



MUDr. Kateřina Kapounková, Ph.D.

KLINICKÁ FYZIOLOGIE A PATOFYZIOLOGIE 1

Pohybová zátěž

vyvolává změny v organismu:

A) okamžité - reakce (odpověď) na jednorázovou zátěž

– např. \uparrow SF

B) po nějaké době - adaptace při opakování zátěži

- např. \downarrow SF klidové a \downarrow SF při stejné zátěži

Podnět musí být ale dostatečně silný !!!

Pohybová zátěž vyvolává reaktivní i adaptační

- změny v **kardiovaskulárním systému** (srdce, cévy)
- Změny v **dýchacím systému**
- změny v **neurohumorálním systému**
- změny ve **vnitřním prostředí** (pH)
- změny ve **svalech**
- změny v činnosti **ledvin**
- změny **metabolismu**



Reakce na zátěž

Změny v kardiovaskulárním systému

- Centrální
- Zvýšení **TF** (max TF 220 – věk)

Reakce probíhá v několika fázích

Fáze úvodní – zvýšení někdy i o desítky tepů

Fáze průvodní – prudký vzestup na počátku, pak pozvolnější růst

Fáze následná – prudký pokles, pak pozvolnější

Průměrné hodnoty SF max

| VĚK | MUŽI | ŽENY |
|-----|--------|-------|
| 18 | 194±10 | 197±7 |
| 25 | 191±9 | 194±8 |
| 35 | 186±10 | 188±9 |

$$SF_{\max} = 220 - \text{věk}$$

- **Systolický objem** (klid 60-80ml až 120-150ml v zátěži)
- **Minutový objem** (klid 4-5l až 20-25l v zátěži)
- **Ejekční frakce** (z 55% na 85%)
- **Periferní** (cévy)
- redistribuce krve: **vazodilatace** v pracujícím svalu, **vazokonstrikce** v obl. splachnické, renální, kožní a cévy nepracujících svalů
- Změny v prokrvení orgánů (mozek, svaly)
- Klidový **TK** 130/80

Tlak při zátěži : systola až 230, diastola vyšší o 10-20 mmHg

Hodnoty TK při zatížení různé intenzity a délky trvání

| | sTK | dTK |
|---------------------------------------|---------|--------|
| Krátkodobé zatížení max. intenzity | 150-190 | 80-110 |
| Zatížení submaximální intenzity | 180-240 | 40-100 |
| Dlouhodobé zatížení střední intenzity | 130-170 | 80 |
| Statické krátkodobé zatížení | 140-160 | 80-100 |

Distribuce srdečního výdeje

| | klid | zátěž |
|-----------------------|------------------|-------------------|
| srdce | 5% = 0,25 l/min | 5% = 1,25 l/min |
| mozek | 15% = 0,75 l/min | 4% = 1,0 l/min |
| svaly | 20% = 1,0 l/min | 85% = 21,25 l/min |
| trávicí systém | 25% = 1,25 l/min | 5% = 1,25 l/min |
| kosti | 4% = 0,2 l/min | 1% = 0,25 l/min |
| ledviny | 20% = 1,0 l/min | 3% = 0,75 l/min |

Autonomní nervový systém

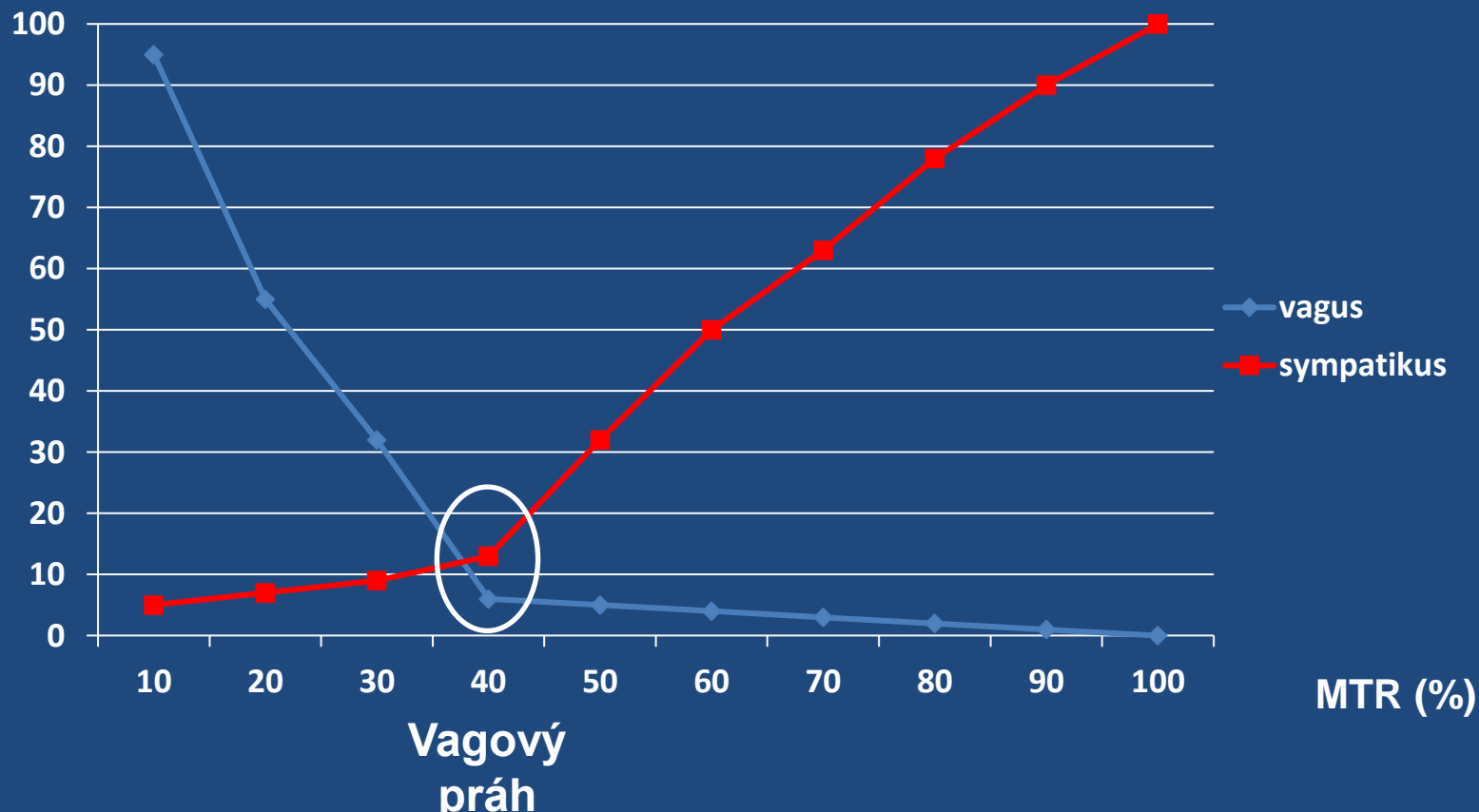
- Sympatikus, parasympatikus – není ovlivněn naší vůlí
- Sympatikus **připravuje organismus na zátěž** (psychickou, fyzickou)
- Parasympatikus umožňuje regeneraci organismu
- Rovnováha obou systémů zajišťuje vnitřní stabilitu organismu

TĚLESNÁ PRÁCE - ZMĚNY V AKTIVITĚ ANS

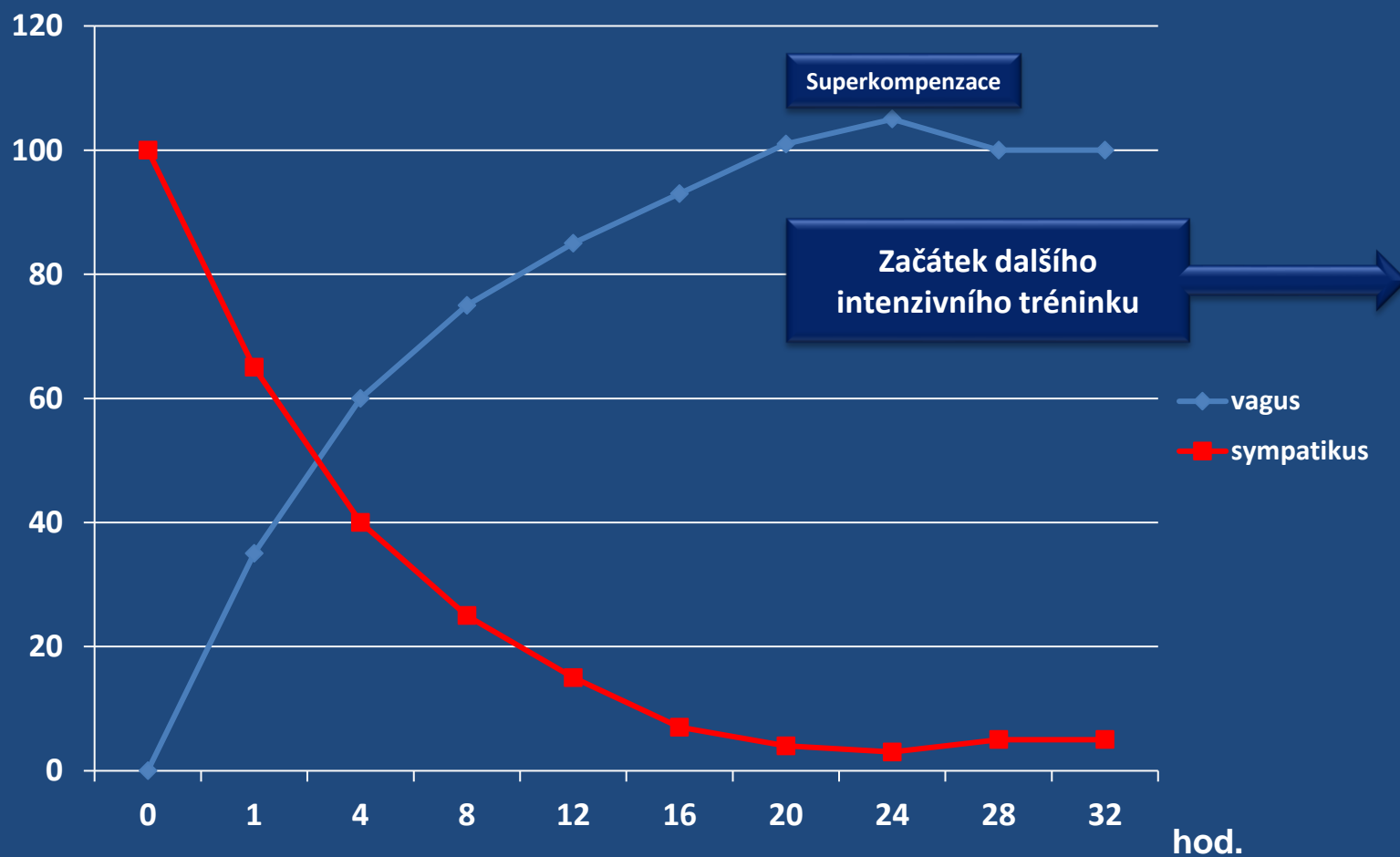
↑ srdeční frekvence + ↑ systolického objemu + ↑ kontraktility myokardu

Krytí energetických požadavků pracujících svalů

Nízká intenzita (< 35 – 45 % MTR) = inhibice aktivity vagu
Střední a vysoká intenzita = zvyšování aktivity sympatiku



Průběh zotavení po intenzivním tréninku



Změny vnitřního prostředí

pH krve :

nízká intenzita- pH se nemění

submaximální i.- zvýšení LA - snížení pH

- Stoupá **hematokrit**- ovlivnění hemodynamiky
- **Glykemie** (**pozátěžová hyperglykemie, hypoglykemie**)
- **Erytropoetin** vzniká z 90-95% v ledvinách

reguluje tvorbu červených krvinek

stimulem pro zvýšenou tvorbu erytropoetinu je pokles parciálního tlaku kyslíku protékající ledvinou (v zátěži)- **hypoxie ledviny**

- **Leukocyty** (**leukocytóza, leukopenie**)

- Laktát

| | |
|---------|------------------|
| | |
| klidová | 0,5 – 1,5 mmol/l |
| nízká | do 3 mmol/l |
| střední | 3-7 mmol/l |
| vysoká | nad 7 mmol/L |

Změny dýchacího systému

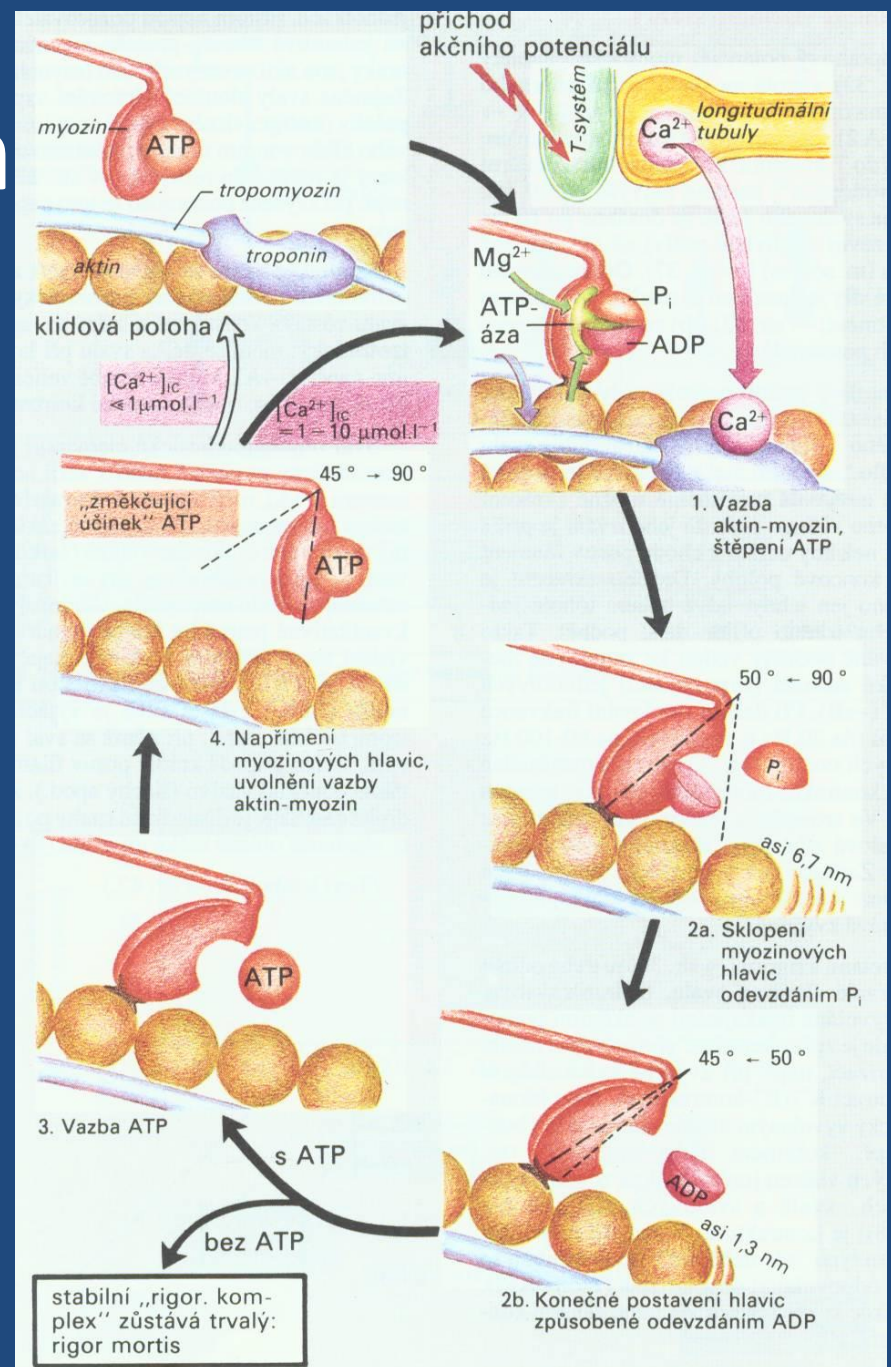
- Zvýšení **dechové frekvence**
- Zvýšení **příjmu kyslíku a výdeje oxidu uhličitého** (zpočátku téměř lineárně)

U 60 -70% $\dot{V}O_2$ max (ventilační anaerobní prah – nesoulad v dodávce O_2)

- Změny mechaniky dýchání (zvýšení využití bránice, mezižeberních a břišních svalů)
- **Bronchodilatace** (rozšíření průdušek)

Změny ve svalech

- Svalová kontrakce



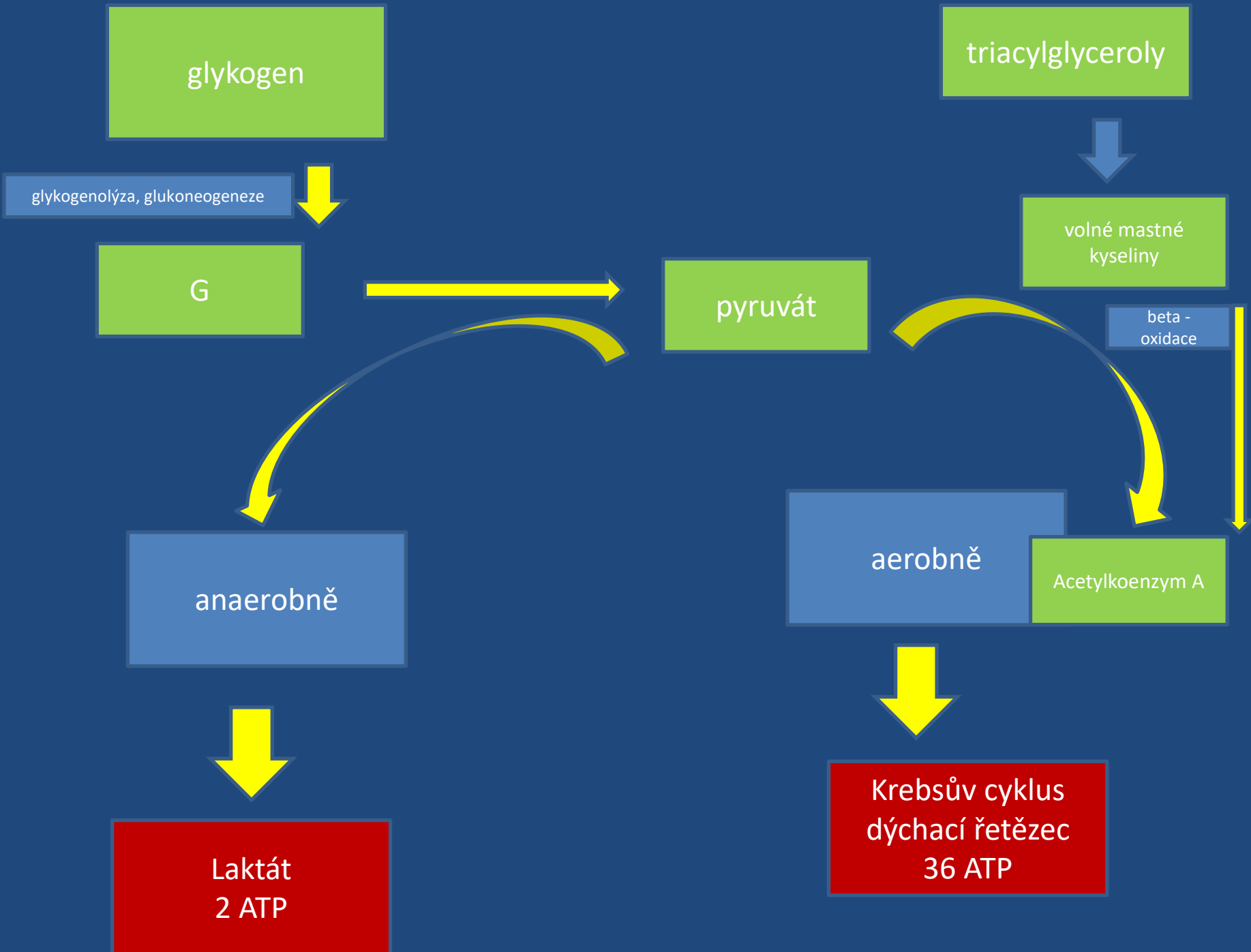
Změny v činnosti ledvin

- Při výkonu **klesá prokrvení ledvin**
- Zvyšuje se **tvorba erythropoetinu**
- Při výkonu se zvyšuje **vylučování mineralokortikoidů**- aldosteronu (zvyšuje vstřebávání sodných iontů a reabsorbuje se i voda tzn. **sníží se diuréza**)

Proteinurie, hematurie

Změny metabolismu

- Zdroje energie pro pohyb tvoří energie chemických vazeb živin přijímaných potravou makroergních vazeb kyseliny fosforečné (ATP)
- Energetické nároky pohybové zátěže – variabilní
- Energetické substráty : sacharidy, tuky (bílkoviny)



glykogen

triacylglyceroly

glykogenolýza, glukoneogeneze

G

pyruvát

volné mastné kyseliny

beta-oxidace

anaerobně

aerobně

Acetylkoenzym A

Laktát
2 ATP

Krebsův cyklus
dýchací řetězec
36 ATP

ENERGETICKÉ KRYTÍ

- ATP,CP systém

několik s, maximální intenzita

- Glykolytická fosforylace

dosahuje maxima po 40 – 50 s, submaximální intenzita

- Oxidativní fosforylace

Převládá u dlouhodobé zátěže

Reakce na zatížení

| Sport | intenzita | doba | Energetické krytí | zdroj | G | La |
|----------|-----------|------|-------------------|-------|---|----|
| sprint | | | | | | |
| vzpírání | | | | | | |
| maraton | | | | | | |
| hokej | | | | | | |
| MG | | | | | | |
| box | | | | | | |

Reakce na zatížení

| Sport | intenzita | SF | TK | ery | leu | Kreatinkináza, urea |
|----------|-----------|----|----|-----|-----|---------------------|
| sprint | | | | | | |
| vzpírání | | | | | | |
| maraton | | | | | | |
| hokej | | | | | | |
| MG | | | | | | |
| box | | | | | | |