyond energy balance; there is more to obesity than kilocalories. *J Am Diet Assoc.* 2005, 105, suppl.1, 17-23.
2. Hills A., Parizkova J.: Childhood obesity: prevention and treatment. CRS Press Boca Raton, New York, London, Washington 2001.
3. Jequier E.: Energy metabolism in obese patients before and after weight loss, and in patients who have relapsed. *Int J Obes*, 1990, suppl.1, 14, 59-67.
4. Kimm S.Y.S., Obarzanek E.: Childhood obesity: a new pandemic of the new millennium. *Pediatrics* 2002, 110, 1003-1007.
5. Lazzer S, Boirie Y, Montaurier Ch., Vernet J., Meyer M., Vermorel M.: A weight reduction program preserves fat-free mass but metabolic rate in obese adolescents. *Obesity Research* 2004, 12, 233-240.
6. Ledikwe H.J., Martin-Ello A.J., Rolls J.B.: Portion sizes and the obesity epidemic. *Am. J. Clin. Nutr.* 2005, suppl., 82, 23-41.
7. Miech R.A., Kumanyika S.K., Steller N., Link B.G., Phelan J.C., Chang W.: Trends in the association of poverty with overweight among US adolescents 1971-2004. *JAMA* 2006, 295, 2385-2393.
8. Palczewska I. Niedźwiecka Z.: Siatki centylowe do oceny rozwoju somatycznego dzieci i młodzieży. Instytut Matki i Dziecka, Warszawa 1999.
9. Plewa M., Markiewicz A.: Aktywność fizyczna w profilaktyce i leczeniu otyłości. *Endokrynologia* 2006, 2, 30-37.
10. Sawiec P., Mrukowicz J.: Dietary recommendations for children and adolescents. A guide for practitioners. 2005; <http://www.mp.pl/artykuly/index.php>.
11. Schoeller D.A., Luke A.: Basal metabolic rate, FFM and body mass cell during energy restriction. *Metabolism* 1992, 41, 450-456.
12. Schutz Y.: Macronutrients and energy balance in obesity. *Metabolism* 1995, 44, suppl. 3, 9, 7-11.
13. Stender R.S., Burghen G.A., Mallarme T.: Rola personelu opieki zdrowotnej w prewencji nadwagi I cukrzycy typu 2 u dzieci i młodzieży. *Diabetologia po dyplomie* 2006, 3, 50-58.
14. Szczygłowa H., Szczepańska A., Ners A., Nowicka L.: Album porcji produktów i potraw. Wyd. IŻŻ, Warszawa 1991.
15. Tounian P., Frelut M-L., Parlier G., Abounaufal C., Veinberg F., Fontaine J-L., Girardet J-P.: Weight loss and changes in energy metabolism in massively obese adolescents. *Int. J. Obes.* 1999, 23, 830-837.
16. Tounian P., Girardet J., Carlier L., Frelut M., Veinberg F., Fontaine J.: Resting energy expenditure and food-induced thermogenesis in obese children. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 1993, 16, 451-457.
17. Valasquez-Mieyer P., Perez-Faustinelli S., Cowan A.P.: Identyfikacja dzieci z grupy ryzyka otyłości: cukrzycy typu 2 i chorób układu sercowo-naczyniowego. *Diabetologia po dyplomie* 2006, 3, 11-19.

18. *Weststrate J.A.*: Resting metabolic rate and diet-induced thermogenesis: a methodological reappraisal. *Am. J. Clin. Nutr.* 1993, 58, 592-601.
19. *Włodarek D., Lange E.*: Patofizjologia i dietoterapia otyłości. W: *Podstawy dietetyki*. Ed. *J. Bujko*, Wyd. SGGW, Warszawa 2006, 128-150.
20. *Ziemlański Ś.*: Normy żywienia człowieka – fizjologiczne podstawy. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2001.

Otrzymano: 11.06.2010

Zaakceptowano do druku: 29.11.2010

