

# Karboxymaltóza železa v managementu anémie z deficitu železa

**Anémie z nedostatku železa (Fe) je nejčastějším hematologickým onemocněním a v celosvětovém měřítku nejčastější chorobou vůbec. V současnosti se jako nejvhodnější varianta substituční terapie železem u pacientů vyžadujících rychlou korekci sideropenie nebo sideropenické anémie jeví intravenózní aplikace karboxymaltózy železa.**

Železo se v organismu vyskytuje v nitrobuněčné dvojmocné formě (Fe<sup>2+</sup>) a ve formě mimobuněčného trojmocného cirkulujícího železa (Fe<sup>3+</sup>), které je vázáno na transferin. Ten funguje jako rezervoár rozpustného železa, dodává jej cílovým buňkám a neutralizuje tvorbu volných radikálů. Většina nitrobuněčného železa je obsažena v hemoglobinu v erytrocytech a v cirkulujících retikuloocytech. Uložené železo se nachází v játrech, v kostní dřeni a v buňkách sleziny v netoxické formě feritinu, který je vylučován do mimobuněčného prostoru. Systémový metabolismus železa je řízen mechanizmy, na nichž se podílí hepcidin a jeho receptor. Hpcidin blokuje střevní absorpci železa a odklání jej z oběhu do retikuloendoteliálního systému. Pokles vstřebávání železa ze střeva spolu s jeho hromaděním v retikuloendoteliálních zásobách snižuje dostupnost železa pro cílové tkáně [1–3].

Karboxymaltóza železa (FCM, přípravek Ferinject) je makromolekulární komplex ve formě koloidního roztoku obsahující trojmocné železo, který byl vyvinut s cílem napodobit fyziologické vlastnosti feritinu. Tento komplex se skládá z jádra tvořeného hydroxidem železitým a z polysacharidového obalu – karboxymaltózy. Účelem tohoto komplexu je regulovaným způsobem zajistit železo využitelné pro transportní a zásobní proteiny (transferin, resp. feritin) v těle.

FCM je indikována k léčbě deficitu železa, pokud jsou perorální přípravky neúčinné nebo pokud existuje klinická potřeba rychlého přísunu železa, nemohou být použity [82]. Určení dávkování FCM vyžaduje stanovení individuální potřeby

železa, výpočet a podání dávek železa a následné vyhodnocení po doplnění železa [82]. Podání je výlučně intravenózní injekcí, infuzí nebo během hemodialýzy přímo do žilní větve dialyzátoru [82].

Účinnost a bezpečnost FCM byla zkoušena v různých terapeutických oblastech vyžadujících korekci deficitu železa jeho intravenózní aplikací. Byly publikovány výsledky 32 randomizovaných intervenčních klinických studií, v nichž celkem 9275 subjektů dostalo FCM a 8918 subjektů bylo přiřazeno do kontrolních ramen. Jednalo se o 5 studií z oblasti kardiologie [4–8], 4 z oblasti gastroenterologie [9–12], 4 z oblasti nefrologie [13–16], 9 z oblasti ženského zdraví [17–24], 2 z oblasti neurologie [25,26] a 1 z oblasti onkologie [27]. Dalších 7 studií bylo smíšených [29–33].

FCM je tak v současnosti jedním z nejlépe prostudovaných intravenózních přípravků železa s dobře zdokumentovaným profilem přínosů a rizik.

## INTRAVENÓZNÍ ŽELEZO U SRDEČNÍHO SELHÁNÍ

Mezinárodní doporučení zdůrazňují význam léčby deficitu železa s využitím intravenózního (i.v.) železa u pacientů se srdečním selháním:

*„Pravidelně vyšetřujte pacienty se srdečním selháním (HF) na anémii a deficit železa (ID) – kompletní krevní obraz, koncentraci feritinu v séru a saturaci transferinu (TSAT). U symptomatických pacientů se srdečním selháním se sníženou ejekční frakcí (HFrEF) a s mírně sníženou ejekční frakcí (HFmrEF) s deficitem železa se doporučuje podávat i.v. železo pro zmírnění příznaků HF a zlepšení kvality života (QoL)*

*a měla by být zvážena intravenózní suplementace železa karboxymaltózou železa nebo derizomaltózou železa ke snížení rizika hospitalizace pro srdeční selhání“.* ESC 2021 a update z r. 2023 [34,35].

*„U pacientů s HFrEF a ID s anémií nebo bez ní je vhodná intravenózní substituce železem pro zlepšení funkčního stavu a kvality života (QoL).“* AHA/ACC/HFSA 2022 [36].

*„U pacientů s HFrEF s deficitem železa a přetrvávajícími symptomy navzdory optimalizované léčbě by se mělo zvážit podání železa intravenózně (FCM) pro zlepšení symptomů, kvality života (QoL) a snížení hospitalizace pro HF.“* CSANZ HF 2022 [37].

Ve studii FAIR-HF došlo u pacientů s HF užívajících FCM po 24 týdnech ke zlepšení jejich globálního hodnocení vlastního zdravotního stavu (PGA) a funkční třídy NYHA [4]. Ve studii CONFIRM-HF prodloužila FCM u pacientů s HF ušlou vzdálenost při šestiminutovém testu chůze (6MWT) – průměrná změna za 24 týdnů z výchozí hodnoty oproti placebu + 33 metrů [5]. Ve studii EFFECT-HF zlepšila FCM u pacientů s HF spotřebu kyslíku (VO<sub>2</sub>) – průměrná změna za 24 týdnů z výchozí hodnoty oproti standardní péči + 1,04 ml/min/kg [6].

V metaanalýze studií provedených u pacientů s HF bylo podávání FCM oproti placebu spojeno se sníženou mírou opakovaných hospitalizací a kardiovaskulárních (KV) úmrtí [38].

FCM oproti placebu významně snižuje míru relativního rizika hospitalizace o 26 % a rizika hospitalizace pro HF a KV úmrtí o 21 %, bez zjevného snížení rizika KV úmrtí (o 0,04 %) [7].

Největší studií hodnotící dlouhodobou bezpečnost a účinnost FCM u pacientů s HFrEF s deficitem železa byla studie HEART-FID [7], v níž podávání karboxymaltózy železa vedlo oproti placebo k mírnému zlepšení primárního hierarchického cíle:

- snížení mortality ze všech příčin po 12 měsících (8,6 vs. 10,3 %, absolutní redukce o 1,7 %),
- snížení hospitalizací pro HF (13,3 vs. 14,8 %, absolutně o 270 dní hospitalizace méně),
- zlepšení v 6MWT po 6 měsících (o 8 vs. 4 m, benefit +4 m, bez statistické významnosti) [7].

Studie HEART-FID [7] tak doplnila souhrn důkazů z předchozích studií a poskytl informace o bezpečnostním profilu FCM a jejích účincích na klinické výsledky u pacientů s HF s deficitem železa a HF.

Analýza dvou studií (Anker 2018 a AFFIRM AHF 2020) potvrdila, že podávání FCM je u pacientů s HF a deficitem železa oproti placebo spojeno se snížením počtu hospitalizací pro HF (poměr rizika [RR] 0,68) a z KV příčin (RR 0,71), dále se snížením počtu KV hospitalizací a KV mortality (RR 0,74) a s prodloužením doby do první hospitalizace pro HF anebo do KV úmrtí (RR 0,76), bez příznivého vlivu na celkovou mortalitu [39].

V roce 2023 byla publikována analýza individuálních dat pacientů (n = 4 051) ze tří již výše uvedených randomizovaných, dvojitě zaslepených a placebem kontrolovaných klinických studií CONFIRM-HF, AFFIRM-HF a HEART-FID s ≥ 52týdenním sledováním [40]. V kompozitním ukazateli FCM oproti placebo snížila počet celkových/opakovaných KV hospitalizací nebo KV úmrtí (RR 0,86) oproti placebo a také hospitalizací pro HF nebo KV úmrtí (RR 0,87) [40].

## INTRAVENÓZNÍ ŽELEZO U CHRONICKÉHO ONEMOCNĚNÍ LEDVIN

Větší část pacientů s chronickým onemocněním ledvin (CKD) při užívání FCM

dosáhla významného zvýšení koncentrace hemoglobinu (Hb) nebo nevyžadovala další léčbu anémie ve srovnání s perorálním železem ve studii FIND-CKD, resp. se sacharózou železa (IS) ve studii REPAIR-IDA [1,2]. Konkrétně ve studii FIND-CKD si 76 % pacientů s FCM udržovalo Hb ≥ 10 g/dl a nepotřebovalo další léčbu anémie [16]. Ve studii REPAIR-IDA průměrná změna Hb od výchozí hodnoty do 56. dne při porovnání FCM s IS činila 1,13 vs. 0,92 g/dl [15].

Ve studiích provedených u pacientů s nedialyzovaným chronickým onemocněním ledvin (ND-CKD) FCM po 1 měsíci vedla ke zvýšení Hb u 80 % pacientů (po 2 týdnech v průměru o 0,53 g/dl a po 1 měsíci o 0,73 g/dl [41]. FCM nabízí účinnou a rychlou korekci anémie z nedostatku železa tím, že překonává omezení pozorovaná u předchozích intravenózních přípravků železa [42]. FCM byla významně účinnější při léčbě sideropenické anémie než perorální síran železnatý podávaný 1krát denně po dobu 8 týdnů [13]. FCM v dávkách až 1000 mg byla u pacientů s ND-CKD dobře snášena a vykazovala srovnatelnou účinnost s jinými intravenózními přípravky železa [14]. Odpověď na podávání FCM v podobě zvýšení koncentrace Hb byla zaznamenána již v 1. měsíci a udržela se i v 6. a 12. měsíci. Po roce sledování potřebovalo další léčbu anémie pouze 12 pacientů [43].

Pozitivní výsledky FCM byly potvrzeny také ve studiích provedených u pacientů s hemodialyzovaným chronickým onemocněním ledvin (HD-CKD). V kterémkoli časovém bodě sledování vykazovalo 61,7 % pacientů s HD-CKD při podávání FCM zvýšení Hb o ≥ 1 g/dl oproti výchozí hodnotě [44]. Hladiny Hb byly s FCM signifikantně zvýšeny i u anemických pacientů (o 1,4 g/dl) a pacientů s deficitem železa [45].

## INTRAVENÓZNÍ ŽELEZO U PŘEDOPERAČNÍ, PERIOPERAČNÍ A POOPERAČNÍ ANÉMIE

FCM je spojena s přínosem pro pacienty s předoperační sideropenickou ané-

mií především v podobě zkrácení doby hospitalizace [46,47], snížení potřeby transfuzí erymasy [46–48] a snížení nemocničních nákladů [48,49].

V pooperační péči FCM v porovnání se standardní léčbou ve 4. týdnu zlepšila parametry železa, konkrétně Hb (13,01 vs. 12,1 g/dl), TSAT (30,9 vs. 19,7 %), feritin (717 vs. 274 μg/l) a sérové železo (16,7 vs. 11,4 μmol/l) [50].

## OPTIMALIZACE PŘEDOPERAČNÍ ANÉMIE

Podávání FCM bylo spojeno s účinnou a rychlou léčbou předoperační anémie u pacientů podstupujících velké elektivní výkony [48]. Jednorázová dávka FCM je spojena s korekcí předoperační anémie u pacientů s kolorektálním karcinomem [51]. U těchto pacientů je předoperační podání FCM spojeno i se snížením počtu transfuzí a zkrácením hospitalizace [46]. Předoperační podání FCM v břišní chirurgii obecně snižuje potřebu transfuzí o 60 % [47]. Předoperační podávání FCM je spojeno s pooperačním zlepšením hladiny Hb u ortopedických pacientů [52] a zvyšuje hladinu Hb pacientů s osteoporotickou zlomeninou kyčle (se současným podáváním erythropetinu, nebo bez něj) [53]. Předoperační léčba FCM je spojena s úsporem nákladů [49], optimalizace Hb pomocí FCM před operací vedla k úspoře nákladů ve výši 831 EUR na jednoho pacienta [54]. Podávání FCM bylo spojeno s udržením hladin Hb a snížením výskytu infekcí u pacientů podstupujících plánovaný chirurgický výkon [55]. Krátkodobá léčba FCM může snížit potřebu erymasy a alogenní krevní transfuze u pacientů podstupujících elektivní kardiologické zákroky [56].

## OPTIMALIZACE PERIOPERAČNÍ ANÉMIE

Celkem 2 547 pacientů podstupujících plánovanou artroplastiku dolní končetiny (n = 1186) nebo reparaci fraktury kyčle (n = 1361) dostalo buď velmi krátkou perioperační léčbu intravenózním železem (s erythropoetinem, nebo

bez něj), nebo standardní léčbu. U pacientů s frakturou kyčle FCM oproti standardní léčbě signifikantně snížil potřebu transfuze (32,4 vs. 48,8 %), délku pobytu v nemocnici (11,9 vs. 13,4 dne), výskyt pooperačních nozokomiálních infekcí (10,7 vs. 26,9 %) a 30denní úmrtnost (4,8 vs. 9,4 %). U pacientů po artroplastice dolní končetiny v případech perioperačního podání FCM klesla potřeba transfuzí 8,9 vs. 30,1 %) a došlo ke zkrácení délky pobytu v nemocnici (8,4 vs. 10,7 dne), v míře výskytu pooperačních nozokomiálních infekcí a v 30denní mortalitě nebyl zaznamenán rozdíl [57].

### OPTIMALIZACE POOPERAČNÍ ANÉMIE

Pooperační podávání FCM koriguje předoperační a pooperační anémii u pacientů s totální endoprotézou kolenního kloubu [58]. Zlepšuje parametry železa a snižuje počet transfuzí u pacientů po plánovaném chirurgickém zákroku [50]. FCM je dobře snášenou, vhodnou a účinnou možností léčby pooperační anémie [59]. Pacienti po ortopedických operacích s pooperačním podáváním FCM potřebovali významně méně krevních transfuzí než kontrolní skupina (1 vs. 1,7 jednotky) a měli významně kratší dobu hospitalizace (7,6 vs. 11,8 dne). Podání FCM neměla nepříznivý vliv na klinické výsledky a nebylo spojeno s vyšší mírou výskytu nežádoucích účinků [60].

### INTRAVENÓZNÍ ŽELEZO V OBLASTI ŽENSKÉHO ZDRAVÍ

U těhotných je podávání FCM spojeno se srovnatelným bezpečnostním profilem jako sacharóza železa, ale nabízí výhodu mnohem vyšší dávky železa najednou, což snižuje potřebu opakovaných aplikací a zvyšuje komfort pacientek [61]. Intravenózní infuze FCM byla u všech žen spojena s významným zvýšením hodnot Hb oproti výchozímu stavu [62]. V pozdním stádiu těhotenství může být FCM vhodnější volbou než perorální železo pro rychlou a účinnou korekci anémie

s dalšími výhodami pro vitalitu a sociální fungování [19]. Infuze FCM je u těhotných žen spojena s účinnou a bezpečnou korekcí nedostatku železa nebo různých stupňů anémie z nedostatku železa a nezpůsobuje hemokoncentraci [63]. Účastnice studie, které dostávaly 500 mg FCM k léčbě deficitu železa, potřebovaly více než dvojnásobek opakovaných infuzí. U účastnic studie, které dostávaly dávku 1000 mg, došlo k významně vyššímu vzestupu hladin feritinu a hemoglobinu do 6 měsíců po porodu, což svědčí o vyšší dostupnosti intravenózního železa a jeho lepším využití [64].

### SIDEROPENICKÁ ANÉMIE POSTPARTUM

V porovnání s perorálním síranem železnatým je FCM lépe snášena, rychleji vyvolává odpověď Hb na léčbu a upravuje anémii spolehlivěji [18]. FCM je dobře snášenou a účinnou možností léčby poporodní anémie, jejíž výhodou je kratší doba léčby, vyšší compliance, rychlá normalizace zásob železa a nižší výskyt nežádoucích účinků na trávicí trakt [23]. Výhodou jednorázové aplikace FCM je nižší výskyt nežádoucích účinků v místě vpichu, kratší doba léčby a lepší compliance pacientek ve srovnání se sacharózou železa [65]. FCM je účinná nejen při zvyšování koncentrace Hb, ale také při včasném doplňování zásob železa u pacientek s poporodní anémií [66]. Obecně lze shrnout, že studie prokázaly význam intravenózního železa pro léčbu anémie z deficitu železa. FCM prokázala výhody oproti jiným formám intravenózní léčby železem, pokud jde o dosažení požadovaných koncentrací Hb a sérového železa i o nežádoucí účinky [67].

### ANÉMIE Z DEFICITU ŽELEZA PŘI HYPERMENOREI

FCM je u žen se silným menstruačním krvácením účinnější než perorální léčba železem v úpravě anémie i v doplnění zásob železa a zlepšuje kvalitu života [21]. FCM i v těchto případech zvyšuje hladinu Hb a doplňuje zásoby železa účinněji než perorální železo [24].

FCM má významný klinický přínos, který umožňuje léčbu deficitu železa menším počtem intravenózních aplikací železa za kratší dobu ve srovnání se sacharózou železa [17]. Mezi další výhody FCM oproti sacharóze železa patří významně rychlá úprava anémie z nedostatku železa, doplnění zásob železa a snížení počtu hospitalizací [68].

### INTRAVENÓZNÍ ŽELEZO U GASTROINTESTINÁLNÍCH ONEMOCNĚNÍ

V doporučeních Evropské organizace pro Crohnovu nemoc a ulcerózní kolitidu (ECCO) se uvádí:

*„Pacienti s idiopatickým střevním onemocněním (IBD) a sideropenickou anémií by měli dostávat intravenózní železo jako suplementaci pro normalizaci hladin Hb a zásobního železa ... Intravenózní železo je doporučeno jako léčba volby u pacientů s klinicky aktivní IBD s předchozí intolerancí perorálního železa a u pacientů, kteří potřebují léky stimulující erytropoetin. Perorální železo je doporučeno u pacientů s mírnou sideropenickou anémií a s klinicky neaktivním onemocněním IBD ... Po léčbě anémie z nedostatku železa by se měl Hb a feritin sledovat každých 3–6 měsíců po dobu nejméně jednoho roku po obnovení zásob železa a poté každých 6–12 měsíců. Opětná léčba se doporučuje, pokud feritin klesne na < 100 µg/l nebo Hb < 12, resp. 13 g/dl (v závislosti na pohlaví). Cílem preventivní léčby je udržet hladiny Hb a sérového železa v normálním rozmezí“ [69].*

U pacientů s IBD prokázala FCM non-inferioritu v porovnání s perorálním železem [9] a vyšší účinnost než sacharóza železa [11].

### GASTROINTESTINÁLNÍ KRVÁCENÍ

FCM a perorální železo byly stejně účinné při zvyšování hladiny Hb a dosahování cílových hodnot železa. Na konci studie byl podíl pacientů s plnými zásobami železa vyšší ve skupině s FCM [70]. FCM u pacientů se sideropenickou anémií po akutním krvácení ze zažívacího

traktu normalizuje hladinu železa u většího počtu pacientů a rychleji než perorální sacharóza železa [71]. FCM je účinná v korekci sideropenické anémie u pacientů s více příčinami patologie trávicího traktu [72], snižuje potřebu krevních transfuzí a zlepšuje Hb i ukazatele červených krvinek a železa [73]. Ke zvýšení koncentrace Hb o  $\geq 2$  g/dl došlo u 55 % pacientů s jedinou dávkou FCM [74]. Nezávisle na transfuzích bylo pozorováno statisticky významné zvýšení hladin Hb jak během hospitalizace, tak při následném sledování [75]. U dospělých pacientů s isovolemickou anémií po radikální gastrektomii vedlo použití FCM ve větší míře ke zlepšení odpovědi Hb ve srovnání s placebem [76]. Léčba akutního gastrointestinálního krvácení pomocí FCM je spojena s dobrou odpovědí erytropoézy a úpravou anémie po operaci dokonce i v případě závažných epizod nebo v případě, že je nutná transfuze. FCM je bezpečná a dobře tolerovaná a může přispět k racionalizaci spotřeby krevních transfuzí [77]. Léčba těžké sideropenické anémie pomocí intravenózním železem FCM je ve většině případů spojena s významným zlepšením Hb a s korekcí anémie bez relevantních nežádoucích účinků a bez použití transfuzí erymasy [78]. Podáváním FCM je dosaženo optimální koncentrace Hb u většiny pacientů s cirhózou jater a s akutním nebo chronickým krvácením do trávicího traktu, což naznačuje, že časná infuze FCM zlepšuje a udržuje hladinu Hb u těchto pacientů a může být pro ně v případě anémie vhodnou léčbou první volby [79].

## INTRAVENÓZNÍ ŽELEZO – BEZPEČNOST

Nejčastěji hlášeným nežádoucím účinkem FCM je nevolnost (vyskytuje se u 3,2 % subjektů), následuje reakce v místě injekce/infuze, hypofosfatemie, bolest hlavy, zrudnutí, závrať

a hypertenze. Reakce v místě injekce/infuze sestávaly z různých nežádoucích účinků, které byly jednotlivě méně časté nebo vzácné.

Přípravky s obsahem železa podávané parenterálně mohou vzácně způsobit hypersenzitivní reakce vč. závažných a potenciálně fatálních anafylaktických reakcí. Byly hlášeny rovněž hypersenzitivní reakce po parenterálním podání přípravků s komplexy železa, které byly předtím bez problémů snášeny. Byly hlášeny hypersenzitivní reakce, které se rozvinuly do podoby Kounisova syndromu (akutní alergický spasmus koronárních arterií, který může vyústit v infarkt myokardu). U pacientů se známými alergiemi vč. pacientů se závažným astmatem, ekzémem nebo jinou atopickou alergií v anamnéze je riziko vyšší [82]. Riziko hypersenzitivní reakce na parenterální podání přípravků s komplexy železa je vyšší rovněž v případě pacientů s poruchou imunity nebo záněty (např. systémový lupus erythematoses, revmatoidní artritida) [96].

FCM (přípravek Ferinject) může být podána pouze personálem kvalifikovaným pro vyhodnocení a zvládnutí anafylaktických reakcí a v zařízení, ve kterém je zajištěno kompletní vybavení k resuscitaci. Pacienty je nutné sledovat z hlediska možnosti vzniku nežádoucích účinků minimálně po dobu 30 minut po každém podání. Pokud se během podávání objeví hypersenzitivní reakce nebo příznaky intolerance, léčba musí být okamžitě ukončena. Musí být k dispozici vybavení pro kardiopulmonální resuscitaci a vybavení pro zvládnutí akutních anafylaktických reakcí, vč. injekčního roztoku adrenalinu 1 : 1 000. Doplňková léčba antihistaminiky a/nebo kortikosteroidy má být podávána podle potřeby.

## HYPOFOSFATEMICKÁ OSTEOMALACIE

Po uvedení na trh byla hlášena symptomatická hypofosfatemie, která vedla k osteomalacii a zlomeninám, jež vyžadovaly léčebné zákroky vč. chirurgických [82]. Závažná hypofosfatemie je pravděpodobněji po léčbě FCM než po léčbě jinými vysokodávkovanými přípravky s obsahem železa podávanými intravenózně [80,81]. K rozvoji hy-

pofosfatemie/symptomatické hypofosfatemie se zdají být náchylnější osoby s predispozicemi (renální transplantace, Crohnova nemoc, malnutrice, bypass žaludku, deficit vitamínu D, malabsorpce vápníku a fosforu, sekundární hyperparatyreodizmus, hereditární hemoragická teleangiectáza) [82–87].

Pacienty je zapotřebí poučit, aby vyhledali lékaře, pokud zaznamenají zhoršující se únavu s bolestmi svalů nebo kostí. U pacientů, kteří FCM dostávají opakovaně ve vyšších dávkách nebo dlouhodobě, a u pacientů s rizikovými faktory hypofosfatemie je zapotřebí monitorovat sérové hladiny fosfátů. V případě přetrvávající hypofosfatemie je zapotřebí znovu vyhodnotit potřebu léčby železitým komplexem karboxymaltózy [96].

SPC přípravku Ferinject bylo v roce 2020 aktualizováno tak, aby zahrnovalo vzácný výskyt hypofosfatemická osteomalacie [82]. Obsahuje i doporučení poučit pacienty užívající FCM, aby vyhledali lékaře, pokud zaznamenají zhoršující se únavu s bolestmi svalů nebo kostí. U pacientů, kteří tento přípravek dostávají opakovaně ve vyšších dávkách nebo dlouhodobě, a u pacientů s rizikovými faktory hypofosfatemie je zapotřebí monitorovat sérové hladiny fosfátů. V případě přetrvávající hypofosfatemie je zapotřebí znovu vyhodnotit potřebu léčby železitým komplexem karboxymaltózy.

Hypofosfatemie je známým jevem, který se u FCM vyskytuje často. Hypofosfatemická osteomalacie je vzácná příhoda, která je v současné době zaznamenávána výhradně u pacientů, kteří dostávají více vyšších dávek po delší dobu léčby, a u pacientů s existujícími rizikovými faktory [89–94]. Dospělý člověk o hmotnosti 75 kg má zhruba 3–4 g celkového železa [95]. Plné doplnění železa je proto konvenčně dosažitelné v 1 nebo 2 parenterálních dávkách FCM. Hypofosfatemie je častější a závažnější u pacientů bez korekce příčiny nedostatku železa a klinicky významná v kombinaci s již existující celkovou deplecí fosfátů v těle. Podávání opakovaných dávek FCM bez nápravy příčiny

nedostatku železa (krvácivé poruchy, hladinu vitamínu D, nedostatek mikroživin v důsledku primární morbidity) je sporné, zejména u pacientů s opakovaným krvácením [96–113].

## CENA A ÚHRADA

Přípravek Ferinject se při výkonu ambulantní péče účtuje zdravotní pojišťovně spolu s příslušným výkonem jako zvlášť účtovaný přípravek ZULP. Vykazuje se bez omezení specializace předepisujícího lékaře a pro předepsání se použije žádanka na léčivé přípravky.

Výše základní úhrady ze zdravotního pojištění je 1 139,24 Kč a při současné průměrné ceně v lékárně 2 992,82 Kč vzniká doplatek v předpokládané výši 1 853,58 Kč, který hradí pacient zpravidla v pokladně zdravotnického zařízení.

Pro přípravek Ferinject je stanovena i zvýšená, tzv. druhá úhrada ve výši 2 851,48 Kč pro nemocné s chronickým srdečním selháním při léčbě nedostatku železa (bez ohledu na přítomnost anémie), pokud splňuje indikačním omezením: Funkční třída NYHA II-III, ejekční frakce levé komory menší než 45 % a současná léčba ACE inhibitory. V tomto případě většinou nevzniká žádný doplatek.

## Literatura

- Andrews NC. Disorders of iron metabolism. *N Engl J Med* 1999; 341: 1986–1995.
- Wang J, Pantopoulos K. Regulation of cellular iron metabolism. *Biochem J* 2011; 434: 365–381. doi: 10.1042/BJ20101825.
- Nemeth E, Ganz T. The role of hepcidin in iron metabolism. *Acta Haematol* 2009; 122: 78–86. doi: 10.1159/000243791.
- Anker SD et al. *NEJM*. 2009;361:2436–2448 ;
- Ponikowski P et al. *Eur Heart J*. 2015;36: 657–668;
- Van Veldhuisen DJ et al. *Circulation*. 2017;136:1374–1383;
- Ponikowski P et al. *The Lancet*. 2020;396 (10266):1895–1904;
- Mentz RJ et al. *NEJM*. 2023;389:975–986;
- Kulnigg S et al. *Am J Gastroenterol*. 2008;103:1182–1192;
- Evstatiev R et al. *Clinical Gastro Hepatol*. 2013;11:269–277;
- Evstatiev R et al. *Gastroenterol*. 2011;141(3): 846–853;
- Kulnigg-Dabsch S et al. *Inflamm Bowel Dis*. 2013;19:1609–1616;
- Qunibi WY et al. *Nephrol Dial Transplant*. 2011;26:1599–1607;
- Charytan C et al. *Nephrol Dial Transplant*. 2013;28:953–964;
- Onken JE et al. *Nephrol Dial Transplant*. 2014;29:833–842;
- Macdougall IC et al. *Nephrol Dial Transplant*. 2014;29(11):2075–2084;
- Ikuta K et al. *Int J Hematol*. 2019;109(1):41–49;
- Van Wyck DB et al. *Obstet Gynecol*. 2007;110:267–278;
- Breyman C et al. *J Perinat Med*. 2017;45: 443–453;
- Seid MH et al. *Am J Obstet Gynecol*. 2008;199(4):435.e1–7;
- Van Wyck DB et al. *Transfusion*. 2009;49: 2719–2728,
- Favrat B et al. *PLoS ONE*. 2014;9(4):e94217;
- Breyman C et al. *Int J Gynaecol Obstet* 2008;101: 67–73,
- Seid MH et al. *Anemia*. 2017;Article ID: 9642027;
- Allen RP et al. *Sleep Med*. 2011;12(9):906–913;
- Trenkwalder C et al. *Mov Disord*. 2017;32(10): 1478–1482;
- Hedenus M et al. *Med Oncol*. 2014;31(12):302,
- Baillie GR et al. *Hemodialysis Int*. 2010; 14:47–54.;
- Geisser P and Banké-Bochita J. *Arzneim Forsch*. 2010;60(6a):362–372;
- Barish CF et al. *Anemia*. 2012;Article ID:172104;
- Hussain I et al. *Anemia*. 2013;Article ID: 169107;
- Onken JE et al. *Transfusion*. 2014;54:306–315;
- Boomershine CS et al. *Rheumatol Ther*. 2018;5:271–281
- McDonagh TA et al. *Eur Heart J*. 2021;42(36): 3599–3726
- McDonagh TA et al. *Eur Heart J* 2023;44(37): 3627–3639
- Heidenreich PA et al. *Circulation*. 2022; 145(18):e895–e1032
- Sindone A et al. *Med J Aust*. 2022;217(4): 212–217
- Anker SD et al. *Eur J Heart Fail*. 2018;20: 125–133
- Khan MS et al. *ESC Heart Failure*. 2020; 7:3392–3400
- Ponikowski P et al. *Eur Heart J*. 2023 Dec 21;44(48):5077–5091
- Tagboto S et al. *Journal of Renal Care*. 2009;35:18–22
- Qunibi WY. *Arzneimittelforschung*. 2010;60(6a):399–412
- Romanet T et al. *Nephrol Ther*. 2019; 15:104–109
- Covic A and Mircescu G. *Nephrol Dial Transplant*. 2010;25:2722–2730
- Hofman JMG et al. *BMC Nephrol*. 2018;19:242
- Calleja JL et al. *Int J Colorectal Dis*. 2016;31(3):543–551
- Froessler B et al. *Ann Surg*. 2016;264(1):41–46
- Bisbe E et al. *Br J Anaesth*. 2011;107: 477–478
- Froessler B et al. *Risk Manag Health Policy*. 2018;11:77–82
- Khalafallah A et al. *Lancet Haematol*. 2016;3:e415–425
- Keeler BD et al. *Colorectal Dis*. 2014; 16(10):794–800
- Rineau E et al. *Transfusion*. 2016;56:673–681
- Bernabeu-Wittel M et al. *Transfusion*. 2016;56:2199–2211
- Basora M et al. *Blood Transfus*. 2018;16: 438–442
- Ellermann I et al. *Anesth Analg*. 2018;127(5):1202–1210
- Spahn DR et al. *Lancet*. 2019;393(10187): 2201–221257. Muñoz M et al. *Transfusion*. 2014;54:289–299
- Bisbe E et al. *Br J Anaesth*. 2014;113:402–409
- Muñoz M and Auerbach M. *Lancet Haematol*. 2016;3:e401–402
- Kim SK et al. *Clin Orthop Surg*. 2018;10:20–25
- Christoph P et al. *J Perinat Med*. 2012;40(5): 469–474
- Froessler B et al. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2014;14:115
- Froessler B et al. *Arch Gynecol Obstet*. 2018; 298(1):75–82
- Froessler B et al. *BJOG*. 2023;130:15–23
- Pfenninger A et al. *J Perinat Med*. 2012;40: 397–402
- Sharma N et al. *J Obstet Gynaecol India*. 2017;67(4):253–257
- Daniilidis A et al. *J Obstet Gynaecol* 2018;38:443–447
- Lee S et al. *J Obstet Gynaecol Res*. 2019;45(4): 858–864
- Gordon H et al. *J Crohns Colitis*. 2024;18:1–37
- Bager P and Dahlerup JF. *Aliment Pharmacol Ther*. 2014; 39: 176–187
- Ferrer-Barceló L et al. *Gastroenterol Hepatol*. 2016;39(2):156 Abstr. 133
- López-Suárez JM et al. *Gastroenterol Hepatol*. 2016;39(2):142 Abstr. 105
- Salvadori U et al. *Transfusion*. 2016;56: 2720–2726
- López-Suárez JM et al. *Gastroenterol Hepatol*. 2016;39(2):142 Abstr. 106
- Torres-Vicente G et al. *Poster presentation at UEGW, Barcelona, 2017; P–1812*
- Kim YW et al. *JAMA*. 2017;317(20):2097–2104
- Ballester-Clau R et al. *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 2019;31(1):116–122
- Jericó C et al. *Transfusion*. 2020;9999:1–7
- Ballester-Clau R et al. *Front Med*. 2020;7:128
- Megapanou E. *Drug Saf*. 2020;43(3):197–210
- Glaspy JA et al. *Ther Clinl Risk Manag*. 2020;16:245–259
- Liamis G et al. *Q J Med*. 2010;103:449–459
- Manghat P et al. *Ann Clin Biochem*. 2014;51:631–656
- Hardy S and Vandemergel X. *Int J Rheumatol*. 2015;2015:468675
- Adkinson NF et al. *Am J Hematol*. 2018;93(5):683–690
- Stöhr R et al. *J Am Coll Cardiol*. 2018;15; 71(19):2270–2271

88. SPC Ferinject. 3.1.2024
89. Bartko J et al. J Bone Miner Res. 2018;33:534–539
90. Schaefer B et al. Gastroenterology. 2017;152:e5–e6
91. Klein K et al. BMJ Case Rep. 2018; doi:10.1136/bcr-2017-222851
92. Urbina T et al. J Bone Miner Res. 2018;33(3):540–542
93. Sangros Sahún MJ et al. Rev Esp Med Nucl Imagen Mol. 2016;35(6):391–393
94. Poursac N. Rhumatos. 2015;105:61–64
95. Andrews NC. N Engl J Med. 1999;341(26):1986–1995
96. Vifor. Ferinject. SmPC. 2023
97. Amanzadeh J and Reilly RF Jr. Hypophosphatemia: an evidence-based approach to its clinical consequences and management. Nat Clin Prac Nephrol. 2006;2(3):136–148.
98. Hruska KA et al. Kidney Int. 2008;74(2):148–157
99. David V et al. Kidney Int. 2016;89:135–146
100. Wolf M et al. J Bone Miner Res. 2013;28:1793–1803
101. Zoller H et al. Curr Opin Nephrol Hypertens. 2017;26:266–275
102. Wolf M et al. JCI Insight. 2018;3(23):e124486
103. Wolf M et al. ENDO 2019; Presented in Session OR13 – OR13. Rare Bone Diseases and Mineral Metabolism
104. Edem D et al. Endocrine Society Annual Meeting 2017. Abstract SAT 314
105. Reyes M and Diamond T. J Clin Case Reports. 2017;7(2):1000931
106. Tournis S et al. J Bone Miner Res. 2018;33(3):543–545
107. Fang W et al. JGH Open. 2019; https://doi.org/10.1002/jgh3.12150
108. Schaefer B et al. Am J Hematol. 2017;doi.org/10.1002/ajh.24812
109. Burckhardt P et al. Osteologie. 2018;27:20–23
110. Etchenique MP et al. Bone. 2016;89:65
111. Moore KL et al. Tidsskr Nor Laegeforen. 2013;133(2):165
112. Forbes A et al. Clin Nutr. 2017;36(2):321–347
113. Lamb CA et al. Gut. 2019;68:1–106

autor:

Ing. Kateřina Michnová  
Care Comm s. r. o.

schválil:

prof. MUDr. Edgar Faber, CSc.  
šéfredaktor Transfuze a hematologie dnes