

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)

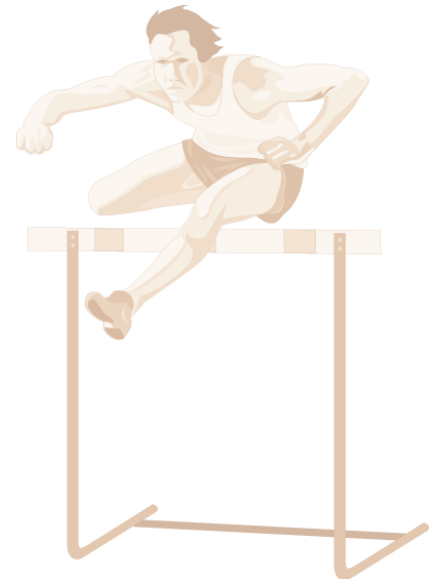
- ♦ vysoká aerobní (oxidativní) kapacita a odolnost vůči únavě
- ♦ nízká anaerobní (neoxidativní, glykolitická) kapacita a svalová síla
- ♦ pomalá kontrakce (110 ms/svalový tah) a myozinová ATPáza
- ♦ 10–180 vláken v motorické jednotce



Rychlé (červené) svalové vlákno (IIa)

Fast Oxidative-glykolytic (FOG)

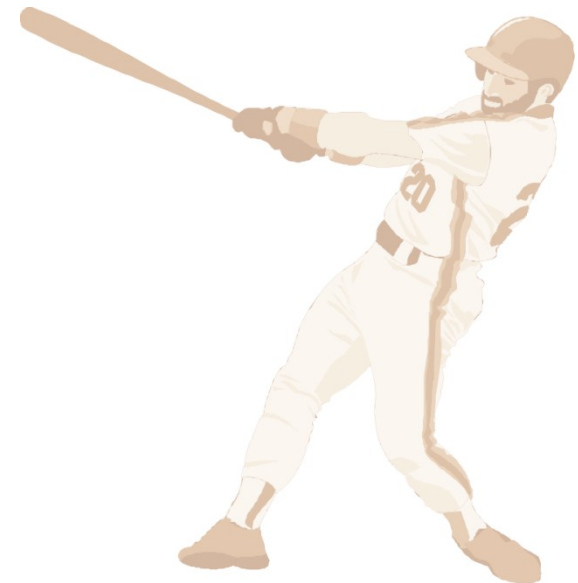
- ◆ střední aerobní (oxidativní) kapacita a odolnost vůči únavě
- ◆ vysoká anaerobní (neoxidativní, glykolitická) kapacita a svalová síla
- ◆ rychlá kontrakce (50 ms/svalový stah) a myozinová ATPáza
- ◆ 300–800 vláken v motorické jednotce



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

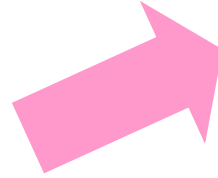
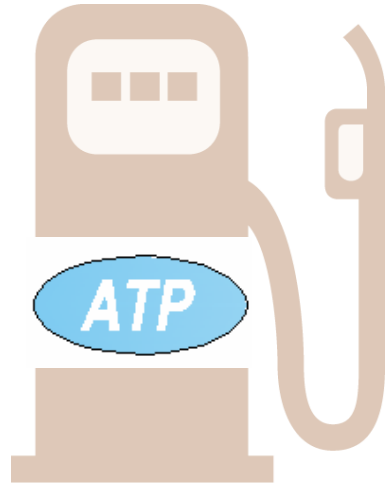
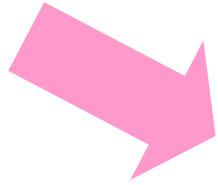
Typ IIa
rychlé červené

Typ IIx
rychlé bílé

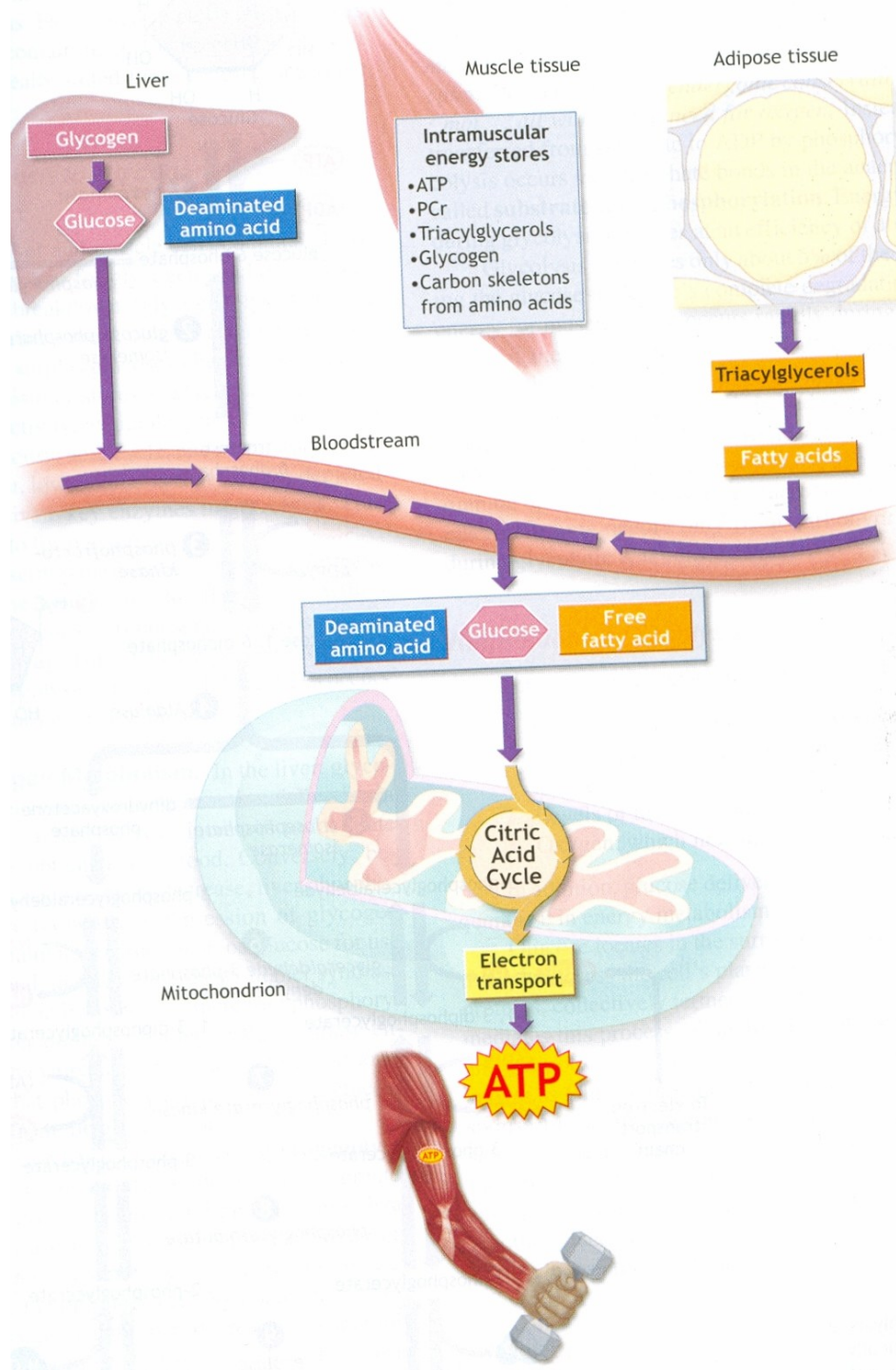
Rychlost kontrakce	pomalá	rychlá	rychlá
Síla kontrakce	nízká	střední	vysoká
Odolnost vůči únavě	vysoká	střední	nízká
Obsah glykogenu	nízký	vysoký	vysoký
Průměr	malý	střední	velký
Hustota mitochondrií	vysoká	vysoká	nízká
Hustota kapilár	vysoká	vysoká	nízká
Aktivita ATP-ázy	nízká	vysoká	vysoká
Glykolytická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

METABOLISMUS

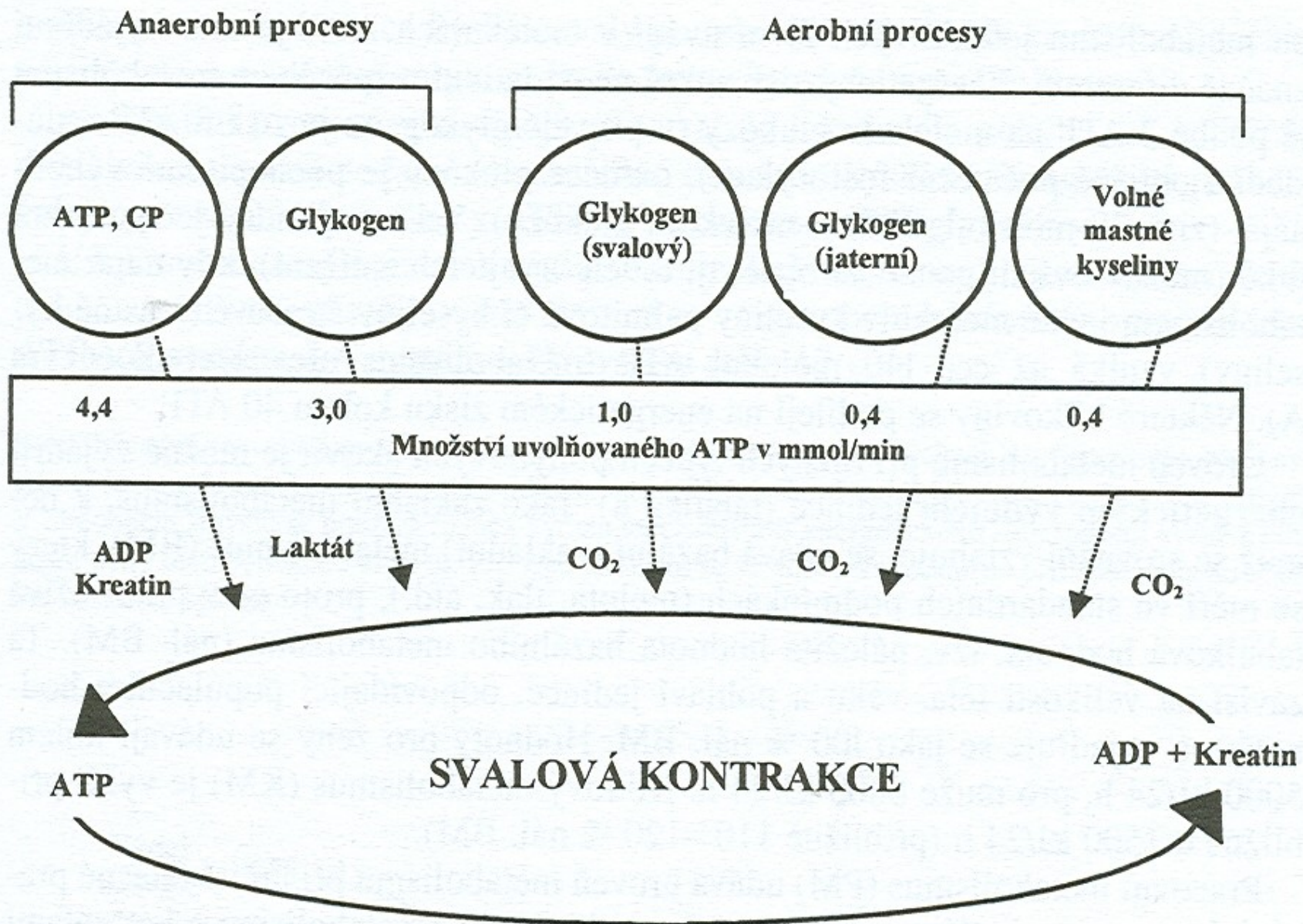
Energetické krytí



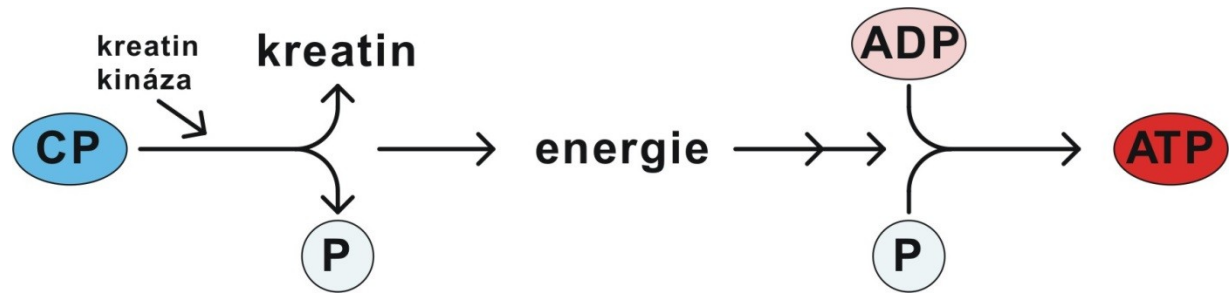
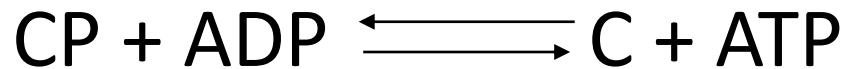
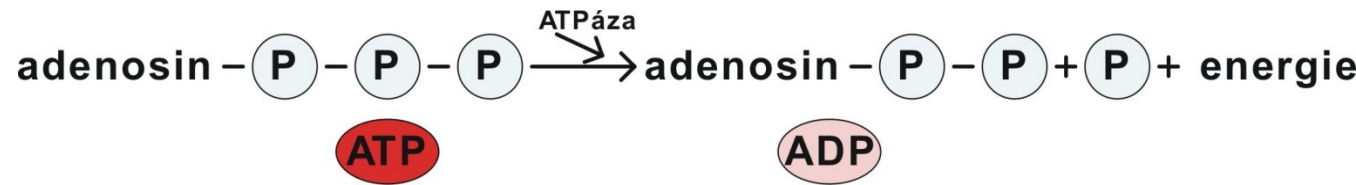
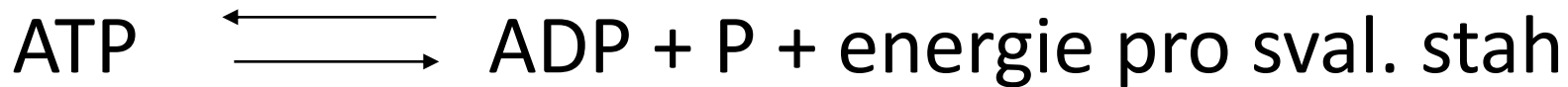
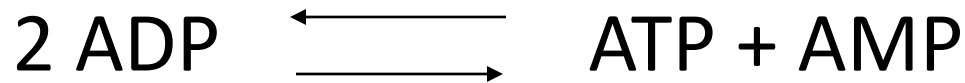
ATP = adenosin – energie – (P) – energie – (P) – energie – (P)



METABOLISMUS SVALU



Alaktátový neoxidativní způsob



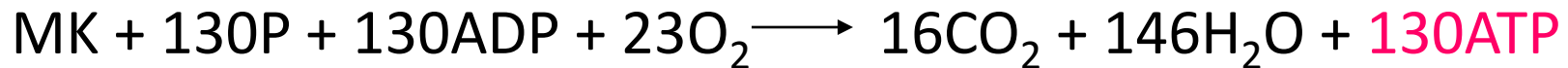
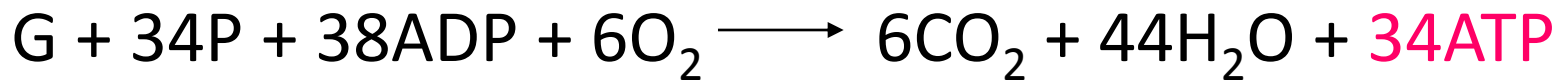
Laktátový neoxidativní způsob (anaerobní glykolýza, glykolitická fosforylace)



G....glykogen

Oxidativní způsob (aerobní glykolýza, oxidativní fosforylace)

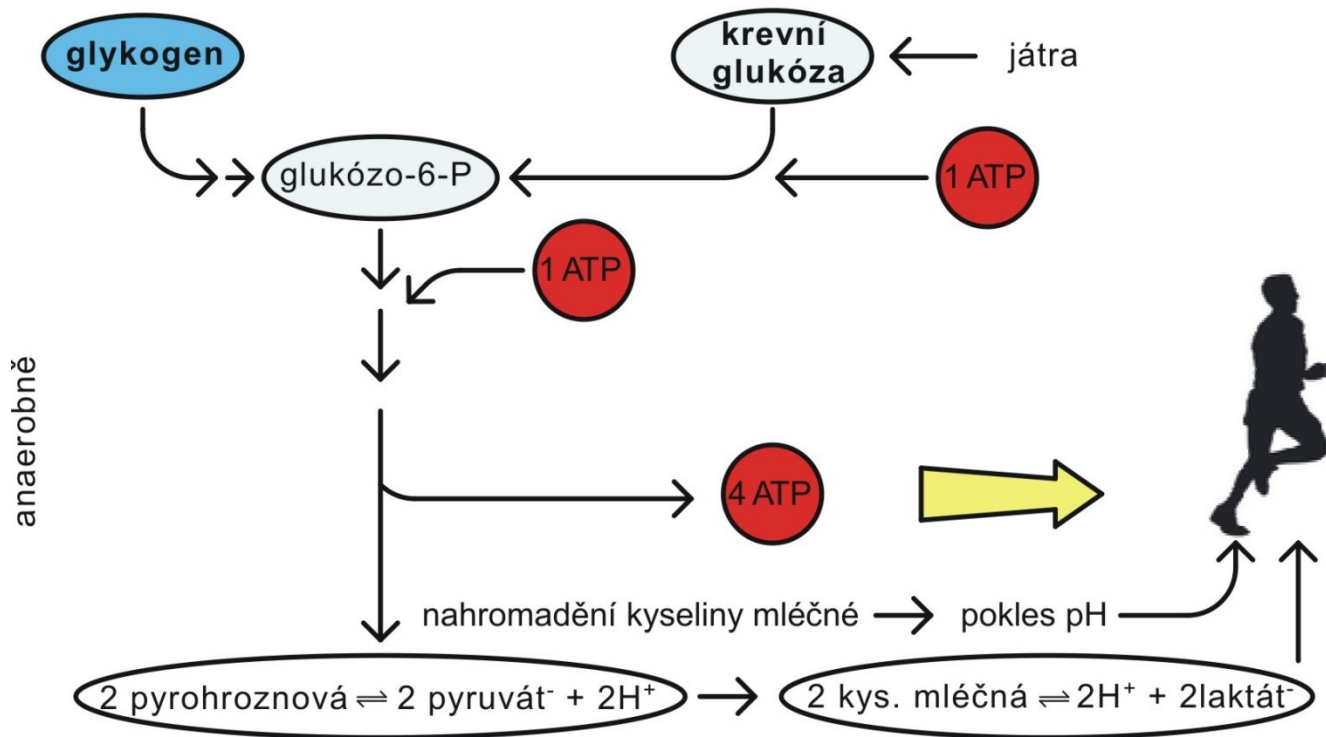
- nedochází k tvorbě laktátu



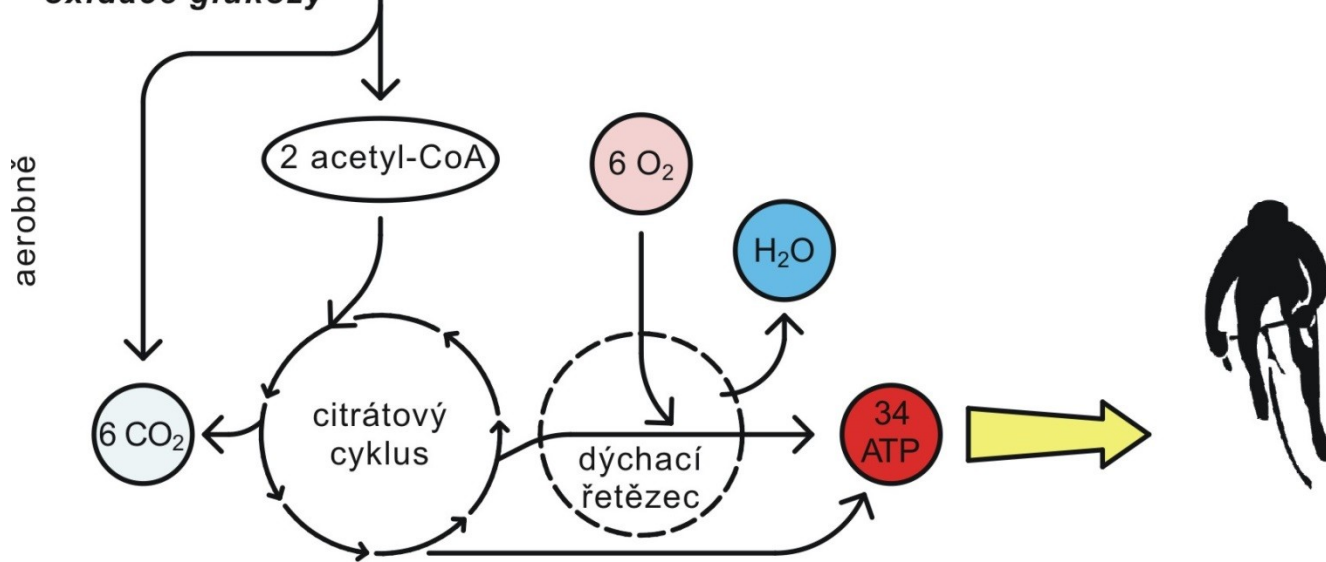
Pásma energetické krytí

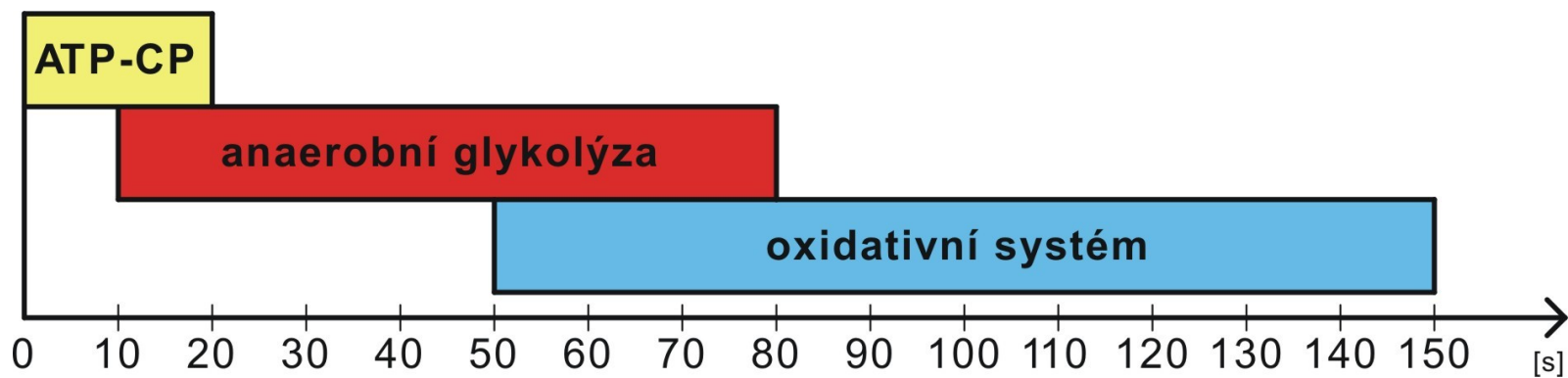
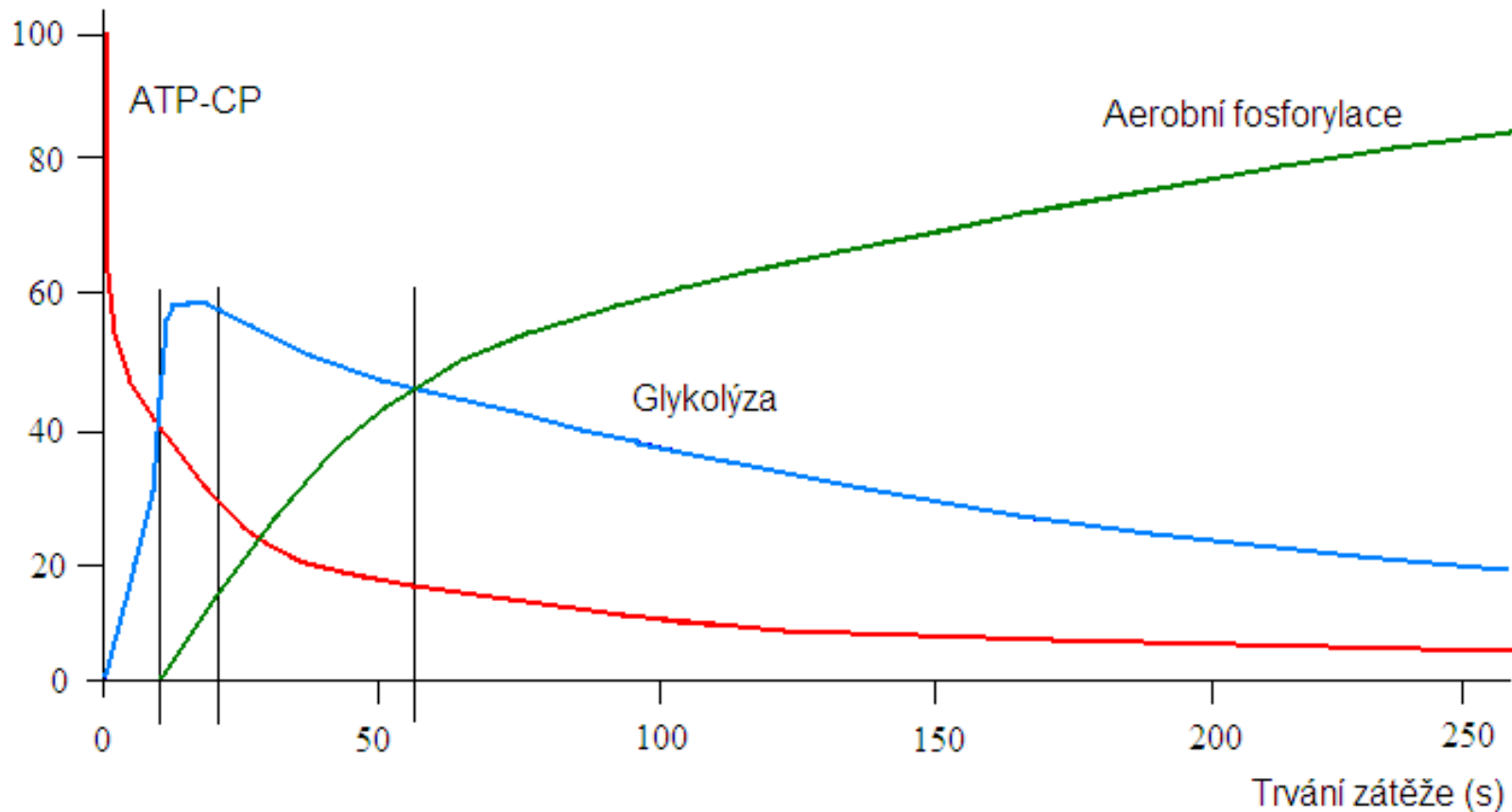
intenzita zatížení	trvání výkonu	převážné využití	tvorba laktátu	svalová vlákna
rychlostní (max.)		Anaerobní alaktátové	malá	II B
rychlostně-vytr. (submaximální)	15 – 50 s	ATP, CP, anaerobní	maximální	II B a II A
krátkodobá	do 120 s	anaerobní a aerobní gl.	submax.	II B a II A
střední	do 10 min	aerobní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

anaerobní glykolyza



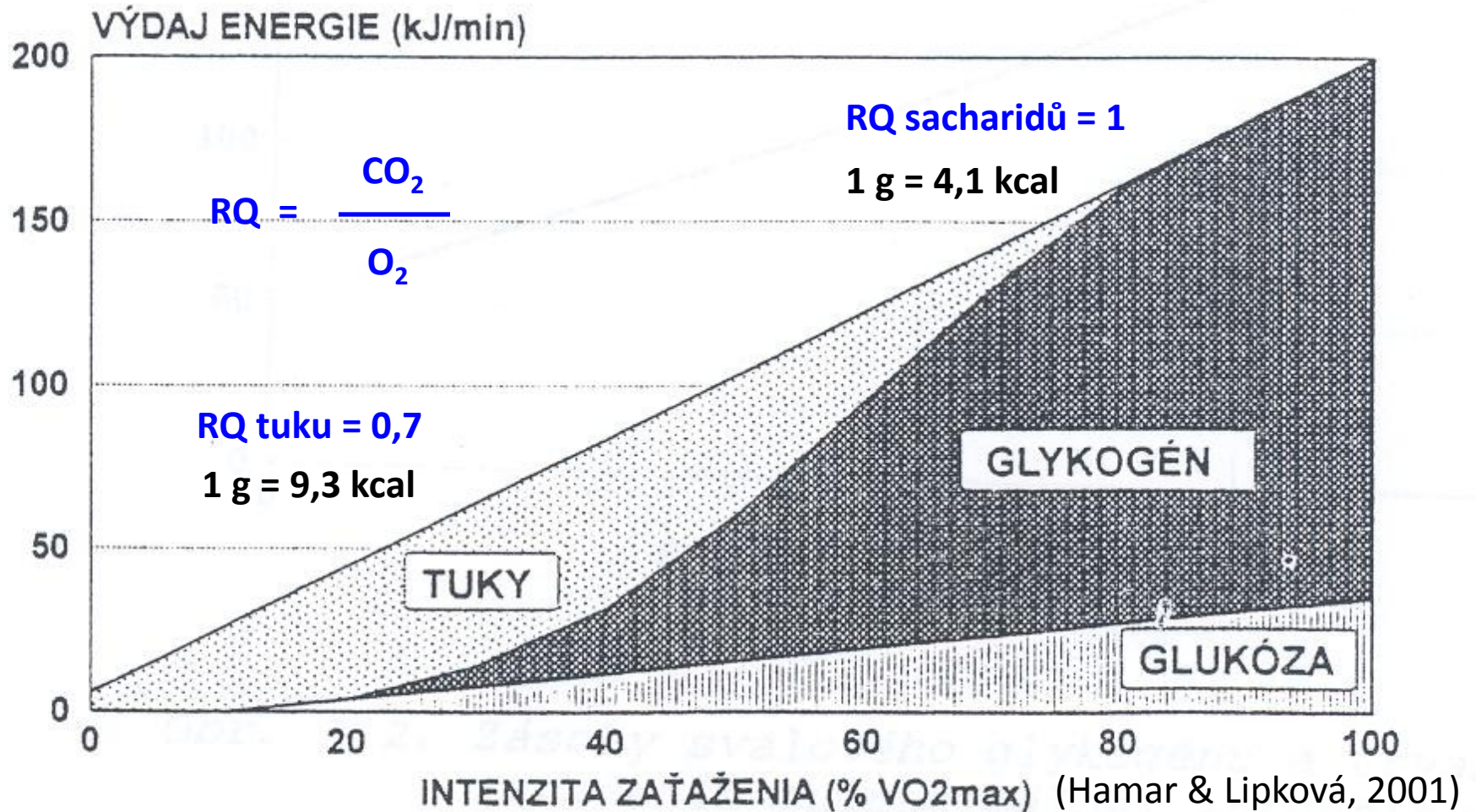
oxidace glukózy





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

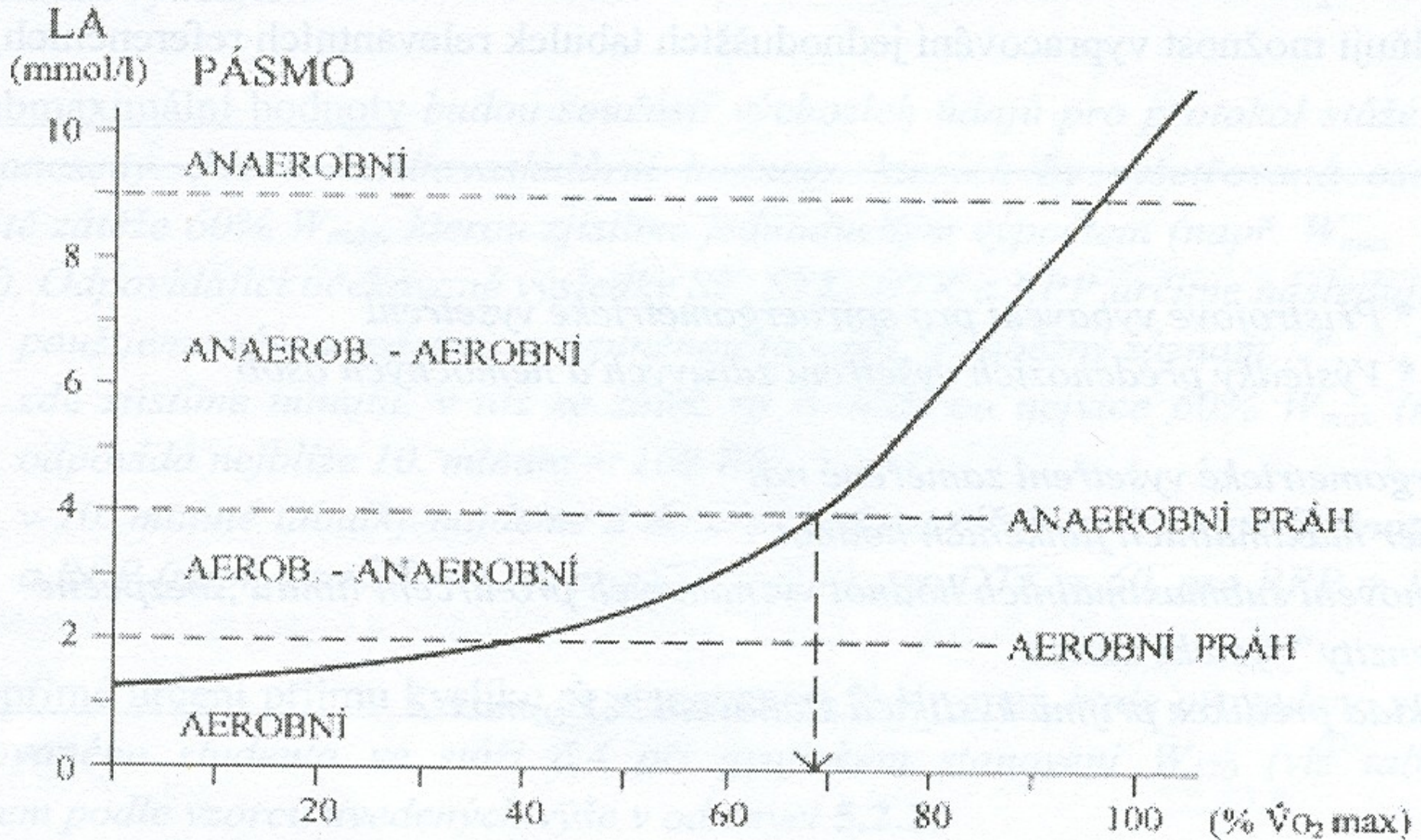
ZOTAVENÍ

- 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

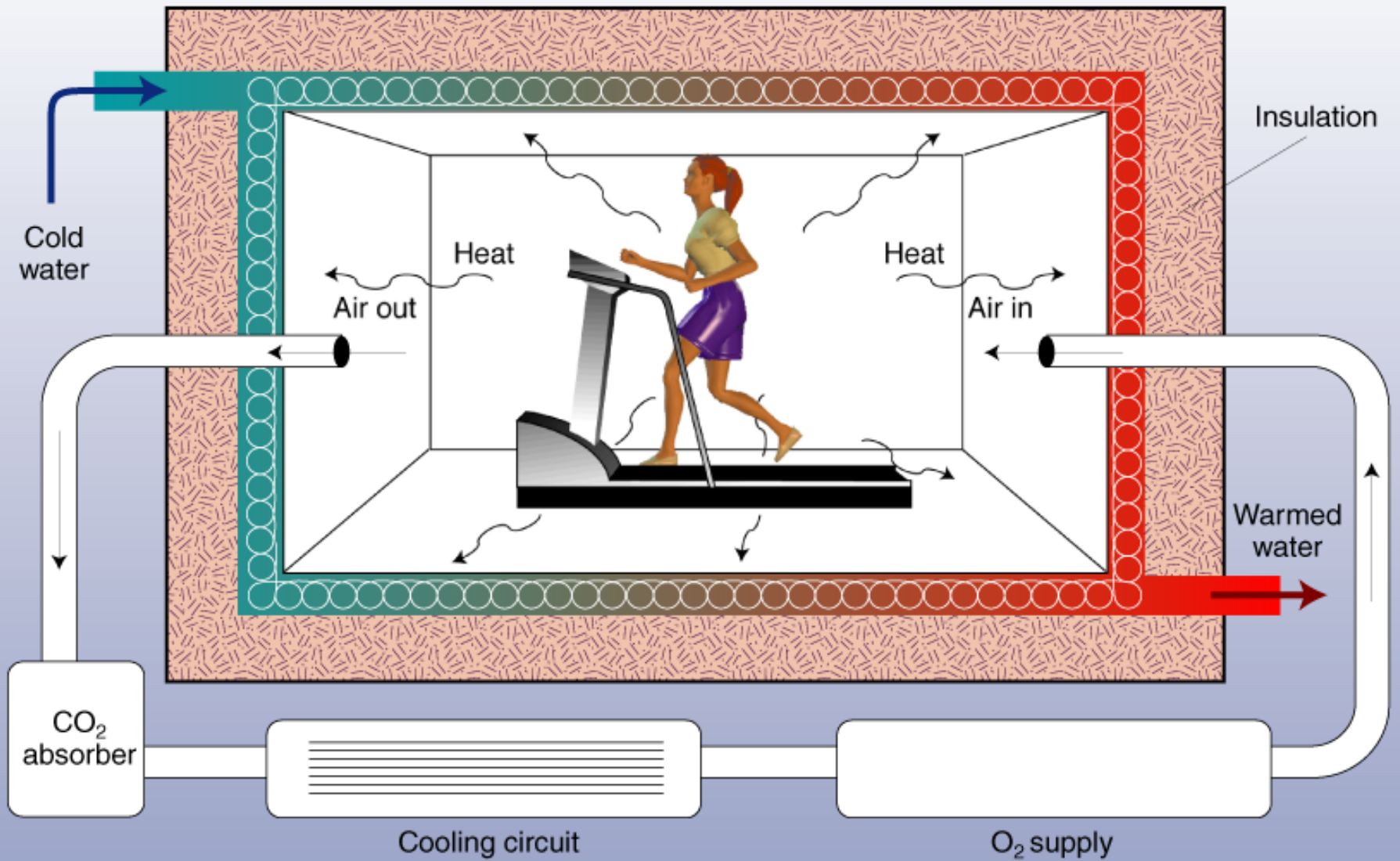
NEJZNÁMĚJŠÍ VYŠETŘENÍ METABOLISMU

- cukrů (stanovení glykémie, glykemické křivky)
- tuků (stanovení cholesterolu, HDL, LDL, triacylglycerolů, vyšetření leptinu)
- bílkovin (stanovení různých globulinů, 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 (KALORIMETRIE)
 - využívá výpočtu z VO_2 (spotřeba O_2 a intenzita zátěže jsou na sobě přímo závislé)
 - výpočet z jiného naměřeného parametru: SF, ventilace
 - výpočet z tabulek pro určité činnosti udané v kJ.min, kJ, MET, % nál. BM apod.



MĚŘENÍ ANALYZÁTOREM PLYNŮ



Přeměna energie-energetický výdej

- BM = bazální metabolismu
- KM = klidový metabolismus
(110 - 120% BM)
- PM = pracovní metabolismus
(130 – 30 000%BM)

Výdej energie při pohybových aktivitách závisí na:

- intenzitě
- délce trvání

$$1\text{lO}_2 = 20 \text{ kJ} = 5 \text{ kcal}$$

Výdej energie (kJ)

jízda na kole 17 km/h	1773
jízda na kole 21 km/h	2217
jízda na kole 25 km/h	2662
jízda na kole nad 28 km/h	3658



běh 7 km/h	1995
běh 10 km/h	2520
běh 14 km/h	3658
chůze 6 km/h	1000



volejbal h 1200

basketbal h 2400



Moderní gymnastika 1191

Krasobruslení 3096

spánek h 300





Leisure Activities



Cut Down On

Sitting for more 30 minutes at a time. Watching TV, talking on phone, playing computer games.



2-3 Times a week

Golf, bowl, Garden.



Lift weights, stretch, yoga, tai



Strength Training & Flexibility

Aerobic Exercise

3-5 Times a Week

Accumulate a total of 30 minutes.



Walk, bike, skate, stair climb, swim, tennis, dance, hike, row, ski.



Recreational

Every Day

Take extra steps in the day.



Take the stairs instead of the elevator, mow the lawn, walk the dog, park the car and walk, get up and change the TV (don't use the remote control).

Krokoměry a pedometry



- počítá ušlé kroky a vzdálenost (km)
- zobrazuje spotřebovanou energii (kcal), těl.tuku (v gramech)

1kcal = 4,2 kJ



ENERGETICKÝ VÝDEJ používané jednotky

$$1\text{kJ} = 0,24 \text{ kcal}$$

J + kJ

$$1\text{kcal} = 4,19 \text{ kJ}$$

Cal +kcal

MET

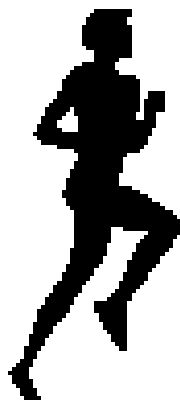
$$1\text{lO}_2 = 20 \text{ kJ} = 5 \text{ kcal}$$

MET – metabolický ekvivalent

- vyjadřuje kolikanásobně je výdej energie vyšší jak bazální metabolismus

1 MET = množství kyslíku, které člověk spotřebuje v klidu za 1 min/1 kg hmotnosti

asi 3,5 ml/kg/min



AKTIVITY	MET
Čtení, sledování TV	1,3
Umývání nádobí, žehlení, vaření	2,3 – 2,5
Chůze	2 - 4
Běh	7 - 9
Kolo	4 – 10
Plavání	6 - 10

Průměrný výdej energie za den

ŽENY (věk 20 – 30 let)				
výška	hmotnost	aktivita žádná	střední aktivita	vysoká aktivita
160	50	7500	8600	9100
	60	8200	9200	10100
170	60	8200	9200	10100
	70	8900	10000	11100
180	70	8900	10000	11000
	80	9600	10800	12100

Průměrný výdej energie za den

MUŽI (věk 20 – 30 let)				
výška	hmotnost	aktivita žádná	střední aktivita	vysoká aktivita
170	60	9800	10800	11800
	70	10500	11500	12500
180	70	10500	11500	12500
	80	11300	12400	13500
190	80	11300	12400	13500
	90	12200	13000	14100

Doporučené hodnoty příjmu energie

ŽENY			
Věková kategorie	19–34 let	35–54 let	nad 55 let
Energie (kJ)	9 000–11 000	8 500–10 000	8 000
Bílkoviny (g)	70–80	65–75	65
Tuky (g)	65–85	60–75	55
Sacharidy (g)	321–385	308–353	289

MUŽI			
Věková kategorie	19–34 let	35–54 let	nad 55 let
Energie (kJ)	11 000–14 000	10 000–13 000	9 000
Bílkoviny (g)	80–100	75–95	70
Tuky (g)	75–105	70–100	60
Sacharidy (g)	408–499	364–457	333

Odkazy na internet

- Energetické hodnoty potravin:

<http://www.merrylinka.cz/oldver/ehodnoty.htm>

- <http://jidelnicky.merrylinka.cz/> - seznam potravin

- Total energy expenditure:

<http://www.health-calc.com/>