

# Stopové prvky

ŽELEZO  
ZINEK  
MĚĎ

Mgr. Filip Martiník

# Mikroelementy × Stopové prvky

- Jedná se o synonyma
- Definice dle Collins Dictionary of Medicine
  - *Minerální látky přijímané ve stravě v malých množstvích, které jsou důležité pro správnou funkci organismu.*
- Definice dle Gale Encyclopedia of Medicine
  - *Skupina prvků, které jsou zastoupeny v lidském těle ve velmi malém množství, nicméně jsou důležité pro dobré zdraví. Také se nazývají mikronutrienty.*

# Stopové prvky

- Příjem pod 50 mg/den
- Koncentrace nepřesahuje 50 mg/kg
- Představují 0,1 – 0,2 % hmotnosti lidského těla
- Řadíme zde: *Fe, I, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Se, F, Mn, Ni, As, Sn, Si, V*
- Mají prokázané biochemické funkce v organismu
- Vznik specifické poruchy struktury nebo funkce tkáně či orgánu vyvolané deficitem příslušného prvku

# Funkce stopových prvků

- Katalytické působení v enzymech
- Modulace enzymových aktivit
- Většina se podílí na ochraně před oxidačním stresem



# Příčiny deficitu stopových prvků

- **Nedostatečný příjem**
- **Snížená využitelnost z potravy**
- **Snížená resorpce (maldigesce, malabsorpce)**
- **Zvýšené ztráty (průjem, krvácení do GIT)**
- **Zvýšená potřeba (stres, sepse, nádory, traumata, popáleniny)**

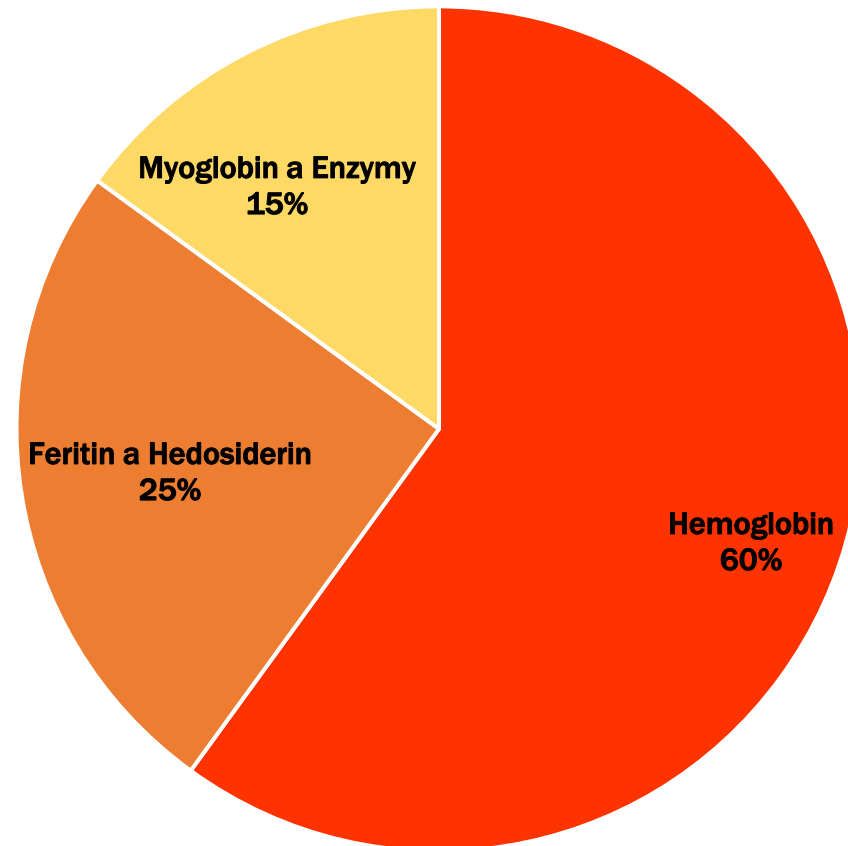


# Vsuvka

- Referenční hodnoty EFSA
  - <https://www.efsa.europa.eu/en/interactive-pages/drvs>

# Železo

- Zastoupení v organismu: 2–4 g



# Doporučený denní příjem

## DACH

0–3 měsíce	0,5 mg/den
4 měsíce – 6 let	8 mg/den
7–9 let	10 mg/den
10–18 let	12 mg/den ♂ 15 mg/den ♀
19–50 let	10 mg/den ♂ 15 mg/den ♀
> 50 let	10 mg/den
Těhotné ženy	30 mg/den
Kojící ženy	20 mg/den

## EFSA

MUŽI		ŽENY	
7–11 měsíců	11 mg/den	7–11 měsíců	11 mg/den
1–3 roky	7 mg/den	1–3 roky	7 mg/den
4–6 let	7 mg/den	4–6 let	7 mg/den
7–11 let	11 mg/den	7–11 let	11 mg/den
12–14 let	11 mg/den	12–14 let	13 mg/den
15–17 let	11 mg/den	15–17 let	13 mg/den
≥ 18 let	11 mg/den	≥ 18 let	16 mg/den
		po menopauze	11 mg/den
		Těhotné	16 mg/den
		Kojící	16 mg/den



# Zdroje

- **Hemové:** játra, hovězí maso, vepřové maso, drůbeží maso, ryby

- Příklady na 100 g

• Játra vepřová	15,3 mg
• Maso telecí kýta	4,8 mg
• Hovězí roštěnec nízký	3,2 mg
• Kuřecí prsa	3,0 mg

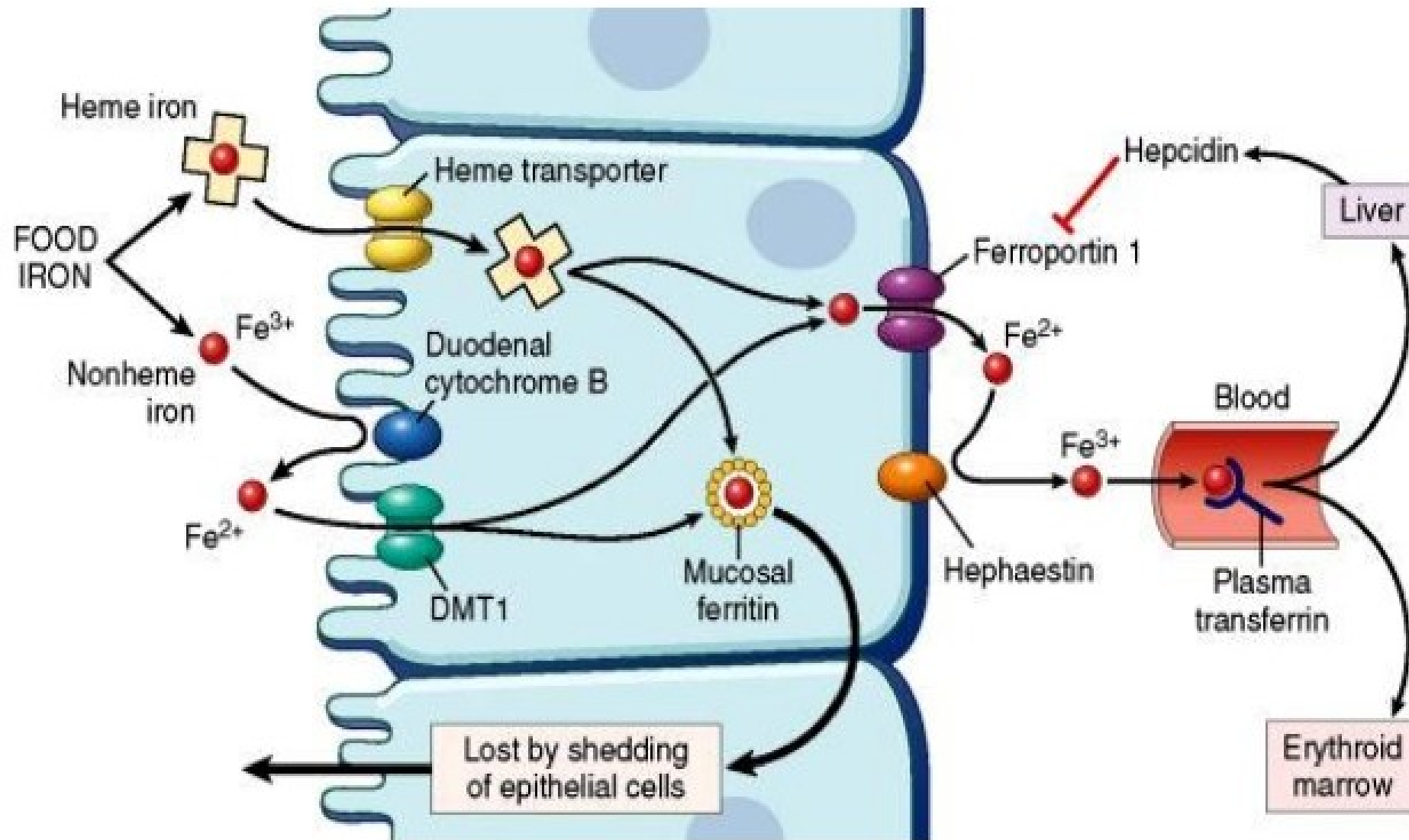
- **Nehemové:** vejce, skořápkové plody, obiloviny, luštěniny, kakao, zelenina, mateřské mléko

- Příklady na 100 g

• Čokoláda hořká (45 – 59%)	8,2 mg
• Ořechy lískové	5,8 mg
• Čočka	5,0 mg
• Ořechy kešu	4,2 mg
• Špenát	3,3 mg
• Pórek	2,2 mg
• Kedlubna	1,3 mg



# Vstřebávání železa I

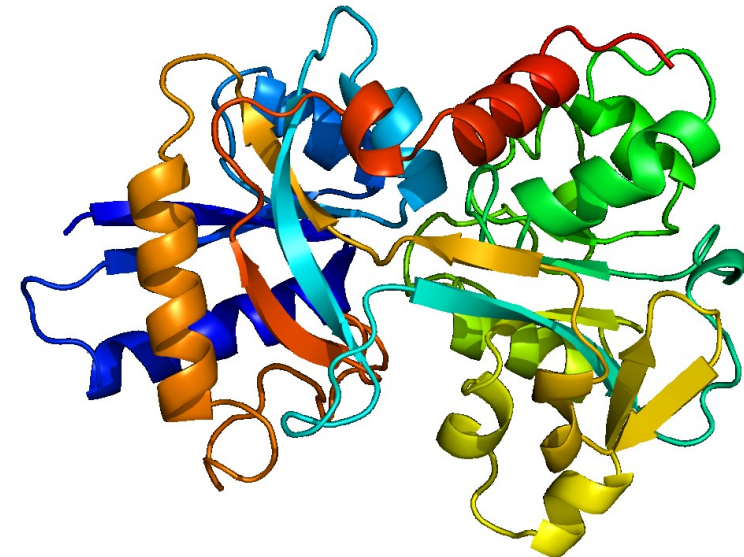
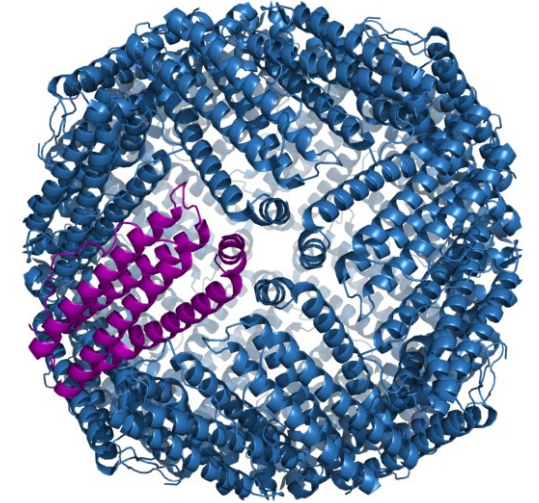


# Vstřebávání železa II

- Obecná vstřebatelnost 10 – 15 % (při nedostatku vyšší)
- Biologická dostupnost **hemového** železa je 20 – 30 %
- Biologická dostupnost **nehemového** železa je 5 %
- Využitelnost z mateřského mléka je > 30 %
  
- **Vstřebatelnost zvyšují:** živočišná bílkovina (meat faktor), vitamin C a organické kyseliny
- **Vstřebatelnost snižují:** tanin, lignin, kyselina šťavelová, kyselina fytová, fosfáty, Ca, Cu, Zn, proteiny v mléce, kofein, salicyláty, antacida, tuk, iontoměniče, klofibrát

# Proteiny spojené s železem

- Heparin – hormon řídící absorpci železa
- Transferin – transportní bílkovina pro železo
- Feritin a Hemosiderin – zásobní proteiny železa
- Laktoferin (+ laktoalbumin) – zvyšují dostupnost železa z mateřského mléka



# Funkce železa

- Hemoglobin – transport kyslíku
- Krvetvorba
- Myoglobin – transport a krátkodobé uchovávání kyslíku se svalových buňkách
- Cytochromy
  - tvorba energie (dýchací řetězec)
  - monooxygenázový systém organismu (biotransformace xenobiotik a biosyntézy steroidních hormonů a vitamínu D<sub>3</sub>)
- Syntéza endogenních látek (karnitin, eikosanoidy, kolagen, neurotransmitery (dopamin))
- Kofaktor antioxidantních enzymů – kataláza, peroxidáza
- Vliv na vazodilataci a imunitní systém



# Nadbytek železa

- Neexistuje exkreční cesta pro železo!  $\Rightarrow$  za určitých okolností se přebytek železa hromadí v tkáních
- Chronický alkoholismus  $\Rightarrow$  zvyšuje absorpci
- Hemosideróza – hromadění železa v těle při jeho špatném využití a jeho zvýšené dodávce
- Hemochromatóza – hromadění železa v tkáních
  - primární (dědičné onemocnění)  $\times$  sekundární (např. při opakovaných transfuzích)

# Nedostatek železa

- **Sideropenická anémie** – mikrocytární, hypochromní
- **Příčiny:** silná menstruace, nízký příjem, vysoké ztráty, krvácení do GIT, záněty, nádorová onemocnění – přesuny Fe
- **Projevy:** ragády ústních koutků, poruchy růstu vlasů, nehtů, atrofie kůže, změny na sliznicích, únava, bolest hlavy

# Zdravotní tvrzení pro železo

Železo přispívá k normálním rozpoznávacím funkcím

Železo přispívá k normálnímu energetickému metabolismu

Železo přispívá k normální tvorbě červených krvinek a hemoglobinu

Železo přispívá k normálnímu přenosu kyslíku v těle

Železo přispívá k normální funkci imunitního systému

Železo přispívá ke snížení míry únavy a vyčerpání

Železo se podílí na procesu dělení buněk



# Zdravotní tvrzení související s železem

<b>Maso a ryby</b>	Při konzumaci s jinými potravinami obsahujícími železo maso nebo ryby přispívají k lepšímu vstřebávání železa
<b>Měď</b>	Měď přispívá k normálnímu přenosu železa v těle
<b>Riboflavin</b>	Riboflavin přispívá k normálnímu metabolismu železa
<b>Vitamin A</b>	Vitamin A přispívá k normálnímu metabolismu železa
<b>Vitamin C</b>	Vitamin C zvyšuje vstřebávání železa

# Zinek

- Lidské tělo obsahuje asi 2 g
- Netvoří se zásoby
- Obměna zinku ve tkáních je pomalá



# Doporučený denní příjem

## DACH

0–3 měsíce	1 mg/den
4–11 měsíců	2 mg/den
1–3 let	3 mg/den
4–6 let	5 mg/den
7–9 let	7 mg/den
10 – 12 let	9 mg/den ♂ 7 mg/den ♀
13 – 14 let	9,5 mg/den ♂ 7 mg/den ♀
> 15 let	10 mg/den ♂ 7 mg/den ♀
Těhotné ženy	10 mg/den
Kojící ženy	11 mg/den

## EFSA

MUŽI		ŽENY	
7–11 měsíců	2,9 mg/den	7–11 měsíců	2,9 mg/den
1–3 roky	4,3 mg/den	1–3 roky	4,3 mg/den
4–6 let	5,5 mg/den	4–6 let	5,5 mg/den
7–10 let	7,4 mg/den	7–10 let	7,4 mg/den
11–14 let	10,7 mg/den	11–14 let	10,7 mg/den
15–17 let	14,2 mg/den	15–17 let	11,9 mg/den
≥ 18 let		≥ 18 let	
LPI 300 mg/den	9,4 mg/den	LPI 300 mg/den	7,5 mg/den
LPI 600 mg/den	11,7 mg/den	LPI 600 mg/den	9,3 mg/den
LPI 900 mg/den	14 mg/den	LPI 900 mg/den	11 mg/den
LPI 1200 mg/den	16,3 mg/den	LPI 1 200 mg/den	12,7 mg/den
		Těhotné	+ 1,6 mg/den
		Kojící	+ 2,9 mg/den

# Zdroje

- Hovězí maso, vepřové maso
- Obiloviny, luštěniny, celozrnné pečivo
- Mléčné výrobky



# Vstřebávání

- Ovlivněno potřebou organismu
- Enteropankreatický oběh
- Lepší využitelnost z živočišných potravin
- Vstřebatelnost **podporují** živočišné bílkoviny (histidin, cystein), sójové proteiny, glukóza, laktóza
- Vstřebatelnost **snižuje** kyselina fytoová, Ca, kasein, Cu, Fe
- Také se snižuje při stresu, parazitárních onemocněních a infekcích

# Funkce I

- Kofaktor metaloenzymů
- alkalická fosfatáza – metabolismus kostí, trávení
- alkoholdehydrogenáza (ADH)
- dehydratáza  $\delta$ -aminoluvulové kyseliny – biosyntéza hemu
- ornitinkarbamoyltransferáza – odbourávání amoniaku
- timidinkináza . Zabudování tymidinu do DNA
- Podílí se na vývojových, růstových a regeneračních procesech (hojení ran, syntéza kolagenu)
- Buněčná proliferace a diferenciace, genová exprese
- Stabilita biomembrán a cytoskeletu



# Funkce II

- **Imunitní systém**
- **Antioxidační funkce – superoxiddismutáza, kataláza, metalotionein**
- **Vliv na smyslové orgány, neurotransmitery, prostaglandiny**
- **Hormony – inzulin, glukagon, hormony štítné žlázy, pohlavní hormony, růstový hormon**
- **Vliv na vývoj mužských pohlavních orgánů, spermatogenezi a syntézu testosteronu**
- **Vliv na kvalitu vlasů, nehtů**
- **Metabolismus vitamínu A (ADH, retinol vázající protein (RBP))**

# Deficit zinku

- **Projevy:** poruchy chuti a čichu, dermatitidy, vypadávání vlasů, průjem, neuropsychické poruchy, zpomalení růstu, poruchy sexuality u mužů a reprodukce, náchylnost k infekcím, prodloužené hojení ran
- **Acrodermatitis enteropatica** – dědičné onemocnění, snížená absorpce Zn, kožní projevy
- **POZOR** u malabsorpčního syndromu, pacientů s parenterální výživou, popálenin, při léčbě látkami snižujícími absorpci (tvorba chelátů) nebo při steatorey (ztráty tuku do stolice)



# Acrodermatitis enteropatica



# Toxicita

- Jednorázové užití 2 g – GIT potíže, horečka
- **Chronická otrava** – hypochromní anémie, neuropatie, interakce s metabolismem Fe a Cu
- **POZOR** na úpravu potravin s nízkým pH v pozinkovaném nádobí  
=> dochází k většímu uvolňování zinku z nádobí

# Zdravotní tvrzení o zinku I

Zinek přispívá k normálním rozpoznávacím funkcím

Zinek přispívá k normální syntéze DNA

Zinek přispívá k normální plodnosti a reprodukci

Zinek přispívá k normálnímu metabolismu makroživin

Zinek přispívá k normálnímu metabolismu mastných kyselin

Zinek přispívá k normálnímu metabolismu vitamínu A

Zinek přispívá k normální syntéze bílkovin

Zinek přispívá k udržení normálního stavu kostí

# Zdravotní tvrzení o zinku II

Zinek přispívá k normálnímu metabolismu kyselin a zásad

Zinek přispívá k normálnímu metabolismu sacharidů

Zinek přispívá k udržení normálního stavu vlasů

Zinek přispívá k udržení normálního stavu nehtů

Zinek přispívá k udržení normálního stavu pokožky

Zinek přispívá k udržení normální hladiny testosteronu v krvi

Zinek přispívá k udržení normálního stavu zraku

Zinek přispívá k normální funkci imunitního systému

Zinek přispívá k ochraně buněk před oxidativním stresem

Zinek se podílí na procesu dělení buněk

# Měď

- Průměrný obsah mědi v lidském těle je 80–100 mg



# Doporučený denní příjem

## DACH

0-3 měsíce	0,2-0,6 mg/den
4-11 měsíců	0,6-0,7 mg/den
1-6 let	0,7-1,0 mg/den
> 7 let	1,0-1,5 mg/den

## EFSA

MUŽI		ŽENY	
7-11 měsíců	0,4 mg/den	7-11 měsíců	0,4 mg/den
1-2 roky	0,7 mg/den	1-2 roky	0,7 mg/den
3-9 let	1 mg/den	3-9 let	1 mg/den
10-17 let	1,3 mg/den	10-17 let	1,1 mg/den
≥ 18 let	1,6 mg/den	≥ 18 let	1,3 mg/den
		Těhotné	1,5 mg/den
		Kojící	1,5 mg/den

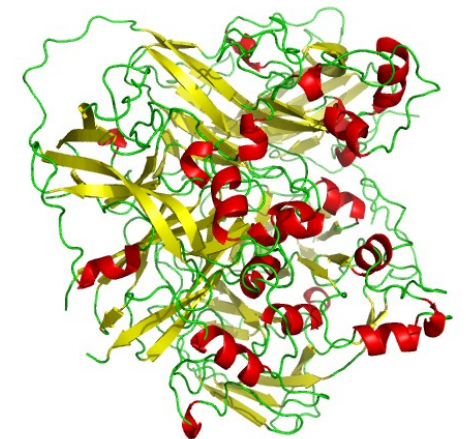
# Zdroje

- Játra, korýši, ryby
- Obiloviny, skořápkové plody
- Kakao a čokoláda



# Funkce

- **Ceruloplazmin**
  - oxidace  $\text{Fe}^{2+}$  na  $\text{Fe}^{3+}$  (důležité pro vazbu na transferin)
  - transport mědi
  - inhibice peroxidace lipidů dvojmocnými kovy
  - protein akutní fáze
- **Superoxiddismutáza** – antioxidační ochrana buněk
- **Cytochrom c-oxidáza** – dýchací řetězec
- **Lysyloxidáza**
- **Tyrozináza** – vznik melatoninu
- **Dopamin- $\beta$ -hydroxyláza** – biosyntéza katecholaminů
- **Aminooxidáza** – např. degradace neurotransmiterů
- **Regulace genové exprese**





# Deficit

- **Mikrocytární, hypochromní anémie**
  - anémie nereaguje na podání Fe, snížen ceruloplasmin
- **Poruchy imunity**
- **Leukopenie, osteoporóza**
- **Poruchy růstu vlasů a nehtů**
- **Narušená tvorba kolagenu a elastinu**
- **Snížená pigmentace vlasů a kůže**
- **V pokročilém stádiu neurologické poruchy**

# Menkesova choroba

- Genetické onemocnění vázané na X chromozom
- Postižen gen kódující  $\text{Cu}^{2+}$ -transportující ATPázu
- Neschopnost střevních buněk transportovat měď do krevního řečiště
- Projeví se u kojenců mužského pohlaví už v prvních několika týdnech
- Postižení umírají většinou do tří let po narození

# Wilsonova choroba

- Autosomálně recesivní dědičné onemocnění, které způsobuje hromadění mědi v játrech v důsledku porušení exkrece do žluči, následně i jiných orgánech
- **Diagnostika:** snížená sérová hladina ceruloplasminu; zvýšené vylučování mědi močí (za 24 hod); Kayserův-Fleischerův prstenec na okraji rohovky; hemolýza; zvýšený obsah mědi v játrech
- **Léčba**
  - celoživotní léčba je prevencí poškození jater a CNS
  - omezení potravin bohatých na měď (mořské ryby, čokoláda, kakao)
  - podávání léků chelatujících měď (Penicilamin 1000 mg/den)
  - zinek – snižuje resorpci mědi střevem
  - monitorování vylučování mědi močí
  - transplantace jater

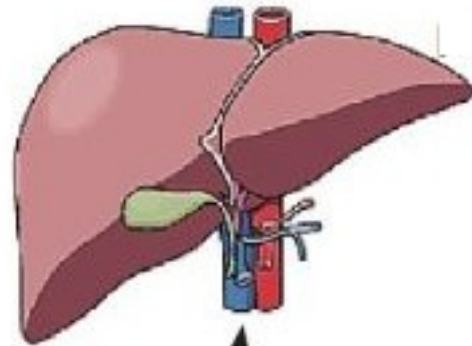
- zvětšení jater
- žloutenka
- akutní hepatitida
- selhávání jater
- portální hypertenze
- cirhóza jater

**játra**

- renální acidóza



**ledviny**



**kosti**

- artritida
- rachitis (křivice)

**Wilsonova choroba**



**srdce**



**hemolýza**



**oči**

- Kayserův-Fleischerův prsteneček



- slabnoucí prospěch ve škole
- změny v chování
- špatná koordinace, slabnoucí rukopis
- dystonie (křeče, chvění)
- dysartrie (problémy s řečí)
- výrazné slinění
- změny v tváři



# Zdravotní tvrzení o mědi

Měď přispívá k udržení normálního stavu pojivových tkání

Měď přispívá k normálnímu energetickému metabolismu

Měď přispívá k normální činnosti nervové soustavy

Měď přispívá k normální pigmentaci vlasů

Měď přispívá k normálnímu přenosu železa v těle

Měď přispívá k normální pigmentaci pokožky

Měď přispívá k normální funkci imunitního systému

Měď přispívá k ochraně buněk před oxidativním stresem



**Děkuji za pozornost**