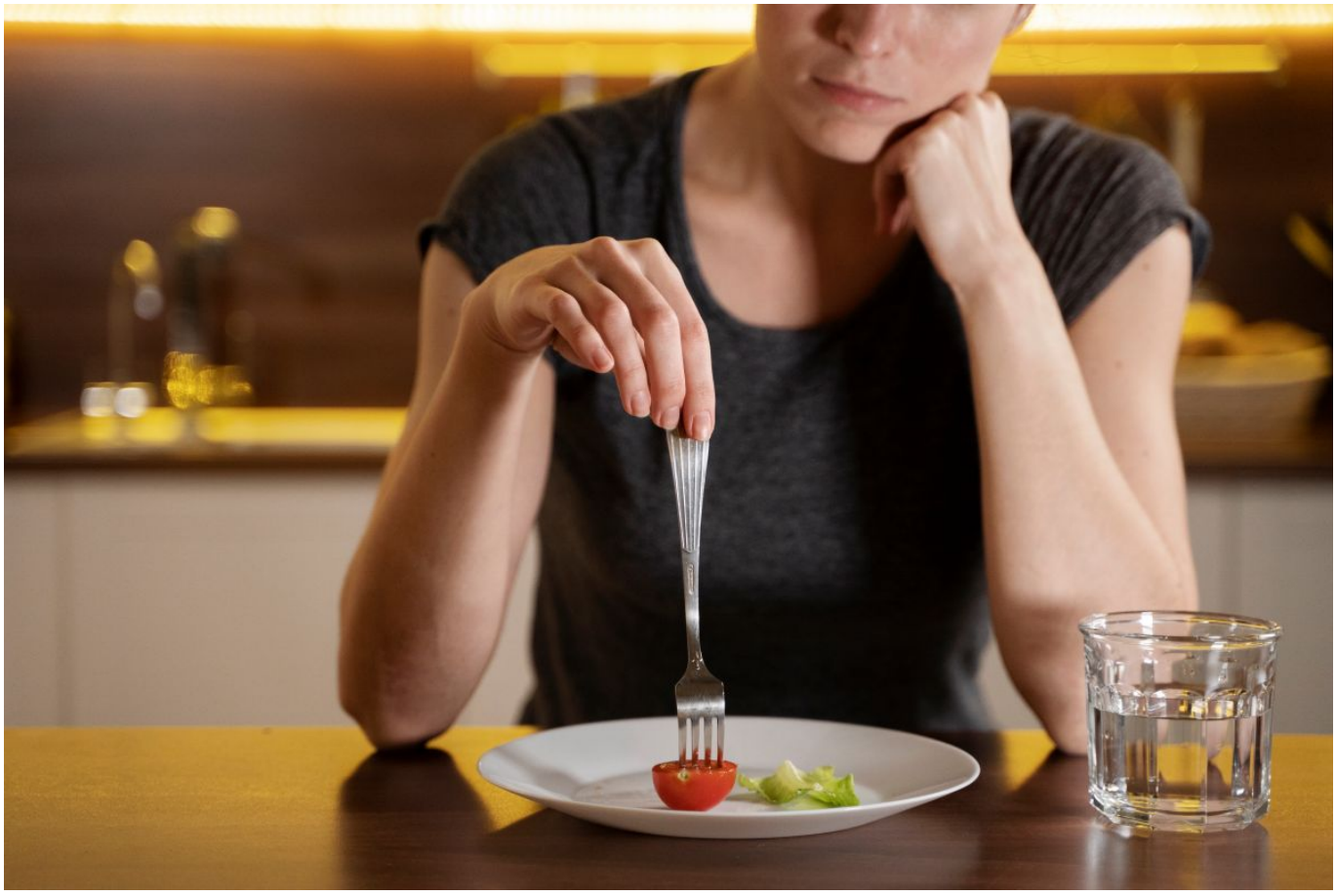
Prejavy nedostatkov železa a možnosť zníženia jej dôsledkov lipozomálnou kvapalnou formou železa

Zverejnené: 1. októbra 2025 | Autor: Doc. PharmDr. Andrea Gažová, PhD.



Železo predstavuje jeden z približne 26 prvkov, ktoré sú esenciálne pre existenciu živých organizmov, avšak jeho význam ďaleko presahuje klasifikáciu bežného stopového prvku. V skutočnosti je železo fundamentálnym biokatalyzátorom, ktorého jedinečné redoxné vlastnosti ho robia nenahraditeľným pre život. Primárna a najznámejšia funkcia železa spočíva v jeho úlohe pri transporte kyslíka. Ako centrálny atóm v héme, prostetickej skupine hemoglobínu v červených krvinkách a myoglobínu v svalových bunkách, umožňuje reverzibilnú väzbu a prenos molekúl kyslíka z pľúc do periférnych tkanív. Približne 70 % celkového telesného železa, ktoré sa u

dospelého jedinca pohybuje v rozmedzí 3 až 5 gramov, je viazaných práve v týchto dvoch proteínoch.

Okrem transportu kyslíka je železo nevyhnutné pre bunkový energetický metabolizmus, konkrétne pre syntézu adenozíntrifosfátu, univerzálnej energetickej hodnoty bunky. Je kľúčovou zložkou cytochrómov a železo-sírových klastrov v elektrónovom transportnom reťazci v mitochondriách, kde sa zúčastňuje na prenose elektrónov, čo je podstata procesu oxidačnej fosforylácii. Bez adekvátneho prísunu železa je produkcia bunkovej energie dramaticky znížená, čo vysvetľuje, prečo je chronická únava hlavným symptómom jeho deficitu.

Deficit železa nie je izolovaným hematologickým problémom, ale systémovým stavom, ktorého dôsledky kaskádovito postihujú takmer každý fyziologický systém. Klinické prejavy často predchádzajú rozvoju anémie a siahajú ďaleko za klasické symptómy, čo podčiarkuje centrálnu úlohu železa v bunkovom metabolizme.

Príčiny deficitu železa možno kategorizovať do štyroch hlavných oblastí, ktoré sa často kombinujú, a sú to:

1. Nedostatočný príjem. Diéty s nízkym obsahom biologicky dostupného železa sú primárnou príčinou v mnohých častiach sveta.
2. Znížená absorpcia. Patologické stavy postihujúce gastrointestinálny trakt, ako sú celiakia, Crohnova choroba alebo stavy po gastrickom bypasse, môžu výrazne znížiť schopnosť absorbovať železo. Rovnako aj hypoacidita žalúdka, či už fyziologická alebo farmakologicky indukovaná (napr. inhibítormi protónovej pumpy), znižuje absorpciu nehémového železa.
3. Zvýšené nároky. Obdobia rýchleho rastu (dojčatá, deti, adolescenti) a tehotenstvo predstavujú stavy so signifikantne zvýšenými fyziologickými nárokmi na železo. Počas tehotenstva sú zásoby železa matky využívané nielen na zvýšenie jej vlastného objemu krvi, ale aj ako zdroj hemoglobínu pre rastúci plod.
4. Krvné straty. Chronické, aj keď minimálne, krvné straty sú najčastejšou príčinou deficitu železa v rozvinutých krajinách. U žien v reprodukčnom veku sú to predovšetkým silné menštruačné krvácania. U oboch pohlaví je potrebné pátrať po okultnom gastrointestinálnom krvácaní, ktorého zdrojom môžu byť peptické vredy, polypy, divertikuly alebo kolorektálny karcinóm.

Deficit železa má priamy dopad na funkciu centrálneho nervového systému, ktorý je vysoko citlivý na hypoxiu a metabolické poruchy. Symptómy môžu zahŕňať zníženú schopnosť koncentrácie, poruchy pamäti, celkový kognitívny pokles a zmeny v správaní, ako je impulzivita a anxieta. Patofyziologický základ je dvojaký: jednak znížená dodávka kyslíka do mozgu v dôsledku nízkej hladiny hemoglobínu, a jednak priame narušenie funkcie enzýmov závislých od železa, ktoré sú esenciálne pre syntézu neurotransmiterov (napr. dopamínu, sérotonínu) a pre myelinizáciu nervových vlákien.

Kardiovaskulárny systém reaguje na zníženú kyslíkovú kapacitu krvi sériou kompenzačných mechanizmov. Medzi bežné symptómy patria palpitácie (pocit búšenia alebo nepravidelného srdcového rytmu), pulzujúce bolesti hlavy a dýchavičnosť, najmä pri námahe. Patofyziologickým základom je snaha organizmu kompenzovať tkanivovú hypoxiu. Srdce musí pracovať intenzívnejšie a pumpovať väčší objem krvi za časovú jednotku, aby sa zabezpečila adekvátna dodávka kyslíka do periférnych tkanív. Táto chronická záťaž vedie k tachykardii a pri dlhodobom, neliečenom a závažnom deficite môže vyústiť až do kardiálnej hypertrofie a srdcového zlyhania.

Železo je nevyhnutné pre správnu funkciu imunitného systému, najmä pre proliferáciu a aktiváciu imunitných buniek, ako sú T-lymfocyty a makrofágy. Deficit železa preto vedie k oslabeniu imunitnej odpovede a zvýšenej náchylnosti na infekcie.

Práve kvôli komplexného dopadu nedostatku železa na celý organizmus je dôležitá efektívna kontrola deficitu železa a proaktívny prístup zameraný na včasnú identifikáciu a podporu rizikových skupín obyvateľstva

prostredníctvom cieleného poradenstva, úpravy stravy a v indikovaných prípadoch liečebnej či preventívnej suplementácie.

Na základe fyziologických a behaviorálnych faktorov možno identifikovať niekoľko populácií so zvýšenou prevalenciou deficitu železa, a to sú ženy v reprodukčnom veku, dojčatá a deti, vegetariáni a vegáni, pravidelní darcovia krvi a aj jedinci s gastrointestinálnymi ochoreniami.

Medzi kľúčové dietetické odporúčania sa zahŕňa predovšetkým zvýšení príjem potravín bohatých na železo, pričom je dôležité kombinovať zdroje hémového a nehémového železa pre optimálny príjem. Dôležitá je aj maximalizácia absorpcie nehémového železa, a tak by sa každé jedlo obsahujúce nehémové železo malo kombinovať so zdrojom vitamínu C (napr. citrusové plody, paprika, brokolica, paradajky). Vitamín C môže zvýšiť absorpciu železa niekoľkonásobne. Pokiaľ sa zvyšuje príjem, netreba zanedbať ani kontrolu príjmu inhibítorov vstrebávania železa. Teda káva, čaj a doplnky vápnika je vhodné konzumovať s časovým odstupom minimálne jednej až dvoch hodín od jedál bohatých na železo. Príklady hémového a nehémového zdroja železa sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Dietetické zdroje hémového a nehémového železa

Zdroje hémového železa (vysoká absorpcia)	Zdroje nehémového železa (nižšia absorpcia)
Červené mäso: hovädzie, jahňacie, divina	Strukoviny: šošovica (cca 6,6 mg/šálka), cícer, fazuľa
Vnútornosti: pečeň, srdce	Tofu a sójové produkty: natto (15,1 mg/šálka), tofu
Hydina: tmavé mäso (stehná)	Semená a orechy: tekvicové a sezamové semená, kešu
Ryby a morské plody: tuniak, losos, sardinky, ustrice	Listová zelenina: špenát (varený, cca 5,7 mg/šálka), mangold
	Fortifikované cereálie a chlieb
	Sušené ovocie: marhule, slivky
	Celozrnné obilniny: quinoa, amarant
	Horká čokoláda

Pre rizikové skupiny, u ktorých nie je možné zabezpečiť dostatočný príjem železa stravou, je indikovaná cielená suplementácia železom, ktorá je dnes dostupná nielen v tabletovej ale aj v kvapalnej podobe.

Pri výbere liekovej formy železa je výhodné vyberať formu, ktorá je dotyčnému jedincovi príjemná na užívanie a nespôsobuje mu zníženú kompliens a adherenciu. Avšak nielen lieková forma, ale aj samotná úprava soli

suplementovaného železa je dôležitá.

Posledným vývojovým stupňom technologickej úpravy foriem železa je vytváranie lipozomálnych foriem solí. Lipozomálna technológia predstavuje prelomový prístup, ktorý rieši makroenvironmentálne výzvy perorálnej suplementácie. Jej princíp spočíva v enkapsulácii účinnej látky do mikroskopických sférických vezikúl nazývaných lipozómy. Tieto vezikuly sú zložené z fosfolipidovej dvojvrstvy, vďaka čomu ich štruktúra napodobňuje bunkové membrány v ľudskom tele. Fosfolipidy, ako amfifilné molekuly, sa vo vodnom prostredí spontánne usporiadajú do ochrannej guľôčky, ktorá dokáže vo svojom vodnom jadre transportovať hydrofilné látky alebo v tukovej dvojvrstve hydrofóbne látky.

Takto pripravené zlúčeniny predstavujú transportný mechanizmus, ktorý zvyšuje biologickú dostupnosť. Fosfolipidový obal funguje ako štít, ktorý chráni zapuzdrenú látku, ako je železo, pred degradáciou žalúdočnou kyselinou a tráviacimi enzýmami. Vďaka štrukturálnej podobnosti s bunkovými membránami sa lipozómy v tenkom čreve ľahko vstrebávajú, buď fúziou s črevnými bunkami, alebo ako celok prostredníctvom lymfatického systému. Transport lymfatickou cestou navyše umožňuje obísť pečeň a jej „first-pass“ metabolizmus, čím sa do krvného obehu dostane vyššia koncentrácia účinnej látky. Kľúčovou výhodou je, že enkapsulácia zabraňuje priamemu kontaktu železa so sliznicou tráviaceho traktu, čo výrazne znižuje riziko nežiaducich účinkov a zlepšuje toleranciu.

Železo je pre ľudský organizmus omnoho viac než len stopový prvok; je to fundamentálny pilier bunkového zdravia, ktorého vplyv sa prejavuje v každom aspekte našej fyziológie – od dýchania a produkcie energie až po kognitívne funkcie a imunitnú obranu. Dôsledky jeho nedostatku sú systémové, pričom často zostávajú dlho nerozpoznané a prejavujú sa symptómami ako chronická únava, znížená výkonnosť či zvýšená náchylnosť na infekcie. Moderné technologické inovácie, akou je lipozomálna forma železa, otvárajú nové možnosti v liečbe a prevencii jeho deficitu. Vďaka schopnosti prekonať tradičné prekážky v absorpcii a minimalizovať nežiaduce účinky. Včasná diagnostika a cielená intervencia tak zostávajú najúčinnejšou stratégiou na zabezpečenie dostatočných zásob tohto esenciálneho prvku a udržanie celkovej vitality a zdravia.

doc. PharmDr. Andrea Gažová, PhD.