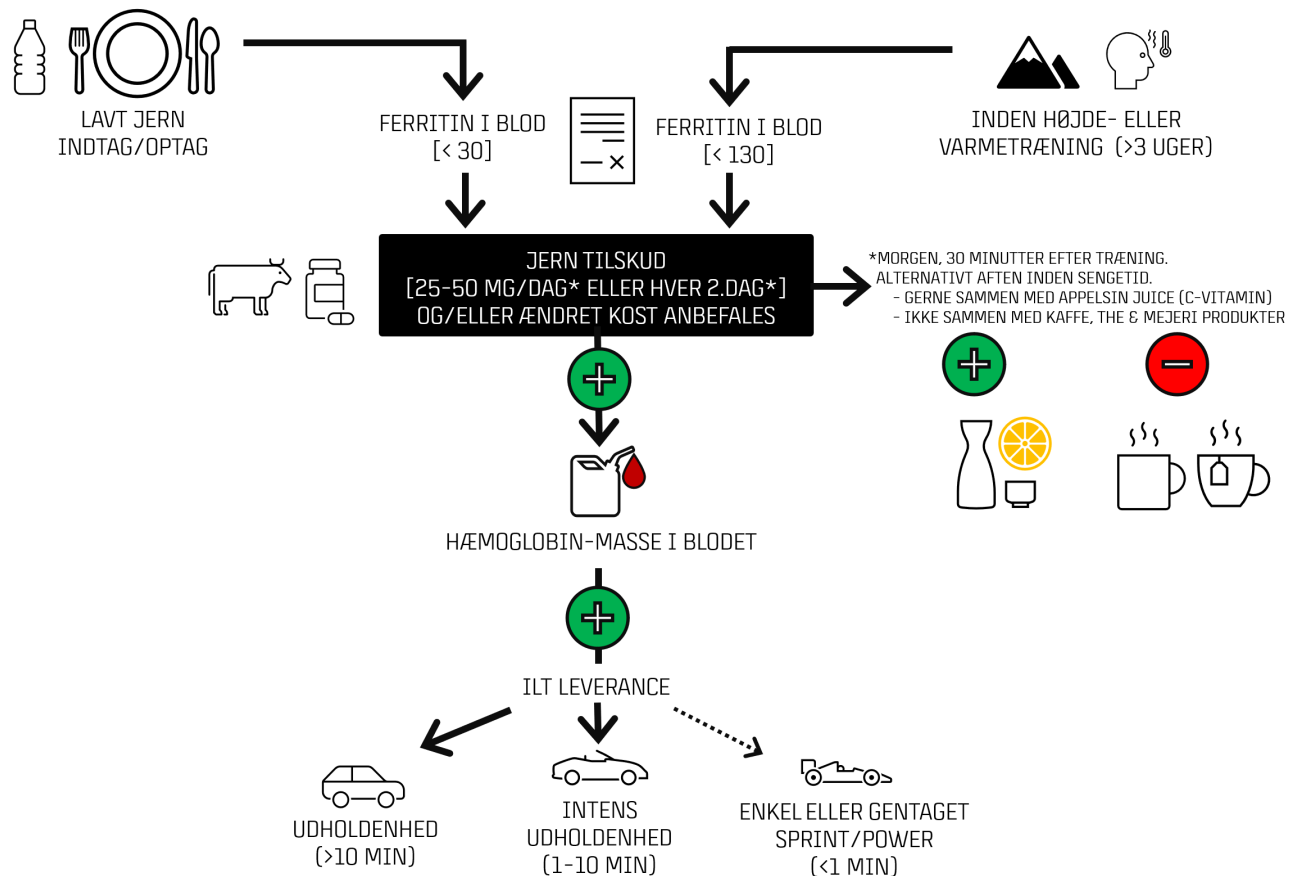


JERN FORKLARET GRAFISK



En fuld linje angiver en relativt veldokumenteret effekt, mens en stiptet linje angiver en effekt, der ikke er helt så underbygget.

Jern

Indledning

Jern er et mineral, der findes i mange fødevarer og indgår i mange biologiske processer i kroppen. I relation til elitesport er jerns betydning for hæmoglobin særligt vigtigt. Hæmoglobin findes i de røde blodceller, der transporterer ilt i blodet.

Effekter

En stor hæmoglobin-masse i blodet er fordelagtig i:

- Discipliner med betydeligt aerobt bidrag, hvor iltoptagelsen er øget og i perioder tæt på max. Dette indbefatter især udholdenhedssport og en del intervalsport.

Ved konstateret jernmangel kan øget jernindtag via mad eller jernpiller som kosttilskud bevirke en stigning i hæmoglobin-massen i blodet, der vil kunne øge den maksimale iltleverance fra blod til de arbejdende muskler.

Et øget indtag af jern kan for mange atleter øge sandsynligheden for at opnå en stigning i hæmoglobin-massen i forbindelse med længerevarende højde- eller varmetræning (>3 uger).

Ydermere indgår jern i dannelsen af en lang række enzymer i kroppen, der også antages at have relevant betydning for atleter som helhed, herunder immunforsvaret og energistofskiftet.

Årsager til virkning

Røde blodceller har en "livscyklus" på ca. 120 dage, dvs. der løbende sker en udskiftning af de røde blodceller. Jern er nødvendigt for at hæmoglobin – hvor ilt bindes - kan opbygges i de nye røde blodceller som erstatning for dem, der løbende dør.

Øget jernindtag, evt. i kombination med ændret timing af indtag, kan overordnet være relevant i to situationer:

- I "normal" dagligdag, hvis jernindtag og optag er for lille, hvilket kan medføre, at nydannelsen af "nye" røde blodceller på ugentlig basis er mindre end mængden der dør. Det medfører over tid et fald i hæmoglobin-massen
- Når man søger at øge den totale hæmoglobin-masse over ens normal niveau ved højde- eller varmetræning. Her kan ekstra jern være relevant i nogle situationer for derved at mindske sandsynlighed for, at jern bliver en mangelvare.

Årsager til jernmangel

Kvinder lider oftere af jernmangel end mænd, hvilket antages at skyldes akkumuleret effekt af blodtab ved menstruation. Derudover spiller kosten også ind, bl.a. har vegetarianer typisk lavere jernniveauer end ikke-vegetarer, da kød indeholder en lettere optagelig jerntype sammenlignet med vegetabiliske fødevarer.

Optag af jern er komplekst, og er en reguleret proces, der overordnet kan betragtes som en balance mellem indtag via kosten og udskillelse via primært afføring. Optaget af jern påvirkes af mange forhold, bl.a. kostens indhold, døgnrytmer (morgen vs aften) og tid fra endt træning.

Diagnosemetode

For at undersøge om man har jernmangel, skal der foretages en blodprøve. Denne skal tages i hvile og fastende (12 timer før prøvetagning), og med et fornuftigt væskeindtag op til. Her måles primært på ferritin (mål for jerndepoter i kroppen) og transferrin-mætning (mål for hvor meget jern der er bundet til transportør i blodet, der kan betragtes som et øjebliksbillede af tilgængelighed af jern til cellerne). I tillæg kan hæmoglobin-koncentration i blodet også give en indikation på jernmangel, men dette mål er ret påvirkeligt af forskydninger i væskebalancen. I tillæg til disse måles CRP, som indikator for infektion. Ved forhøjet CRP bør

prøven gentages på et senere tidspunkt, da ferritin også kan være forhøjet som følge af infektion

Baseret på blodprøvesvaret besluttet det, om der er behov for at øge jernindtaget.

Der anbefales øget indtag af jern ved:

- Ferritin-koncentration $[Fe] < 30 \mu g/L$

Denne anbefaling bestyrkes ved:

- Transferrin-mætning $< 20\%$
- Evt. hæmoglobin-koncentration $< 7,3 \text{ mmol/L}$ for kvinder og $< 8,3 \text{ mmol/L}$ for mænd.

Total hæmoglobin-masse måling kan også indgå i udredning ift. om man ligger lavere end forventet ift. atlet referencer.

$[Fe]$ på $30 \mu g/L$ eller derunder anses som et "kritisk niveau", og det er først når man når under dette niveau, at jern for alvor vurderes at kunne være en mangel i dagligdagen som atlet. Jo lavere under det kritiske niveau, desto større positiv effekt forventes på hæmoglobin-massen ved øget jernindtag. Hvis man er over kritisk niveau skal man være opmærksom på, at eksempelvis ferritin på $100 \mu g/L$ ikke vurderes at være dobbelt så godt som $50 \mu g/L$. Ved $[Fe]$ lige over 30 kan jernindtag i det daglige anses/overvejes som "forebyggende" mod at opnå jernmangel. Ved et øget jernindtag vil man forventeligt kunne bevæge sig længere væk fra det "kritiske punkt", hvis den ekstra jern optages, uden det nødvendigvis har en reel effekt. Alternativt udskiller kroppen den jern, der ikke er brug for medførende en uændret $[Fe]$ på trods af "ekstra" jernindtag.

2-3 måneder efter ændret jernindtag opfølges med ny blodprøve så effekt af indtag kan evalueres, herunder om dosis skal ændres/fjernes Denne blodprøve bør ideelt kobles med funktionelle mål (præstationsevne og generel friskhed) og/eller måling af den totale hæmoglobin-masse, ift. om den ønskede virkning opnås ved øget jernindtag.

Man kan ligge naturligt højt i jern niveauer af flere årsager, men der anbefales lægefaglig udredning ved:

- $[\text{Fe}] > 200$ (kvinder) og $>300 \mu\text{g/L}$ (mænd).

Jernstatus inden langvarig højde- eller varmetræning

I forbindelse med en forestående højde- eller varmetræningsperiode på 3 uger eller mere, er det væsentligt, at der er tilpas med jern i kroppen, når formål er at øge blodets hæmoglobin-masse. Generelt anbefales jerntilskud inden højde- og varmetræning for atleter med:

- $[\text{Fe}] < 130 \mu\text{g/L}$.

Dette for at sikre, at jern ikke bliver en mangelvare set i lyset af, det med lange højde/varme forløb, ofte er en stor investering i tid og økonomi (især højde).

Her anbefales også før- og efter måling af hæmoglobin-massen.

Bivirkninger

Ved de anbefalede doser - sammenholdt med, at kriterier fra jernstatus målinger er opfyldte - anses jerntilskud som sikkert. Men det kan give mavegener (hård mave, forstoppelse), misfarvet afføring og kvalme. Derfor skal graden af bivirkninger ved pille indtag (eks. hård mave) måles op mod den forventede effekt ved en given dosis.

Procedure for at øge jernindtag med piller

Man skal kun øge jernindtag, hvis der er mangel i kroppen.

Dosis justeres i relation til eventuelle bivirkninger.

For at øge jern niveauer i kroppen er et dagligt højt indtag af jern (eks $>100 \text{ mg}$) nødvendigvis ikke bedre end et lavere og mere moderat indtag ($25\text{-}50 \text{ mg}$), men kan øge risiko for bivirkninger.

Ved identificeret jernmangel via blodprøve ($[\text{Fe}] < 30 \mu\text{g/L}$) anbefales i almen hverdag som udgangspunkt:

- 25 - 50 mg jern på pilleform pr dag eller hver anden dag i en periode på 2-3 måneder. Dosis og timing justeres i relation til [Fe] og bivirkninger, og kan evt øges op til 100 mg jern pr dag ved meget lav [Fe] ($< 10 \mu\text{g/L}$).

For at undgå, at jern bliver en "mangelvare" i bestræbelser på at øge hæmoglobin-massen i forbindelse med en højde- eller varmetrænings-forløb anbefales følgende:

- Ingen tilskud ved [Fe] $> 130 \mu\text{g/L}$.
- 25 - 30 mg jern på pilleform hver anden dag ved [Fe] på 80 -130 $\mu\text{g/L}$.
- 25 – 30 mg jern på pilleform hver dag ved [Fe] på 30 - 80 $\mu\text{g/L}$.
- 50 mg jern på pilleform hver dag ved [Fe] $< 30 \mu\text{g/L}$.
Ideelt bør et højde- eller varmeforløb ikke påbegyndes med så lave start niveauer.

Vellykket forløb medfører typisk stigning på ~2-5% i hæmoglobin-massen (~40 gram "ekstra" hæmoglobin hos mange). Hvert gram hæmoglobin indeholder ~3.4 mg jern, hvilket svarer til der for 40 gram, skal "ekstra" ~140 mg jern til kroppens jern-balance over eksempelvis 4 uger, svarende til 5 mg "ekstra" jern/dag. I det lys anses overnævnte jern doser og forventet optag heraf baseret på kliniske studier, samt erfaringer i praksis, som tilstrækkelige.

Det bør tilstræbes at få lavet en jernstatus blodprøve 4 uger inden langvarig højde- eller varmetræning. Således at opstart af jerntilskud, hvis det vurderes relevant ud fra førnævnte kriterier, kan påbegyndes i den nødvendige tid inden. Ved [Fe] $< 30 \mu\text{g/L}$ anbefales opstart med jerntilskud hurtigst muligt, hvor det ved koncentrationer mellem 30-130 $\mu\text{g/L}$, bør opstartes 1 uge før.

Generelt gælder følgende for at øge effekt af jernindtag:

- Indtag generelt om morgen, hvor optag synes bedst, alternativt indtag om aften inden sengetid.
- Indtag sammen med appelsinjuice eller lign. med højt C-vitamin indhold, der fremmer optag.
- Indtag uden samtidigt indtag af kaffe, the og mælkeprodukter i timer omkring jernindtag.
- Indtag uden samtidigt indtag af fødevarer med fytinsyre (kerner og groft brød) i timer omkring jernindtag.
Tilberedningsmetode af brød kan mindske den negative virkning fra fytinsyre hvor brød bagt med surdej med fordel kan vælges.
- Som atlet vil der ofte være en interaktion med træning og jernoptag, og her synes det mest optimalt at indtage efter træning udført om morgen relativ til om eftermiddag (dog undersøgt i studie uden kaffe som gør fund mindre overførbare for atleter, der drikker kaffe om morgen).
- En enkelt dosis (eks. 50 mg morgen) indtaget alene synes at fremme stigning i hæmoglobin-masse ved højdetræningslejr sammenlignet med en opdelt dosis (25 mg både morgen og aften), men mavegener synes også at være mere udtalte med en enkelt "stor" dosis.
- En anden mulighed for at undgå eventuelle mavegener er at tage jern tilskud hver 2. dag, som ser ud til at give effekter tæt på dagligt indtag, men med færre mavegener.

Det gælder samlet set om at finde en balance, så eventuelle gener fra bivirkninger ikke overstiger de ønskede effekter. Derfor anses et lille dagligt indtag (eks. 25 mg) uden mavegener at være bedre, end, dels intet indtag, dels et højere indtag (eks. 50 mg), der eksempelvis kan give udtalte maveproblemer.

Ændrede kostvaner bør også overvejes, hvis den typiske kost ikke indeholder emner med højt jernindhold. Særligt fødevarer med stor koncentration af såkaldt "hæm-jern" fra animalske produkter er de bedste kilder til jern, eksempelvis:

- Fisk
- Skaldyr
- Fjerkræ og æg
- Okse
- Gris.

For vegetarer er følgende fødevarer karakteriseret ved højt jernindhold:

- Grønne grøntsager som broccoli, spinat og grønkål
- Fuldkornsprodukter: pasta, ris, knækbrød, rugbrød, havregryn
- Bælgfrugter som ærter, linser og kikærter
- Cornflakes og musli (havregryn)
- Tørret frugt fx abrikos og rosiner
- Nødder, eksempelvis mandler, hasselnødder m.fl.

Anskaffelse

Ved brug af kosttilskud, herunder jern tabletter, er der desværre en risiko for at produktet er forurenet med forbudte stoffer, der kan resultere i en positiv test under dopingkontrol og/eller have helbredsmæssige konsekvenser.

For at minimere denne risiko anbefaler Team Danmark som udgangspunkt anskaffelse af produkter, der er testet for forbudte stoffer på www.Informed-sport.com og/eller www.nsfssport.com. "Informed-Sport" og "nsfssport" er test- og certificeringsprogrammer, der tester kosttilskud for forbudte stoffer, der står på Dopinglisten (WADA's liste).

Dette kan aldrig give dig en 100% garanti for renhed, men ved at købe produkter med denne certificering, vil du minimere risikoen for, at du indtager et kosttilskud, der er forurenet med forbudte stoffer. Der kan imidlertid være situationer hvor et ønsket produkt ikke testes under certificerings programmer. Her er det væsentligt at opveje mulige risici beskrevet i det forrige mod, dels sandsynlighed for at produktet kan indeholde forbudte stoffer, dels forhold som oplevelsen af produktet ift. eksempelvis smag og

mulige bivirkninger. Jern betragtes af anti doping Danmark ikke som et høj risiko produkt.

En praktisk guide til at benytte www.Informed-sport.com findes [her](#)

Team Danmark understreger, at det altid er atletens eget ansvar, hvis et produkt har været forurenset, og dette resulterer i en positiv dopingtest. Af samme årsag er det væsentligt kun at anvende kosttilskud med tilstrækkelig dokumenteret effekt, da et bredt forbrug af diverse kosttilskud antages at øge risiko for, at der indtages et produkt indeholdende forbudte stoffer.

Procedure for at øge jernindtag med intravenøs injektion

I tilfælde hvor indtag af jernpiller, med afsæt i de tidligere beskrevne retningslinjer, ikke har den ønskede effekt ift. at øge [Fe] over det førnævnte "kritiske niveau" på ~30 µg/L kan intravenøs jerntilførsel overvejes i overensstemmelse med gældende retningslinjer fra WADA. Det er en læge-faglig vurdering og skal udføres af kvalificeret personale. Denne mulighed anses mest relevant for udholdenhedsatleter eller atleter med lav [Fe], der samtidig føler sig trætte/mindre friske end normalt.

Vejledning fra Team Danmark

Atleter støttet af Team Danmark kan modtage individuel vejledning fra Team Danmark i brugen af jern. Målet med den individuelle vejledning er, at den enkelte atlet opnår den optimale effekt ved brugen heraf. Vejledningen vil tage udgangspunkt i den enkelte atlets vilkår og arbejdskrav i træning og konkurrence. Vejledningen er tilgængelig efter nærmere aftale og accept fra atletens forbund og Team Danmark.

Litteratur

Abioye AI, Okuneye TA, Odesanya AM, Adisa O, Abioye AS, Soipe AI, et al.
Calcium intake and iron status in human studies: a systematic review and dose-response meta-analysis of randomized trials and crossover studies.
J Nutr. 2021;151(5):1084–1101. doi:10.1093/jn/nxaa437

Barney DE, Ippolito JR, Berryman CE, Hennigar SR
A Prolonged Bout of Running Increases Hepcidin and Decreases Dietary Iron Absorption in Trained Female and Male Runners.
J Nutr. 2022 Sep 6;152(9):2039-2047. doi: 10.1093/jn/nxac129.

Benkhedda K, L'Abbé MR, Cockell KA.
Effect of calcium on iron absorption in women with marginal iron status.
Br J Nutr. 2010;103(5):742–748.
doi:10.1017/S0007114509992418

Bialkowski W, Kiss JE, Wright DJ, Cable R, Birch R, D'Andrea P, Bryant BJ, Spencer BR, Mast AE.
Estimates of total body iron indicate 19 mg and 38 mg oral iron are equivalent for the mitigation of iron deficiency in individuals experiencing repeated phlebotomy.
Am J Hematol. 2017 Sep;92(9):851-857. doi: 10.1002/ajh.24784.
Epub 2017 Jun 9.

Burden RJ, Morton K, Richards T, Whyte GP, Pedlar CR.
Is iron treatment beneficial in, iron-deficient but non-anaemic (IDNA) endurance athletes? A systematic review and meta-analysis.
Br J Sports Med. 2015 Nov;49(21):1389-97.

Galetti V, Stoffel NU, Sieber C, Zeder C, Moretti D, Zimmermann MB

Threshold ferritin and hepcidin concentrations indicating early iron deficiency in young women based on upregulation of iron absorption.

EClinicalMedicine. 2021 Jul 31;39:101052. doi:

Garvican-Lewis LA, Govus AD, Peeling P, Abbiss CR, Gore CJ.
Iron Supplementation and Altitude: Decision Making Using a Regression Tree.

J Sports Sci Med. 2016 Feb 23;15(1):204-5. eCollection 2016 Mar.

Goodrich JA, Frisco DJ, Kim S, Holliday M, Rueda M, Poddar S, Byrnes WC.

The importance of lean mass and iron deficiency when comparing hemoglobin mass in male and female athletic groups.

J Appl Physiol. 2020 Oct 1;129(4):855-863. doi:

Govus AD, Garvican-Lewis LA, Abbiss CR, Peeling P, Gore CJ.
Pre-Altitude Serum Ferritin Levels and Daily Oral Iron Supplement Dose Mediate Iron Parameter and Hemoglobin Mass Responses to Altitude Exposure.

PLoS One. 2015 Aug 11;10(8):e0135120

Hallberg L, Brune M, Erlandsson M, Sandberg AS, Rossander-Hultén L.

Calcium: effect of different amounts on nonheme- and heme-iron absorption in humans.

Am J Clin Nutr. 1991;53(1):112–119. doi:10.1093/ajcn/53.1.112

Hall R, Peeling P, Nemeth E, Bergland D, McCluskey WTP, Stellingwerff T.

Single versus Split Dose of Iron Optimizes Hemoglobin Mass Gains at 2106 m Altitude.

Med Sci Sports Exerc. 2019 Apr;51(4):751-759

Hentze MW, Muckenthaler MU, Andrews NC.
Balancing acts: molecular control of mammalian iron metabolism.
Cell. 2004 Apr 30;117(3):285-97.

Hinton PS, Sinclair LM
Iron supplementation maintains ventilatory threshold and improves energetic efficiency in iron-deficient nonanemic athletes
Randomized Controlled Trial Eur J Clin Nutr. 2007 Jan;61(1):30-9.
doi: 10.1038/sj.ejcn.1602479. Epub 2006 Jul 12.

Hoppe M, Sandberg AS, Hulthén L.
Influence of sourdough fermentation-induced dephytinization on iron absorption from whole grain rye bread: double-isotope crossover and single-blind absorption studies.
Nutrients. 2025;17(3):3891. doi: 10.3390/nu17243891

Kardasis W, Naquin ER, Garg R, Arun T, Gopianand JS, Karmakar E, Gnana-Prakasam JP.
The IRONy in Athletic Performance.
Nutrients. 2023 Nov 28;15(23):4945. doi: 10.3390/nu15234945.

Karregat JHM, Meulenbeld A, Quee FA, Novotny VMJ, Swinkels DW, van den Born BH, Zaaijer HL, Twisk JWR, van den Hurk K.
Ferritin-guided iron supplementation as an alternative or complement to prolonged blood donation intervals (FORTE): a double-blind, randomised, controlled trial.
Lancet Haematol. 2025 Sep;12(9):e694-e704. doi: 10.1016/S2352-3026(25)00167-X. Epub 2025 Aug 14.

Lo JO, Benson AE, Martens KL, Hedges MA, McMurry HS, DeLoughery T, Aslan JE, Shatzel JJ.
The role of oral iron in the treatment of adults with iron deficiency.
Eur J Haematol. 2023 Feb;110(2):123-130. doi: 10.1111/ejh.13892. Epub 2022 Nov 20.

McCormick R, Moretti D, McKay AKA, Laarakkers CM, Vanswelm R, Trinder D, Cox GR, Zimmerman MB, Sim M, Goodman C, Dawson B, Peeling P.

The Impact of Morning versus Afternoon Exercise on Iron Absorption in Athletes.

Med Sci Sports Exerc. 2019 Oct;51(10):2147-2155.

McCormick R, Dreyer A, Dawson B, Sim M, Lester L, Goodman C, Peeling P.

The Effectiveness of Daily and Alternate Day Oral Iron Supplementation in Athletes With Suboptimal Iron Status (Part 2).

Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2020 Mar 27;1-6.

Moretti D, Goede JS, Zeder C, Jiskra M, Chatzinakou V, Tjalsma H, Melse-Boonstra A, Brittenham G, Swinkels DW, Zimmermann MB.

Oral iron supplements increase hepcidin and decrease iron absorption from daily or twice-daily doses in iron-depleted young women.

Blood. 2015

Nybo L, Rønnestad B, Lundby C

High or hot-Perspectives on altitude camps and heat-acclimation training as preparation for prolonged stage races.

Scand J Med Sci Sports. 2024 Jan;34(1):e14268. doi: 10.1111/sms.14268. Epub 2022 Dec 22.

Okazaki K, Stray-Gundersen J, Chapman RF, Levine BD.

Iron insufficiency diminishes the erythropoietic response to moderate altitude exposure.

J Appl Physiol. 2019 Dec 1;127(6):1569-1578.

Pawlak R, Berger J, Hines I.

Iron Status of Vegetarian Adults: A Review of Literature.

Am J Lifestyle Med. 2016 Dec 16;12(6):486-498.

Rimon E, Kagansky N, Kagansky M, Mechnick L, Mashiah T, Namir M, Levy S.

Are we giving too much iron? Low-dose iron therapy is effective in octogenarians.

Am J Med. 2005 Oct;118(10):1142-7.

Sim M, Garvican-Lewis LA, Cox GR, Govus A, McKay AKA, Stellingwerff T, Peeling P.

Iron considerations for the athlete: a narrative review.

Eur J Appl Physiol. 2019 Jul;119(7):1463-1478.

Šmid AN, Golja P, Hadžić V, Abazović E, Drole K, Paravlic AH.

Effects of Oral Iron Supplementation on Blood Iron Status in Athletes: A Systematic Review, Meta-Analysis and Meta-Regression of Randomized Controlled Trials.

Sports Med. 2024 May;54(5):1231-1247.

Stellingwerff T, Peeling P, Garvican-Lewis LA, Hall R, Koivisto AE, Heikura IA, Burke LM.

Nutrition and Altitude: Strategies to Enhance Adaptation, Improve Performance and Maintain Health: A Narrative Review.

Sports Med. 2019 Dec;49(Suppl 2):169-184.

Stoffel NU, Zeder C, Zimmermann MB.

Assessing Human Iron Kinetics Using Stable Iron Isotopic Techniques.

Clin Pharmacokinet. 2024 Oct;63(10):1389-1405. doi:

10.1007/s40262-024-01421-z. Epub 2024 Oct 16.

von Siebenthal HK, Moretti D, Zimmermann MB, Stoffel NU

Effect of dietary factors and time of day on iron absorption from oral iron supplements in iron deficient women.

Am J Hematol. 2023 Sep;98(9):1356-1363. doi:

10.1002/ajh.26987. Epub 2023 Jun 26.

Wachsmuth NB, Aigner T, Völzke C, Zapf J, Schmidt WF.
Monitoring recovery from iron deficiency using total hemoglobin mass.

Med Sci Sports Exerc. 2015 Feb;47(2):419-27.

Winter WE, Bazydlo LAL, Harris NS.

The Molecular Biology of Human Iron Metabolism.

Laboratory Medicine, Volume 45, Issue 2, May 2014, Pages 92–102.

Team Danmark // Marts 2026