



Dieta ketogeniczna a ryzyko kamicy nerkowej

Ketogenic diet and the risk of kidney stones

Gabriela Żychowska^{1,A-E}, Florian Sowa^{1,B-E}, Magdalena Dederko^{1,B-E}, Justyna Drapała^{1,B-E},
Wiktorija Szewczyk^{1,B-E}, Krzysztof Gomułka^{2,E-F}

¹ Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wydział Lekarski, Studenckie Koło Naukowe Alergologii i Chorób Wewnętrznych, Polska

² Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych, Pneumonologii i Alergologii, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Polska

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

Żychowska G, Sowa F, Dederko M, Drapała J, Szewczyk W, Gomułka K. Dieta ketogeniczna a ryzyko kamicy nerkowej. Med Srodow. doi: 10.26444/ms/187981

■ Streszczenie

Wprowadzenie i cel pracy. Kamica nerkowa jest chorobą występującą powszechnie na całym świecie, przy czym odnotowuje się wzrost częstości jej występowania, do czego przyczynia się m.in. starzenie się społeczeństwa czy zmiany klimatu. Dieta jest istotnym czynnikiem ryzyka zachorowania, dlatego celem tej pracy przeglądowej jest ocena wpływu coraz bardziej popularnej diety ketogenicznej – niskowęglowodanowej na rozwój kamicy nerkowej.

Opis stanu wiedzy. W kamicy nerkowej dochodzi do odkładania złożeń substancji w nerkach lub drogach moczowych. Substancjami przyczyniającymi się do powstania kamieni nerkowych są m.in. szczawiany, fosforan wapnia i kwas moczowy. Istotne znaczenie dla tego procesu mają również inhibitory wytwarzania kamieni nerkowych takie jak cytryniany czy związki magnezu. Dieta ketogeniczna polega na ograniczeniu spożycia węglowodanów na rzecz większej ilości tłuszczu i białka. Może mieć ona zastosowanie u osób chorujących na padaczkę czy otyłość. Według badań naukowych, obejmujących głównie pacjentów pediatrycznych chorujących na padaczkę, jej stosowanie niesie zwiększone ryzyko kamicy nerkowej, co jest konsekwencją m.in. spadku pH moczu, hipocytraturii, hiperkalcurii czy zwiększonego poziomu kwasu moczowego. Możliwych przyczyn można szukać w składnikach tej diety – mięsie bogatym w puryny czy orzechach zawierających spore ilości szczawianów.

Podsumowanie. Dieta ketogeniczna może zwiększać ryzyko wytwarzania kamieni nerkowych. Jednakże badania dotyczące tej tematyki dotyczyły zbyt wąskiej grupy badanych (głównie dzieci z padaczką), aby uzyskane wyniki można było jednoznacznie odnieść do populacji ogólnej.

Słowa kluczowe

kamica nerkowa, dieta ketogeniczna, kamienie nerkowe

■ Abstract

Introduction and Objective. Nephrolithiasis is a common disease worldwide, and its incidence trend is increasing due to, among other things, an aging population or climate change. Diet is an important factor influencing the risk of the disease; therefore, the purpose of this review article is to evaluate the impact of the ketogenic, low-carbohydrate diet, strongly gaining popularity, on the development of kidney stones.

Brief description of the state of knowledge. In kidney stones substances are deposited in the kidneys or urinary tract. Substances which contribute to the formation of kidney stones include oxalate, calcium phosphate, and uric acid. Inhibitors of kidney stone formation, such as citrates, magnesium compounds, also play a very important role in the formation of deposits. The ketogenic diet involves reducing the intake of carbohydrates in favour of more fats and protein, and can be applied to people suffering from epilepsy or obesity. According to scientific studies, including mainly paediatric patients suffering from epilepsy, following a ketogenic diet carries an increased risk of kidney stones as a consequence of, among other things, a decrease in urinary pH, hypocytraturia, hypercalciuria or increased uric acid levels. Possible causes may be found in dietary ingredients – meat rich in purines, or nuts containing significant amounts of oxalates.

Summary. The ketogenic diet may increase the risk of kidney stone formation. However, studies concerning this scope of problems have been conducted on a too small group of subjects (mainly children with epilepsy) to be able to clearly refer the results to a larger, general population.

Key words

nephrolithiasis, kidney stones, ketogenic diet

WPROWADZENIE I CEL PRACY

Kamica nerkowa jest bardzo powszechnym schorzeniem, dotykającym nawet 7–13% populacji w Ameryce Północnej czy 5–9% mieszkańców Europy. Zapadalność na kamicę nerkową wykazuje tendencję rosnącą, a jej przyczyn upatruje się m.in.

✉ Autor do korespondencji: Gabriela Żychowska, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wydział Lekarski, Studenckie Koło Naukowe Alergologii i Chorób Wewnętrznych, 50-367 Wrocław, Polska
E-mail: gabriela.zychowska@student.umw.edu.pl

w starzeniu się społeczeństwa, zmianach klimatu czy nieodpowiedniej diecie [1]. Istotnym czynnikiem mającym wpływ na wytwarzanie się kamieni jest brak równowagi płynów w ustroju, dlatego w krajach o wyższej średniej temperaturze otoczenia zapadalność na kamicy nerkową jest większa niż średnia na świecie, np. w Arabii Saudyjskiej wynosi 20% [2]. Zalecenia dietetyczne skupiają się przede wszystkim na prawidłowym nawodnieniu organizmu, ale dotyczą również unikania spożycia sodu, węglowodanów, szczawianów, białek zwierzęcych czy nasyconych kwasów tłuszczowych [3].

Jedną z diet, która ostatnimi czasy zyskuje na popularności, jest dieta ketogeniczna – niskowęglowodanowa [4]. Polega ona na zredukowaniu podaży węglowodanów < 50 g/dzień, co odpowiada mniej niż 5–10% zapotrzebowania energetycznego człowieka, na rzecz wzrostu podaży tłuszczów do 60–70% lub białek do 20–35% w diecie [5]. Ta niekonwencjonalna opcja dietetyczna ma zastosowanie np. w redukcji masy ciała u osób otyłych, kontrolowaniu glikemii w przypadku cukrzycy typu 2 czy terapii napadów padaczkowych [6]. Celem pracy jest określenie wpływu diety ketogenicznej na rozwój kamicy nerkowej oraz uświadomienie społeczeństwu konsekwencji nieświadomego stosowania popularnych diet.

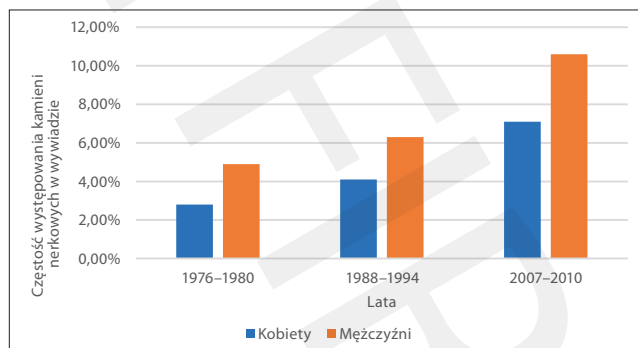
OPIS STANU WIEDZY

Kamica nerkowa

Kamica nerkowa to choroba polegająca na powstawaniu złożeń substancji w nerkach lub drogach, które odprowadzają mocz [7]. Takie złoże nazywane są kamieniami nerkowymi i mogą składać się z różnorodnych substancji mineralnych, które wytrącają się w moczu, mogą spowodować zastój i/lub rozwój infekcji górnych dróg moczowych [8]. Zachorowalność na kamicy nerkową zależy od wielu czynników, wśród których wyróżnić można: żywieniowe, genetyczne, etniczne czy klimatyczne [9]. Szacuje się, że do wytworzenia złożeń układu moczowego dojdzie u ok. 10% ludzi, co powoduje, że jest to jedno z najczęściej występujących schorzeń z zakresu nefrologii i urologii [10]. Badania różnych populacji sugerują, że częstość występowania tej choroby w społeczeństwie ogólnosięciowym rośnie. Według badań The National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), przeprowadzanych w różnych latach w USA, częstość zachorowania na kamicy nerkową wzrosła na przestrzeni kilkudziesięciu lat o kilka punktów procentowych (ryc. 1.) [11, 12].

Do czynników sprzyjających powstawaniu złożeń kamieni moczowych zalicza się: zbyt duże stężenie w moczu

substancji sprzyjających tworzeniu kamieni, zastój moczu, spowodowany np. wadami układu moczowego, infekcje dróg moczowych, występowanie organicznych jąder krystalizacji, a także zbyt niskie stężenie w moczu substancji będących inhibitorami tworzenia się złożeń, takich jak magnez i cytryniany [13]. Przyczyną powstawania złożeń w moczu jest albo przesycenie go substancjami, które mogą się krystalizować, albo niedobór czy upośledzenie działania inhibitorów litogenezy. Sole mineralne wytrącają się w moczu, prowadząc do powstania jąder krystalizacji. W konsekwencji wymienionych patologii nie są one wydalane, lecz powiększają się i tworzą agregaty [14]. Kamienie nerkowe zbudowane są przede wszystkim z substancji krystalicznych, a także w małej części z białka. W ich skład wchodzi takie substancje jak: szczawian wapnia, fosforan wapnia (jak również ich połączenie, którym jest kamień mieszany), fosforan magnezowo-amonowy (struwit), węglan apatytu, kwas moczowy, cystyna, ksantyna [15]. Do najczęstszych typów kamieni nerkowych należą te zbudowane ze szczawianu lub fosforanu wapnia – stanowią ok. 80% wszystkich kamieni [10]. Do czynników sprzyjających powstawaniu kamieni szczawianowo-wapniowych można zaliczyć hiperkalcamię. Może ona występować w chorobach związanych z hiperkalcamię (np. nadczynności przytarczyc, nowotworze złośliwym) lub być idiopatyczna i występować rodzinnie. Innym czynnikiem ryzyka jest hiperoksaluria, spowodowana chorobą jelit czy też zaburzeniem genetycznym. Nie bez znaczenia pozostaje również dieta. Spożywanie produktów bogatych w szczawiany, takich jak szpinak, burak i rabarbar, sprzyja wydalaniu tej substancji w nadmiernej ilości z moczem. Kamienie szczawianowo-wapniowe charakteryzują się dużą gęstością, a badania obrazowe pozwalają dostrzec, iż są okrągłe i ostro zarysowane [16]. Kamienie zbudowane z kwasu moczowego stanowią 10–15% wszystkich kamieni moczowych. Główne nieprawidłowości układu moczowego, które predysponują do wystąpienia kamieni moczowych, to niskie pH moczu, hiperurykozuria i mała objętość moczu. Do osób narażonych na wystąpienie tego typu kamicy należą pacjenci z zespołem metabolicznym, dną moczanową, ileostomią lub przewlekłą biegunką. Tworzeniu się złożeń moczowych może także sprzyjać dieta bogata w białko zwierzęce, ze względu na wysoką zawartość puryn, z których na drodze metabolizmu powstaje kwas moczowy [16–18]. Kamienie moczowe mogą nie dawać żadnych objawów, jednak najczęstszym obrazem klinicznym choroby jest kolka nerkowa. Charakteryzuje się ona silnym bólem w okolicy lędźwiowej, który może promieniować do podbrzusza i/lub pachwin, występuje także dodatni objaw Goldflama. Ból jest spowodowany obecnością złożeń, który próbuje się przedostać przez wąskie światło moczowodu. Co więcej, w przebiegu kolki nerkowej mogą pojawić się również: gorączka, objawy dyzuryczne, krwiomocz i częstomocz [10]. Badania pokazują, że ryzyko nawrotu kamicy wynosi 20% po 5 latach i 39% po 15 latach [19]. Najczęściej wykonywanym we wstępnej diagnostyce tego schorzenia badaniem jest ultrasonografia (USG). Jego niewątpliwymi zaletami są dostępność oraz bezpieczeństwo dla zdrowia pacjenta [20]. Cechuje je 45% czułości i 88% specyficzności w wykrywaniu kamieni nerkowych [21]. Inną metodą diagnostyki jest tomografia komputerowa (TK). Jest preferowanym badaniem w przypadku utrzymującego się, nawracającego bólu, a także znacznego prawdopodobieństwa konieczności wykonania interwencji urologicznej [20]. Umożliwia zobrazowanie niemal wszystkich kamieni



Rycina 1. Procentowa częstość występowania kamieni nerkowych w wywiadzie w wybranych latach w USA na podstawie badań NHANES

Źródło: [11, 12]

moczowych [13]. Leczenie kamicy nerkowej jest różne, w zależności od indywidualnych cech danego przypadku, takich jak: liczba, rodzaj i rozmieszczenie kamieni. W leczeniu zachowawczym w przypadku epizodów bólowych zaleca się stosowanie niesteroidowych leków przeciwzapalnych (NLPZ) lub paracetamolu, które mają lepszą skuteczność w zwalczaniu bólu kolkowego niż opioidy [22]. Kamienie nerkowe o średnicy mniejszej niż 6 mm mają duże szanse być samoistnie wydalone z organizmu, w czym pomocne mogą okazać się leki spazmolityczne, adrenolityki czy antagoniści wapnia [20]. Do inwazyjnych metod leczenia kamicy nerkowej należą: litotrypsja pozaustrojowa (ESWL) – który to zabieg wykonywany jest najczęściej, nefrolitotrypsja przezskórna (PCNL), litotrypsja ureterorenoskopowa (URSL) oraz usunięcie złożu za pomocą operacji [23].

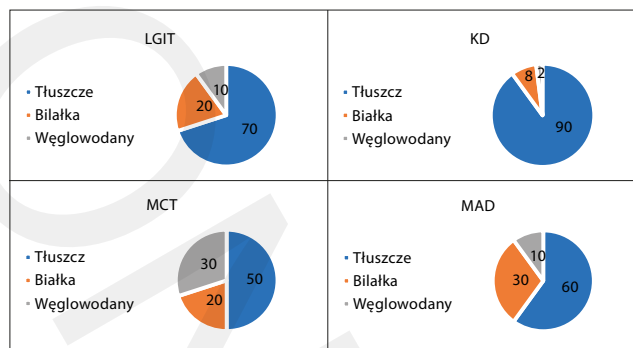
Dieta ketogeniczna

Dieta ketogeniczna polega na ograniczeniu spożycia węglowodanów, zwykle do ilości < 50 g/dzień. Większość spożytych kalorii uzyskuje się z tłuszczu. Spożywa się głównie mięso, drób, ryby, nasiona i orzechy oraz dania zawierające dużą ilość olejów, majonezu oraz pełnotłustego nabiału. Stosując ten sposób żywienia, należy unikać produktów zbożowych, słodzonych, słodzików, owoców, ograniczać warzywa bogate w skrobię czy cukier [24]. Organizm w wyniku niedoboru węglowodanów zaczyna pozyskiwać energię na drodze glukoneogenezy oraz ketogenezy. Głównym źródłem energii dla organizmu, a zwłaszcza dla mózgu, stają się ketony. Są to związki organiczne, które powstają w mitochondriach hepatocytów w wyniku oksydacji lipidów. Należą do nich aceton, acetoocetan oraz β -hydroksymaślan. β -hydroksymaślan ma zdolność przekraczania bariery krew–mózg i może zastąpić glukozę jako źródło energii. Kwasy tłuszczowe – zarówno te pochodzące z tłuszczu spożytego z pożywieniem, jak i te ze zmagazynowanej tkanki tłuszczowej – podlegają oksydacji. Ketogeneza jest zatem wskaźnikiem spalania tłuszczu [25]. Proces ketogenezy najbardziej nasila się w czasie głodówek i postu. Dieta ketogeniczna jest więc biochemicznym rodzajem postu, który jednak zapewnia wystarczającą ilość kalorii oraz białka do wzrostu i rozwoju [26].

Występuje kilka rodzajów diety ketogenicznej. Klasyczna dieta ketogeniczna (ang. *ketogenic diet*, KD) to odmiana najpowszechniejsza, która opiera się na spożyciu makroelementów w proporcjach 4:1 lub 3:1 (3–4 g tłuszczu na 1 g białka i 1 g węglowodanów) [27]. Zmodyfikowana dieta Atkinsa (ang. *modified Atkins diet*, MAD) jest mniej restrykcyjną formą diety ketogenicznej, w której proporcja tłuszczu do białek i węglowodanów wynosi 1:1 lub 2:1, dlatego dużo łatwiej jest wprowadzić ją w życie [28]. Dieta MCT (ang. *medium chain triglyceride*, MCT) to dieta, która polega na suplementacji średniołańcuchowych kwasów tłuszczowych, tj. kwasu kaprylowego i kaprynowego, występujących w oleju kokosowym i palmowym, co umożliwia wyższe spożycie węglowodanów i białek, a w konsekwencji poprawia *compliance* [29]. Dieta z niskim indeksem glikemicznym (ang. *low glycemic index treatment*, LGIT) umożliwia przyjmowanie umiarkowanej ilości węglowodanów, nawet do 60 g/dzień, lecz skupia się na spożywaniu produktów o indeksie glikemicznym < 50 [30].

Zalety diety ketogenicznej

Ze względu na wpływ diety ketogenicznej na m.in.: gwałtowną utratę masy ciała, zwiększenie wrażliwości organizmu na



Rycina 2. Rozkład procentowy energii dostarczonej przez makroelementy w wybranych typach diet ketogenicznych

Legenda:

LGIT – *low glycemic index treatment*; KD – *ketogenic diet*; MCT – *medium chain triglyceride*; MAD – *modified Atkins diet*

Źródło: [31–34]

insulinę, długie zapewnienie sytości, stała się jedną z najpopularniejszych diet wśród osób dążących do redukcji tkanki tłuszczowej [35]. Liczne badania sugerują skuteczność diety ketogenicznej w redukcji masy ciała, cukrzycy typu 2, chorobach układu sercowo-naczyniowego, działaniu przeciwnowotworowym, chorobach neurodegeneracyjnych, epilepsji, migrenie, zespole policystycznych jajników, trądziku popostulim [36, 37].

Wady i ograniczenia diety ketogenicznej

Dieta niskowęglowodanowa, choć ma liczne zalety, niesie efekty uboczne. Samo ograniczenie ilości przyjmowanych węglowodanów wiąże się z ograniczeniem spożywania wartościowych produktów odżywczych bogatych w błonnik, witaminy i minerały, takich jak pieczywo pełnoziarniste, kasze, warzywa i owoce. W początkowym okresie stosowania diety może wystąpić tzw. keto flu (keto-grypa), objawiająca się drażliwością, osłabieniem, bólami głowy, zaparciami, nudnościami oraz wymiotami. Objawy „keto flu” mogą utrzymywać się nawet kilka miesięcy, co znacząco obniża jakość życia osób stosujących tę dietę [34]. Do efektów ubocznych diety ketogenicznej można zaliczyć: odwodnienie, hipoglikemię, halitozę, uszkodzenie wątroby i nerek, dyslipidemię, zaparcia, drażliwość, zmęczenie, hiperurykemię, hipoproteinemię, łysienie oraz kamice żółciową i moczową [33, 38].

Za występowanie kamicy moczowej w KD odpowiada przede wszystkim spożywanie produktów mięsnych bogatych w białko zwierzęce, tj. czerwonego mięsa, drobiu. Zawarte w nich są związki chemiczne – puryny. Nadmierna podaż puryn powoduje zwiększone stężenie wapnia i kwasu moczowego w wydalonym moczu, co ułatwia formowanie się kamieni nerkowych [39, 40]. Do produktów mogących powodować powstawanie kamieni należą również orzechy. Zawarte w nich szczawiany spożywane w nadmiarze mogą prowadzić do odkładania się kamieni szczawianowo-wapniowych w kanalikach nerkowych [41].

DIETA KETOGENICZNA A KAMICA NERKOWA

W literaturze odnotowano liczne przypadki wystąpienia kamicy nerkowej u osób stosujących dietę ketogeniczną, co zostało opisane szczególnie u pacjentów pediatrycznych chorych na lekooporną padaczkę (DRE), stosujących tę dietę w celach terapeutycznych [42–44].

Zmiany metaboliczne, jakie zachodzą w trakcie stosowania KD, mogą spowodować zwiększone ryzyko wystąpienia kamicy nerkowej. Wśród szczególnie istotnych powiązanych z KD czynników predysponujących do wytworzenia się kamieni wymieniane są: hipocytraturia, hiperkalciuria, hiperoksaluria oraz zmniejszona objętość wydalanego moczu [42]. W trakcie stosowania KD dochodzi do zwiększonej produkcji ketonów powodujących kwasicę metaboliczną, która przyczynia się do spadku pH moczu, zmniejsza wydalanie cytrynianów oraz zwiększa wydalanie wapnia, co zaliczane jest do czynników promujących powstawanie złogów z kwasu moczowego czy szczawianów wapnia [43]. Dodatkowo w diecie ketogenicznej pacjent spożywa duże ilości ryb, czerwonego mięsa, drobiu i roślin strączkowych, które są bogate w puryny, czego konsekwencją jest wzrost poziomu kwasu moczowego [45].

Wpływ modyfikowanej diety Atkinsa (MAD) w terapii lekoopornej padaczki na ryzyko wystąpienia kamicy moczowej badali M.F. Nassar i wsp. Dwudziestu pacjentów z DRE poddano obserwacji oraz wykonano badania: mikroskopową ocenę moczu, analizę wapnia w moczu oraz wskaźnika wapń/kreatynina, przeprowadzono USG jamy brzusznej i miednicy. Dokonano także oceny nasilenia napadów padaczkowych, do czego wykorzystano skalę Chalfonta. Analizy tych badań dokonywano po 3. i 6. miesiącach. U 2 pacjentów (10%), u których przed badaniem nie odnotowano kamieni nerkowych, po 6 miesiącach trwania diety wystąpiła kamica. U obu chorych zwiększony był także wskaźnik wapń/kreatynina, sugerujący hiperkalciurię. Tak wysoki procent występowania kamicy może być jednak powiązany z niedostatecznym przyjmowaniem płynów, biorąc pod uwagę wysokie temperatury panujące w Egipcie, gdzie wykonywano badanie [44].

W badaniu przeprowadzonym przez Draaisma i wsp. obserwowano wpływ diety ketogenicznej na gęstość mineralną kości (*bone mineral density*, BMS). Zbadano 68 dzieci w wieku 0–18 lat pobjętych terapiami różnymi wariantami diet ketogenicznych (klasyczną KD, MCT, MAD oraz LGIT). Zauważono, że u dzieci długotrwale leczonych KD częściej dochodziło do złamań kości, co wiązano z dostrzeżoną tendencją do obniżenia BMS, a u 8,8% zaobserwowano także kamice nerkową, spowodowaną przede wszystkim hiperkalciurią. Odnotowano również wzrost wskaźnika wapń/kreatynina. Autorzy jako opcję terapii zaburzeń gęstości mineralnej kości proponują dożylną terapię bisfosfonianami, które mogą jednocześnie zmniejszyć kamice nerkową, gdy inne leczenie zawiodło [46].

Prakrati Acharya i wsp. w swym artykule zaprezentowali dane pozyskane na podstawie przeglądu literatury z trzech źródeł: EMBASE, MEDLINE i CDSR, sięgające od początku ich istnienia do kwietnia 2020 roku. Po analizie 36 badań, w których uczestniczyło łącznie 2795 pacjentów stosujących w tym czasie dietę ketogeniczną, przy średnim czasie obserwacji ok. 3,5 roku, częstość występowania kamieni nerkowych wyniosła 5,9% (z podziałem na: dzieci – 5,8% i dorośli – 7,9%). Dla porównania w populacji ogólnej na chorobę tę zapada rocznie 0,3% mężczyzn i 0,25% kobiet. U 48,7% chorych występowały kamienie moczowe, następane w kolejności były kamienie wapniowe, które pojawiły się u 36,5% pacjentów [45].

W pracy z 2007 roku A. Sampath i wsp. przedstawili rezultaty kohortowego badania 195 dzieci, u których stosowano dietę ketogeniczną w terapii padaczki. Kamienie nerkowe stwierdzono u 13 badanych (6,7%). Podczas badania chorym

podawano cytrynian potasu w następujących przypadkach: gdy stosunek wapnia do kreatyniny wynosił > 20, w momencie pojawienia się kamieni nerkowych, gdy chorzy stosowali inhibitor anhidrazy węglanowej lub kamienie nerkowe występowały wcześniej w rodzinie pacjenta. Badanie wykazało, że stosowanie cytrynianu potasu zmniejszało ryzyko pojawienia się kamieni i wydłużało czas od rozpoczęcia diety ketogenicznej do obserwacji pierwszego kamienia. Cytrynian potasu to lek solubilizujący wapń, zmniejsza w ten sposób stężenie wolnego wapnia dostępnego do krystalizacji, a także zwiększa pH moczu, umożliwiając rozpuszczanie kryształów kwasu moczowego. Udowodniono także, że stosowanie inhibitorów anhidrazy węglanowej nie zwiększa ryzyka wytrącania kamieni, a alkalizacja moczu obniża rozwój kamicy [47].

Inne badanie z 2023 roku, przeprowadzone przez Yiğithan Güzin i wsp., również dotyczyło częstości pojawiania się kamieni nerkowych u dzieci z padaczką lekooporną stosujących dietę ketogeniczną. Spośród 88 pacjentów, którzy brali udział w badaniu, kamice nerkową wykryto aż u 15 dzieci (17% badanych). Zastosowanie leczenia w postaci cytrynianu potasu również pozwoliło zmniejszyć działania niepożądane u większości chorych, jednak u niektórych wymagane było przeprowadzenie litotrypsji [48].

PODSUMOWANIE

Podsumowując powyższe dane, można stwierdzić, że dieta ketogeniczna może zwiększać ryzyko wytwarzania kamieni nerkowych. Jednakże badania dotyczące tej tematyki dotyczyły zbyt wąskiej grupy badanych (głównie dzieci z padaczką), aby móc jednoznacznie odnieść uzyskane wyniki do populacji ogólnej.

PIŚMIENNICTWO

1. Sorokin I, Mamoulakis C, Miyazawa K, et al. Epidemiology of stone disease across the world. *World J Urol*. 2017;35(9):1301–1320. <https://doi.org/10.1007/S00345-017-2008-6>
2. Soghara A, Bigoniya P. A review on epidemiology and etiology of renal stone. *Am J Drug Discov Dev*. 2017;7(2):54–62. <https://doi.org/10.3923/ajdd.2017.54.62>
3. Ferraro PM, Bargagli M, Trinchieri A, et al. Risk of Kidney Stones: Influence of Dietary Factors, Dietary Patterns, and Vegetarian–Vegan Diets. *Nutrients*. 2020;12(3):779. <https://doi.org/10.3390/NU12030779>
4. Alharbi A, Al-Sowayan NS. The effect of ketogenic-diet on health. *Food Nutr. Sci*. 2020;11(4):301–313. <https://doi.org/10.4236/fns.2020.114022>
5. Shilpa J, Mohan V. Ketogenic diets: Boon or bane? *Indian J Med Res*. 2018;148(3):251–253. https://doi.org/10.4103/ijmr.IJMR_1666_18
6. Pondel N, Liśkiewicz D, Liśkiewicz A. Dieta ketogeniczna – mechanizm działania i perspektywy zastosowania w terapii: dane z badań klinicznych. *Postępy Biochem*. 2020;66(3):270–286. https://doi.org/10.18388/pb.2020_342
7. Myśliwiec M. Kamica nerkowa. *Medycyna po Dyplomie*. 2018;03. <https://podyplomie.pl/medycyna/29990,kamica-nerkowa> (access: 2024.01.02).
8. Song L, Maalouf NM, Feingold KR, et al. Nephrolithiasis. *Endotext*, MDText.com, Inc. 2020. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279069/> (access: 2024.01.02).
9. Matuszewski M. Kamica moczowa – Wytyczne European Association of Urology. *Przegl Urol*. 2016;98(4). <http://www.przegląd-urologiczny.pl/artukul.php?2991> (access: 2024.01.02).
10. Świniarski P. Kamica nerkowa – rodzaje, objawy, leczenie. *Przegl Urol*. 2014;84(2). <http://www.przegląd-urologiczny.pl/artukul.php?2605> (access: 2024.01.02).
11. Shoaq J, Tasian, GE, Goldfarb, DS, et al. The new epidemiology of nephrolithiasis. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2015;22(4):273–278. <https://doi.org/10.1053/j.ackd.2015.04.004>

12. Scales Jr CD, Smith AC, Hanley JM, et al. Prevalence of kidney stones in the United States. *Eur Urol.* 2012;62(1):160–165. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2012.03.052>
13. Śliwa M, Piątkowska N, Kajzar M, et al. Diagnostyka obrazowa kamicy nerkowej. *Gabinet Prywatny.* 2022;29(02):36–42. <https://doi.org/10.57591/GabinetPrywatny.2022.02.vol.29>
14. Duława J. Czynniki rozwoju kamicy nerkowej. *Forum Nefrologiczne.* 2009;2(3):184–188.
15. Różański W, Górkiwicz Z. Analiza budowy krystalicznej 161 kamieni moczowych. *Pamiętnik. XXVJH Kongres Naukowy Polskiego Towarzystwa Urologicznego.* 1998, Cieszyn.
16. Han H, Segal AM, Seifert JL, et al. Nutritional Management of Kidney Stones (Nephrolithiasis). *Clin Nutr Res.* 2015;4(3):137–152. <https://doi.org/10.7762/cnr.2015.4.3.137>
17. Dawson CH, Tomson CR. Kidney stone disease: pathophysiology, investigation and medical treatment. *Clin Med.* 2012;12(5):467–471. <https://doi.org/10.7861/clinmedicine.12-5-467>
18. Ma Q, Fang L, Su R, et al. Uric acid stones, clinical manifestations and therapeutic considerations. *Postgrad Med J.* 2018;94(1114):458–462. <https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2017-135332>
19. Ziemia JB, Matlaga BR. Epidemiology and economics of nephrolithiasis. *Investig Clin Urol.* 2017;58(5):299–306. <https://doi.org/10.4111/icu.2017.58.5.299>
20. Myśliwiec M, Brzóska S. Pierwsze kroki diagnostyczne i terapeutyczne w kolce nerkowej. *Medycyna po Dyplomie.* 2017;11. <https://podyplomie.pl/medycyna/29145.pierwsze-kroki-diagnostyczne-i-terapeutyczne-w-kolce-nerkowej> (access: 2024.01.02).
21. Ray AA, Ghiculete D, Pace KT, et al. Limitations to ultrasound in the detection and measurement of urinary tract calculi. *Urology.* 2010;76(2):295–300. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2009.12.015>
22. Skolarikos A, Jung H, Neisius A, et al. EAU Guidelines on Urolithiasis. *European Association of Urology.* 2023. <https://uroweb.org/guidelines/urolithiasis> (access: 2024.01.02).
23. Desai M, Sun Y, Buchholz N, et al. Treatment selection for urolithiasis: percutaneous nephrolithomy, ureteroscopy, shock wave lithotripsy, and active monitoring. *World J Urol.* 2017;35:1395–1399. <https://doi.org/10.1007/s00345-017-2030-8>
24. Wong K, Raffray M, Roy-Fleming A, et al. Ketogenic Diet as a Normal Way of Eating in Adults With Type 1 and Type 2 Diabetes: A Qualitative Study. *Can J Diabetes.* 2021;45(2):137–143. <https://doi.org/10.1016/J.JCJD.2020.06.016>
25. Shilpa J, Mohan V. Ketogenic diets: Boon or bane? *Indian J Med Res.* 2018;148(3):251. https://doi.org/10.4103/IJMR.IJMR_1666_18
26. Ułamek-Koziol M, Czuczwar SJ, Januszewski S, et al. Ketogenic Diet and Epilepsy. *Nutrients.* 2019;11(10):2510. <https://doi.org/10.3390/NU11102510>
27. de Lima PA, Prudêncio MB, Murakami DK, et al. Effect of classic ketogenic diet treatment on lipoprotein subfractions in children and adolescents with refractory epilepsy. *Nutrition.* 2017;33:271–277. <https://doi.org/10.1016/J.NUT.2016.06.016>
28. Quiroga-Padilla PJ, Briceño C, Mayor LC. Factors associated with initiation of the modified Atkins diet in adults with drug-resistant epilepsy. *Epilepsy Behav.* 2022;129:108620. <https://doi.org/10.1016/J.YEBEH.2022.108620>
29. McDonald TJW, Cervenka MC. Ketogenic Diets for Adult Neurological Disorders. *Neurotherapeutics.* 2018;15:1018–1031. <https://doi.org/10.1007/s13311-018-0666-8>
30. Kayode OT, Rotimi DE, Afolayan OA, et al. Ketogenic diet: A nutritional remedy for some metabolic disorders Ketogenic diet: A nutritional remedy for some metabolic disorders. *J Educ Health Sport.* 2020;10(8):2391–8306. <https://doi.org/10.12775/JEHS.2020.10.08.021>
31. Thibert RL, Pfeifer HH, Larson AM, et al. Low glycemic index treatment for seizures in Angelman syndrome. *Epilepsia.* 2012;53(9):1498–1502. <https://doi.org/10.1111/J.1528-1167.2012.03537.X>
32. Liu YMC. Medium-chain triglyceride (MCT) ketogenic therapy. *Epilepsia.* 2008;49:33–36. <https://doi.org/10.1111/J.1528-1167.2008.01830.X>
33. Kenig S, Petelin A, Vavovec TP, et al. Assessment of micronutrients in a 12-wk ketogenic diet in obese adults. *Nutrition.* 2019;67–68:110522. <https://doi.org/10.1016/J.NUT.2019.06.003>
34. Zilberter T, Zilberter Y. Ketogenic Ratio Determines Metabolic Effects of Macronutrients and Prevents Interpretive Bias. *Front Nutr.* 2018;5:75. <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00075>
35. Alharbi A, Al-Sowayan NS. The Effect of Ketogenic-Diet on Health. *Food Nutr Sci.* 2020;11:301–313. <https://doi.org/10.4236/FNS.2020.114022>
36. The Ketone Diet – Scientific Rationale, Proven Health Benefits, Advantages and Disadvantages n.d. <https://cyberleninka.ru/article/n/the-ketone-diet-scientific-rationale-proven-health-benefits-advantages-and-disadvantages/viewer> (access: 2023.12.28).
37. Krishnan D, Mehndiratta C, Agrawal T. Ketogenic Diet as Medical Nutrition Therapy. *JoSH – Diabetes.* 2019;7(02):73–76. <https://doi.org/10.1055/S-0039-3402528>
38. Musciogiuri G, Barrea L, Laudisio D, et al. The management of very low-calorie ketogenic diet in obesity outpatient clinic: A practical guide. *J Transl Med.* 2019;17:1–9. <https://doi.org/10.1186/s12967-019-2104-z>
39. Nalini HS, Manickavasakam K, Tjomas MW. Prevalence and risk factors of kidney stone. *GJRA.* 2016;5(3):183–187. <https://doi.org/10.36106/GJRA>
40. TurneyBW, Appleby PN, Reynard JM, et al. Diet and risk of kidney stones in the Oxford cohort of the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). *Eur J Epidemiol.* 2014;29:363–369. <https://doi.org/10.1007/s10654-014-9904-5>
41. Garland V, Herlitz L, Regunathan-Shenk R. Diet-induced oxalate nephropathy from excessive nut and seed consumption. *BMJ Case Reports CP.* 2020;13(11):e237212. <https://doi.org/10.1136/bcr-2020-237212>
42. Joshi S, Shi R, Patel J, Risks of the ketogenic diet in CKD – the con part. *Clin. Kidney J.* 2024;17(1):1–5. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfad274>
43. Siener R, Metzner C, Dietary weight loss strategies for kidney stone patients. *World J Urol.* 2023;41:1221–1228. <https://doi.org/10.1007/s00345-022-04268-w>
44. Nassar MF, El-Rashidy OF, Abdelhamed MH, et al. Modified Atkins diet for drug-resistant epilepsy and the risk of urolithiasis. *Pediatr Res.* 2022;91:149–153. <https://doi.org/10.1038/s41390-021-01732-y>
45. Acharya P, Acharya C, Thongprayoon C, et al. Incidence and Characteristics of Kidney Stones in Patients on Ketogenic Diet: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Diseases.* 2021;9(2):39. <https://doi.org/10.3390/diseases9020039>
46. Draaisma JMT, Hampsink BM, Janssen M, et al. The Ketogenic Diet and Its Effect on Bone Mineral Density: A Retrospective Observational Cohort Study. *Neuropediatrics* 2019;50(6):353–358. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1693059>
47. Sampath A, Kossoff EH, Furth SL, et al. Kidney stones and the ketogenic diet: risk factors and prevention. *J Child Neurol.* 2007;22(4):375–378. <https://doi.org/10.1177/0883073807301926>
48. Güzin Y, Yılmaz Ü, Devrim F, Dinçel N, et al. Kidney Stones in Epileptic Children Receiving Ketogenic Diet: Frequency and Risk Factors. *Neuropediatrics.* 2023;54(5): 308–314. <https://doi.org/10.1055/s-0043-1768987>