

OCENA POTENCJAŁU BIOLOGICZNEGO I KLINICZNEGO DIETY PALEOLITYCZNEJ

EVALUATION OF BIOLOGICAL AND CLINICAL POTENTIAL OF PALEOLITHIC DIET

Łukasz M. Kowalski, Jacek Bujko

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

Słowa kluczowe: *dieta, ewolucja biologiczna, choroba przewlekła, promocja zdrowia*

Key words: *diet, biological evolution, chronic disease, health promotion*

STRESZCZENIE

Rosnąca liczba dowodów sugeruje, że pożywienie konsumowane regularnie przez większą część ewolucji naczelnych i człowieka, szczególnie w Paleolicie (2,6 – 0,01 x 10⁶ lat temu), może być optymalne dla prewencji i leczenia niektórych chorób przewlekłych. Jednakże, we współczesnych zachodnich populacjach co najmniej 70% dziennego spożycia stanowi pożywienie rzadko lub nigdy nie konsumowane przez paleolitycznych łowców-zbieraczy, włączając zboża, produkty nabiałowe oraz rafinowane cukry i wysokoprzetworzone tłuszcze. Dodatkowo, w oparciu o ostatnio opublikowane oszacowania spożycia makroskładników i kwasów tłuszczowych we Wschodnioafrykańskiej diecie paleolitycznej, diety paleolityczne w porównaniu do diet zachodnich zawierały więcej białka i długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych oraz mniej kwasu linolowego. Badania obserwacyjne łowców-zbieraczy i innych populacji niezachodnich wspierają pogląd, że paleolityczny typ diety może zmniejszać ryzyko chorób sercowo-naczyniowych, zespołu metabolicznego, cukrzycy typu 2, nowotworów, trądziku pospolitego i krótkowzroczności. Wstępne badania interwencyjne z użyciem współczesnej diety opartej na paleolitycznych grupach pożywienia również wykazały obiecujące rezultaty z korzystnymi zmianami czynników ryzyka chorób sercowo-naczyniowych i cukrzycy. Rosnąca liczba dowodów wspiera pogląd, że spożycie wysokoglikemicznej żywności i insulintropowych produktów nabiałowych jest związane z patogenezą i progresją trądziku pospolitego w krajach zachodnich. W tym kontekście, wartość terapeutyczną może mieć naśladowanie cech charakterystycznych diet łowców-zbieraczy i innych niezachodnich populacji. Dodatkowo, większa liczba badań jest potrzebna do określenia wpływu gliadyny, różnych lektyn i saponin na przepuszczalność jelitową i patogenezę chorób autoimmunologicznych.

ABSTRACT

Accumulating evidences suggest that foods that were regularly consumed during the human primates and evolution, in particular during the Paleolithic era (2.6 – 0.01 x 10⁶ years ago), may be optimal for the prevention and treatment of some chronic diseases. It has been postulated that fundamental changes in the diet and other lifestyle conditions that occurred after the Neolithic Revolution, and more recently with the beginning of the Industrial Revolution are too recent taking into account the evolutionary time scale for the human genome to have completely adjust. In contemporary Western populations at least 70% of daily energy intake is provided by foods that were rarely or never consumed by Paleolithic hunter-gatherers, including grains, dairy products as well as refined sugars and highly processed fats. Additionally, compared with Western diets, Paleolithic diets, based on recently published estimates of macronutrient and fatty acid intakes from an East African Paleolithic diet, contained more proteins and long-chain polyunsaturated fatty acids, and less linoleic acid. Observational studies of hunter-gatherers and other non-western populations lend support to the notion that a Paleolithic type diet may reduce the risk of cardiovascular disease, metabolic syndrome, type 2 diabetes, cancer, acne vulgaris and myopia.

Moreover, preliminary intervention studies using contemporary diet based on Paleolithic food groups (meat, fish, shellfish, fresh fruits and vegetables, roots, tubers, eggs, and nuts), revealed promising results including favorable changes in risk factors, such as weight, waist circumference, C-reactive protein, glycated haemoglobin (HbA1c), blood pressure, glucose tolerance, insulin secretion, insulin sensitivity and lipid profiles. Low calcium intake, which is often considered as a potential disadvantage of the Paleolithic diet model, should be weighed against the low content of phytates and the low content

Adres do korespondencji: Łukasz Kowalski, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, 02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159C, tel. +48 22 59 37 030, fax: +48 22 59 37 031 e-mail: lukasz_kowalski@sggw.pl

of sodium chloride, as well as the high amount of net base yielding vegetables and fruits. Increasing number of evidences supports the view that intake of high glycemic foods and insulinotropic dairy products is involved in the pathogenesis and progression of acne vulgaris in Western countries. In this context, diets that mimic the nutritional characteristics of diets found in hunter-gatherers and other non-western populations may have therapeutic value in treating acne vulgaris. Additionally, more studies is needed to determine the impact of gliadin, specific lectins and saponins on intestinal permeability and the pathogenesis of autoimmune diseases.

WSTĘP

Zalecenia żywieniowe mające na celu prewencje chorób cywilizacyjnych w głównej mierze opierają się na badaniach epidemiologicznych. Jednakże, ze względu na ograniczenia w metodologii i brak ewidentnych efektów tych zaleceń, a także w celu pełniejszego zrozumienia wieloczynnikowych przyczyn chorób cywilizacyjnych rozważa się również przydatność informacji uzyskiwanych dzięki rozwojowi medycyny ewolucyjnej [46].

Dostępne dowody dotyczące przebiegu ewolucji człowieka wskazują, że rozdzielenie linii genealogicznych ludzi i szympanów nastąpiło około $8-6 \times 10^6$ lat temu [19]. Od momentu pojawienia się pierwszych homininów, na ziemi żyło co najmniej 20 gatunków naczelnych, które prawdopodobnie poruszały się na dwóch nogach [10]. Homininy, tak samo jak inne organizmy ewoluowały przez miliony lat przystosowując się do zmieniających się okoliczności w wyniku doboru naturalnego.

Z ewolucyjnego punktu widzenia pożywienie prawdopodobnie jest najbardziej odpowiednie dla poszczególnych gatunków, gdy było konsumowane regularnie przez większą część ich ewolucji umożliwiając dostosowanie się metabolizmu i fizjologii [46]. Jednocześnie gruntowne zmiany warunków ewolucji człowieka, włączając zmiany w sposobie żywienia, które zostały zapoczątkowane wraz z upowszechnieniem rolnictwa i udomowieniem zwierząt zaszły zbyt szybko w ewolucyjnej skali czasu, by w wyniku doboru naturalnego ludzki genom został do nich przystosowany. Z tego względu uznaje się, że rekonstrukcja sposobu żywienia homininów prowadzących łowiecko-zbieracki tryb życia, a szczególnie homininów zamieszkujących paleolityczne środowiska może pomóc zrozumieć potrzeby żywieniowe współczesnych ludzi [17, 42]. Paleolit nazywany również starszą epoką kamienną rozpoczął się około $2,6 \times 10^6$ lat temu wraz z powstaniem pierwszych kamiennych narzędzi i trwał do około 10×10^3 lat temu, gdy zaczęto uprawiać ziemię i udomowiono zwierzęta [58]. Sposób żywienia naszych przodków w tym okresie uzależniony był od klimatu i naturalnych zasobów zajmowanego siedliska. Jednakże bez względu na te różnice podstawowym źródłem pożywienia były, spożywane w różnych proporcjach: mięso dzikich zwierząt, ryby, skorupiaki, owoce, warzywa korzenio-

we i bulwiaste (podziemne organy spichrzowe roślin), warzywa liściaste, orzechy, jaja oraz owady i larwy [46].

STAN ZDROWIA ŁOWCÓW-ZBIERACZY

Dane etnograficzne pokazują, że w społecznościach łowców-zbieraczy w porównaniu do współczesnych zachodnich populacji występowanie chorób układu sercowo-naczyniowego, zespołu metabolicznego, cukrzycy typu 2 [19, 21], nowotworów [5, 16, 21, 23], trądziku pospolitego [6, 11] oraz krótkowzroczności [8] było bardzo niskie. Oszacowana oczekiwana długość życia wśród żyjących współcześnie łowców-zbieraczy była poniżej 40 lat, co wiązało się głównie z wysoką śmiertelnością niemowląt i dzieci, a także wyjątkowo niebezpiecznym stylem życia [18]. Ponadto badane w tych grupach biomarkery nie wskazywały na wzrost ryzyka rozwoju przewlekłych chorób degeneracyjnych wraz z wiekiem.

Średnia wartość wskaźnika masy ciała (BMI) wśród żyjących współcześnie łowców-zbieraczy mieściła się w normie ($21,2 \text{ kg/m}^2$) [19], a grubość fałdów skórno-tłuszczowych w tych grupach była zazwyczaj ponad dwukrotnie mniejsza niż u będących w tym samym wieku przedstawicieli populacji zachodnich [21]. Współcześni łowcy-zbieracze w porównaniu do przedstawicieli populacji zachodnich posiadali nie tylko niższą zawartość tkanki tłuszczowej w organizmie, ale również wyższą zawartość tkanki mięśniowej [20].

Badane społeczności łowców-zbieraczy charakteryzowały się niezwykle rzadkim występowaniem nadciśnienia tętniczego [19]. Średnia wartość ciśnienia skurczowego i rozkurczowego w badanych grupach łowców-zbieraczy wynosiła odpowiednio: 100-110 / 70-75 mmHg [21]. W tych samych badaniach obserwowano również brak wzrostu ciśnienia tętniczego wraz z wiekiem, co jest charakterystyczne dla populacji zachodnich.

Wrażliwość insulinowa zbadana w ostatnim stuleciu w pięciu różnych grupach łowców zbieraczy z trzech różnych kontynentów była niezwykle wysoka [21]. Obecnie w krajach zachodnich insulinooporność jest powszechnym zjawiskiem [19]. W porównaniu do populacji zachodnich obserwowano, także niższe stężenie leptyny w surowicy krwi u utrzymujących się ze zbieractwa i łowiectwa oraz ogrodnictwa mieszkańców wyspy Kitava [48].

Podczas ostatniego stulecia stężenie cholesterolu całkowitego w surowicy krwi zostało zbadane w sześciu różnych grupach łowców-zbieraczy żyjących na czterech różnych kontynentach. Średnia dla tych grup wynosiła 123 mg/dl. Ponadto w żadnej z tych grup średnie stężenie cholesterolu całkowitego w surowicy krwi nie przekraczało 150 mg/dl [21]. Jednocześnie choroby cywilizacyjne stawały się powszechne we współczesnych społecznościach łowiecko-zbierackich, które przejmowały rolniczy tryb życia, co wskazuje na brak genetycznej protekcji przeciw chorobom cywilizacyjnym [13, 39].

Interesujące jest również, że ze względu na własności strukturalne, odnajdywane kości homininów żyjących w późnym Paleolicie mają cechy charakterystycznych dla współczesnych sportowców wyczynowych [20, 57]. Ponadto badania przeprowadzone na współczesnych łowcach-zbieraczach wskazują, że ich wydolność tlenowa i siła mięśniowa były znacznie wyższe od będących w tym samym wieku przedstawicieli populacji zachodnich [20, 21].

Sposób żywienia, obowiązkowa aktywność fizyczna i biomarkery łowców-zbieraczy żyjących współcześnie uznawane są w znacznym stopniu za reprezentatywne dla łowców-zbieraczy żyjących około $100\text{-}50 \times 10^3$ lat temu [17]. Jednakże należy mieć na uwadze, że współcześni łowcy-zbieracze w wyniku rozprzestrzeniania się rolnictwa byli często zmuszeni do zajmowania marginalnych środowisk, co również mogło mieć wpływ na ich stan zdrowia i długowieczność [19].

REKONSTRUKCJA DIETY PALEOLITYCZNEJ

Sposób żywienia paleolitycznych łowców-zbieraczy rekonstruowany jest przy wykorzystaniu wielu dziedzin nauki, włączając biologię, archeologię, antropologię, anatomię porównawczą, genetykę, naukę o żywieniu i patofizjologię [43].

Dostępne dowody wskazują, że wszystkie gatunki homininów (włączając najwcześniejsze) były wszystkożerne [9, 56]. Jednakże przeprowadzone analizy mechanizmów biochemicznych i metabolicznych nie pozwalają w sposób jednoznaczny określić proporcji pożywienia roślinnego i zwierzęcego w diecie naszych paleolitycznych przodków [45]. Jak wynika z zapisu kopalnego, ewolucja paleolitycznych homininów do anatomicznie współczesnych ludzi najprawdopodobniej miała miejsce w ekosystemie lądowo-wodnym Afryki Wschodniej, przy dostępie do pożywienia charakteryzującego się wysoką zawartością żelaza hemowego, jodu, cynku, miedzi, selenu, witamin A i D oraz kwasów tłuszczowych z rodziny omega-3 pochodzenia roślinnego i zwierzęcego [43].

Produkty zbożowe, mleko i produkty mleczne, rafinowane cukry i wysokoprzetworzone tłuszcze oraz alkohol stanowią obecnie 72,1% całkowitej energii dostarczanej we współczesnej diecie zachodniej [10]. Jednakże w okresie Paleolitu wymienione produkty i grupy produktów spożywczych nie stanowiły istotnego elementu diety. Ich wprowadzenie do diety ludzi po upowszechnieniu rolnictwa i udomowieniu zwierząt przyczyniło się do zmiany następujących parametrów żywieniowych: ładunek glikemiczny, proporcje kwasów tłuszczowych, proporcje makroskładników, gęstość mikroskładników, bilans kwasowo-zasadowy, proporcja potas: sód i zawartość błonnika pokarmowego [10]. Każdy z wymienionych parametrów żywieniowych sam lub w połączeniu z innymi może mieć wpływ na prewencję i leczenie chorób cywilizacyjnych.

Dotychczas przeprowadzono kilka prób rekonstrukcji diety paleolitycznych homininów opierając się na danych etnograficznych dotyczących sposobów utrzymania się przy życiu łowców-zbieraczy żyjących współcześnie oraz współczesnych analizach zawartości składników pokarmowych nie udomowionych zwierząt i dzikich roślin [9, 12].

W najnowszej analizie *Kuipers* i wsp. [43] oszacowali spożycie makroskładników i kwasów tłuszczowych dla licznych sposobów utrzymania się przy życiu (proporcje spożycia pożywienia roślinnego i zwierzęcego w przedziałach 70/30-30/70 % całkowitej energii dostarczanej) paleolitycznych łowców-zbieraczy żyjących w Afryce Wschodniej. Przeanalizowano selektywne i nieselektywne sposoby utrzymania się przy życiu na obszarach sawanny, ekosystemu lądowo-wodnego i kombinacji obu. Przy czym przyjęto dwa patofizjologiczne ograniczenia: spożycie białka < 35% całkowitej energii dostarczanej i spożycie kwasu linolenowego > 1% całkowitej energii dostarczanej. Uzyskane w tej analizie zakresy median i zakresy całkowite, obrazujące przy jakim spożyciu składników pokarmowych prawdopodobnie kształtował się ludzki metabolizm i fizjologia, przedstawiały się następująco: 25-29% (zakres całkowity: 8-35%) całkowitej energii dostarczanej z białka, 39-40% (zakres całkowity: 19-48%) całkowitej energii dostarczanej z węglowodanów i 30-39% (zakres całkowity: 20-72%) całkowitej energii dostarczanej z tłuszczu. W porównaniu do współczesnej diety zachodniej, dieta paleolityczna w tej analizie charakteryzowała się wyższą zawartością długołańcuchowych kwasów tłuszczowych z rodzin *omega-3* (2,26-17,0 g/dzień) i *omega-6* (2,54-8,84 g/dzień), ale niższą zawartością kwasu linolenowego (2,3-3,6% całkowitej energii dostarczanej). Proporcje kwas linolenowy/kwas linolowy i długołańcuchowe kwasy tłuszczowe z rodziny *omega-3*/długołańcuchowe kwasy tłuszczowe z rodziny *omega-6*, wynosiły odpowiednio: 1,12-1,64 g i 0,84-1,92 g. Oszacowane spożycie nasyconych

kwasów tłuszczowych było wyższe niż uzyskane w poprzednich próbach rekonstrukcji diety paleolitycznej (11,4-12,0% całkowitej energii dostarczonej; zakres całkowity: 6,8-19%). Jednakże biorąc pod uwagę różnorodność analizowanych sposobów utrzymania się przy życiu łowców-zbieraczy, proporcje makroskładników i kwasów tłuszczowych w wykazującej terapeutyczne właściwości diecie paleolitycznej przypuszczalnie mieszczą się w szerokich przedziałach. Jednocześnie w przypadku formułowania współczesnej diety paleolitycznej istotne znaczenie wydaje się mieć eliminacja produktów i grup produktów spożywczych, które nie stanowiły istotnego elementu diety naszych przodków przed upowszechnieniem rolnictwa i udomowieniem zwierząt [45]. Rosnąca liczba dowodów wskazuje, że występujące w tych produktach i grupach produktów spożywczych specyficzne lektyny [39] oraz białka [41, 50] mogą zwiększać ryzyko występowania niektórych przewlekłych chorób degeneracyjnych.

BADANIA EKSPERYMENTALNE DIETY PALEOLITYCZNEJ

Dotychczas jedynie w kilku badaniach eksperymentalnych sprawdzano wpływ współczesnej diety paleolitycznej na czynniki ryzyka i leczenie przewlekłych chorób degeneracyjnych [26, 33, 34, 36, 37, 38, 47, 53]. Jednakże wyniki przeprowadzonych eksperymentów wspierane przez badania przeprowadzone na współczesnych łowcach-zbieraczach są obiecujące i zachęcają do kontynuowania doświadczeń.

Na szczególną uwagę zasługują dwie randomizowane kontrolowane próby przeprowadzone przez *Lindeberg* i wsp. [47] oraz *Jönsson* i wsp. [37]. Typowa współczesna dieta paleolityczna do której przestrzegania zobowiązane były osoby podczas tych badań oparta była na chudym mięsie, rybach, owocach, warzywach liściastych, kapustnych i korzeniowych, jajach oraz orzechach. Jednocześnie wykluczone były: mleko i produkty mleczne, produkty zbożowe, warzywa strączkowe, rafinowane oleje, cukier, słodycze, napoje typu „soft drink”, piwo oraz żywność z dodatkiem soli. W ograniczonej ilości dozwolone były: jaja ($\leq 1-2$ na dzień), orzechy (preferowane orzechy włoskie), suszone owoce, ziemniaki ($\leq 1-2$ średniej wielkości na dzień), olej rzepakowy lub oliwa z oliwek (≤ 1 łyżka stołowa), wino (≤ 1 lampka na dzień). Spożycie pozostałych pokarmów nie zostało ograniczone.

Lindeberg i wsp. [47] w badaniach wykonanych z udziałem 29 mężczyzn z chorobą niedokrwienną serca, zaburzoną tolerancją glukozy lub cukrzycą typu 2, wykazali większą poprawę tolerancji glukozy po 12 tygodniach stosowania diety paleolitycznej w porównaniu do diety śródziemnomorskiej. Zaobserwowano również,

że lepsza tolerancja glukozy stwierdzona u osób na diecie paleolitycznej nie była związana z obniżeniem masy ciała i obwodu w pasie, a także nie była zależna od ilości dostarczonej energii i spożycia węglowodanów. W drugim badaniu na 13 pacjentach z cukrzycą typu 2, *Jönsson* i wsp. [37] wykazali, że stosowanie diety paleolitycznej w porównaniu do konwencjonalnej diety zalecanej pacjentom z cukrzycą typu 2 doprowadziło po 3 miesiącach do większego obniżenia poziomu hemoglobiny glikowanej (HbA1c), triacylogliceroli (TAG), ciśnienia rozkurczowego, masy ciała i obwodu w pasie oraz wzrostu stężenia cholesterolu HDL w surowicy krwi. Dodatkowo u osób na diecie paleolitycznej zaobserwowano większą tendencję spadkową dla glukozy w surowicy krwi na czczo i dla ciśnienia skurczowego. W przypadku obu badań dieta paleolityczna charakteryzowała się niską zawartością wapnia. Jednakże wpływ diety paleolitycznej na bilans wapnia w organizmie prawdopodobnie może być korzystny ze względu na niską zawartość fitynianów [22] i chlorku sodu [24, 25, 27, 28], a także wysokie spożycie warzyw i owoców mających właściwości zasadowotwórcze [25, 28], co wymaga potwierdzenia w badaniach.

Interesujące wyniki uzyskali również *Frassetto* i wsp. [26] w niekontrolowanym badaniu na 9 zdrowych osobach z nadwagą. W badaniu tym stosowanie diety paleolitycznej przez 10 dni, bez utraty masy ciała, przełożyło się na poprawę ciśnienia rozkurczowego, tolerancji glukozy i wrażliwości insulinowej. Dieta paleolityczna przyczyniła się również do znacznego obniżenia cholesterolu całkowitego, cholesterolu LDL i TAG w surowicy krwi. Warto odnotować, że u wszystkich badanych osób zaobserwowano poprawę mierzonych parametrów.

POTENCJALNE ZASTOSOWANIE DIETY PALEOLITYCZNEJ I OBSZAR PRZYSZŁYCH BADAŃ

W kontekście leczenia otyłości i chorób związanych, interesujące jest, że w badaniu *Jönsson* i wsp. [37] dieta paleolityczna mimo niższej zawartości błonnika pokarmowego hamowała w większym stopniu uczucie łaknienia niż dieta zbilansowana zalecana pacjentom z cukrzycą typu 2. Szczególnie silny wpływ diety paleolitycznej na uczucie sytości w tym badaniu mógł mieć związek z niską zawartością lektyn ze zbóż. *Jönsson* i wsp. [39] postulowali, że ludzki system leptynowy nie jest przystosowany do diety opartej na zbożach, a w szczególności do specyficznych lektyn w nich zawartych, które wiążąc się ze strukturami cukrowymi receptorów błonowych mogą prowadzić do leptynoporności. Ta sama grupa badawcza ostatnio wykazała, że dieta paleolityczna miała taki sam wpływ na uczucie

sytości jak dieta śródziemnomorska, ale przy niższym spożyciu energii w ciągu dnia. Wykazano także trend w kierunku stosunkowo większego obniżenia stężenia leptyny w surowicy krwi na diecie paleolitycznej [38].

Jönsson i wsp. (36) w randomizowanym kontrolowanym badaniu na udomowionych świniami wykazali niższe stężenie białka C-reaktywnego po 15 miesiącach karmienia zwierząt dietą paleolityczną w porównaniu do diety opartej na zbożach. Biorąc pod uwagę wyniki tego badania, jak również zdolność jednej z lektyn zbożowych (aglutyliny z kielków pszenicy) do aktywacji płytek krwi i cząsteczek adhezyjnych [52] oraz wiązania się z makrofagami i komórki mięśni gładkich w ścianach tętnic [15, 40] zasadne wydaje się przeprowadzenie badań diety paleolitycznej określających jej wpływ na funkcjonowanie śródbłonna naczyń krwionośnych. Ponadto dowody, pochodzące w znacznej mierze z badań interwencyjnych na zwierzętach [46] oraz obserwacyjnych [41, 44] wskazuje, że główne białko mleka (kazeina), a w szczególności wariant A1 *beta*-kazeiny może posiadać właściwości aterogenne. Jednocześnie mając na uwadze wyniki badania *Frassetto* i wsp. [26], właściwości zasadowotwórcze diety paleolitycznej oraz niską zawartość sodu [24, 25, 27, 28] w tej diecie zasadne wydaje się przeprowadzenie badań określających potencjał terapeutyczny diety paleolitycznej w porównaniu do diety DASH (ang. *Dietary Approaches to Stop Hypertension*) [4] u pacjentów z nadciśnieniem tętniczym.

Wnioski z artykułu przeglądowego *Cordain* i wsp. [14] wskazują, że poprzez eliminację lektyn ze zbóż i warzyw strączkowych możliwe jest obniżenie peryferyjnej stymulacji antygenowej, a tym samym złagodzenie symptomów chorób autoimmunologicznych u niektórych pacjentów. Autorzy tej pracy przedstawili dowody wskazujące, że lektyny ze zbóż i warzyw strączkowych mogą zwiększać translokacje bakterii jelitowych i żywieniowych antygenów poprzez zwiększanie przepuszczalności jelitowej oraz wywoływanie przerostu bakteryjnego jelita cienkiego. Ponadto wyniki badań omówione w tej pracy wskazują, że lektyny posiadają potencjał umożliwiający interakcję z komponentami układu odpornościowego, mającymi wpływ na procesy autoimmunologiczne. Dodatkowo przepuszczalność jelitową mogą zwiększać inne składniki pokarmowe charakterystyczne dla współczesnej diety zachodniej, takie jak: gliadyna [62], *alfa*-solanina i *alfa*-chakonina [55]. Jednakże dotychczas nie przeprowadzono badań, których celem byłoby potwierdzenie terapeutycznego wpływu diety paleolitycznej w przypadku pacjentów z chorobami autoimmunologicznymi.

Autorzy prac przeglądowych [6, 11] postulowali, że analiza czynników żywieniowych charakterystycznych dla diet społeczności, w których nie zaobserwowano śladów występowania trądzika pospolitego, takich jak

wyspiarze Kitava, powinna być punktem wyjścia dla planowanych badań interwencyjnych określających wpływ żywienia na leczenie trądzika pospolitego. *Smith* i wsp. [59, 60, 61] wykazali ostatnio, że diety charakteryzujące się wysokim ładunkiem glikemicznym mogą nasilać objawy trądzika pospolitego. Ponadto w kilku badaniach obserwacyjnych [1, 2, 3] wykazano pozytywny związek między występowaniem trądzika pospolitego a konsumpcją mleka ogółem i chudego mleka, co zdaniem autorów może mieć związek z obecnością w mleku hormonów i bioaktywnych cząsteczek. Wpływ mleka na rozwój trądzika pospolitego może mieć również związek z właściwościami silnie insulinotropowymi mleka, fermentowanych produktów mlecznych i lodów [29, 31, 32, 49, 51, 54]. Dodatkowo w kontekście leczenia trądzika pospolitego oraz innych chorób przewlekłych należy odnotować, że mleko zwiększa stężenie wolnego insulinopodobnego czynnika wzrostu-1 (IGF-1) i proporcję IGF-1/białko wiążące insulinopodobny czynnik wzrostu-3 (IGFBP-3) w surowicy krwi w większym stopniu niż mięso [30]. Stymulowane przez insulinę obniżenie stężenia krążącego IGFBP-3 wiążące się ze wzrostem biodostępności IGF-1 może mieć wpływ na obniżenie transkrypcji antyproliferacyjnych genów aktywowanych przez retinoidy, co poprzez proliferację komórek i wzrost różnych tkanek może promować występowanie m.in. trądzika pospolitego, krótkowzroczności, zespołu policystycznych jajników, a także zwiększać ryzyko rozwoju niektórych nowotworów [7]. Z wyżej przedstawionych względów w przypadku osób z trądzikiem pospolitym celowe wydaje się przeprowadzenie badań interwencyjnych, które określiłyby wpływ diety opartej na paleolitycznych grupach produktów spożywczych.

Znaczny potencjał terapeutyczny może również wykazywać żywność funkcjonalna wytwarzana w oparciu o informacje uzyskiwane poprzez rekonstruowanie stylu życia i sposobu żywienia paleolitycznych łowców-zbieraczy [35].

PODSUMOWANIE

Obiektywne interpretowanie danych z piśmiennictwa naukowego z ewolucyjnego punktu widzenia niewątpliwie może pomóc zrozumieć złożone relacje między sposobem żywienia a zdrowiem. Dostępne dowody wskazują, że dieta paleolityczna może mieć szczególne zastosowanie w prewencji i leczeniu otyłości, zespołu metabolicznego, cukrzycy typu 2, chorób autoimmunologicznych i trądzika pospolitego, co stanowi interesujący obszar przyszłych badań.

PIŚMIENICTWO

1. Adebamowo C.A., Spiegelman D., Berkey C.S., Danby F.W., Rockett H.H., Colditz G.A., Willett W.C., Holmes M.D.: Milk consumption and acne in adolescent girls. *Dermatol Online J.* 2006, 30, 12:1.
2. Adebamowo C.A., Spiegelman D., Berkey C.S., Danby F.W., Rockett H.H., Colditz G.A., Willett W.C., Holmes M.D.: Milk consumption and acne in teenaged boys. *J Am Acad Dermatol.* 2008, 58, 787-793.
3. Adebamowo C.A., Spiegelman D., Danby F.W., Frazier A.L., Willett W.C., Holmes M.D.: High school dietary dairy intake and teenage acne. *J Am Acad Dermatol.* 2005, 52, 207-214.
4. Al-Solaiman Y., Jesri A., Mountford W.K., Lackland D.T., Zhao Y., Egan B.M.: DASH lowers blood pressure in obese hypertensives beyond potassium, magnesium and fibre. *J Hum Hypertens.* 2010, 24, 237-246.
5. Capasso L.L.: Antiquity of cancer. *Int J Cancer.* 2005, 113, 2-13.
6. Cordain L.: Implications for the role of diet in acne. *Semin Cutan Med Surg.* 2005, 24, 84-91.
7. Cordain L., Eades M.R., Eades M.D.: Hyperinsulinemic diseases of civilization: more than just Syndrome X. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol.* 2003, 136, 95-112.
8. Cordain L., Eaton S.B., Brand Miller J., Lindeberg S., Jensen C.: An evolutionary analysis of the aetiology and pathogenesis of juvenile-onset myopia. *Acta Ophthalmol Scand.* 2002, 80, 125-135.
9. Cordain L., Eaton S.B., Miller J.B., Mann N., Hill K.: The paradoxical nature of hunter-gatherer diets: meat-based, yet non-atherogenic. *Eur J Clin Nutr* 56 Suppl. 2002, 1, S42-S52.
10. Cordain L., Eaton S.B., Sebastian A., Mann N., Lindeberg S., Watkins B.A., O'Keefe J.H., Brand-Miller J.: Origins and evolution of the Western diet: health implications for the 21st century. *Am J Clin Nutr.* 2005, 81, 341-354.
11. Cordain L., Lindeberg S., Hurtado M., Hill K., Eaton S.B., Brand-Miller J.: Acne vulgaris: a disease of Western civilization. *Arch Dermatol.* 2002, 138, 1584-1590.
12. Cordain L., Miller J.B., Eaton S.B., Mann N., Holt S.H., Speth J.D.: Plant-animal subsistence ratios and macronutrient energy estimations in worldwide hunter-gatherer diets. *Am J Clin Nutr.* 2000, 71, 682-692.
13. Cordain L., Miller J., Mann N.: Scant evidence of periodic starvation among hunter-gatherers. *Diabetologia* 1999, 42, 383-384.
14. Cordain L., Toohy L., Smith M.J., Hickey M.S.: Modulation of immune function by dietary lectins in rheumatoid arthritis. *Br J Nutr.* 2000, 83, 207-217.
15. Davis H.R., Glagov S.: Lectin binding to distinguish cell types in fixed atherosclerotic arteries. *Atherosclerosis* 1986, 61, 193-203.
16. Dewayly E., Mulvad G., Sloth Pedersen H., Hansen J.C., Behrendt N., Hart Hansen J.P.: Inuit are protected against prostate cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2003, 12, 926-927.
17. Eaton S.B.: The ancestral human diet: what was it and should it be a paradigm for contemporary nutrition? *Proc Nutr Soc.* 2006, 65, 1-6.
18. Eaton S.B., Cordain L., Lindeberg S.: Evolutionary health promotion: a consideration of common counterarguments. *Prev Med.* 2002, 34, 119-123.
19. Eaton S.B., Cordain L., Sebastian A.: The Ancestral Biomedical Environment. W: *Endothelial Biomedicine.* W.C. Aird (Ed), Cambridge University Press 2007, 129-134.
20. Eaton S.B., Eaton S.B.: An evolutionary perspective on human physical activity: implications for health. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol.* 2003, 136, 153-159.
21. Eaton S.B., Konner M., Shostak M.: Stone Agers in the fast lane: chronic degenerative diseases in evolutionary perspective. *Am J Med.* 1988, 84, 739-749.
22. Eaton S.B., Nelson D.A.: Calcium in evolutionary perspective. *Am J Clin Nutr.* 1991, 54, 281S-287S.
23. Eaton S.B., Pike M.C., Short R.V., Lee N.C., Trussell J., Hatcher R.A., Wood J.W., Worthman C.M., Jones N.G., Konner M.J., et al.: Women's reproductive cancers in evolutionary context. *Q Rev Biol.* 1994, 69, 353-367.
24. Frassetto L.A., Morris R.C. Jr., Sellmeyer D.E., Sebastian A.: Adverse effects of sodium chloride on bone in the aging human population resulting from habitual consumption of typical American diets. *J Nutr.* 2008, 138, 419S-422S.
25. Frassetto L., Morris R.C. Jr., Sellmeyer D.E., Todd K., Sebastian A.: Diet, evolution and aging--the pathophysiologic effects of the post-agricultural inversion of the potassium-to-sodium and base-to-chloride ratios in the human diet. *Eur J Nutr.* 2001, 40, 200-213.
26. Frassetto L.A., Schloetter M., Mietus-Synder M., Morris R.C. Jr., Sebastian A.: Metabolic and physiologic improvements from consuming a paleolithic, hunter-gatherer type diet. *Eur J Clin Nutr.* 2009, 63, 947-955.
27. Heaney R.P.: Role of dietary sodium in osteoporosis. *J Am Coll Nutr.* 2006, 25, 271S-276S.
28. Heaney R.P., Layman D.K.: Amount and type of protein influences bone health. *Am. J. Clin. Nutr.* 2008, 87, 1567S-1570S.
29. Holt S.H., Miller J.C., Petocz P.: An insulin index of foods: the insulin demand generated by 1000-kJ portions of common foods. *Am. J. Clin. Nutr.* 1997, 66, 1264-1276.
30. Hoppe C., Mølgaard C., Juul A., Michaelsen K.F.: High intakes of skimmed milk, but not meat, increase serum IGF-I and IGFBP-3 in eight-year-old boys. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2004, 58, 1211-1216.
31. Hoppe C., Mølgaard C., Vaag A., Barkholt V., Michaelsen K.F.: High intakes of milk, but not meat, increase s-insulin and insulin resistance in 8-year-old boys. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2005, 59, 393-398.
32. Hoyt G., Hickey M.S., Cordain L.: Dissociation of the glycaemic and insulinaemic responses to whole and skimmed milk. *Br. J. Nutr.* 2005, 93: 175-177.
33. Jenkins D.J., Kendall C.W., Popovich D.G., Vidgen E., Mehling C.C., Vuksan V., Ransom T.P., Rao A.V., Rosenberg-Zand R., Tariq N., Corey P., Jones P.J., Raeini M., Story J.A., Furumoto E.J., Illingworth D.R., Pappu A.S., Connelly P.W.: Effect of a very-high-fiber vegetable, fruit, and nut diet on serum lipids and colonic function. *Metabolism* 2001, 50, 494-503.
34. Jenkins D.J., Popovich D.G., Kendall C.W., Vidgen E., Tariq N., Ransom T.P., Wolever T.M., Vuksan V., Meh-

- ling C.C., Boctor D.L., Bolognesi C., Huang J., Patten R.: Effect of a diet high in vegetables, fruit, and nuts on serum lipids. *Metabolism* 1997, 46, 530-537.
35. Jew S., AbuMweis S.S., Jones P.J.: Evolution of the human diet: linking our ancestral diet to modern functional foods as a means of chronic disease prevention. *J. Med. Food* 2009, 12, 925-934.
 36. Jönsson T., Åhrén B., Pacini G., Sundler F., Wierup N., Steen S., Sjöberg T., Ugander M., Frostegård J., Göransson L., Lindeberg S.: A Paleolithic diet confers higher insulin sensitivity, lower C-reactive protein and lower blood pressure than a cereal-based diet in domestic pigs. *Nutr. Metab.* 2006, 2, 3-39.
 37. Jönsson T., Granfeldt Y., Åhrén B., Branell U.C., Pålsson G., Hansson A., Söderström M., Lindeberg S.: Beneficial effects of a Paleolithic diet on cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: a randomized cross-over pilot study. *Cardiovasc Diabetol.* 2009, 16, 8-35.
 38. Jönsson T., Granfeldt Y., Erlanson-Albertsson C., Åhrén B., Lindeberg S.: A paleolithic diet is more satiating per calorie than a mediterranean-like diet in individuals with ischemic heart disease. *Nutr Metab.* 2010, 30, 7:85.
 39. Jönsson T., Olsson S., Åhrén B., Bøg-Hansen T.C., Dole A., Lindeberg S.: Agrarian diet and diseases of affluence—do evolutionary novel dietary lectins cause leptin resistance? *BMC Endocr Disord.* 2005, 10, 5-10.
 40. Kagami H., Uryu K., Okamoto K., Sakai H., Kaneda T., Sakanaka M.: Differential lectin binding on walls of thoraco-cervical blood vessels and lymphatics in rats. *Okajimas Folia Anat Jpn.* 1991, 68, 161-170.
 41. Kamiński S., Cieslińska A., Kostyra E.: Polymorphism of bovine beta-casein and its potential effect on human health. *J Appl Genet.* 2007, 48, 189-198.
 42. Konner M., Eaton S.B.: Paleolithic nutrition: twenty-five years later. *Nutr Clin Pract.* 2010, 25, 594-602.
 43. Kuipers R.S., Luxwolda M.F., Dijck-Brouwer D.A., Eaton S.B., Crawford M.A., Cordain L., Muskiet F.A.: Estimated macronutrient and fatty acid intakes from an East African Paleolithic diet. *Br J Nutr.* 2010, 104, 1666-1687.
 44. Laugesen M., Elliott R.: Ischaemic heart disease, Type 1 diabetes, and cow milk A1 beta-casein. *N Z Med J.* 2003, 116, U295.
 45. Lindeberg S.: Modern Human Physiology with Respect to Evolutionary Adaptations that Relate to Diet in the Past. W: Hublin J, Richards MP (red.). *The Evolution of Hominin Diets. Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology Series.* Springer, Netherlands 2009, 43-57.
 46. Lindeberg S., Cordain L., Eaton S.B.: Biological and clinical potential of a palaeolithic diet. *J Nutr Environ Med.* 2003, 13, 1-12.
 47. Lindeberg S., Jönsson T., Granfeldt Y., Borgstrand E., Soffman J., Sjöström K., Åhrén B.: A Palaeolithic diet improves glucose tolerance more than a Mediterranean-like diet in individuals with ischaemic heart disease. *Diabetologia.* 2007, 50, 1795-1807.
 48. Lindeberg S., Söderberg S., Åhrén B., Olsson T.: Large differences in serum leptin levels between nonwesternized and westernized populations: the Kitava study. *J Intern Med.* 2001, 249, 553-558.
 49. Liljeberg Elmståhl H., Björck I.: Milk as a supplement to mixed meals may elevate postprandial insulinemia. *Eur J Clin Nutr.* 2001, 55, 994-999.
 50. Melnik B.C.: Milk--the promoter of chronic Western diseases. *Med Hypotheses.* 2009, 72, 631-639.
 51. Nilsson M., Stenberg M., Frid A.H., Holst J.J., Björck I.M.: Glycemia and insulinemia in healthy subjects after lactose-equivalent meals of milk and other food proteins: the role of plasma amino acids and incretins. *Am J Clin Nutr.* 2004, 80, 1246-1253.
 52. Ohmori T., Yatomi Y., Wu Y., Osada M., Satoh K., Ozaki Y.: Wheat germ agglutinin-induced platelet activation via platelet endothelial cell adhesion molecule-1: involvement of rapid phospholipase C gamma 2 activation by Src family kinases. *Biochemistry* 2001, 40, 12992-13001.
 53. Osterdahl M., Koçturk T., Koochek A., Wändell P.E.: Effects of a short-term intervention with a paleolithic diet in healthy volunteers. *Eur J Clin Nutr.* 2008, 62, 682-685.
 54. Ostman E.M., Liljeberg Elmståhl H.G., Björck I.M.: Inconsistency between glycemic and insulinemic responses to regular and fermented milk products. *Am J Clin Nutr.* 2001, 74, 96-100.
 55. Patel B., Schutte R., Sporns P., Doyle J., Jewel L., Fedorak R.N.: Potato glycoalkaloids adversely affect intestinal permeability and aggravate inflammatory bowel disease. *Inflamm Bowel Dis.* 2002, 8, 340-346.
 56. Richards M.P., Trinkaus E.: Out of Africa: Modern Human Origins Special Feature: Isotopic evidence for the diets of European Neanderthals and early modern humans. *Proc Natl Acad Sci.* 2009, 106, 16034-16039.
 57. Ruff C.B.: Mechanical determinants of bone form: insights from skeletal remains. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2005, 5, 202-212.
 58. Semaw S., Rogers M.J., Quade J., Renne P.R., Butler R.F., Dominguez-Rodrigo M., Stout D., Hart W.S., Pickering T., Simpson S.W.: 2.6-Million-year-old stone tools and associated bones from OGS-6 and OGS-7, Gona, Afar, Ethiopia. *J Hum Evol.* 2003, 45, 169-177.
 59. Smith R.N., Mann N.J., Braue A., Mäkeläinen H., Varigos G.A.: The effect of a high-protein, low glycemic-load diet versus a conventional, high glycemic-load diet on biochemical parameters associated with acne vulgaris: a randomized, investigator-masked, controlled trial. *J Am Acad Dermatol.* 2007, 57, 247-256.
 60. Smith R.N., Mann N.J., Braue A., Mäkeläinen H., Varigos G.A.: A low-glycemic-load diet improves symptoms in acne vulgaris patients: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr.* 2007, 86, 107-115.
 61. Smith R., Mann N., Mäkeläinen H., Roper J., Braue A., Varigos G.: A pilot study to determine the short-term effects of a low glycemic load diet on hormonal markers of acne: a nonrandomized, parallel, controlled feeding trial. *Mol Nutr Food Res.* 2008, 52, 718-726.
 62. Visser J., Rozing J., Sapone A., Lammers K., Fasano A.: Tight junctions, intestinal permeability, and autoimmunity: celiac disease and type 1 diabetes. *Ann N Y Acad Sci.* 2009, 1165, 195-205.

Otrzymano: 03.06.2011

Zaakceptowano do druku: 05.11.2011