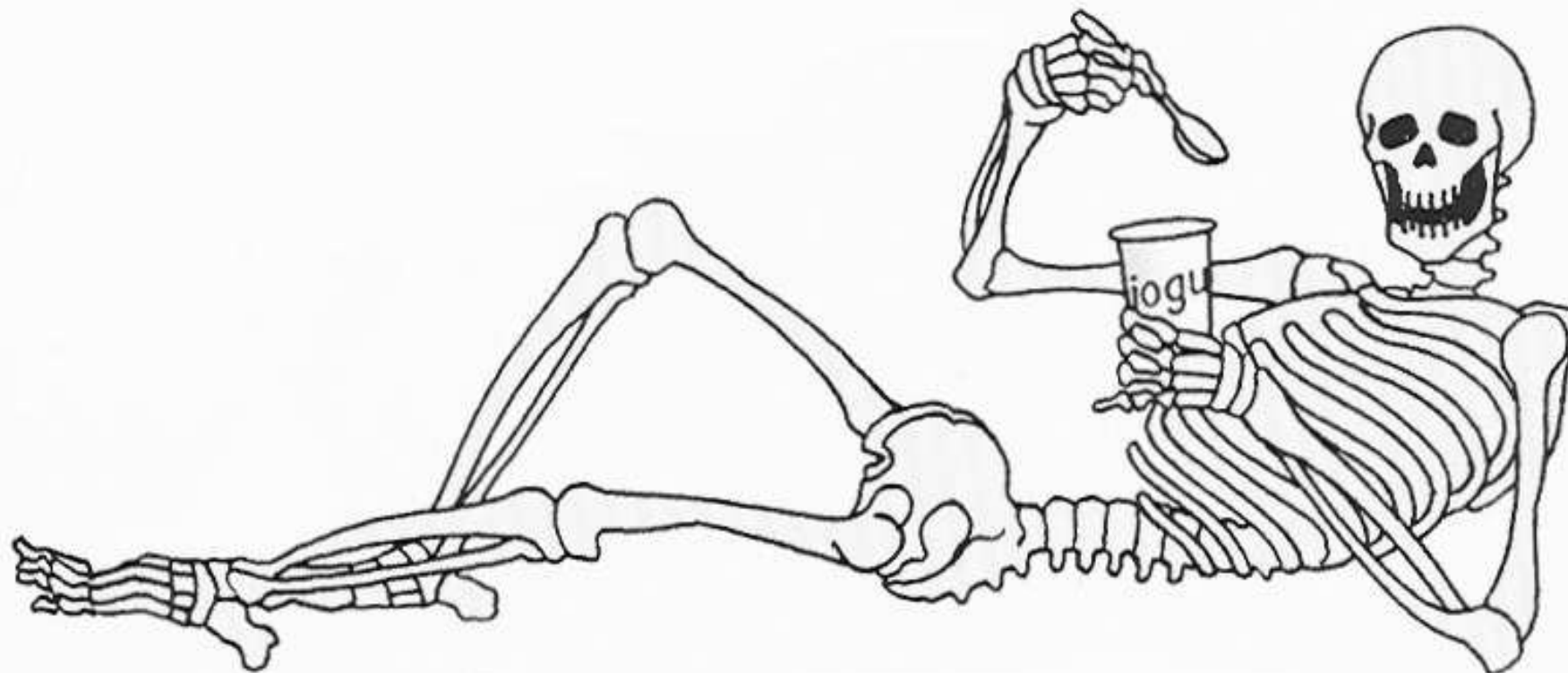


# Minerální látky a stopové prvky

---



# Charakteristika

---

- **Anorganické látky nezbytné pro růst, výstavbu tkání a metabolické pochody**
- **Dle množství potřebného pro organismus**
  - Makroelementy -  $\uparrow$  100 mg
  - Mikroelementy -  $\leq$  100 mg
  - Stopové prvky – potřeba v  $\mu\text{g}$

# Makroelementy

---

■ Vápník - Ca

■ Fosfor - P

■ Sodík - Na

■ Draslík - K

■ Chlor - Cl

■ Hořčík - Mg

■ Síra - S

# Mikroelementy

---

- Železo – Fe
- Měď – Cu
- Zinek – Zn
- Mangan – Mn
- Jod – I
- Molybden – Mo
- Selen – Se
- Fluor – F
- Chrom – Cr
- Kobalt – Co

# Stopové prvky

---

■ Křemík – Si

■ Vanad – V

■ Nikl – Ni

■ Cín - Sn

■ Kadmium – Cd

■ Arzen – As

■ Hliník – Al

■ Bor – B

# Makroelementy - vápník

- Obsah v těle 1200 g
- 99,5 % nesměnitelný pool v kostech a zubech
- 0,5 % směnitelný pool vápníku (7% v plazmě)
- **Hl. funkce**
  - Stavba kostí (hydroxyapatit) a zubů
  - Srážlivost krve – převod protrombinu na trombin
  - Svalová činnost - svalová kontrakce, snižuje nervosvalovou dráždivost
    - Aktivace enzymů, permeabilita buň. membrán
- **Projevy nedostatku** – osteomalácie, osteoporóza, zvýšení nervosvalové dráždivosti, tetanie, snad Ca tl. střeva, hypertenze
- **Projevy nadbytku** – nadměrné ukládání vápníku do měkkých tkání, zvýšení svalové dráždivosti
- **Regulace Ca v těle** – hormonálně (PTH, kalcitonin, kalcitriol)

viz obrázek

Rising blood calcium signals the thyroid gland to secrete calcitonin.\*

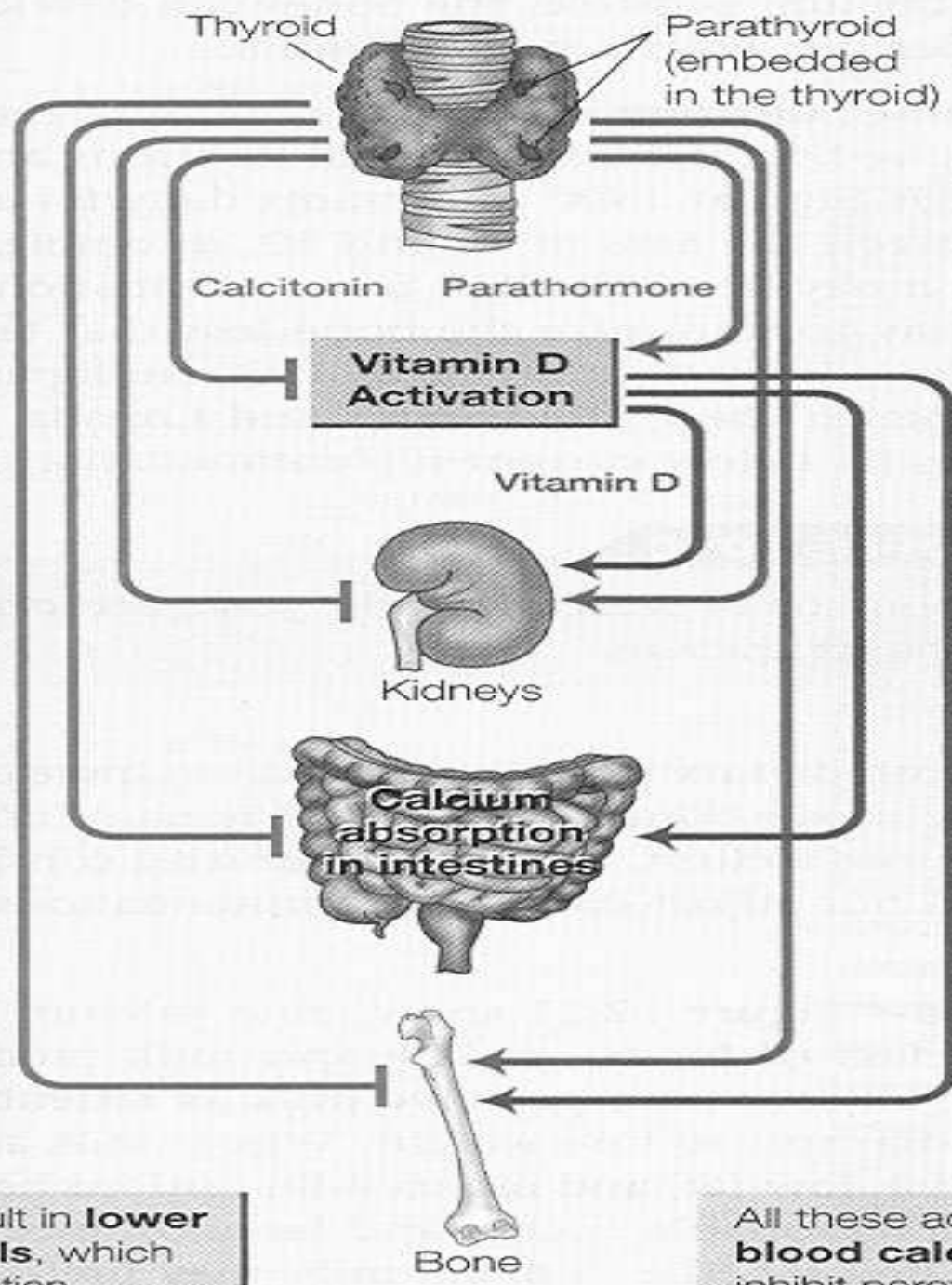
Calcitonin inhibits the activation of vitamin D.

Calcitonin prevents calcium reabsorption in the kidneys.

Calcitonin limits calcium absorption in the intestines.

Calcitonin inhibits osteoclast cells from breaking down bone, preventing the release of calcium.

All these actions result in **lower blood calcium levels**, which inhibit calcitonin secretion.



Falling blood calcium signals the parathyroid glands to secrete parathormone.

Parathormone stimulates the activation of vitamin D.

Vitamin D and parathormone stimulate calcium reabsorption in the kidneys.

Vitamin D enhances calcium absorption in the intestines.

Vitamin D and parathormone stimulate osteoclast cells to break down bone, releasing calcium into the blood.

All these actions result in **higher blood calcium levels**, which inhibit parathormone secretion.

# Vstřebávání vápníku

## ■ Faktory ovlivňující vstřebávání

- **Faktory zlepšující vstřebávání Ca** – HCl, vitamin D, laktóza, růstové hormony, poměr Ca:P
- **Faktory omezující vstřebávání Ca** – nedostatek HCl a vitaminu D, vysoký příjem P, vláknina, fytáty, oxaláty, nadbytek tuku ve stravě

## □ Vstřebatelnost

- 30 – 80% (viz další strana)
- Horní část tenkého střeva (jejunum)
  - Část – pasivní difúze
  - Část – aktivní transport ( Ca-dependentní ATPáza)– závislost na 1,25-dihydroxycholekalCIFerolu => syntéza Ca<sup>2+</sup> vázajícího proteinu
- Rychlost tvorby 1,25-dihydroxycholekalCIFerolu
  - ↑ se při ↓ hl. plasmatického Ca
  - ↓ se při ↑ hl. plasmatického Ca
  - => Při nedostatku Ca se vstřebávání ↑ a naopak



# Makroelementy – vápník

---

## ■ Využitelnost vápníku ze stravy

### ➤ **Vstřebatelnost $\geq 50\%$**

- Květák, růžičk. kapusta, brokolice, kapusta, tuřín, řeřicha

### ➤ **Vstřebatelnost $\approx 30\%$**

- Mléko, jogurty, sýry, kalciem obohacené sójové produkty a tofu

### ➤ **Vstřebatelnost $\approx 20\%$**

- Mandle, sezam, sladké brambory, fazole

### ➤ **Vstřebatelnost $\leq 5\%$**

- Špenát, rebarbora

# Makroelementy - vápník

---

## ■ Zdroje vápníku

- Mléko a mléčné výrobky
- Sardinky
- Chléb, obiloviny
- Tvrdá voda
- Sýr tofu, ořechy (mandle)
- Semena (sezam), mák
- Luštěniny
- Zelenina (brokolice, kapusta, mangold, špenát)

# Makroelementy - vápník

- Doporučené dávky vápníku - EU 700 mg
- Optimální příjem vápníku (mg)

- **Kojenci**

6 měs.	400
6-12 měs.	600

- **Děti**

1-5 let	800
6-10 let	800 - 1200

- **Dospívající**

11 – 24 let	1200 - 1500
-------------	-------------

- **Muži**

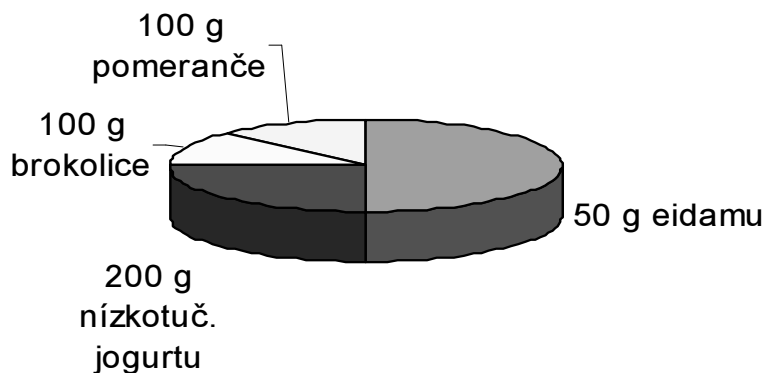
25 -65 let	1000
Nad 65 let	1500

- **Ženy**

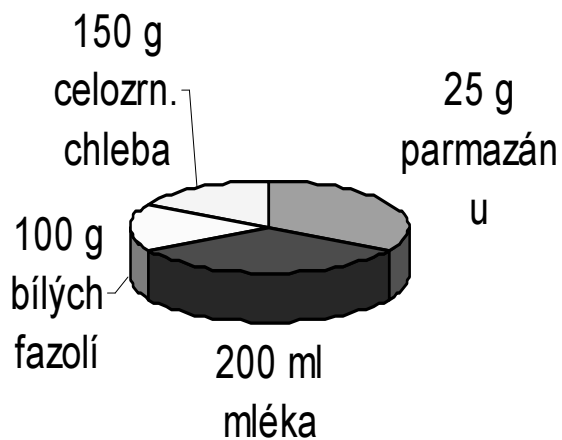
25 – 50 let	1000
Nad 50 let	1500
Nad 65 let	1500
Těhotné a kojící	1200 - 1500

# Makroelementy - vápník

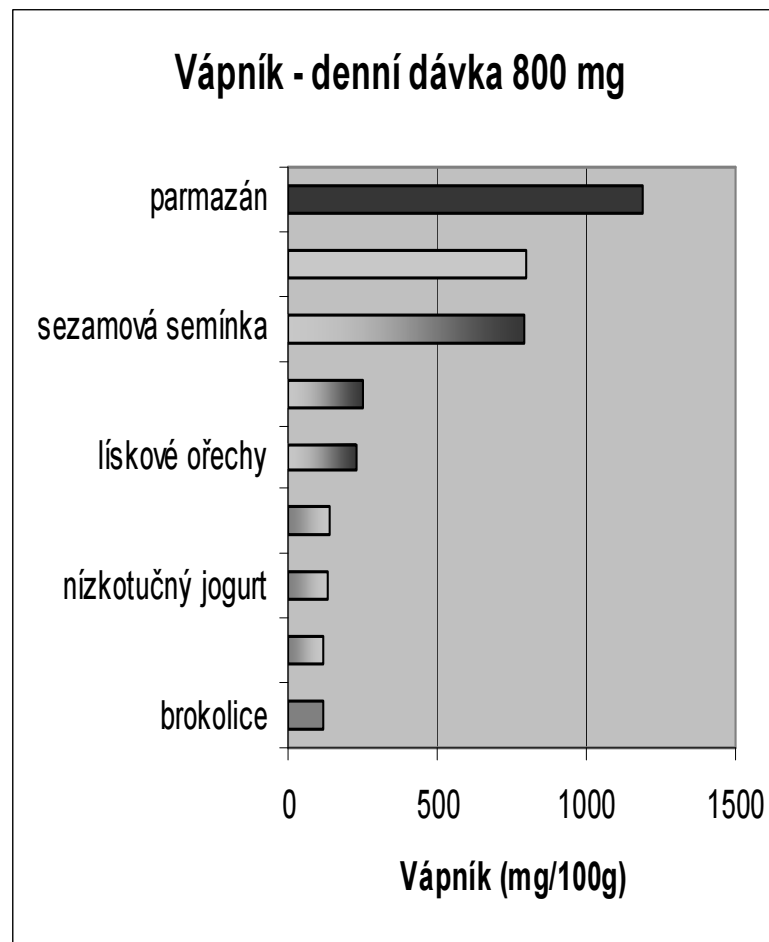
## Vápník 800 mg



## Vápník 800 mg



## Vápník - denní dávka 800 mg



# Makroelementy - fosfor

---

- 500 – 700 g v těle
- 85% v kostech a zubech, 14% měkké tkáně, 1% extracelulární tkáně (krev)
- V těle i ve stravě – fosforečnan (pětimocný)
- **Hl. funkce**
  - Nezbytný pro metabolismus (fosforylace, ATP, fosfolipidy, DNA, fosfoproteiny)
  - Důležitá součást kostí a zubů
- **Projevy nedostatku** - prakticky se nevyskytuje, svalová slabost, parézy, respirační slabost, anémie, zástava růstu...
- **Projevy nadbytku** – zhoršené vstřebávání vápníku

# Makroelementy - fosfor

---

## ■ Regulace P v těle

- Vstřebání - jejunum
- Ovlivnění absorpce – endokrinní systém, interakce
  - Ca – tvoří nerozpustné komplexy s fosforečnany ve střevě (↓ využitelnost Ca i P)
  - P narušuje absorpci železa
  - Vit. D – zvyšuje absorpci P
  - Strava s nadbytkem proteinů – zvýšené vylučování Ca, síry, amoniaku a fosforečnanu

# Makroelementy - fosfor

## Zdroje P – téměř všechny potraviny

- Živočišné potraviny – P je lépe využitelný
  - Mléko a mléčné výrobky, maso, játra, ryby, vejce
- Rostlinné potraviny – kyselina fytová (enzym fytáza)
  - Slunečnicová semínky, ořech, luštěniny,
- Správný poměr Ca:P – mléko, sýry, ovesné vločky, maliny, pomeranče, borůvky, zelí
- Více P než Ca – ryby, drůbež, vejce, mouka, ořechy, luštěniny
- Asi 10% P – aditiva – kys. fosforečná (E 338), fosforečnany sodné (E 339), draselné (E 340), vápenaté (E 341), difosforečnany (E 450), triosforečnany (E 451), polyfosfáty (E 452)

Vstřebatelnost – mat. mléko 85-90%, kravské mléko 65-70%, smíšená strava 50-70%

Doporučené dávky fosforu: **800 – 1200 mg (EU 550 mg)**

# Makroelementy - hořčík

---

- ❑ Obsah v těle 20 – 28 g (60-70% v kostech (anorganický) a 20 % ve svalovině)
- ❑ Po K druhý nejrozšířenější prvek extracelulárního prostoru
- ❑ Funkce Mg v organismu
  - kofaktor min. 300 enzym. reakcí
  - stavba kostí
  - snižuje nervosvalovou dráždivost
  - činnost srdce a krevního oběhu, ↓ riziko IM
  - zvyšuje odolnost organismu
- ❑ Metabolismus
  - 30 – 40% absorpce
  - při nedostatku se zvýší absorpce
  - zvýšený příjem Ca, P a proteinů, fytátů, nasycených tuků a vlákniny => ↓ absorpce hořčíku



# Makroelementy - hořčík

---

## ■ Doporučený denní příjem

- 100 – 500 mg (EU 150 – 500 mg)

## □ Zdroje hořčíku v potravě

- Rostlinné zdroje - listová zelenina, ořechy, luštěniny, celozrnné výrobky
- Tvrdá voda
- Maso
- Vnitřnosti
- Mléčné výrobky

# Makroelementy - hořčík

---

## ■ Projevy nadbytku

- Většinou jen při předávkování léky či suplementy obsahující hořčík (nauzea, zvracení, hypotenze, poruchy dýchání a srdce)

## ■ Projevy nedostatku

- Oslabení, vyčerpání a křeče svalů
- Arytmie srdeční
- Může zvyšovat riziko IM
- Snížení koncentrace protilátek
- Únava
- Během těhotenství – migrény, hypertenze

# Makroelementy - síra

---

## ■ Hl.funkce

- Součástí molekul bílkovin - sirné AMK (cystein, methionin)
- Součástí pojiva a chrupavek
- Přítomna v thiaminu
- Podporuje činnost enzymů – glutathion, koenzym A

## □ Hlavní zdroje v potravě (aminokyseliny)

- Vejce
- Maso
- Mléko a sýry

## □ Doporučený denní příjem

- **0,5 – 1 g**

## □ Deficit či nadbytek se nevyskytuje

# Mikroelementy - železo

- V lidském těle – **4g** (myoglobin (3%), hemoglobin(70%), feritin)
- Výskyt  $\text{Fe}^{3+}$  - přirozeně v přírodě - obtížně využitelné  
 $\text{Fe}^{2+}$  - redukovaná forma
- **Hl. funkce**
  - Přenos kyslíku
  - Součást hemoglobinu a myoglobinu
  - Transport elektronů v dýchacím řetězci
  - Součástí enzymů (oxidace, redukce)
- Denní potřeba 10 - 15 mg železa (EU 9 a 16,8mg)
- Průměrná fyziologická ztráta 0,6 - 1 mg u muže  
1,8 mg u ženy

# Mikroelementy – železo

## ■ Zdroje Fe z potravy:

- potraviny živočišného původu (hemové i nehemové Fe) – maso, játra, krev (Fe součást hemu- myoglobin, cytochrom, hemoglobin), tuňák
- potraviny rostlinného původu (nehemové Fe) – zelenina (špenát, brambory), luštěniny (fazole)

## ■ Absorpce železa

### ➤ V žaludku HCl

- uvolnění Fe vázaného na proteiny
- pepsin uvolňuje nehemové železo – vznik komplexů s vit. C
- redukce Fe<sup>3+</sup> na Fe<sup>2+</sup>
- v žaludku se vstřebávají stopy Fe

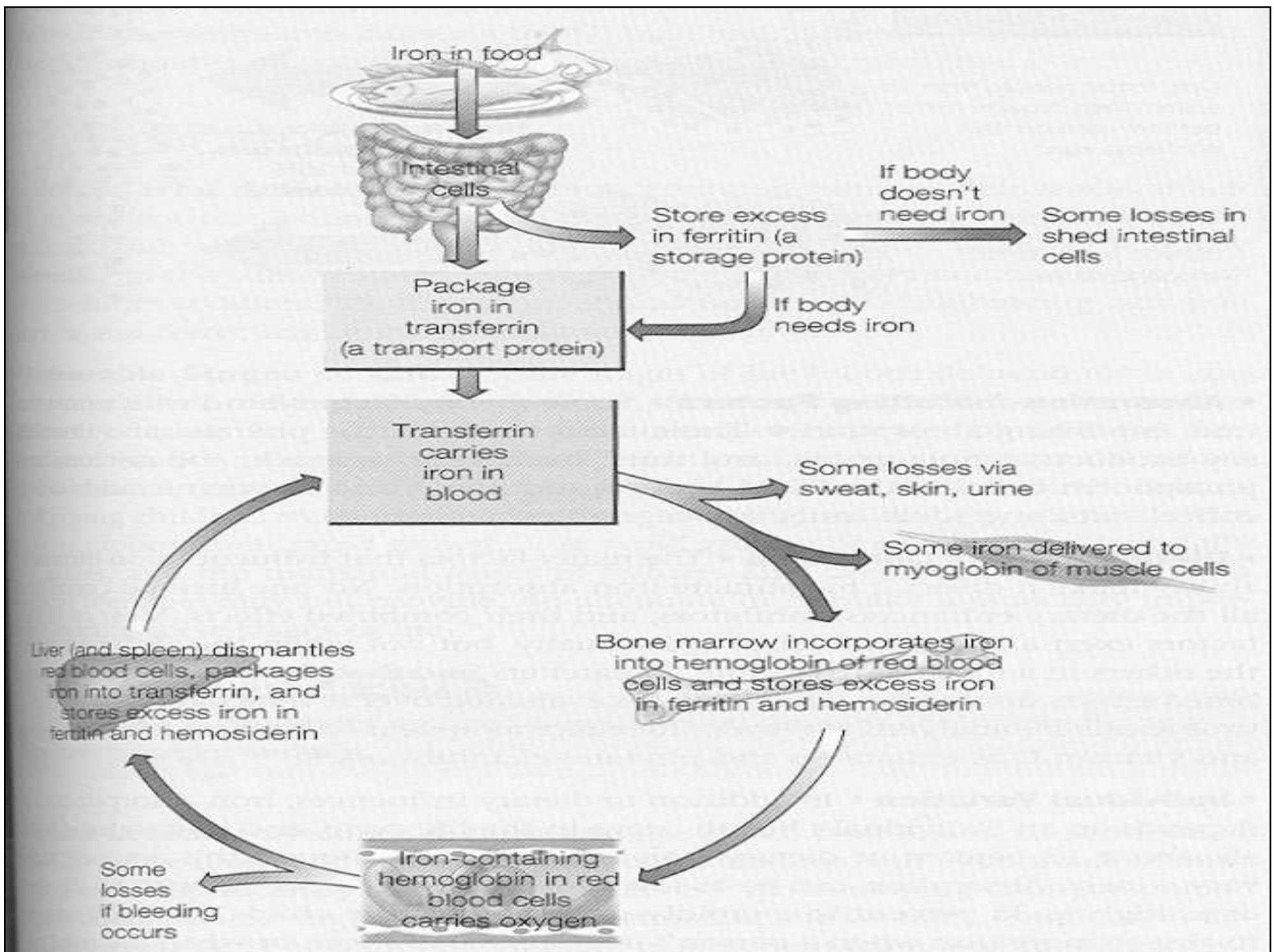
### ➤ Absorpce v duodenu a horní části tenkého střeva (jejunum)

- Uvolní se hem a Fe<sup>2+</sup>
- Ve sliznici přenašeč Fe – část jde do mitochondrií, zbytek do apoferritinu (+ Fe = transferin) a transferinu

### ➤ Ovlivnění absorpce

- ↑ jsou-li vyčerpány zásoby Fe či se ↑ erytropoéza

### ➤ Je-li Fe nedostatek => ↑ hl. transferinu v plasmě a ↓ zásoby ferritinu a naopak



# Mikroelementy - železo

## ■ Využitelnost Fe:

- Vyšší z živočišných zdrojů, nižší z rostlinných zdrojů
- Vstřebatelnost 10 - 30 %

## ■ Faktory ovlivňující vstřebávání Fe

### ➤ Využitelnost snižuje:

- vysoký příjem fosforu ( tvorba solí pevně vázajících železo)
- vysoký přívod šťavelanů (špenát, rebarbora, čaj, kakao)
- vysoký přívod celulózy ( např. celozrnné výrobky)
- vysoký přívod kys. fytové (luštěniny, olejniny, cereálie)
- vysoký příjem kofeinu a silného čaje

### ➤ Využitelnost zvyšuje:

- vitamin C - silné redukční činidlo
- aminokyseliny a živočišné proteiny
- HCl
- cukry

## ■ Projevy nedostatku:

- bledost, únava, později anémie
- zvýšená náchylnost k infekčním onemocněním, zánětlivé koutky, lomivé nehty
- zažívací obtíže - pravděpodobně atrofii žalud. a střevní sliznice - Fe je důležité pro buněčné dělení

## □ Projevy nadbytku:

- Toxicita – krvavé průjmy, zvracení, acidóza, selhání jater a šok
- Podpora vzniku reaktivních forem kyslíku
- Delší dobu nadměrný příjem => **hemosideróza** => **hemochromatóza** (pigmentace kůže, poškození pankreatu s DM, cirhóza jater, rakovina jater)

# Mikronutrienty - měď

- Běžná forma je Cu 2+
- Doporučovaný denní příjem
  - **2,1 mg/den** (30µg/kg) (EU 1,1mg) (50% absorpce a zbytek se vyloučí stolicí)
- Játra – distribuce mědi, 50-70% je uloženo ve svalech a kostech
- **HI.funkce**
  - Proteiny vázající měď (metaloproteiny)– ceruloplazmin a albumin
  - Katalyzátor při tvorbě hemoglobinu
  - Tvorba pigmentu, vlasů
- **Zdroje mědi z potravin**
  - Ústřice, zelená zelenina, ryby, vnitřnosti, ořechy, sušené ovoce, čokoláda
- **Projevy nedostatku**
  - Postižení kardiovaskulárního systému, plic, kostí a chrupavek, krvetvorby, imunitní systém, syntéza lipidů, anémie....
- **Projevy nadbytku**
  - Toxicita – GIT potíže, nausea, cirhóza, demence (hromadění Cu v mozku)
- Zn soutěží s Cu v transportu a absorpci



# Mikronutrienty - zinek

---

- Pouze jako  $Zn^{2+}$  - váže se k proteinům, AMK a vodě
- Obsah 2 – 2,5 g v lidském organismu (55% svaly, 30% kosti, zbytek ostatní tkáně)
- Absorpce
  - různé oblasti tenkého střeva
  - ovlivnění absorpce – vláknina, kys. fytová, vápník
- Hl. funkce
  - Součást asi 100 enzymů energetického metabolismu
  - Podílí se na tvorbě inzulínu
  - Spermatogeneze, tvorba testosteronu
  - Hojení zranění

# Mikronutrienty - zinek

---

- Hlavní zdroje z potravin
  - Maso, cereálie, mořští korýši, ořechy, vejce, mléko
  - Využitelnost zinku vyšší ze živočišných zdrojů
- Doporučená dávka zinku
  - 15 mg/den (EU 9,5 mg)
- Projevy nedostatku
  - Retardace růstu (dwarfismus)
  - Špatná funkce pohlavních orgánů
  - Poškození kůže, nehtů, vypadávání vlasů
  - Zpomalení procesu hojení ran
- Projevy nadbytku
  - Toxicita vzácná, max. používání pozinkovaného nádobí

# Mikronutrienty - mangan

---

## ❑ Hl. funkce

- Součást mnoha metabolických enzymů
- Aktivuje metabolismus mědi => mineralizace kostí, fu nervového systému

## ❑ Zdroje v potravě

- Ořechy, celozrnné cereálie, čaj, kakao, zelená listová zelenina

## ❑ Absorpce se zvyšuje při deficitu Fe a naopak

## ❑ Doporučená denní dávka

- **2-4 mg** (EU1-10 mg)

## ❑ Nedostatek Mn – vzácný (opožděný růst, špatná mineralizace kostí)

# Mikronutrienty - jod

---

- 15-25 mg v lidském organismu (75% ve štítné žláze – vychytává I)
- Součástí trijodtyroxinu (T3)  
a tetrajodtyroxinu (T4, tyroxinu)
- Hl. funkce
  - Účast na tvorbě T3 a T4 a regulace BM
  - Ovlivňuje fyziologický a duševní vývoj
  - Ovlivňuje růst a vývoj plodu, CNS
  - Energetický metabolismus
- Metabolismus
  - V potravě anorganický či součást organických sloučenin
  - Anorganický se uvolňuje a redukuje na jodid
  - Rychle se absorbuje ve střevě
  - Při nižším příjmu I se zvyšuje absorpce

# Mikronutrienty - jod

---

## ■ Obsah jodu v potravinách

- Záleží na obsahu v půdě
- mořské ryby, korýši a řasy
- Mořská voda, iodidovaná sůl (27 mg jodičnan draselný/kg)
- Využitelnost jodu závisí na obsahu strumigenů

## ■ Doporučená denní dávka

- 150 µg (EU 130 µg)

## □ Nedostatek jodu

- Zvětšení štítné žlázy – struma, hypotyreóza
- kretenismus

# Mikronutrienty - molybden

---

- **Součást nebo aktivátor enzymů**  
(metaloenzymy)
- **Denní potřeba**
  - 0,5 mg
- **Projevy nedostatku či nadbytku nejsou známy**
- **Zdroje v potravinách**
  - Masné výrobky, pšeničné klíčky, oves a čaj

# Mikronutrienty - selen

- V těle se nachází 10 – 15 mg selenu (0,1 mg/l krve)

- **Hl. funkce**

- Součást glutathionperoxidázy – antioxidační enzym – brání peroxidaci lipidů, poškození buněk, oddaluje stárnutí
- Působí synergicky s vitaminem E
- Zamezuje shlukování destiček a tím srážení krve
- Zlepšuje činnost imunitního systému
- Inhibuje poškození chromozomů, vznik mutací a tím rakoviny
- Neutralizuje škodlivé účinky těžkých kovů a jiných tox. látek

- **Zdroje selenu v potravě**

- Záleží na obsahu v půdě
- Mořské produkty, maso, chřest

- **Doporučený denní příjem**

- **55 µg ženy/70 µg muži (EU 55 µg)**

- **Deficit selenu**

- **Nemoc Keshan - kardiomyopatie**

- **Nadbytek selenu (2µg/g potravin)**

- Inhibice růstu, poškození tkání
- Intoxikace – nauzea, bolest břicha, únava....

# Mikronutrienty - fluor

---

- Obsah v těle 3,5 – 4 g (většina v kostech – fluor-hydroxyapatit)
- **Hl. funkce**
  - Stavba kostí a zubů
- **Doporučený příjem**
  - 0,3 - 0,5 mg (1mg)
- **Zdroje v potravě**
  - Pitná voda, mořské ryby, čaj
- **Nedostatek fluoru**
  - Zvýšená kazivost zubů
  - Špatné ukládání Ca do kostí
- **Nadbytek fluoru**
  - Fluoróza
  - Narušená rovnováha ukládání Ca => osteoporóza



# Mikronutrienty - chrom

---

- **Výskyt** – trojmocný a šestimocný
- **Hl. funkce**
  - Stimulace účinku inzulínu
  - Zvýšení glukózové tolerance
- **Zdroje v potravě**
  - Maso, sýry, ořechy, celozrnné obilniny
- **Denní potřeba**
  - **20 - 30 µg**
- **Nedostatek chromu**
  - Snížená glukózová tolerance
  - Opoždění růstu
  - Zvýšená hl. cholesterolu ?

# Mikronutrienty - kobalt

---

- **Součást vitamínu B<sub>12</sub> (kyanokobalamin)**
- **Při deficitu Fe vyšší absorpce**
- **Hl. funkce**
  - Proces krvetvorby, metabolismus
- **Zdroje v potravě**
  - Maso, vnitřnosti, zelenina, obiloviny
- **Doporučený denní příjem**
  - Odhad denního příjmu **5 – 10 µg**

# Stopové prvky

---

## ■ Křemík

- Kalcifikace a tvorba kostí, tvorba chrupavky a pojivové tkáně, stárnutí

## ■ Vanad

- Regulace mineralizace kostí a zubů

## ■ Nikl

- Synergické působení s kobaltem při krve tvorbě
- Synergické působení se zinkem při syntéze inzulínu

## ■ Cín

- Podílí se zřejmě na regulaci růstu

# Stopové prvky

---

## ■ Kadmium

- Toxický

## ■ Arzen

- Esenciální
- Při pokusech na zvířatech – deficit - snížená plodnost, zpomalený vývoj a růst plodu

## ■ Hliník

- Vztah zvýšeného příjmu a Alzheimerova choroba

## ■ Bor

- Nedostatek boru – narušení metabolismu makromin. látek a vitamínu D3