

Suplementacja żelaza u dzieci

Iron supplementation in children

dr Paweł Siudem

Zakład Chemii Organicznej i Fizycznej, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej,
Warszawski Uniwersytet Medyczny

ORCID: 0000-0002-8674-3774

Nr art. Lek.202211.03

■ **Słowa kluczowe:** żelazo, hemoglobina, suplementacja.

■ **Streszczenie:** Żelazo jest jednym z ważniejszych składników mineralnych niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Szczególnie istotna jest jego rola w procesie tworzenia hemoglobiny i funkcjonowaniu układu krążenia. Podczas intensywnego wzrostu u dzieci następuje wzrost zapotrzebowania na żelazo dostarczane w diecie. Postać, w jakiej jest spożywane żelazo, ma duże znaczenie dla przyswajalności. Żelazo hemowe pochodzące z produktów odzwierzęcych charakteryzuje się lepszą przyswajalnością. W przypadku problemów z dostarczaniem odpowiedniej ilości dobrze przyswajalnego żelaza można rozważyć jego suplementację.

■ **Keywords:** iron, hemoglobin, supplementation.

■ **Abstract:** Iron is one of the most important minerals necessary for the proper functioning of the body. Its role in the process of hemoglobin formation and the functioning of the circulatory system is particularly important. During vigorous growth in children, the need for dietary iron increases. The form in which iron is consumed is of great importance for absorption. Heme iron derived from animal products is characterized by better digestibility. In case of problems with providing the right amount of easily digestible iron, its supplementation may be considered.

■ Wprowadzenie

Żelazo jest czwartym najbardziej rozpowszechnionym pierwiastkiem wchodzącym w skład skorupy ziemskiej. Największe znaczenie biologiczne odgrywają jony żelaza Fe^{2+} i Fe^{3+} . Żelazo pełni ważną rolę w transporcie tlenu (jest niezbędne do wytworzenia hemoglobiny) i krótkotrwałego przechowywania zapasu tlenu w organizmie (jest składnikiem mioglobiny). Ponadto porfiryne pierścienie hemu posiadające w swej strukturze jony żelaza są zaangażowane w transport elektronów (np. w przemianach zachodzących przy działaniu cytochromów a, b i c) oraz procesy utleniania zachodzące na cytochromie P450. Jony żelaza są również niezbędne

do działania mitochondrialnych oksydoreduktaz (np. NADPH), biorą więc udział w przemianach energetycznych zachodzących w organizmie.

Przeciętna dieta zachodnioeuropejska obejmuje spożycie ok. 15–20 mg żelaza, z czego 10% występuje w formie hemowej, a pozostała część w formie niehemowej (jonowej). Tylko około jedna dziesiąta zużytego żelaza jest wchłaniana, głównie w dwunastnicy, a mniej w jelicie czczym [1]. Większość spożytego żelaza hemowego znajduje się w hemoglobinie i mioglobinie białek mięsa. Niskie pH żołądka uwalnia te białka z mięsa, a następnie działanie proteaz w żołądku i jelicie uwalnia wolny hem [2]. Gdy hem dostanie się do enterocyty, może

zostać rozłożony poprzez działanie oksygenazy hemowej w celu uwolnienia wolnego żelaza, które dołącza do wewnątrzkomórkowej puli żelaza.

Żelazo niehemowe znajduje się w produktach mięsnych i roślinnych i w dużej mierze występuje w postaci Fe^{3+} . Żelazo Fe^{3+} w przeciwieństwie do Fe^{2+} jest wysoce nierozpuszczalne i trudno wchłaniane. Jego redukcja jest niezbędna, ponieważ to ostatnie jest preferowaną formą do wchłaniania. Niskie pH powstające w żołądku, a także obecność w diecie witaminy C redukują jony Fe^{3+} do Fe^{2+} , poprawiając rozpuszczalność i wchłanianie [3] (rys. 1).

Z kolei fityniany występujące w stosunkowo dużych ilościach w produktach pełnoziarnistych i nasionach roślin strączkowych hamują wchłanianie żelaza. Podobny efekt wykazuje również wapń występujący w spożywanych produktach oraz związki polifenolowe z kawy i herbaty [4].

■ Wchłanianie żelaza u dzieci

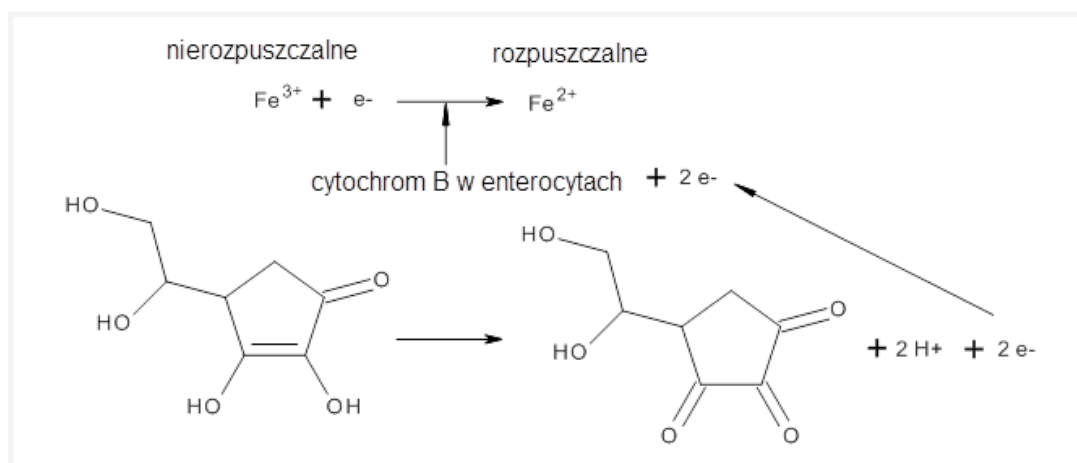
Różnice we wchłanianiu składników dostarczanych z pożywieniem między dorosłymi ludźmi mogą być bardzo istotne. W przypadku niemowląt warto przytoczyć dwa badania [5].

W pierwszym badaniu 22 niemowlęta były karmione posiłkami z przecieru warzywnego, do którego dodano siarczany żelaza lub glicynian żelaza zawierające znakowane izotopy żelaza.

Każdy posiłek zawierał łącznie 1,6 mg żelaza i karmiono niemowlęta przez osiem kolejnych dni. Wbudowanie do hemoglobiny znakowanego żelaza wynosiło średnio 9,9% w przypadku siarczany żelaza i 9,0% w przypadku posiłków wzbogacanych glicynianem żelaza. W drugim badaniu 24 niemowlęta karmiono pokarmem zbożowym (o wysokiej zawartości fitynianów), a biodostępność żelaza porównywano z pokarmem z purée warzywnego. Biodostępność żelaza była istotnie niższa w przypadku mączek zbożowych o wysokiej zawartości fitynianów.

W innym badaniu podawano stabilny izotop żelaza 30 niemowlętom w wieku 5 miesięcy [6]. Opisano ścisły związek między stratami a wchłanianiem żelaza (mierzonym jako całkowita absorpcja żelaza w ciągu ok. jednego roku), ale z bardzo dużą zmiennością międzysobniczą. Zasugerowano, że większe straty stymulują wyższe wchłanianie, co jest zgodne z dobrze ustaloną odwrotną zależnością między stężeniem ferrytyny w osoczu a wchłanianiem żelaza. Przypuszcza się, że ta relacja dotyczy również starszych dzieci, młodzieży i dorosłych.

Organizm nie ma zdefiniowanej drogi wydalenia żelaza. Utrata żelaza jest związana z jego obrotem poprzez wypadanie włosów, łuszczenie skóry, przez błonę śluzową przewodu pokarmowego, oddechowego i moczowo-płciowego oraz



Rycina 1. Rola witaminy C we wchłanianiu żelaza

przez pot, wydzieliny jelitowe (w tym żółć), mocz, nasienie.

Największe straty żelaza następują w przypadku krwawień, w tym również krew menstruacyjną. W badaniu z udziałem 13 kobiet straty żelaza w okresie menstruacyjnym wahały się od 0,5 do 56 mg na miesiąc [7].

Konsekwencje niedoboru żelaza u dzieci

Ogólnie niedobory żelaza prowadzą do niedokrwistości, której najbardziej charakterystycznymi objawami są: bladeść śluzówek i spojówek, zajady w kącikach ust, szorstkość skóry, łamliwość włosów i paznokci. Obserwuje się również obniżenie sprawności fizycznej i odporności na infekcje. Zbyt małe spożycie żelaza może także zwiększyć ryzyko występowania depresji.

U dzieci żelazo odgrywa ważną rolę w rozwoju i wzroście organizmu. Istnieją dowody na to, że dorastające dziewczęta, które jako małe dzieci miały anemię, mają zmienioną pamięć i świadomość przestrzenną. Niemowlęta i dzieci z niedoborem żelaza i anemią mają osłabioną uwagę, słabą pamięć rozpoznawania i zubożone interakcje społeczne [8].

Niektóre badania wykazały związek między niedokrwistością z niedoboru żelaza we wczesnym dzieciństwie a długotrwałą słabą wydajnością poznawczą i behawioralną [9]. Upośledzenia funkcjonalne obejmują również opóźnione reakcje na bodźce słuchowe i wzrokowe oraz zaburzenia pamięci i nawigacji przestrzennej. Wskazuje to, że niedobór żelaza, z anemią lub bez, ma podobne skutki u ludzi dorosłych.

Ryzyko niedoboru jest największe w okresach szybkiego wzrostu (tj. w okresie niemowlęcym, dzieciństwie i okresie dojrzewania oraz podczas ciąży).

Zapotrzebowanie na żelazo

Żywność zawierająca stosunkowo wysokie stężenia żelaza to: mięso, ryby, zboża, fasola, orzechy, żółtka jaj, ciemnozielone warzywa,

ziemniaki i wzbogacone produkty spożywcze; zawartość żelaza w produktach mlecznych oraz wielu owocach i warzywach jest znacznie niższa

Formy żelaza dopuszczone przez EFSA (European Food Safety Authority – Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności) do stosowania z suplementach diety to m.in. bisglicynian żelaza, węglan żelaza, cytrynian żelaza, glukonian żelaza, mleczan żelaza, cukrzan żelaza, fumaran żelaza, żelazo elementarne [9].

Normy spożycia żelaza opracowane przez EFSA różnią się od tych prezentowanych przez Polski Instytut Żywności i Żywienia. Polskie normy przedstawiono w tab. 1 [10].

Tabela 1. Normy polskie na żelazo

Grupa i wiek	Żelazo [mg/dobę]	
	EAR*	RDS**
Niemowlęta 0–6 miesięcy	0,3 (AI***)	
Niemowlęta 7–11 miesięcy	7	11
Dzieci 1–3 lata	3	7
Dzieci 4–9 lat	4	10
Chłopcy 10–12 lat	7	10
Chłopcy 13–18 lat	8	12
Dziewczęta 10–18 lat	8	15
Mężczyźni 19– > 75 lat	6	10
Kobiety 19–50 lat	8	18
Kobiety 51– > 75 lat	6	10
Kobiety w ciąży	23	27
Kobiety karmiące piersią	7	10

* *Estimated Average Requirement* – poziom średniego zapotrzebowania.

** *Recommended Dietary Allowance* – poziom zalecanego spożycia.

*** *Adequate Intake* – poziom wystarczającego spożycia.

Naturalne wsparcie funkcji poznawczych u dzieci



Floradix Żelazo dla dzieci



Floradix Żelazo dla dzieci, to tonik przygotowany w trosce o **prawidłowy rozwój najmłodszych**. Zawiera dobrze przyswajalny glukonian żelaza II, witaminy z grupy B i naturalną witaminę C z aceroli.

Odpowiedni poziom żelaza u dzieci odpowiedzialny jest za:

- prawidłowy rozwój umysłowy
- sprawną koordynację psychoruchową
- właściwy rozwój psychomotoryczny
- optymalny rozwój intelektualny i procesy poznawcze

Noworodki mają ok. 75 mg żelaza/kg masy ciała, z czego ok. 70% w hemoglobinie, 24% w wątrobie jako ferrytyna, a pozostałe 6% znajduje się w mioglobinie i enzymach zawierających żelazo. Zapasy żelaza u noworodka można zwiększyć o ok. 30–35 mg poprzez opóźnione zaciskanie pępowiny [11]. Dzięki redystrybucji żelaza zawartego w hemoglobinie do zapasów żelaza, u zdrowych, donoszonych niemowląt o normalnej masie urodzeniowej istnieje wystarczający zapas ilości żelaza do tworzenia hemoglobiny i mioglobiny wraz ze wzrostem do ok. 6. miesiąca życia u niemowląt w pełni karmionych piersią. Dodatkowo zapotrzebowanie na żelazo w tym okresie może być pokryte przez samo mleko matki (nawet jeśli jego stężenie żelaza jest niskie). Dlatego dodatkowe znaczące zapotrzebowanie na żelazo w diecie nie istnieje przed 6. miesiącem życia [12].

W przypadku starszych dzieci zapotrzebowanie na żelazo wynika z syntezy nowych tkanek, ich wzrostu i spadku stężenia żelaza na kilogram masy ciała. Od 1. do 7. r.ż. zapotrzebowanie na żelazo w diecie wzrasta tylko nieznacznie ze względu na niewielkie tempo przyrostu masy ciała. W późniejszym okresie konieczne jest wyższe spożycie żelaza, aby zrekompensować zwiększone wymagania dotyczące wzrostu, a u dziewcząt – utraty krwi przez miesiączki.

Suplementacja żelaza

Opublikowany w 2011 r. przegląd naukowych danych w bazie Cochrane zwrócił uwagę na ważność suplementacji żelaza u dzieci [13]. Jest to związane z faktem, że ok. 600 mln dzieci w wieku przedszkolnym i szkolnym na świecie cierpi na anemię, z czego, jak się szacuje, połowa przypadków jest spowodowana niedoborem żelaza. Konsekwencje niedokrwistości z niedoboru żelaza w dzieciństwie obejmują opóźnienie wzrostu, zmniejszone osiągnięcia szkolne, upośledzenie rozwoju motorycznego i poznawczego oraz zwiększoną zachorowalność i śmiertelność. Suplementacja żelaza jest szeroko stosowaną strategią poprawy poziomu

żelaza u dzieci, ale jego skuteczność jest ograniczana ze względu na skutki uboczne, które mogą obejmować nudności, zaparcia czy przebarwienia zębów.

Skuteczną i bezpieczniejszą alternatywą dla codziennej suplementacji może być suplementacja przerywana (jeden, dwa lub trzy razy w tygodniu w dni nienastępujące po sobie). Autorzy po przeanalizowaniu badań na ponad 13000 dzieci twierdzą, że przerywana suplementacja żelaza skutecznie poprawia stężenie hemoglobiny i zmniejsza ryzyko wystąpienia niedokrwistości lub niedoboru żelaza u dzieci w wieku poniżej 12 lat w porównaniu z placebo lub brakiem interwencji, ale jest mniej skuteczna niż codzienna suplementacja w zapobieganiu lub kontrolowaniu niedokrwistości. Przerywana suplementacja może być więc rozwiązaniem w sytuacjach, w których codzienna suplementacja nie powiodła się lub nie została wdrożona.

Inny duży systematyczny przegląd randomizowanych badań dotyczących wpływu suplementacji żelaza na rozwój umysłowy i ruchowy został opublikowany w 2005 r. [14]. Wskazano w nim, że suplementacja żelazem nieznacznie poprawia wynik rozwoju umysłowego. Efekt ten jest szczególnie widoczny w przypadku testów na inteligencję w wieku powyżej 7 lat oraz u osób z początkową niedokrwistością lub niedoborem żelaza. Jednocześnie nie ma przekonujących dowodów na to, że leczenie żelazem ma wpływ na rozwój umysłowy dzieci poniżej 27. miesiąca życia.

Najnowsze badania podkreślają również rolę hepcydyny (hormonu peptydowego produkowanego w wątrobie i odgrywającego kluczową rolę w regulacji homeostazy żelaza w organizmie) jako markera umożliwiającego monitorowanie stężenia żelaza, również u dzieci [15]. W przyszłości pomiar hepcydyny będzie mógł być wykorzystywany do kierowania terapią żelazem. Niemowlęta z niskim poziomem hepcydyny prawdopodobnie wymagają suplementacji żelaza, podczas gdy te z wysokim poziomem

raczej nie odniosą korzyści z suplementacji i mogą być narażone na niepożądane działania.

■ Podsumowanie

Homeostaza żelaza w organizmie jest bardzo ważna dla prawidłowego zachowania jego funkcji. Jest to szczególnie istotne w okresie wzmożonego wzrostu u dzieci oraz u osób narażonych na anemię.

Niedobory żywieniowe żelaza oraz duże straty żelaza mogą być wskazaniem do suplementacji tego pierwiastka.

Obecne badania wskazują na pozytywną rolę suplementacji żelaza u dzieci w celu zapewnienia prawidłowego rozwoju umysłowego i motorycznego, zwłaszcza u dzieci narażonych na deficyty.

Nadesłano: 03-11-2022

Adres do korespondencji: redakcja@lekwpolsce.pl

Piśmiennictwo:

1. Munoz, Manuel, José Antonio García-Erce, and Ángel Francisco Remacha. "Disorders of iron metabolism. Part 1: molecular basis of iron homeostasis." *Journal of clinical pathology* 64.4 (2011): 281-286.
2. Hooda, Jagmohan, Ajit Shah, and Li Zhang. "Heme, an essential nutrient from dietary proteins, critically impacts diverse physiological and pathological processes." *Nutrients* 6.3 (2014): 1080-1102.
3. Gulec, Sukru, Gregory J. Anderson, and James F. Collins. "Mechanistic and regulatory aspects of intestinal iron absorption." *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology* 307.4 (2014): 397-409.
4. Piskin, Elif, et al. "Iron absorption: factors, limitations, and improvement methods." *ACS omega* 7.24 (2022): 20441-20456.
5. Fox, Tom E., John Eagles, and Susan J. Fairweather-Tait. "Bioavailability of iron glycine as a fortificant in infant foods." *The American journal of clinical nutrition* 67.4 (1998): 664-668.
6. Fomon, Samuel J., et al. "Absorption and loss of iron in toddlers are highly correlated." *The Journal of nutrition* 135.4 (2005): 771-777.
7. Hunt, Janet R., Carol Ann Zito, and LuAnn K. Johnson. "Body iron excretion by healthy men and women." *The American journal of clinical nutrition* 89.6 (2009): 1792-1798.
8. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). "Scientific opinion on dietary reference values for iron." *EFSA Journal* 13.10 (2015): 4254.
9. Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 17 września 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie składu oraz oznakowania suplementów diety.
10. Jarosz, Mirosław, et al. *Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie*. Warsaw, Poland: Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego-Państwowy Zakład Higieny, 2020.
11. Hutton, Eileen K., and Eman S. Hassan. "Late vs early clamping of the umbilical cord in full-term neonates: systematic review and meta-analysis of controlled trials." *Jama* 297.11 (2007): 1241-1252.
12. Domellöf, Magnus. "Iron requirements in infancy." *Annals of Nutrition and Metabolism* 59.1 (2011):59-63.
13. De-Regil, Luz Maria, et al. "Intermittent iron supplementation for improving nutrition and development in children under 12 years of age." *Cochrane atabase of Systematic Reviews* 12 (2011).
14. Sachdev, H. P. S., Tarun Gera, and Penelope Nestel. "Effect of iron supplementation on mental and motor development in children: systematic review of randomised controlled trials." *Public health nutrition* 8.2 (2005): 117-132.
15. Georgieff, Michael K., Nancy F. Krebs, and Sarah E. Cusick. "The benefits and risks of iron supplementation in pregnancy and childhood." *Annual review of nutrition* 39 (2019): 121.