

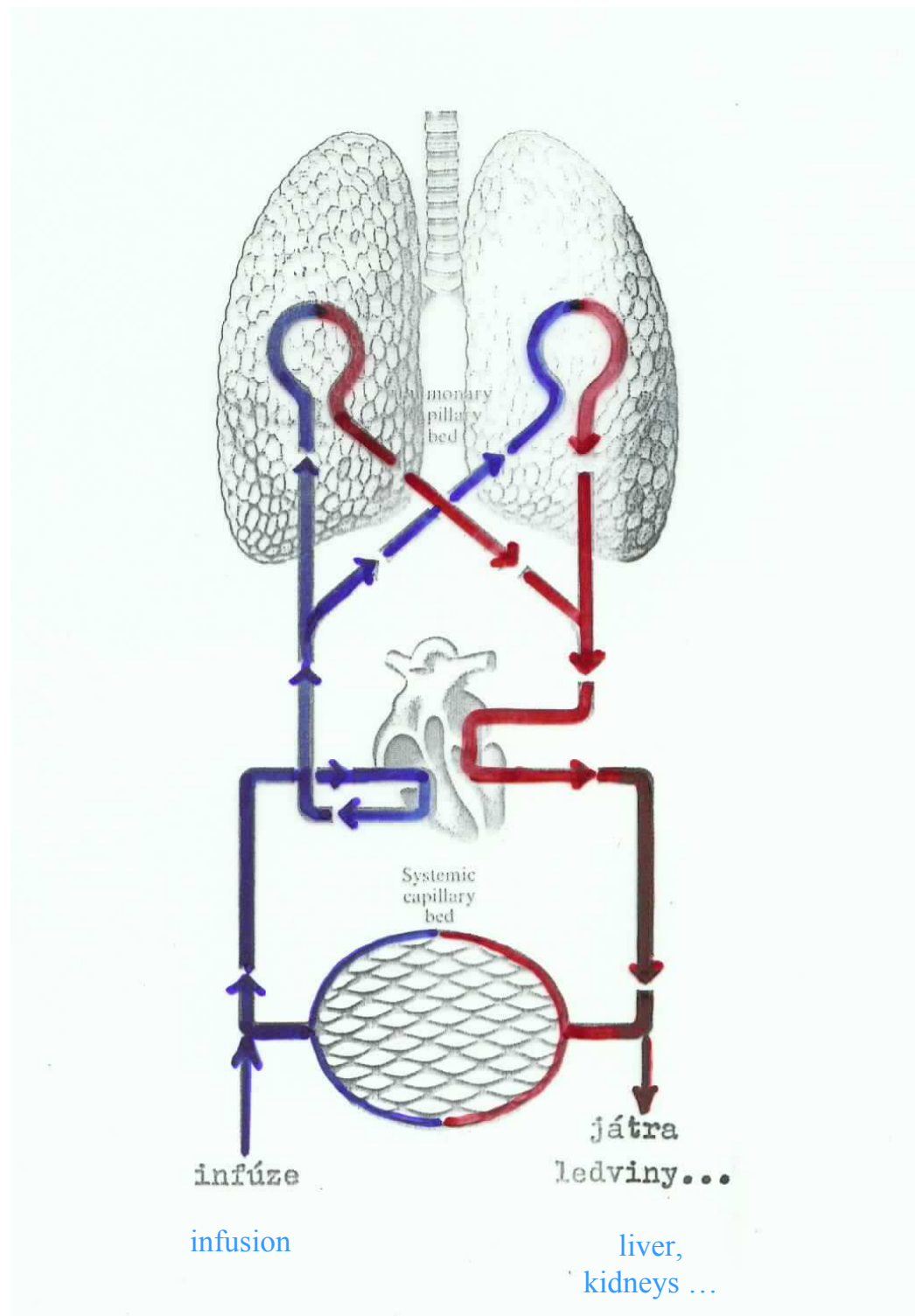
#

PARENTERÁLNÍ VÝŽIVA

© Biochemický ústav LF MU (V.P.) 2007

PARENTERAL NUTRITION

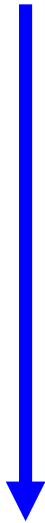
© Department of Biochemistry (V.P.),
Faculty of Medicine, MU Brno 2007



~~množství~~

vs.

metabolická dostupnost
(využitelnost)



- ztráta podaných látek
- metabolické komplikace



limity:

- normální stav
- nemoc

(rychlost podávání,
denní množství,
koncentrace,
vzájemné poměry,
.....)

~~amount~~

vs.

metabolic availability



- loss of administered substances
- metabolic complications



limits:

- normal state
- disease

(rate of administration,
daily amount,
concentration,
mutual relations,
.....)

K⁺ - limity v infúziích :

ne více než:

40 mmol K⁺ / l

a 20 mmol K⁺ / h

K⁺ - limits in infusions :

not more than:

40 mmol K⁺ / L

and 20 mmol K⁺ / h

Základní energetický výdej (Harris-Benedict, 1919)

$$\begin{aligned} \text{ZEV} = & \text{konstanta}_1 + \text{konstanta}_2 * \text{hmotnost (kg)} \\ & + \text{konstanta}_3 * \text{výška (cm)} \\ & - \text{konstanta}_4 * \text{věk (roky)} \end{aligned}$$

Konstanty jsou různé pro muže a ženu,
s přibývajícím věkem se energetický výdej snižuje (-) !

Základní energetický výdej (ZEV) = bazální metabolismus (BM)
Basal energy expenditure (BEE) = basal metabolic rate (BMR)

Basal energy expenditure (Harris-Benedict, 1919)

$$\begin{aligned} \text{BEE} = & \text{constant}_1 + \text{constant}_2 * \text{body weight (kg)} \\ & + \text{constant}_3 * \text{height (cm)} \\ & - \text{constant}_4 * \text{age (years)} \end{aligned}$$

The constants are different in man and woman,
the energy expenditure decreases with age (-) !

Basal energy expenditure (BEE) = basal metabolic rate (BMR)

Bazální metabolismus (BM) :

= základní energetický výdej (ZEV)

energetický součet reakcí, uvolňujících energii

bdělý stav (spící → spotřeba energie < BM)

nikoliv aktivita: fyzická (násobení faktorem aktivity: 1,2 ... 1,3)

trávicí („specificko-dynamický účinek bílkovin“:
1 mol urey → 3 mol ATP)

emocionální

$$\mathbf{BM \text{ (kJ/d)} = \text{hmotnost (kg)} * 100}$$

$$50 \text{ kg} \rightarrow 5.000 \text{ kJ} = 5 \text{ MJ}$$

$$70 \text{ kg} \rightarrow 7.000 \text{ kJ} = 7 \text{ MJ}$$

Basal metabolic rate (BMR) :

= basal energy expenditure (BEE)

the energy sum of reactions, releasing energy

waking (the sleep → consumption of energy < BMR)

without activities: physical (multiplication by activity factor : 1,2 ... 1,3)

digestive („specific thermodynamic equivalent of protein“: 1 mol urea → 3 mol ATP)

emotional

$$\text{BMR (kJ/d)} = \text{body weight (kg)} * 100$$

$$50 \text{ kg} \rightarrow 5000 \text{ kJ} = 5 \text{ MJ}$$

$$70 \text{ kg} \rightarrow 7000 \text{ kJ} = 7 \text{ MJ}$$

Bazální metabolismus (BM) :

$$\text{BM (kJ/d)} = \text{hmotnost (kg)} * 100$$

- vzestup tělesné teploty o 1°C → + 15 % BM
- faktor aktivity: upoután na lůžko → 1,2
neupoután na lůžko → 1,3
- trauma faktor: malá chirurgie → 1,2
závažný výkon → 1,35
sepsy → 1,6
těžké popáleniny → 2,1

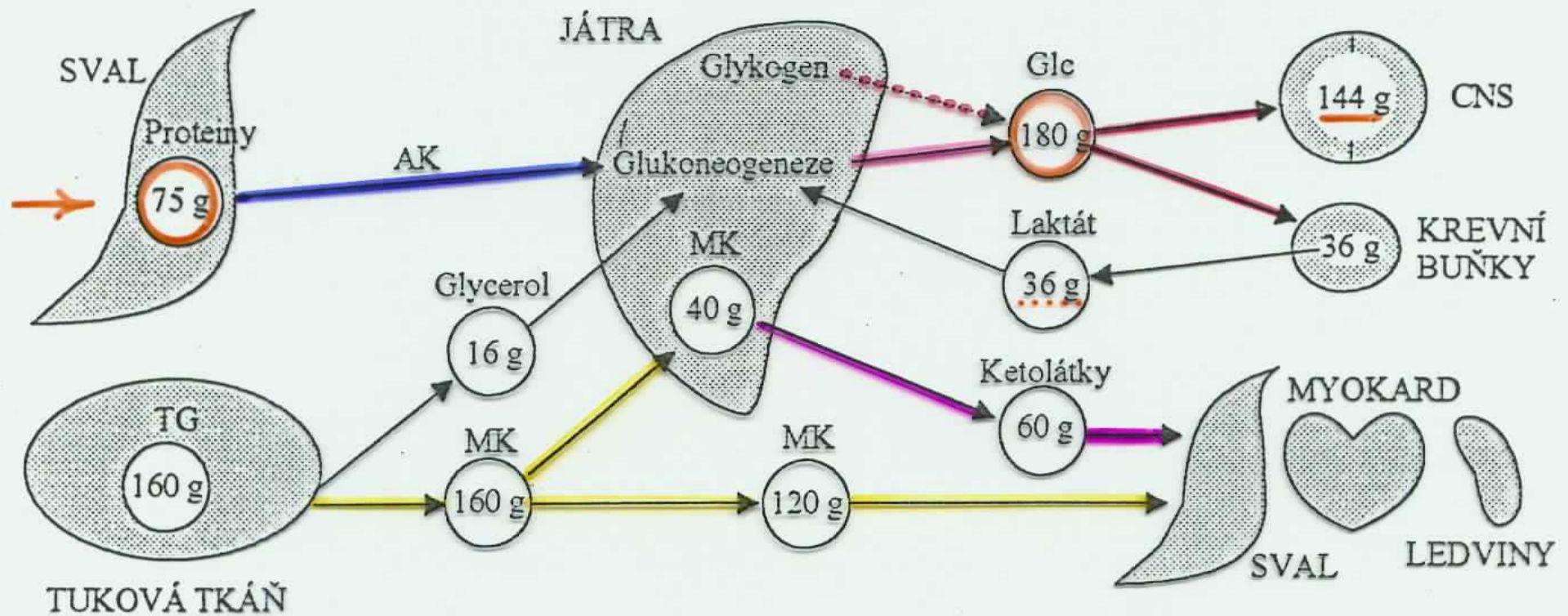
Basal metabolic rate (BMR) :

$$\text{BMR (kJ/d)} = \text{body weight (kg)} * 100$$

- a rise of body temperature by 1°C → + 15 % BMR
- activity factor :
 - confined to bed → 1,2
 - not confined to bed → 1,3
- trauma factor:
 - minor surgery → 1,2
 - severe accident → 1,35
 - sepsis → 1,6
 - severe burns → 2,1

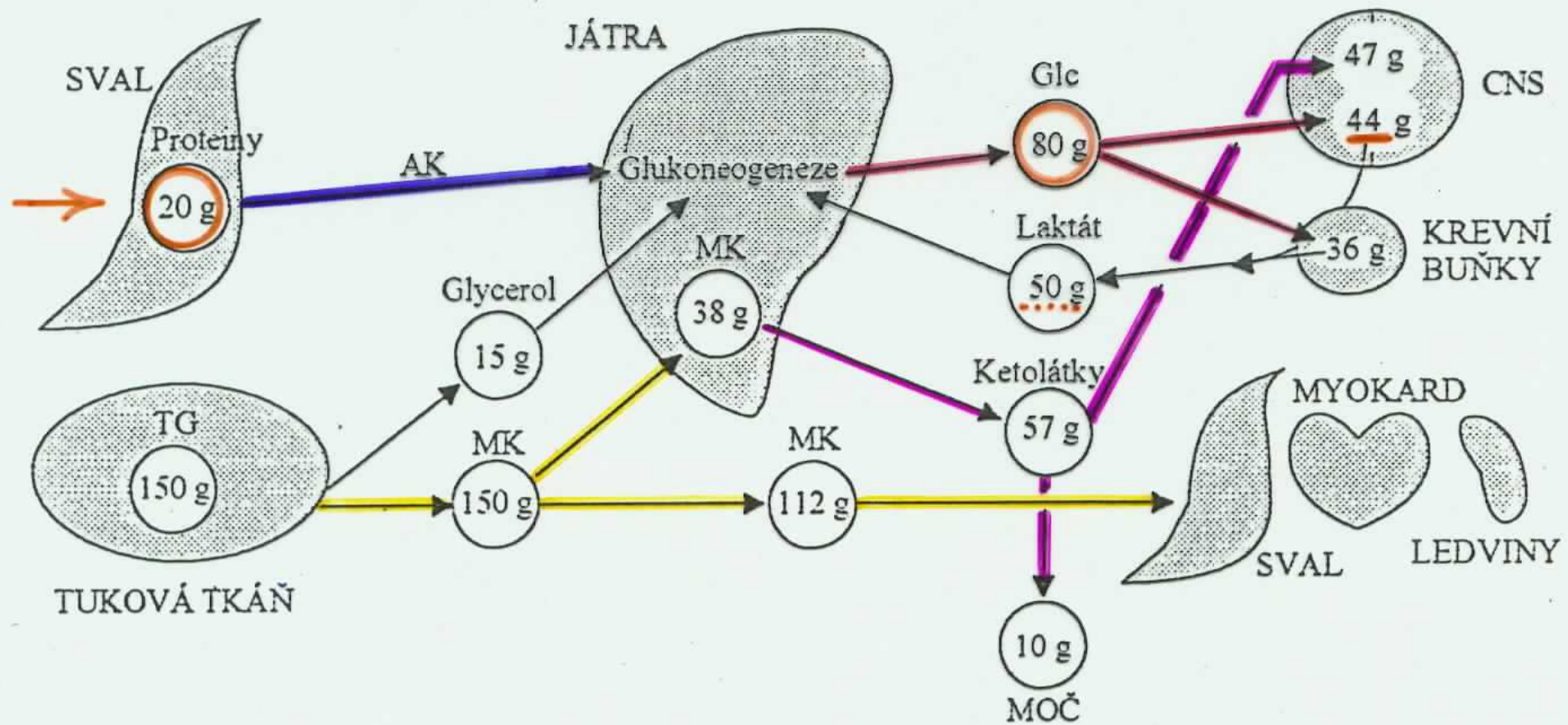
Hladovění / starvation :

a) krátkodobé (12 h - 3 dny)



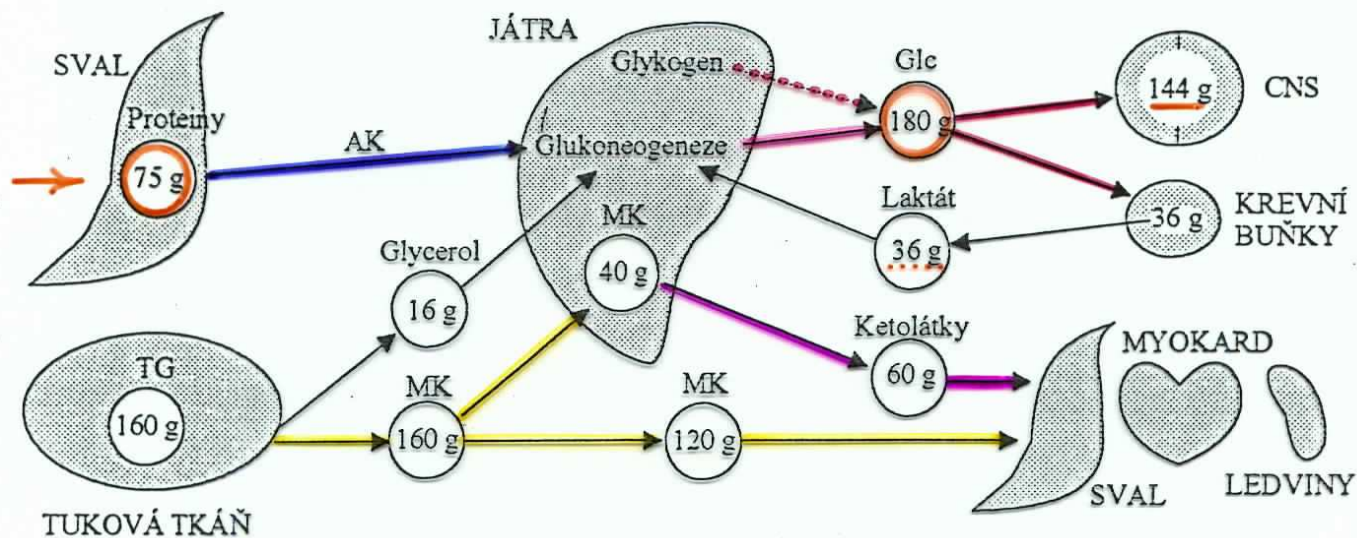
Hladovění / starvation :

b) dlouhodobé (5 - 6 týdnů)

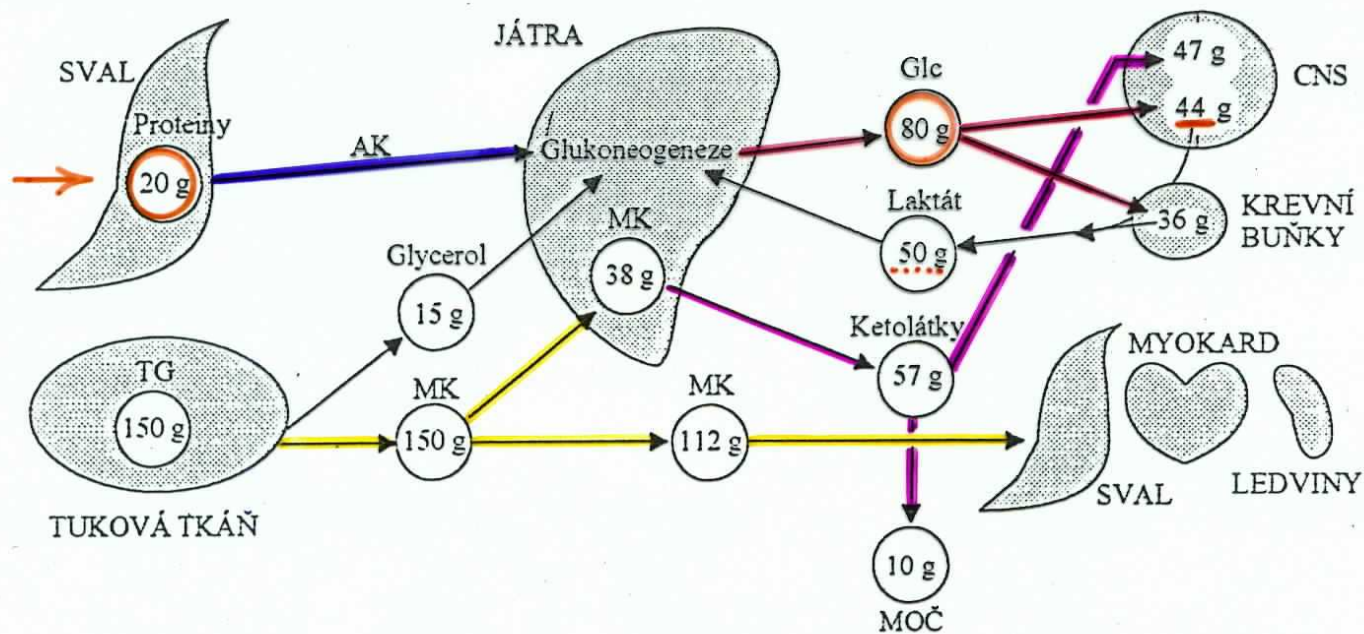


Hlavní rysy metabolismu za hladovění (údaje v g/den)

a) krátkodobé (12 h - 3 dny)



b) dlouhodobé (5 - 6 týdnů)



Cukr a tuk:

- 1/ glukosa je (aerobně) metabolizována na acetyl-CoA. Jeho nadbytek, neodbouraný v Krebsově cyklu, může být přeměněn na mastné kyseliny (ev. na cholesterol) a ty zabudovány do triacylglycerolů. Z cukru vzniká tuk.
- 2/ mastné kyseliny z triacylglycerolů skýtají acetyl-CoA. Ten (kromě tvorby ketolátek v játrech a syntézy cholesterolu) nemůže být metabolizován jinak než v Krebsově cyklu, kde však je zcela odbourán za vzniku CO₂, redukovaných koenzymů („redukčních ekvivalentů“) a energie. Z tuku tedy nelze cukr vytvořit.
- 3/ pro tvorbu glukosy v kritických stavech má proto zásadní význam katabolismus bílkovin, poskytující glukogenní aminokyseliny.

Saccharide and fat :

1/ **Glucose is (aerobic) metabolized to acetyl-CoA. Its excess, non-metabolized in Krebs cycle, can be transformed into fatty acids (possibly to cholesterol) and the fatty acids are then incorporated to the triglycerides.**

Fat is formed from saccharides.

2/ **The fatty acids released from triglycerides give acetyl-CoA. It (apart from the creation of ketobodies in the liver and the production of cholesterol) cannot be metabolized otherwise than in Krebs cycle, where it is exhaustively consumed under constitution of CO_2 , reduced coenzymes („reduced equivalents“) and energy.**

Hence no saccharide can be formed from the fat.

3/ **In the critical conditions there is substantial importance of formation of glucose from glycogenic amino acids, that come from the catabolism of proteins.**

Využitelná energie :

1 g cukru → 17 kJ (4,1 kcal)

1 g aminokyselin → 17 kJ (4,1 kcal)

1 g tuku → 37 - 39 kJ (do 9,3 kcal)

závislost na délce řetězce
mastných kyselin

Utilizable energy :

1 g saccharide → 17 kJ (4,1 kcal)

1 g amino acid → 17 kJ (4,1 kcal)

1 g fat → 37 - 39 kJ (up to 9,3 kcal)

the dependence on length of chain
of fatty acids

Common nutrition :

	kJ / g	energy / d	minimum
proteins (AA)	~ 17	~ 20 %	30 g / d
saccharides	~ 17	~ 50 %	150 g / d
lipids (fat)	~ 37-39	~ 30 %	35 g / d

AA = amino acids

Obvyklá výživa :

	kJ / g	energie / d	minimum
proteiny (AA)	~ 17	~ 20 %	30 g / d
cukry	~ 17	~ 50 %	150 g / d
lipidy (tuk)	~ 37-39	~ 30 %	35 g / d

AA = aminokyseliny

The simplification of energy content readings :

	M (g / mol)	kJ / g
Glu, Fru	180,16) } ~ „17“ !
So	182,17	
Xy	152,15	

So = sorbitol = glucitol

Xy = xylitol

So + Xy are polyols, sugar alcohols

Zjednodušení údajů o obsahu energie :

	M (g / mol)	kJ / g
Glu, Fru	180,16) } ~ „17“ !
So	182,17	
Xy	152,15	

So = sorbitol = glucitol

Xy = xylitol

So + Xy jsou polyoly, cukerné alkoholy

Protein and nitrogen :

the average protein \longrightarrow 16 % nitrogen
(or the average combination of AA)

$$16 \% = 16 / 100 \rightarrow \text{inverted value : } 100 / 16 = 6,25$$

g N $\xrightarrow{6,25}$ g AA (protein)

AA = amino acids

g = gram

N = nitrogen

Bílkovina a dusík :

průměrná bílkovina \longrightarrow **16 % dusíku**
(nebo průměrná kombinace AA)

$16 \% = 16 / 100 \rightarrow$ převrácená hodnota : $100 / 16 = 6,25$

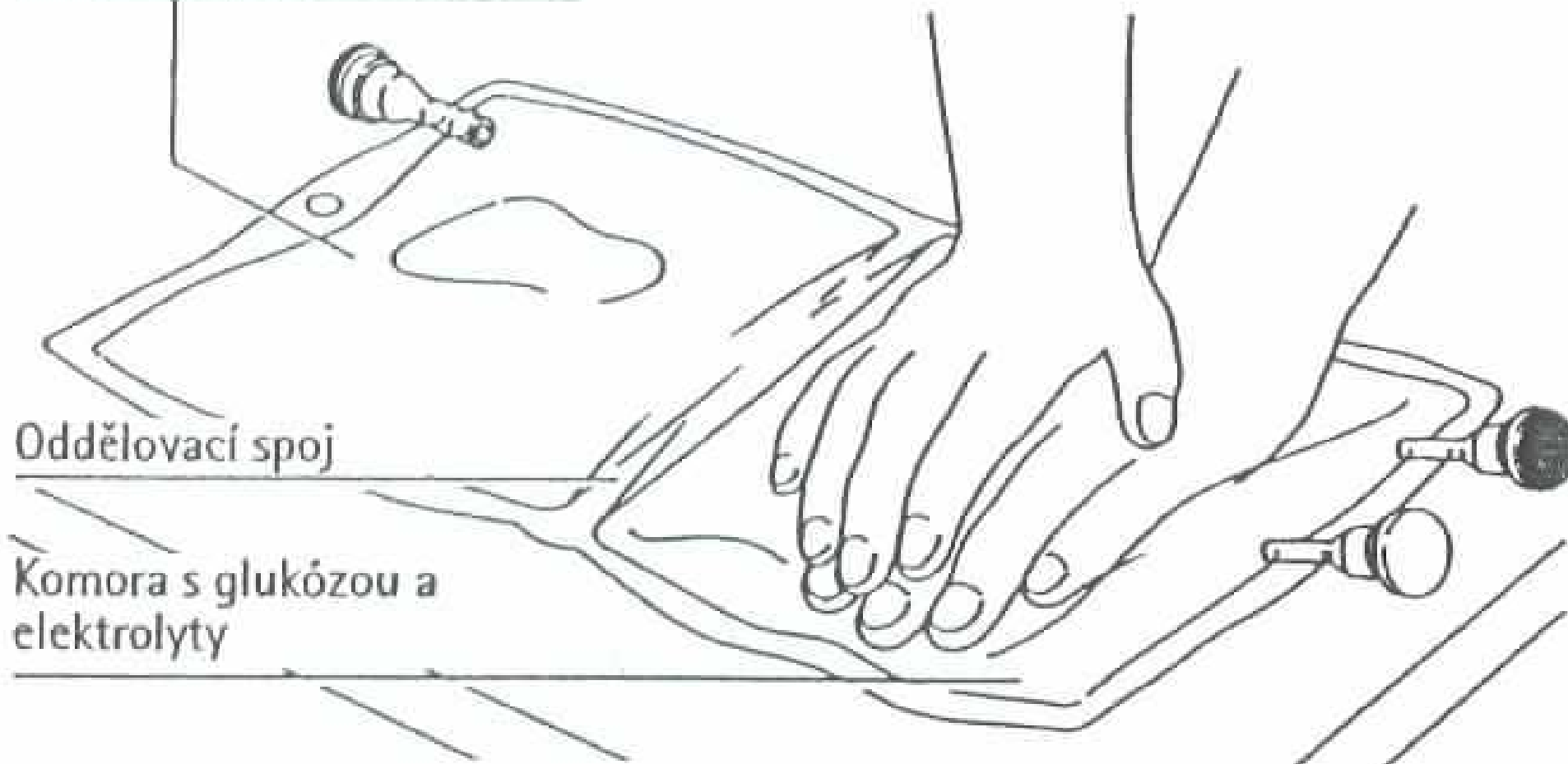
g N $\xrightarrow{6,25}$ **g AA (bílkovina)**

AA = aminokyseliny

g = gram

N = dusík

Komora s aminokyselinami
a elektrolyty



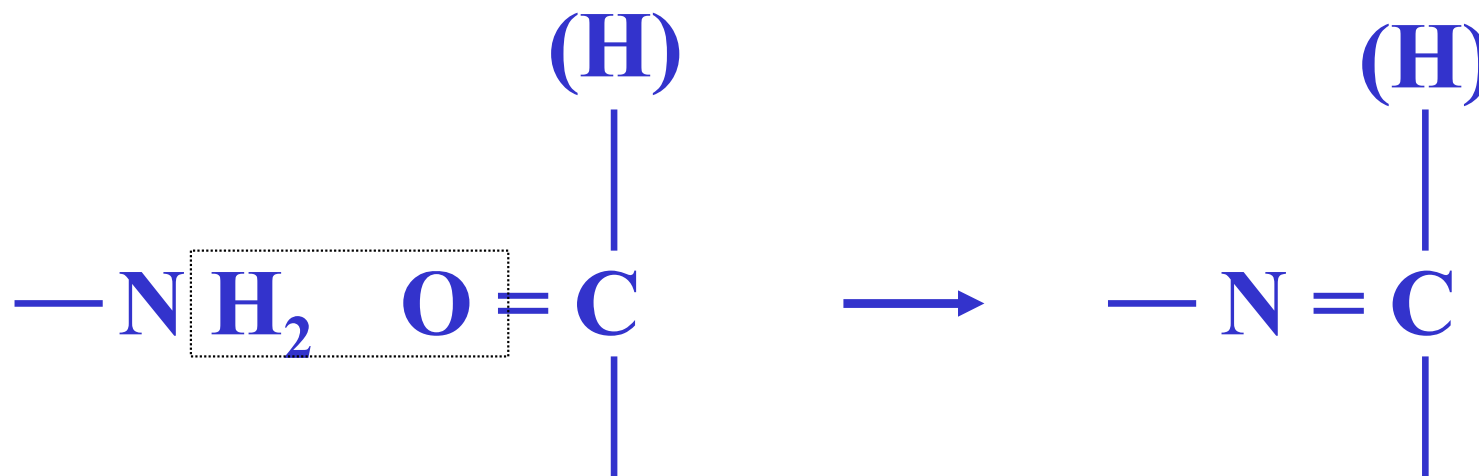
Oddělovací spoj

Komora s glukózou a
elektrolyty



Maillardova reakce :

aminokyselina + cukr \longrightarrow aldimin

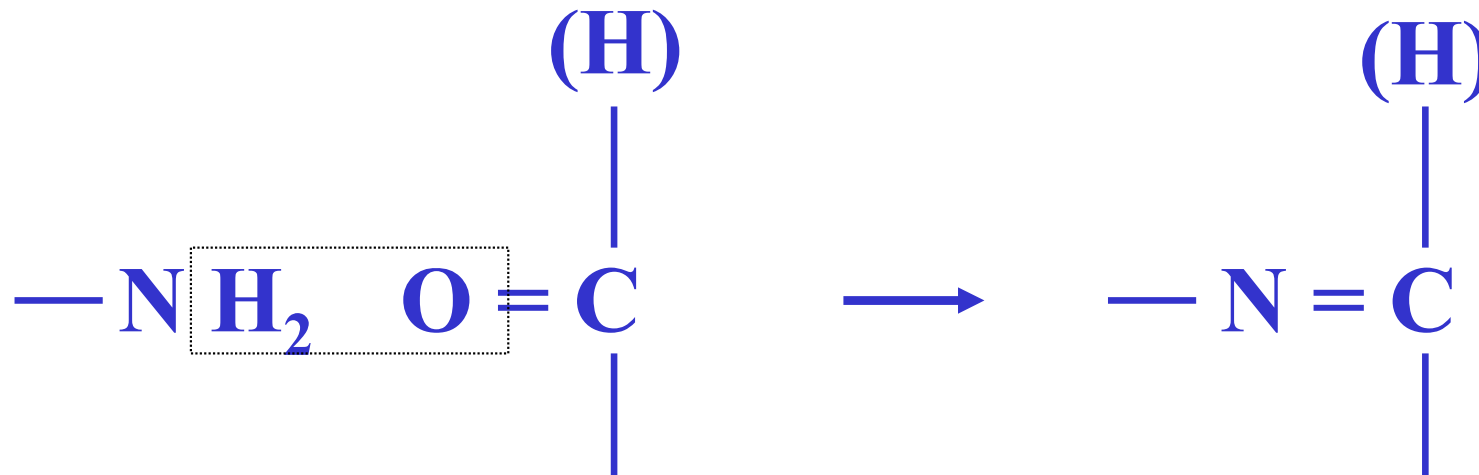


Aminoskupina —NH_2 z aminokyselin reaguje s karbonylovou skupinou cukrů za vzniku aldiminu, tj. „Schiffovy báze“.

Roztoky aminokyselin proto nesmí být sterilizovány ve směsi s cukry - místo cukrů jsou obvykle používány polyoly (= cukerné alkoholy) sorbitol (=glucitol) a xylitol.

Maillard's reaction :

amino acid + saccharide \longrightarrow aldimin



The amino group ---NH_2 from amino acids reacts with the carbonyl group of saccharides giving aldimin, e.g. „Schiff's base“.

Therefore the solution of amino acids cannot be sterilized in the mixture with saccharides - instead of saccharides polyols are common used.

Polyols (= sugar alcohols): sorbitol (= glucitol) and xylitol.

Wretlindovo schéma parenterální výživy :

Při totální parenterální výživě podáváme
na 1 kg tělesné hmotnosti a den
(za „normálního“ metabolismu):

30 ml vody
120 kJ energie : 4 g cukrů
 1 g tuku
do 1 g AA

Wretling's schema of parenteral nutrition :

In the total parenteral nutrition is covered
per 1 kg of body weight and day
(in „normal“ metabolism):

30 ml	water		
120 kJ	energy :	4 g	saccharides
		1 g	fat
	up to	1 g	AA

Respiratory quotient :

$$\text{RQ} = \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} \quad (\text{V} / \text{V})$$



glucose

$$\text{RQ} = \frac{6}{6} = 1,0$$



palmitoic acid

$$\text{RQ} = \frac{16}{23} = 0,7$$

Respirační kvocient :

$$\text{RQ} = \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} \quad (\text{V} / \text{V})$$



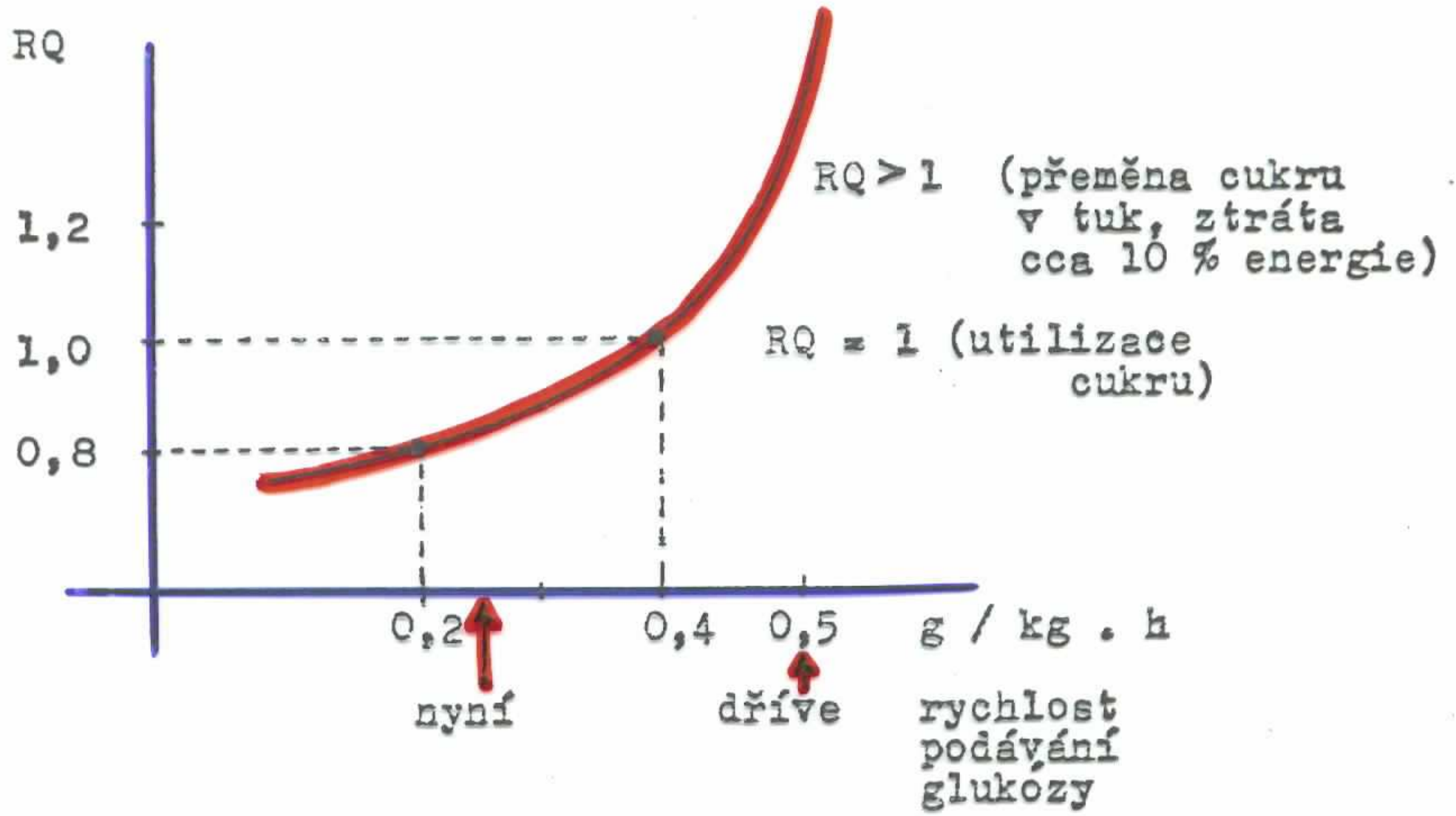
glukosa

$$\text{RQ} = \underline{6 / 6} = \underline{1,0}$$

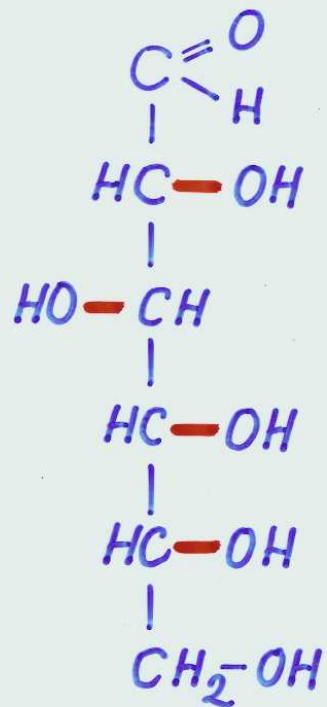


palmitová kyselina

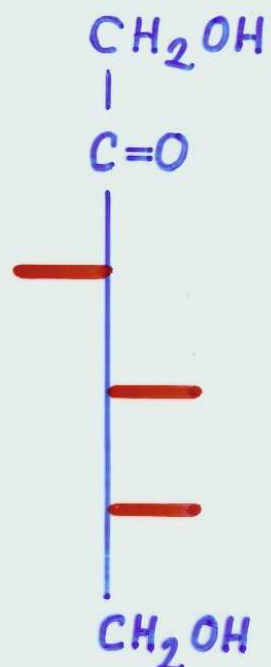
$$\text{RQ} = \underline{16 / 23} = \underline{0,7}$$



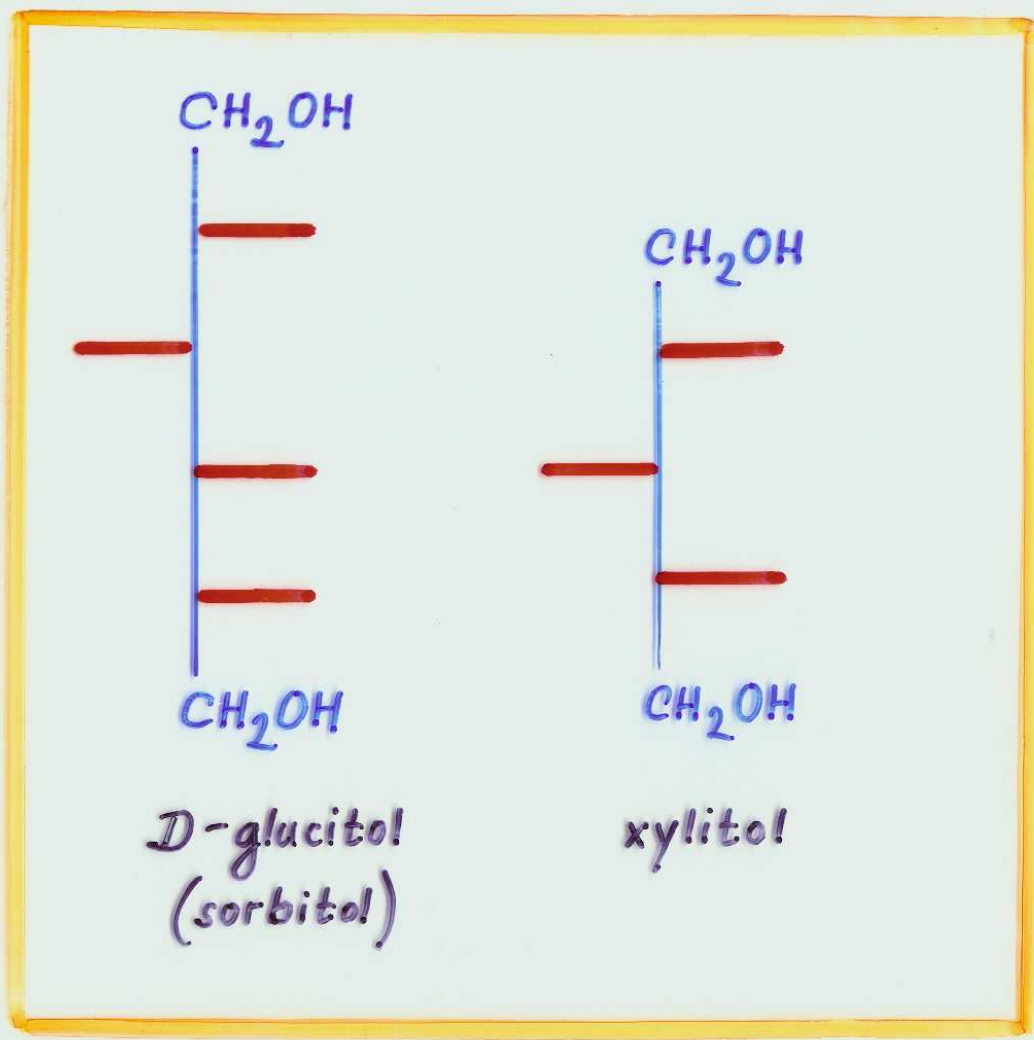
látka:	doporučená rychlost:
<u>cukry,</u> <u>polyoly</u>	0,25 g / kg . h (<u>jednosložkové</u> <u>infúze</u>)
	0,4 g / kg . h (<u>trojkombinace</u>)
<u>aminokyseliny</u> (Nutramin)	0,1 g / kg . h
<u>tuk</u> (Neutralipid)	0,1 g / kg . h



Glc



Fru



polyol

Osmoticky účinné roztoky

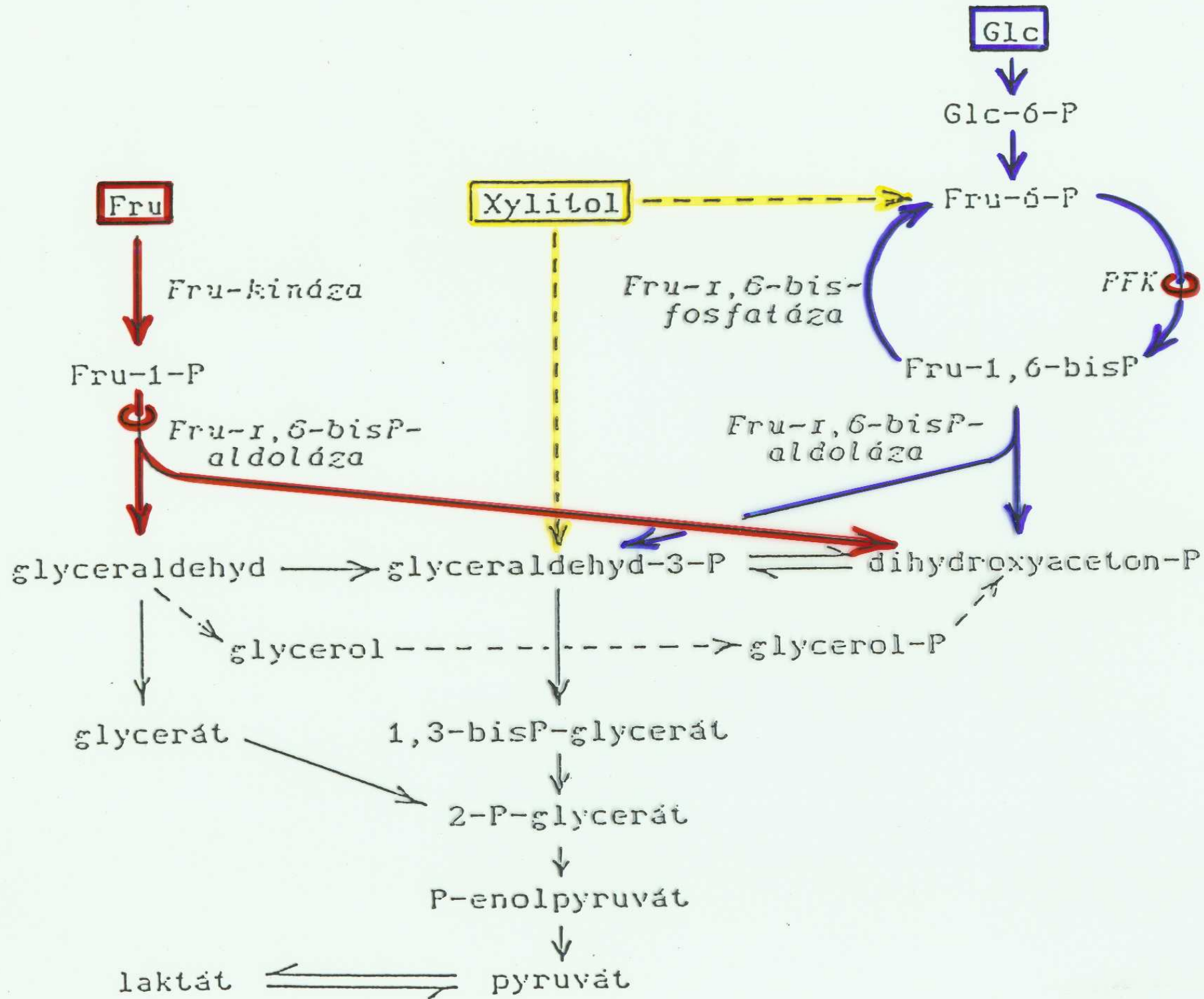
INFUSIO MANNITOLI 10%

INFUSIO MANNITOLI 20%

Vodné roztoky mannitolu bez přísady elektrolytů. Osmoticky aktivní infusní roztoky, po intravenózním podání působí přesun vody z extravaskulárního prostoru do cévního řečiště. Přechodně po rychlém bolusovém podání zvyšují kolující objem. Klinickým důsledkem je mírná dehydratace tkání, zejména dobře perfundovaných, a poté nárazově zvýšení diurézy. Působí jako zametače volných hydroxylových radikálů. Maximální denní dávka: 1,5g mannitolu/kg tělesné hmotnosti a hodinu.

Balení: skleněná láhev - 250 ml





Hereditární fruktosová intolerance

~ 300 - 400 ml 10% Fru

kritická hranice: 30 - 40 g Fru / 1 h (infúze)⁺

Při překročení tohoto kritického množství dojde u postiženého Fru intolerancí (i přes přerušování aplikace další Fru) za 2-6 dnů k úmrtí.
(Irreverzibilní poškození jater a ledvin Fru-1-P).

Hereditární fruktosová intolerance

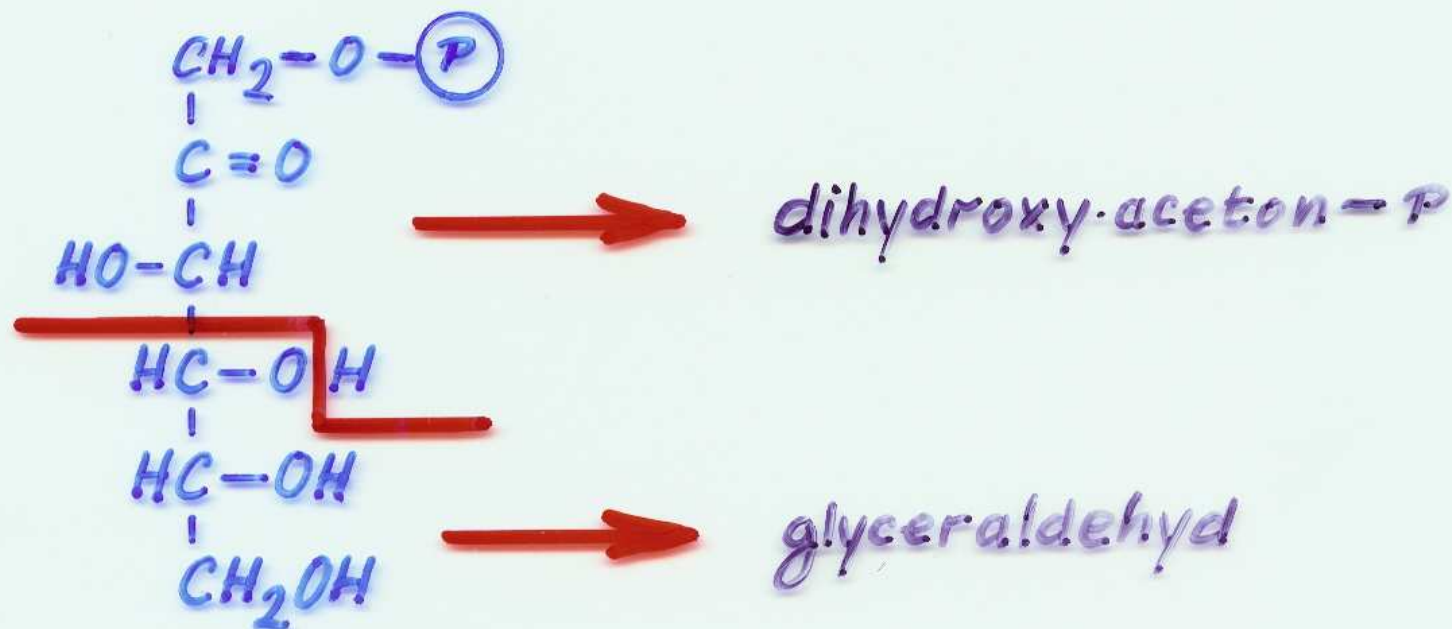
**normální příjem Fru v potravě
20 – 50 g / d (dospělý)**

**sorbitol (= D-glucitol)
je metabolizován na Fru**

Hereditární fruktosová intolerance

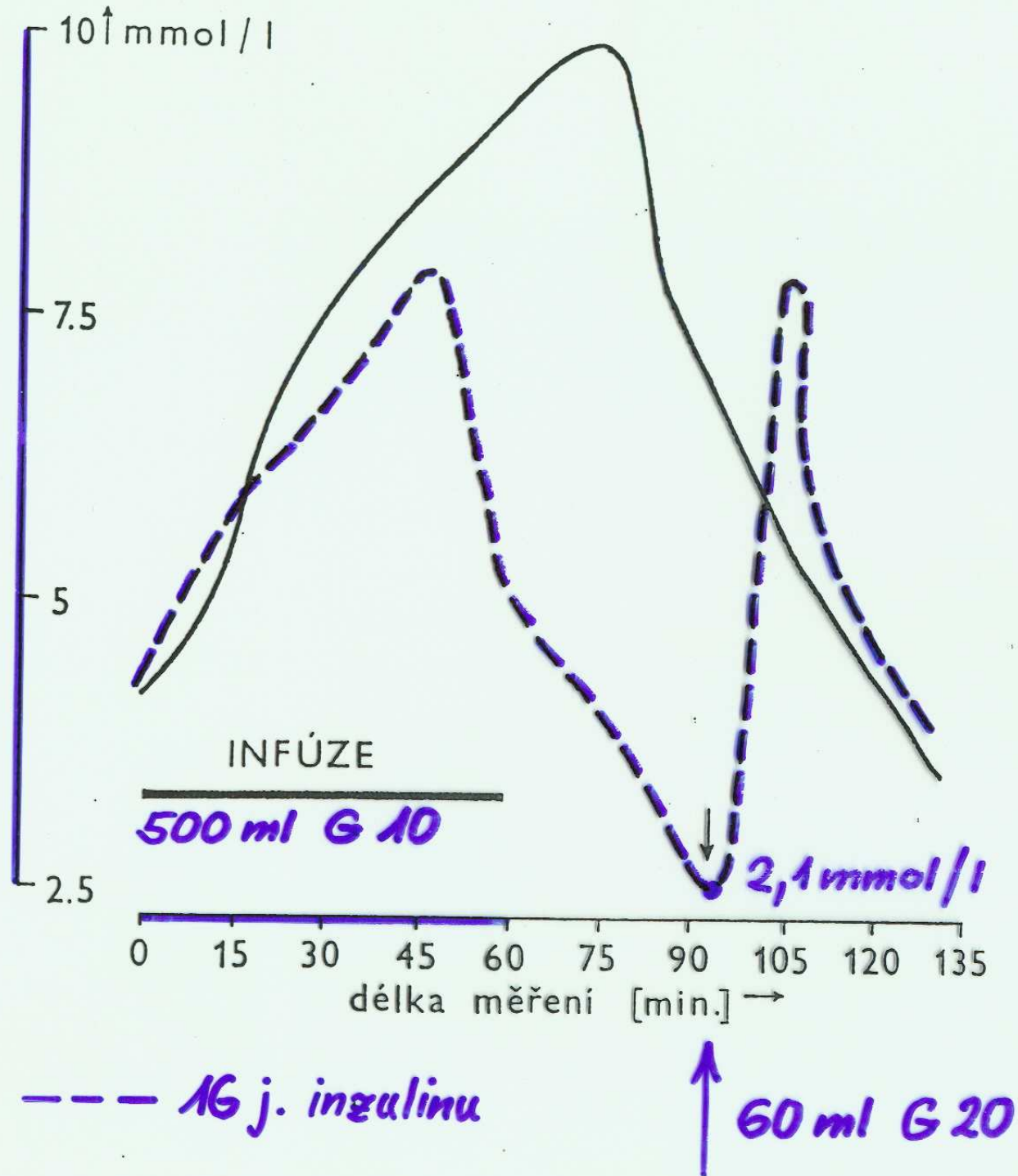
Fru-1,6-bis P-aldoláza (EC 4.1.2.3)

~~Fru-1-P-aldoláza~~ !

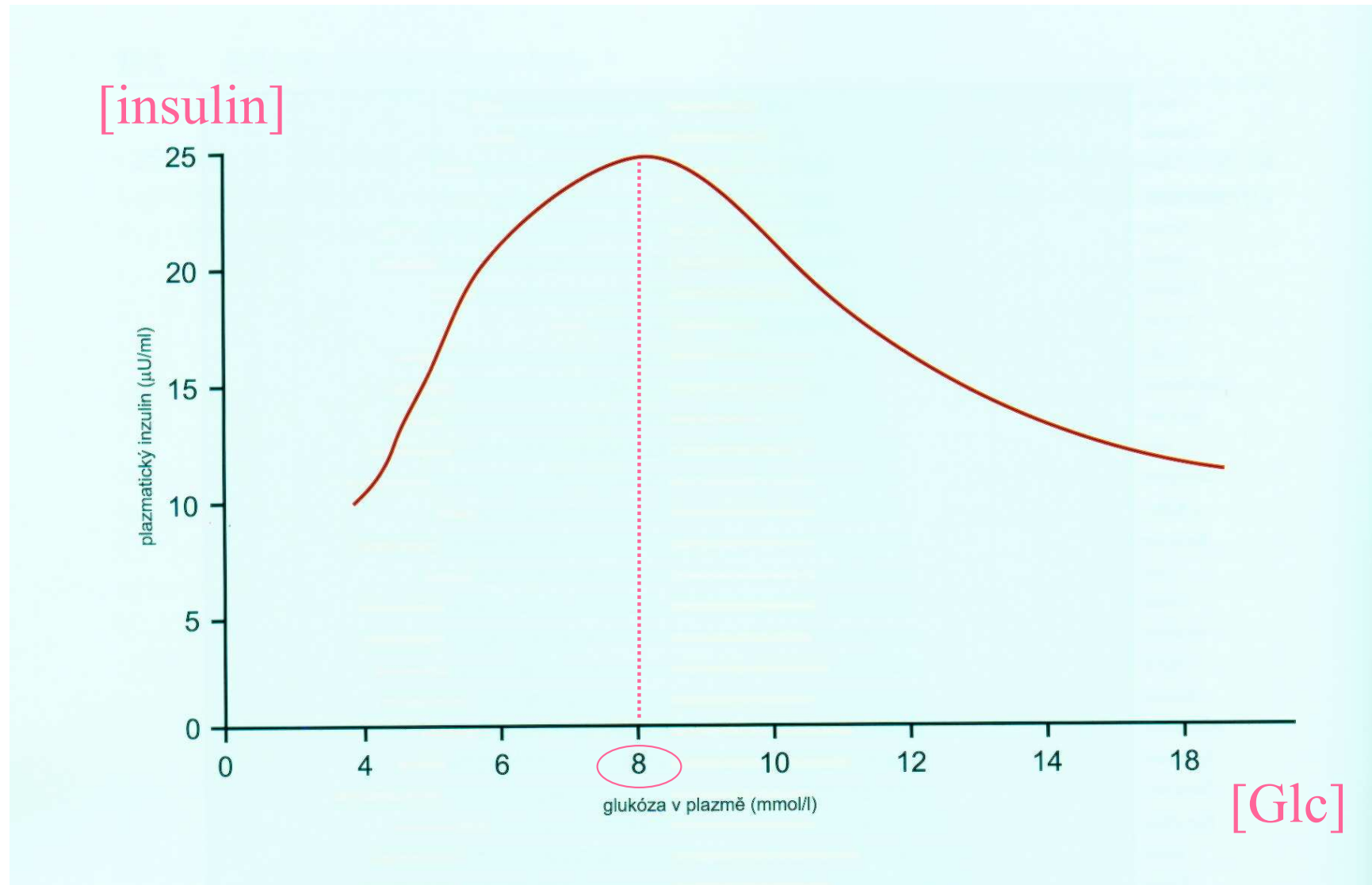


Fru-1-P \longrightarrow látka vyvolávající intoxikaci při Fru intoleranci

Infúze a insulin



Insulin a Glc v krvi:



Osmolalita

285 mmol/kg žena }
295 mmol/kg muž } cca
"300"

G5

$$5\% \text{ Glc} = 5 \text{ g Glc} / 100 \text{ g roztoku}$$

$$= 50 \text{ g Glc} / 1000 \text{ g roztoku}$$

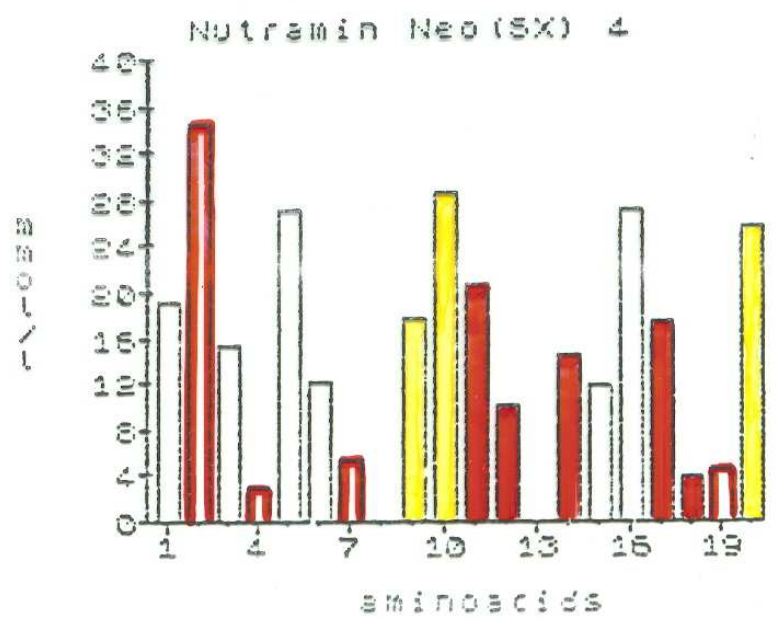
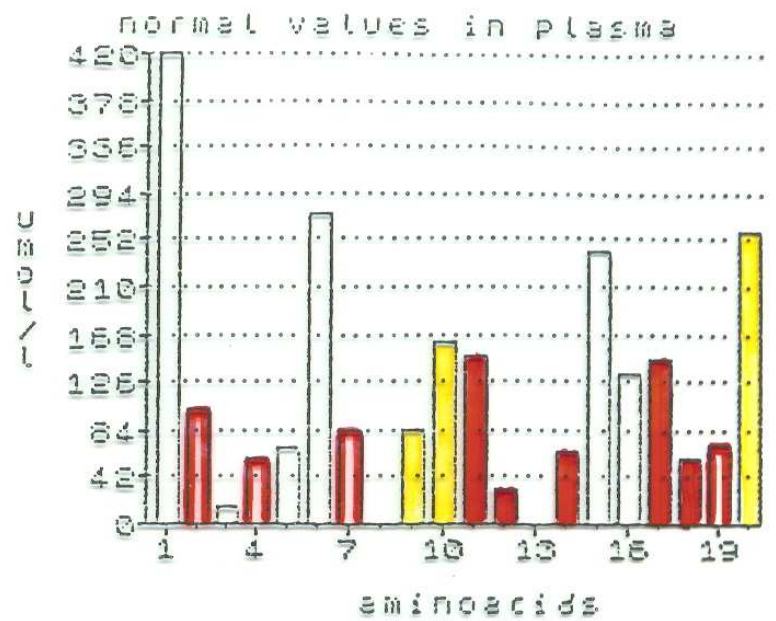
$$\doteq 50 \text{ g Glc} / 1 \text{ l}$$

$$M_r(\text{Glc}) \doteq 180$$

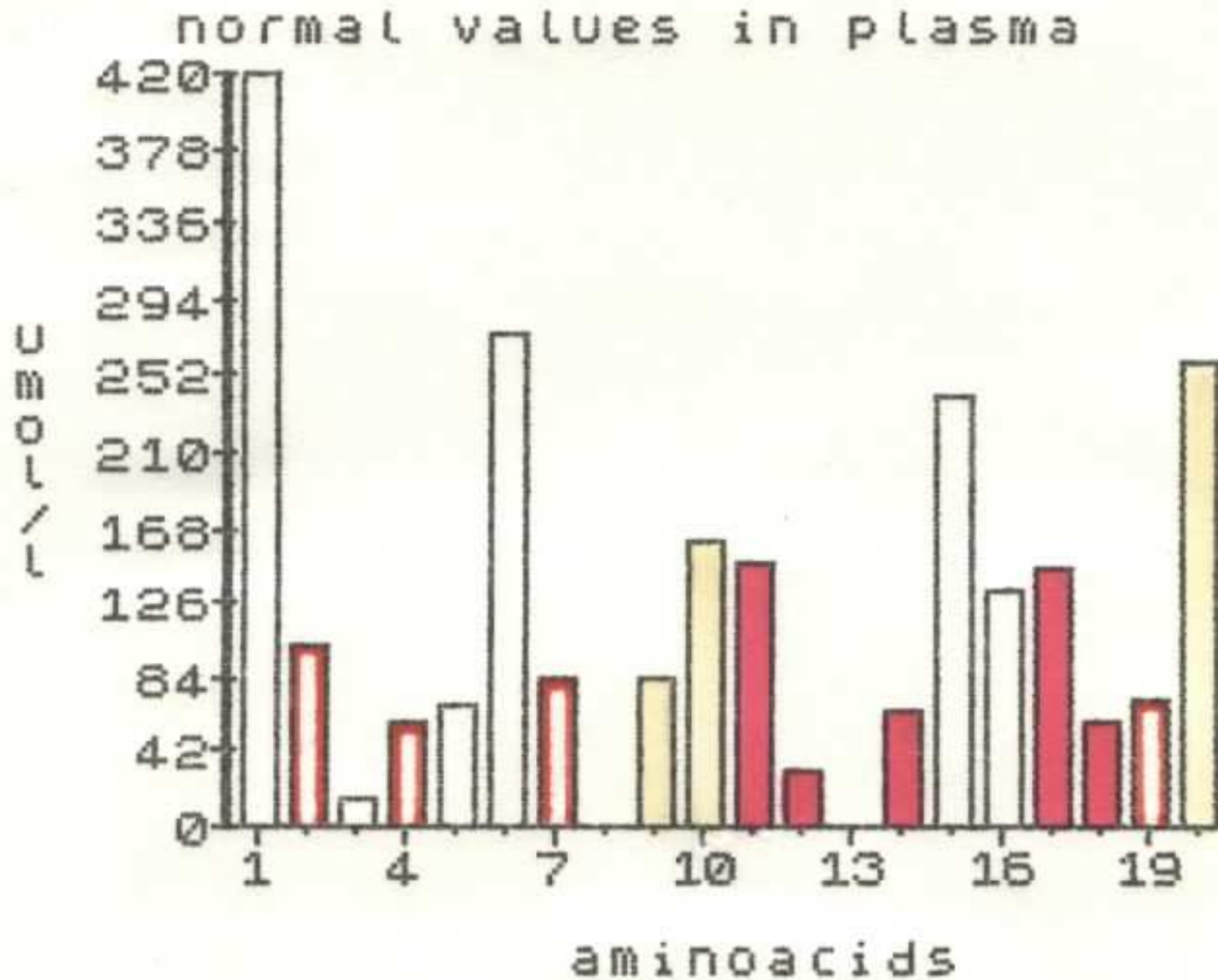
$$50 / 180 \doteq 0,278 \text{ mol} = 278 \text{ mmol}$$

$$\text{osmolalita} \doteq 278 \text{ mmol/kg} \quad (\doteq \underline{\underline{\text{IZOTONICKÝ ROZTOK}}})$$

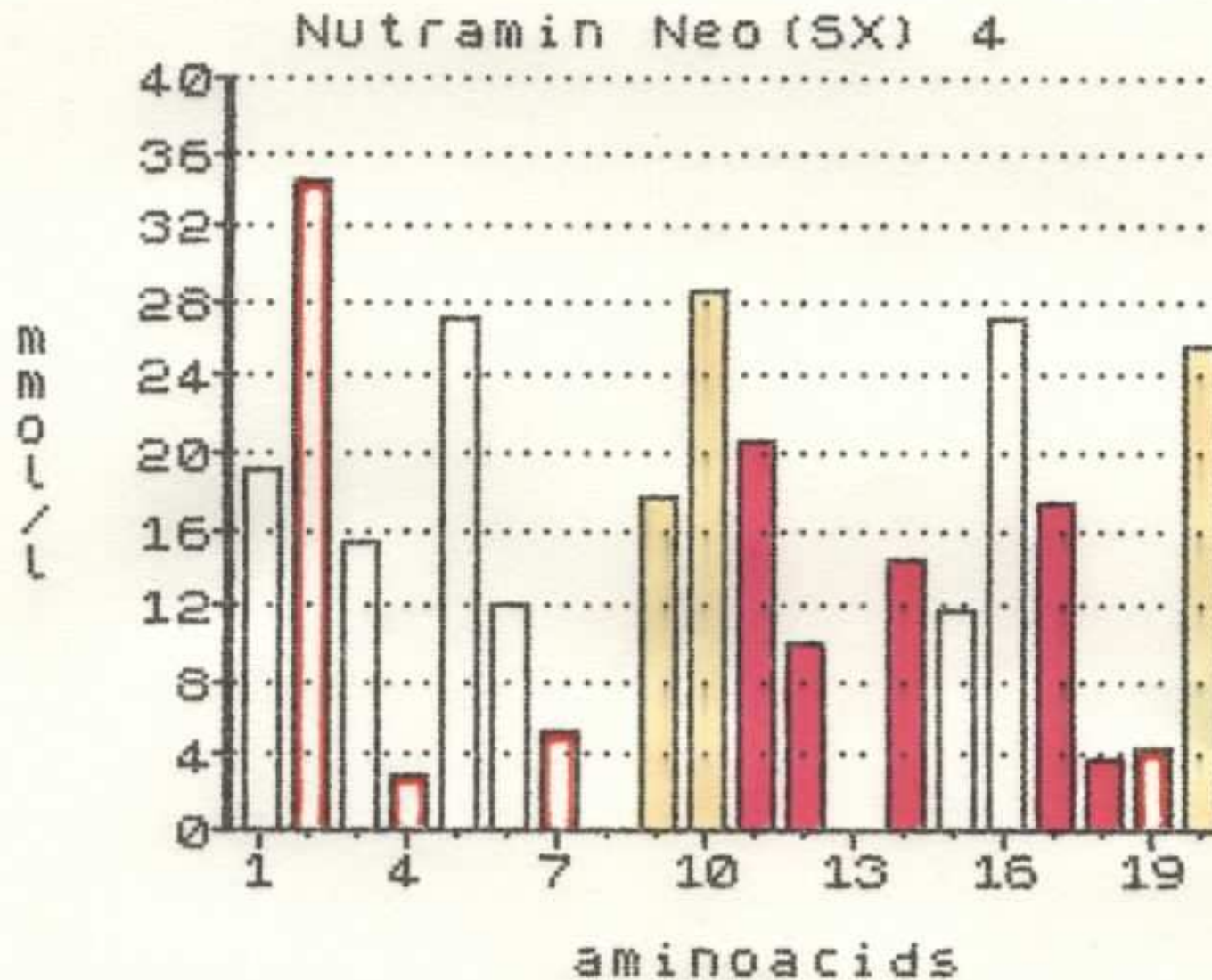
**Nejvyšší osmolalita pro infúzi
do periferní žíly
je cca 900 mmol/kg
(trojnásobek osmolality plasmy,
tj. např. 15 % roztok cukru)**

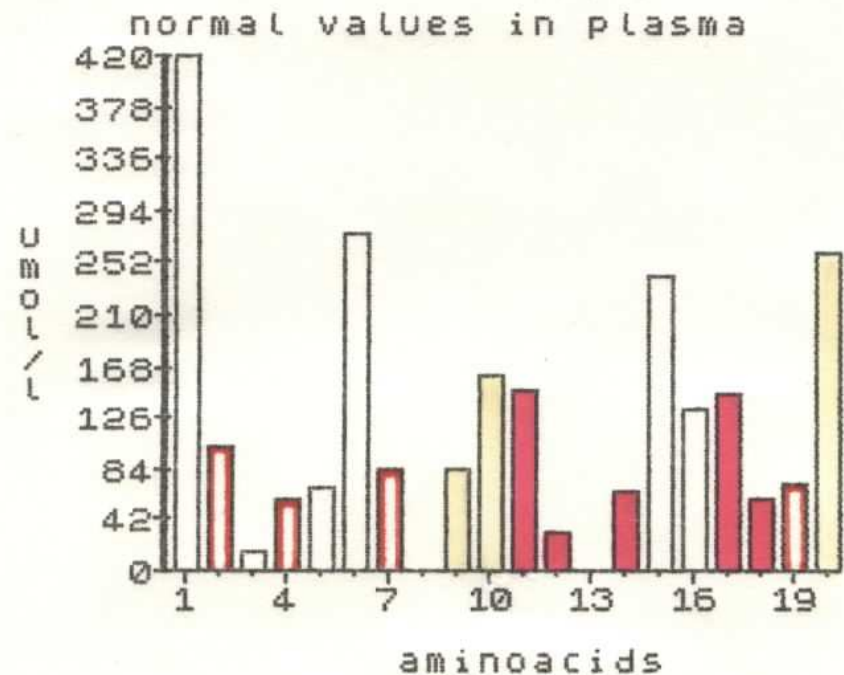
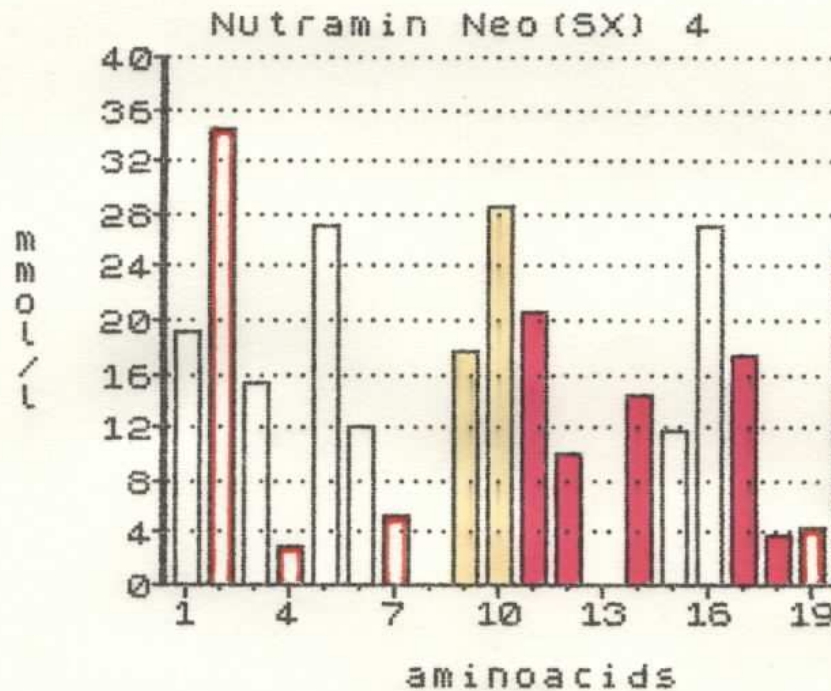


Aminogram krevní plasmy



Vyvážený roztok aminokyselin pro parenterální výživu





Udržování homeostázy metabolitů

Koncentrace a vzájemné poměry aminokyselin v infúzním roztoku jsou zvoleny podle metabolické aktivity jater pro jednotlivé aminokyseliny (i jejich skupiny) a tedy jsou zcela odlišné od aminogramu krevní plasmy.

Po průchodu směsi podaných aminokyselin játry je dosaženo stavu, odpovídajícímu normálnímu aminogramu.

Aminokyselinové infúzní roztoky:

„Nutramin“

„Neonutrin“

(Infusia a.s. Hořátev,
289 12 SADSKÁ
okr. NB)

- 1/ vyvážené aminokyselinové roztoky
- 2/ specializované
- 3/ kombinační

1/ vyvážené aminokyselinové roztoky

Nutramin Neo (SX) 4 neb 8 %



(dospělí)

sorbitol + xylitol

Nutramin N (nedonošené děti)

Nutramin P (novorozenci, kojenci)

....

→ „Neonutrin“

2/ specializované aminokyselinové roztoky

Nutramin C

coma hepaticum

Nutramin U

uremia

...

NEONUTRIN® C

pro pacienty s onemocněním jater
roztok aminokyselin bez obsahu cukru



Složení kvalitativní a kvantitativní

Účinné látky

Isoleucinum	0,45 g
Leucinum	0,71 g
Lysini hydrochloridum	5,12 g
Methioninum	0,60 g
Threoninum	0,28 g
Valinum	0,67 g
Acidum asparticum	1,00 g
Acidum glutamicum	7,10 g
Argininum	12,50 g
Ornithini hydrochloridum	1,25 g
Acidum malicum	3,50 g
Magnesii sulfas heptahydricus	0,62 g
Aqua pro injectione	ad 1000 ml

Celkové aminokyseliny28,4 g/l

Celkový dusík.....6 g/l

Energetická hodnotacca 470 kJ/l

Teoretická osmolaritacca 310 mosmol/l

Elektrolyty Na⁺35 mmol/l

Mg²⁺2,5 mmol/l

Cl⁻35 mmol/l

SO₄²⁻2,5 mmol/l

malát26 mmol/l

pH4,5 - 7,0

NEONUTRIN® U

**pro pacienty s renální insuficiencí
roztok aminokyselin bez obsahu cukru**

Složení kvalitativní a kvantitativní

Účinné látky

Isoleucinum	7,00 g
Leucinum	11,00 g
Lysini acetat	9,00 g
Methioninum	9,00 g
Phenylalaninum	9,00 g
Threoninum	5,00 g
Tryptophanum	2,50 g
Valinum	7,00 g
Acetyltyrosinum	0,70 g
Arginini hydrochloridum	3,00 g
Histidinum	3,96 g
Prolinum	1,00 g
Aqua pro injectione ad	1000 ml

Celkové aminokyseliny	65 g/l
Celkový dusík	8,54 g/l
Energetická hodnota	1090 kJ/l
Teoretická osmolarita	cca 520 mosmol/l
Elektrolyty Cl ⁻	14 mmol/l
acetát	44 mmol/l
pH	5,0 - 7,2

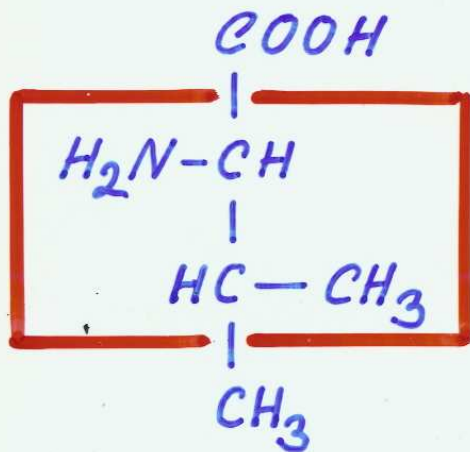


3/ kombinální aminokyselinové roztoky

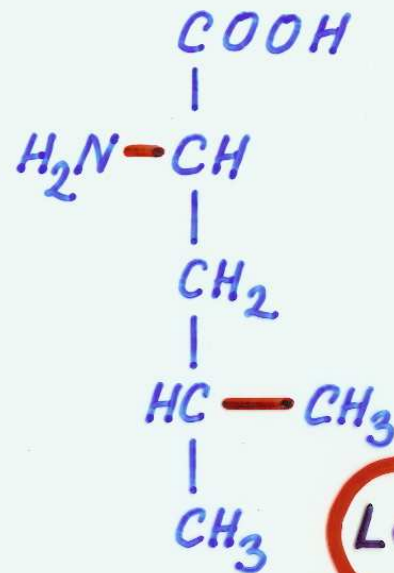
**trvale nikoliv samostatná aplikace,
ale v kombinaci s vyváženými neb
specializovanými roztoky**

Nutramin VLI „zátěžové stavy“

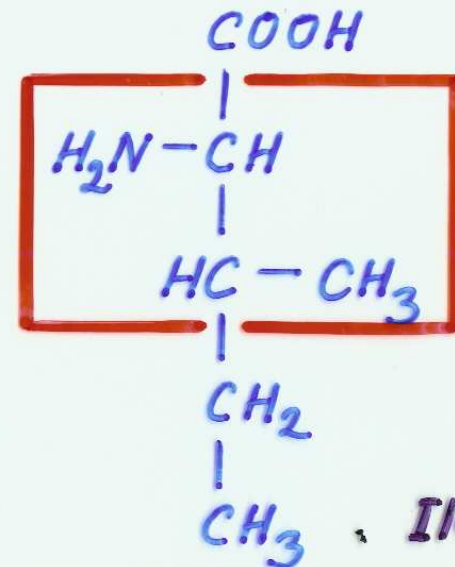
Aminokyseliny s rozvětveným uhlíkatým řetězcem („VLI“)



Val



Leu



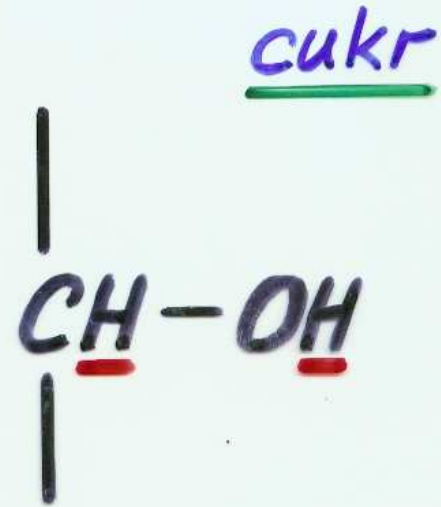
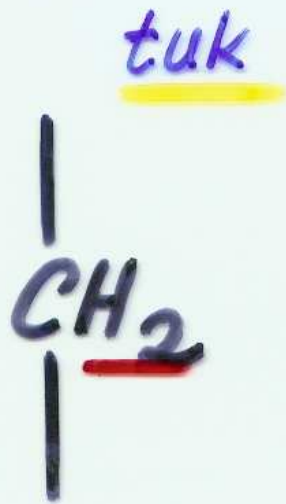
Ile

“BCAA”

= branched chain amino acids

TRIACYLGLYCEROLY ("triglyceridy")

- 1,7 mmol/l hranice pro podání tukové emulze
- 2,3 mmol/l horní hranice normy
- 4,6 mmol/l dvojnásobek normy
- okem pozorovatelný zákal séra



$$2/14 = \underline{14,28\%}$$

$$2/30 = \underline{6,66\%}$$

$$14,28/6,66 = 2,14$$

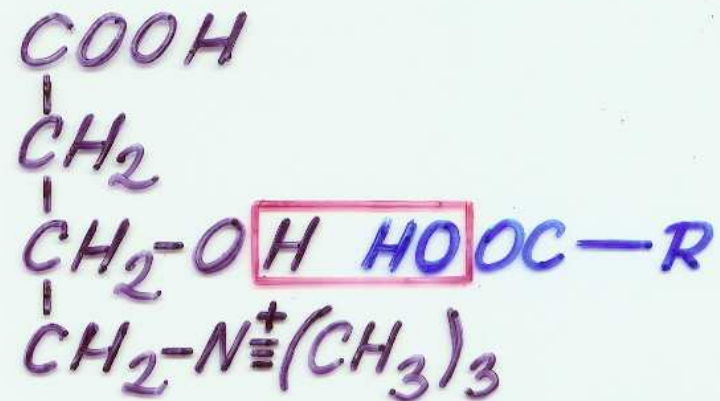
$$\underline{38,94 \text{ kJ/g}}$$

$$\underline{17,16 \text{ kJ/g}}$$

$$38,94/17,16 = 2,27$$

LCT

long chain triglycerides
triacylglyceroly s dlouhým řetězcem
C > 12



karnitin

MCT

medium

tag se středním řetězcem

$C \sim 6-12$

MCT/LCT

Koncentrace iontů v plazmě krevní

Krevní plasma	Na^+ mmol . l ⁻¹	K^+ mmol . l ⁻¹	Cl^- mmol . l ⁻¹	HCO_3^- mmol . l ⁻¹	Ca_{total} mmol . l ⁻¹	Mg^{2+} mmol . l ⁻¹
Rozpětí	130 – 143	4,0 – 5,5	95 – 107	21 – 27	2 – 3	0,7 – 1
průměr	137 (140)	4,4	101 (100)	24	2,5	“1”

Plasma electrolytes

Krevní plasma	Na^+ mmol . l ⁻¹	K^+ mmol . l ⁻¹	Cl^- mmol . l ⁻¹	HCO_3^- mmol . l ⁻¹	Ca_{total} mmol . l ⁻¹	Mg^{2+} mmol . l ⁻¹
Rozpětí	130 – 143	4,0 – 5,5	95 – 107	21 – 27	2 – 3	0,7 – 1
průměr	137 (140)	4,4	101 (100)	24	2,5	“1”

Zákon elektroneutritality :

→ shoda v součtu kladných a záporných nábojů (krevní plazma, zjednodušeně).

Pokud jsou přítomny ionty s více náboji, není součet molárních koncentrací totožný se součtem nábojů !

kation	molarita (mmol . l ⁻¹)	
	kation	(+) náboj
Na ⁺	140	140
K ⁺	4	4
Ca ²⁺	2,5	5
Mg ²⁺	1	2
-		
-		

celkový kladný náboj: **151**

anion	molarita (mmol . l ⁻¹)	
	anion	(-) náboj
Cl ⁻	100	100
HCO ₃ ⁻	24	24
prot ⁻	2	~ 20
HPO ₄ ²⁻	1	2
SO ₄ ²⁻	0,5	1
org. kyseliny	4	4

celkový záporný náboj: **151**

The law of electroneutrality :

→ agreement in the sum of positive and negative charges (blood plasma, simplified).

If ions with more charges are present, the sum of molar concentrations is different from the sum of charges !

cation	molarity (mmol . L ⁻¹)	
	cation	(+) charge
Na ⁺	140	140
K ⁺	4	4
Ca ²⁺	2,5	5
Mg ²⁺	1	2
-		
-		

anion	molarity (mmol . L ⁻¹)	
	anion	(-) charge
Cl ⁻	100	100
HCO ₃ ⁻	24	24
prot ⁻	2	~ 20
HPO ₄ ²⁻	1	2
SO ₄ ²⁻	0,5	1
org. acids	4	4

the total positive charge: **151**

the total negative charge: **151**

Anionty v plazmě krevní:

znázorněny jsou látkové koncentrace
záporného náboje !



chloridy $100 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$

hydrogenuhličitany

$24 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$

(proteináty $\sim 16 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$)

(reziduální anionty $\sim 10 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$)

$\Sigma = \text{cca } 150 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$

Anions in blood plasma :

the molar concentrations
of negative charges are given !



chloride $100 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

bicarbonate (hydrogencarbonate)

$24 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

(proteinate $\sim 16 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)

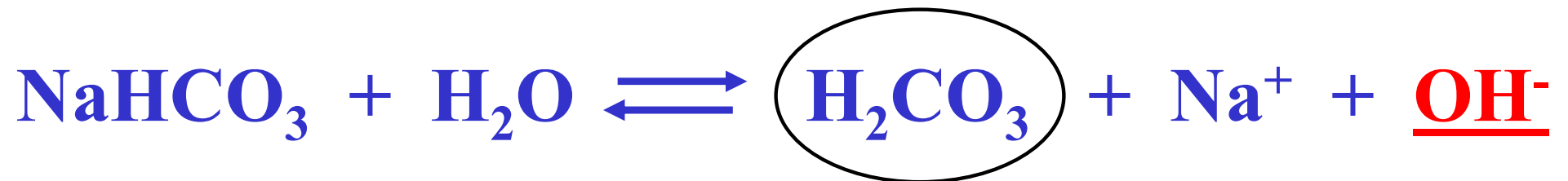
(residual anions $\sim 10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)

$\Sigma = \text{cca } 150 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

Hydrogencarbonate („bicarbonate“):



anion, which can adapt its concentration rapidly to the changing conditions



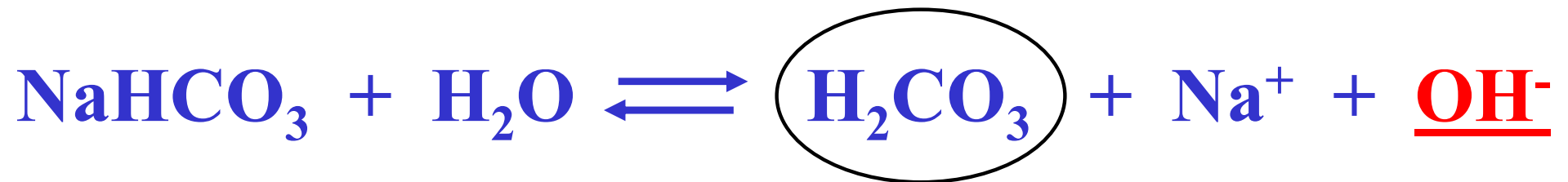
as consequence of hydrolysis the substance with alkalic reaction

(The carbonic acid in oval symbolizes a weak - practically undissociated electrolyte. The sodium hydroxide is a strong base, e.g. almost total dissociated electrolyte. - In the aqueous solution the excess of OH⁻ ions makes the solution basic.)

Hydrogenuhlíčan („bikarbonát“):



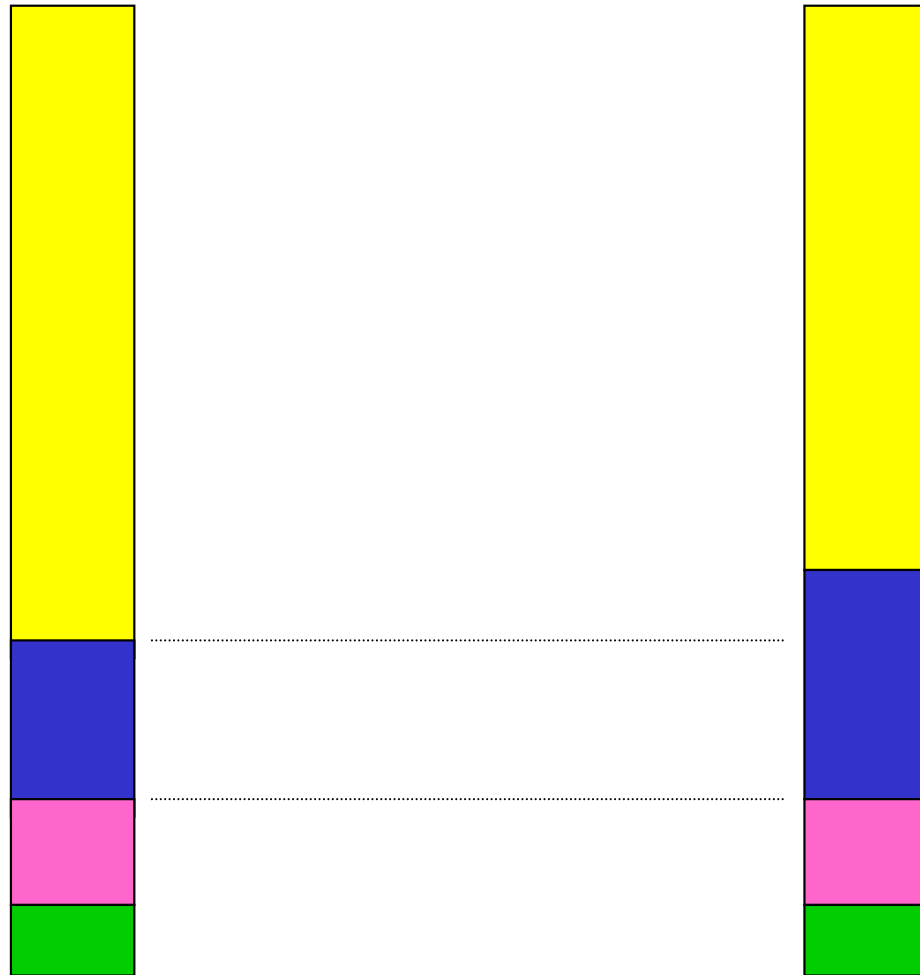
svojí koncentrací rychle „přizpůsobitelný“ anion



v důsledku hydrolýzy zásaditě reagující látka

(Kyselina uhličitá v elipse symbolizuje slabý, tedy prakticky nedisociovaný elektrolyt. Hydroxid sodný je silný, tj. téměř zcela disociovaný elektrolyt
- ve vodném roztoku vzniká přebytek OH^- iontů, podmiňující zásaditou reakci.)

Hypochlor(id)emická alkalóza:



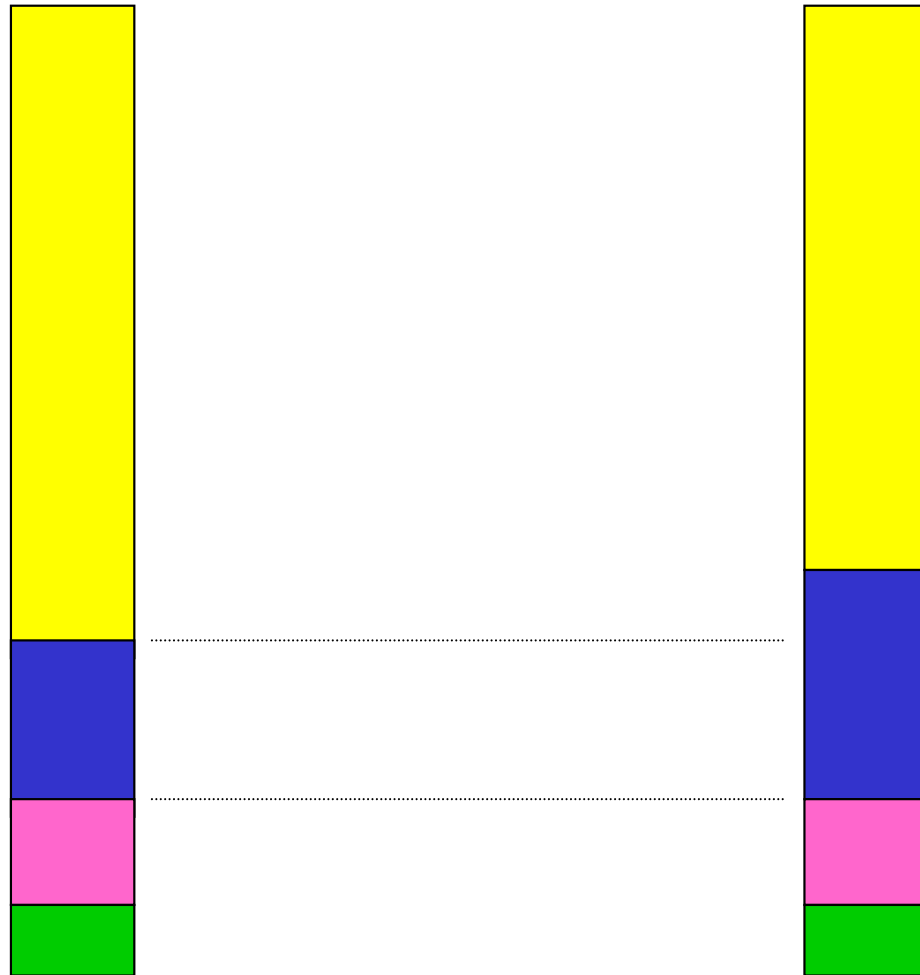
normální stav

hypochlor(id)émie

úbytek chloridů
(žlutě) kompenzován
zvýšením zásaditých
hydrogenuhličitanů
(modře), ostatní
anionty nezměněny

(např. pooperační odsávání
žaludeční šťávy
= ztráta HCl)

Hypochlor(id)emic alkalose :



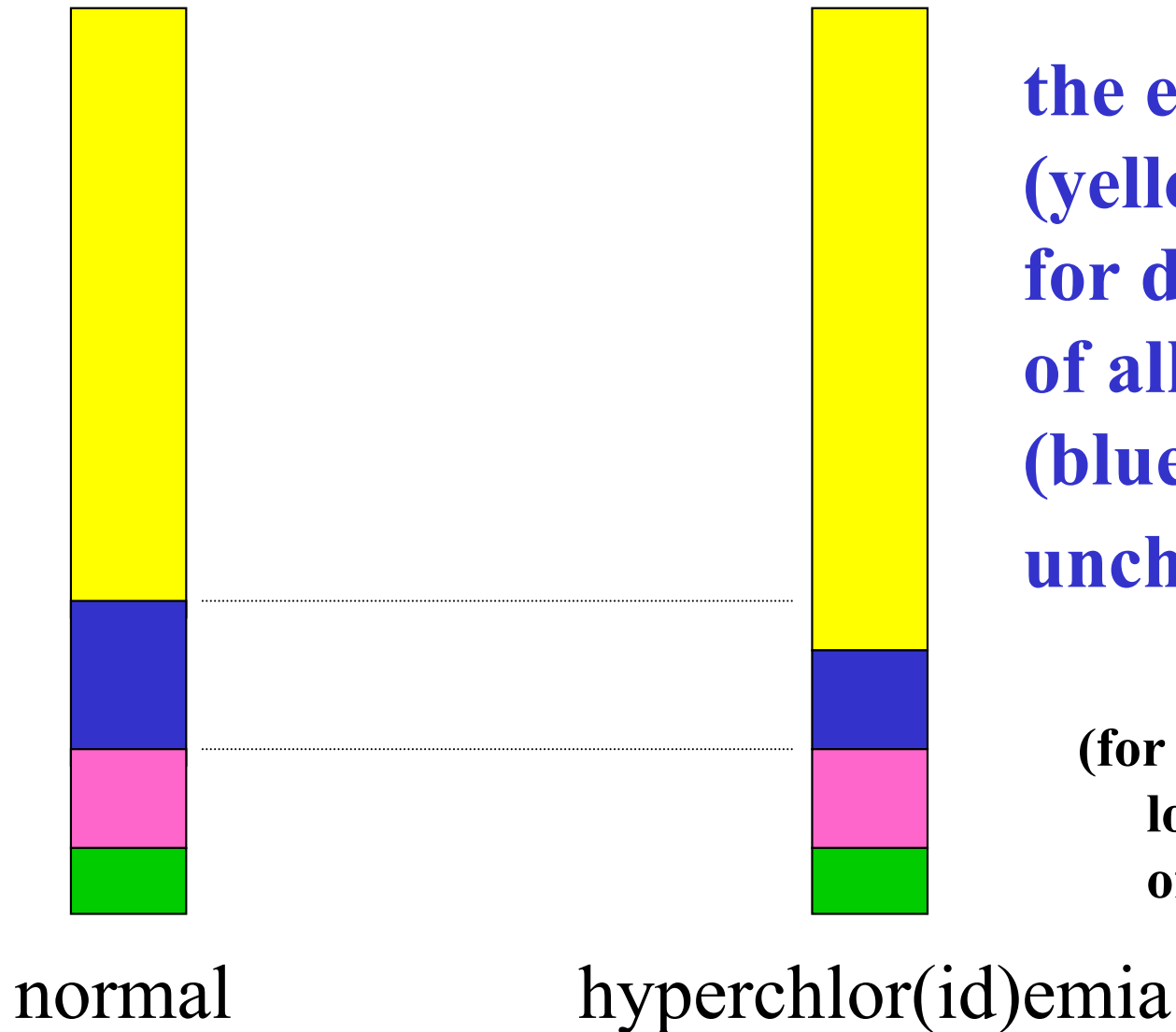
normal

hypochlor(id)emia

the decrease in chloride (yellow) is compensated for increase of alkalic bicarbonate (blue), others anions unchanged

(for example:
gastric juice suctioning
after operations
= the loss of HCl)

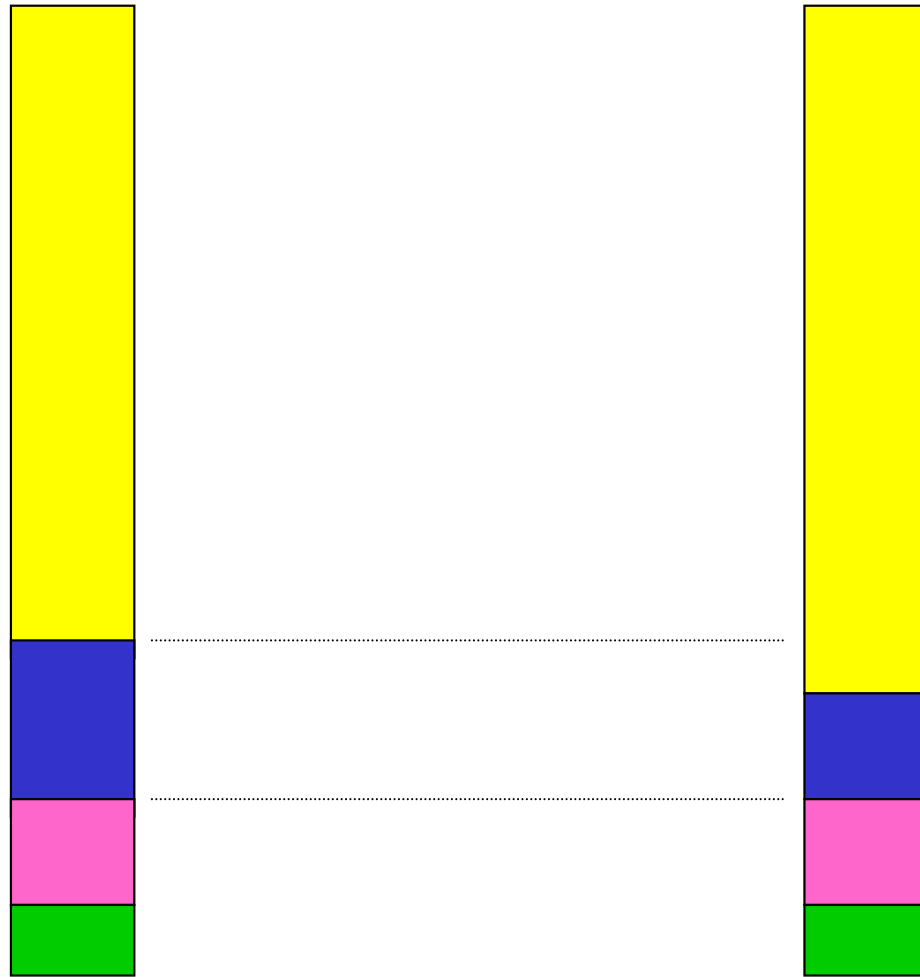
Hyperchlor(id)emic acidose :



the excess of chloride (yellow) is compensated for decrease of alkalic bicarbonate (blue), others anions unchanged

(for example:
longer administration
of „physiological“ solution)

Hyperchlor(id)emická acidóza:



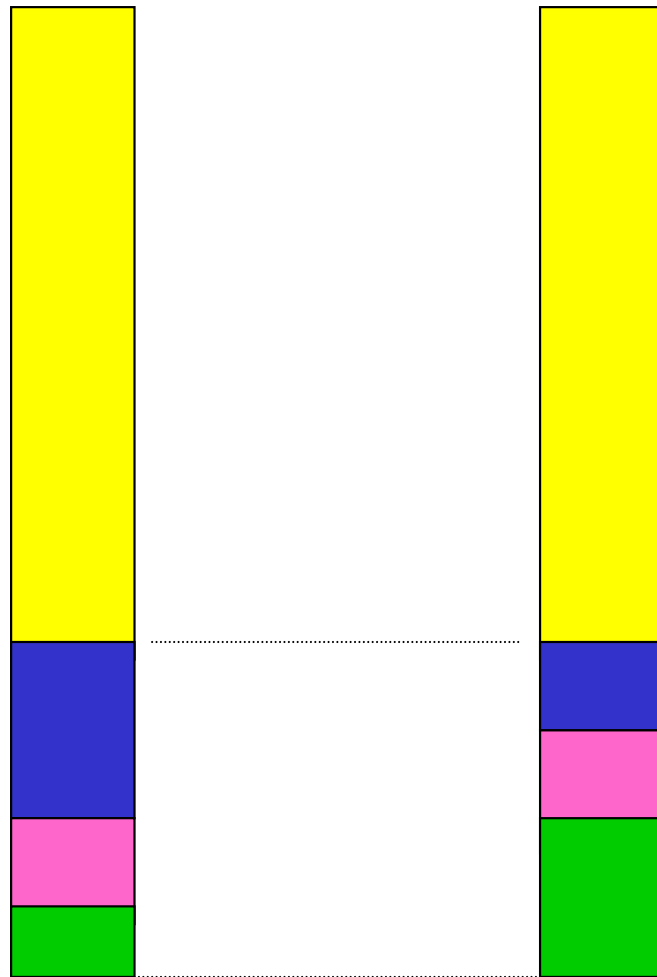
normální stav

hyperchlor(id)émie

**nadbytek chloridů
(žlutě) kompenzován
snížením zásaditých
hydrogenuhličitanů
(modře), ostatní
anionty nezměněny**

**(např. delší podávání
fyziologického
roztoku)**

Normochlor(id)emická acidóza:



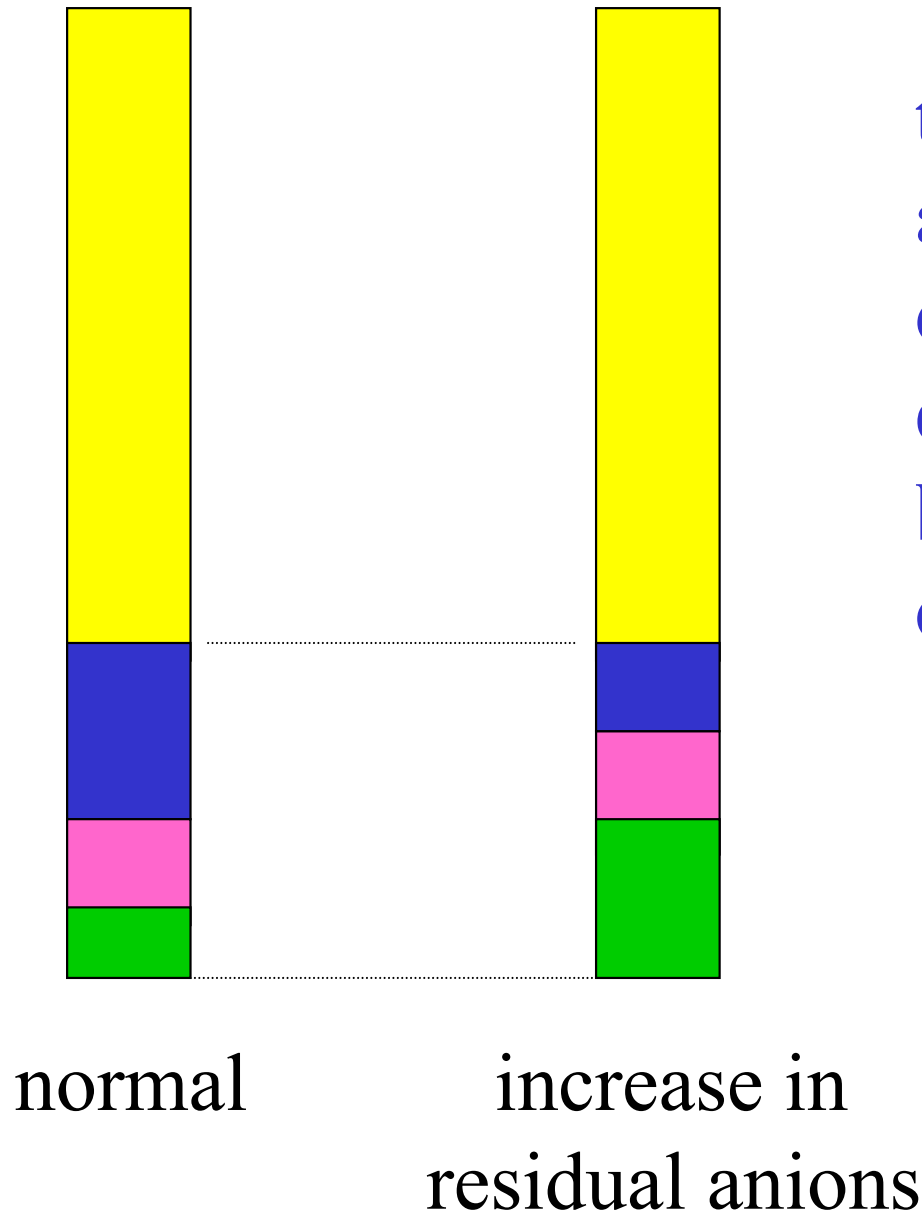
normální stav

zvýšení
reziduálních
aniontů

nadbytek reziduálních
aniontů (zeleně)
kompenzován snížením
zásaditých
hydrogenuhlíčanů
(modře), ostatní
anionty nezměněny

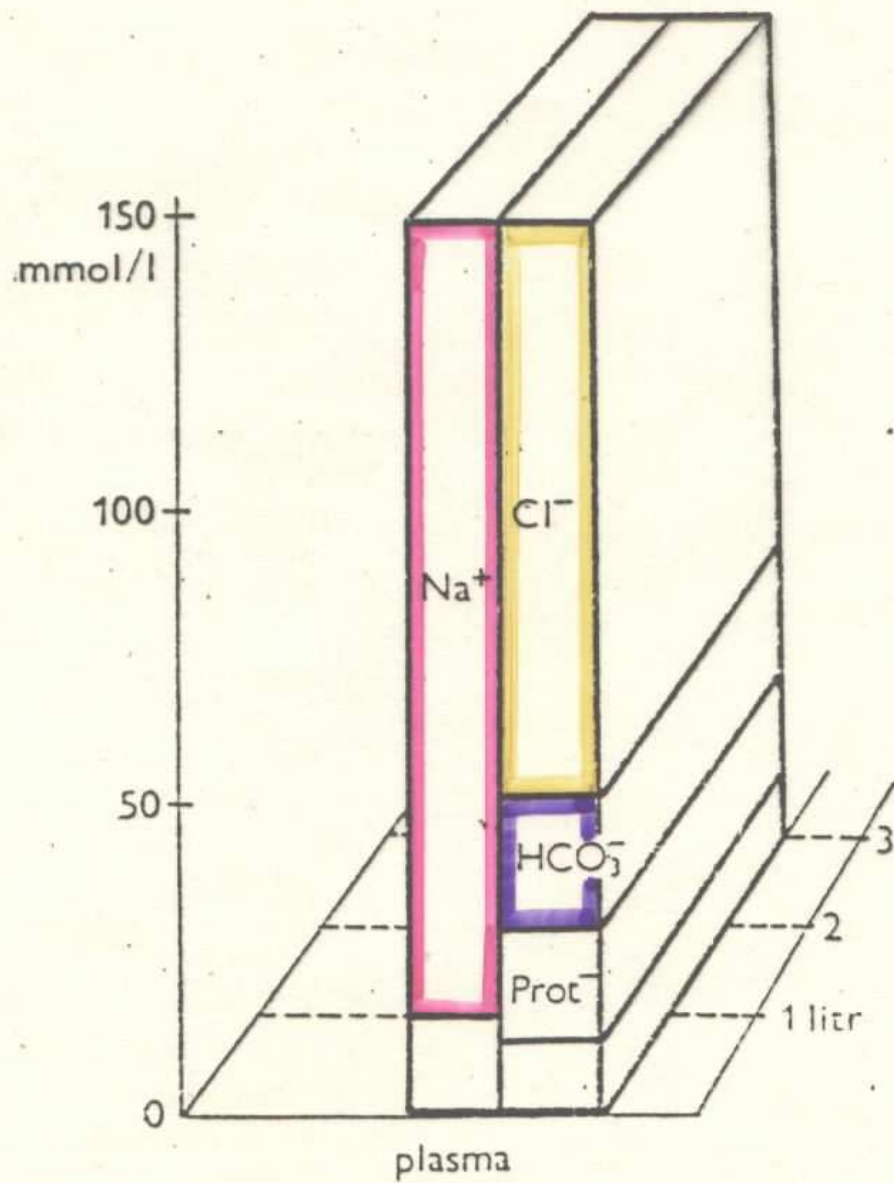
(z reziduálních aniontů např.
zvýšení laktátu nebo ketolátek
= acetoacetát, hydroxybutyrát)

Normochlor(id)emic acidose :



the excess of residual anions (green) is compensated for decrease of alkalic bicarbonates (blue), others anions unchanged

(from the residual anions for example: increase in lactate or in ketobodies = acetoacetát, hydroxybutyrát).



Blood plasma

Iontové složení tělesných tekutin a jejich průměrná tvorba za 24 hodin. Pro srovnání uvedeno složení a objem krevní plasmy.

Kombinovaná porucha ABR



zdánlivě normální stav

hlad



ketoacidóza → ↑ [RA]

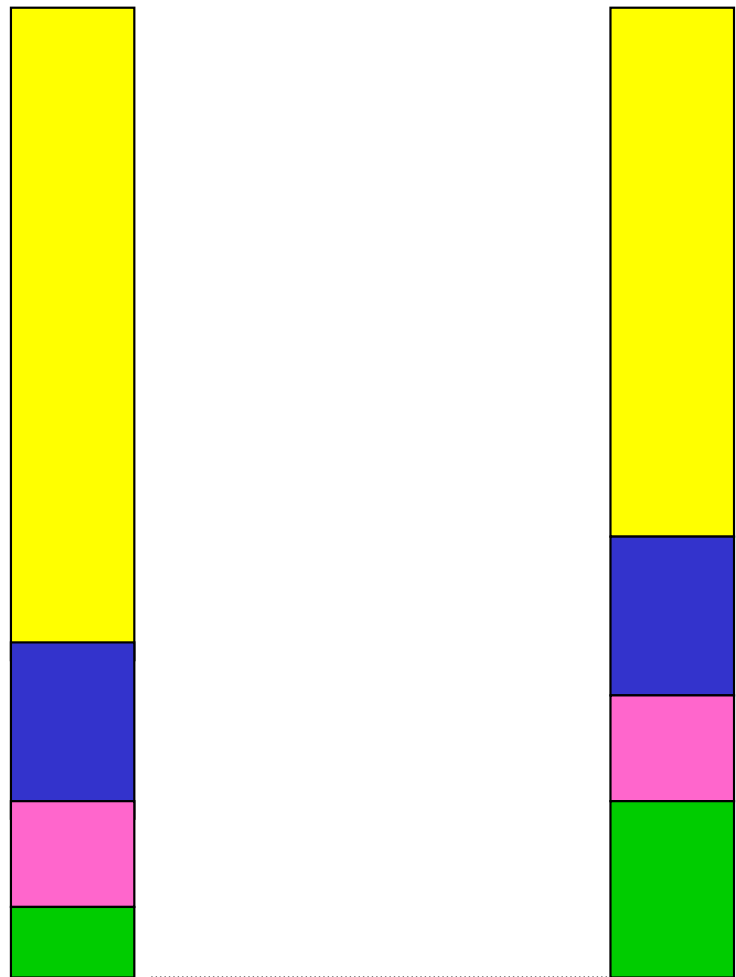
zvracení



hypochloremická
MAIk

↑ [RA] ^{může} vyrovnat ↓ [Cl⁻]

Kombinovaná porucha (MAlk + MAc):



normální stav

porucha

úbytek chloridů (žlutě)
může být kompenzován
odpovídajícím zvýšením
reziduálních aniontů
(zeleně), ostatní anionty
nezměněny → normální
parametry ABR ;
(jindy jedna z poruch
převládá ...)

(např. zvracení v těhotenství →
hypochloremická alkalóza + hladová
ketoacidóza)

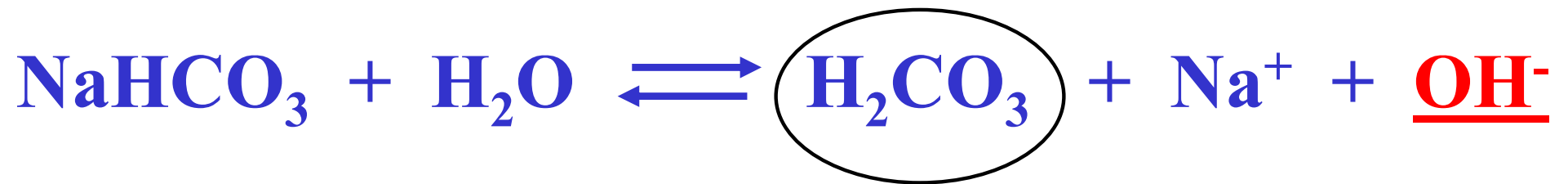
Parametry ABR a ionty

Stanovení parametrů ABR zpravidla vždy doplňujeme stanovením koncentrace iontů:

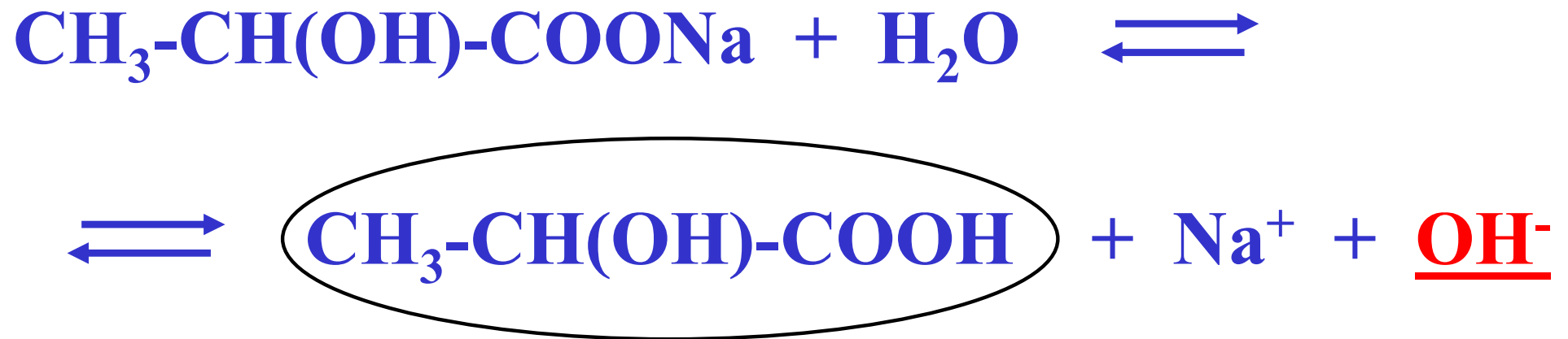
$[\text{Na}^+]$	($\sim 140 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$)
$[\text{K}^+]$	($\sim 4,4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$)
$[\text{Cl}^-]$	($\sim 100 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$)

Odchylka chloridů od normy má základní význam pro rozpoznání typu kombinované poruchy ABR.

Hydrogenuhlíčan („bikarbonát“):



Natrii lactas (mléčnan sodný):



vs. laktátová acidóza !

v důsledku hydrolýzy obě látky reagují zásaditě

Elektrolytové infúzní roztoky

- okyselující

Roztok (1000 ml)	Na ⁺ (mmol)	K ⁺ (mmol)	Cl ⁻ (mmol)	HCO ₃ ⁻ (mmol)	Ca ²⁺ (mmol)	Mg ²⁺ (mmol)
F 1/1	154		154 (zv)			
R 1/1	147	4,0	156 (zv)		2,3	

F = infusio natrii chloridi isotonica, infusio “fysiologica”

R = infusio Ringeri

zv = zvýšen (ve srovnání s krevní plasmou)

poměr [Cl⁻] / [Na⁺]: plasma krevní 100 / 140 = 0,71
F 1/1 154 / 154 = 1 (zv)
R 1/1 156 / 147 = 1,06 (zv)

Elektrolytové infúzní roztoky

- alkalizující

Roztok (1000 ml)	Na ⁺ (mmol)	K ⁺ (mmol)	Cl ⁻ (mmol)	HCO ₃ ⁻ (mmol)	Ca ²⁺ (mmol)	Mg ²⁺ (mmol)
RL 1/1	130	4,0	110	(27,6)	1,8	
H 1/1	130	5,4	112	(27)	0,9	1,0
D 1/1	121	36 (zv !)	104	(53 !)		
EL 1/1	140	4,0	103	(48 !)		

RL = infusio Ringeri cum natrii lactate

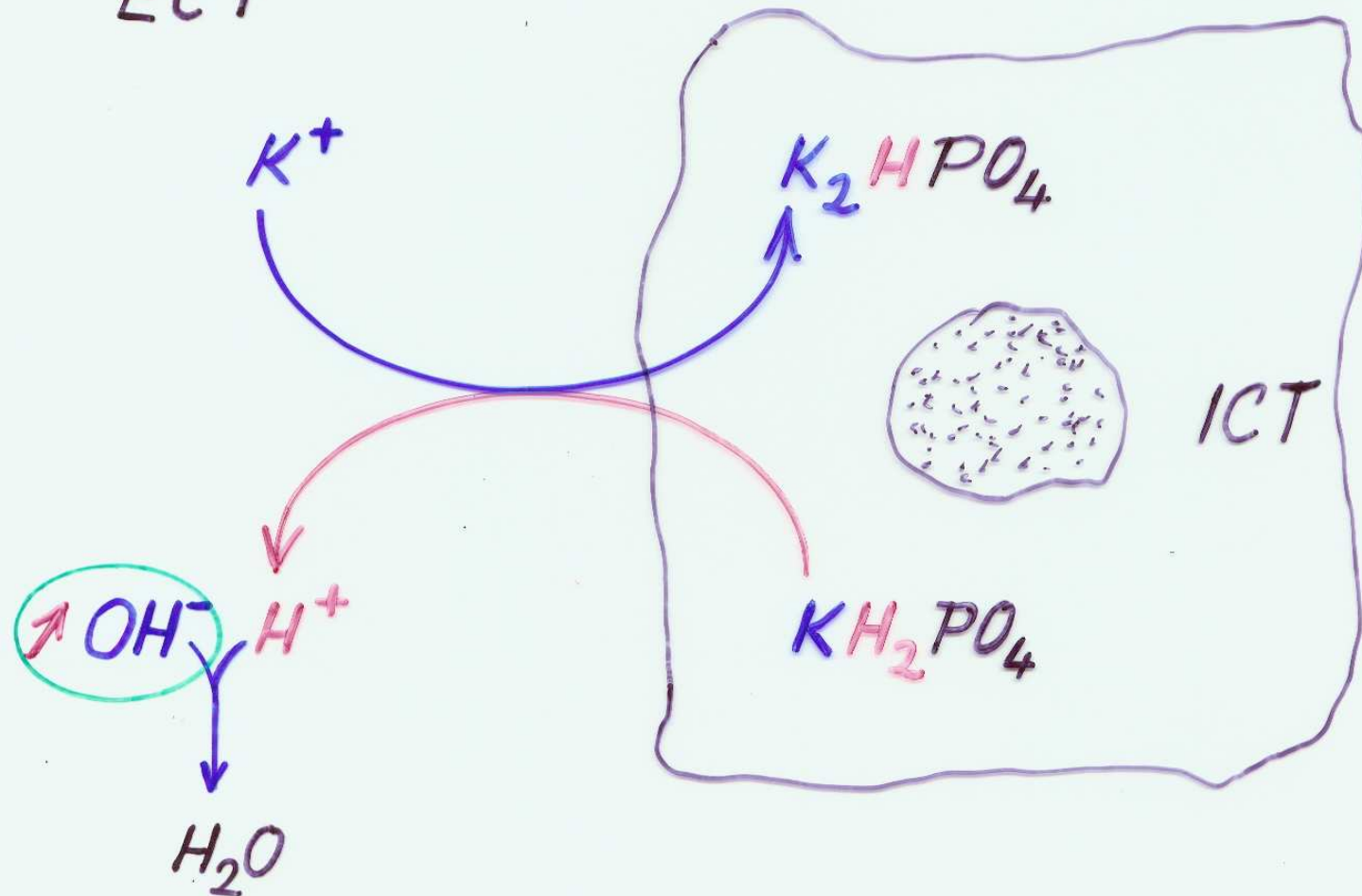
H = infusio Hartmanni

D = infusio Darrowi

EL = infusio electrolytica cum natrii lactate

1/1 = neředěný roztok, (existují roztoky např. s poloviční koncentrací "1/2")

ECT



Alk \rightarrow $\downarrow [K^+]$ \approx ECT "hypokalemická alkalóza"



Roztoky zabezpečující dodávku plných elektrolytů

INFUSIO NATRII CHLORATI ISOTONICA

Základní infusní roztok s obsahem sodíkových a chloridových iontů.

Balení: skleněná láhev - 100 ml, 250 ml, 400 ml, 500 ml

PE láhev - 500 ml, 500 ml k oplachům

PVC vak - 100 ml, 250 ml, 500 ml, 1000 ml, 2000 ml

INFUSIO HARTMANNI

Standardní přibližně izoosmotický infusní roztok s obsahem základních kationtů a laktátu. Vzhledem k vyváženému poměru koncentrací chloridového a laktátového aniontu, který se v organismu mění na bikarbonát, nemá podání roztoku významný vliv na acidobazickou rovnováhu, působí jen velmi mírně alkalizačně. Laktát je energetickým zdrojem při nepoškozených jaterních funkcích.

Balení: skleněná láhev - 500 ml

INFUSIO DARROWI

Základní izoosmotický elektrolytový roztok se zvýšeným obsahem kalia a laktátu. Laktát se v organismu metabolizuje na bikarbonát, takže podání roztoku působí mírně alkalizačně. Laktát přispívá k energetické bilanci, doplnění ztrát tělesných tekutin u stavů s hypokalemií a acidózou nebo se sklonem k acidóze.

Balení: skleněná láhev - 500 ml

INFUSIO RINGERI

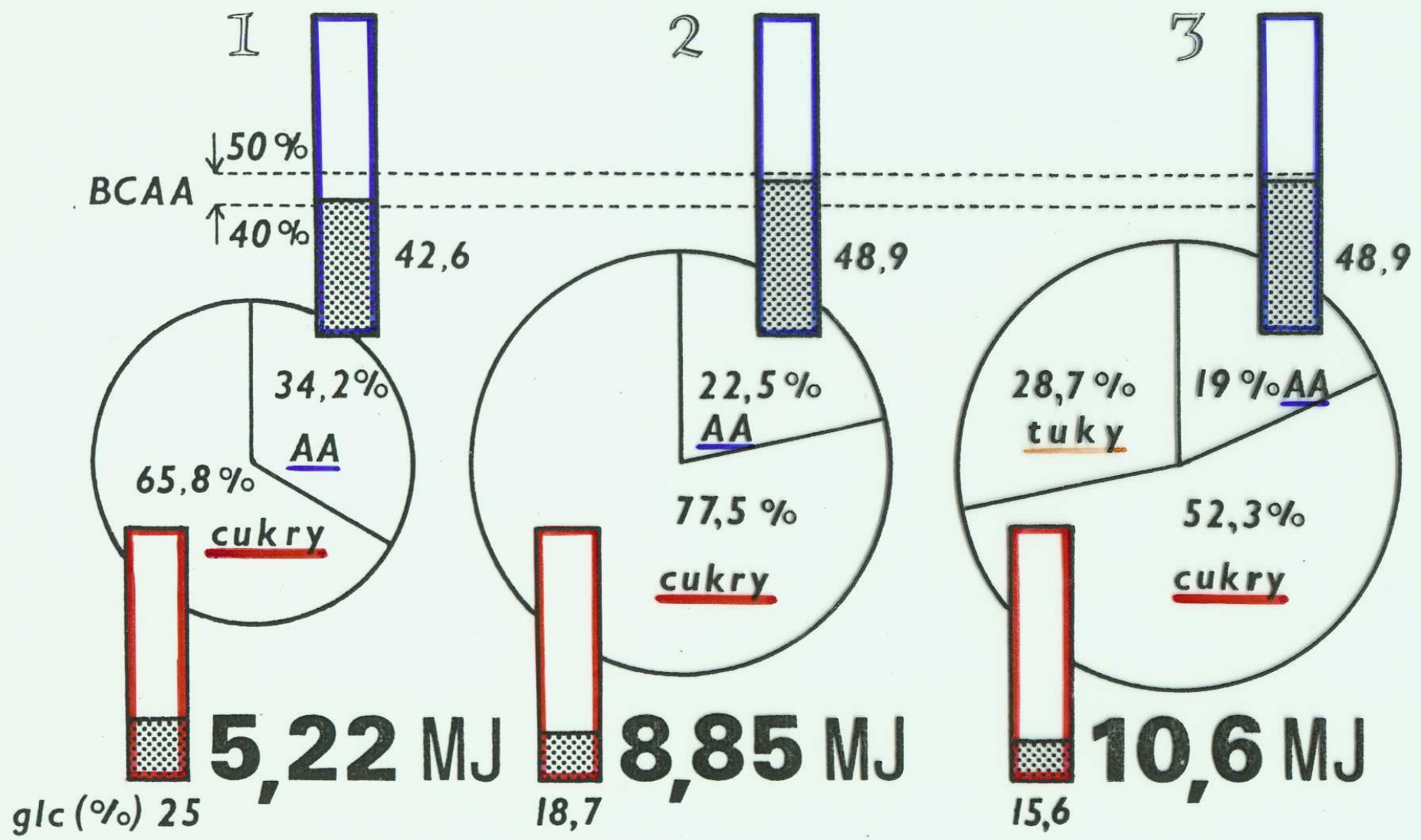
Základní izoosmotický infusní roztok, který po podání působí mírně acidifikačně. Pro doplnění vody a elektrolytů při dehydrataci se zvýšenými ztrátami natria, při hypovolémii z vazodilatace. Iontová rovnováha je závislá na vylučování jednotlivých iontů ledvinami a podléhá zejména mineralokortikoidní regulaci. Vodní homeostáza je řízena antidiuretickým hormonem.

Balení: skleněná láhev - 500 ml

INFUSIO RINGERI - laktát

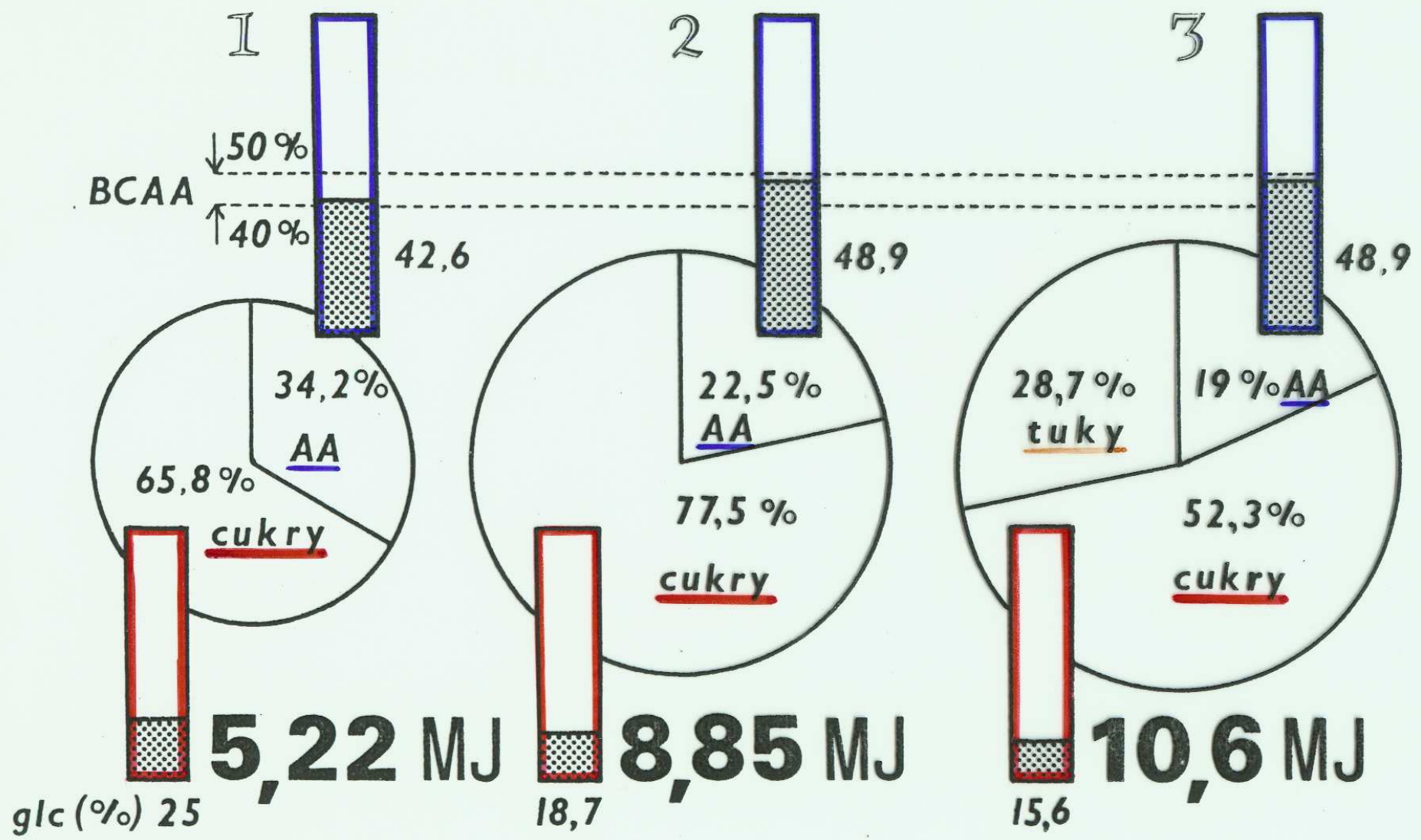
Základní přibližně isoosmotický infusní roztok s obsahem základních iontů a laktátu. Vzhledem k vyváženému poměru koncentrací chloridového a laktátového aniontu působí jen velmi mírně alkalizačně, nemá významný vliv na acidobazickou rovnováhu.

Balení: skleněná láhev - 500 ml



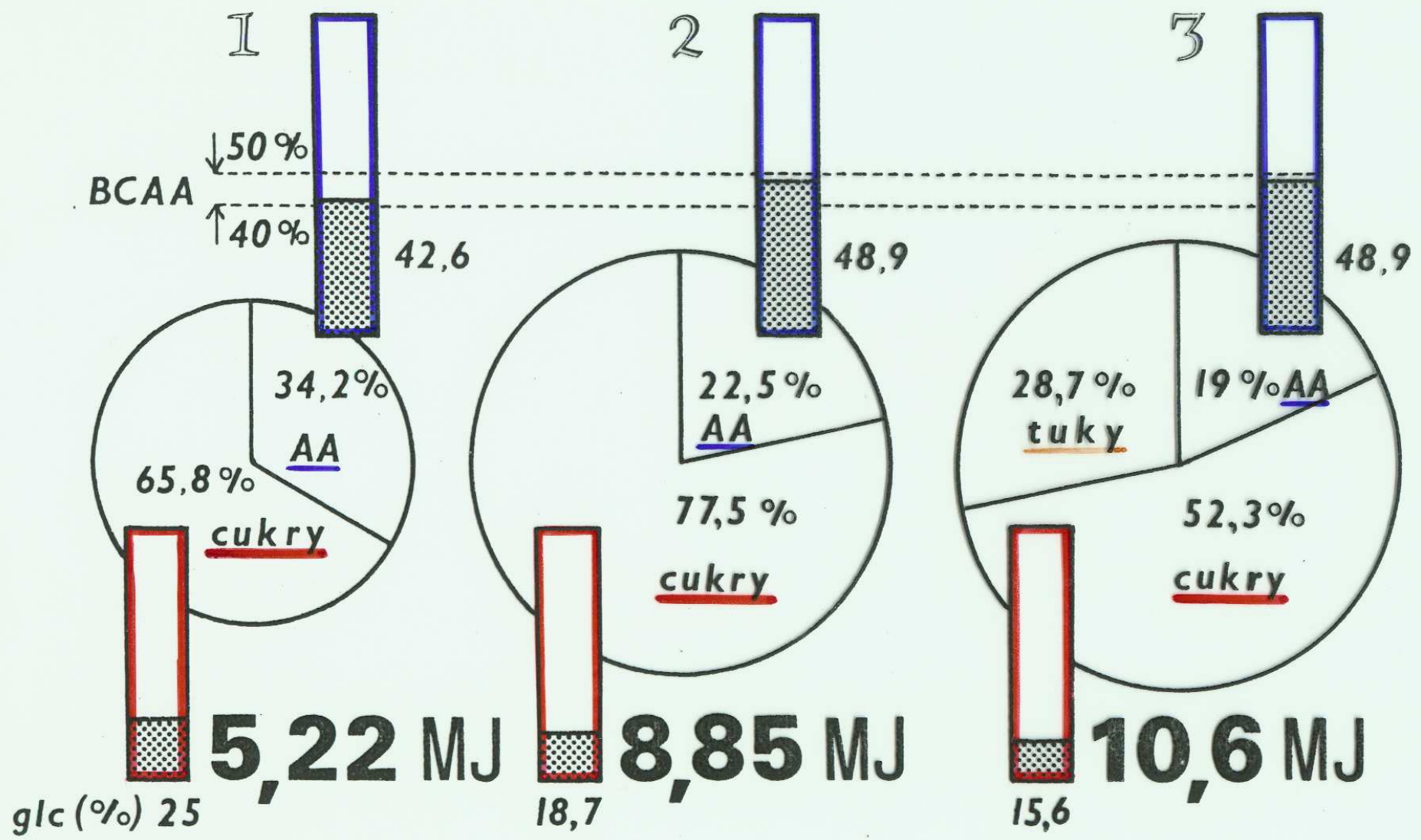
1. etapa / 1st stage :





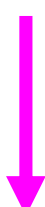
2. etapa / 2nd stage :





Korekční vzorec pro úhradu vody za hypernatremie

$$\text{H}_2\text{O (litry)} = \frac{[\text{Na}^+] - 140}{140} \cdot \text{CTV}$$


**60 %
hmotnosti**

Roztoky zabezpečující dodávku volné vody

INFUSIO GLUCOSI 5%

Infusní roztoky glukózy, určené k doplnění ztrát vody v organismu, jako nosné roztoky pro léčiva (5%, 10%). Zajištění nutriční potřeby organismu společně s roztoky aminokyselin, případně i tukových emulzí v systémech parenterální výživy.

Balení: 5% a 10% roztoky - skleněná láhev - 100 ml, 250 ml, 400 ml, 500 ml
- PE láhev - 500 ml
- PVC vak - 250 ml, 500 ml, 1000 ml

20% roztok - skleněná láhev - 500 ml

40% roztok - skleněná láhev - 500 ml

INFUSIO SORBITOLI 5%

Vodné roztoky sorbitolu bez přísady elektrolytů. Sorbitol je alkoholický cukr, po intravenózním podání se metabolizuje převážně v játrech na fruktózu, jako zdroj energie lze použít ve výjimečných indikacích.

Balení: skleněná láhev - 500 ml

INFUSIO GLUCOSI 10%

INFUSIO SORBITOLI 10%



Korekční vzorce: deficit chloridů

$$Cl^-_{(mmol)} \rightarrow 0,3 \cdot BE_{STD} \cdot \text{hmotnost (kg)}$$

Korekční vzorce:

deficit hydrogenuhličitanu
(„bikarbonátu“)

$$\text{HCO}_3^- (\text{mmol}) \rightarrow \frac{1}{8} \cdot \text{deficit } \text{HCO}_3^- \cdot \text{hmotnost} (\text{kg})$$

↓
(24 - HCO_3^-)

Korekční vzorce: deficit draselných iontů

K^+
(mmol)

1) $\rightarrow ECT \cdot (4,4 - K^+) \cdot 3 + \text{substituce}$
denních ztrát

2) $\rightarrow ECT \cdot (4,4 - K^+)$
~ pH!

katabolismus diureza

ABR

~~x~~

n

n

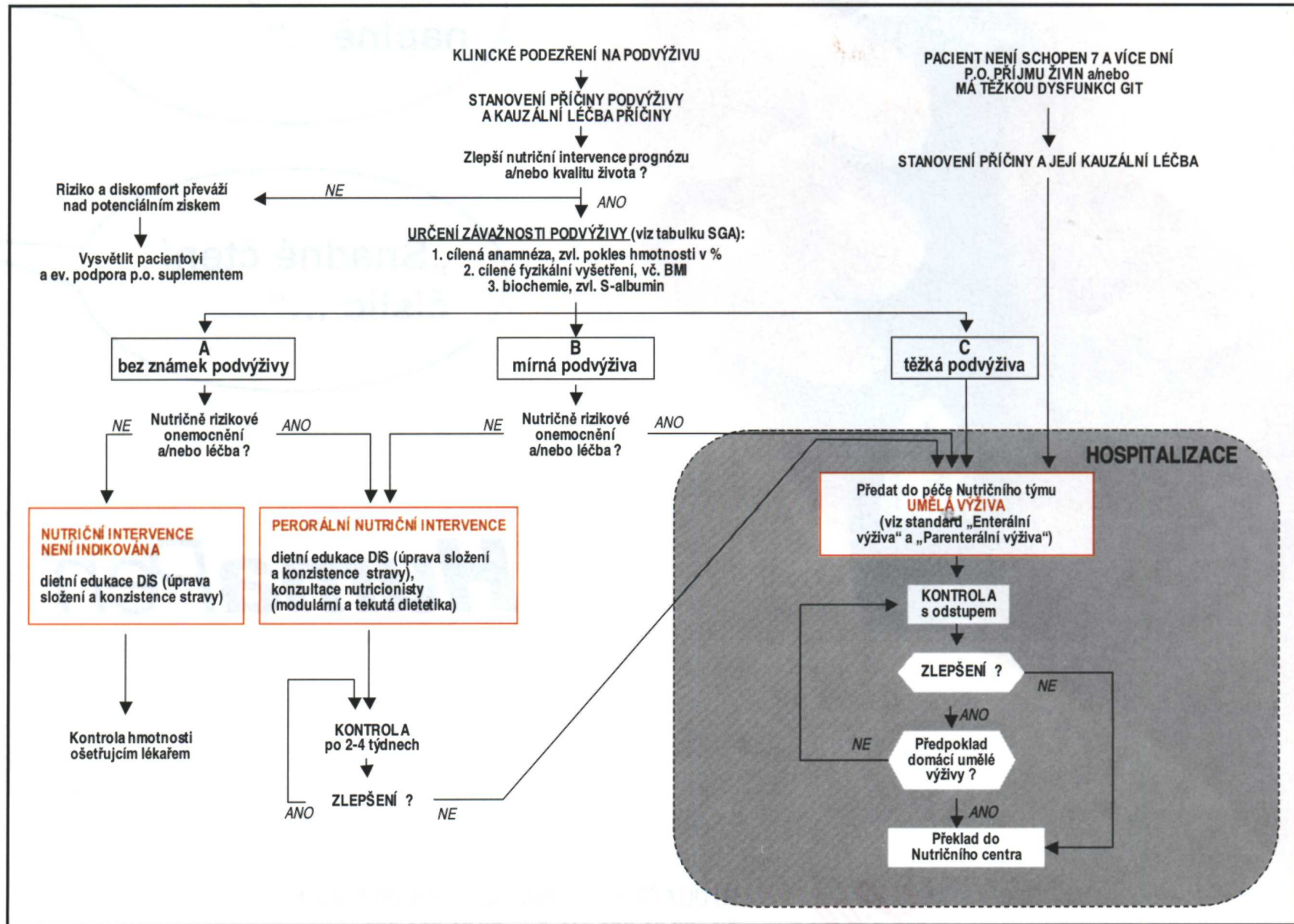
+

+

↓ jen ně-
kolik hod

pH = 7,4 $\rightarrow K^+ = 4,4 \text{ mmol/l}$

pH = 7,5 $\rightarrow K^+ = 3,8 \text{ mmol/l}$



MALNUTRICE A JEJÍ LÉČBA Česká spol. pro klinickou výživu a intenzivní metabolickou péči (Standard „Podvýživa“ 2002)

tíže podvýživy	typická kritéria
A - klinicky nevýznamná	<ul style="list-style-type: none"> - pokles váhy do 10 %, s recentním váhovým vzestupem, - gastrointestinální symptomy řídké (méně než 2 týdny), - bez somatických a zcela bez funkčních známek podvýživy
B - mírná až středně závažná	<ul style="list-style-type: none"> - pokles váhy kolem 10 %, malý příjem živin, - denně gastrointestinální symptomy, - lehká deplece podkožního tuku, bez funkčních projevů
C - těžká podvýživa	<ul style="list-style-type: none"> - pokles váhy přes 15 %, pokračující, minimální příjem živin, - těžké časté gastrointestinální symptomy trvající přes 2 týdny, - deplece tuku a svalů, případně otoky, s funkční alterací

Roztoky ovlivňující a udržující krevní objem

DEXTRAN 6% ve fyziologickém roztoku

6% roztok vysokomolekulárního polysacharidu dextransu o průměrné molekulové hmotnosti M_r 70 000 v izotonickém roztoku chloridu sodného. Podstatou jeho účinku je schopnost vázat velké množství vody, která spočívá v koloidně osmotickém a onkotickém efektu dextransu podobně jako u plazmy. Dextran 6% je dočasná náhrada krevní plazmy u stavů, kde došlo ke ztrátám krevní tekutiny.

Balení: skleněná láhev - 500 ml
PE láhev - 500 ml

RHEODEXTRAN 10% ve fyziologickém roztoku

RHEODEXTRAN 10% v glukózovém roztoku

10% roztok polysacharidu dextransu o průměrné molekulové hmotnosti M_r 40 000 v izotonickém roztoku chloridu sodného nebo v 5% roztoku glukózy. Koloidní náhražka krevní plazmy se střednědobým plazmaexpanzivním účinkem, objem cirkulující krve zvyšuje až o 150 % podaného objemu. Má vyšší koloidně osmotický tlak než plazma, což vede k přesunu tekutiny do cévního řečiště také z vlastních zdrojů tělesných tekutin. Má specifický vliv na kapilární cirkulaci, zlepšuje rheologické vlastnosti krve, snižuje viskozitu krve a usnadňuje tkáňovou perfusi.

Balení: skleněná láhev - 500 ml

TENSITON

Tensiton představuje kombinaci vysoce osmoticky účinného hypertonického roztoku chloridu sodného s lehce hyperonkicky účinným roztokem vysokomolekulárního polysacharidu dextransu 70. Je určen pro rychlou resuscitaci oběhu malými dávkami ("small volume resuscitation"). Jedná se o postup, který představuje moderní trend v intenzivní péči o nemocné vyžadující agresivní resuscitaci a úpravou volumu v bezprostřední poagresivní fázi zabraňuje hypoperfusi tkání a orgánů.

Balení: PE láhev - 500 ml



Nutriční roztoky

1. Nové standardní aminoroztoky

NEONUTRIN 5%

NEONUTRIN 10%

NEONUTRIN 15%

Neonutrin je nejmodernější roztok aminokyselin III. generace pro parenterální výživu. Receptura Neonutrinu byla sestavena tak, aby byla zajištěna optimální stimulace proteosyntézy a tím i příznivá dusíková bilance. Obsahuje 20 % větvených, 44 % esenciálních a vyvážené spektrum asistujících aminokyselin.

Obsahuje asparagin (trofické efekty podobné glutaminu), tyrosin je ve formě biologicky dostupnějšího dipeptidu-glycyltyrosinu. Vyšší je zastoupení cysteinu/cystinu (význam pro udržení buněčné antioxidační aktivity), histidinu a prolinu. Jaterní index je 3. Neobsahuje elektrolyty, je ideální pro přípravu směsí all-in-one pro parenterální výživu. Lze použít i v pediatrii u dětí od 2 let věku.

Balení: skleněná láhev – 500 ml



3. Inovované orgánově specifické aminoroztoky

NEONUTRIN C

Neonutrin C je roztok aminokyselin, kyseliny jablečné a elektrolytů, určený k léčení a prevenci encefalopatie při jaterním selhání a k úpravě metabolismu dusíku a amoniaku při jaterní nedostatečnosti. Neobsahuje cukernou složku. Možno podávat dětem i dospělým, lze použít samostatně i do all-in-one směsi pro parenterální výživu.

Balení: skleněná láhev - 500 ml

NEONUTRIN U

Neonutrin U je 6,5% roztok aminokyselin (poměr esenciálních a celkových aminokyselin 0,92). U renální insuficience jsou v plazmě i ve tkáních sníženy hladiny esenciálních aminokyselin, zejména větvených, a lysinu, z neesenciálních prolinu. Neonutrin U tuto depleci suplementuje. Při renální insuficienci je snížena tvorba argininu a histidinu. Arginin je klíčovou detoxikační aminokyselinou v metabolismu amoniaku, histidin je při renální insuficienci semiesenciální aminokyselinou nutnou k syntéze hemoglobinu a albuminu. Obě tyto aminokyseliny tvoří 10 % z celkového množství aminokyselin v přípravku. Pro blok enzymatické přeměny fenylalaninu je výhodná přítomnost tyrosinu (ve formě acetyltyrosinu). Neobsahuje cukernou složku. Možno použít samostatně i do all-in-one systémů pro parenterální výživu.

Balení: skleněná láhev - 500 ml



