

Esenciální stopové prvky

M.Dastych

Obsah prvků v zemské kůře

(geochemický průměr)

	%		%
O	47	Na	2,8
Si	28	K	2,6
Al	8	Mg	2,1
Fe	5	Ti	0,4
Ca	4	H	0,1

Obsah prvků v lidském těle

	%		%
O	62,80	Na	0,26
C	19,40	K	0,23
H	9,30	Cl	0,18
N	5,10	Mg	0,04
Ca	1,40	Fe	0,009
P	0,63	Zn	0,00003
S	0,60	Cu	0,000001

Li	Be											B				F	
												Al	Si				
			Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn			As	Se		
Rb	Sr	Y			Mo					Ag	Cd		Sn			I	
	Ba								Pt	Au	Hg						

- esenciální stopové prvky
- potenciální esenciální stopové prvky
- stopové prvky s neznámou fyziologickou funkcí - toxické "těžké kovy"

Stopové množství

< 0,01 % tělesné hmotnosti
< 50 ppm obsah v tkáních (< 50mg/kg)

mikrogramy $\mu\text{g/l}$

mikromoly $\mu\text{mol/l}$

Esencialita

- prvek musí být obsažen ve vodě a zemské kůře
- vyskytuje se ve všech tkáních organismu
- vlastní homeostatický mechanismus
- deficit působí zřetelné chorobné příznaky
- příznaky vymizí po suplementaci

nově

nutná znalost biochemické funkce v organismu

Funkce esenciálních stopových prvků v organismu

- **Vliv na aktivitu metaloenzymů prostřednictvím kofaktorů**
- Transport elektronů v rámci oxidoredukčních reakcí
- Stabilizace trojrozměrných forem biomolekul
- **Regulace biologických procesů v buňkách a na buněčných membránách**

Zn

Cu

Se

metaloenzymy

ALP

Alkohol-dehydrogenáza

DNA-polymeráza

Retinol-dehydrogenáza

SOD

Cytochrom-c-oxidáza

SOD

MAO

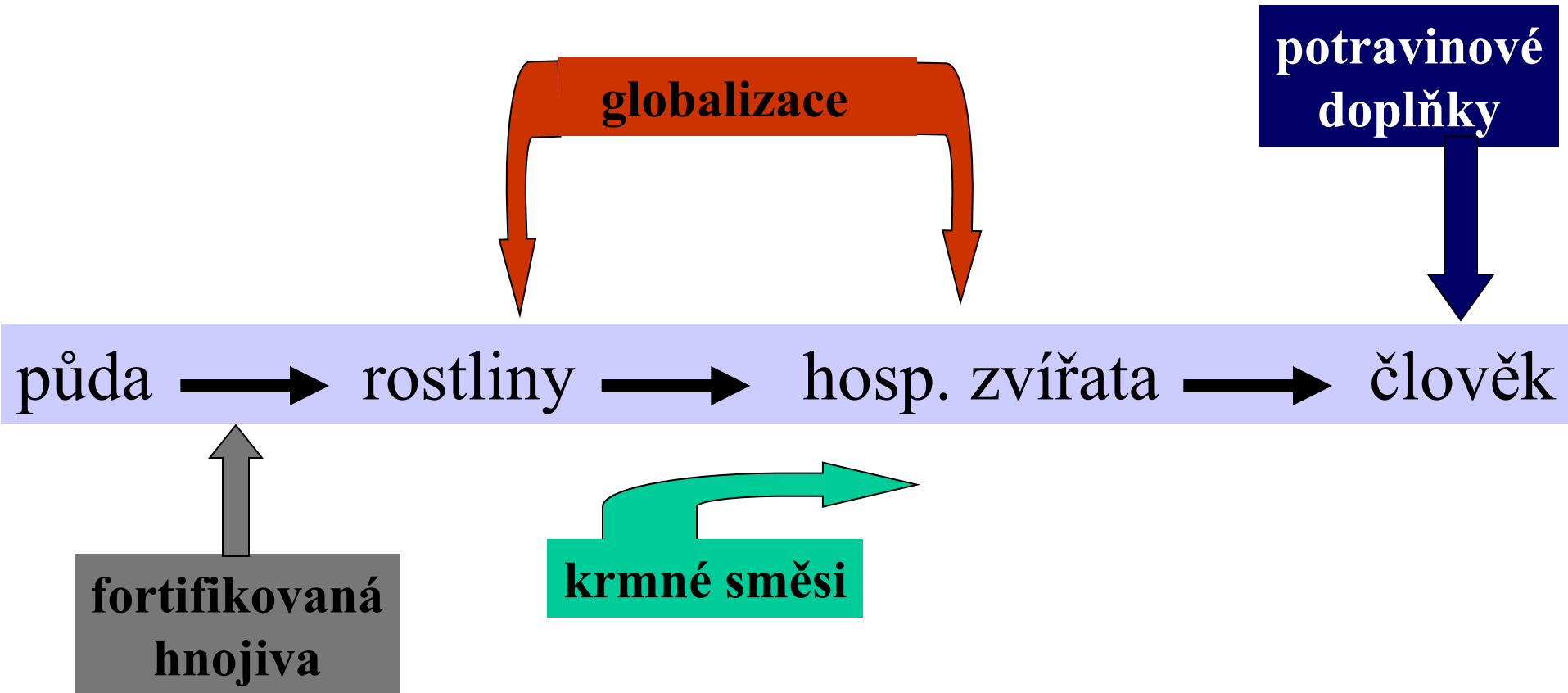
Lysyl-oxidáza

Ceruloplasmin

GSHPx

5' deiodáza

potravní řetězec



Zn

I

Cu

Fe

Se

RDA – Recommended Dietary Allowances (USA 1941)

DRI - Daily Recommended Intake

EAR -Estimated Average Requirement

RDA - Recommended Daily Allowance

AI - Adequate Intake

PRI - Population Reference Intake

Příčiny deficitu stopových prvků

Snížený příjem

nedostatečný obsah v potravě
porucha trávení nebo vstřebávání
(malnutrice; maldigestce; malabsorpce)

Zvýšené ztráty

onemocnění GIT – průjmy
píštěle
chronické krevní ztráty

Zvýšená potřeba

těhotenství
stresové stavy

Laboratorní průkaz deficitu stopových prvků

sérum; plazma

moč

leukocyty

biopsie tkání

Snížená aktivita enzymů

Zn . . . SOD

Cu . . . cytochrom-c-oxidáza, ceruloplasmin

Se . . . GSHPx

Klinický průkaz deficitu
stopových prvků

terapeutický pokus

- Fe , I
- Zn, Cu, Se
- Mn, Cr, Mo, F, (Co)

Ohrožení populace deficitem eseneciálních stopových prvků

40 %2,8 mld

Fe

I

Zn

Se



Anémie z deficitu železa byla popsána v egyptských papyrech 1.500 let př.n.l. jako chloróza

Soli železa byly používány k léčení ve středověku

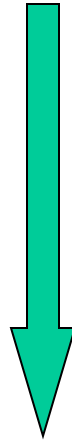
Mechanismus účinku železa v hematogeneze byl objasněn ve 20. století



Deficit železa je nejčastěji se vyskytující nutriční deficit a nejčastější příčina anémie

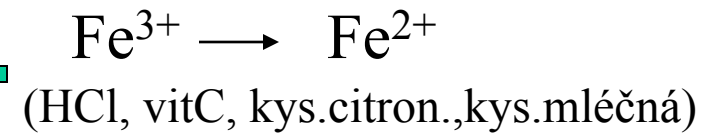
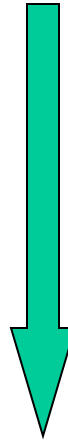
500-600 mil. osob trpí sideropenickou anémií

Sideropenická anémie je nejčastěji se vyskytující onemocnění krve v dětském věku

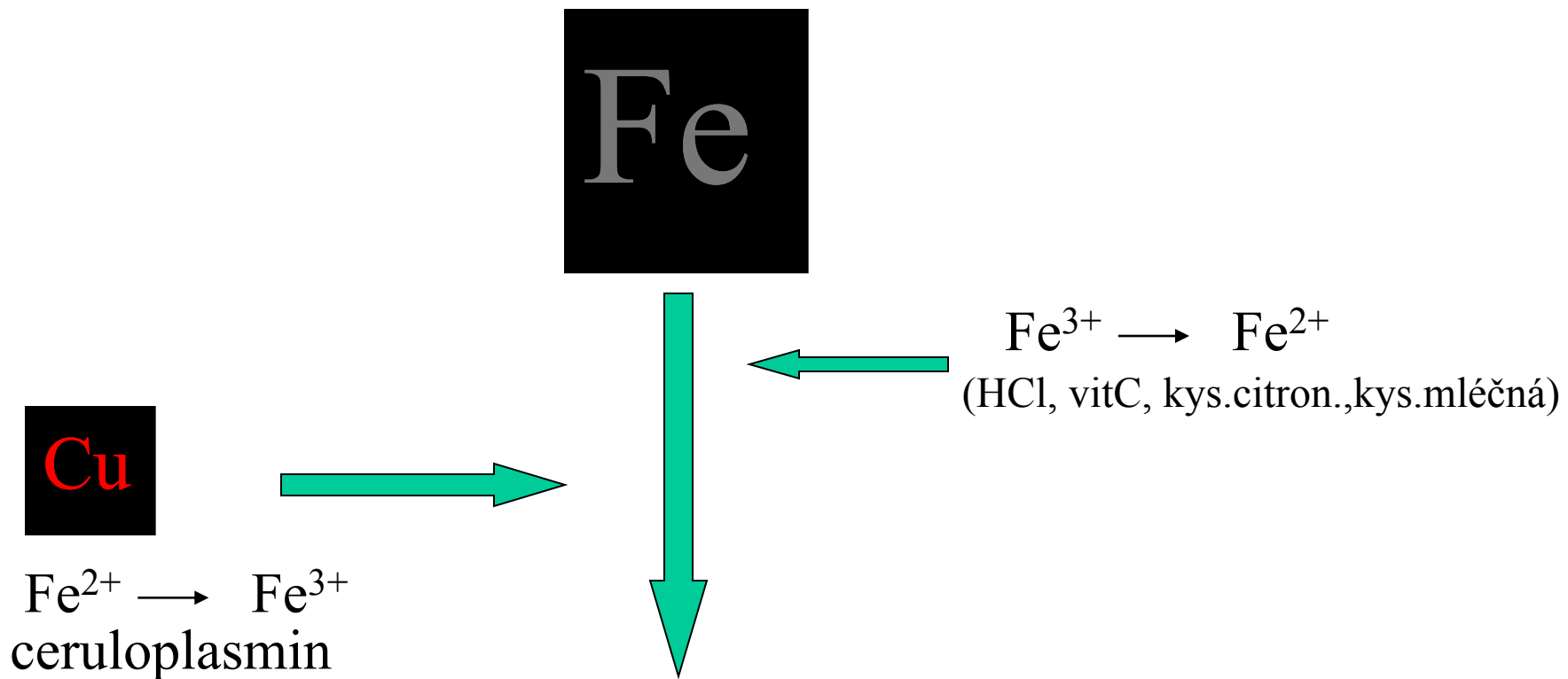


krvetvorba....syntéza hemu

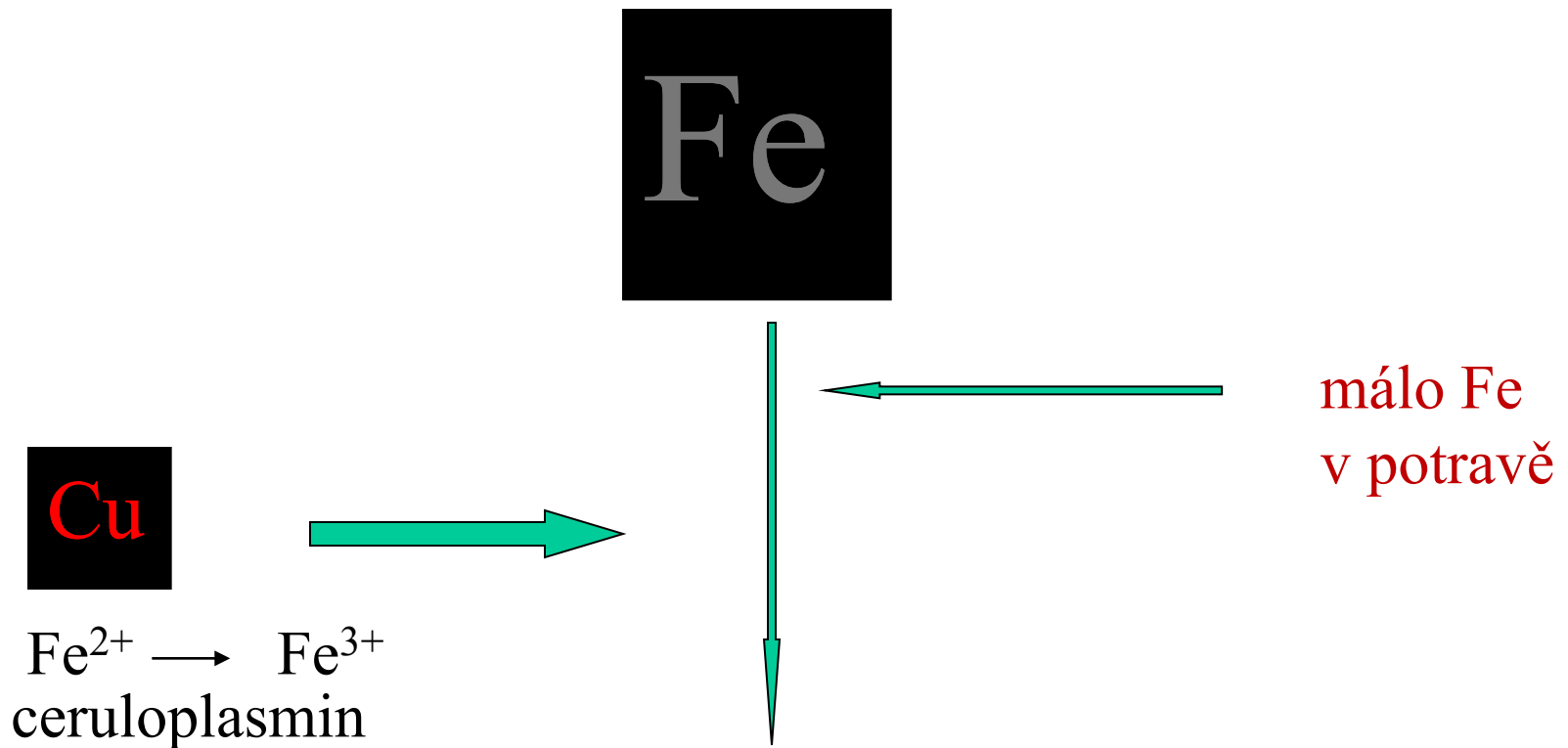
Fe



krvetvorba....syntéza hemu



krvetvorba....syntéza hemu



krvetvorba....syntéza hemu

anémie

Fe

Cu

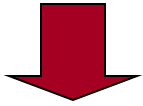
$\text{Fe}^{2+} \longrightarrow \text{Fe}^{3+}$
ceruloplasmin

$\text{Fe}^{3+} \longrightarrow \text{Fe}^{2+}$
(HCl, vitC, kys.citron., kys.mléčná)

krvetvorba...syntéza hemu

anémie

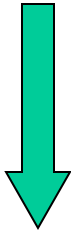
Zn



Cu



Fe



$Fe^{3+} \longrightarrow Fe^{2+}$
(HCl, vitC, kys.citron., kys.mléčná)

$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$
ceruloplasmin



krvetvorba...syntéza hemu

anémie



Štítná žláza

tyreoperoxidáza



Tyrosin Tyroxin (T4)



5' deiodináza



Tyroxin (T4) Trijódtyronin (T3)



I

IDD

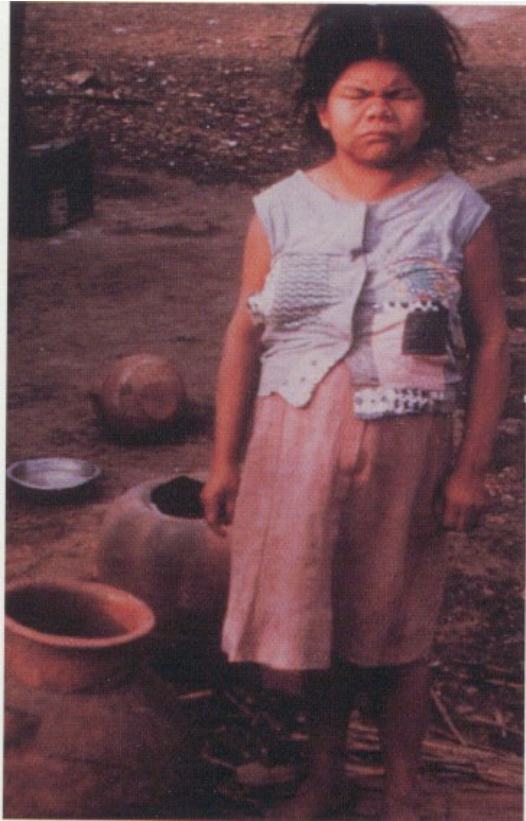
Iodine-deficiency disorder

IDD je celosvětově nejčastější příčina mentální retardace a poškození mozku

Téměř 1/3 lidské populace žije v oblastech s deficitem Jódu a je ohrožena vznikem různých forem IDD



endemie struma



poruchy intelektu kretenismus



vrozený defekt hypotyreóza
poruchy CNS

SKH – screening kongenitální hypotyreózy



I

Prevence deficitu Jódu v populaci

Program suplementace Jódu

- všeobecně dostupný
- jednoduchý
- bezpečný
- levný

Jodizace kuchyňské soli

I

Celkový denní příjem NaCl 5-10g
(dietetická doporučení 5-6g)

potravinařské produkty	80%
stolní sůl	20%

Faktory ovlivňující příjem Jódu

- restrikce příjmu NaCl
- použití jodizované soli v potravinářství (legislativa)



Metaloenzymy/metaloproteiny

DNA;RNA-polymeráza
Thimidin-kináza

růst, diferenciacie, morfogeneze,
regenerace, hojení ran apod.

Retinol-dehydrogenáza

regener. zrak. purpuru - šeroslepost

SOD

kyslíkové radikály - oxidační stres

Thymulin

atrofie thymu, snížení buněčné i
humorální imunity



Deficit zinku u člověka (Prasad, Irán 1961)

- trpasličí vzrůst
- hypogonadismus
- anemie
- akrodermatitida
- častá úmrtí do 25let věku na „infekce“



Acrodermatitis enteropatica

Barnese a Moynahan 1970

Uznání esenciality Zinku pro člověka



Otto Braun-Falco; Dermatológia a venerológia; vyd. Osveta; 2001
ISBN 80-8063-080-1



Otto Braun-Falco; Dermatológia a venerológia; vyd. Osveta; 2001
ISBN 80-8063-080-1







Metaloenzymy / metaloproteiny

Cytochrom-c-oxidáza	poruchy buněčné energetiky
SOD	projevy oxidačního stresu
MAO	nespecifické poruchy CNS
Tyrosináza	poruchy pigmentace kůže
Lysyl-oxidáza	porucha síťování kolagenu
Ceruloplasmin	hypochr. anemie nereagující na podání Fe
Metalothionein	poruchy resorpce mědi ve střevě

Cu

Klinické příznaky deficitu

- ▶ **anemie – (mikrocytární hypochromní)**
- ▶ **leukopenie**
- ▶ **kostní změny**

Cu

laboratorní příznaky deficitu

- ↓ **obsah mědi v játrech**
- ↓ **SOD, cytochrom c oxidáza**
- ↓ **S-Cu, S-ceruloplasmin**



Se

Vysoká toxicita Se (30. léta 20.století)

Veterinární medicína

- Alkali disease (hovězí dobytek)
- Blind staggers (ovce)

Ochranný vliv Se (antioxidant. . . . GSHPx)

Schwarz 1957

Se

Metaloenzymy / metaloproteiny

Glutathionperoxidázy

Antioxidační kapacita

5' deiodáza

Přeměna T4 na T3

Selenoprotein - P

Zdroj Se pro spermatogenezu, metabolismus a funkci svalů, imunitu organismu....

Se

Klinické příznaky deficitu

- ▶ **kardiomyopatie**
- ▶ **svalová slabost**
- ▶ **porucha imunity**
- ▶ **deform. osteoartritida**

Se

laboratorní příznaky deficitu



S-Selen



dU-Selen



GSHPx v erythrocytech

Se

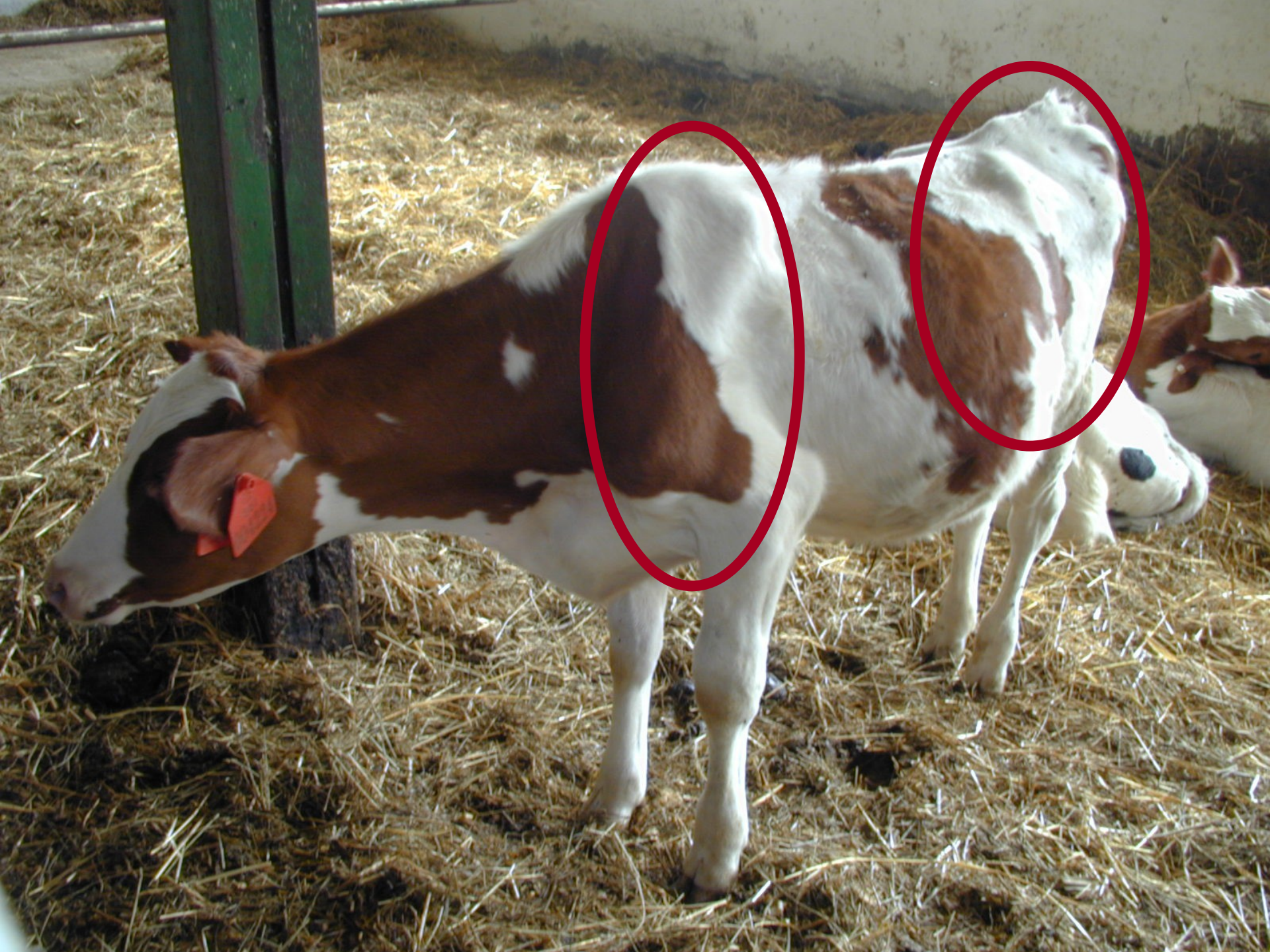
Klinické jednotky

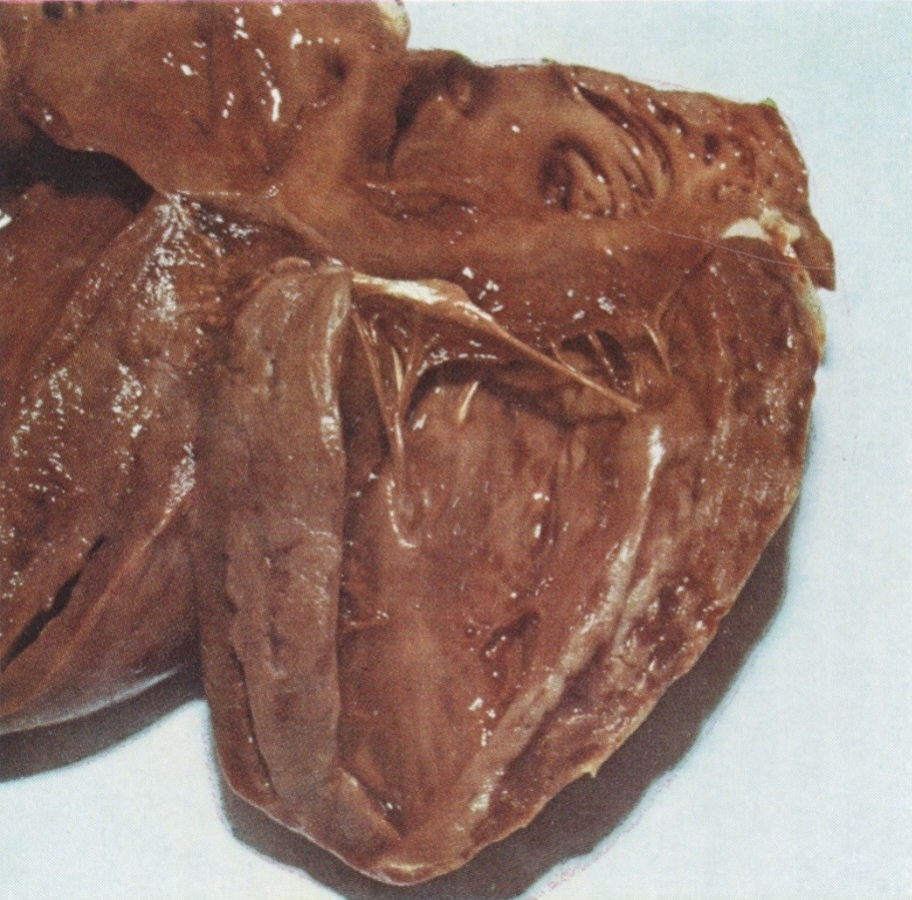
Keshan disease

Kashin-Beck disease

Stavy deficitu

**karence v potravě
malabsorpce
parenterální výživa
kritické stavy**







Mn

Cr

Co

F