

METABOLISMUS

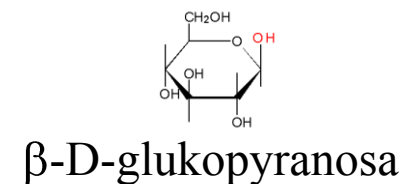
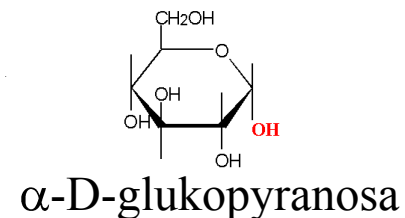
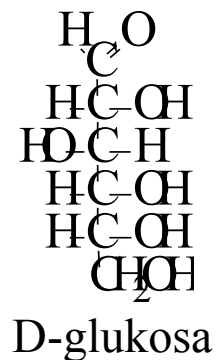
SACHARIDŮ

© Biochemický ústav LF MU 2013 - (H.P.)



Rozdělení sacharidů

Monosacharidy: glukosa
fruktosa
galaktosa



Oligosacharidy: 2-10 podjednotek monosacharidů
vazba glykosidová (např. α -1,4 nebo β -1,4)
sacharosa (glukosa+fruktosa)
maltosa (glukosa+glukosa),
laktosa (glukosa+galaktosa)

Polysacharidy

Polysacharidy

Polysacharidy: až tisíce monosacharidových podjednotek
vazba glykosidová (např. α -1,4 nebo α -1,6)
mohou obsahovat i více druhů monosacharidových
podjednotek i necukerné složky

glykogen – „živočišný škrob“

syntéza ze sacharidů přijatých potravou
glukosové jednotky (vazba α -1,4 a α -1,6)

škrob – zásobní látka rostlin

glukosové jednotky (vazba α -1,4 a α -1,6)
amyloza + amylopektin

celulosa – stavební rostlinný polysacharid

glukosové jednotky (vazba β -1,4)
nestravitelná pro člověka – vláknina potravy

Hlavní živina pro lidský organismus

Sacharidy

Využitelné sacharidy

Polysacharidy

škrob (těstoviny, rýže, pudinky,
brambory,...)

Oligosacharidy

sacharosa (sladká jídla..)

laktosa (mléko,..)

maltosa (pivo, slad..)

Monosacharidy

glukosa (ovoce..)

fruktosa (med, ovoce..)

galaktosa

Nevyužitelné sacharidy

Polysacharidy

celulosa (ovoce, zelenina)



VLÁKNINA

Obsah škrobu v potravinách

(průměrné hodnoty)

Potravina	Škrob (%)
Pudinkový prášek	80
Mouka pšeničná	75 !
Rýže	75 !
Těstoviny	70 !
Rohlík	60
Luštěniny	60
Chléb	50
Celozrnné pečivo	40
Brambory	15
Banán	15

Obsah glukosy v potravinách

Potravina	Glukosa (%)
Glukopur	100
Rozinky	50 !
Med	30
Hrozny	6-10 !
Ovoce	1-5



! U diabetiků nutná velká opatrnost



Nejrozšířenější sacharid

Glukosa

(volná i vázaná)



Sacharid tvořící největší využitelný

zdroj energie

škrob

Sacharid tvořící významnou složku nestravitelného

podílu v potravě

celulosa

Trávení sacharidů

Schematicky

Ústa → žaludek → tenké střevo → portální žíla

Ústa:

slinná **α -amylasa** (štěpení α -1,4 glykosidových vazeb)

škrob \Rightarrow dextriny

Žaludek:

žádný enzym štěpící sacharidy

inaktivace slinné α -amylasy

Tenké střevo :

pankreatická **α -amylasa** (štěpení α -1,4 glykosidových vazeb)

dextriny a (škrob) \Rightarrow maltosa, isomaltosa, D-glukosa

specifické **disacharidasy** (štěpení na monosacharidy)

sacharosa, laktosa \Rightarrow glukosa, fruktosa,
galaktosa

kartáčový lem enterocytů

absorpce monosacharidů \Rightarrow buňky střevní sliznice

Portální žíla

transport monosacharidů do jater

Proč organismus nevyužívá celulosu jako zdroj energie



Celulosa



glukosové jednotky

~~β -1,4-glykosidová vazba~~

Nejvýznamnější monosacharidy v metabolismu

GLUKOSA

Fruktosa

Galaktosa

GLUKOSA V KRVÍ

! Nesmí klesnout pod 3 mmol/l !

3,9-5,6 mmol/l plasma

Zvyšuje
hladinu glukosy

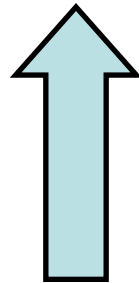
Snižuje
hladinu glukosy

Glukagon

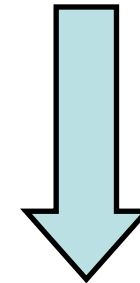
Adrenalin

Glukokortikoidy

(Kortizol)



Regulace hormonální



Insulin

Stanovení glukosy v kapilární krvi

GLUKOMETRY



Accu-Chek® - Performa Nano



Accutrend® GCT



Glukometr One touch Ultra

Postup práce s glukometrem



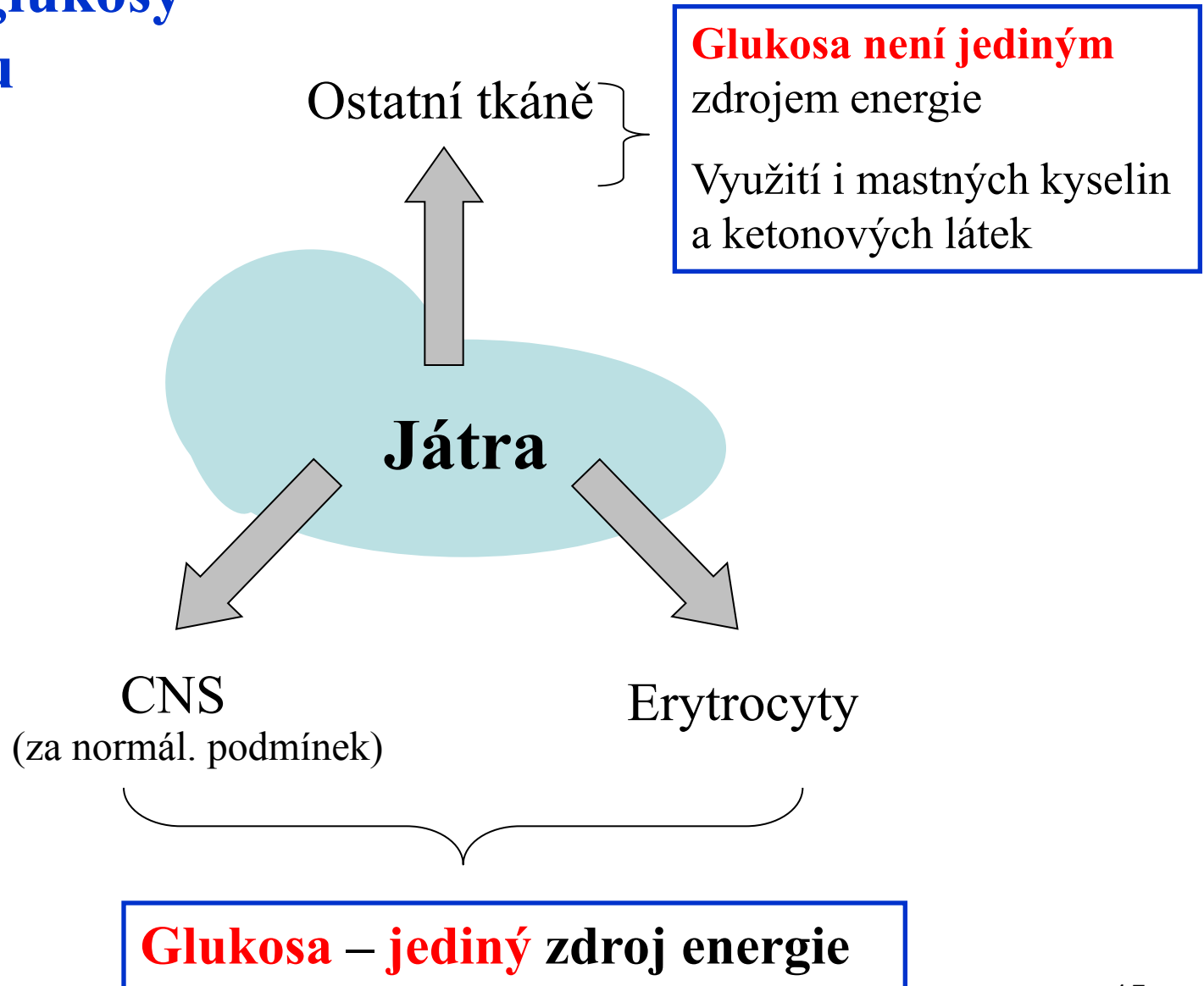
Nejvýznamnější orgán v metabolismu sacharidů



JÁTRA

- zásobuje ostatní tkáně glukosou
- metabolizuje glukosu - získá energii
 - prekursory pro ostatní látky
- syntéza glykogenu

Distribuce glukosy v organismu



Který orgán bude **přednostně** zásobován glukosou v případě , že poklesne hodnota glukosy v krvi ?



METABOLISMUS GLUKOSY

Glykolýza

Syntéza a odbourání glykogenu

Pentosový cyklus

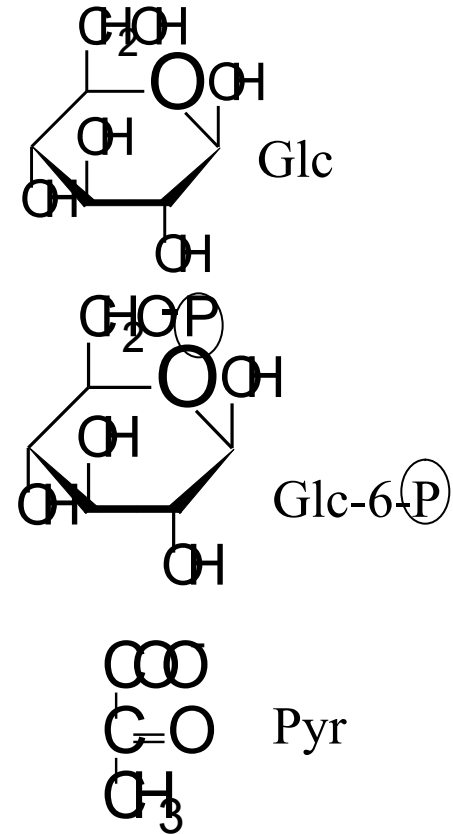
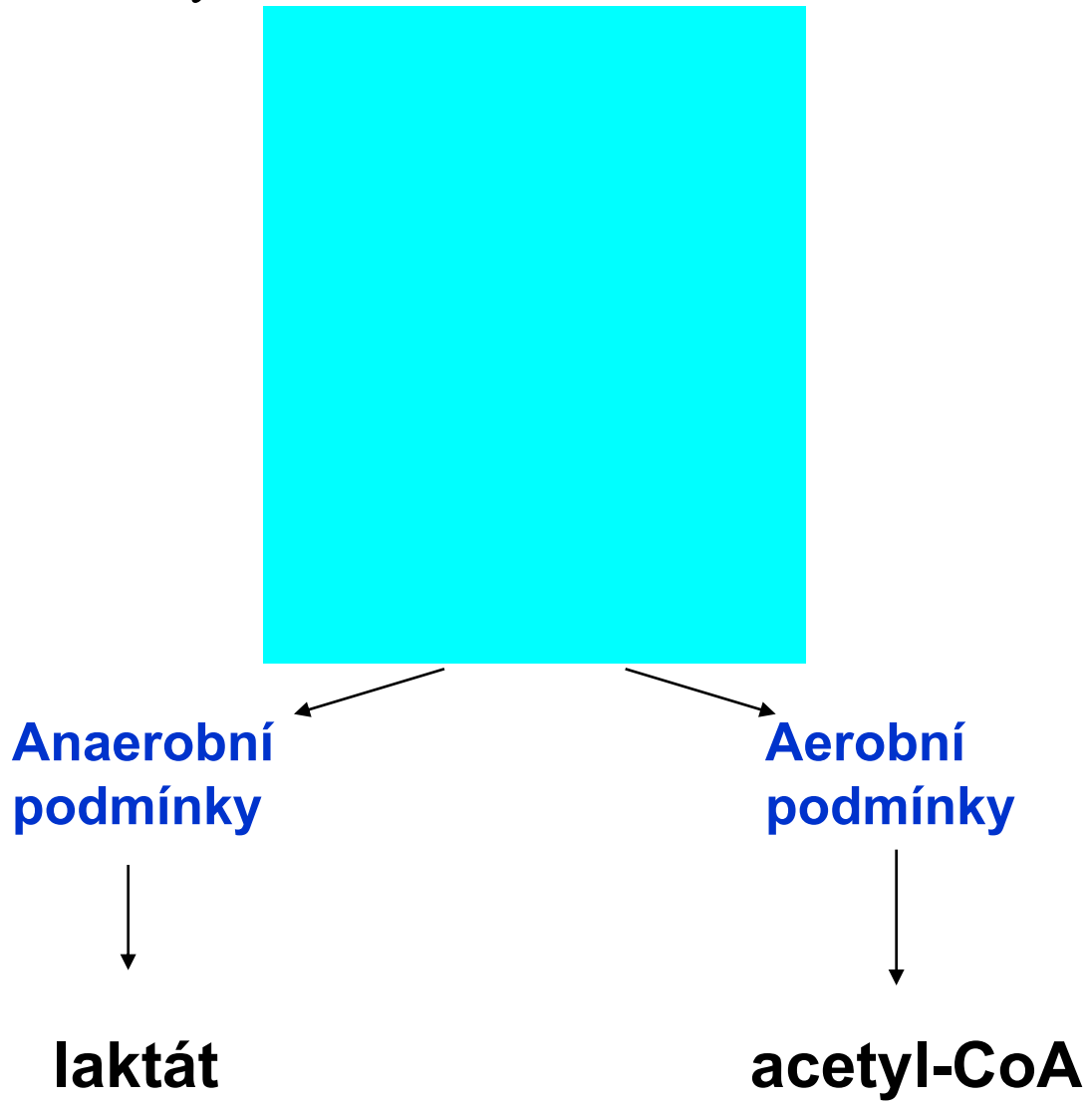
Glukoneogeneze

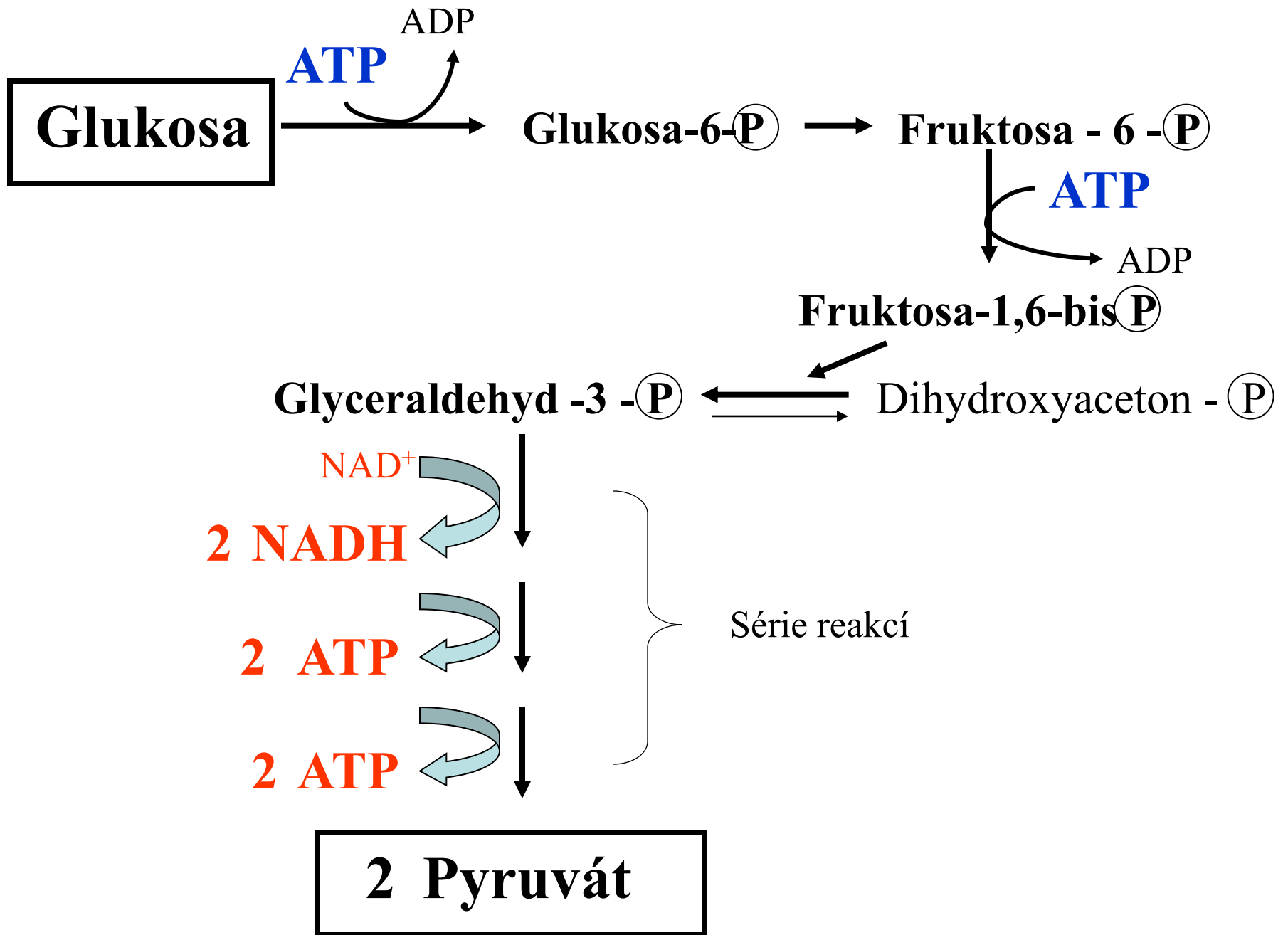
Glykolýza

- Lokalizace: cytoplasma
(většina buněk)
- Význam: získání energie
tvorba dalších látek
- Rozdělení glykolýzy: aerobní glykolýza
anaerobní glykolýza

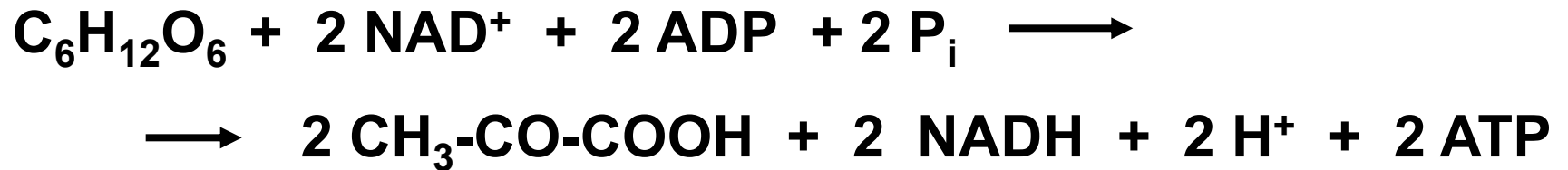
Glykolýza

schematicky





Sumární rovnice glykolýzy (anaerobní i aerobní)

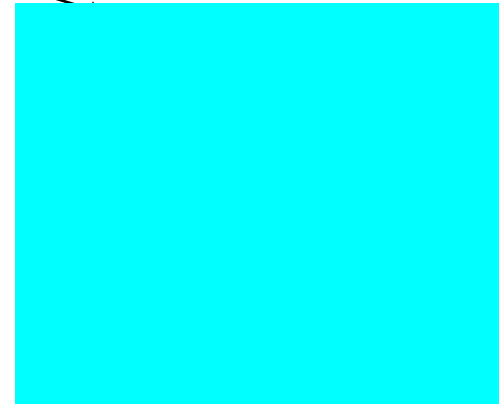
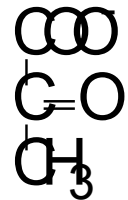
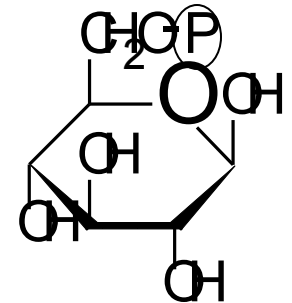
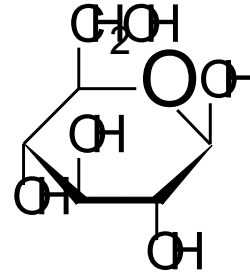
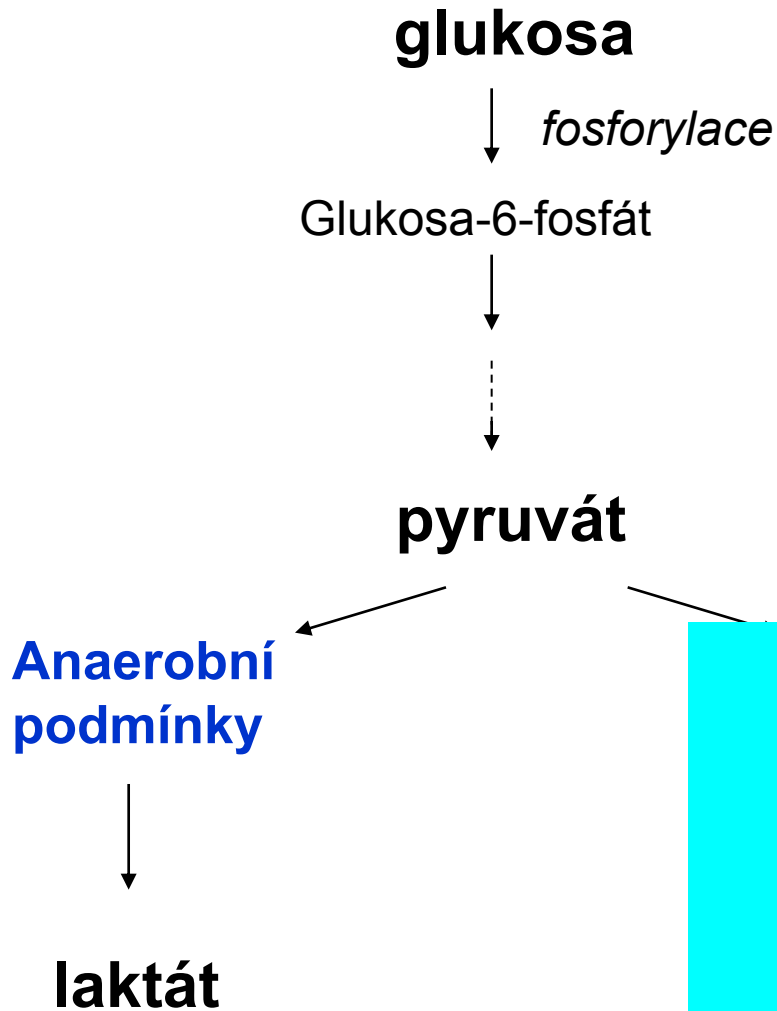


! Pro kontinuální průběh glykolýzy je třeba:

- Regenerace NAD^+ - tedy reoxidace NADH
- Dostatek ADP

Glykolýza

schematicky

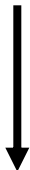


Aerobní glykolýza

glukosa

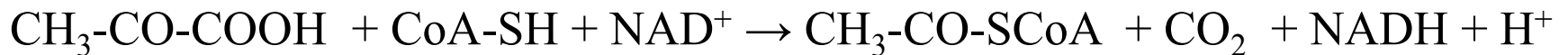


pyruvát



Oxidační dekarboxylace
(multienzymový komplex: thiamindifosfát, kyselina
lipoová, koenzym A, FAD, NAD⁺)

Acetyl-CoA



Kde probíhá aerobní glykolýza ?

- Většina buněk - matrix mitochondrie

Příklad: Kosterní sval

Kosterní sval – mírná práce nebo klid
dostatečný přívod O₂

glukosa ----> pyruvát

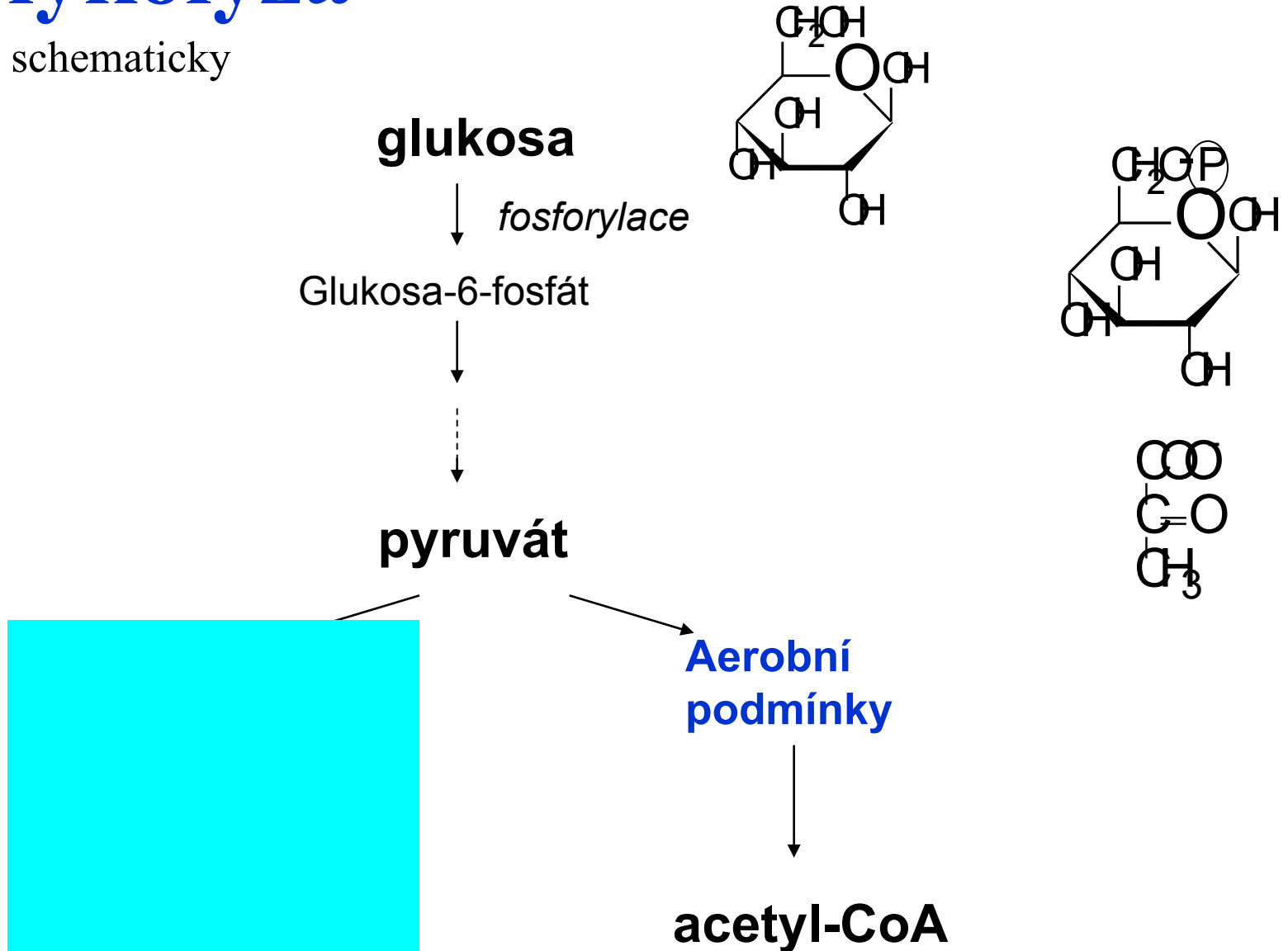


Tvorba **acetylCoA**

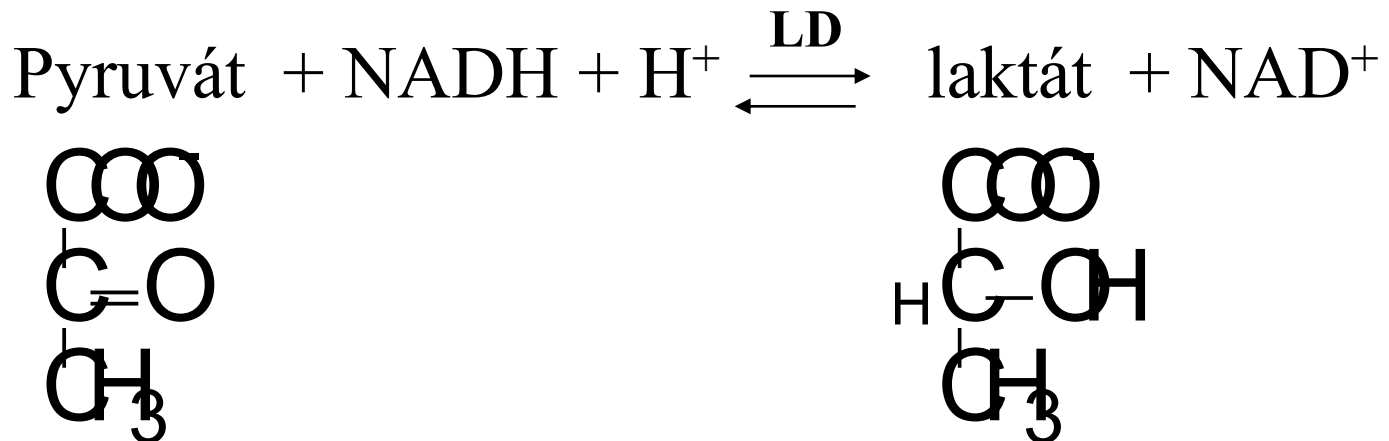
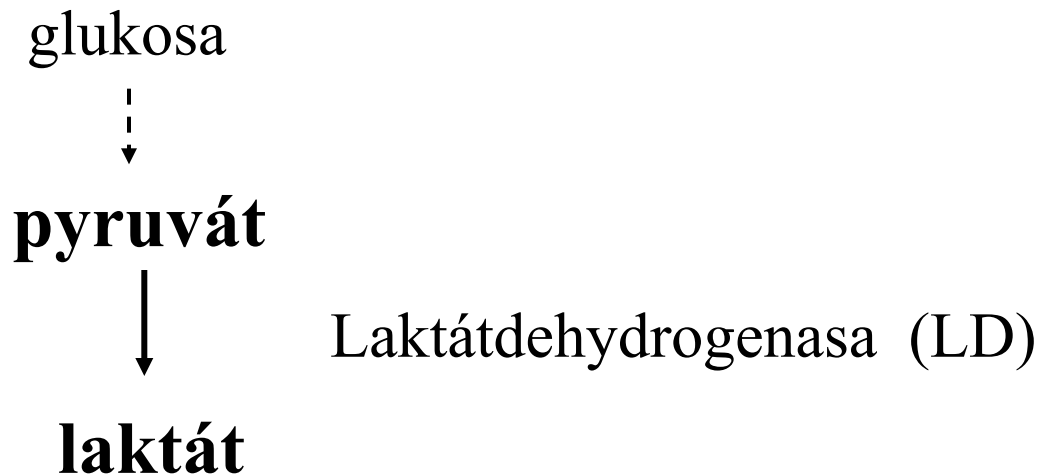
Reoxidace NADH – **dýchací řetězec**

Glykolýza

schematicky



Anaerobní glykolýza



Kde probíhá anaerobní glykolýza ?

- Většina buněk je schopna anaerobní glykolýzy

Příklad: Kosterní sval (namáhaný)

Tkáně při hypoxii

Erytrocyty

Kosterní sval - intenzivní práce

nedostatečný přívod O₂

glukosa \rightarrow pyruvát



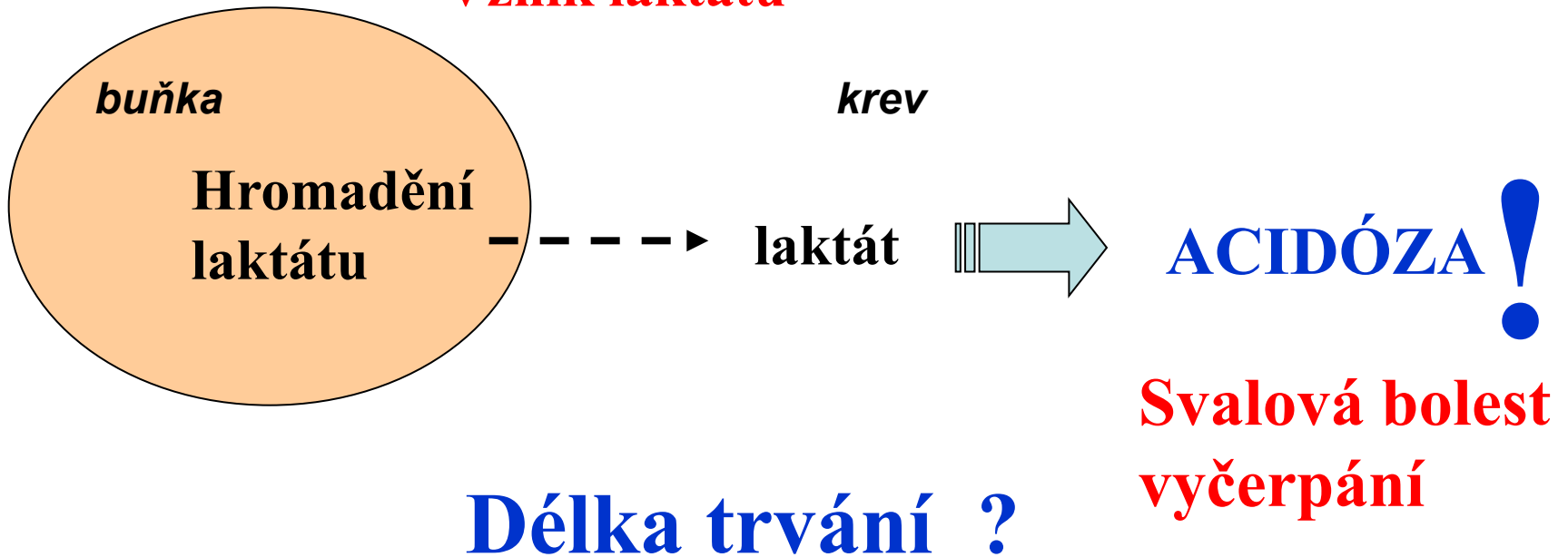
Tvorba laktátu (reakce LD)



Práce na kyslíkový dluh

Práce na kyslíkový dluh

- Intenzivní svalová činnost
- Nedostatek O₂
- **Vznik laktátu**



**Krátký omezený časový úsek
(např. sprint)**

Jak odstraníme následky svalové bolesti a vyčerpání ?

- ukončení svalové činnosti (zmírnění práce)
- dostatečné zásobení kyslíkem

Poté dochází k přeměně části laktátu na pyruvát a NADH se reoxiduje v dýchacím řetězci.

Jaký je průběh glykolýzy v kosterním svalu?

Mírná práce (klid)

Dostatečný přívod O_2

Aerobní glykolýza

Vytrvalostní běh

červená svalová vlákna

Intenzivní práce

Nedostatečný přívod O_2

Anaerobní glykolýza

Práce na kyslíkový dluh

Sprint

bílá svalová vlákna

Jaký je průběh glykolýzy v erythrocytech?

~~Aerobní glykolýza~~

Anaerobní glykolýza

Chybí mitochondrie

Tvorba laktátu

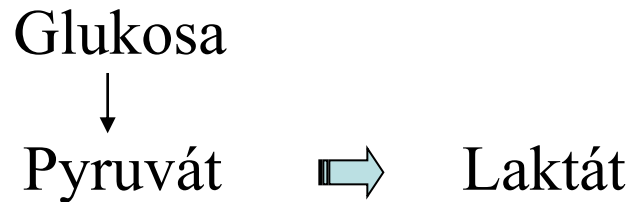
Laktát jde do krve \Rightarrow v játrech na pyruvát

Vztah vitaminů k metabolismu sacharidů



Viz. další přednáška

Energetická bilance anaerobní glykolýzy: 2 ATP



Energetická bilance aerobní glykolýzy: 38 ATP



Sumárně aerobní glykolýza:



Glykolýza

aerobní

Dostatečný přívod O₂

Vysoký zisk energie: **38 ATP**

Význam – zisk energie

anaerobní

Nedostatečný přívod O₂

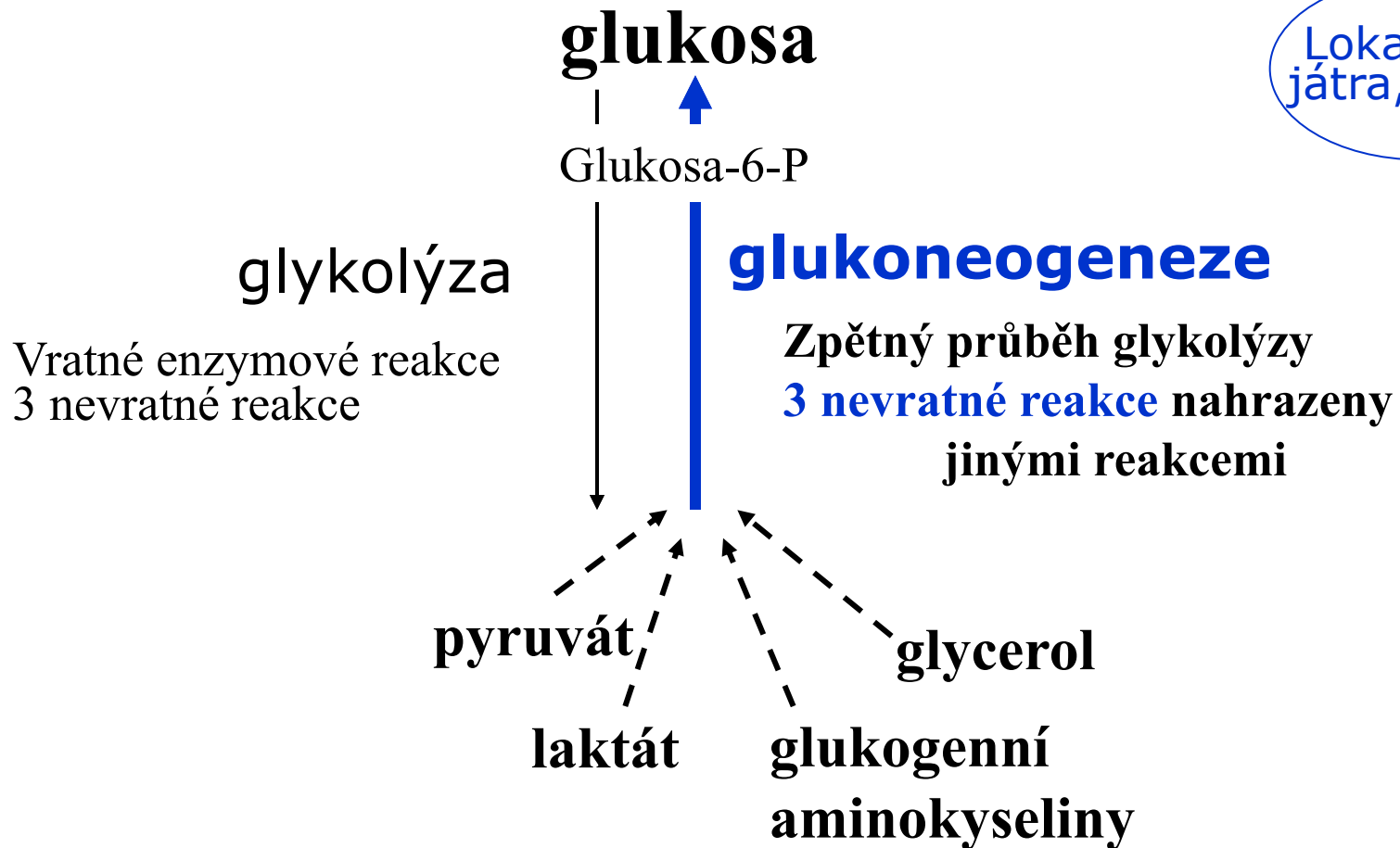
Malý zisk energie: **2 ATP**

Význam – zisk energie

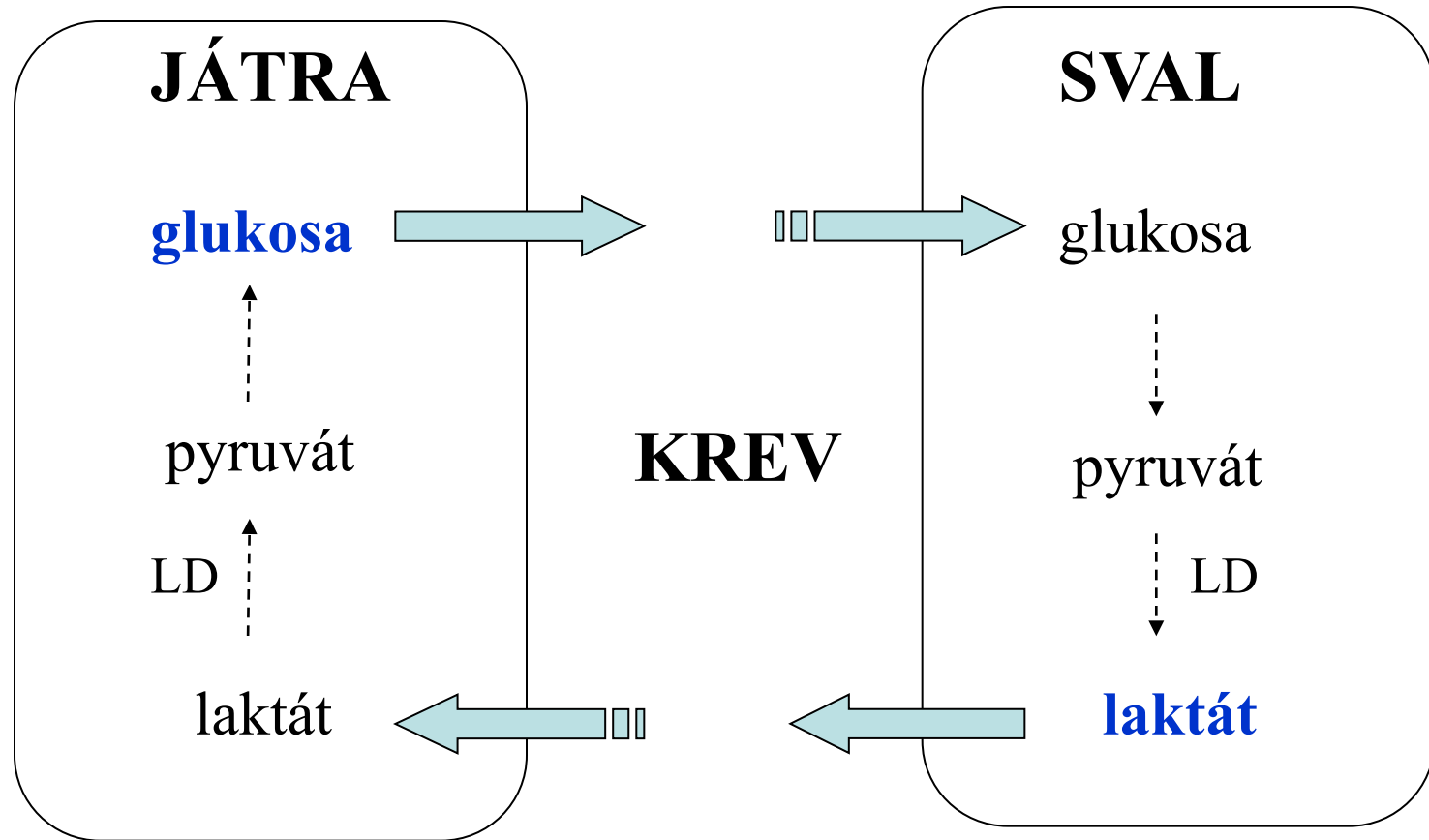
- při dějích, kdy je omezen přísun kyslíku
- tkáň nemá mitochondrie (ery, leu, ...)

Glukoneogeneze

Syntéza glukosy: z látek vzniklých katabolismem sacharidů
z **necukerných zdrojů**



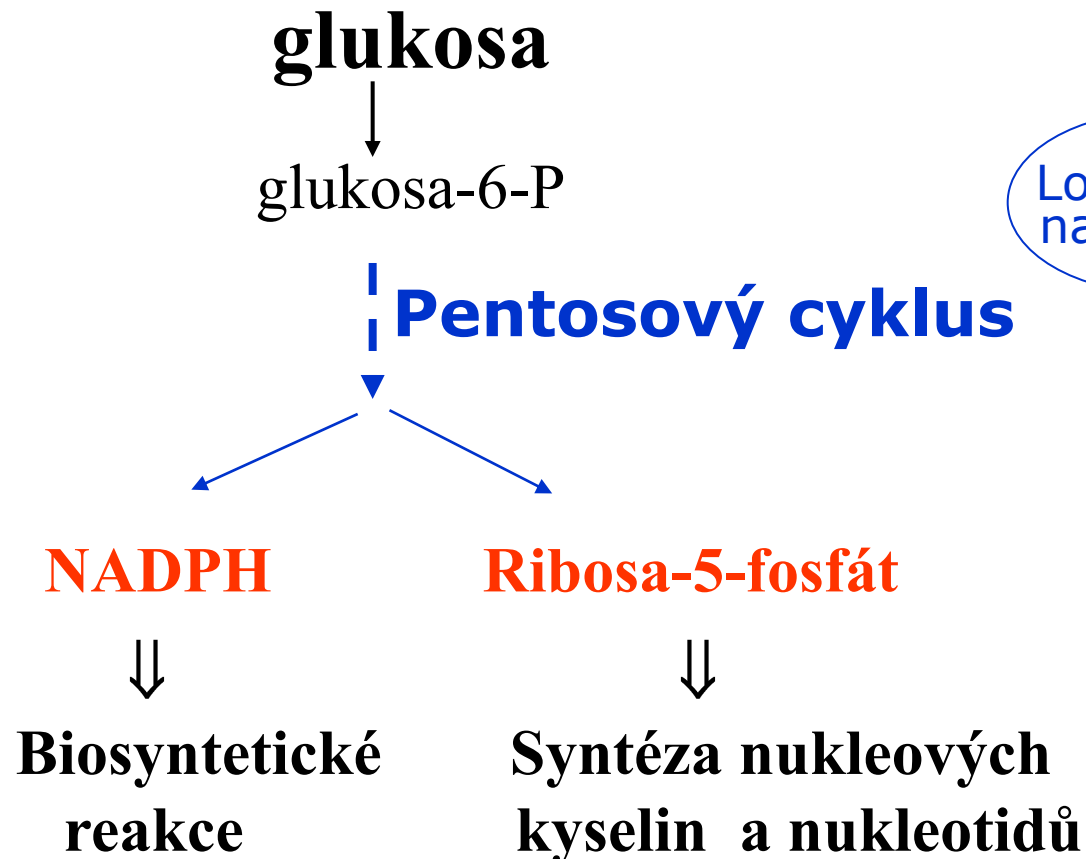
Odstraňování laktátu z tkání do jater, kde se využívá pro tvorbu glukosy



Pentosový cyklus

Slouží jako zdroj NADPH a pentos

~~Zdroj energie~~



Lokalizace
např. játra

Metabolismus fruktosy

Zdroj fruktosy:

Sacharosa

Štěpení sacharosy:

Tenké střevo

Přeměny fruktosy:

Játra

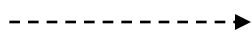
Fruktosa

Nezávislé na insulinu

Fruktosa-1-fosfát

Glykolýza

Fruktosa



„Rychlý“ zdroj energie

Metabolismus galaktosy

Zdroj galaktosy:

Laktosa

Štěpení laktosy:

Tenké střevo

Přeměny galaktosy:

Játra

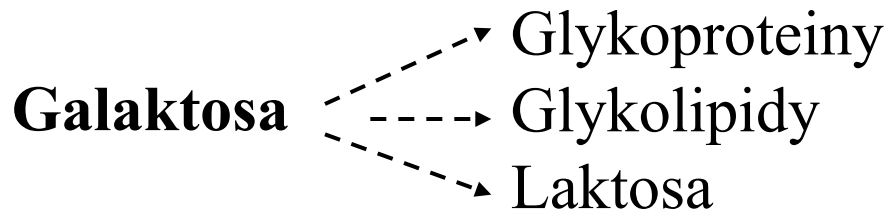
Galaktosa



Aktivovaná glukosa
(UDP-glukosa)



Metabolismus glukosy

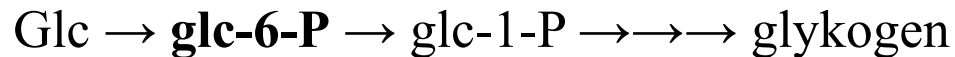
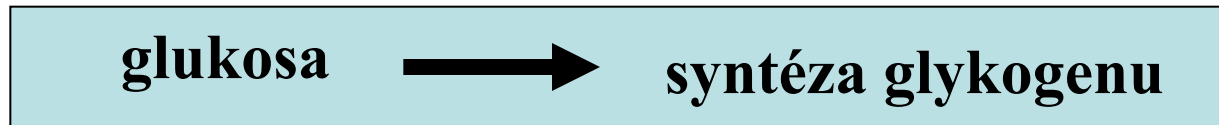
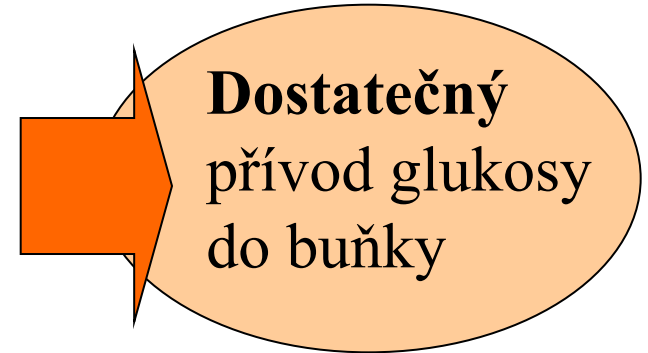


Syntéza a odbourání glykogenu

- probíhá převážně v játrech a ve svalech
- lokalizace - cytoplasma buněk
- glykogen: zásobní forma glukosy v buňkách
zdroj energie
- játra: 5 - 10 % hmotnosti jater po jídle
0,1 % hmotnosti jater po 24 hodinách hladovění
- sval: 1,5 % hmotnosti svalu (odbourání až při těžké svalové práci)

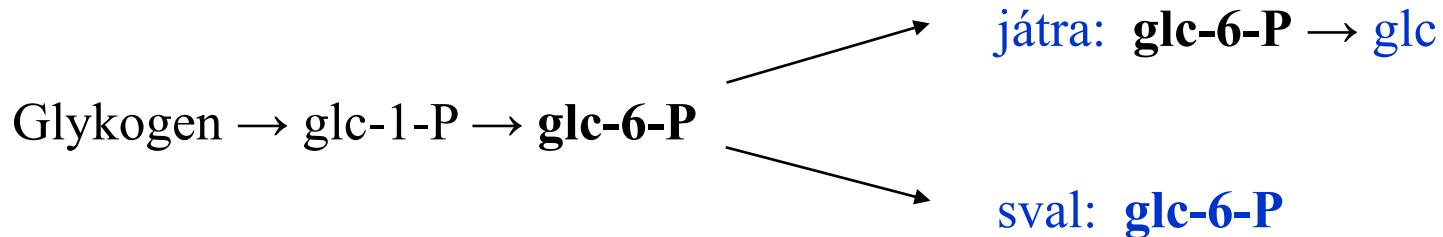
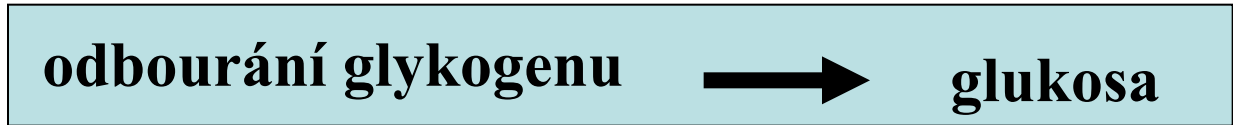
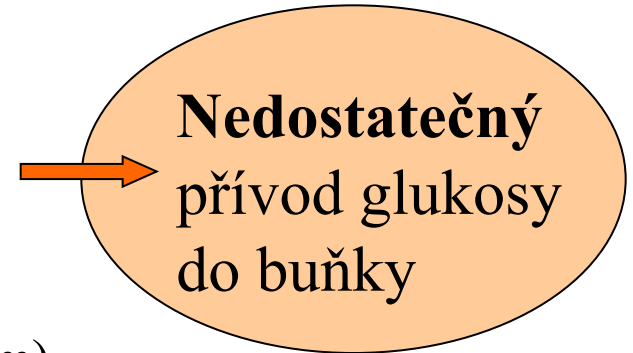
Syntéza glykogenu

- hormonální stimulace (inzulin)



Odbourání glykogenu

- glykogenolýza
- hormonální stimulace
(glukagon, adrenalin)
- mechanismus glykogenolýzy:
fosforolytické štěpení (anorganickým fosfátem)



Hormonální regulace

Syntéza glykogenu

- stimulace inzulínem

Odbourání glykogenu

- játra: stimulace glukagonem
adrenalinem
- sval: stimulace adrenalinem

Hormonální regulace metabolismu glukosy

INZULIN

- ↓ Snižuje glukosu v krvi
- ↑ Stimulace glykolýzy
- × Inhibice glukoneogeneze
- ↑ Zvyšuje syntézu glykogenu

Anabolické účinky

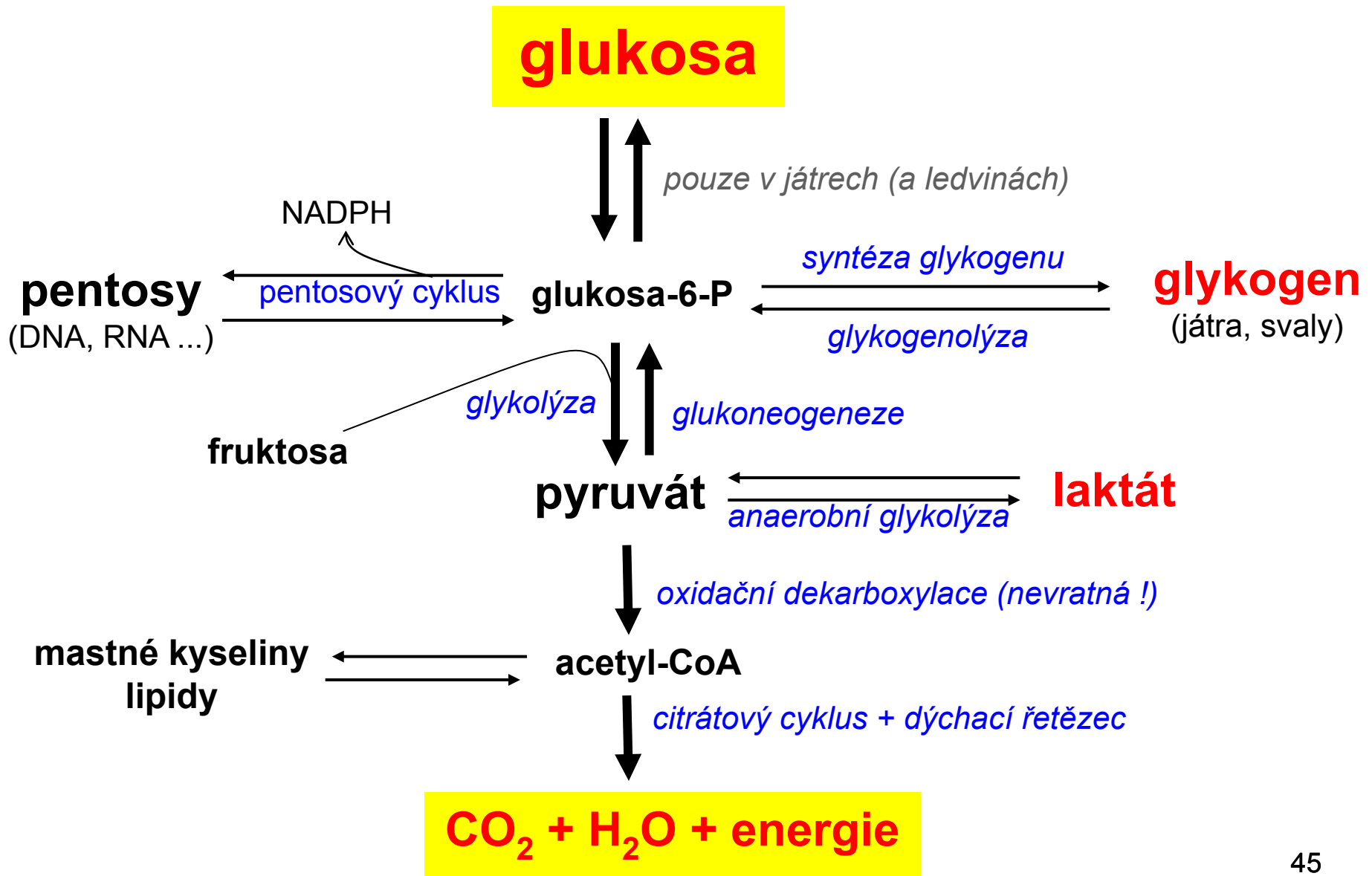
GLUKAGON

- ↑ Zvyšuje glukosu v krvi
- ↑ Stimuluje glukoneogenezi
- ↑ Zvyšuje odbourání jaterního glykogenu

„Stresové“ hormony: Adrenalin (zvyšuje odbourání glykogenu)

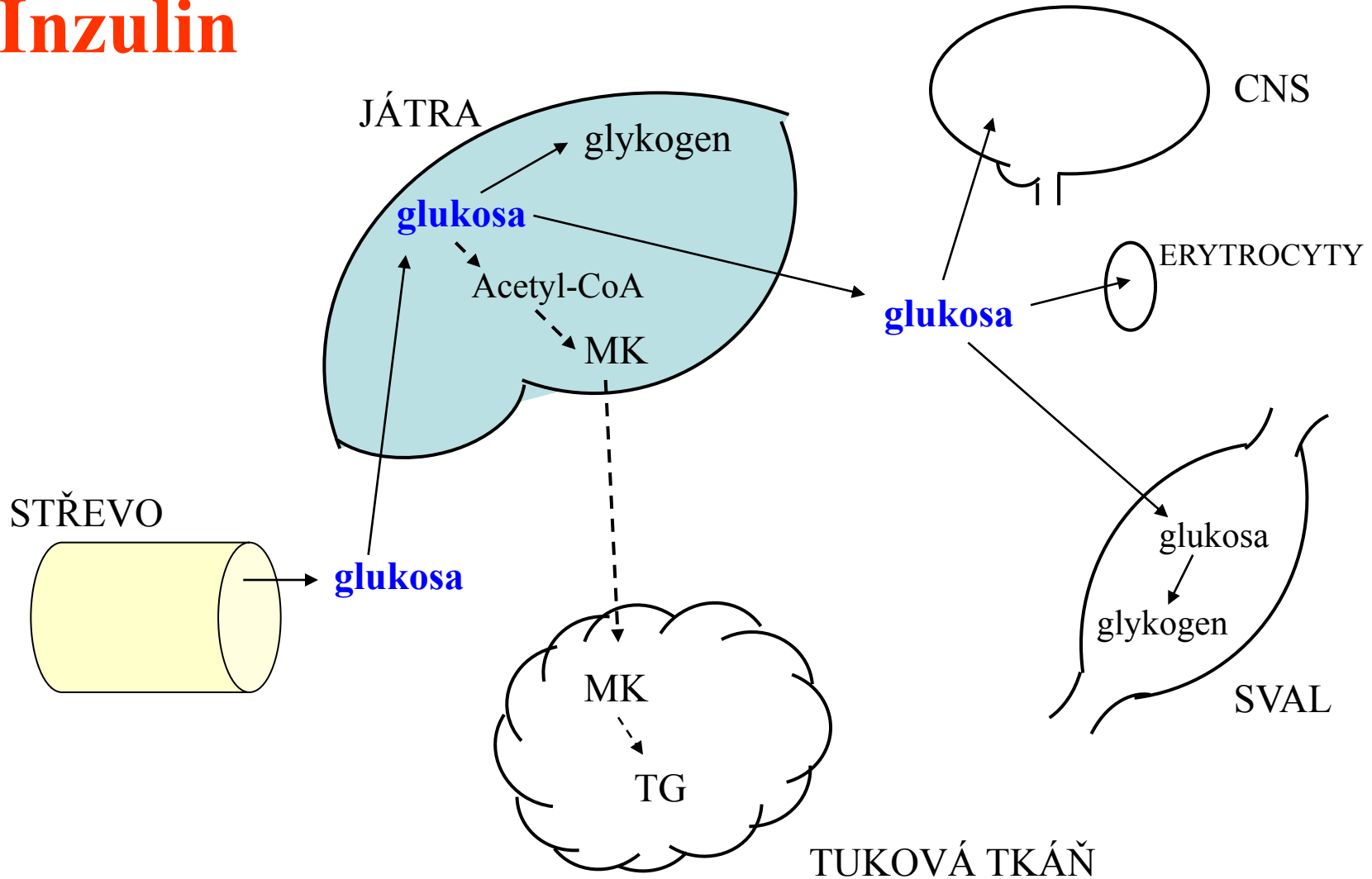
Kortizol (zvyšuje glukoneogenezi z AK)

Schema metabolických drah glukosy



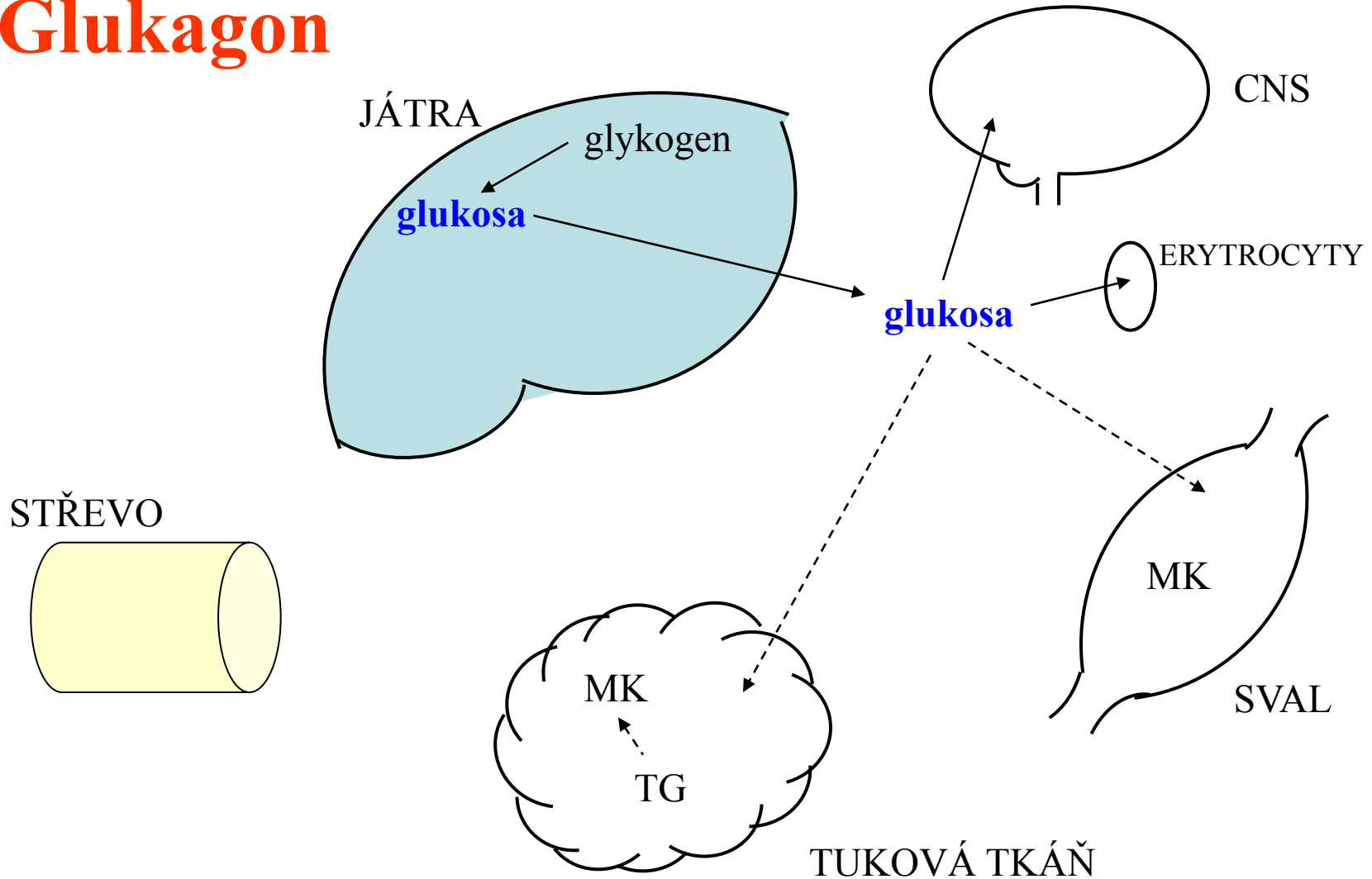
Metabolismus glukosy po jídle

Inzulin



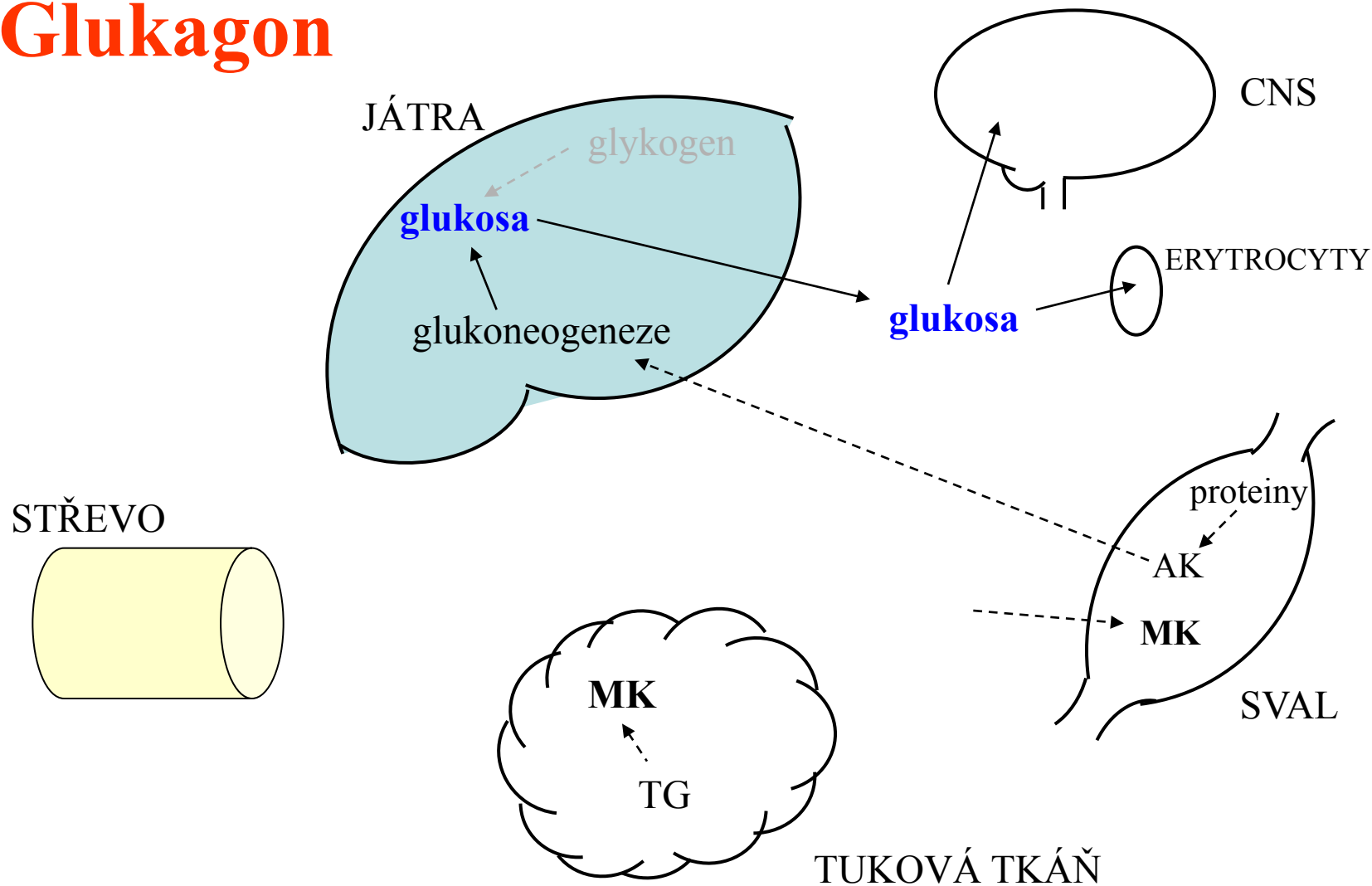
Metabolismus glukosy v postresorpční fázi

Glukagon



Metabolismus glukosy při hladovění

Glukagon



Patologické stavy při poruše metabolismu sacharidů

Diabetes mellitus

(viz – další přednáška)

Jiné poruchy v metabolismu sacharidů

(např. deficit enzymů – disacharidas)

Jiné poruchy v metabolismu sacharidů

Disacharidasy – porucha či úplný nedostatek enzymů

nerozložené disacharidy



Strhávají vodu

tlusté střevo



Bakteriální rozklad disacharidů
na CO_2 , CH_4 a H_2

Intolerance laktosy

