



*bp+bk2123 TST*

*Doc. PhDr. Ladislav Bedřich, CSc.*

*blok: 2.*

**1. ENERGETICKÝ METABOLISMUS SVALOVÝCH VLÁKEM**

**2. ENERGETICKÉ SYSTÉMY (ATP-CP, LA, O<sub>2</sub>)**

## Dělení svalů z funkčního hlediska

- **Posturální svaly** udržují základní polohu těla, jsou tedy v neustálém napětí a mají tendenci ke zkrácení
- **Fázické svaly** jsou vykonavateli pohybů. Snadněji se unaví, mají tendenci k oslabování (hypotonii)

Obě skupiny svalů se navzájem ovlivňují a musí být v rovnováze, jinak může docházet ke svalovým dysbalancím. **Svalové dysbalance** mohou vyústit do závažných degenerativních a nevratných změn svalové tkáně se zmnožením vaziva, k patologickým změnám šlach a kloubů. K těmto změnám může dojít u sportovců s trvalejším a intenzivnějším zatěžováním jen určitých svalových skupin. Proto jsou nezbytná **kompensační (vyrovnávací) cvičení**

**Ve všech kosterních svalech jsou všechny typy vláken, v různém poměru.**

Energetický metabolismus různých typů svalových vláken  
(McArdle, Katch, Katch, 2007, Powers & Howley 2007)

**typ I**  
**červené**  
**vlákno**

**SO slow oxidative**

**pomalé oxidativní vlákno**

- aerobní lipolýza, glykolýza, laktátolýza
- pomalá unavitelnost – odolnost proti únavě
- bohaté krevní zásobení - vysoký obsah myoglobinu – velká oxidační kapacita - vázanost O<sub>2</sub>
- energie primárně štěpením tuků
- kontrakce po impulsu až 70-140 ms s větší silou
- (statická a pomalá činnost)

**uplatnění: vytrvalostní zátěž nižší intenzity = AE**

# TYPOLOGIE SVALOVÝCH VLÁKEN

rychlá.: typ IIa FOG + IIx FG

pomalá: typ I SO

**typ IIa**  
červené vlákno

FOG

fast oxidative glykolytic

rychlé oxidativní

- převážně aerobní i anaerobní glykolýza, částečně ATP-lýza (produkce LA)
- středně rychlá unavitelnost
- přechodný typ mezi Ia - IIx
- obsahují velké množství glykogenu a kreatinofosfátu
- spalují především sacharidy ATP štěpením glykogenu, 2min., - tvorba LA
- rychlá kontrakce s velkou silou (silové a rychlostní aktivity)
- po impulsu 50-100 ms

**uplatnění: při zátěžích střední až submaximální intenzity provázející aerobní i anaerobní způsob úhrady energie**



## **typ IIX**

### **bílé vlákno**

**FG fast glycolytic**

**rychlé glykolytické**

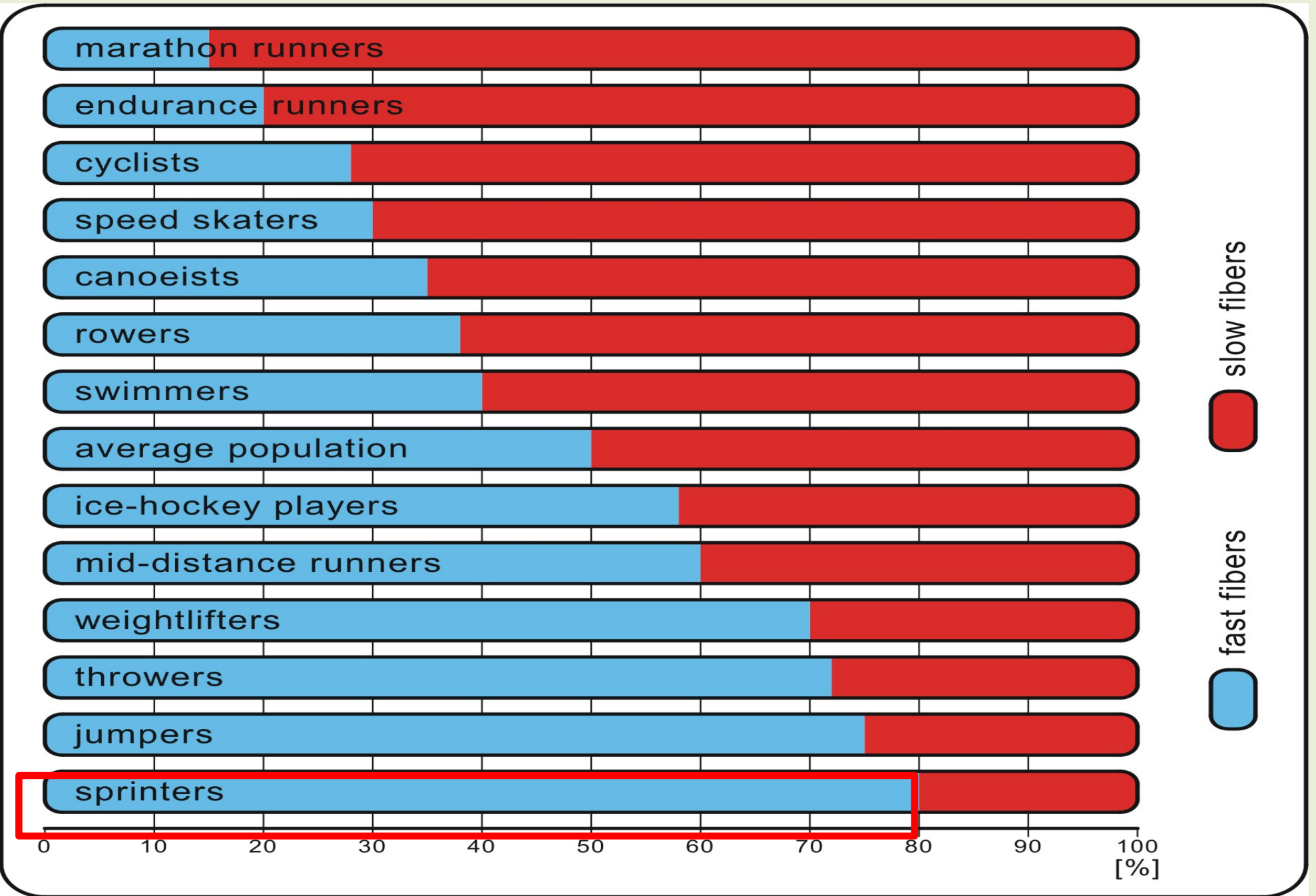
- anaerobní glykolýza a ATP-lýza (produkce LA)
- rychle unavitelné
- nízký obsah myoglobinu – malé krevní zásoben
- největší dynamická síla
- nejvyšší kapacita glykolytická = mohutná, rychlá, krátká kontrakce po krátkou dobu (10-40 ms)
- energie výhradně z ATP a CP (ANA-alaktát., 10-15 s)

**Silové a rychlostní výkony maximální intenzity  
s dominancí anaerobního energetického metabolismu**



**Podíl typů vláken na složení svalů elitních atletů (%)**

<b><i>Disciplína</i></b>	<b>I</b>	<b>Ila a Iix(b)</b>
<b><i>Vytrvalostní běžci</i></b>	<b>70-80</b>	<b>20-30</b>
<b><i>Sprinteři</i></b>	<b>25-30</b>	<b>70-75</b>
<b><i>Nesportovci</i></b>	<b>47-53</b>	<b>47-53</b>



# svalová vlákna a metabolismus

## intenzita pohybového zatížení – pohybové aktivity:

co je to „vysoká intenzita“

🔴 intenzita 90 % SFmax aktivuje cca 85 % rychlých vláken

100 %

95 %

70 %

10 %

Určuje skladba vláken váš výkonnostní potenciál? ANO (genetika)

Vrcholový sprinter může mít až 75 % rychlých , vytrvalec až 90 % pomalých vláken.

Pomalá a rychlá vlákna nemůžeme přeměnit!



# SVALY

**kosterní**

**srdeční**

**hladké**

**EXCITABILITA** – (vzrušivost, dráždivost) schopnost svalu odpovědět na stimul vytvořením a vedením akčního potenciálu

**KONTRAKTILITA** - schopnost svalu se stahovat a vyvíjet napětí za současného výdeje energie

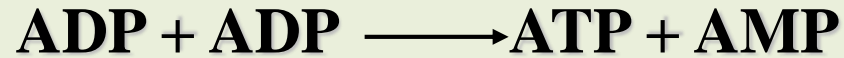
**EXTENSIBILITA** – (roztažnost, rozšiřitelnost) schopnost svalu být natažen

**ELASTICITA** - schopnost svalu se vrátit do klidové délky buď po natažení nebo zkrácení

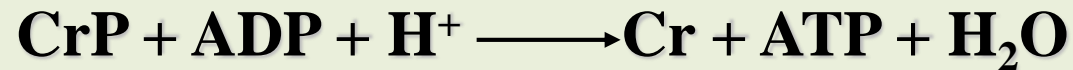
# METABOLISMUS SVALU

## - *restituce ATP*

### MYOKINÁZOVÁ REAKCE

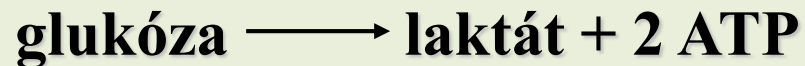


### LOHMANNOVA REAKCE



### GLYKOLYTICKÁ FOSFORYLACE (anaerobní)

Při odbourávání glukózy bez spotřeby kyslíku je uvolněna energie



### OXIDAČNÍ FOSFORYLACE (aerobní)

Při odbourávání látek (*glukóza, laktát, volné mastné kys., aminokyseliny*) za přítomnosti kyslíku je uvolněna energie



# DĚLENÍ SVALOVÉ ČINNOSTI

## ČINNOST STATICKÁ

převažuje svalová síla ve výdrži s *minimální změnou* svalové délky

## ČINNOST DYNAMICKÁ

rytmické *střídání* kontrakce a relaxace se změnou svalové délky, s různou účastí svalového působení

# DRUHY DYNAMICKÉ SVALOVÉ ČINNOSTI

## ČINNOST SILOVÁ

pohybová činnost se zdůrazněnými *silovými* nároky, trvání kontrakce je delší než trvání relaxace

## ČINNOST RYCHLOSTNÍ

pohybová činnost s velmi *rychlým střídáním* kontrakcí a relaxací

## ČINNOST OBRATNOSTNÍ

pohybová činnost s dominancí *jemné koordinace* svalové činnosti

## ČINNOST VYTRVALOSTNÍ

pohybová činnost s důrazem na *dlouhodobou* svalovou činnost

# ENERGETICKÉ SYSTÉMY

Hlavní energetické zdroje pro pohybovou činnost:

🔴 makroergní fosfáty (ATP, CP)

🔴 makroergní substráty-živiny (cukry, tuky, bílkoviny)

- při klidu či málo intenzivní pohybové činnosti je energie poměrně rovnoměrně čerpána ze všech uvedených živin
- při intenzivní svalové činnosti jsou hlavním a i výhradním zdrojem energie cukry
- s přibývajícím dobou činnosti stoupá energetický podíl tuků – výjimečně bílkovin
- Tělo má k produkci ATP 3 systémy – všechny jsou aktivní v jakoukoli danou dobu. Míra, do jaké systémy přispívají k celkovému pracovnímu výkonu, závisí primárně na intenzitě činnosti a sekundárně na délce trvání.

# METABOLISMUS

příjem, zpracování a přeměna živin (makroergních substrátů) na energii  
aktivita metabolismu je dána především genetikou

2 typy

ANAEROBNÍ  $O_2$

AEROBNÍ  $O_2$

ATP

3 energetické systémy k doplnění ATP

- **FOSFAGENOVÝ SYSTÉM** poskytuje energii velmi krátkou dobu na začátku pohybové činnosti prostřednictvím ATP a rozkladu CP (makroergní fosfátů)
- **ANAEROBNÍ GLYKOLÝZA (rychlá)** využívá sacharidy pro tvorbu ATP při činnostech vysoké intenzity bez nutnosti přítomnosti  $O_2$ . Konečným produktem rychlé glykolýzy je LA.
- **AEROBNÍ GLYKOLÝZA (pomalá)** využívá sacharidy pro tvorbu ATP při činnostech střední a mírné intenzity bez produkce LA. Nutnou podmínkou pomalé glykolýzy je dostatečné množství  $O_2$ .
- **AEROBNÍ-OXIDATIVNÍ SYSTÉM** využívá tuky pro tvorbu ATP při činnostech mírné intenzity, za předpokladu dostatečného množství přítomného  $O_2$ .
  - ☛ Pouze sacharidy mohou být metabolizovány pro energii bez přímého zapojení  $O_2$ .
  - ☛ Všechny energetické systémy jsou aktivní v jakoukoli danou dobu. Míra, do jaké systémy přispívají k celkovému pracovnímu výkonu, závisí primárně na intenzitě činnosti a sekundárně na délce trvání.

## FOSFÁGENOVÝ-ATP-CP

makroergní fosfáty ATP 2-3 s, CP 10-15 s  
intenzita maximální

0-15 s

Po vyčerpání „rychlých“ zdrojů energie je při dalším zatížení (**resyntéza ATP**) organismus odkázán na energii živin z přijaté stravy = energii obsaženou v sacharidech - pro svalovou práci dostupné ve formě svalového a jaterního glykogenu, v tucích a v bílkovinách

## GLYKOLÝZA rozklad sacharidů

Pouze sacharidy mohou být metabolizovány pro energii bez přímého zapojení  $O_2$

## 1.fáze ANAE-GLYKOLÝZA rychlá

LA

intenzita vysoká - maximální

15 s-2 min

2-3 min

2.fáze AE-GLYKOLÝZA pomalá  
střední + mírná intenzita

-zásoba sval. glykogenu 60-90 min (střední intenzita)  
- tuků-nízká intenzita trvající nepřetržitě několik dní  
spalování tuků pod 75 % SFmax

> 3 min

AEROBNÍ-OXIDATIVNÍ  
mírná intenzita

# METABOLISMUS

příjem, zpracování a přeměna živin (makroergních substrátů) na energii  
aktivita metabolismu je dána především genetikou

2 typy

**ANAEROBNÍ**  $O_2$

**AEROBNÍ**  $O_2$

**ATP**

3 energetické systémy k doplnění ATP

**FOSFÁGENOVÝ-ATP-CP**

makroergní fosfáty ATP 2-3 s, CP 10-15 s  
intenzita maximální

0-15 s

Po vyčerpání „rychlých“ zdrojů energie je při dalším zatížení (**resyntéza ATP**) organismus odkázán na energii živin z přijaté stravy = energii obsaženou v sacharidech - pro svalovou práci dostupné ve formě svalového a jaterního glykogenu, v tuků a v bílkovinách

**GLYKOLÝZA** rozklad sacharidů

Pouze sacharidy mohou být metabolizovány pro energii bez přímého zapojení  $O_2$

**1.fáze ANAE-GLYKOLÝZA** rychlá

LA

intenzita vysoká - maximální

15 s-2 min

2-3 min

**2.fáze AE-GLYKOLÝZA** pomalá  
střední + mírná intenzita

-zásoba sval. glykogenu 60-90 min (střední intenzita)  
-tuků-nízká intenzita trvající nepřetržitě několik dní  
spalování tuků pod 75 % SFmax

> 3 min

**AEROBNÍ-OXIDATIVNÍ**

mírná intenzita

# 1. ATP-CP systém

- 🔥 **ATP** schopný dodat velké množství energie v krátkém čase, doba možné práce cca 2-3 s
- 🔥 **neustálá obnova ATP** (resyntéza) s pomocí **CP** (štěpí se bez účasti O<sub>2</sub>) regenerace ATP z CP - doba možné práce cca 10-20 s, pak výrazně klesá
- 🔥 čím vyšší zásoby CP ve svalech, tím delší vysoce intenzivní AnaE činnost (příjem kreatinu pro zlepšení výkonnosti ve sprintu či vzpírání)




## 2. LA systém

Anaerobní glykolýza (glykolytický či laktátový LA) =  
= štěpení cukrů (glukózy, glykogenu) bez účasti O<sub>2</sub>

- aktivace systému při maximálním úsilí
- dominance od cca **6 s** až do cca **60-70 s**
- využíváno je štěpení sacharidů = rychlá dodávka energie.
- tvorba LA (acidóza) **glukóza + ADP => laktát + ATP**
- Glukoneogeneze = reakce, při kterém se v játrech a méně v ledvinách (v ledvinách především při dlouhodobém hladovění) syntetizuje glukóza, která je nezbytným palivem v organismu. Hlavními substráty pro glukoneogenezi jsou glukogenní aminokyseliny, laktát a glycerol z tuků

### 3. O<sub>2</sub> - AE (oxydativní systém)

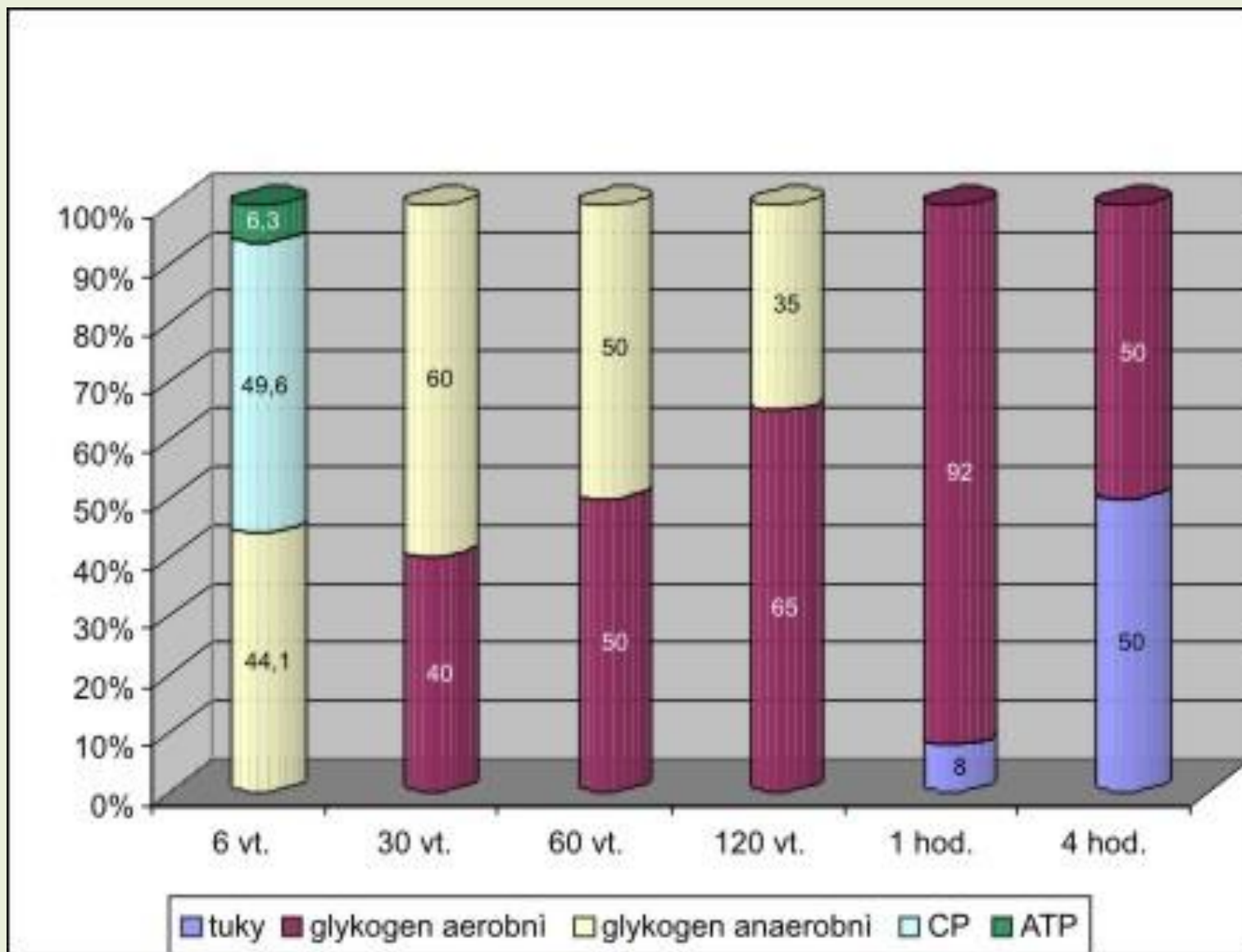
- 🔥 resyntéza ATP štěpením cukrů a tuků na CO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>O za účasti O<sub>2</sub>
- 🔥 OXIDACE GLUKÓZY - AE rozklad glukózy (dominuje po cca 60-70 s)  
**laktát + kyslík + ADP => ATP + oxid uhličitý + voda**
- 🔥 OXIDACE TUKŮ (LIPOLÝZA) - AE rozklad tuků (volných mastných kyselin) dominuje po vyčerpání glykogenu **po cca 90 minutách**
- 🔥 spalování tuků vyžaduje **intenzitu pohybové činnosti pod 75 % SFmax**
- 🔥 vyšší požadavky na dodávku O<sub>2</sub>=zvýšení ventilace, průtok krve=vyšší srdeční výkon
- 🔥 ! dehydratace, přehřátí!

- 
- **Stála hladina glukózy v krvi**
  - Při nedostatku glukózy se ji tělo snaží vyrábět z různých prekurzorů procesem nazývaným **glukoneogeneze**
  - nadměrná zátěž - svaly pracují za nedostatečného zásobení kyslíkem – na **kyslíkový dluh**. Důsledkem je hromadění **laktátu**
  - **zásoby glykogenu vyčerpány - krevní glukóza nepostačuje**, svaly začnou využívat energii převážně **oxidací tuků – lipolýzou**, která nevytváří LA
  - Při produkci energie z tuků nelze udržet vysoké pracovní tempo. Vyčerpání glykogenových zásob a pomalejší oxidace tuků = tzv. **hypoglykémie**.

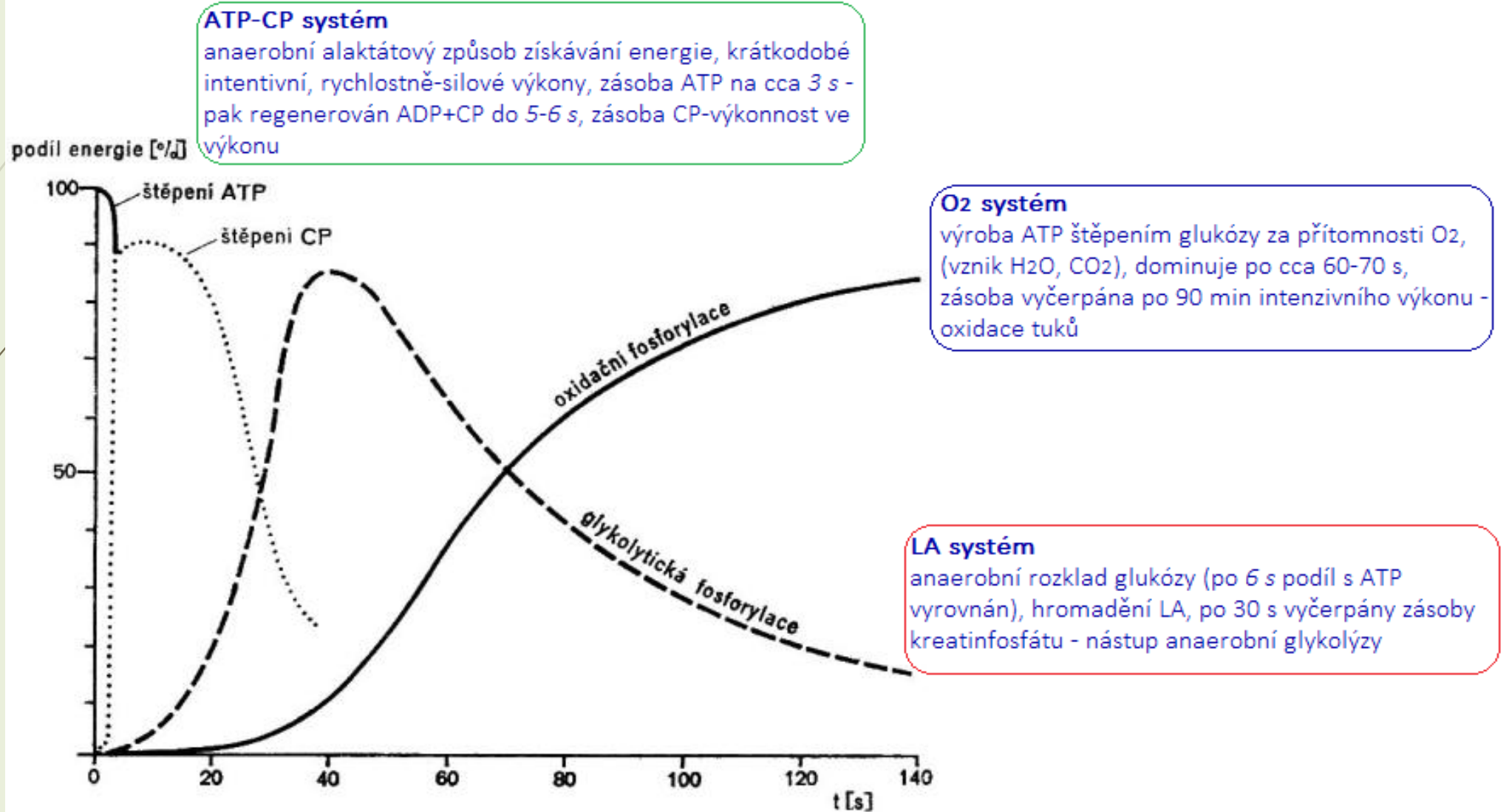
## Přibližný poměr ES v závislosti na trvání výkonu

- ▶ Podle matematických modelů založených na výkonech elitních atletů dochází k **vyrovnání aerobního a anaerobního metabolismu** po cca **55-70 s** (Ward-Smith 1999).  
V praktických studiích se objevují výsledky od 50 až do 100 s
- ▶ Novější výzkumy se kloní spíše k rychlejšímu nástupu aerobního metabolismu, jiné naopak zdůrazňují anaerobní podíl (těch se obvykle drží naše sportovní literatura)
- ▶ **Rozdíly v měření vyplývají z dosavadní nedokonalosti laboratorních metod a individuálních rozdílů v podílu rychlých a pomalých vláken** (např. při běhu na 1000 m vytváří sprinter aerobně pouze 61% energie, průměrný člověk 66 % a vytrvalec 70 %).

# Zdroje energie ve vztahu k trvání činnosti



# PODÍL ENERGETICKÝCH ZDROJŮ V ZÁVISLOSTI NA ČASE PŘI MAXIMÁLNÍM VÝKONU



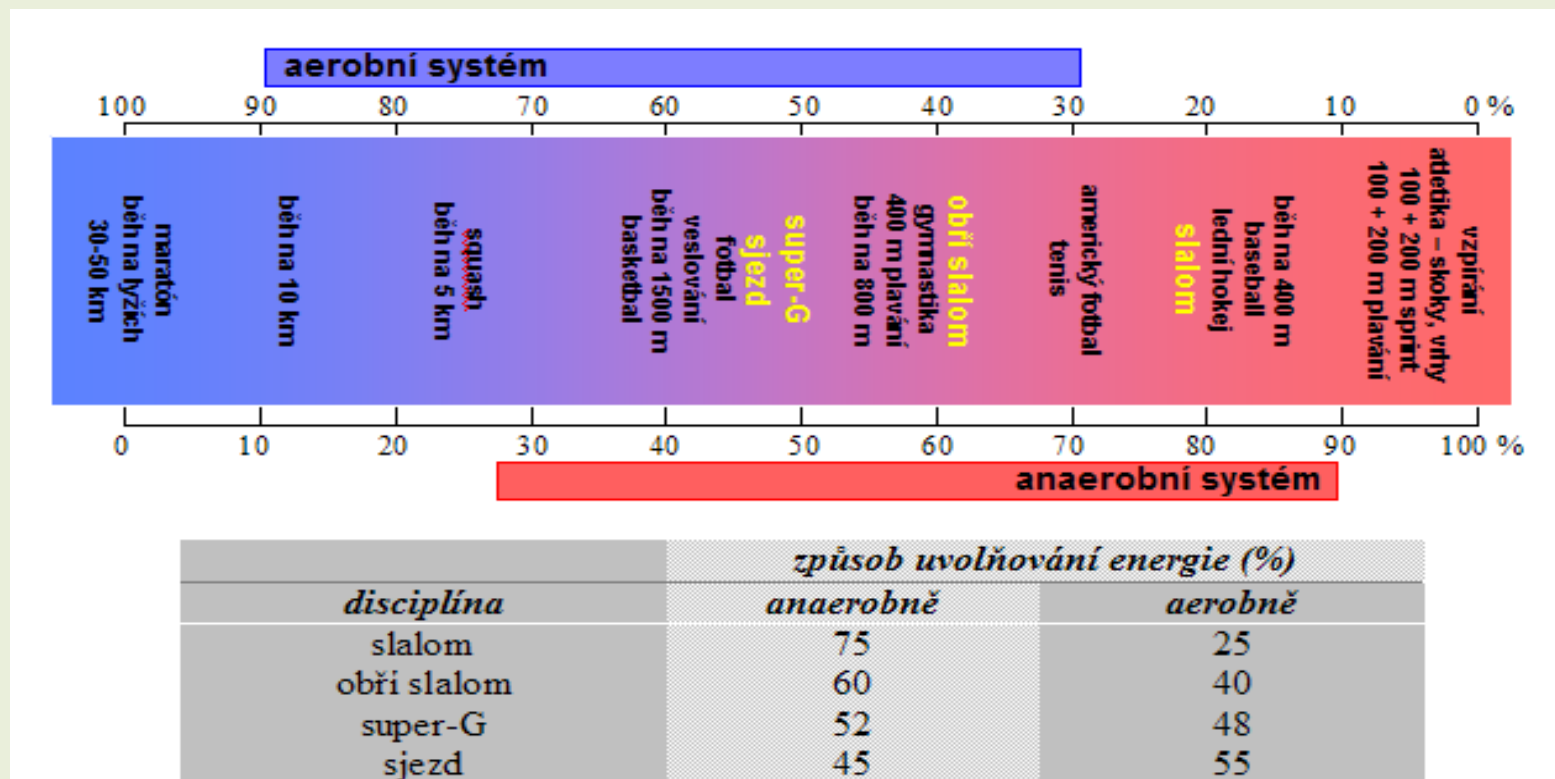
## Poměr zapojení anaerobního a aerobního metabolismu v průběhu času při maximální intenzitě pohybu

Délka trvání	ATP-CP	LA	O <sub>2</sub>
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

## ZPŮSOBY ZÍSKÁVÁNÍ ENERGIE

🕒 **ANAEROBNÍ:** na začátku zátěže, při náhlém zvýšení intenzity svalové práce nebo při vysoké intenzitě svalové práce způsobem **anaerobní alaktátovým** – energie je uvolněna z ATP a CP (kreatinfosfát) bez účasti anaerobní glykolýzy a tvorby laktátu (ATP-CP systém) a způsobem **anaerobně laktátový** energie získána z anaerobní glykolýzy s tvorbou laktátu.

🕒 **AEROBNÍ:** způsob získávání ATP je dominantní při tělesných aktivitách vytrvalostního charakteru trvajícího déle než 2–3 minuty. Úroveň aerobních schopností je ovlivněna **dědičností (80 %)**. Aerobní schopnosti jsou limitujícím faktorem výkonnosti ve vytrvalostních disciplínách a o její úrovni nás informuje spotřeba kyslíku (VO<sub>2</sub>) – maximální množství kyslíku přijaté organismem



Obr. 1: Podíl metabolických systémů na energetickém zajištění sportovního výkonu v %



# Aerobní a anaerobní způsob získávání energie

<b>sport</b>	<b>Aerobně %</b>	<b>Anaerobně %</b>
fotbal	50	50
lední hokej	10-20	80-90
maraton	90	10
sprint 100 m	5	95
dálkové plavání	70	30

	<i>Trvání výkonu</i>	<i>Využití substrátu</i>	<i>Tvorba kys. mléčné</i>	<i>Typy sval. vláken</i>
<b>Rychlostní (maximální)</b>	do 15 s	ATP, CP	střední	Převážně IIX
<b>Rychlostně - vytrvalostní (submaximální)</b>	15-50 s	ATP, CP, glykogen (glykolýza)	max.	IIX a IIA
<b>Vytrvalostní - krátkodobá</b>	do 120 s	glykogen (glykolýza a oxidace)	velmi vysoká	IIX a II A
<b>- střednědobá</b>	do 10 min	glykogen (oxidace)	střední - malá	II A
<b>- dlouhodobá</b>	nad 1 hod	Glykogen, lipidy (oxidace), extracelulární zdroje	velmi malá	I

## **TYP ZÁTĚŽE:**

- KONTINUÁLNÍ
- INTERVALOVÁ se střídáním intenzity zatížení

## **TRVÁNÍ VÝKONU:**

- TRVÁNÍ VÝKONU (např. 10s. , 1 hod. apod.)
- ZÁPASU (např. 3x 2min)
- UTKÁNÍ (např. 2x 45min)

## **INTENZITA ZATÍŽENÍ:**

- NÍZKÁ – hodiny (3-20 h)
- STŘEDNÍ ◦ krátkého trvání – minuty (3-7min)  
◦ dlouhého trvání – desítky minut (7min – 3h)
- SUBMAXIMÁLNÍ ◦ desítky sekund (40-60s)  
◦ minuty (1-3min)
- MAXIMÁLNÍ – sekundy 15-50s
- SUPRAMAXIMÁLNÍ – sekundy (do 15s)

## **METABOLICKÉ KRYTÍ**

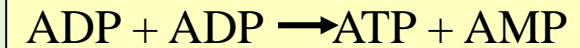
- ATP-CP systém
- ANAEROBNÍ GLYKOLYTICKÁ (glykolytická fosforylace)
- AEROBNÍ GLYKOLÝZA, OXIDATIVNÍ FOSFORYLACE

## **ZDROJE ENERGIE:**

- ATP a CP
- GLYKOGEN (svalový, jaterní)
- VOLNÉ MASTNÉ KYSELINY

# ADAPTACE NA ZÁTĚŽ

## ČINNOST SILOVÁ



hypertrofie vláken IIX, ↑ aktivita myokinázy

## ČINNOST RYCHLOSTNÍ

↑ obsahu a utilizace ATP a CP, hypertrofie vláken IIX

## ČINNOST RYCHLOSTNĚ–VYTRVALOSTNÍ (~2min)

↑ aktivita glykolytického systému, ↑ utilizace glykogenu v II,

↑ pufrovací kapacity

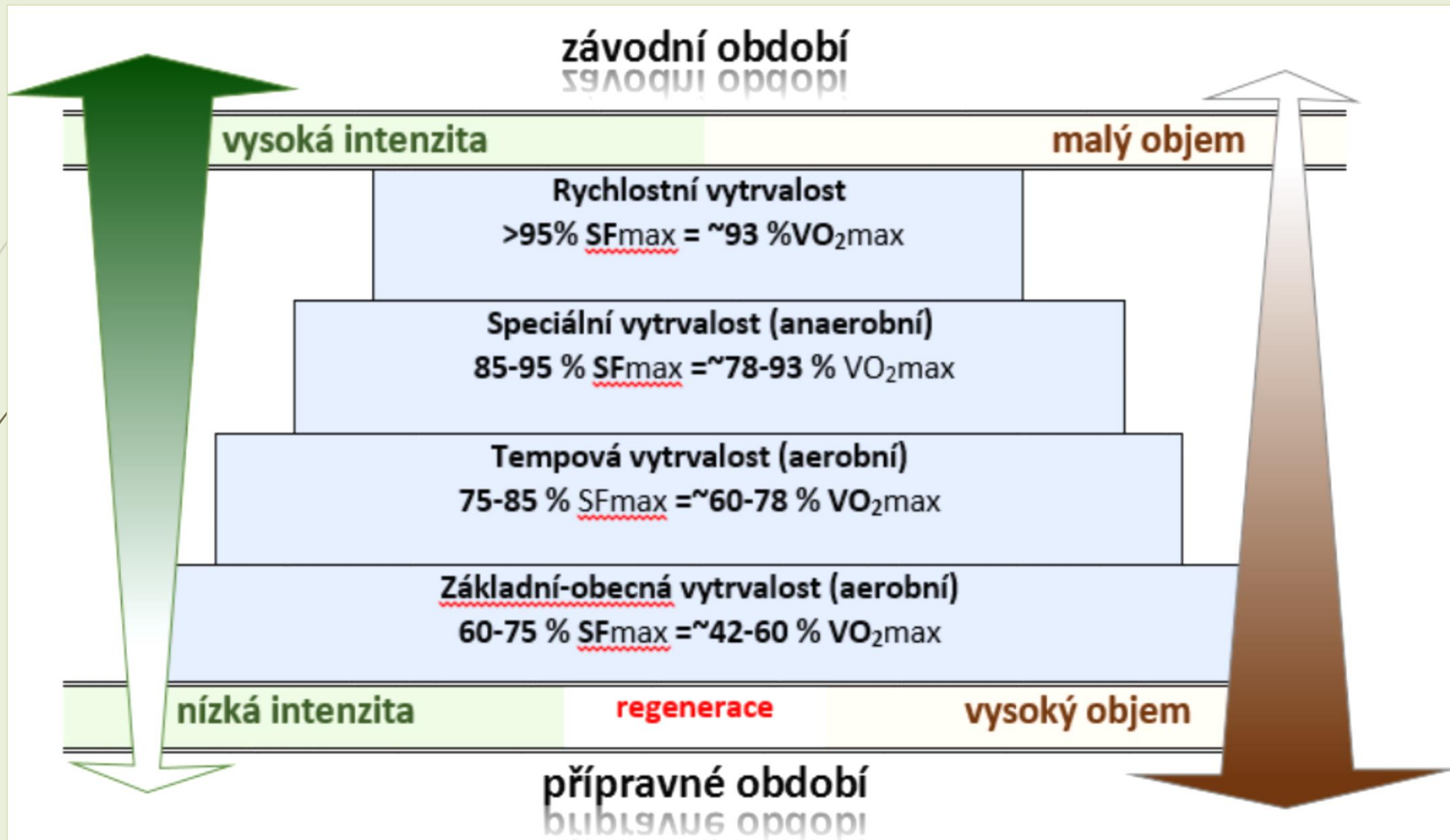
## ČINNOST VYTRVALOSTNÍ

↑ mitochondrií, ↑ aktivita enzymů dýchacího řetězce,

↑ kapilarizace, hypertrofie I, možná konverze z II → I(?),

↑ hladiny svalového glykogenu o 100%, ↑ aktivita lipázy

# Základní tréninkový model





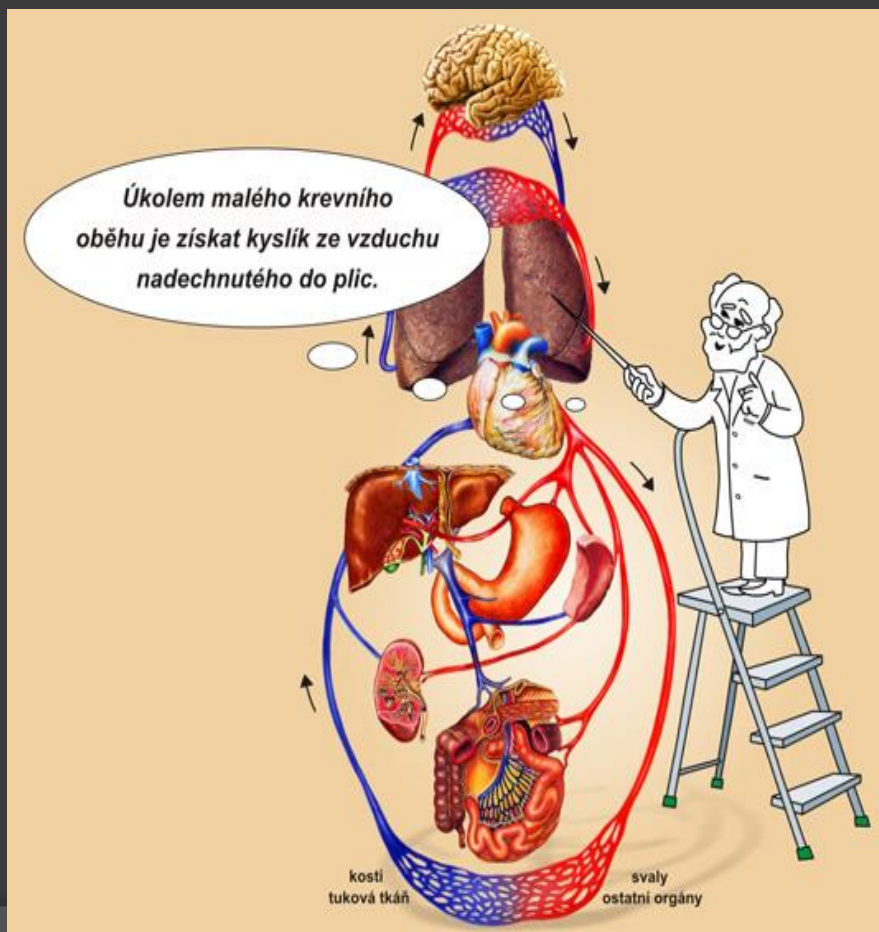
## TEPOVÁ – SRDEČNÍ FREKVENCE

- TF se měří na perifériích – SF na srdci
- Nevhodné měřit na krku na krkavici → umístěny tzv. baroreceptory → podrážděním dochází ke zpomalení tepové frekvence
- Klidová SF - u netrénovaných cca 70 tepů/min
  - u vysoce trénovaných 30-40 tepů/min
- Maximální může dosahovat až 210 tepů/min

## Srdce přečerpá nejméně 8.000 l krve každý den

(bez provádění jakékoliv namáhavější práce)

Celkový objem krve se pohybuje mezi 6 až 8 % celkové hmotnosti těla. U **70 kg** muže činí asi **5,5 l**, u žen přibližně **4,5 l**. Tento objem krve je srdcem v klidovém stavu přečerpán přibližně za 1 min. Objem levé komory činí u dospělého muže průměrně **78 ml** a **při frekvenci 70 tepů/min** to znamená asi **5,5 l/min**



## Malý a velký krevní oběh

- \* krev se rozděluje ve velkém oběhu do jednotlivých tkání
- \* **mozkem projde za minutu cca 0,72 l krve**, játry a trávicím ústrojím 1,32 l, **kosterním svalstvem 1,2 l**, **ledvinami 1,1 l**, **srdečním svalem 0,28 l** a **kůží a ostatními tkáněmi 0,88 l**
- \* Zásobování mozku je zajišťováno přednostně stejně tak i srdečního svaly (při šoku může být prokrvení ledvin a trávicího traktu potlačeno ve prospěch srdce a mozku)
- \* při aktivní fyzické zátěži výrazně stoupá prokrvení kosterního svalstva na úkor trávicího ústrojí
- \* plícemi prochází za minutu celý objem 5,5 l
- \* ledviny přefiltrují více než 1.500 l krve/24 h

# Řízení tréninku dle SF

**Karvonenův vzorec** zohledňující individuální odlišnosti v rozsahu SF.

\* srdeční rozpětí:

$$SR = SF \text{ max} - SF \text{ klid} = 190 - 60 = 130 \text{ [tepů/min.]}$$

Požadovaná intenzita 80 % SFmax:

$$\begin{aligned} TSF &= SF \text{ klid} + (SF \text{ max} - SF \text{ klid}) \cdot 0,8 = \\ &= 60 + [(190 - 60) \cdot 0,8] = \\ &= 60 + 104 = 164 \text{ [tepů/min.]} \end{aligned}$$

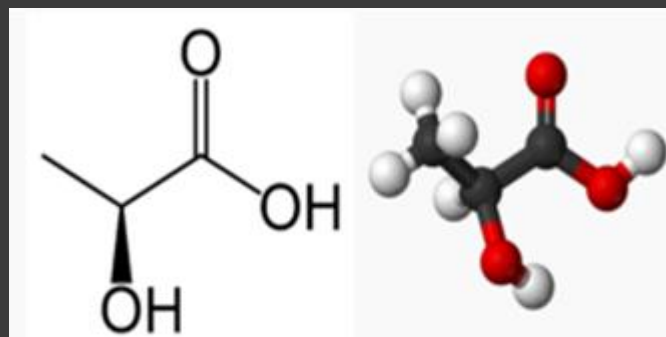
SF aktuální (zjištěná) = **145** tepů/min.)

$$\begin{aligned} \% SF \text{ max} &= [(SF \text{ aktuální} - SF \text{ klid}) \cdot 100] / SF \text{ max} - SF \text{ klid} = \\ &= [(145 - 60) \cdot 100] / 190 - 60 = \\ &= \mathbf{65} \text{ [%]} \end{aligned}$$



# Kyselina mléčná

Laktát = sůl kyseliny mléčné



kysele chutnající, lehce rozpustná,  
bezbarvé krystaly tvořící kyselina  
s chemickým vzorcem **CH<sub>3</sub>-CHOH-COOH**

- vzniká mléčným kvašením cukrů, např. v mléce, sýrech, kyselém zelí
- používá se např. v pekařství, pivovarnictví, koželužství, k přípravě limonád, při barvení a zušlechťování textilií (pohmat, lesk), opticky neaktivní
- používá se také kvůli svým antiseptickým vlastnostem v mastech, ústních vodách a jako prostředek k ošetřování vlasů

Sůl kyseliny mléčné (a i její anion a estery) se nazývá laktát **CH<sub>3</sub>-CHOH-COO-**.

# Laktát

- v těle se neustále vytváří malé množství  
**La klidový 0,5–1,5 mmol/l** - jako při AE zatížení
- nejvydatnější získávání energie anaerobním způsobem při intenzivních zatíženích mezi 15-60 s,  $\dot{V}O_2\text{max}$  70%
- koncentrace La ve svalech vždy vyšší než v krvi/  
do krve se zpožděním (5-20 min.)
- **La odbourávají:**
  - játra – 50 %
  - nezatěžované svalstvo - 30 %
  - srdce – 10 %
  - ledviny – 10 %

*rychlost odbourávání La:*

- netrénovaný **0,3** mmol /min.
- trénovaný **0,5** mmol/min.  
měření - ušní lalůček, prst

*hodnocení intenzity zatížení:*

- aerobní : **do 2** mmol/l La
- aerobně- anaerobní : **3 – 7** mmol/l La
- anaerobní : **> 7** mmol/l La

# Spotřeba kyslíku

- **maximální spotřeba kyslíku  $VO_{2max}$**  = schopnost organismu kyslík přijímat, transportovat a využívat
- rozvoj  $VO_{2max}$  závisí na intenzitě a na objemu zátěže
- špičkové výkony : **muži 78 ml/kg.min**  
**ženy 68 ml/kg.min**
- běžná populace: muži 45  
ženy 35
- pokud dlouhodobě  $VO_{2max}$  klesá = pravděpodobná chyba v celkovém dávkování a účinnosti tréninku

# Rychlost běhu podle hodnot $VO_2 \max$

$$v \text{ [km/h]} = [ 3,99 + VO_2\max \text{ (ml/min/.kg)} ] / 3,656$$

Příklad:

$VO_2 \max$ [ml /min/kg]		50- 52,5	52,5- 55	55- 57,5	57,5- 60	60- 62,5	62,5- 65	65- 67,5	67,5- 70	70- 72,5
80 %	km/hod	11,8	12,4	12,8	13,4	14	14,6	15,1	15,6	16,2
	100 m [s]	30,3	29	28,1	26,8	25,7	24,7	23,8	23,1	22,3
	1 km/min.	5:03	4:50	4:41	4:28	4:17	4:07	3:58	3:50	3:43