

Niedobory żywieniowe w otyłości – czyli niedożywienie w otyłości?



Agnieszka Szlagatys-Sidorkiewicz

*Klinika Pediatrii, Gastroenterologii,
Alergologii i Żywienia Dzieci*

Gdański Uniwersytet Medyczny



Niedożywienie – definicja ESPEN

Stan wynikający z niedostatecznej podaży lub wchłaniania składników energetycznych i odżywczych, który prowadzi do

- do zmiany składu ciała (zmniejszenia masy beztłuszczowej) i masy komórek ciała,
- co skutkuje pogorszeniem funkcji narządów
- oraz moduluje przebieg chorób

Clinical Nutrition 36 (2017) 49–64



Contents lists available at ScienceDirect

Clinical Nutrition

journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/clnu>



ESPEN Guideline

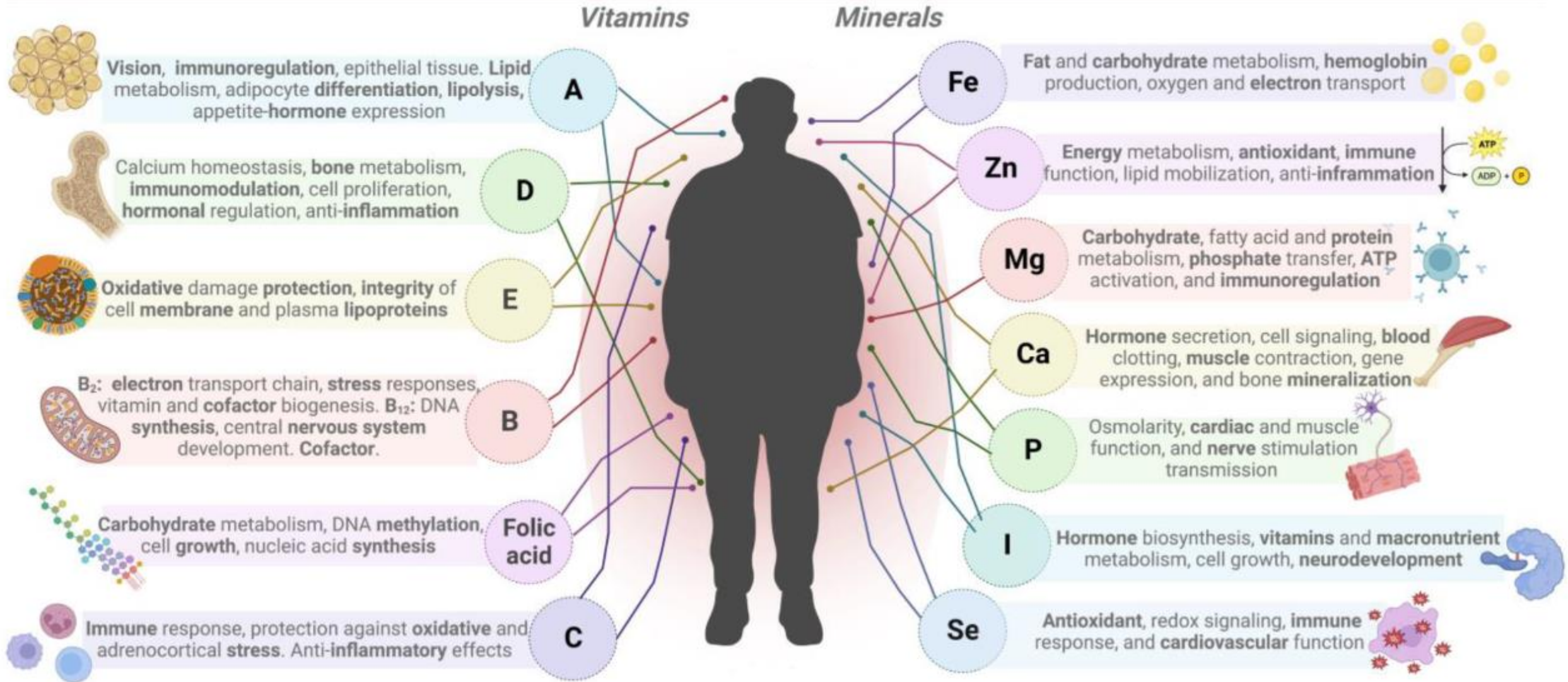
ESPEN guidelines on definitions and terminology of clinical nutrition



Częstość występowania niedoborów mikrośkładników w otyłości

Tiamina B1	15-29%
Pirydoksyna B6	0-11%
Kobalamina B12	3-8%
Kwas foliowy	3-4%
Kwas askorbinowy	35-45%
Witamina A	17%
Witamina D	80-90%
Witamina E	na
Cynk	14-30%
Selen	58%
Chrom	na

Obesity-related micronutrient deficiencies

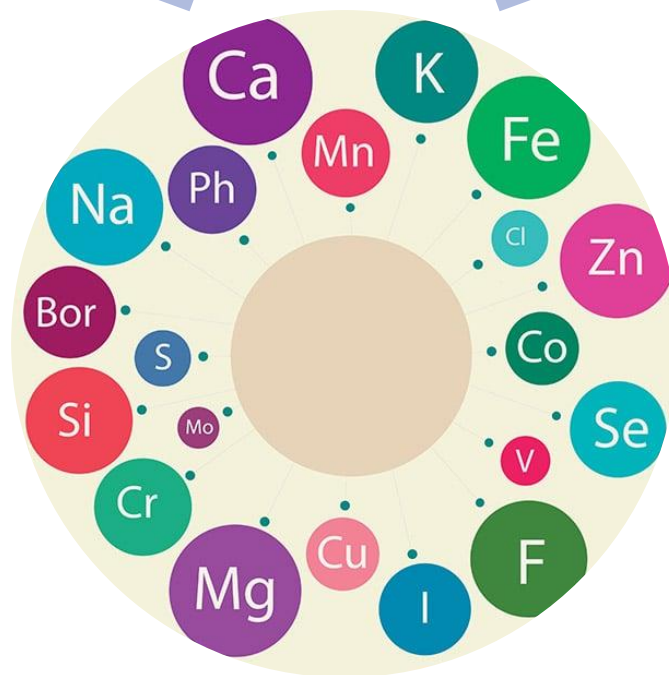


ZWIĘKSZONE
ZAPOTRZEBOWANIE

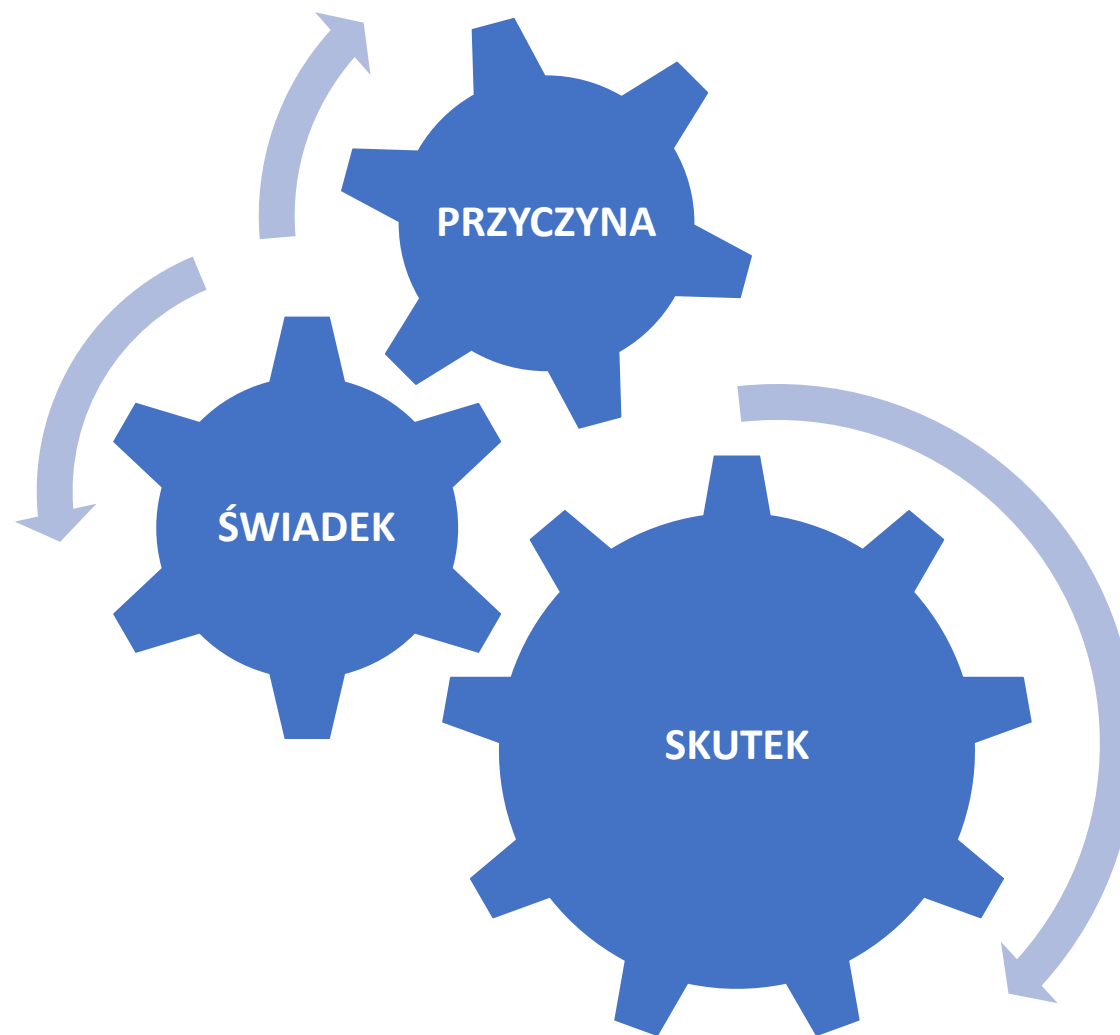
ZABURZENIA
METABOLIZMU

DIETA

STAN ZAPALNY



Niedobory mikroskładników w otyłości

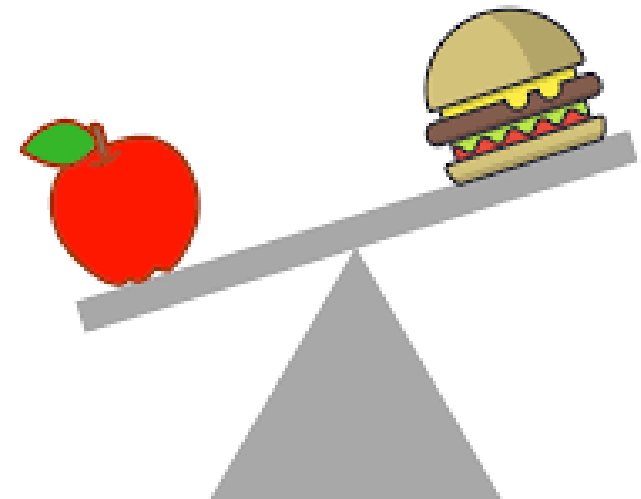


Związek pomiędzy niedoborem mikrośladników a CRP

	Univariate regression			Multivariate regression ^a			Indirect effects ^o
	OR	95% CI	<i>p</i>	OR	95% CI	<i>p</i>	<i>p</i>
Iron deficiency ^b	1.98	1.02–3.85	0.044	1.78	0.88–3.60	0.11	0.23
Vitamin B12 deficiency ^c	5.46	1.22–24.5	0.026	5.84	1.25–27.2	0.024	0.94
Folate deficiency ^d	4.06	1.94–8.47	<0.001	4.02	1.87–8.66	<0.001	0.45
≥2 nutritional deficiencies	2.62	1.42–4.82	0.002	2.31	1.21–4.42	0.010	0.12

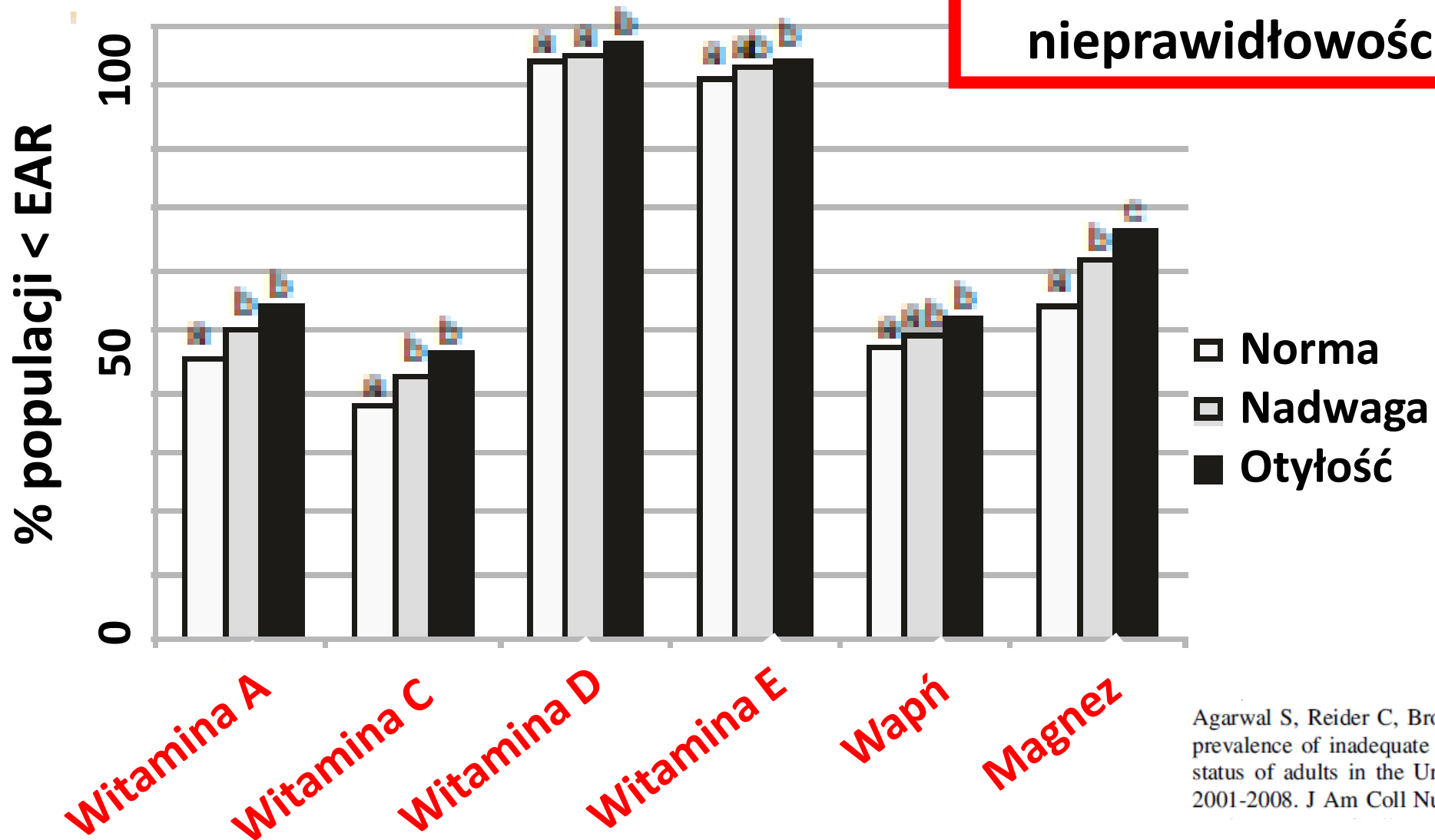
Niedoborowa dieta

- Żywność wysokoprzetworzona
- Uboga w błonnik
- Węglowodany proste
- Nasycone kwasy tłuszczowe



Niedobory w diecie

**5-15% wyższy odsetek
nieprawidłowości w otyłości**



Agarwal S, Reider C, Brooks JR, Fulgoni VLI. Comparison of prevalence of inadequate nutrient intake based on body weight status of adults in the United States: an analysis of NHANES 2001-2008. J Am Coll Nutr. 2015;34:126-34.

Zaburzenia metabolizmu mikrośladników odżywczych

→ Dystrybucja – zmiany w składzie ciała

- ↑masy tłuszczowej
- ↑masa narządów
- ↑objętość krwi krążącej
- ↑rzutu serca

→ SIBO

→ Funkcja wątroby

- ↑przepływ trzewny
- ↑liczba i aktywność kom. mięsrowych
- ↑nacieki tłuszczowe
- Okołoportalna infiltracja komórkowa

→ Funkcja nerek

- ↑ Wielkość nerek
- ↑ Filtracja kłębuszkowa
- ↑ Wydzielanie cewkowe

Żelazo

- ↓ średnie stężenie żelaza, pomimo prawidłowej podaży
- ↑ ryzyko niedoboru żelaza w otyłości
- Stężenie żelaza odwrotnie proporcjonalne do stężenia CRP
- IDA – do 40%

Niedobór żelaza w otyłości

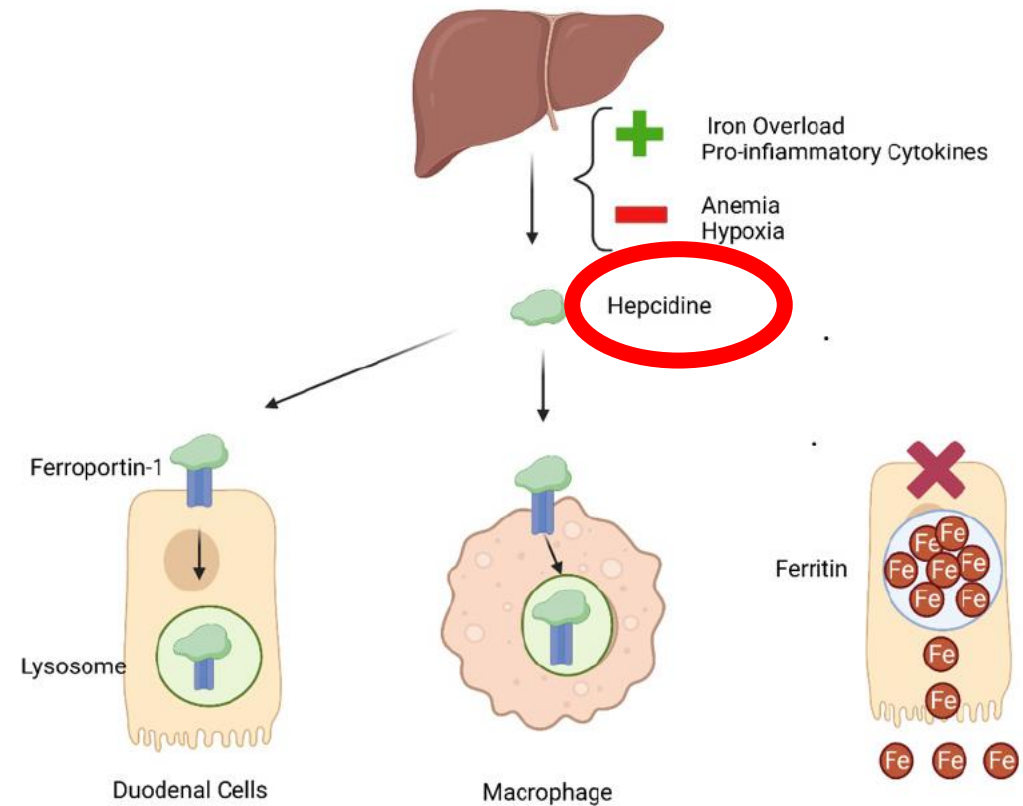
Micronutrient status	%
Vitamin A < 20 µg/dL	7.1
Vitamin C < 4 µg/mL	38.1
Vitamin C < 2 µg/mL	8.1
Vitamin E < 5 µg/mL	32.5
Vitamin E < 3 µg/mL	2.0
Vitamin E:lipids < 0.8 mg/g	0.0
Iron < 60 µg/dL	17.9
Iron < 45 µg/dL	6.6
Zinc < 65 µg/dL	24.9

Zinc, Iron and Vitamins A, C and E Are Associated with Obesity, Inflammation, Lipid Profile and Insulin Resistance in Mexican School-Aged Children

Olga Patricia García ^{1*}, Dolores Ronquillo ¹, María del Carmen Caamaño ^{1,2},
Guadalupe Martínez ¹, Mariela Camacho ¹, Viridiana López ¹ and Jorge L. Rosado ^{1,2}

Przyczyny niedoboru żelaza w otyłości

- Niedobory w diecie
- Zwiększone zapotrzebowanie - zwiększona objętość krwi krążącej – zaopatrzenie masy tkanki tłuszczowej
- Zmniejszona dostępność w odpowiedzi na proces zapalny



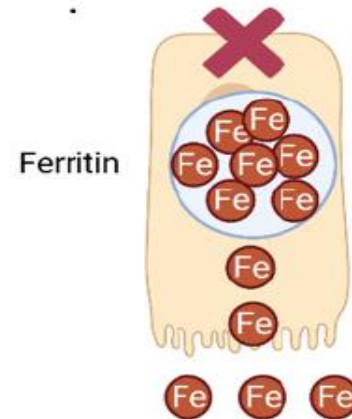
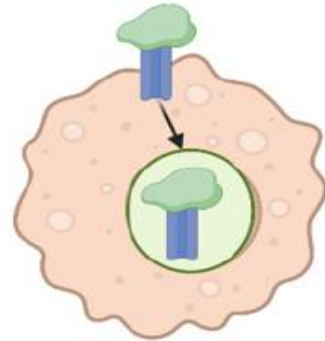
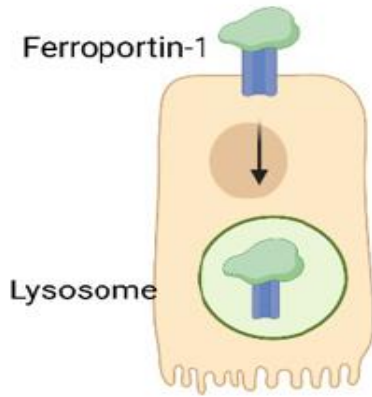


CYTOKINY PROZAPALNE



NIEDOTLENIENIE
NIEDOBÓR ŻELAZA

↑ HEPCYDYNA



↓ WCHŁANANIE ŻELAZA
W DWUNASTNICY

↓ UWALNIANIA
Z MAKROFAGÓW

↑ ZAPASÓW
WEWNĄTRZKOM

→ Ograniczona skuteczność doustnej suplementacji

Sanad, M.; Osman, M.; Gharib, A. Obesity modulate serum hepcidin and treatment outcome of iron deficiency anemia in children: A case control study. *Ital. J. Pediatr.* 2011, 37, 34. [[CrossRef](#)]

Zimmermann, M.B.; Zeder, C.; Muthayya, S.; Winichagoon, P.; Chaouki, N.; Aeberli, I.; Hurrell, R.F. Adiposity in women and children from transition countries predicts decreased iron absorption, iron deficiency and a reduced response to iron fortification. *Int. J. Obes.* 2008, 32, 1098–1104. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

→ Obniżenie masy ciała – zmniejszenie natężenia stanu zapalnego, obniżenie stężenia hepcydyny, wzrost stężenia żelaza

Gong, L.; Yuan, F.; Teng, J.; Li, X.; Zheng, S.; Lin, L.; Deng, H.; Ma, G.; Sun, C.; Li, Y. Weight Loss, Inflammatory Markers, and Improvements of Iron Status in Overweight and Obese Children. *J. Pediatr.* 2014, 164, 795–800.e2. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

Amato, A.; Santoro, N.; Calabrò, P.; Grandone, A.; Swinkels, D.W.; Perrone, L.; Miraglia del Giudice, E. Effect of body mass index reduction on serum hepcidin levels and iron status in obese children. *Int. J. Obes.* 2010, 34, 1772–1774. [[CrossRef](#)]


Witaminy A,C i E

- 2,5-krotnie wyższa częstość występowania niedoboru w otyłości
- Stężenie witamin odwrotnie proporcjonalne do masy tłuszczowej, tłuszczu trzewnego (kg)

Micronutrient status	%
Vitamin A < 20 µg/dL	7.1
Vitamin C < 4 µg/mL	38.1
Vitamin C < 2 µg/mL	8.1
Vitamin E < 5 µg/mL	32.5
Vitamin E < 3 µg/mL	2.0
Vitamin E:lipids < 0.8 mg/g	0.0
Iron < 60 µg/dL	17.9
Iron < 45 µg/dL	6.6
Zinc < 65 µg/dL	24.9

Zinc, Iron and Vitamins A, C and E Are Associated with Obesity, Inflammation, Lipid Profile and Insulin Resistance in Mexican School-Aged Children

Olga Patricia García ^{1*}, Dolores Ronquillo ¹, María del Carmen Caamaño ^{1,2},
Guadalupe Martínez ¹, Mariela Camacho ¹, Viridiana López ¹ and Jorge L. Rosado ^{1,2}



Variables	Vitamin A (µg/dL)	Vitamin E (µg/mL)	Vitamin E:Lipids ratio	Vitamin C (µg/mL)	Iron (µg/dL)	Zinc (µg/dL)
BMI, Kg/cm ²	0.223 *	0.115	-0.426 *	-0.116	-0.137	0.028
BMI for age, Zscore	0.219 *	0.100	-0.423 *	-0.077	-0.119	0.044
Waist, cm	0.178 *	0.116	-0.435 *	-0.142	-0.128	0.048
Waist to height ratio	0.178 *	0.080 *	-0.443 *	-0.157 *	-0.114	0.03
Body fat, %	0.116	0.081	-0.441 *	-0.231 *	-0.092	-0.026
Abdominal fat, Kg	0.192 *	0.137	-0.413 *	-0.204 *	-0.111	0.004
CRP, mg/dL ²	-0.248 *	-0.188 *	0.096	-0.143 *	-0.285 *	-0.085
Glucose, mg/dL	0.011	0.050	0.029	0.141	-0.153 *	0.031
Triglycerides, mg/dL	0.332 *	0.428 *	-0.542 *	0.030	0.023	0.118
Total cholesterol, mg/dL	0.340 *	0.500 *	-0.449 *	0.041	0.090	0.224 *
HDL, mg/dL ²	0.125	0.247 *	0.215 *	0.150 *	0.184 *	0.166 *
LDL, mg/dL ²	0.309 *	0.438 *	-0.441 *	-0.006	0.05	0.208 *
Insulin, µIU/mL	-0.070	-0.245 *	-0.322 *	0.007	-0.150 *	0.034
HOMA Index	-0.076	-0.233 *	-0.313 *	0.024	-0.171 *	0.028

Zinc, Iron and Vitamins A, C and E Are Associated with Obesity, Inflammation, Lipid Profile and Insulin Resistance in Mexican School-Aged Children

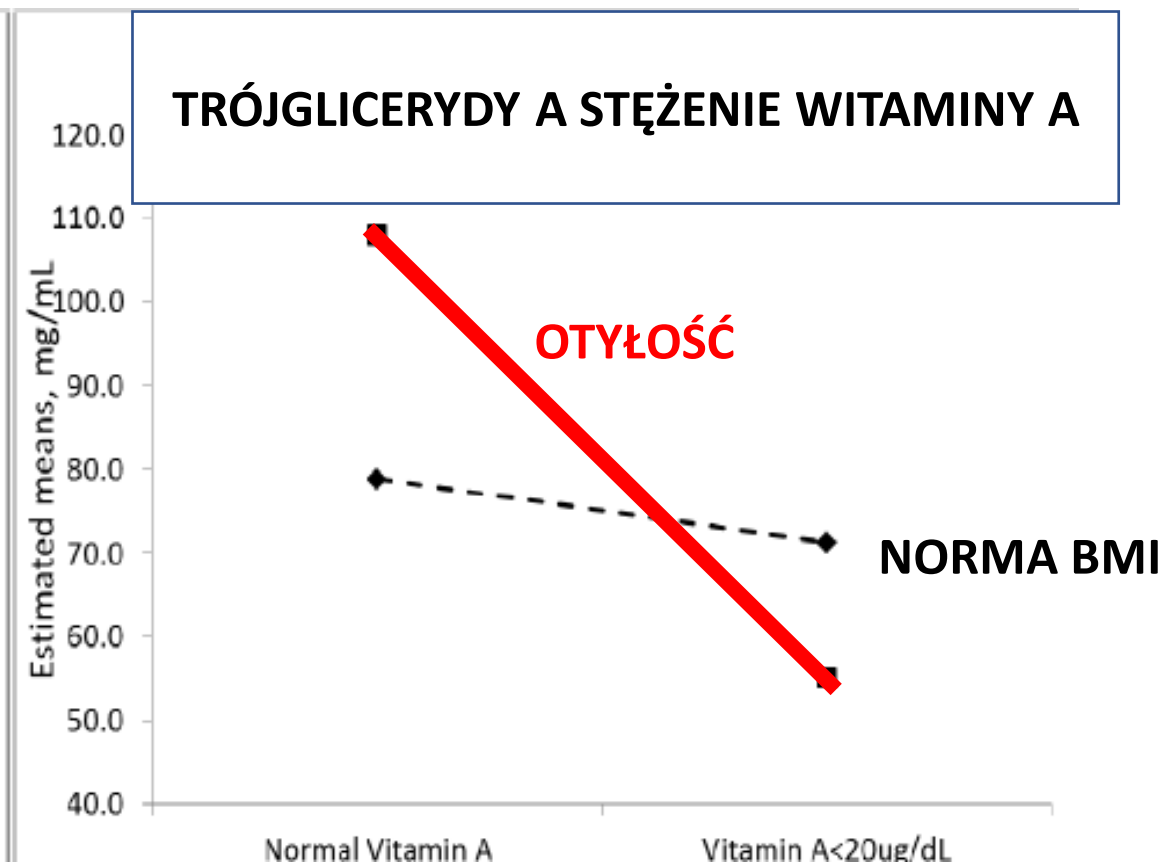
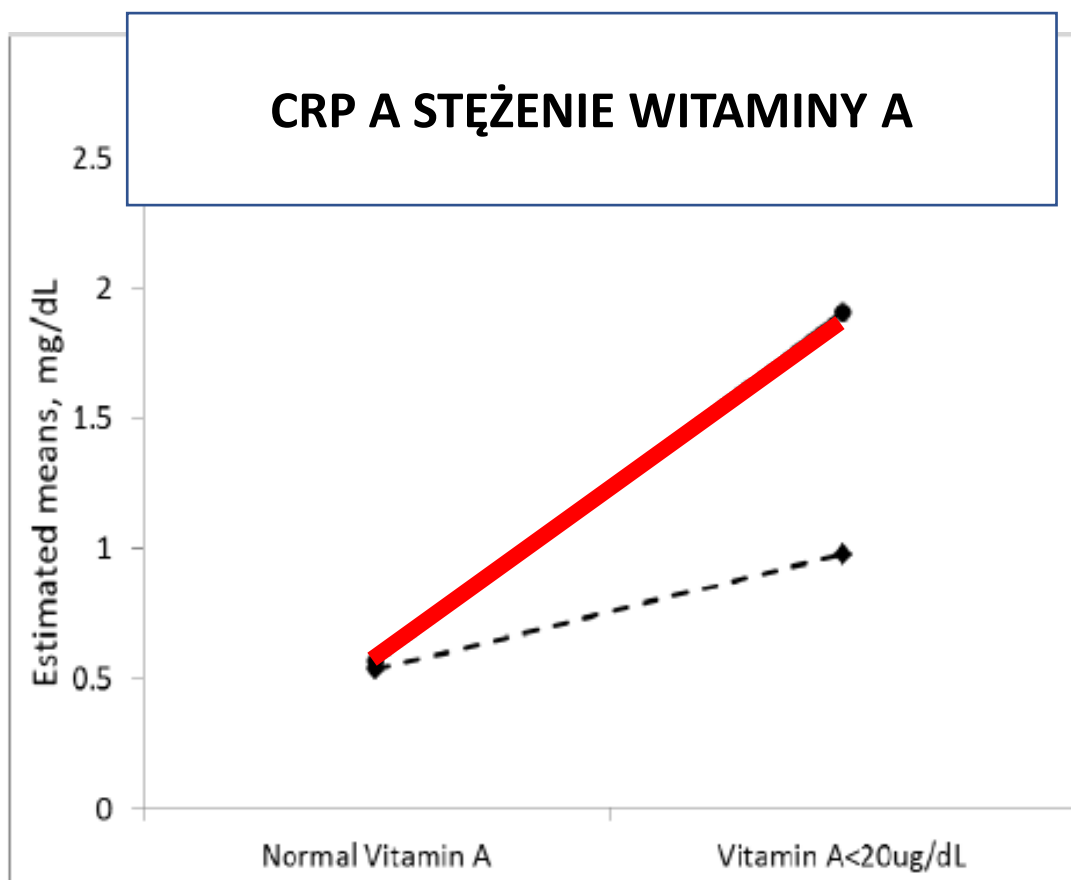
Olga Patricia García ^{1*}, Dolores Ronquillo ¹, María del Carmen Caamaño ^{1,2},
Guadalupe Martínez ¹, Mariela Camacho ¹, Viridiana López ¹ and Jorge L. Rosado ^{1,2}

Witamina C

- Udział w mechanizmach zapobiegania otyłości
 - Kontrola lipolizy
 - Regulacja odpowiedzi zapalnej
 - Kontrola stężenia leptyny
- Obniżone stężenie witaminy C- do 50 % dzieci z otyłością i nadwagą
- Obniżone stężenie witaminy C – związane z wielkością masy tłuszczowej, BMI i WtHR
- W badaniach eksperymentalnych – podaż witaminy C w trakcie diety wysokotłuszczowej i wysokokalorycznej - może modulować proces zapalny, stężenie leptyny we krwi i powodować redukcję masy ciała u szczurów

Witamina A

- Niedobór witaminy A w otyłości – do 17%

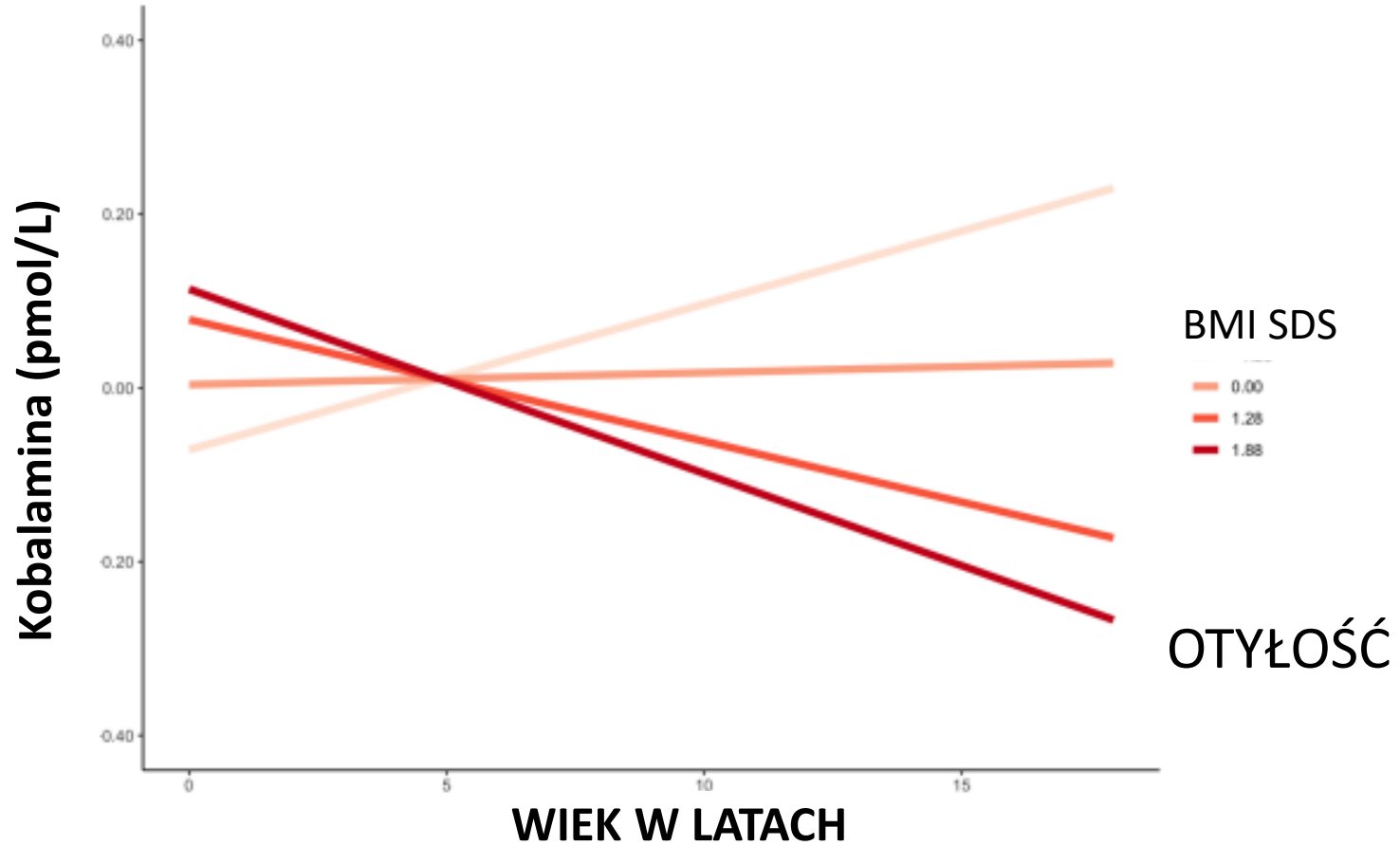


Witamina B1 (tiamina)



- Niedobór witaminy B 1 w 15-25% osób otyłych
- Pozytywne efekty suplementacji na funkcje endotelium i redukcję stresu oksydacyjnego u osób z cukrzycą t. 2 oraz w modelach zwierzęcych
- Brak badań w otyłości

Witamina B 12

- Zwiększone zapotrzebowanie w otyłości
- SIBO – zmniejsza biodostępność
- Sekwestracja w tkance tłuszczowej
- Niedobór witaminy B12 – do 12 % w otyłości
- 4-krotnie wyższe ryzyko niedoboru
- W insulinooporności – niedobory witaminy obserwuje się w 30% przypadków



Folate and Cobalamin Serum Levels in Healthy Children and Adolescents and Their Association with Age, Sex, BMI and Socioeconomic Status

Paulina Kreuzler^{1,2,*}, Mandy Vogel^{1,2}, Anja Willenberg³, Ronny Baber^{1,3}, Yvonne Dietz¹, Antje Körner^{1,2}, Uta Ceglarek^{1,3} and Wieland Kiess^{1,2}

Kwas foliowy

- Zwiększone zapotrzebowanie w otyłości
- Ryzyko niedoboru w diecie – wysokie u osób >pc BMI
- Częstość występowania niedoborów w otyłości – do 55% w niektórych populacjach
- Wyższa częstość występowania niedoborów kwasu foliowego wraz ze wzrostem BMI

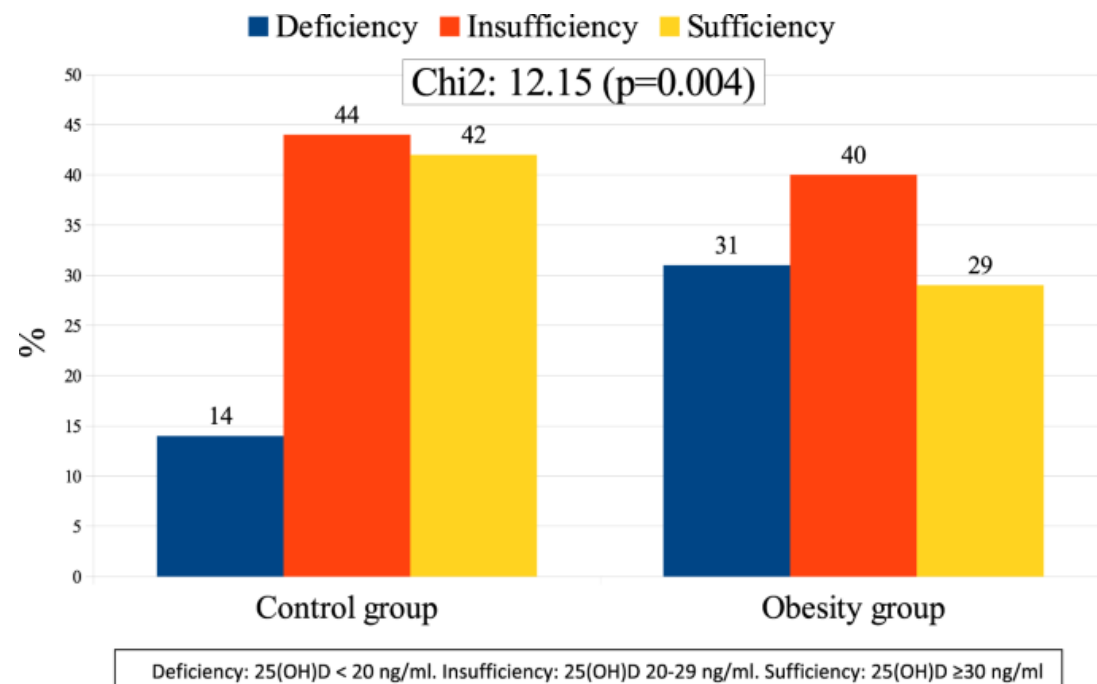
Suplementacja B12 i kwasu foliowego

- Suplementacja witaminy B12 i kwasu foliowego może zmniejszać ryzyko rozwoju chorób serca i naczyń mózgowych oraz może mieć pozytywny wpływ na antropometryczne i metaboliczne otyłości (TG, HDL-C, insulina, HOMA-IR, WtHR)
- W RCT– suplementacja kwasu foliowego – prowadzi do obniżenia stężenia homocysteiny u dzieci, efekt szczególnie zaznaczony w przypadku wyjściowego niedoboru
- Poprawa funkcji śródbłonna u dzieci z cukrzycą

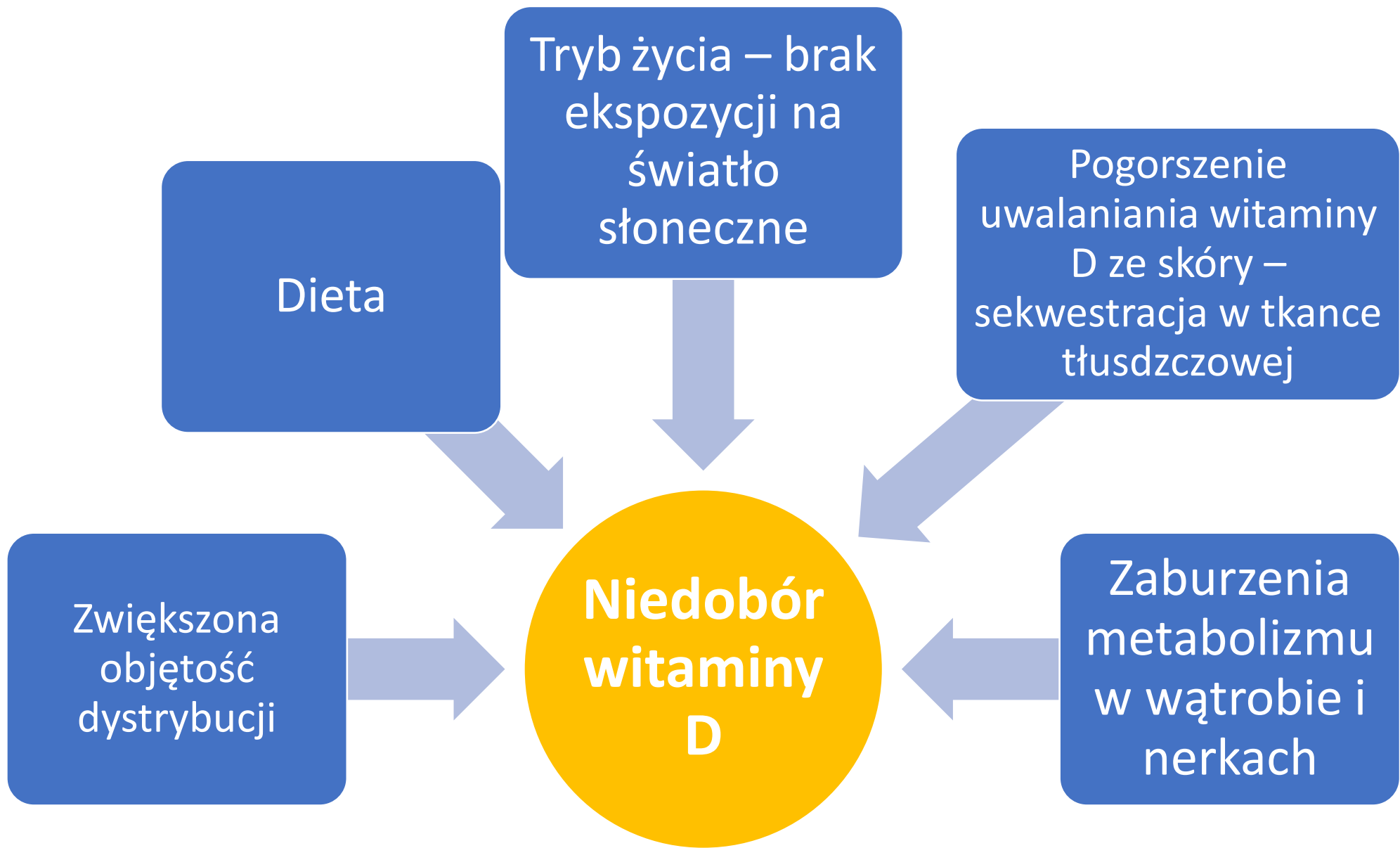
Role of Vitamin B12 and Folate in Metabolic Syndrome

Tejaswini Ashok¹, Harivarsha Puttam², Victoria Clarice A. Tarnate³, Sharan Jhaveri⁴, Chaithanya Avanthika^{5,6}, Amanda Guadalupe Trejo Treviño⁷, Sandeep SL⁸, Nazia T. Ahmed⁹

Witamina D

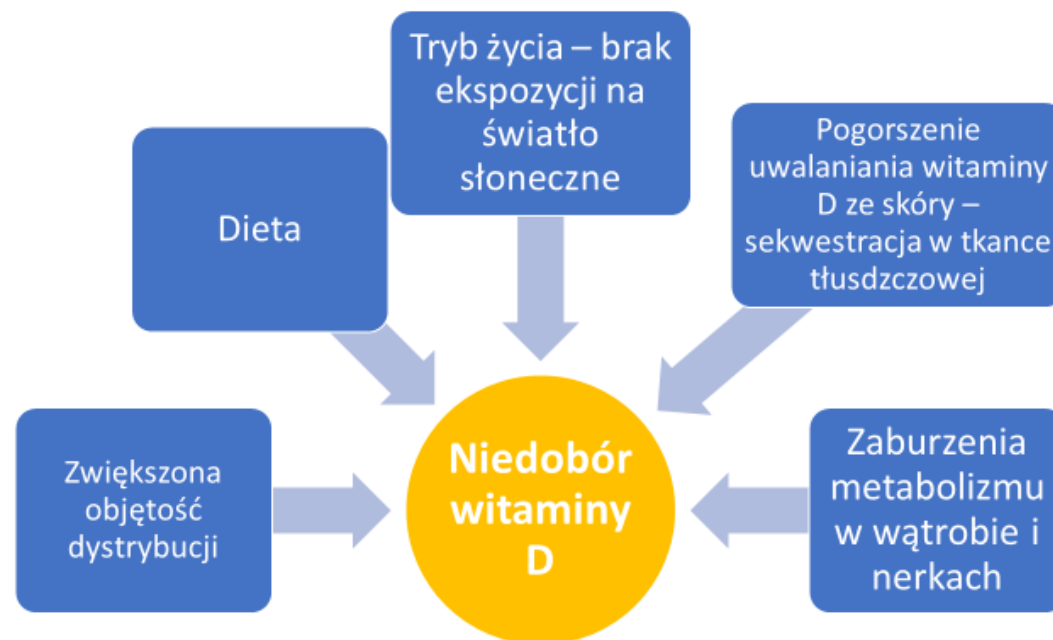


- Wyższy odsetek niedoboru witaminy w otyłości o ok 30% niż w populacji
- Odsetek niedoborów wzrasta wraz ze stopniem nasilenia otyłości



Suplementacja wit D

- Przy braku normalizacji stężenia po standardowych dawkach – wskazana eskalacja dawkowania



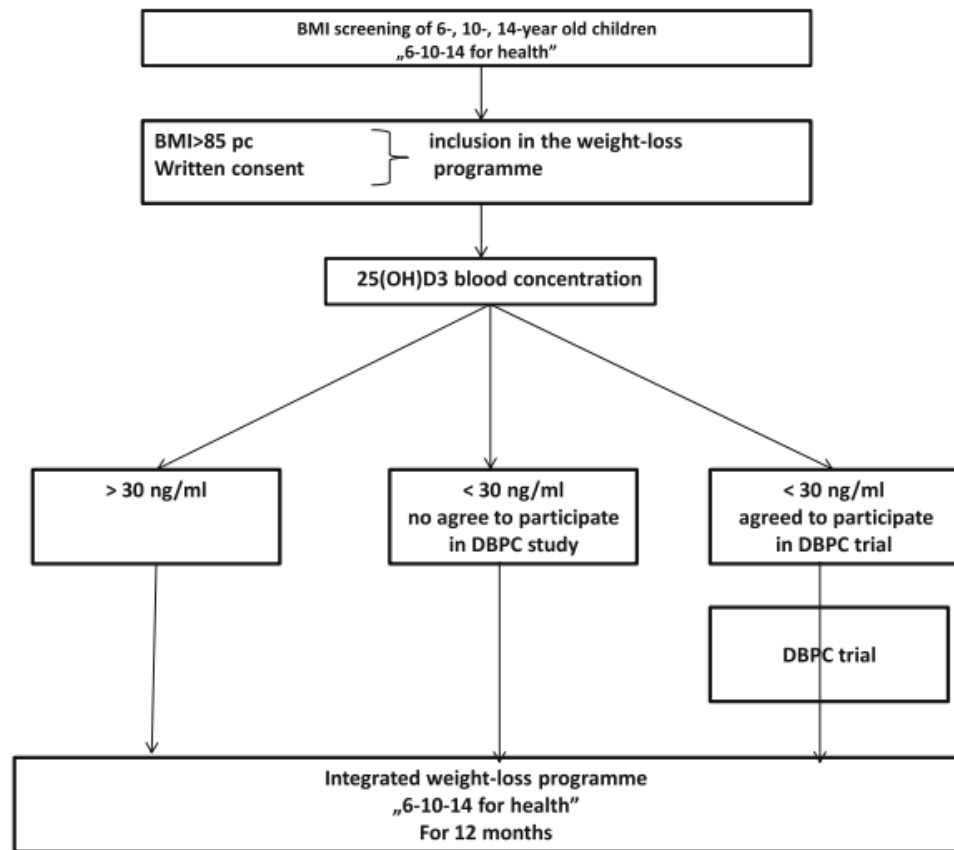
Suplementacja witaminy D w trakcie redukcji masy ciała

mean differences for random effects showed that cholecalciferol supplementation decreases the BMI by -0.32 kg/m^2 (CI95% $-0.52, -0.12 \text{ kg/m}^2, p = 0.002$) and the waist circumference by -1.42 cm (CI95% $-2.41, -0.42 \text{ cm}, p = 0.005$), but does not statistically affect weight loss -0.43 kg (CI95% $-1.05, +0.19 \text{ kg}, p = 0.17$). *Conclusions:* This meta-analysis lays the foundation for defining the potential clinical efficacy of vitamin D supplementation as a potential therapeutic option for weight loss programs, but further studies are needed to confirm the validity of these findings and delineate potential underlying mechanisms.

2019

Review

Is Vitamin D Supplementation Useful for Weight Loss Programs? A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials



STUDY PROTOCOL

Open Access



Long-term effects of vitamin D supplementation in vitamin D deficient obese children participating in an integrated weight-loss programme (a double-blind placebo-controlled study) – rationale for the study design

Agnieszka Szlagatys-Sidorkiewicz¹, Michał Brzeziński^{2*}, Agnieszka Jankowska¹, Paulina Metelska³, Magdalena Słomińska-Frączek⁴ and Piotr Socha⁵

Suplementacja witaminy D w trakcie redukcji masy ciała



DB-PC-RCT

Conclusions: Our study ads substantial results to support the thesis on no effect of vitamin D supplementation on body weight reduction in children and adolescents with vitamin D insufficiency undergoing a weight management program.

2020

Article

Long-Term Effects of Vitamin D Supplementation in Obese Children During Integrated Weight-Loss Programme—A Double Blind Randomized Placebo-Controlled Trial

Michał Brzeziński ^{1,2,*} , Agnieszka Jankowska ¹, Magdalena Słomińska-Frączek ³, Paulina Metelska ^{2,4}, Piotr Wiśniewski ⁵, Piotr Socha ⁶ and Agnieszka Szlagatys-Sidorkiewicz ¹ 




Witamina D

- Suplementacja witaminy D – nie zmniejsza insulinooporności ani ryzyka cukrzycy t.2 – 7/8 badań
- W jednym badaniu – wykazano redukcję glukozy na czczo oraz HOMA-IR

2023

Systematic Review

Controversial Impact of Vitamin D Supplementation on Reducing Insulin Resistance and Prevention of Type 2 Diabetes in Patients with Prediabetes: A Systematic Review

Agata Pieńkowska, Justyna Janicka, Michał Duda, Karena Dzwonnik, Kamila Lip, Aleksandra Mędra ,
Agnieszka Szlagatys-Sidorkiewicz  and Michał Brzeziński * 

Article

**Effect of Vitamin D and Docosahexaenoic Acid
Co-Supplementation on Vitamin D Status, Body Composition,
and Metabolic Markers in Obese Children: A Randomized,
Double Blind, Controlled Study**

- Suplementacja wit.D/wit.D + DHA
- ↑ DHA 35 vs 58% - korzystny efekt przeciwzapalny w otyłości

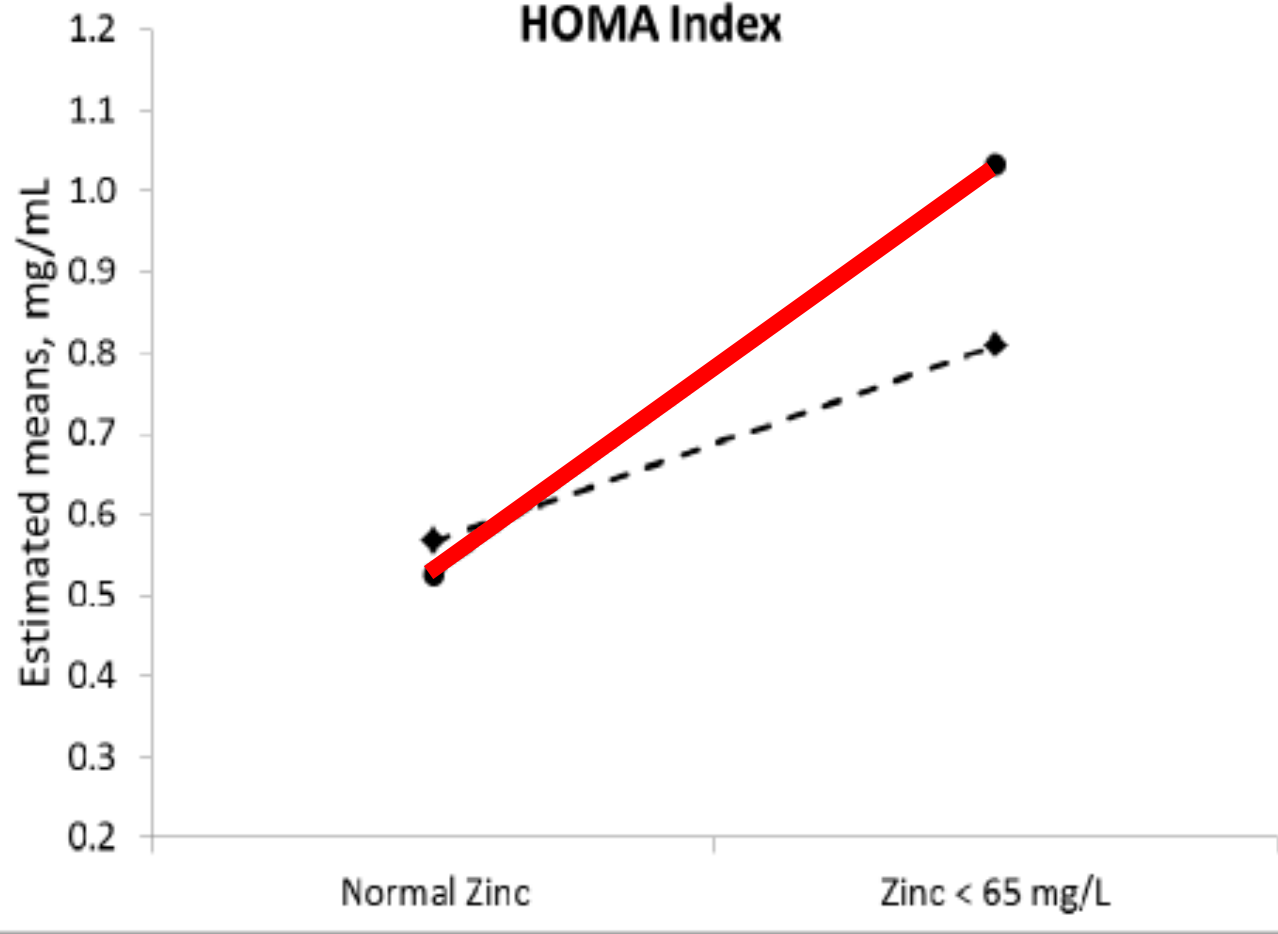
Miedź

- Niejednoznaczne wyniki badań, ↑/= stężenie we krwi
- Związek stężenia z nasileniem stresu oksydacyjnego i stanem zapalnym

Cynk

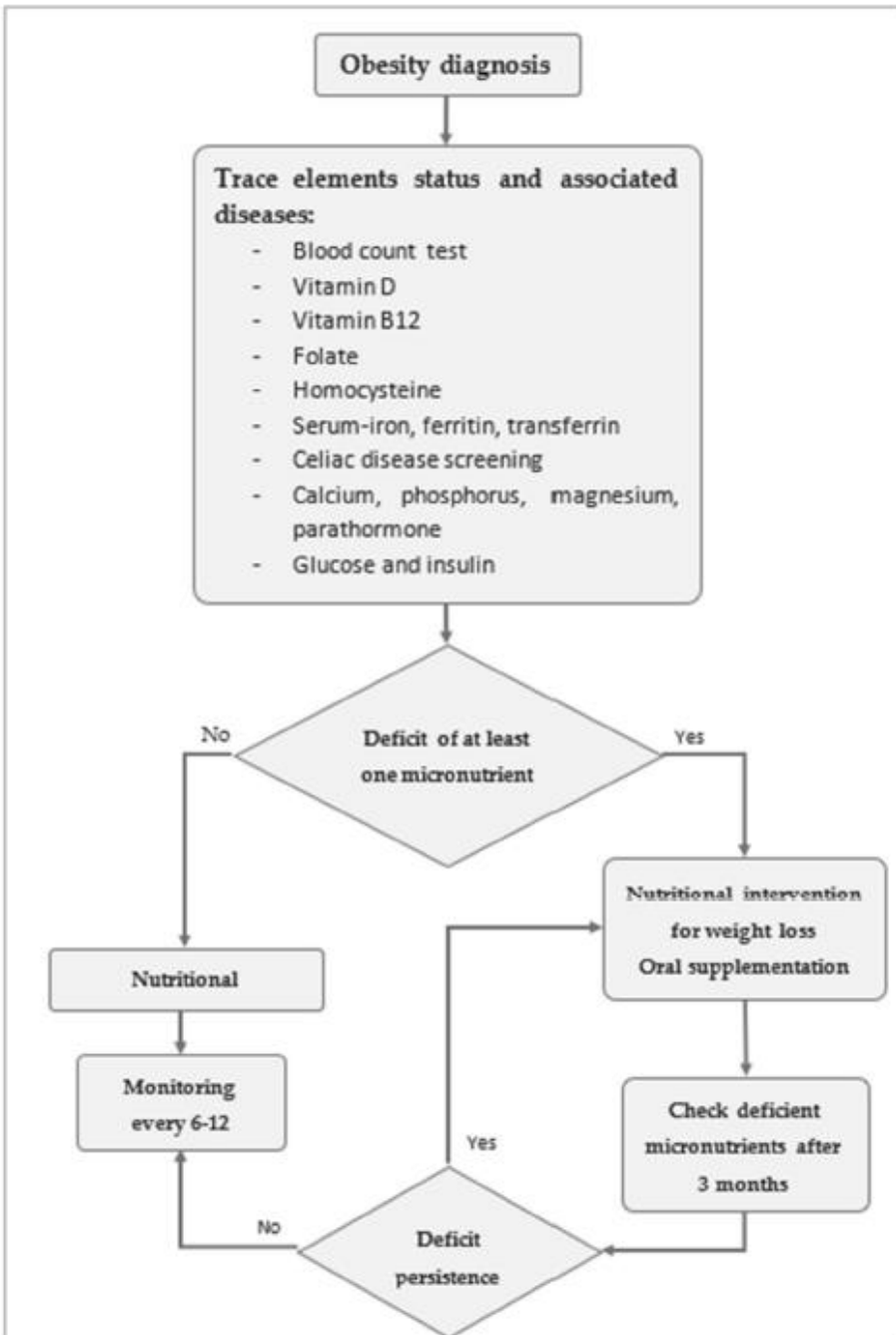
- Niższe stężenie cynku w otyłości
- Ok. 28-30% osób przed zabiegiem bariatrycznym
- Niższe stężenie cynku w ślinie – częstsze występowanie próchnicy u osób otyłych

Interaction of Zinc status and overweight on HOMA Index



Chrom

- Obniżone stężenie Cr – wiąże się z zaburzeniami tolerancji glukozy i rozwojem cukrzycy typu 2
- Suplementacja w przypadku niedoboru – może zmniejszać spożywanie pokarmów i zmniejszać nasilenie głodu
- Przyspieszenie utraty masy ciała i przyrost masy mięśniowej-
kontrowersyjne



Podsumowanie

- ✓ Konieczna jest kompleksowa ocena stanu odżywienia w otyłości
- ✓ Monitorowanie skuteczności suplementacji
- ✓ Nie mamy polskich danych na temat częstości występowania niedoborów mikroskładników odżywczych
- ✓ Przyczyna-świadek-skutek???

