

# OCENA STĘŻENIA WITAMIN ANTYOKSYDACYJNYCH U OSÓB Z ZESPOŁEM METABOLICZNYM PRACUJĄCYCH W ROLNICTWIE

AN ASSESSMENT OF THE ANTIOXIDANT VITAMINS CONCENTRATION  
IN PEOPLE WITH METABOLIC SYNDROME  
WORKING IN AGRICULTURE

Małgorzata Godała<sup>1</sup>, Ewelina Gaszyńska<sup>1</sup>, Dariusz Moczulski<sup>2</sup>, Izabela Materek-Kuśmierkiewicz<sup>2</sup>,  
Michalina Krzyżak<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Uniwersytet Medyczny w Łodzi / Medical University of Lodz, Łódź, Poland  
Zakład Żywienia i Epidemiologii / Department of Nutrition and Epidemiology

<sup>2</sup> Uniwersytet Medyczny w Łodzi / Medical University of Lodz, Łódź, Poland  
Klinika Chorób Wewnętrznych i Nefrodiabetologii / Department of Internal Medicine and Nephrodiabetology

<sup>3</sup> Uniwersytet Medyczny w Białymstoku / Medical University of Białystok, Białystok, Poland  
Zakład Higieny, Epidemiologii i Ergonomii / Department of Hygiene, Epidemiology and Ergonomics

## STRESZCZENIE

**Wstęp:** Witaminy A, C i E stanowią ważną barierę antyoksydacyjną. Danych dotyczących stanu odżywienia populacji polskiej witaminami antyoksydacyjnymi jest niewiele, a szczególnie mało dotyczy osób aktywnych fizycznie z zaburzeniami metabolicznymi. Celem badania była ocena stężenia witamin A, C i E w surowicy krwi i częstości ich niedoborów u osób z zespołem metabolicznym (ZM) pracujących w rolnictwie oraz zależności między stężeniem witamin antyoksydacyjnych w surowicy a tradycyjnymi biomarkerami chorób sercowo-naczyniowych. **Materiał i metody:** W badaniu wzięło udział 332 mieszkańców województwa łódzkiego pracujących w rolnictwie: 231 osób z ZM i 101 osób zdrowych. Stężenie witamin A, C i E w surowicy krwi badano za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej, a spożycie witamin z dietą oceniano za pomocą programu Dieta 5.0 na podstawie 24-godzinnych wywiadów żywieniowych. **Wyniki:** Średnie stężenia witamin A, C i E w surowicy krwi osób z ZM były istotnie mniejsze niż w grupie bez ZM. Stężenie nie korelowało ze spożyciem witamin z diety, ale korelowało ze stężeniem cholesterolu HDL. Stwierdzono korelację między stężeniem w surowicy witamin A i C oraz A i E u pracowników z ZM. **Wnioski:** Stężenie witamin antyoksydacyjnych w surowicy pracowników z ZM było istotnie mniejsze niż w grupie osób zdrowych, mimo podobnego poziomu aktywności fizycznej. Wysokie spożycie witamin z diety nie różnicowało ich stężenia w surowicy osób z ZM zatrudnionych w rolnictwie. Stężenie cholesterolu HDL u osób z ZM korelowało ze stężeniem wszystkich witamin antyoksydacyjnych. Med. Pr. 2021;72(2):123–129

**Słowa kluczowe:** zespół metaboliczny, niedobór, rolnictwo, witamina A, witamina C, witamina E

## ABSTRACT

**Background:** Vitamins A, C and E are important parts of the antioxidant barrier. Polish data on antioxidant vitamins deficiency in the population are rare, especially among physically active people with metabolic disorders. The aim of this study was to evaluate the serum concentrations of vitamins A, C and E in people with metabolic syndrome (MS) working in agriculture, the prevalence of their deficiency in these workers, and the correlation between antioxidant vitamins concentration and traditional biomarkers of cardiovascular diseases. **Material and Methods:** The study included 332 residents of the Łódź Voivodeship working in agriculture: 231 people with MS and 101 healthy ones. The serum concentrations of vitamins A, C and E were assessed using the chemiluminescent immunoassay technology. The antioxidant vitamins intake was assessed by means of a 24-h recall questionnaire using Diet 5.0 software. **Results:** The mean serum concentrations of vitamins A, C and E were significantly lower in the MS workers than in the healthy ones. No correlation was found between the antioxidant vitamins concentration and the dietary intake but there was a correlation between the antioxidant vitamins concentration and high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C). A correlation was found between the serum concentrations of vitamins A and C, and vitamins A and E, in the MS workers. **Conclusions:** The serum concentrations of antioxidant vitamins in the MS workers were significantly lower than in the healthy controls, despite the similar physical activity level. The dietary intake had no impact on the serum concentrations of these vitamins. The HDL-C concentration in the MS workers correlated with the concentrations of all antioxidant vitamins. Med Pr. 2021;72(2):123–9

**Key words:** metabolic syndrome, deficiency, agriculture, vitamin A, vitamin C, vitamin E

Autorka do korespondencji / Corresponding author: Małgorzata Godała, Uniwersytet Medyczny w Łodzi,  
Zakład Żywienia i Epidemiologii, ul. Żeligowskiego 7/9, 90-752 Łódź, e-mail: małgorzata.godała@umed.lodz.pl  
Nadesłano: 16 lipca 2020, zatwierdzono: 23 października 2020

## WSTĘP

Wolne rodniki tlenowe są produktami naturalnego metabolizmu komórkowego, które – poza wywieraniem korzystnego wpływu na funkcjonowanie komórki – mogą powodować nadmierną peroksydację lipidów oraz uszkodzenie białek i DNA. Ich wpływ na organizm jest uzależniony od ich ilości oraz sprawności mechanizmów antyoksydacyjnych w komórce, czyli mechanizmów enzymatycznych i nieenzymatycznych, w których ważną rolę odgrywają witaminy A, C i E [1,2].

Stres oksydacyjny jest wymieniany w patogenezie wielu chorób, w tym chorób metabolicznych i sercowo-naczyniowych [1,3]. W literaturze pojawiają się doniesienia na temat potencjału antyoksydacyjnego wielu związków, m.in. witamin A, C i E, które wydają się ważnym elementem obrony przed wolnymi rodnikami tlenowymi u osób z tymi chorobami.

W wielu badaniach wykazano także wpływ wysiłku fizycznego na utrzymanie równowagi między reakcjami utleniania i redukcji, jednak wyniki często są sprzeczne. Z jednej strony potwierdzają wpływ wysiłku fizycznego na wzrost stresu oksydacyjnego, a z drugiej wykazują, że systematyczna aktywność fizyczna umacnia barierę antyoksydacyjną [4–11]. Biorąc pod uwagę fakt, że regularna aktywność fizyczna jest ważnym elementem terapeutycznym, zalecanym osobom z zespołem metabolicznym (ZM) i chorobami sercowo-naczyniowymi, a jej wpływ na reakcje utleniania i redukcji nie jest jednoznaczny, ocena stężenia witamin antyoksydacyjnych u osób z wysokim poziomem codziennej aktywności fizycznej i zaburzeniami metabolicznymi jest ważna, chociażby ze względu na konieczność wdrażania ewentualnej suplementacji witaminowej.

Polskie dane na temat stanu odżywienia witaminami przeciwutleniającymi są niepełne, zwłaszcza te dotyczące osób z zaburzeniami metabolicznymi i wysokim poziomem codziennej aktywności fizycznej. Istnieją prace oceniające potencjał antyoksydacyjny u sportowców i chorych z zaburzeniami metabolicznymi i sercowo-naczyniowymi, nie odnaleziono natomiast prac, w których oceniano stężenie witamin antyoksydacyjnych w grupie aktywnych fizycznie osób ze zdiagnozowanymi zaburzeniami metabolicznymi.

Celem przeprowadzonego badania była ocena stężenia witamin A, C i E w surowicy chorych z ZM pracujących w rolnictwie, podejmujących codzienną aktywność fizyczną. W badaniu oceniono zależność

między stężeniem witamin antyoksydacyjnych a klasycznymi biomarkerami chorób sercowo-naczyniowych, takimi jak nieprawidłowy profil lipidowy i nadciśnienie tętnicze.

## MATERIAŁ I METODY

### Grupa badana

W badaniu wzięło udział 332 mieszkańców województwa łódzkiego zatrudnionych w sektorze rolnym. Grupę badaną stanowiło 231 osób (119 mężczyzn i 112 kobiet) w wieku 30–65 lat ( $M \pm SD = 57,23 \pm 8,11$  roku), u których rozpoznano ZM. Grupę kontrolną stanowiło 101 osób (56 mężczyzn i 45 kobiet) w wieku 41–56 lat ( $M \pm SD = 57,75 \pm 5,84$  roku) bez ZM. Wszyscy badani byli zatrudnieni w rolnictwie, deklarowali wysoki poziom codziennej aktywności fizycznej (oceniony za pomocą *Międzynarodowego Kwestionariusza Aktywności Fizycznej* [10]), nie palili papierosów, w ciągu ostatniego roku nie przyjmowali żadnych preparatów witaminowo-mineralnych.

### Zespół metaboliczny

U osób z objawami ZM rozpoznanie postawiono na podstawie kryteriów Międzynarodowej Federacji ds. Cukrzycy (International Diabetes Federation – IDF) z 2005 r., stwierdzając występowanie otyłości typu brzuszego (u kobiet obwód talii  $\geq 80$  cm, u mężczyzn  $\geq 94$  cm) oraz 2 z następujących czynników ryzyka:

- stężenie triglicerydów  $\geq 1,7$  mmol/l lub leczenie hipertriglicydemii,
- niskie stężenie cholesterolu HDL (u kobiet  $< 1,3$  mmol/l, u mężczyzn  $< 1,0$  mmol/l) lub leczenie tego zaburzenia,
- stężenie glukozy na czczo  $\geq 6,1$  mmol/l lub leczona cukrzyca typu 2,
- ciśnienie tętnicze krwi  $\geq 130/85$  mm Hg lub leczenie nadciśnienia tętniczego [12].

### Badania biochemiczne

Krew do badań laboratoryjnych pobierano na czczo z żyły odłokciowej. Pozyskane próbki krwi zbierano do probówek z aktywatorem wykrzepiania, które następnie odwirowywano w celu uzyskania surowicy. Próbkę surowicy mrożono w temperaturze  $-70^\circ\text{C}$ , zabezpieczając je przed dostępem światła słonecznego, a następnie wykorzystywano do oznaczenia stężenia witamin A, C i E metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (*high performance liquid chromatography* – HPLC). Stężenie badanych witamin podano w  $\mu\text{mol/l}$  [11,13].

### Antropometria

Zmierzono obwód talii wszystkich badanych w centymetrach i oznaczono BMI, dzieląc masę ciała wyrażoną w kilogramach przez wzrost w metrach kwadratowych.

### Ocena żywienia

Ocenę dotyczącą żywienia przeprowadzono metodą 24-godzinnego wywiadu kwestionariuszowego zebranego trzykrotnie od każdego respondenta przed badaniem. Średnią wielkość spożycia energii i poszczególnych składników odżywczych oceniano za pomocą programu komputerowego Dieta 5.0 (nr licencji 52/PD/2013) [14,15].

### Analiza statystyczna

Opracowanie statystyczne przeprowadzono przy użyciu programów Statistica 7.1 PL oraz Office 2010. Rozkład normalny badano testem Shapiro-Wilka. Jeśli przynajmniej 1 cecha miała rozkład inny niż normalny, stosowano test Manna-Whitneya. Do porównania średnich 2 grup zastosowano test t-Studenta i test Manna-Whitneya. W przypadku cech o skalach nominalnych obliczono wskaźnik struktury (%) występowania danego zjawiska, a w porównaniu zastosowano test  $\chi^2$  z poprawką Yatesa. Korelacje oceniono za pomocą współczynnika Spearmana i Pearsona: za znamienne przyjęto  $p < 0,05$ .

Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetyki Uniwersytetu Medycznego w Łodzi (nr RNN/556/10/KB). Wszystkie osoby wyraziły pisemną zgodę na udział w badaniach.

### WYNIKI

Charakterystykę grupy badanej przedstawiono w tabeli 1. Jak przewidywano, BMI, obwód talii, stężenie glukozy, triglicerydów i cholesterolu LDL było wyższe u osób z ZM, natomiast stężenie cholesterolu HDL – niższe niż w grupie osób bez ZM. Nie stwierdzono istotnych różnic dotyczących stężenia cholesterolu całkowitego między osobami z ZM a grupą kontrolną. Płeć i wiek badanych nie różnicowały istotnie badanych parametrów osób z ZM z wyjątkiem obwodu talii, który był istotnie większy u mężczyzn niż kobiet (116,25 cm vs 101,24 cm,  $p = 0,031$ ) i stężenia cholesterolu HDL, które było istotnie większe u kobiet niż mężczyzn (1,19 mmol/l vs 1,04 mmol/l,  $p = 0,039$ ).

Średnie stężenie witaminy A w surowicy osób z ZM wynosiło  $1,23 \pm 0,45$   $\mu\text{mol/l}$  i było istotnie niższe niż w grupie kontrolnej ( $1,67 \pm 0,39$   $\mu\text{mol/l}$ ,  $p < 0,0001$ ). Stwierdzono zależność między stężeniem witaminy A

i stężeniem cholesterolu HDL (współczynnik Pearsona =  $0,49$ ,  $p < 0,001$ ) oraz triglicerydów (współczynnik Pearsona =  $-0,32$ ,  $p < 0,001$ ) u chorych z ZM.

Średnie stężenie witaminy C w surowicy osób z ZM wynosiło  $35,28 \pm 12,42$   $\mu\text{mol/l}$  i było istotnie niższe niż w grupie kontrolnej ( $64,21 \pm 14,28$   $\mu\text{mol/l}$ ,  $p < 0,0001$ ). Stwierdzono zależność między stężeniem witaminy C i stężeniem cholesterolu HDL (współczynnik Pearsona =  $0,18$ ,  $p = 0,029$ ) oraz triglicerydów (współczynnik Pearsona =  $-0,27$ ,  $p < 0,001$ ) u chorych z ZM. Zależności tych nie stwierdzono w grupie osób zdrowych.

Średnie stężenie witaminy E w surowicy osób z ZM wynosiło  $14,22 \pm 2,21$   $\mu\text{mol/l}$  i było istotnie niższe niż w grupie kontrolnej ( $23,67 \pm 3,98$   $\mu\text{mol/l}$ ,  $p < 0,0001$ ). Stwierdzono zależność między stężeniem witaminy E i stężeniem cholesterolu HDL (współczynnik Pearsona =  $0,42$ ,  $p < 0,001$ ) u chorych z ZM. Podobną zależność odnotowano w grupie osób zdrowych (współczynnik Pearsona =  $0,22$ ,  $p = 0,031$ ).

Spożycie witamin z diety odpowiadało zalecanym normom normy, zarówno w grupie osób z ZM, jak i bez ZM. Natomiast w przypadku żadnej z badanych witamin antyoksydacyjnych nie stwierdzono korelacji między jej spożyciem z diety a stężeniem w surowicy. Korelację taką stwierdzono u osób bez ZM dla witaminy E (współczynnik Pearsona =  $0,19$ ,  $p = 0,0231$ ) i witaminy C (współczynnik Pearsona =  $0,29$ ,  $p = 0,023$ ).

W grupie chorych z ZM występowała zależność między stężeniem witamin antyoksydacyjnych w surowicy: stężenie witaminy A korelowało ze stężeniem witaminy C ( $r = 0,47$ ,  $p < 0,0001$ ) i ze stężeniem witaminy E ( $r = 0,29$ ,  $p < 0,0001$ ) (rycina 1a i 1b). Podobnych korelacji nie stwierdzono u osób bez ZM.

### OMÓWIENIE

Witaminy przeciwutleniające stanowią ważny element nieenzymatycznej bariery antyoksydacyjnej organizmu, a ich prawidłowe stężenie warunkuje ochronę przed wolnymi rodnikami tlenowymi. Z badań innych autorów wynika, że stężenie witamin A, C i E u osób z chorobami sercowo-naczyniowymi i metabolicznymi jest niższe niż u osób zdrowych, nawet jeśli ich spożycie z diety jest prawidłowe [16–18]. Nadal konieczne jest omówienie roli wysiłku fizycznego w modyfikowaniu i indukowaniu stresu oksydacyjnego. Z jednej strony pojawiają się doniesienia o jego negatywnym wpływie (nasila produkcję wolnych rodników [4–8]), z drugiej – w wielu badaniach regularny wysiłek fizyczny został

**Tabela 1.** Charakterystyka uczestników badania obejmującego osoby z zespołem metabolicznym pracujące w rolnictwie w województwie łódzkim prowadzonego między wrześniem 2016 r. a czerwcem 2018 r.

**Table 1.** Characteristics of the study participants including people with metabolic syndrome working in agriculture in the Łódź Voivodeship, in September 2016–June 2018

Zmienna Variable	Badani Participants (N = 332)		P
	z zespołem metabolicznym with metabolic syndrome (N = 231)	zdrowi healthy ones (N = 101)	
Wiek [lata] / Age [years] (M±SD)	57,22±8,11	57,47±5,83	0,5436 <sup>a</sup>
Płeć [n (% kobiet)] / Sex [n (% women)]	48,48 (112)	49,45 (45)	0,3489 <sup>a</sup>
Cukrzyca typu 2 / Type 2 diabetes [n (%)]	45,89 (106)	27,72 (28)	<0,001 <sup>c</sup>
Nadciśnienie tętnicze / Hypertension [n (%)]	78,35 (181)	56,44 (57)	0,0467 <sup>c</sup>
BMI [kg/m <sup>2</sup> ] (M±SD)	34,58±5,61	27,24±2,79	<0,0001 <sup>a</sup>
Obwód talii / Waist circumference [cm] (M±SD)	113,54±12,98	96,66±10,39	<0,0001 <sup>a</sup>
Stężenie w surowicy / Serum concentration (M±SD)			
glukoza / glucose [mmol/l]	7,98±2,98	5,42±0,35	<0,0001 <sup>b</sup>
lipidy / lipids [mmol/l]			
triglicerydy / triglycerides	1,97±0,89	1,43±0,17	<0,0001 <sup>b</sup>
cholesterol			
całkowity / total	4,47±1,18	4,51±0,89	0,8171 <sup>a</sup>
HDL-C	1,02±0,21	1,24±0,29	<0,0001 <sup>a</sup>
LDL-C	2,92±0,79	2,73±0,77	<0,0001 <sup>a</sup>
witaminy / vitamins [μmol/l]			
A	1,23±0,45	1,67±0,39	<0,0001 <sup>a</sup>
C	35,28±12,42	64,21±14,28	<0,0001 <sup>a</sup>
E	14,22±2,21	23,67±3,98	<0,0001 <sup>a</sup>
Spożycie z diety / Dietary intake (M±SD)			
energia / energy [kcal/d]	2112,274±853,104	1920,215±608,357	0,0663 <sup>b</sup>
białka / proteins [g/d]	107,117±38,81	96,571±28,269	0,551 <sup>b</sup>
tłuszcze / fats [g/d]	84,761±53,896	76,942±41,019	0,8115 <sup>b</sup>
węglowodany / carbohydrates [g/d]	278,091±138,181	277,311±109,183	0,5569 <sup>b</sup>
witaminy / vitamins			
A [μg ekwiwalentu retinolu / μg of retinol equivalent]	1267,23±985,37	1045,67±784,21	0,8643 <sup>b</sup>
C [mg]	113,06±98,25	127,87±100,54	0,9441 <sup>b</sup>
E [mg ekwiwalentu α-tokoferolu / mg of α-tocopherol equivalent]	9,014±4,998	9,308±5,288	0,2194 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Test t Studenta / Student's t test.

<sup>b</sup> Test Manna-Whitneya / Mann-Whitney U test.

<sup>c</sup> Chi<sup>2</sup> test.

BMI – indeks masy ciała / body mass index, HDL-C – lipoproteina o wysokiej gęstości / high-density lipoprotein cholesterol, LDL-C – lipoproteina o niskiej gęstości / low-density lipoprotein cholesterol.

wskazany jako czynnik regulujący i wyrównujący reakcje utleniania i redukcji w organizmie [9–11,19]. W niniejszym badaniu oceniono stężenia witamin antyoksydacyjnych u osób z ZM i bez ZM z wysokim poziomem codziennej aktywności fizycznej.

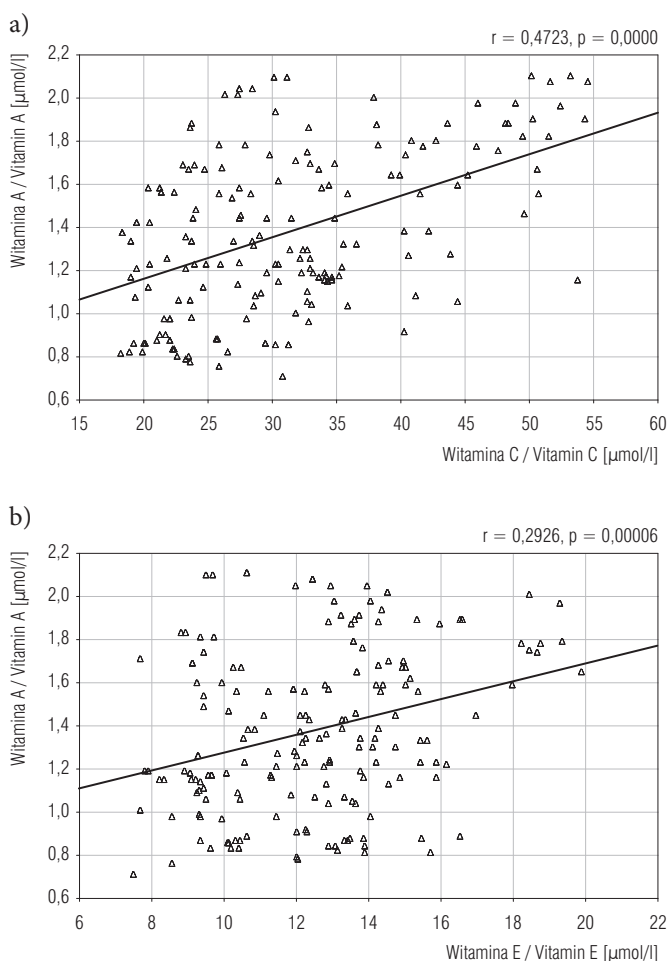
U osób z ZM stwierdzono niższe – w porównaniu z osobami zdrowymi – stężenie wszystkich badanych witamin. Niskie stężenie witamin A, C i E u osób z chorobami sercowo-naczyniowymi i metabolicznymi wykazali także inni badacze [20–23], jednak nie odnaleziono



prac, w których oceniano częstość występowania niedoborów witamin antyoksydacyjnych w populacji aktywnych fizycznie osób zdrowych i z ZM.

Problem jednoczesnego występowania zbyt niskiego stężenia witamin antyoksydacyjnych u osób z ZM wymaga dalszych badań. W badaniu przeprowadzonym przez autorów niniejszego artykułu wykazano, że występowały zależności między stężeniami witamin A, C i E u osób z ZM. Najsilniejsze były korelacje między stężeniem witaminy A i C oraz A i E. Oceniano także ryzyko niedoboru badanych witamin u chorych z ZM. Największą jakość predykcji niskiego stężenia uzyskano dla witaminy E i C. W dostępnym piśmiennictwie są prace na temat interakcji zachodzących między witaminami antyoksydacyjnymi, które przeciwdziałają wzajemnej degradacji lub promują regenerację. Witamina C jest niezbędna jako kofaktor w wielu procesach ustrojowej biosyntezy, a jedną z jej najważniejszych właściwości jest silne działanie antyoksydacyjne. Sprzężona para jej form – utlenionej i zredukowanej – tworzy układ oksydoredukcyjny zdolny do redukcji toksycznych dla komórek reaktywnych form tlenu (*reactive oxygen species* – ROS) [24–26]. Wykazano także, że kwas askorbinowy uczestniczy w regenerowaniu antyoksydantów hydrofobowych, takich jak  $\alpha$ -tokoferol i  $\beta$ -karoten z ich postaci rodnikowych. Także witamina E chroni estry retinolu przed utlenieniem, sprzyjając zachowaniu jego prawidłowego stężenia [27]. Istnieją więc zależności między stężeniem witamin antyoksydacyjnych, choć w niniejszym badaniu nie stwierdzono korelacji między stężeniem witaminy C i witaminy E. Może to wynikać z faktu, że kwas askorbinowy u chorych z ZM, regenerując  $\alpha$ -tokoferol, sam ulega degradacji [28].

Spośród składowych ZM stężenie cholesterolu HDL dodatnio korelowało ze stężeniem badanych witamin, natomiast stężenie triglicerydów ujemnie korelowało ze stężeniem witaminy A i C. Witamina A jest zespołem związków, do którego należą retinol, retinal i karotenoidy. Jej właściwości antyoksydacyjne wielokrotnie wykazywano w badaniach *in vivo* i *in vitro* [27]. W wielu badaniach kliniczno-kontrolnych i prospektywnych badaniach obserwacyjnych stwierdzono odwrotną zależność między stężeniem witaminy A i E a ryzykiem chorób sercowo-naczyniowych [22,26,28]. To działanie ochronne przypisywano ich właściwościom antyoksydacyjnym. W próbach klinicznych, w których oceniano interwencje zaprojektowane w celu potwierdzenia przyczynowo-skutkowego charakteru tych zależności, nie udało się jednak potwierdzić wyników badań obserwacyjnych [23–25].



**Rycina 1.** Korelacja między stężeniem witaminy A oraz a) witaminy C i b) witaminy E w surowicy osób z zespołem metabolicznym  
**Figure 1.** A correlation between the serum concentrations of vitamin A and a) vitamin C, and b) vitamin E in patients with metabolic syndrome

Dalszych badań wymaga także ocena zasadności i skuteczności ewentualnej suplementacji witaminami antyoksydacyjnymi u osób z ZM. Chociaż przeprowadzone badanie sugeruje taką konieczność, wyniki przedstawionych w literaturze badań dotyczących wpływu przyjmowanych suplementów witaminowych na powikłania sercowo-naczyniowe są sprzeczne. Jedni autorzy wykazywali redukcję stresu oksydacyjnego, zmniejszenie ryzyka wystąpienia nowotworów i chorób sercowo-naczyniowych, a także zmniejszenie śmiertelności ogólnej po zastosowaniu suplementacji witaminami antyoksydacyjnymi (A, C, E) [20–23]. Inni – że efekt działania witamin jest uzależniony od wielu czynników, takich jak palenie papierosów, narażenie na czynniki chemiczne środowiska, wielkość niedoborów suplementowanych witamin, dawki przyjmowanych preparatów witaminowych i ich rodzaj [24–27]. Przy

niekontrolowanym nadmiernym stosowaniu suplementów witamin antyoksydacyjnych, zwłaszcza u pacjentów z wyrównanymi niedoborami, często uzyskuje się odmienny efekt, tzn. nasilenie stresu oksydacyjnego i zwiększenie ryzyka powikłań sercowo-naczyniowych. Wyjątkowo często takie działanie niepożądane przypisywane jest witaminie C i E [24,25]. Zatem kluczową sprawą przy planowaniu suplementacji witaminowej u osób z ZM wydaje się indywidualne oszacowanie wielkości dawek przyjmowanych preparatów oraz ich skład.

W badaniu przeprowadzonym przez autorów niniejszego artykułu wykazano, że w surowicy osób z ZM obserwuje się niższe w porównaniu z osobami zdrowymi stężenie witamin A, C i E mimo podobnego poziomu codziennej aktywności fizycznej. Może to skutkować osłabieniem zdolności organizmu do obrony przed wolnymi rodnikami tlenowymi. Nadal bez odpowiedzi pozostaje pytanie, czy niskie stężenie witamin antyoksydacyjnych u osób z ZM jest przyczyną zaburzeń metabolicznych, czy też ich następstwem. Z punktu widzenia działań profilaktycznych w każdym przypadku stanowi to istotny problem w zapobieganiu powikłaniom towarzyszącym ZM (głównie ze strony układu sercowo-naczyniowego). Na rozwój zmian miażdżycowych, w których patogenezie istotną rolę odgrywają wolne rodniki tlenowe, ma wpływ wiele czynników ryzyka (m.in. składowych ZM), które, kumulując się, dają wypadkową określającą ryzyko całkowite wystąpienia choroby wieńcowej i zgonu. Europejskie Towarzystwo Kardiologiczne opracowało algorytm oceniający 10-letnie ryzyko zgonu z przyczyn sercowo-naczyniowych. Według algorytmu SCORE (Systematic Coronary Risk Evaluation) duże ryzyko zgonu z przyczyn sercowo-naczyniowych (SCORE  $\geq 5\%$ ) w grupie pacjentów z ZM występuje czterokrotnie częściej niż wśród osób zdrowych [1]. Badania przeprowadzone przez autorów niniejszego artykułu sugerują konieczność rozważenia suplementacji witaminami antyoksydacyjnymi u chorych z ZM, która może skutkować zmniejszeniem powikłań sercowo-naczyniowych oraz ryzyka zgonu z takiej przyczyny w tej grupie.

## WNIOSKI

Stężenie witamin antyoksydacyjnych w surowicy pracowników z ZM było istotnie niższe niż w grupie osób zdrowych, przy podobnej – wysokiej – aktywności fizycznej.

Wysokie spożycie witamin z diety nie różnicowało ich stężenia w surowicy osób z ZM zatrudnionych w rolnictwie.

Ze składowych ZM stężenie cholesterolu HDL korelowało ze stężeniem badanych witamin.

## PIŚMIENNICTWO

1. Patti A.M., Al-Rasadi K., Giglio R.V., Nikolic D., Mannina C., Castellino G.: Natural approaches in metabolic syndrome management. *Arch. Med. Sci.* 2018;14(2): 422–441, <https://doi.org/10.5114/aoms.2017.68717>
2. Bombolewska K., Drózd J., Koim-Puchowska B.: Wpływ środowiska na barierę antyoksydacyjną człowieka. *J. Ecol. Health* 2013;17(4):175–178
3. Siedlecka J., Gadzicka E., Szykowska A., Siedlecki P., Szymczak W., Makowiec-Dąbrowska T. i wsp.: Zapobieganie chorobom układu krążenia – program profilaktyczny wdrożony w wybranym przedsiębiorstwie. *Med. Pr.* 2017;68(6):757–769, <https://doi.org/10.13075/mp.5893.00548>
4. Marciniak A., Brzeszczańska J., Gwoździński K., Jegier A.: Antioxidant capacity and physical exercise. *Biol. Sport* 2009;26(3):197–213
5. Woźniak B., Mila-Kierzenkowska C., Drewna G., Woźniak A., Kalinowska A., Drewna T. i wsp.: Postexertional oxidative stress in rowers of various age and athletic experience. *Pol. J. Sport. Med.* 2007;23(4):229–232
6. Kopański Z., Grabowska M., Suszko R., Cichosz A.: Wpływ wysiłku fizycznego na zmiany całkowitego statusu oksydacyjnego surowicy u chorych poddanych rehabilitacji ruchowej na cykloergometrze. *Post. Reh.* 2006;2:5–10
7. Mrowicka M., Bortnik K., Malinowska K., Kędziara J., Mrowicki J.: Całkowity potencjał antyoksydacyjny w osoczu sportowców po dozowanym wysiłku fizycznym. *Pol. Merk. Lek.* 2009;27(157):22–25
8. Dane S., Taysi S., Gul M., Akcay F., Gunal A.: Acute exercise induced oxidative stress is prevented in erythrocytes of male long distance athletes. *Biol. Sport* 2008;25(2): 115–124
9. Dekany M., Nemeskeri V., Gyore E., Ekes E., Gogl A., Szots G. i wsp.: Physical performance and antioxidant effects in triathletes. *Biol. Sport* 2008;25(2):101–114
10. Biernat E., Stupnicki R., Gajewski A.: Międzynarodowy Kwestionariusz Aktywności Fizycznej (IPAQ) – wersja polska. *Wych. Fiz. Sport* 2007;51(1):47–54
11. Czyżewska-Majchrzak Ł.: Ocena stężenia wybranych antyoksydantów drobnocząsteczkowych i stanu odżywienia u osób stosujących diety wegetariańskie. Rozprawa doktorska. Uniwersytet Medyczny w Poznaniu, Poznań 2014

12. Alberti K.G., Zimmet P., Shaw J.: IDF Epidemiology Task Force Consensus Group. The metabolic syndrome – a new worldwide definition. *Lancet* 2005;366:1059–1062, [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)67402-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)67402-8)
13. Kryściak J.: Chemiczna analiza instrumentalna. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1999
14. Jarosz M.: Normy żywienia dla populacji polskiej. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2012
15. Kunachowicz H., Przygoda B., Nadolna I., Iwanow K.: Tabele składu i wartości odżywczej produktów. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2019
16. Goncalves A., Amiot M.J.: Fat-soluble micronutrients and metabolic syndrome. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* 2017;20:492–497, <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000412>
17. Hutcheson R., Rocic P.: The metabolic syndrome, oxidative stress, environment, and cardiovascular disease: the great exploration. *Experimental Diabet. Res.* 2012; 271028, <https://doi.org/10.1155/2012/271028>
18. Wong S.K., Chin K.-Y., Suhaimi F.H., Ahmad F., Imanirwana S.: Vitamin E as a potential interventional treatment for metabolic syndrome: evidence from animal and human studies. *Front. Pharmacol.* 2017;8:444, <https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00444>
19. Kuciel-Lewandowska J.: Balneofizjoterapia a przemiany wlnorodnikowe i ogólnoustrojowe. *Piel. Zdr. Publ.* 2014;4(4):377–382
20. Li Y., Guo H., Wu M., Liu M.: Serum and dietary antioxidant status is associated with lower prevalence of the metabolic syndrome in a study in Shanghai, China. *Asia. Pac. J. Clin. Nutr.* 2013;22(1):60–68, <https://doi.org/10.6133/apjcn.2013.22.1.06>
21. Czernichow S., Vergnaud A.C., Galan P., Arnaud J., Favier A., Faure H. i wsp.: Effects of long-term antioxidant supplementation and association of serum antioxidant concentrations with risk of metabolic syndrome in adults. *Am. J. Clin. Nutr.* 2009;90:329–335, <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.27635>
22. Ford E.S., Mokdad A.H., Giles W.H., Brown D.W.: The metabolic syndrome and antioxidant concentrations. Findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Diabetes* 2003;52:2346–2352
23. Kim J., Choi Y.H.: Physical activity, dietary vitamin C, and metabolic syndrome in the Korean adults: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2008 to 2012. *Public. Health* 2016;135:30–37, <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2016.01.002>
24. Nematollahi H.R., Hosseini R., Bijani A., Akhavan-Niaki H., Parsian H., Pouramir M. i wsp.: Interleukin 10, lipid profile, vitamin D, selenium, metabolic syndrome, and serum antioxidant capacity in elderly people with and without cardiovascular disease: Amirkola health and ageing project cohort-based study. *ARYA Atheroscler* 2019;15(5):233–240, <https://doi.org/10.22122/arya.v15i5.1623>
25. Del Ben M., Angelico F., Cangemi R., Loffredo L., Carnevale R., Augelletti T. i wsp.: Moderate weight loss decreases oxidative stress and increases antioxidant status in patients with metabolic syndrome. *Obesity* 2012;960427, <https://doi.org/10.5402/2012/960427>
26. Kanagasabai T., Alkhalaqi K., Churilla J.R., Ardern C.I.: The association between metabolic syndrome and serum concentrations of micronutrients, inflammation, and oxidative stress outside of the clinical reference ranges: a cross-sectional study. *Metabol. Syndr. Relat. Dis.* 2019;17(1), <https://doi.org/10.1089/met.2018.0080>
27. Beydoun M.A., Canas J.A., Beydoun H.A., Chen X., Shroff M.R., Zonderman A.B.: Serum antioxidant concentrations and metabolic syndrome are associated among U.S. adolescents in recent national surveys. *J. Nutr.* 2012;142:1693–1704, <https://doi.org/10.3945/jn.112.160416>
28. Stenzel A.P., Carvalho R., Jesus P., Bull A., Pereira S., Saboya C. i wsp.: Serum antioxidant associations with metabolic characteristics in metabolically healthy and unhealthy adolescents with severe obesity: an observational study. *Nutrients* 2018;10:150, <https://doi.org/10.3390/nu10020150>