

Fyziologie ASEBS



Martina Bernaciková

Pohybová zátěž

⇒ vyvolává změny v organismu:

A) Akutní - reakce (odpověď) na jednorázovou zátěž

– např. ↑ SF

B) Chronické - adaptace při opakování zátěži

- např. ↓ SF klidové a ↓ SF při stejné zátěži

Pomalé (červené) svalové vlákno (I)

Slow Oxidative (SO)

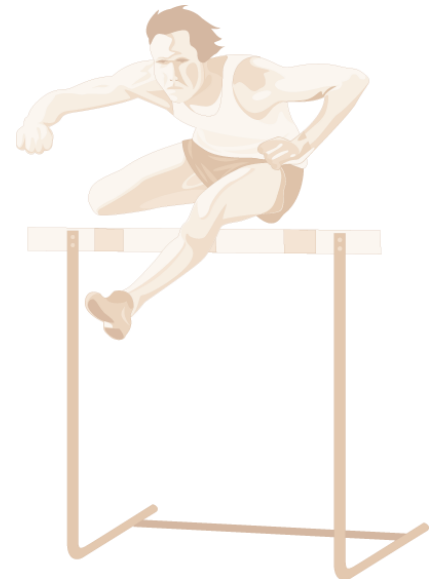
- ♦ vysoká aerobní (oxidativní) kapacita a odolnost vůči únavě
- ♦ nízká anaerobní (neoxidativní, glykolitická) kapacita a svalová síla
- ♦ pomalá kontrakce (110 ms/svalový tah) a myozinová ATPáza
- ♦ 10–180 vláken v motorické jednotce



Rychlé (červené) svalové vlákno (IIa)

Fast Oxidative-glykolytic (FOG)

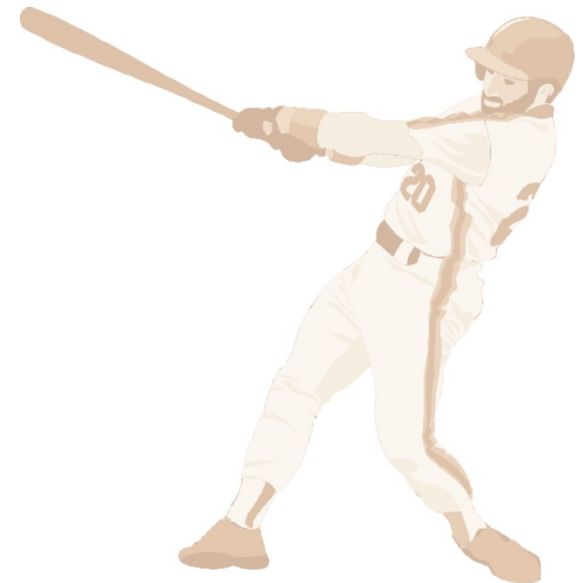
- ◆ střední aerobní (oxidativní) kapacita a odolnost vůči únavě
- ◆ vysoká anaerobní (neoxidativní, glykolitická) kapacita a svalová síla
- ◆ rychlá kontrakce (50 ms/svalový stah) a myozinová ATPáza
- ◆ 300–800 vláken v motorické jednotce



Rychlé (bíle) svalové vlákno (IIX/IIB)

Fast Glykolytic (FG)

- ◆ nízká aerobní (oxidativní) kapacita a odolnost vůči únavě
- ◆ vysoká anaerobní (neoxidativní, glycolytická) kapacita s svalová síla
- ◆ rychlá kontrakce (50 ms/svalový stah) a myozinová ATPáza
- ◆ 300–800 vláken v motorické jednotce



Základní vlastnosti sval. vláken (I, IIa, IIx)

Typ I
pomalé červené

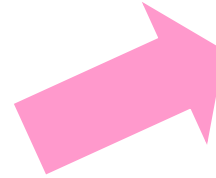
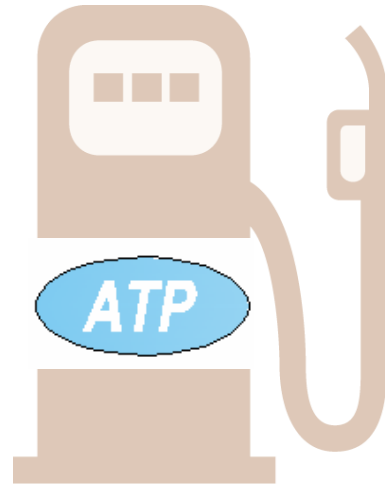
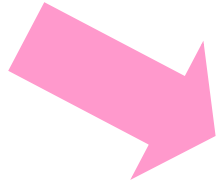
Typ IIa
rychlé červené

Typ IIx
rychlé bílé

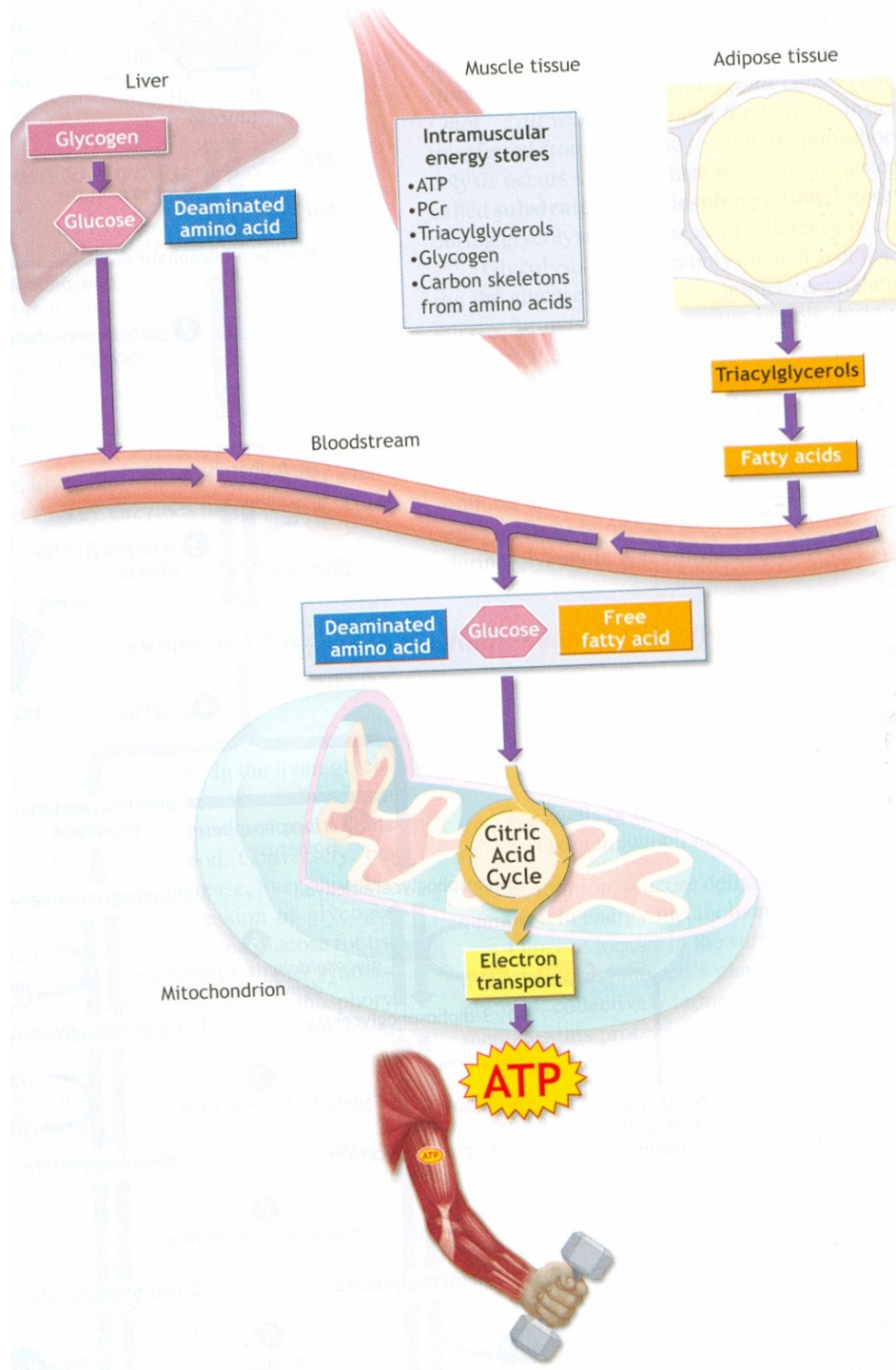
Rychlost kontrakce	pomalá	rychlá	rychlá
Síla kontrakce	nízká	střední	vysoká
Odolnost vůči únavě	vysoká	střední	nízká
Obsah glykogenu	nízký	vysoký	vysoký
Průměr	malý	střední	velký
Hustota mitochondrií	vysoká	vysoká	nízká
Hustota kapilár	vysoká	vysoká	nízká
Aktivita ATP-ázy	nízká	vysoká	vysoká
Glykolytická kapacita	nízká	vysoká	vysoká

METABOLISMUS

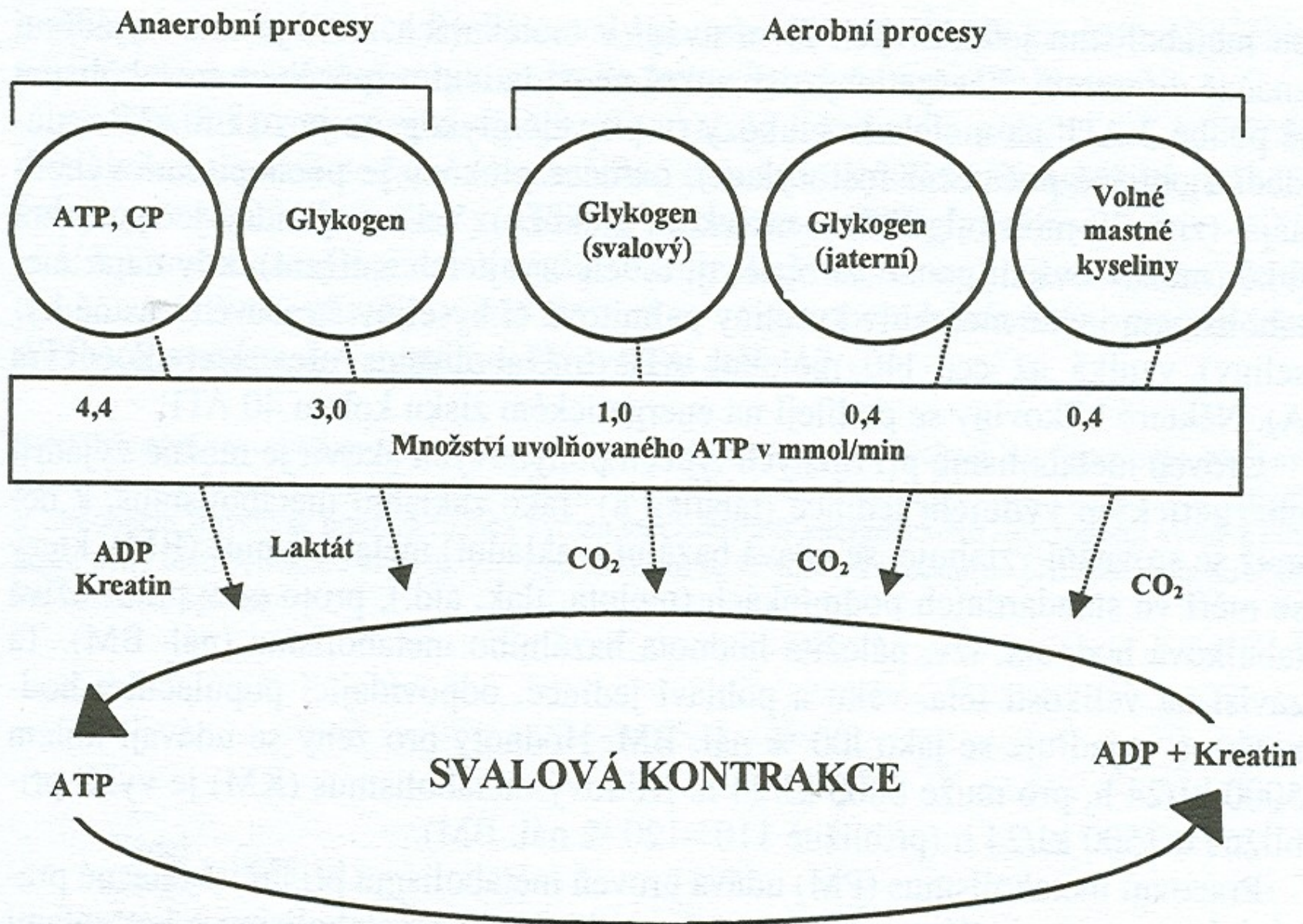
Energetické krytí



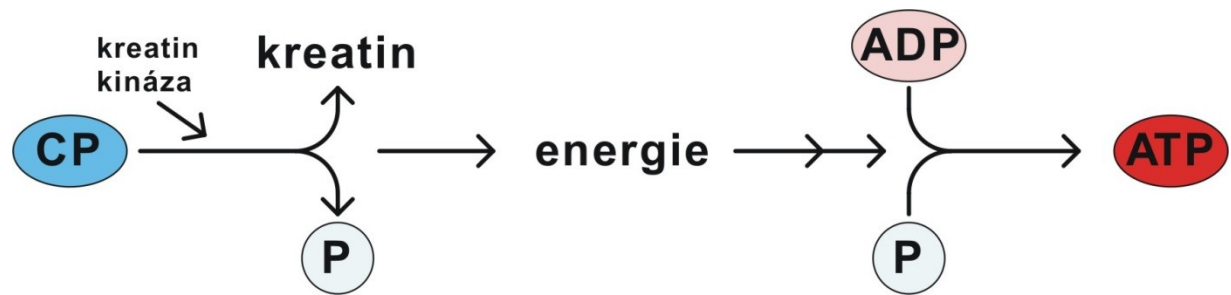
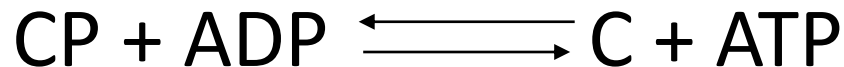
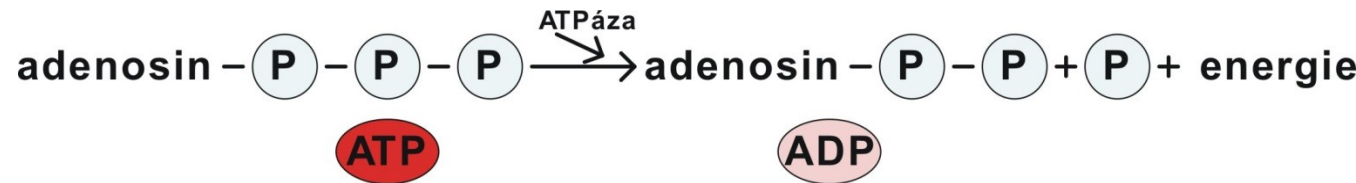
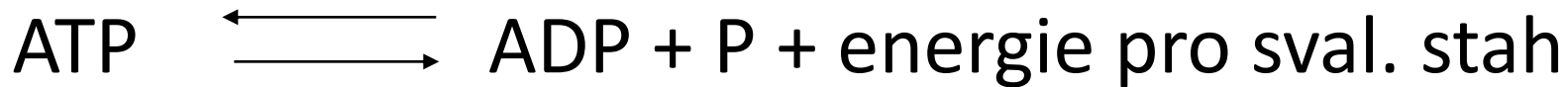
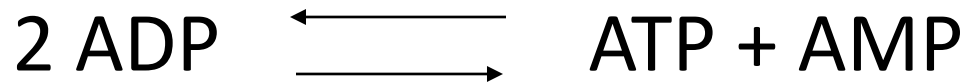
ATP = adenosin – energie – (P) – energie – (P) – energie – (P)



METABOLISMUS SVALU



Alaktátový neoxidativní způsob



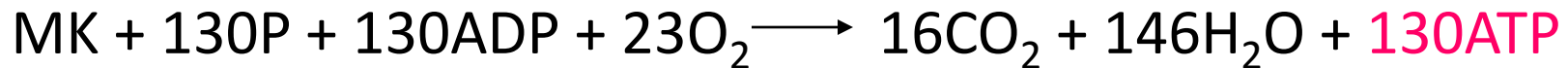
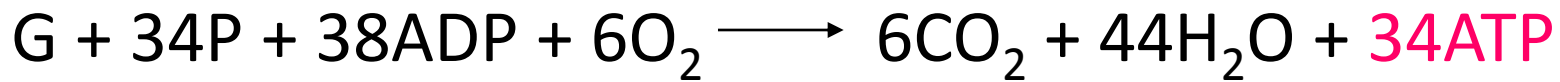
Laktátový neoxidativní způsob (anaerobní glykolýza, glykolitická fosforylace)



G....glykogen

Oxidativní způsob (aerobní glykolýza, oxidativní fosforylace)

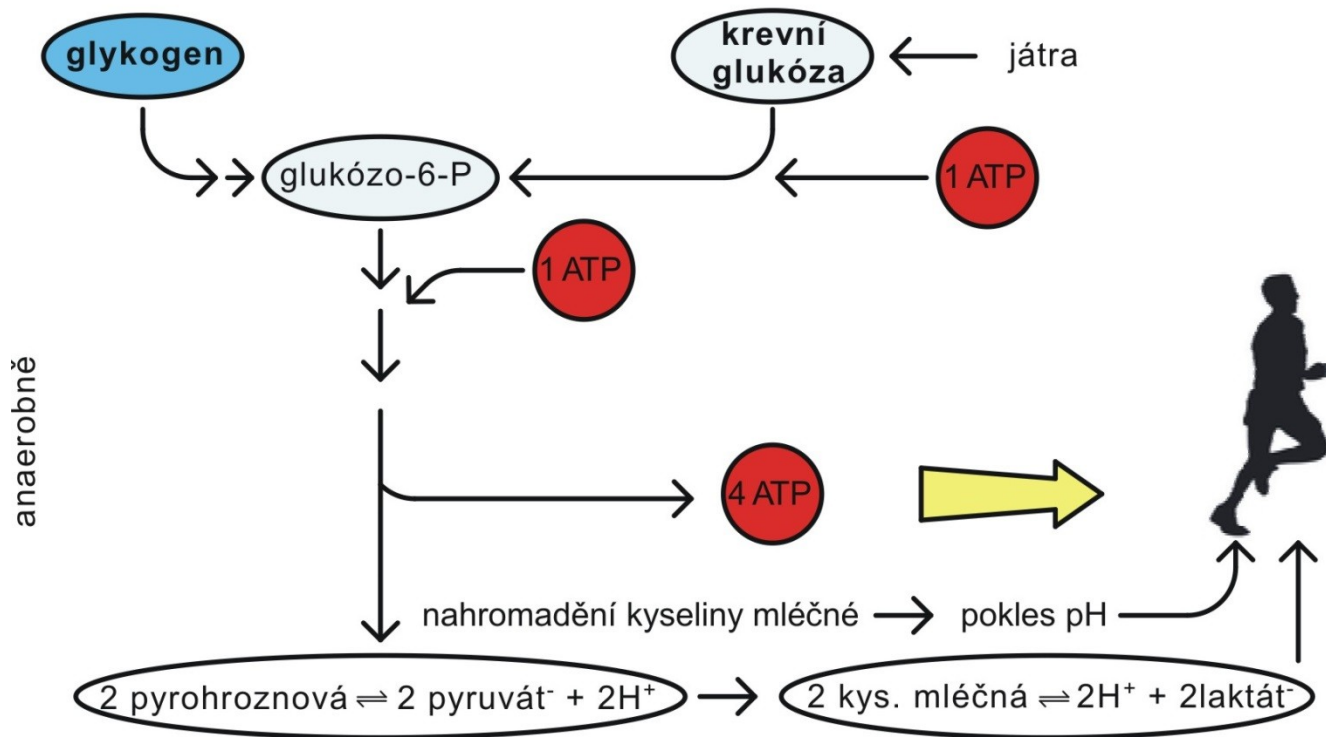
- nedochází k tvorbě laktátu



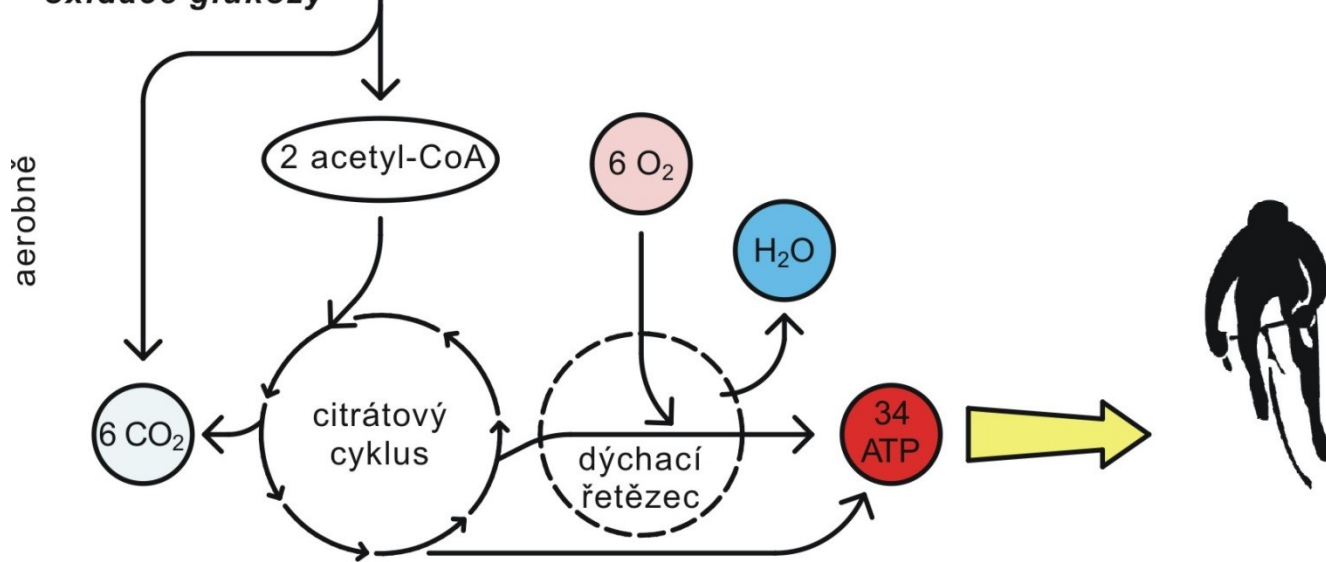
Pásma energetické krytí

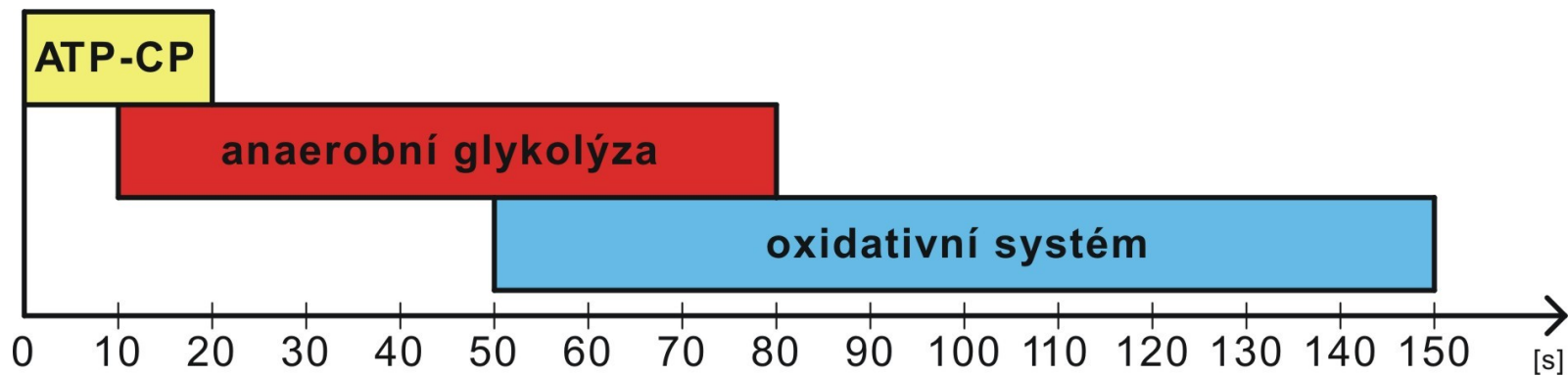
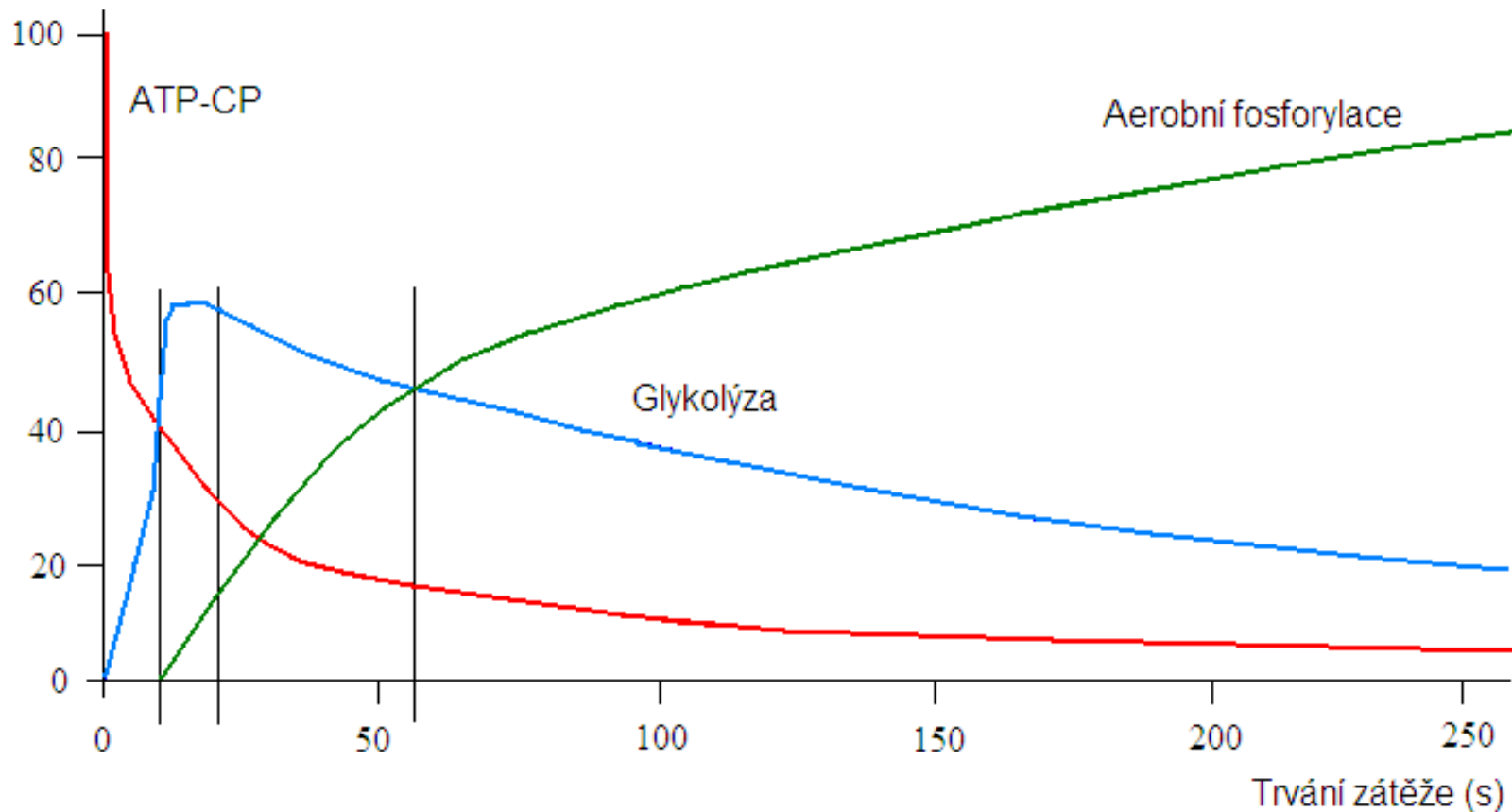
intenzita zatížení	trvání výkonu	převážné využití	tvorba laktátu	svalová vlákna
rychlostní (max.)		Anaerobní alaktátové	malá	II B
rychlostně-vytr. (submaximální)	15 – 50 s	ATP, CP, anaerobní	maximální	II B a II A
krátkodobá	do 120 s	anaerobní a aerobní gl.	submax.	II B a II A
střední	do 10 min	aerobní glykolýza	střední a <	II A
dlouhodobá	nad 10 min	aerobní gl., později tuky	malá	I

anaerobní glykolyza



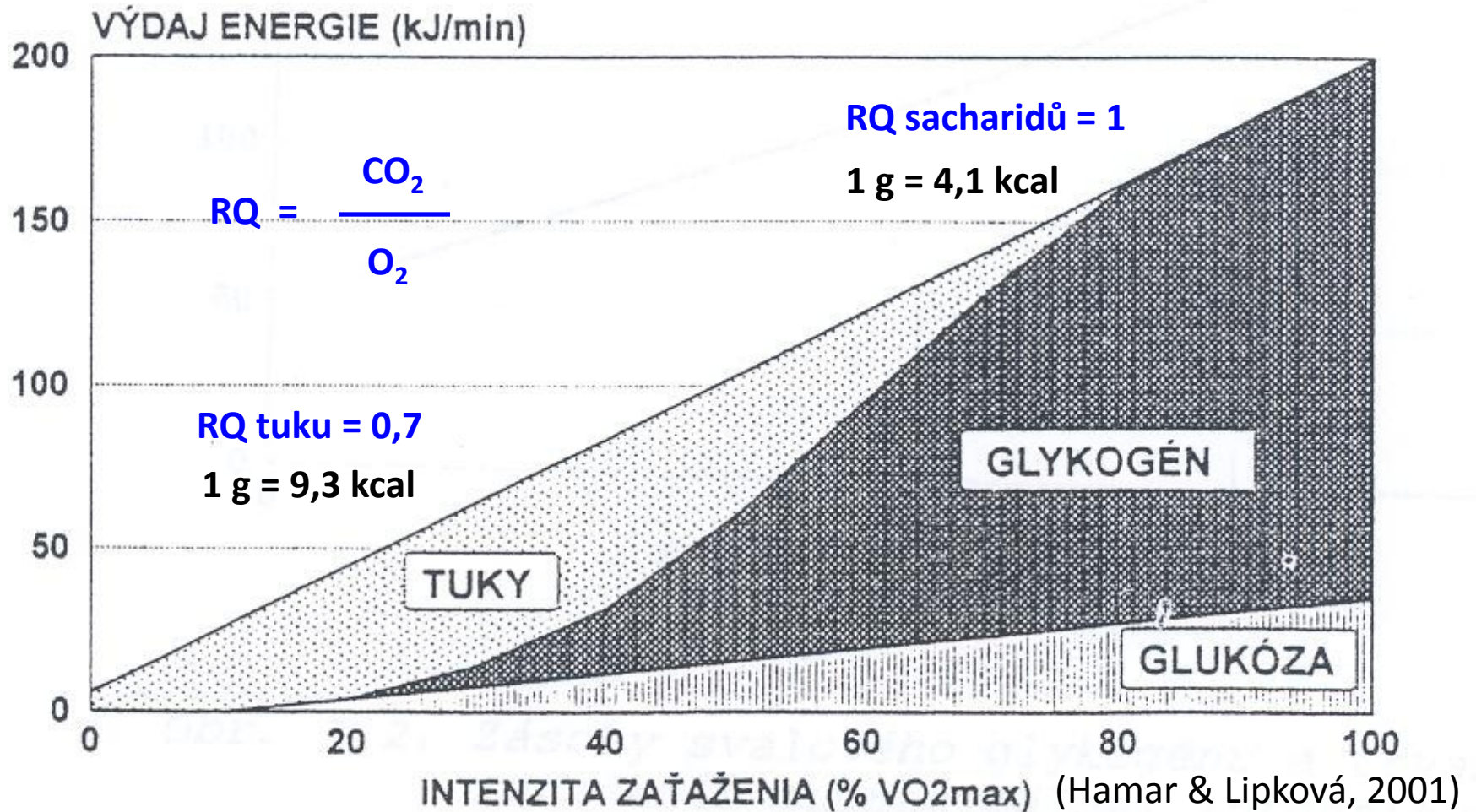
oxidace glukózy





Zdroje energetického krytí při zvyšující se intenzitě

Respirační kvocient = poměr mezi vydýchaným oxidem uhličitým a spotřebovaným kyslíkem



METABOLISMUS PŘI FYZICKÉM ZATÍŽENÍ

INTENZITA ZATÍŽENÍ

INTENZITA	MAXIMÁLNÍ	SUBMAXIMÁLNÍ	STŘEDNÍ	MÍRNÁ
trvání	sekundy	desítky sekund	minuty-desítky min	hodiny
% nál. BM	20 000	10 000	5 000 – 1 000	500
zdroje	ATP, CP	anaerobní glykolýza	aerobní a anaerobní glykolýza	aerobní glykolýza, lipolýza
aerobně-kde	sval	sval	sval, krev	sval, krev
anaerobně%)	0 - 5	10 - 30	50, 60 - 90	90 - 100
anaerobně (%)	100 - 95	90 - 70	50, 40 - 10	10 - 0
aktivity	sprint	400, 800 m	1,5 a 3 km	maraton

Tabulka 9: Podíl energetických systémů (%) na činnosti různé doby trvání a relativně maximální intenzity = po uvedenou dobu co možná nejvyšší (podle Mac Dougall a kol. 1982)

Doba činnosti	ATP-CP	LA	O ₂
5 s	85	10	5
10 s	50	35	15
30 s	15	65	20
1 min.	8	62	30
2 min.	4	46	50
4 min.	2	28	70
10 min.	1	9	90
30 min.	1	5	95
1 hod.	1	2	98
2 hod.	1	1	99

ALAKTÁTOVÝ ANAEROBNÍ ZPŮSOB

- zdroje energie: makroergní fosfáty (ATP, CP)
- zajišťuje max. krátkodobé aktivity (do 5-15 s)

ZOTAVENÍ

- zpětné doplnění zásob při úplném vyčerpání je za 2-3 min, u trénovaných dříve

LAKTÁTOVÝ ANAEROBNÍ ZPŮSOB

- zdroje energie: svalový glykogen
- zajišťuje submaximální aktivity (do 90 s)

ZOTAVENÍ

- LA v krvi se normalizuje
 - za 30-80 min (při mírném cvičení, aktivním odpočinku)
 - za 60-120 min (v klidu, při pasivním odpočinku)

AEROBNÍ ZPŮSOB

- zdroje energie:
 - ze svalů: glykogen, triacylglyceroly
 - z krve: glukóza, MK
- zajišťuje střední a mírné aktivity

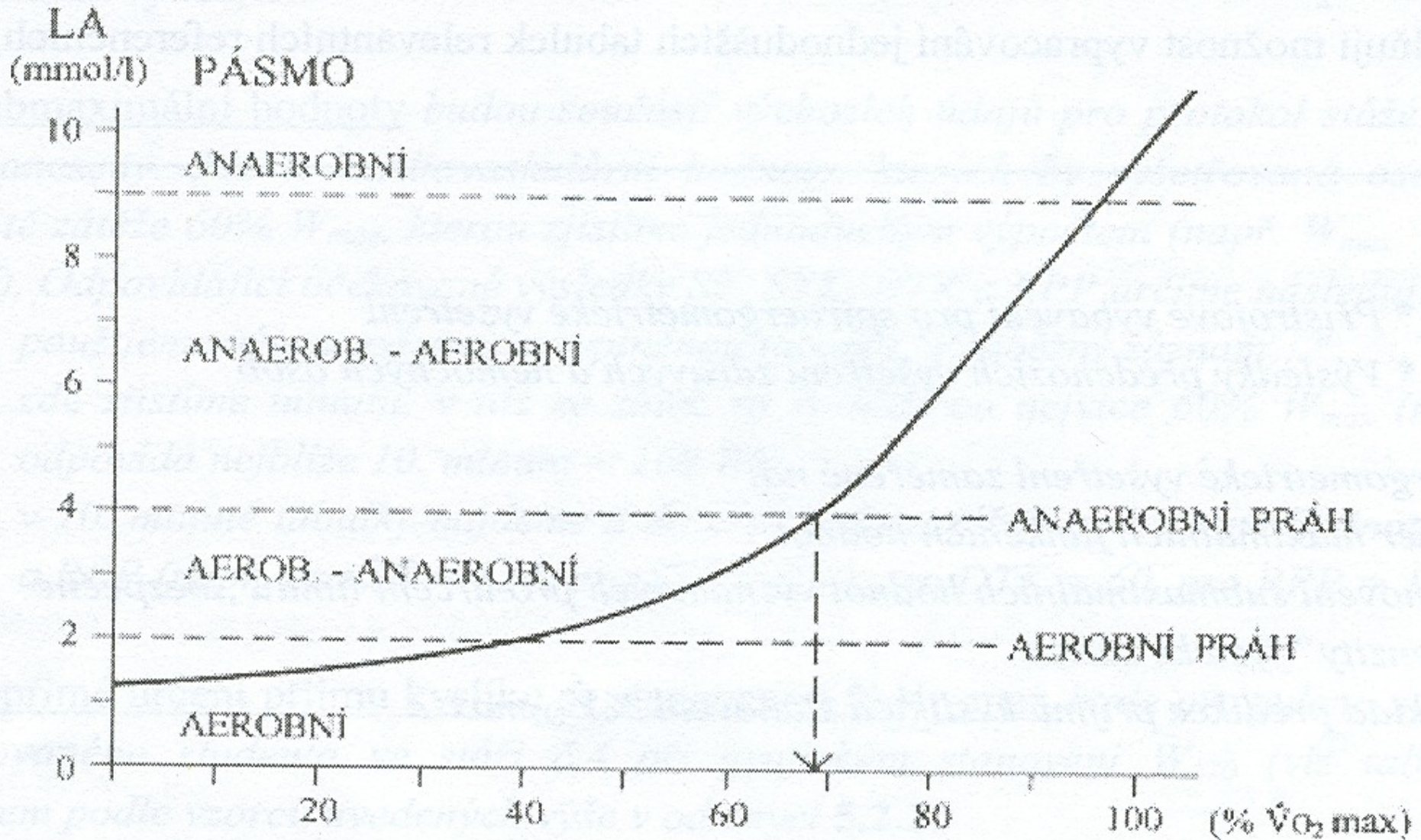
ZOTAVENÍ

- náhrada glykogenu v SO vláknech při úplném vyčerpání nastává až po 46 h

Intenzita výkonu	Trvání výkonu	Období superkompenzace
Maximální	do 10 sec.	okolo 4 min
Submaximální	do 2 min	okolo 20 min
Střední	do 15 min	okolo 60 min
Mírná	do 5 hod.	12–24 hod.

	Doba	
	minimální	maximální
Obnova fosfagenu	2 min	3 min
Obnova svalového glykogenu	10 hod.	46 hod.
	Kontinuální zatížení	
	5 hod.	24 hod.
	Intermitentní zatížení	
Odstranění laktátu (aktivní obnova)	30 min	1 hod.
Odstranění laktátu (pasivní obnova)	1 hod.	2 hod.

METABOLICKÁ PÁSMA VE VZTAHU KE KONCENTRACI LAKTÁTU



LIMITUJÍCÍ FAKTORY ANAEROBNÍ KAPACITY

- ALAKTÁTOVÁ NEOXIDATIVNÍ KAPACITA může být limitována:
 - množstvím fosfátu a jeho obratu (biopsie, MR)
- LAKTÁTOVÁ KAPACITA může být limitována:
 - množstvím glykogenu rozštěpitelného na LA (stanovuje se pomocí LA max)

LIMITUJÍCÍ FAKTORY AEROBNÍ KAPACITY

- AEROBNÍ KAPACITA může být limitována na několika úrovních:
 - ventilací (např. sníženým obsahem O_2)
 - plicní difuzí (poruchou přenosu O_2)
 - krevní kapacitou (snížením množství hemoglobinu – anemií)
 - **transportem O_2 krevním oběhem** (nízkou oběhovou zdatností)
 - **oxidativními buněčnými ději** (nízkou aktivitou, kapacitou mitochondriálních enzymů)

METODY VYŠETŘENÍ LÁTKOVÉHO METABOLISMU

- biochemické vyšetření metabolitů v krvi, v moči
- vyšetření enzymů ve trávicích šťávách, v krvi
- radioimunologické vyšetření hormonů zasahujících do metabolismu
- vyšetření acidobazické rovnováhy

NEJZNÁMĚJŠÍ VYŠETŘENÍ METABOLISMU

- cukrů (stanovení glykémie, glykemické křivky)
- tuků (stanovení cholesterolu, HDL, LDL, triacylglycerolů, vyšetření leptinu)
- bílkovin (stanovení různých globulínů, močoviny, kys. močové, kreatinu, troponinu, enzymů)
- minerálů (stanovení plazmatických hodnot Na, K, Ca, Mg, Fe, Zn) či vitamínů (A, B, C, D, E, K)

METODY STANOVENÍ ENERGETICKÉHO VÝDEJE (ENERGOMETRIE = měření energetického výdeje)

- PŘÍMÁ (měří energii, vyzařované teplo v uzavřených boxech)
- NEPŘÍMÁ
 - využívá výpočtu z VO_2
 - výpočet z jiného naměřeného parametru: SF, ventilace
 - výpočet z tabulek pro určité činnosti udané v kJ.min, kJ, MET, % nál. BM apod.