



# Motywacja aktywnych fizycznie kobiet do podjęcia diety ketogenicznej oraz ocena ich sposobu żywienia i stanu odżywienia

Motivation of physically active women to introduce ketogenic diet and assessment of their diet and nutritional status

Katarzyna Wójcik<sup>1,A-D,F</sup>, Aleksandra Łyszczarz<sup>2,A-B,D,F</sup>, Emilia Kolarzyk<sup>1,A,D-F</sup>

<sup>1</sup> Krakowska Wyższa Szkoła Promocji Zdrowia, Kraków, Polska

<sup>2</sup> Studentka Wydziału Lekarskiego, Kierunku Lekarsko-Dentystycznego Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Polska

A – Koncepcja i projekt badania, B – Gromadzenie i/lub zestawianie danych, C – Analiza i interpretacja danych, D – Napisanie artykułu, E – Krytyczne recenzowanie artykułu, F – Zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu

Wójcik K, Łyszczarz A, Kolarzyk E. Motywacja aktywnych fizycznie kobiet do podjęcia diety ketogenicznej oraz ocena ich sposobu żywienia i stanu odżywienia. Med Og Nauk Zdr. 2021; 27(4): 466–472. doi: 10.26444/monz/143812

## ■ Streszczenie

**Wprowadzenie i cel pracy.** W obrębie diet alternatywnych coraz większą popularność zyskuje dieta ketogeniczna (KD). Celem pracy było określenie motywacji kobiet aktywnych fizycznie do zastosowania KD oraz zbadanie, czy rezultaty diety były spełnieniem ich oczekiwań, a także ocena ich sposobu żywienia i stanu odżywienia w okresie ketozy żywieniowej.

**Materiał i metody.** Badaniami objęto 500 kobiet w wieku  $40,5 \pm 12,2$  lat, w tym: 250 – będących w trakcie KD, trwającej średnio półtora miesiąca (grupa I) oraz 250 – będących już po zakończeniu KD, która trwała średnio 3 miesiące (grupa II). Częstość spożycia produktów będących źródłem tłuszczów, białek i węglowodanów określono w 2 kategoriach: często (kilka razy w tygodniu do kilku razy dziennie) oraz rzadko (raz w tygodniu – nigdy). Stan odżywienia oceniany był w poszczególnych przedziałach BMI.

**Wyniki.** Trzy czwarte kobiet z obu grup stosowało KD w celu utraty masy ciała i większość z nich deklarowała osiągnięcie zamierzonego celu. Produkty dozwolone i zalecane w KD były spożywane często przez większość kobiet, ale popełniane były również błędy dietetyczne. 62% kobiet uzupełniało dietę suplementami. W wyniku stosowania KD odsetek kobiet z nadmiarem masy ciała (z otyłością i nadwagą) zmniejszył się w grupie I z 87% do 54%, a w grupie II – z 87% do 37%, przy czym w obu grupach liczba kobiet z nadwagą (których BMI mieści się w przedziale 25–29,9) zmniejszyła się istotnie statystycznie. Większość kobiet podejmowała KD bez konsultacji z lekarzem ani dietetykiem. W grupie II częstą przyczyną zakończenia KD było złe samopoczucie.

**Wnioski.** Konieczne jest większe zaangażowanie lekarzy i dietetyków w propagowanie wiedzy o przeciwwskazaniach i ewentualnych negatywnych konsekwencjach wprowadzania organizmu w stan ketozy żywieniowej oraz o konieczności sprawdzania stanu zdrowia przed wdrożeniem i w trakcie stosowania KD.

## Słowa kluczowe

ketoza żywieniowa, częstość spożycia, suplementy, BMI, nadwaga, otyłość

## ■ Abstract

**Introduction and objective.** Among the unconventional diets, the ketogenic diet (KD) is currently gaining popularity. The aim of the study was to determine the motivation of active and physically fit women to apply KD, to examine whether the results of KD met the expectations and to assess their diet and nutritional status.

**Material and methods.** The study covered 500 women aged  $40.5 \pm 12.2$  years, including: 250 – in the course of KD lasting one and a half month, on average (Group 1), and 250 – who had already completed KD lasting for 3 months, on average (Group 2). The frequency of consumption of products that are a source of fats, proteins and carbohydrates was evaluated in 2 categories: often (several times a week to several times a day) and rarely (once a week – never). Nutritional status was assessed in particular BMI ranges.

**Results.** As many as 75% of women from both groups used KD to lose weight and most of them declared that they had achieved the intended goal. Products allowed and recommended in KD were consumed frequently by the majority of women, but nutrition mistakes were also made; 62% of women used dietary supplements. As a result of KD, the percentage of women with excess body weight (obesity and overweight) decreased in Group 1 from 87% – 54%, and in Group 2 – from 87% – 37%. The number of overweight women decreased statistically significantly. The vast majority of women undertook KD without consulting a doctor or a dietician. In Group 2, malaise was a frequent cause of discontinuation of the diet.

**Conclusions.** It is necessary to involve physicians and nutritionists more in promoting knowledge about contraindications and possible negative consequences of introducing the body into a state of nutritional ketosis, and the need to check the general health condition before implementation and during the use of KD.

## Keywords

nutritional ketosis, consumption frequency, supplements, BMI, overweight, obesity

Adres do korespondencji: Emilia Kolarzyk, Krakowska Wyższa Szkoła Promocji Zdrowia, Kraków, Polska  
E-mail: emikol45@wp.pl

Nadesłano: 23.10.2021; zaakceptowano do publikacji: 8.11.2021; publikacja online: 23.11.2021

## WPROWADZENIE

Antyzdrowotywny styl życia, a przede wszystkim niski poziom aktywności fizycznej i nieprawidłowy sposób żywienia, prowadzą do wzrostu częstości występowania nadwagi i otyłości oraz całego szeregu cywilizacyjnych chorób dietozależnych, w tym: chorób sercowo-naczyniowych i metabolicznych oraz chorób nowotworowych [1, 2]. W zakresie zmiany sposobu żywienia i redukcji masy ciała proponowane są obecnie dwie przeciwstawne diety: dieta planetarna i dieta ketogeniczna. Dieta planetarna została przedstawiona w ramach raportu Komisji EAT-Lancet (The EAT-Lancet Commission on Food, Planet, Health) w 2019 roku. Celem wdrożenia diety w skali ogólnosiwiatowej jest wyżywienie globalnej populacji (która według prognoz w 2050 roku osiągnie 10 mld ludzi), z jednoczesnym zmniejszeniem liczby zgonów spowodowanych niewłaściwą dietą [3, 4]. Zdrowa dieta planetarna oparta jest przede wszystkim na produktach roślinnych, ale może zawierać umiarkowane ilości nabiału, ryb i mięsa. Spożywany tłuszcz powinien pochodzić głównie z roślinnych źródeł nienasyconych kwasów tłuszczowych, zaleca się niskie spożycie nasyconych kwasów tłuszczowych oraz wykluczenie tłuszczów trans. Źródłem energii powinny być przede wszystkim węglowodany pochodzące z pełnych ziaren zbóż i warzyw skrobiowych. Tymczasem dieta ketogeniczna (ang. *keto-genic diet* – KD) charakteryzuje się wysoką podażą tłuszczu (50–90% dobowego zapotrzebowania energetycznego) – przy czym także zaleca się spożywanie nienasyconych kwasów tłuszczowych, ale preferowane są również nasycone kwasy tłuszczowe, wchodzące w skład tłuszczów zwierzęcych, bez konieczności wdrożenia deficytu kalorycznego. Bardzo niską (niewystarczającą dla zaspokojenia potrzeb metabolicznych) jest natomiast podaż węglowodanów (20–50 g/dobę lub 5–10% energii) oraz zróżnicowana ilość białka (1,3–2,5 g/kg m.c./dobę) [5].

Podczas stosowania diety ketogenicznej, gdy organizm jest pozbawiony węglowodanów z powodu ograniczeń w ich spożywaniu, wydzielanie insuliny ulega znacznemu zmniejszeniu oraz wyczerpują się zapasy glikogenu. Organizm uruchamia dwa procesy metaboliczne: glukoneogenezę i ketogenezę [6]. Glukoneogeneza indukuje (głównie w wątrobie) endogenną produkcję glukozy z kwasu mlekowego, glicerolu oraz aminokwasów: alaniny i glutaminy. Gdy dostępność glukozy wciąż spada, rozpoczyna się ketogeneza [7]. Następuje uwalnianie wolnych kwasów tłuszczowych i glicerolu z adipocytów, wskutek działania hormonowrażliwej lipazy [8]. Następnie, w wyniku  $\beta$ -oksydacji wolnych kwasów tłuszczowych, w mitochondriach hepatocytów powstaje acetylo-CoA, który przy małej ilości węglowodanów dostarczanych z pożywieniem, zamiast być włączany do cyklu Krebsa, jest wykorzystywany do produkcji ciał ketonowych, takich jak: acetoocetan,  $\beta$ -hydroksymaślan oraz aceton [6]. W wątrobie w największej ilości produkowany jest acetoocetan, natomiast we krwi dominuje  $\beta$ -hydroksymaślan. Związek ten ma zdolność przekraczania bariery krew–mózg i może zastąpić glukozę jako źródło energii. Z reguły w ciągu pierwszych 3 dni stosowania diety 25% energii dla mózgu pochodzi z ciał ketonowych, a w późniejszym okresie poziom ten podnosi się nawet do 70%. Po zahamowaniu procesu glukoneogenezy do tego źródła energii adaptują się również mięśnie szkieletowe i mięsień sercowy [7].

W wyniku stosowania KD następuje zwiększenie syntezy ciał ketonowych, bez zmiany pH krwi, a organizm przechodzi

w stan ketozy żywieniowej [8]. Proces ten nie jest natychmiastowy. Poprzedza go okres adaptacji (tzw. ketoadaptacja), często związana z wystąpieniem objawów „keto flu” (tzw. keto grypy). Objawy „keto flu” mogą być zmniejszone poprzez zastosowanie suplementacji (mikroelementy: sód, potas, magnez, selen, wapń oraz witaminy z grupy B, a także E, C, D oraz egzogenne ketony) [9]. W okresie ketoadaptacji równocześnie z utratą glikogenu (1 g glikogenu wiąże ok. 3–4 g wody), a także wraz z obniżeniem się poziomu insuliny we krwi i brakiem zatrzymywania sodu przez nerki, następuje wydalanie dużej ilości wody, co powoduje znaczny spadek masy ciała [10]. Po upływie okresu ketoadaptacji, przy ograniczeniu zawartości glukozy do mniej niż 20 g/dzień, stężenie ketonów może wynieść 7–8 mmol/l. Należy podkreślić, że ketony uzyskiwane są zarówno z tłuszczów dostarczanych wraz z pożywieniem, jak i z wolnych kwasów tłuszczowych pochodzących z adipocytów.

Wysoki poziom we krwi ciał ketonowych ma wpływ na hamowanie uczucia głodu oraz supresję apetytu [11], co istotnie przyczynia się do szybkiej redukcji nadmiaru tkanki tłuszczowej, a także wzmacnia motywację do kontynuacji diety [12, 13]. Nie bez znaczenia jest również fakt, że dla osób dążących do redukcji stopnia nadwagi i otyłości zasady obowiązujące w tej diecie są łatwe do realizacji, a dobór dozwolonych produktów (m.in.: śmietana, boczek, jaja, majonez, sery, tłuste mięsa i ryby, warzywa i owoce o niskiej zawartości węglowodanów oraz niskim indeksie glikemicznym) zapobiega doświadczaniu uczucia głodu. Wszystko to powoduje, że dieta ketogeniczna zyskuje na popularności [14]. Niemniej jednak stosowanie KD wymaga nadzoru medycznego. Nawet u osób zdrowych mogą wystąpić efekty uboczne (zmęczenie, bóle głowy, nudności, wymioty, obstrukcja). Niezbędne jest monitorowanie funkcji nerek, a u osób z zapaleniem trzustki, niewydolnością wątroby, zaburzeniami metabolizmu tłuszczów, pierwotnym niedoborem karnityny, KD jest przeciwwskazana [15]. Tymczasem decyzja o wdrożeniu diety ketogenicznej jest często podejmowana bez konsultacji z lekarzem i dietetykiem oraz bez wykonania podstawowych badań diagnostyczno-laboratoryjnych.

## CEL PRACY

Celem pracy było określenie przyczyn, które skłaniały badane kobiety do podjęcia decyzji o zastosowaniu diety ketogenicznej oraz analiza uzyskanych rezultatów, a także ocena ich sposobu żywienia i stanu odżywienia w okresie wprowadzenia organizmu w stan ketozy żywieniowej.

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

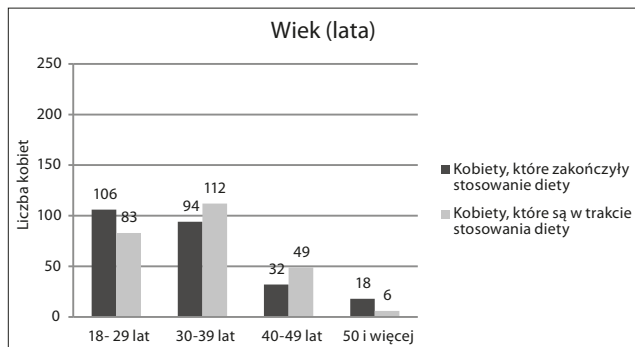
Badanie zostało przeprowadzone za pośrednictwem portalu społecznościowego, w środowisku kobiet biorących udział w zajęciach sportowo-rekreacyjnych w klubach fitness, na siłowniach i w klubach sportowych, a równocześnie zainteresowanych wiedzą na temat diety ketogenicznej oraz zastosowaniem jej w praktyce.

Badaniami objęto 500 kobiet, które zostały podzielone na dwie grupy.

Grupa I – 250 kobiet w wieku  $41,9 \pm 15,2$  lat, które w momencie przeprowadzania badania były w trakcie stosowania KD.

Grupa II – 250 kobiet w wieku  $39,2 \pm 10,0$  lat, które zakończyły już stosowanie KD.

Rozkład wieku badanych kobiet przedstawiony jest na ryc. 1.



Rycina 1. Liczba kobiet z obu grup objętych badaniem, w poszczególnych przedziałach wieku

79% kobiet z obu grup łącznie było wieku 18–39 lat; w przedziale 40–49 lat było 16%, a powyżej 50 lat miało 5% badanych. 25% spośród wszystkich 500 kobiet było mieszkankami wsi; pozostałe mieszkały w mieście, w tym 45% – w mieście powyżej 100 tys. mieszkańców. 68% badanych kobiet posiadało wykształcenie wyższe, a 28% – średnie ogólnokształcące lub średnie zawodowe. Jedynie nieliczne osoby zadeklarowały wykształcenie podstawowe, a także zasadnicze zawodowe.

Zdecydowana większość kobiet preferowała przeznaczenie na aktywność fizyczną średnio 3 godziny tygodniowo, natomiast co dziesiąta z badanych deklaruowała, że na zajęcia sportowe poświęca powyżej 7 godzin tygodniowo.

Dla realizacji celów badania wykorzystano autorski kwestionariusz ankiety. Część pytań była wspólna, a część dostosowana do rodzaju badanej grupy.

Kobiety miały określić cel, który skłonił je do podjęcia decyzji o zastosowaniu KD oraz ocenić uzyskane rezultaty. Miały również udzielić odpowiedzi, czy decyzja o wdrożeniu diety ketogenicznej była konsultowana z lekarzem i/lub dietetykiem oraz czy przed zmianą sposobu żywienia wykonywane były badania laboratoryjne określające stan zdrowia.

Do ankiety dołączone były zalecenia dotyczące podaży produktów dozwolonych i przeciwwskazanych w okresie stosowania KD. Częstość spożycia produktów spożywczych będących źródłem tłuszczów, białka i węglowodanów oceniana była poprzez zastosowanie 6-stopniowej skali częstości spożycia (nigdy, raz dziennie, kilka razy w ciągu dnia, kilka razy w tygodniu, raz w tygodniu, 1–3 razy w miesiącu). Na podstawie częstości spożycia analizowane produkty zostały podzielone na 2 grupy:

- spożywane często – od kilku razy w tygodniu do kilku razy dziennie,
- spożywane rzadko – raz w tygodniu, 1–3 razy w miesiącu, nigdy.

Kobiety miały także za zadanie określić, czy dieta ketogeniczna była uzupełniana suplementacją i jeśli tak – wymienić rodzaj stosowanych suplementów.

Stan odżywienia oceniany był w poszczególnych przedziałach wartości wskaźnika BMI, obliczonego według wzoru:  $BMI = \text{masa ciała [kg]} / \text{wzrost [m]}^2$ .

Kobiety podawały wartości masy ciała i wzrostu z pomiaru wykonanego w godzinach rannych w dniu wypełniania

ankiety. Dodatkowo badane z obu grup proszone były o podanie wartości masy ciała z okresu bezpośrednio przed rozpoczęciem stosowania KD (kobiety deklaruowały, że masa ciała – jako główny parametr skłaniający je do wdrożenia KD – była bardzo często mierzona i notowana, więc podane wartości można uznać za rzeczywiste).

W grupie I BMI oceniane było przed rozpoczęciem diety ketogenicznej (badanie 1) oraz w trakcie trwania stosowania diety – w dniu badania (badanie 2).

W grupie II BMI oceniane było przed rozpoczęciem diety ketogenicznej (badanie 1) oraz po zakończeniu jej stosowania (badanie 2).

Na podstawie BMI wyróżnione zostały następujące przedziały stanu odżywienia (zgodnie z zaleceniami WHO):  $< 18,5 \text{ kg/m}^2$  – niedowaga; BMI w przedziałach: 18,5–24,9 – prawidłowa masa ciała; 25,0–29,9 – nadwaga; 30–34,9 – otyłość I stopnia; 35–39,9 – otyłość II stopnia.

Znamienność różnic pomiędzy liczbą i odsetkiem kobiet będących w poszczególnych przedziałach wskaźnika BMI w badaniu 2 w porównaniu do badania 1 oceniana była przy użyciu testu  $\chi^2$ . Za poziom istotności przyjęto  $p = 0,05$ .

## WYNIKI BADAŃ

Wśród powodów, które zdecydowały o przejściu respondentek na dietę ketogeniczną, znalazła się głównie chęć redukcji masy ciała i poprawa składu ciała (383 kobiet – 77%). Inne korzyści, jakich kobiety upatrywały w przedstawianym sposobie żywienia, to przede wszystkim chęć poprawy samopoczucia, zapobieganie migrenowym bólom głowy, ale także wspomaganie dietetyczne chorób autoimmunologicznych, takich jak schorzenia tarczycy oraz zespół policystycznych jajników (PCOS). Około 5% badanych stosowało dietę w celu łagodzenia objawów choroby neurodegeneracyjnej.

Większość (70%) kobiet z grupy I zadeklarowała, że stosuje KD powyżej 60 dni; 18% – 30–60 dni, a 12% przechodzi okres adaptacji. Średni czas stosowania diety pomiędzy pierwszym i drugim badaniem wynosił 48 dni.

Ponad połowa (53%) kobiet z grupy II zadeklarowała, że stosowała dietę powyżej 90 dni; 13% – przez okres 2 do 3 miesięcy, a 34% – od 1 do 2 miesięcy. Średni okres stosowania diety ketogenicznej przez kobiety, które ją zakończyły, wynosił 92 dni.

Kobiety będące w trakcie diety podczas trwania badania w przeważającej większości nie zaobserwowały negatywnych zmian zdrowotnych po przejściu na dietę ketogeniczną.

Dwie trzecie kobiet, które zakończyły już jej stosowanie, deklaruowało osiągnięcie zamierzonego celu. KD okazała się nieskuteczna w przypadku 28% badanych, a 6% nie umiało jednoznacznie ocenić rezultatów diety. Najczęstszą przyczyną przerwania diety było złe samopoczucie.

Przejście na sposób żywienia zalecany w KD w przypadku 80% badanych nie było konsultowane z lekarzem ani dietetykiem. Dodatkowo 2/3 spośród badanych kobiet nie wykonało żadnych badań kontrolujących stan zdrowia, a pozostałe ograniczyły się tylko do podstawowych badań laboratoryjnych, w większości – do wykonania morfologii krwi.

## Ocena zachowań żywieniowych

Podczas stosowania diety ketogenicznej 84% kobiet z obu grup łącznie spożywało 3 lub mniej posiłków, a 16% – od 4 do 6 posiłków. W większości posiłki spożywane były regularnie,



o określonych porach. 70% respondentek zadeklarowało, że zwracały uwagę na ilość kalorii w posiłkach.

Zdecydowana większość kobiet w obu grupach (91%) jako rodzaj nawodnienia w trakcie stosowania diety preferowała wodę mineralną. Drugim wyborem była kawa oraz herbata. Połowa kobiet spożywała w umiarkowanych ilościach wytrawne czerwone wino oraz whisky.

Produkty będące źródłem tłuszczów, białek i węglowodanów spożywane były z częstotnością przedstawioną w tab. 1.

**Tabela 1.** Częste oraz rzadkie spożycie makroskładników w diecie – przez kobiety z obu grup objętych badaniem

Produkt	Częstość spożycia źródeł tłuszczów, białek i węglowodanów							
	Spożywane często				Spożywane rzadko			
	Grupa I		Grupa II		Grupa I		Grupa II	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Margaryny roślinne	17	6,8	16	6,1	233	<b>93,2</b>	234	<b>93,9</b>
Masło	241	<b>96,4</b>	235	<b>94,1</b>	9	3,6	15	5,9
Oleje roślinne nierafinowane	215	<b>85,8</b>	192	<b>76,9</b>	35	14,2	58	23,1
Oleje roślinne rafinowane	189	<b>75,4</b>	142	56,7	61	24,6	108	43,3
Tłuste ryby morskie	140	56	138	55	110	44	112	45
Mięso wieprzowe	181	72,7	178	71,4	69	27,3	72	28,6
Tłuste sosy i majonezy	196	<b>78,4</b>	196	<b>78,4</b>	54	21,6	54	21,6
Mięso wołowe	108	43,2	106	42,4	142	56,8	144	57,6
Pełnotłuste mleko i produkty mleczne	174	69,6	174	69,6	76	30,4	76	30,4
Tłuste wędliny	156	63,2	164	65,6	94	36,8	86	34,4
Drób	157	62,8	202	<b>80,8</b>	93	37,2	48	19,2
Chude mleko i produkty mleczne	171	68,4	155	62,2	79	31,6	95	37,8
Jaja	242	<b>96,8</b>	240	<b>96,2</b>	8	3,2	10	3,8
Chude ryby i owoce morza	63	25,2	15	6,2	187	74,8	235	<b>93,8</b>
Owoce	93	37,2	104	41,6	157	62,8	146	58,4
Warzywa	247	<b>99</b>	248	<b>99,3</b>	3	1	2	0,7
Pieczycwo	36	14,4	33	13,2	214	<b>85,6</b>	217	<b>86,8</b>
Kasze, ryż i makarony	13	5,2	6	2,6	237	<b>94,8</b>	244	<b>97,4</b>
Rośliny strączkowe	53	21,2	6	2,6	197	<b>78,8</b>	244	<b>97,4</b>

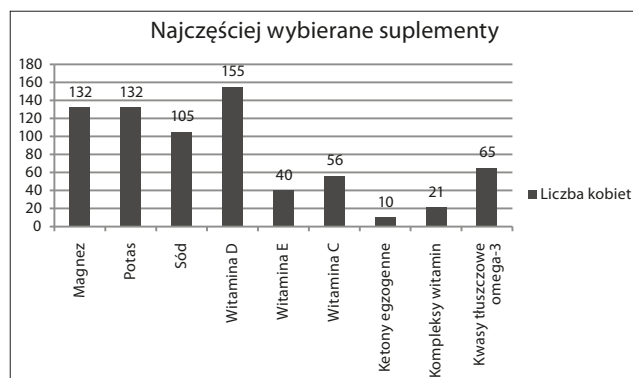
Tłustym drukiem wyróżniona została częstość spożycia przekraczająca 75%

Jako źródło tłuszczu, zgodnie z zaleceniami KD ponad ¾ badanych kobiet z obu grup często spożywano następujące produkty: masło, oleje roślinne nierafinowane, tłuste sosy i majonezy. Zwraca uwagę fakt, że mięso wieprzowe i tłuste wędliny były wybierane często przez więcej kobiet niż tłuste ryby morskie. Niemal wszystkie kobiety chętnie spożywały jaja oraz warzywa. Niemniej jednak co do warzyw można mieć pewne zastrzeżenia. Kobiety dostały bowiem wytyczne dotyczące unikania spożycia takich warzyw jak: marchew, ziemniaki, kabaczki, fasola, pomidory, kukurydza, groszek oraz dynia, a preferowania warzyw niskoskrobiowych i zielonolistnych. Tymczasem w części odpowiedzi na prośbę wymienienia 3 najczęściej spożywanych warzyw znalazły się zarówno pomidory, jak i kabaczki. Błędy dietetyczne popełniane były również w zakresie spożycia produktów nabiałowych. Chude mleko i chude produkty mleczne były wybierane przez ponad 60% badanych z obu grup, najprawdopodobniej w przekonaniu, że będą one dobrym źródłem

pełnowartościowego białka. W KD preferowane powinny być sery: mascarpone, mozzarella, feta, wegańskie, śmietankowe typu Philadelphia, różnego typu sery żółte, tłusty twaróg oraz śmietana i śmietanka 30–36%. Ich wybór ułatwia pokrycie zalecanej podaży tłuszczu oraz pomaga zapobiec nadmiernemu spożyciu białka i węglowodanów. W zakresie spożycia węglowodanów (pieczywo, kasze, ryż, makarony), zdecydowana większość kobiet stosowała się do ograniczeń zalecanych przy KD.

## Suplementacja

Dieta 62% badanych kobiet uzupełniana była przez różnego rodzaju suplementy (ryc. 2).



**Rycina 2.** Liczba kobiet wybierających poszczególne rodzaje suplementów

Największą popularnością cieszyły się suplementy: witamina D, magnez, potas, sód. Ketony egzogenne wybierane były przez najmniejszą liczbę badanych kobiet.

## Ocena stanu odżywienia

Wyniki uzyskane z analizy wartości wskaźnika BMI przedstawione są w tab. 2.

**Tabela 2.** Liczba i odsetek kobiet z obu grup objętych badaniem w poszczególnych przedziałach wskaźnika BMI

Przedziały BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	Grupa I				Bad. 2: Bad. 1	Grupa II				Bad. 2: Bad. 1
	Badanie 1		Badanie 2			Badanie 1		Badanie 2		
	Liczba i odsetek kobiet		Liczba i odsetek kobiet			Liczba i odsetek kobiet		Liczba i odsetek kobiet		
	n	%	n	%	p	n	%	n	%	p
< 18,5	0	0	0	0	–	2	1	1	1	ns
18,5–24,9	33	13	115	46	< 0,001	31	12	155	62	< 0,001
25,0–29,9	204	81	123	49	< 0,001	198	79	85	33	< 0,001
30,0–34,9	9	4	12	5	ns	12	5	8	3	ns
35,0–39,9	4	2	0	0	–	7	3	1	1	ns
n/%	250	100	250	100	–	250	100	250	100	–

ns – nieistotne statystycznie

Uzyskane wyniki wskazują na zaskakujący fakt podejmowania diety ketogenicznej przez kobiety cechujące się prawidłową masą ciała, a nawet niedowagą. Z reguły przechodziły one na dietę z powodów medyczno-psychologicznych (wspomaganie dietetyczne chorób autoimmunologicznych i neurodegeneracyjnych czy chęć poprawy samopoczucia). Niemniej jednak, jak wynikało z ankiety, niektóre kobiety z masą ciała uznawaną za prawidłową, podobnie jak większość kobiet

z nadwagą lub otyłością, rozpoczynały stosownie diety w celu redukcji masy ciała. Kobiety cechujące się nadwagą stanowiły ok. 80% badanej populacji. U 6% kobiet z grupy I oraz 8% kobiet z grupy II występowała otyłość. W grupie I po średnio 48 dniach stosowana dieta żadna z 4 kobiet nie pozostała w grupie z otyłością II stopnia (BMI w przedziale 35,0–39,9), a w grupie II – po ukończeniu diety trwającej średnio 92 dni liczba kobiet z otyłością II stopnia zmniejszyła się z 7 do jednej. W obu grupach były natomiast kobiety z otyłością I stopnia. Bardzo widoczne zmiany w liczbie kobiet wystąpiły w przedziale określającym nadwagę (BMI w przedziale 25,0–29,9). W obu grupach liczba kobiet z nadwagą statystycznie istotnie zmalała. W sposób statystycznie znamieny wzrosła natomiast liczba kobiet z prawidłową masą ciała (BMI w przedziale 18,5–24,9).

## DYSKUSJA

Właściwości diet niskowęglowodanowych były znane już w starożytności, jednak dopiero niemal 2 tys. lat później wyjaśniono, że pod wpływem ograniczenia podaży węglowodanów organizm ludzki produkuje ketony. Odkrycie to dało początek pierwszym dietom ketogenicznym, które z powodzeniem stosowano w leczeniu chorób neurodegeneracyjnych. Wprowadzanie organizmu w stan ketozy stało się alternatywą dla niejednokrotnie nieskutecznej farmakoterapii [16].

Poza medycyną kliniczną dieta ketogeniczna znalazła zastosowanie w leczeniu żywieniowym osób cierpiących na choroby cywilizacyjne, a przede wszystkim popularna jest wśród osób poszukujących skutecznych i szybkich metod redukcji nadmiaru tkanki tłuszczowej. Głównym celem 77% kobiet objętych niniejszym badaniem była właśnie chęć redukcji masy ciała i poprawa składu ciała. W opinii  $\frac{3}{4}$  z nich zamierzony cel został osiągnięty. Znalazło to odzwierciedlenie w wartościach wskaźnika masy ciała. 87% kobiet będących w czasie badania w okresie stosowania KD przed rozpoczęciem diety miało nadwagę bądź otyłość, natomiast pozostałe wykazywały normowagę. Po zastosowaniu diety liczba kobiet z nieprawidłowym stanem odżywienia zmniejszyła się do 54%. W grupie kobiet, które w czasie badania były już po zakończeniu stosowania diety, wykazano, że przed wdrożeniem diety 87% badanych miało nadwagę lub otyłość, 12% normowagę, a 1% niedowagę. Po zakończeniu diety ketogenicznej nieprawidłowe BMI wykazywało 37% badanych.

Jak wykazują badania, wpływ diety ketogenicznej na utratę masy ciała jest wielokierunkowy. Szczególne znaczenie ma aspekt anoreksogeniczny. KD ma wpływ na kontrolę apetytu. Następuje ograniczenie uwalniania hormonu głodu – greliny, stymulującej pobieranie pokarmu, natomiast zwiększenie wydzielania cholecystokininy, działającej hamująco na ośrodek sytości w podwzgórze [17]. Dodatkowo obserwuje się wzrost ilości brunatnej tkanki tłuszczowej, która pośrednio – poprzez oddziaływanie na termogenezę – zwiększa podstawową przemianę materii. Równie istotne jest to, że niskie spożycie węglowodanów uwrażliwia tkanki na insulinę oraz mobilizuje organizm do zużycia zapasów glikogenu i uwalniania związanej z nim wody [6]. Nie bez znaczenia jest fakt, że dobór produktów zalecanych w diecie pozwala szybciej osiągnąć stan sytości, a poprzez stan ketozy z reguły nie dochodzi do zwiększenia poboru energii z pożywienia, co chroni przed dodatnim bilansem kalorycznym

[18]. Skuteczność KD w redukcji nadmiaru masy ciała została wykazana w wielu badaniach.

Dieta ketogeniczna jest często podejmowana przez osoby, które źle tolerują dietę ubogoenergetyczną i związane z nią restrykcje kaloryczne. Wyniki metaanalizy obejmującej 1797 pacjentów i 17 randomizowanych kontrolowanych badań z obserwacją 1–12-letnią wskazują, że w porównaniu z niskotłuszczową dietą ubogoenergetyczną niska zawartość węglowodanów w diecie ketogenicznej wiązała się ze znacznie większą redukcją masy ciała ( $\Delta = -2,0$  kg, 95% CI: -3,1; -0,9) i istotnie niższym przewidywanym ryzykiem wystąpienia miażdżycowych zdarzeń sercowo-naczyniowych ( $p < 0,03$ ) [19].

pozytywne rezultaty wdrożenia diety ketogenicznej uzyskiwano nawet przy krótko okresowym stosowaniu diety. Badania 20 młodych chińskich kobiet z nadwagą/otyłością, które po 4 tygodniach bycia na zwyczajowej diecie (traktowanej jako wartość wyjściowa) przez następne 4 tygodnie stosowały KD o tej samej wartości kalorycznej, wykazały istotne zmniejszenie: masy ciała (-2,9 kg), BMI (-1,1), obwodu talii (-4,0 cm), obwodu bioder (-2,5 cm), odsetka tkanki tłuszczowej (-2,0%); poziom leptyny na czczo był istotnie obniżony, a poziomy markerów stanu zapalnego (TNF- $\alpha$  i MCP-1) pozostały niezmiennione [20]. Analogiczne rezultaty uzyskano w badaniach V. Monda i wsp. [21].

Z kolei w badaniu trwającym 24 tygodnie, a obejmującym dorosłe otyłe osoby (BMI w granicach 30–60) wykazano, że u osób stosujących KD (zawartość węglowodanów < 20 g) nastąpiła znacznie większa redukcja masy ciała – średnio o 12 kg – w porównaniu do osób stosujących dietę ubogoenergetyczną (< 30% zapotrzebowania energetycznego z tłuszczów), których waga obniżyła się średnio o 6,5 kg. Obie grupy miały zbliżoną dzienną podaż energii (w grupie KD wynosiła ona  $1461 \pm 326$  kcal, w grupie stosującej dietę ubogoenergetyczną –  $1502 \pm 162$  kcal) [22]. W innym długoterminowym badaniu (trwającym 56 tygodni) 66 otyłym osobom (BMI > 30) zalecono spożywanie < 20 g węglowodanów dziennie w formie zielonych warzyw i sałatek przez 12 tygodni, a następnie pozwolono im zwiększyć węglowodany do 40 g/dzień i taką ilość przyjmować przez pozostały okres badania. Masa ciała i wartość BMI wszystkich pacjentów znacznie spadły, mimo wprowadzenia większej ilości węglowodanów, co było rezultatem utrzymywania organizmu w stanie ketozy żywieniowej [23].

Dieta ketogeniczna jest traktowana również jako leczenie żywieniowe wspomagające leczenie farmakologiczne w przypadku coraz większej liczby chorób.

W przypadku leczenia cukrzycy korzystne działanie KD związane jest z obniżoną podażą glukozy, a w konsekwencji z redukcją poziomu insuliny i obniżeniem stężenia glukozy we krwi. Istotna jest również towarzysząca stosowaniu KD redukcja masy ciała [24–26]. Stosowanie KD skutkuje również obniżeniem HbA1c i zmniejszeniem zapotrzebowania na insulinę [27–29]. Badanie C.C. Webstera i wsp. [29] wykazało, że w wyniku zastosowania KD przez 24 pacjentów z cukrzycą typu 2 przez okres 15 miesięcy nastąpiło zmniejszenie średniej wartości HbA1c z 7,5% do 5,9% (czyli do normalnego zakresu – poniżej 6,5%), a pacjenci osiągnęli częściową lub pełną remisję choroby. Istotne jest również, że dieta ketogeniczna jest bezpieczna dla otyłych pacjentów z cukrzycą przy stosowaniu jej przez dłuższy czas.

W badaniach przeprowadzonych przez H.M. Dashti i wsp. [30] KD była stosowana przez okres powyżej 56 tygodni przez

otyłych diabetyków z wysokim poziomem glukozy we krwi oraz przez osoby otyłe bez zdiagnozowanej cukrzycy typu 2. Wszystkie markery, takie jak: masa ciała, BMI, stężenie glukozy we krwi, całkowity cholesterol, LDL-cholesterol, trójglicerydy i mocznik wykazały znaczny spadek w obu grupach, przy czym lepsze wyniki zaobserwowano w grupie chorych na cukrzycę. Testy nerek również wykazały prawidłowe ich funkcjonowanie.

W zakresie związku między podażą w diecie węglowodanów i tłuszczów a rozwojem chorób sercowo-naczyniowych znaczącą rolę odegrały wyniki obszernych badań epidemiologicznych. W prospektywnym badaniu pn. European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition, obejmującym 338 325 uczestników, wykazano istotny wpływ dużego spożycia węglowodanów o wysokim indeksie i ładunku glikemicznym na zwiększenie ryzyka choroby wieńcowej serca [31]. Z kolei w badaniu Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE), obejmującym 135 335 osób w wieku 35–70 lat (z 5 kontynentów i 18 państw) udowodnione zostało, że wysokie spożycie węglowodanów wiązało się z wyższym ryzykiem śmiertelności całkowitej, podczas gdy spożycie tłuszczu całkowitego oraz poszczególnych rodzajów kwasów tłuszczowych ją obniżało, zaś tłuszcze nasycone były negatywnie skorelowane z udarem [32]. Wykazano również, że dieta bogata w nasycone kwasy tłuszczowe zwiększała wprawdzie LDL, ale zwiększała także HDL, a obniżała trójglicerydy i stosunek cholesterol całkowity/HDL, a także obniżała stosunek ApoB/ApoA1 [34]. W świetle tych ustaleń zasadne wydawałoby się ponowne rozważenie globalnych wytycznych AHA dotyczących prewencji kardiologicznej (30% całkowitego zapotrzebowania energetycznego z tłuszczu i 10% energii z nasyconych kwasów tłuszczowych) [33].

Skuteczność diety ketogenicznej w odniesieniu do chorób nowotworowych jest trudna do oszacowania, gdyż zależy od typu, a nawet od podtypu nowotworu, niemniej jednak obserwowano spowalnianie wzrostu guzów i odwrócenie procesu kacheksji oraz zwiększenie podatności komórek nowotworowych na chemioterapię i radioterapię [34–36].

Stosowanie KD dało również obiecujące rezultaty w odniesieniu do prewencji wtórnej zespołu policystycznych jajników [11].

Jednak w aspekcie klinicznym najskuteczniejsze działanie KD jest od lat uzyskiwane w przypadku połączenia leczenia żywieniowego tą dietą z leczeniem farmakologicznym chorób układu nerwowego (migrena, autyzm, zaburzenia snu, stwardnienie rozsiane, stwardnienie zanikowe boczne). Najlepszym przykładem skuteczności diety ketogenicznej jest jej stosowanie u pacjentów cierpiących na lekooporną epilepsję, gdyż dostępne obecnie leczenie farmakologiczne oraz chirurgiczne ma ciągle ograniczoną skuteczność [37, 38]. Badania sugerują również, że obecność ciał ketonowych może mieć korzystne, neuroprotektoryjne działanie w progresji choroby Alzheimera oraz choroby Parkinsona [39, 40].

W opinii większości autorów niezbędne jest jednak przeprowadzenie dodatkowych, wnikliwych badań przed wdrożeniem diety ketogenicznej do szeroko rozumianej praktyki klinicznej (z wyjątkiem napadów padaczkowych i otyłości), przy czym nawet w przypadku tych dwóch patologii wysuwane są pewne zastrzeżenia. D. Włodarek [40] zwraca uwagę, że stosowanie KD może budzić pewne obawy (w szczególności u osób starszych) ze względu na zagrożenie niedożywieniem. Z kolei N. Mohorko i wsp. [41] podkreślają, że chociaż KD

jest skuteczna w utracie masy ciała, to jednak związek diety ze zmianami biochemicznymi, fizjologicznymi i psychologicznymi jest nadal w dużej mierze niezbadany. Największe zastrzeżenie budzi jednak fakt podejmowania KD przez osoby z tzw. populacji przeciętnej, bez konsultacji z lekarzem lub dietetykiem i brak kontroli stanu zdrowia. Tak było w przypadku niemal ¼ badanych przez nas kobiet. Nawet kobiety zgłaszające choroby tarczycy czy zespół policystycznych jajników nie wykonywały badań kontrolujących odpowiedź organizmu na stan ketozy żywieniowej. Należy przy tym podkreślić, że głównym powodem przerwania KD było pogorszenie samopoczucia w aspekcie psychicznym i fizycznym. Powikłania stanu zdrowia indukowane stosowaniem diety ketogenicznej (odwodnienia, zaburzenia elektrolitowe, a niejednokrotnie – hipoglikemia) zgłaszane były również przez osoby badane przez M. Watanabe i wsp. [15].

Wielu autorów podkreśla również, że poważnym mankamentem jest brak wysokiej jakości badań laboratoryjnych oraz klinicznych, określających wpływ długoterminowego stosowania niskowęglowodanowych diet wysokotłuszczowych na organizm, w aspekcie zarówno ogólnoustrojowym, jak i w odniesieniu do poszczególnych narządów i organów [15, 34, 41].

## WNIOSKI

1. Głównym celem większości kobiet uczęszczających do klubów fitness, podejmujących stosowanie diety ketogenicznej, była utrata masy ciała i poprawa składu ciała. Większość kobiet deklaruwała osiągnięcie zamierzonego celu, co potwierdziło statystycznie istotne zmniejszenie liczby kobiet z nadwagą nie tylko po średnio 3-miesięcznym zakończeniu diety, ale także w trakcie jej stosowania przez okres ok. 1,5 miesiąca.
2. Sposób żywienia większości badanych kobiet był zgodny z wytycznymi dla diety ketogenicznej, niemniej jednak stwierdzane były również odstępstwa dietetyczne od obowiązujących zaleceń.
3. Około ¾ badanych kobiet rozpoczęło wprowadzanie organizmu w stan ketozy żywieniowej bez konsultacji z lekarzem i dietetykiem, a złe samopoczucie było częstym powodem przerwania stosowania KD.
4. Wobec rosnącej popularności diety ketogenicznej konieczne jest większe zaangażowanie lekarzy i dietetyków w propagowanie wiedzy o przeciwwskazaniach i ewentualnych negatywnych konsekwencjach podjęcia tego rodzaju sposobu żywienia oraz o konieczności monitorowania ogólnego stanu zdrowia przed wdrożeniem i w trakcie stosowania diety.

## PIŚMIENNICTWO

1. Obesity and overweight. <http://www.who.int/en/newsroom/factsheets/detail/obesityandoverweight> (access: 1.04.2020).
2. The top 10 causes of death. <https://www.who.int/newsroom/factsheets/detail/thetop10causesofdeath> (access: 9.12.2020).
3. Einarsson R, Mc Crory G, Persson UM. Healthy diets and sustainable systems. *Lancet*. 2019; 394(10194): 215. doi: 10.1016/S0140 6736(19)31116 X.
4. Selvik HA, Fullilove RE. From global thinking to local action: the planetary diets chronic disease prevention. *Public Health Reports*. 2020; 135(4): 424–427.
5. Masood W, Annamaraju P, Uppaluri KR. *Ketogenic Diet*. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing; 2020.



6. Pondel N, Liśkiewicz D, Liśkiewicz A. Dieta ketogeniczna – mechanizm działania i perspektywy zastosowania w terapii: dane z badań klinicznych. *Postępy Biochemii*. 2020; 66: 3. doi: [https://doi.org/10.18388/pb.2020\\_342](https://doi.org/10.18388/pb.2020_342)
7. Dąbek A, Wojtala M, Pirola L, et al. Modulation of cellular biochemistry, epigenetics and metabolomics by ketone bodies. Implications of the ketogenic diet in the physiology of the organism and pathological states *Nutrients*. 2020; 12(3): 788; <https://doi.org/10.3390/nu12030788>
8. O'Neill B, Raggi P. The ketogenic diet: Pros and cons. *Atherosclerosis*. 2019; 292: 119–126. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2019.11.021.
9. Buscemi S, Buscemi C, Corleo D. Obesity and circulating levels of vitamin D before and after weight loss induced by a very low-calorie ketogenic diet. *Nutrients*. 2021; 13: 1829. <https://doi.org/10.3390/nu13061829>
10. Longo R, Peri C, Cricri D, et al. Ketogenic diet: A new light shining on old but gold biochemistry. *Nutrients*. 2019; 11: 1–2.
11. Paoli A, Bosco G, Camporesi EM, et al. Ketosis, ketogenic diet and food intake control: a complex relationship. *Front Psychol*. 2015; 6: 1–9.
12. Stachowska E, Palma J, Gacek M, Frączek B. Wybrane diety alternatywne i koncepcje żywieniowe. In: Frączek B, Krzywański J, Krzysztofia H. *Dietetyka sportowa*. Warszawa: PZWL Wydawnictwo Lekarskie; 2019. p. 723–754.
13. Drabińska N, Wiczkowski W, Piskuła MK. Recent advances in the application of a ketogenic diet for obesity management. *Trends Food Sci Technol*. 2021; 110: 28–38.
14. Zielińska M, Buczkowska-Radlińska J. Wpływ diety niskowęglowodanowej na stan zdrowia człowieka. *Pomeranian J Life Sci*. 2017; 63: 56–61.
15. Watanabe M, Tuccinardi D, Ernesti B, et al. Scientific evidence underlying contraindications to the ketogenic diet: An update. *Obes Rev*. 2020; 21(10): e13053. <https://doi.org/10.1111/obr.13053>
16. Temkin O. *The falling sickness. A history of epilepsy from the Greeks to the beginnings of modern neurology*. Baltimore: Johns Hopkins University Press; 1994.
17. Paoli A, Bosco G, Camporesi EM, et al. Ketosis, ketogenic diet and food intake control: a complex relationship. *Front Psychol*. 2015; 6: 1–9.
18. Shai I, Schwarzfuchs D, Henkin Y. Weight loss with a low-carbohydrate, mediterranean, or low-fat diet. *N Engl J Med*. 2008; 359: 229–241.
19. Sackner-Bernstein J, Kanter D, Kaul S. Dietary intervention for overweight and obese adults: comparison of low-carbohydrate and low-fat diets. A meta-analysis. *PLoS One*. 2015; 20: 10(10): e0139817. 10.1371/journal.pone.0139817.
20. Kong Z, Sun S, Shi Q, et al. Short-term ketogenic diet improves abdominal obesity in overweight/obese chinese young females. *Front Physiol*. 2020; 11: 856, doi: 10.3389/fphys.2020.00856. eCollection 2020.
21. Monda V, Polito R, Lovino A, et al. Short-term physiological effects of a very low-calorie ketogenic diet: effects on adiponectin levels and inflammatory states. *Int J Mol Sci*. 2020; 21: 3228.
22. Yancy WS Jr, Olsen MK, Guyton JR, et al. A low-carbohydrate, ketogenic diet versus a low-fat diet to treat obesity and hyperlipidemia: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med*. 2004; 140: 769–777.
23. Dashti HM, Mathew TC, Khadada M. Beneficial effects of ketogenic diet in obese diabetic subjects. *Mol Cell Biochem*. 2007; 302: 249–256.
24. Ahmed SR, Bellamkonda S, Zilbermint M, et al. Effects of the low carbohydrate, high fat diet on glycemic control and body weight in patients with type 2 diabetes: Experience from a community-based cohort. *BMJ Open Diabetes Res Care*. 2020; 8: e000980.
25. Michalczyk MM, Klonek G, Maszczyk A, et al. The effects of a low calorie ketogenic diet on glycaemic control variables in hyperinsulinemic overweight/obese females. *Nutrients*. 2020; 12: 1854.
26. Mohorko N, Černelič-Bizjak M, Poklar-Vatovec T. Weight loss, improved physical performance, cognitive function, eating behavior, and metabolic profile in a 12-week ketogenic diet in obese adults. *Nutr Res*. 2019; 62: 64–77.
27. Meng Y, Bai H, Wang S, et al. Efficacy of low carbohydrate diet for type 2 diabetes mellitus management: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Res Clin Pract*. 2017; 131: 124–131.
28. Hallberg SJ, McKenzie AL, Williams PT. Effectiveness and safety of a novel care model for the management of type 2 diabetes at 1 year: An open-label, non-randomized, controlled study. *Diabetes Ther*. 2018; 9: 583–612.
29. Webste CC, Murphy TE, Larmuth KM, et al. Diet, diabetes status, and personal experiences of individuals with type 2 diabetes who self-selected and followed a low carbohydrate high fat diet. *Diabetes Metab Syndr Obes Targets Ther*. 2019; 12: 2567–2582.
30. Dashti HM, Mathew TC, Khadada M. Beneficial effects of ketogenic diet in obese diabetic subjects. *Mol Cell Biochem*. 2007; 302: 249–256.
31. Sieri S, Agnol C, Grioni S, et al. Glycemic index, glycemic load, and risk of coronary heart disease: A pan-European cohort study. *Am J Clin Nutr*. 2020; 112: 631–643.
32. Dehghan M, Mente A, Zhang X, et al. Associations of fats and carbohydrate intake with cardiovascular disease and mortality in 18 countries from five continents (PURE): A prospective cohort study. *Lancet*. 2017; 390: 2050–2062.
33. Sacks FM, Lichtenstein AH, Wu JH, et al. Dietary fats and cardiovascular disease: A presidential advisory from the American Heart Association. *Circulation*. 2017; 136: e1–e23.
34. Dowis K, Banga S. The potential health benefits of the ketogenic diet: A narrative review. *Nutrients*. 2021; 13(5): 1654. doi: 10.3390/nu13051654
35. Weber DD, Aminzadeh-Gohari S, Tulipan J, et al. Ketogenic diet in the treatment of cancer – Where do we stand? *Mol Metab*. 2020; 33: 102–112.
36. Klement RJ, Sweeney RA. Impact of a ketogenic diet intervention during radiotherapy on body composition: I. Initial clinical experience with six prospectively studied patients. *BMC Res Notes*. 2016; 9: 143. doi: 10.1186/s13104-016-1959-9
37. D'Andrea Meira I, Romão TT, Pires do Prado HJ, et al. Ketogenic diet and epilepsy: What we know so far. *Front Neurosci*. 2019; 13: 1–8.
38. Ułamek-Kozioł M, Czuczwar SJ, Januszewski S, et al. Ketogenic diet and epilepsy. *Nutrients*. 2019; 11: 1–13.
39. Rusek M, Pluta R, Ułamek-Kozioł M, et al. Ketogenic diet in Alzheimer's disease. *Int J Mol Sci*. 2019; 20: 1–19.
40. Włodarek D. Role of ketogenic diets in neurodegenerative diseases (Alzheimer's Disease and Parkinson's Disease). *Nutrients*. 2019; 11: 1–11.
41. Mohorko N, Černelič-Bizjak M, Poklar-Vatovec T, et al. Weight loss, improved physical performance, cognitive function, eating behavior, and metabolic profile in a 12-week ketogenic diet in obese adults. *Nutr Res*. 2019; 62: 64–77.