

# Fyziologie zátěže

ABR

Adaptace

# Co je acidobazická rovnováha?

= rovnováha mezi acidifikujícími a alkalizujícími vlivy

**nerovnováha** znamená, že se:

- změnily se poměry kyselin a bází
- změnilo se pH **organismu**
- narušily regulační mechanismy
- postupně uplatňují kompenzující mechanismy

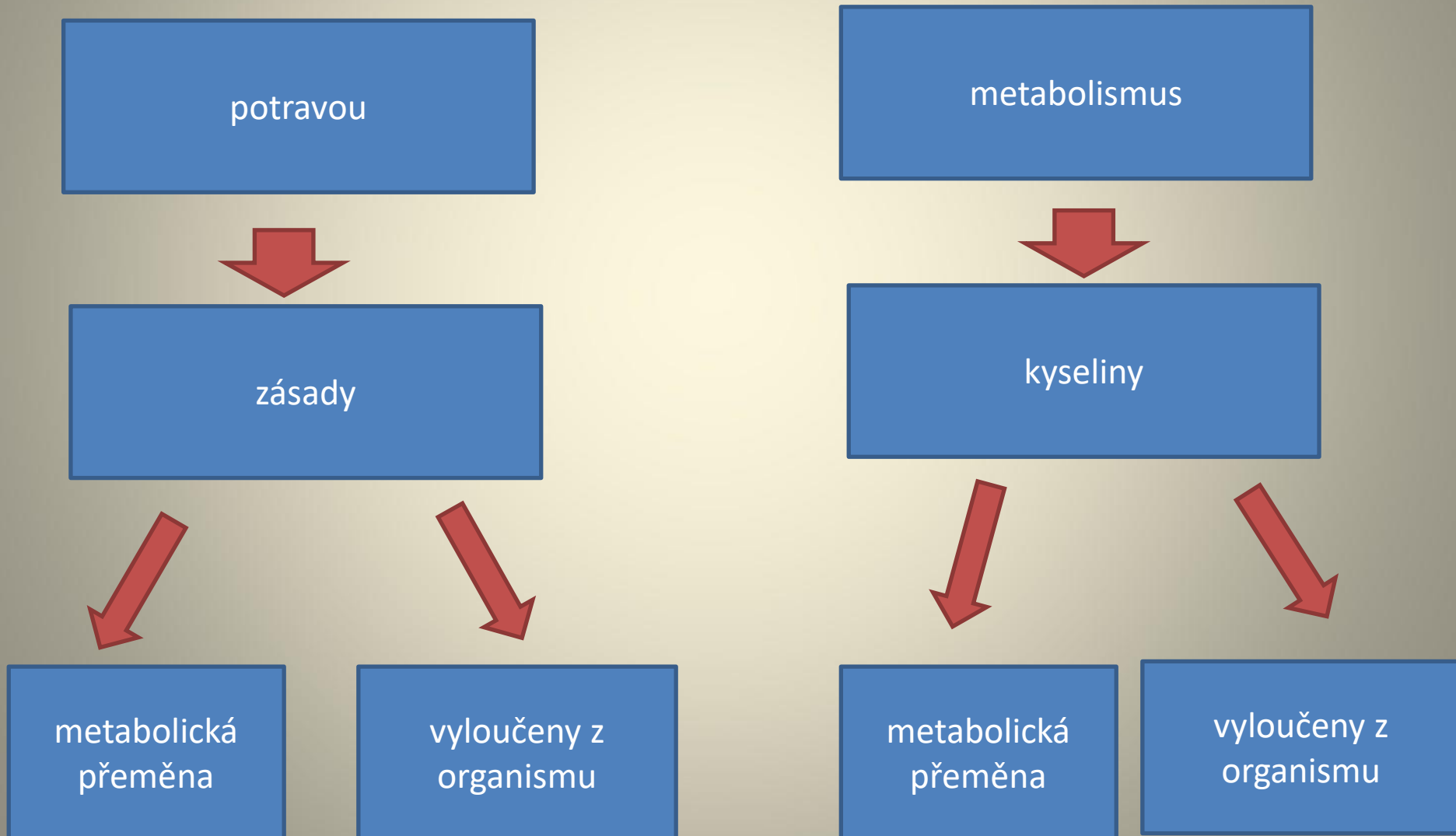
# Denní produkce $H^+$ v lidském organismu

Lidské tělo denně produkuje:

- **Prchavé ( těkavé ) kyseliny** – schopné vyloučit plícemi: kyselina uhličitá (z  $CO_2$  a vody)
- **Netěkavé kyseliny** – nutno vyloučit ledvinami: kyselina fosforečná, kys. močová, kys. sírová

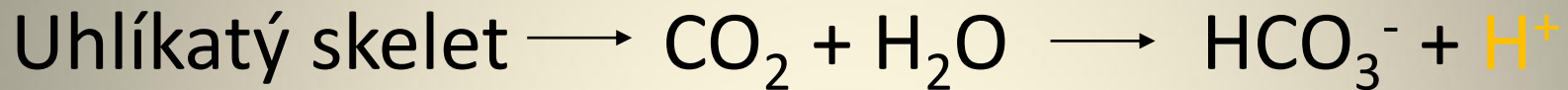
Za fyziologických okolností těkavé kyseliny se eliminují plícemi a netěkavé ledvinami - rovnováha

# Kyseliny a zásady v organismu

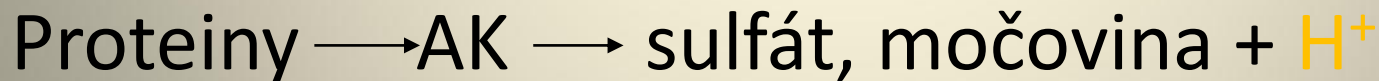
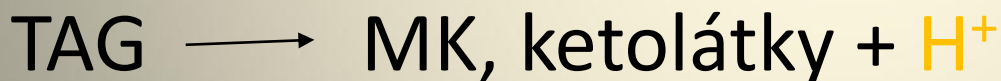
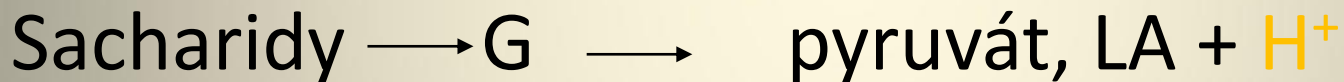


Lidský organismus denně vyprodukuje velké množství kyselin

## A, kompletní oxidací látek



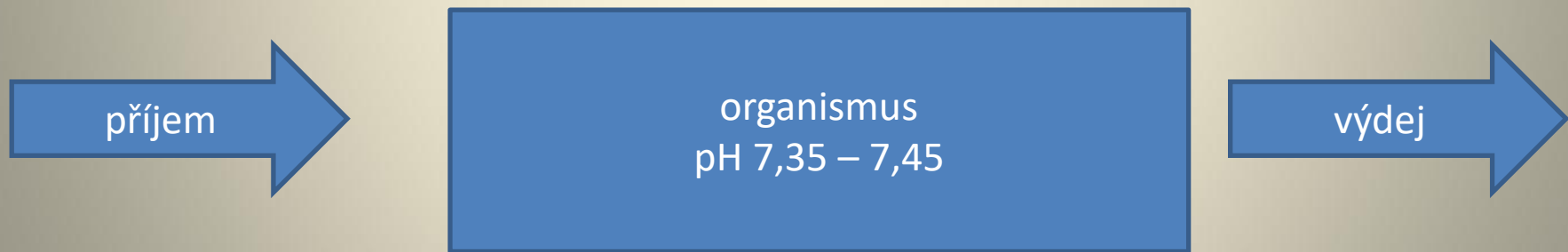
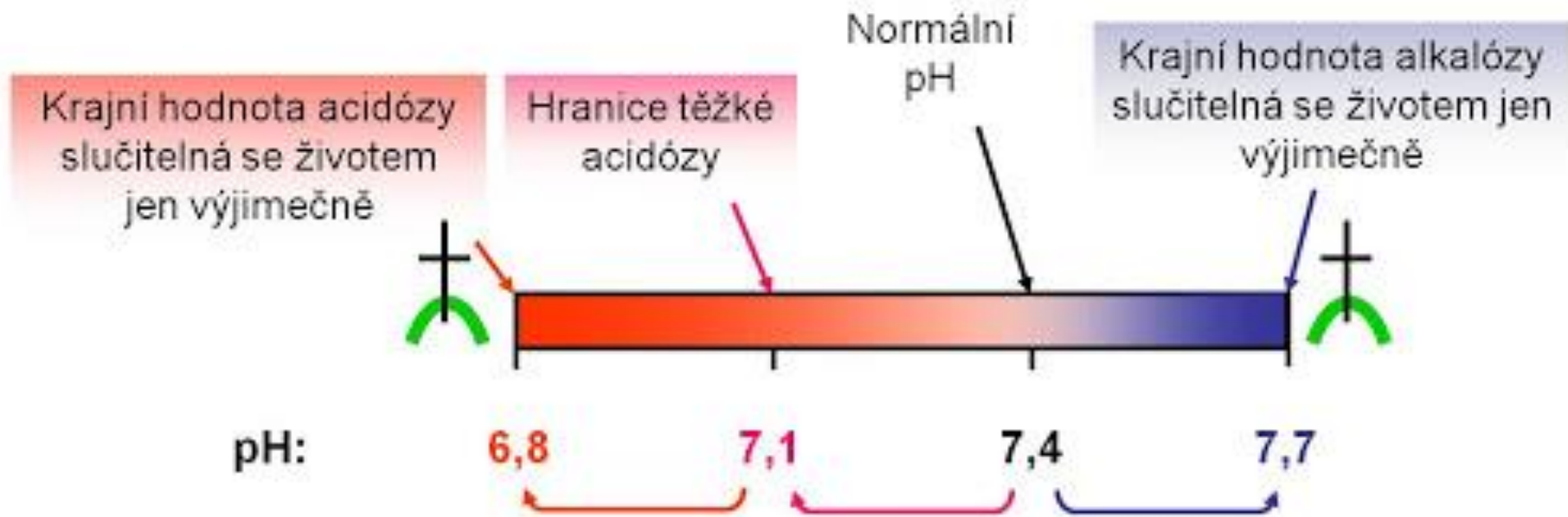
## B, nekompletní oxidací



Za normálních okolností kompletně metabolizovány na  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$

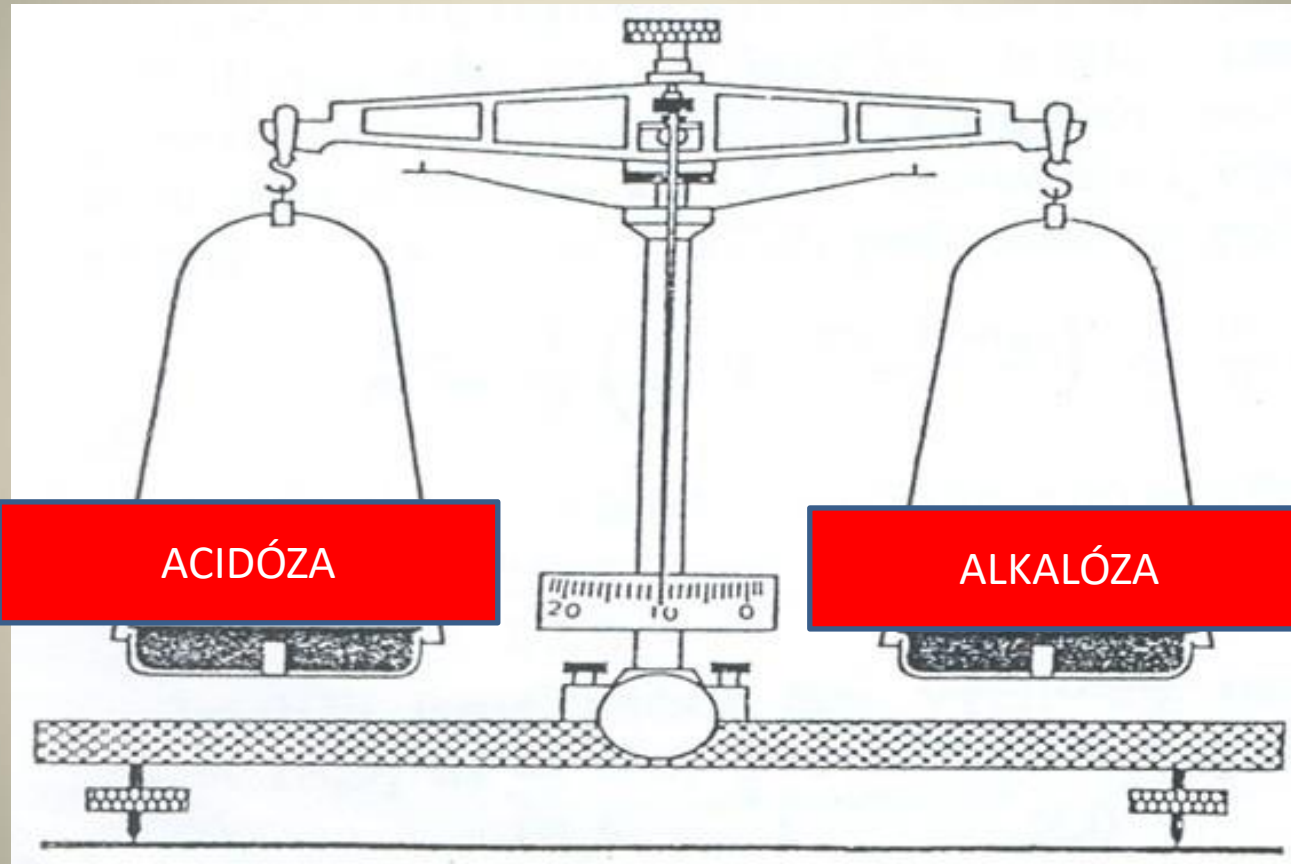
Produkce ATP je spojena s produkcí  $\text{H}^+$

Celkově vzniká 1 mmol/kg tělesné hmotnosti za den kyselin



pH je nepřímým ukazatelem  $H^+$

# Poruchy ABR



ACIDÓZA

ALKALÓZA

Acidémie

Alkalémie

respirační



metabolická

# Systemy odpovídající za udržení ABR

## 1. Chemické pufrční systémy

*reagují okamžitě, krátkodobá, akutní regulace*

## 2. Respirační systém

*respirační centrum reaguje cca za 1-3 min*

## 3. Ledviny

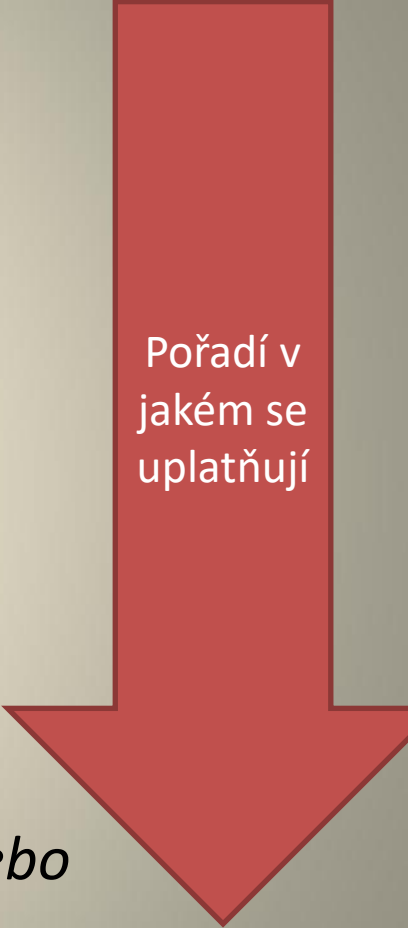
*jejich zásah vyžaduje hodiny až dny*

## 4. Játra

*podle stavu ABR syntetizují z amoniaku buď glutamin nebo močovinu*

## 5. Myokard

*prostřednictvím oxidace LA nebo ketolátek*



Pořadí v  
jakém se  
uplatňují

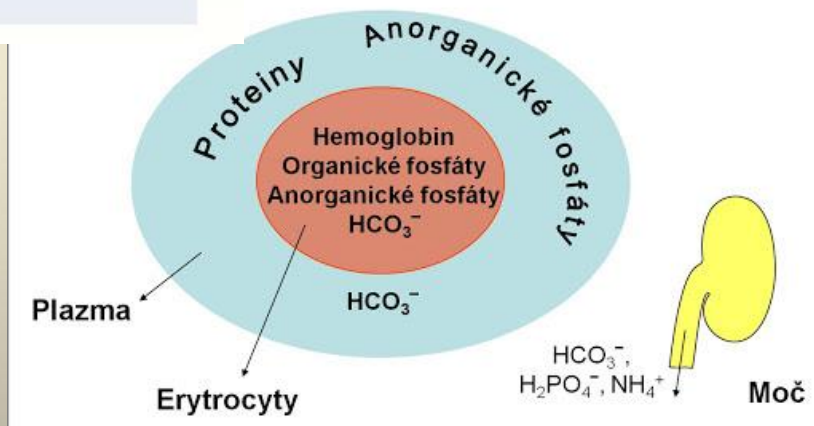


Pufry- okamžitě

bikarbonátový

nebikarbonátové

Pufr	Pufrační báze	Pufrační kyselina	Hlavní působení
<b>Hydrogenuhlíčan</b>	$\text{HCO}_3^-$	$\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2$	extracelulární
<b>Plazmatické proteiny</b>	Protein	Protein- $\text{H}^+$	intracelulární
<b>Hemoglobin erytrocytů</b>	Hemoglobin	Hemoglobin- $\text{H}^+$	erytrocyty
<b>Fosfátový</b>	$\text{HPO}_4^{2-}$	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	intracelulární



# Metabolická acidóza

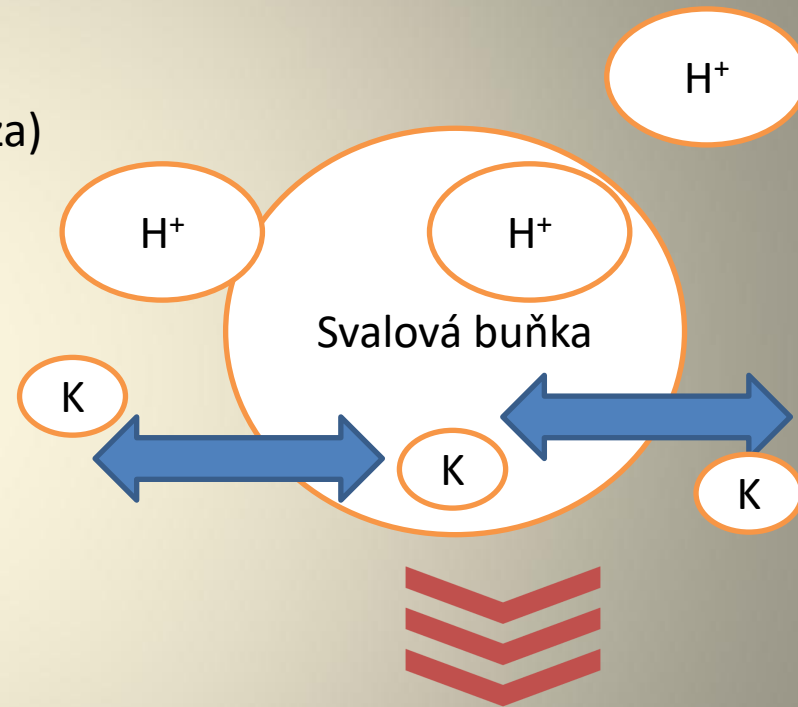
## 1. Příčina – nadměrná produkce / příjem $H^+$

- DM, hladovění (  $\beta$ - oxidace MK – ketokyseliny)
- **Fyzická zátěž**, hypoxie ( anaerobní glykolýza)

## 2. Příčina – porucha v ledvinách

### Kompenzace MAC

- ❖ Pufr – bikarbonátový
- ❖ Plíce – hyperventilace
- ❖ Ledviny – zvýšená eliminace  $H$ , zvýšená resorpce  $HCO_3$



důsledek – hyperkalémie

(Výměna  $H^+$  za  $K^-$  v buňkách)

svaľ

$H^+$

$H^+$

$H^+$

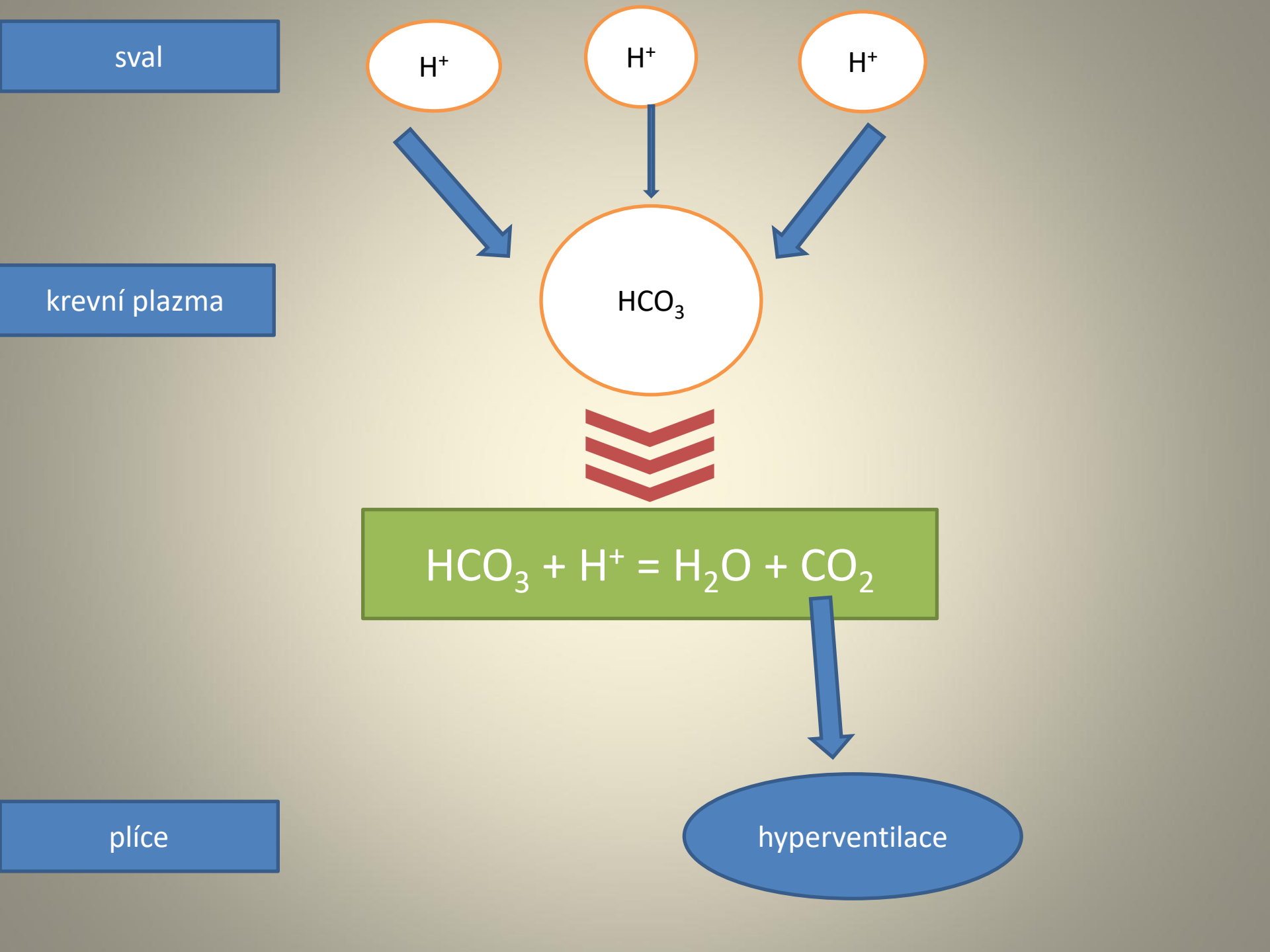
krvn plazma

$HCO_3$



plíce

hyperventilace



# Metabolická alkalóza

Příčina :

- Přívod bází ( infuze  $\text{HCO}_3$ )
- Zvracení ( ztráta  $\text{H}^+$ )

důsledek – hypokalémie

Kompenzace MAL

- Hypoventilace není možná !
- **Ledviny – zvýšená eliminace  $\text{HCO}_3$**

# Respirační acidóza

Příčina:

- Onemocnění plic a hrudníku ( retence  $\text{CO}_2$ )

Kompenzace RAC

- Pufrování : **nebikarbonátové pufry**
- **Ledviny** : zvýšená eliminace  $\text{H}^+$ ,  $\text{NH}_4$ , zvýšená resorpce  $\text{HCO}_3$

# Respirační alkalóza

Příčina:

Hyperventilace, nadmořská výška

Kompenzace RAL

- Pufrování : **nebikarbonátové pufry**
- **Ledviny** : zvýšená eliminace  $\text{HCO}_3$ , snížená sekrece  $\text{H}^+$

# Laboratorní vyšetření ABR

- Parametry ABR: pH, pCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub>, pO<sub>2</sub> a BE
- Vyšetření ostatních látek s vlivem na ABR:
  - 1, koncentrace kationtů: Na, K, CA, Mg
  - 2, koncentrace aniontů: Cl, La, albumin
  - 3, koncentrace metabolitů: urea, kreatinin

ASTRUP – kapilární krev ( nesrážlivá – heparin)

# Normální hodnoty ASTRUP

- pH: 7,35 – 7,45
- $p\text{CO}_2$ : 4,80 – 5,90 kPa ( 35 – 45 mmHg)  
nižší = hypokapnie  
vyšší = hyperkapnie
- $p\text{O}_2$ : 9,9 – 13,3 kPa ( 80 – 100mmHg)

Pak se vypočítají ( software- Henderson- Hasselbachovy rovnice) hodnoty:

- $\text{HCO}_3^-$  : 24 mmol/l
- **BE:  $0 \pm 2,5$  mmol/l**

**BE**= přebytek bází ( jedná se o počet molů silné kyseliny, kterou je třeba přidat do 1 l okysličené krve, aby bylo dosaženo pH 7,4 při teplotě 37°C)

**Záporné hodnoty** – nadbytek kyselin ( metabolická acidóza)

**Kladné hodnoty**- nadbytek bází( metabolická alkalóza)



# Adaptace

= biologický děj, představující soubor změn :

- morfologických
- biochemických
- funkčních
- psychologických

v organismu jako celku i v jednotlivých orgánech

Princip tréninku – adaptovat se

Úkol tréninku – unavit sportovce



adaptace

# Adaptace

přizpůsobení organismu na změny prostředí

liší se od **reakce na jednorázový podnět** :

- má pomalejší průběh
- může být vyvolána pouze **dlouhodobým (opakujícím se)** kontinuálním nebo přerušovaným tréninkem
- jedná se o biologicky výhodné změny organismu ( zachování homeostázy )



Ale aby k adaptaci došlo je nutné opakované narušení homeostázy !

# Regulace adaptačních pochodů

- CNS
- Hormonální vlivy
  - princip zpětné vazby –podnět

Individuální adaptace : se uskuteční v rámci **genetického vybavení buňky**. Adaptační proces rozšiřuje využití genetické výbavy

Podnět musí být :  
A, nadprahové intenzity  
B, působit dostatečně dlouho

# Posloupnost v dějích adaptace organismu :



1. Aktivují se procesy souvisící s **hromaděním energie** v buňkách / zákon superkompenzace /-zásoby
2. **tvorba enzymů** metabolických cyklů / př. ve svalech dojde ke zvýšené produkci mDNA specifických pro syntézu oxidativních enzymů / = **zlepšené využívání rezerv v buňce**
3. **Akumulace bílkovin** za účelem hypertrofie orgánu / myokard /

# Podmínky adaptace organismu na tělesnou zátěž

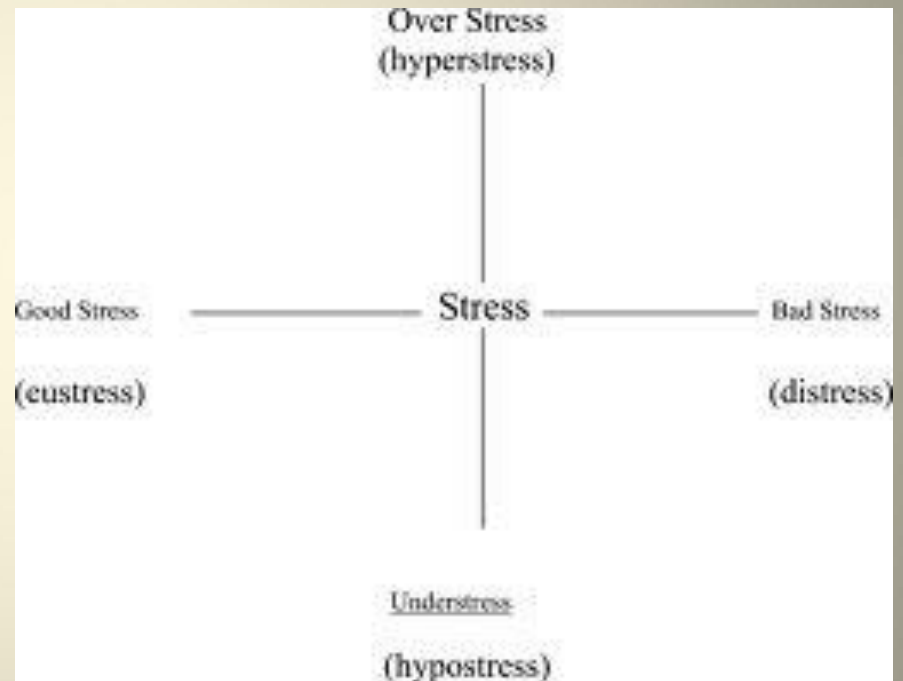
- **Frekvence zátěže** -pravidelné opakování zátěže
- **Intenzita podnětů :**

hyperstres

(překračuje hranici adaptability )

hypostres

(nedosahuje toleranci stresu)



- **Doba trvání** ( u silových nemusí být dlouhá)

# Charakter podnětu

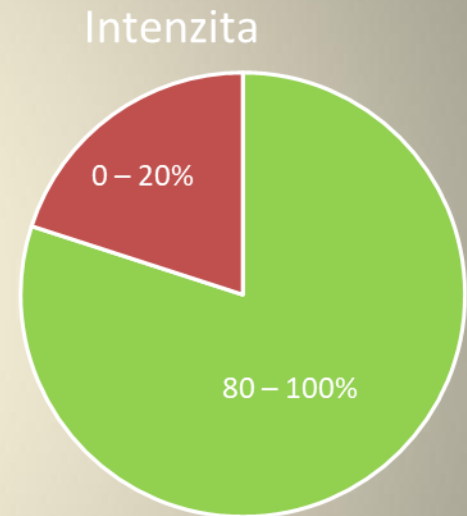
- Podněty z vnějšího prostředí – adaptační činitelé / stresory /
- Dostatečně **silný podnět**
- Působící po **dostatečně dlouhou dobu**
- **Opakující** se v určité frekvenci

**Slabé podněty** - nevedou k adaptaci

**Silné podněty** – nevedou k adaptaci, únava, přepětí, přetrénování

Účinná intenzita adaptačních podnětů : **80 – 100% maximální možné intenzity**

**Pro rozvoj adaptace je nutné zintenzivňovat podněty se stupněm trénovanosti jedince / přídatné zatížení : teplo , hypoxie,.../**



## Intenzita podnětu

- rychlost, síla / vysoká intenzita /
- Nižší intenzita , vyšší objem – vytrvalost

## Frekvence tréninkových podnětů – častá

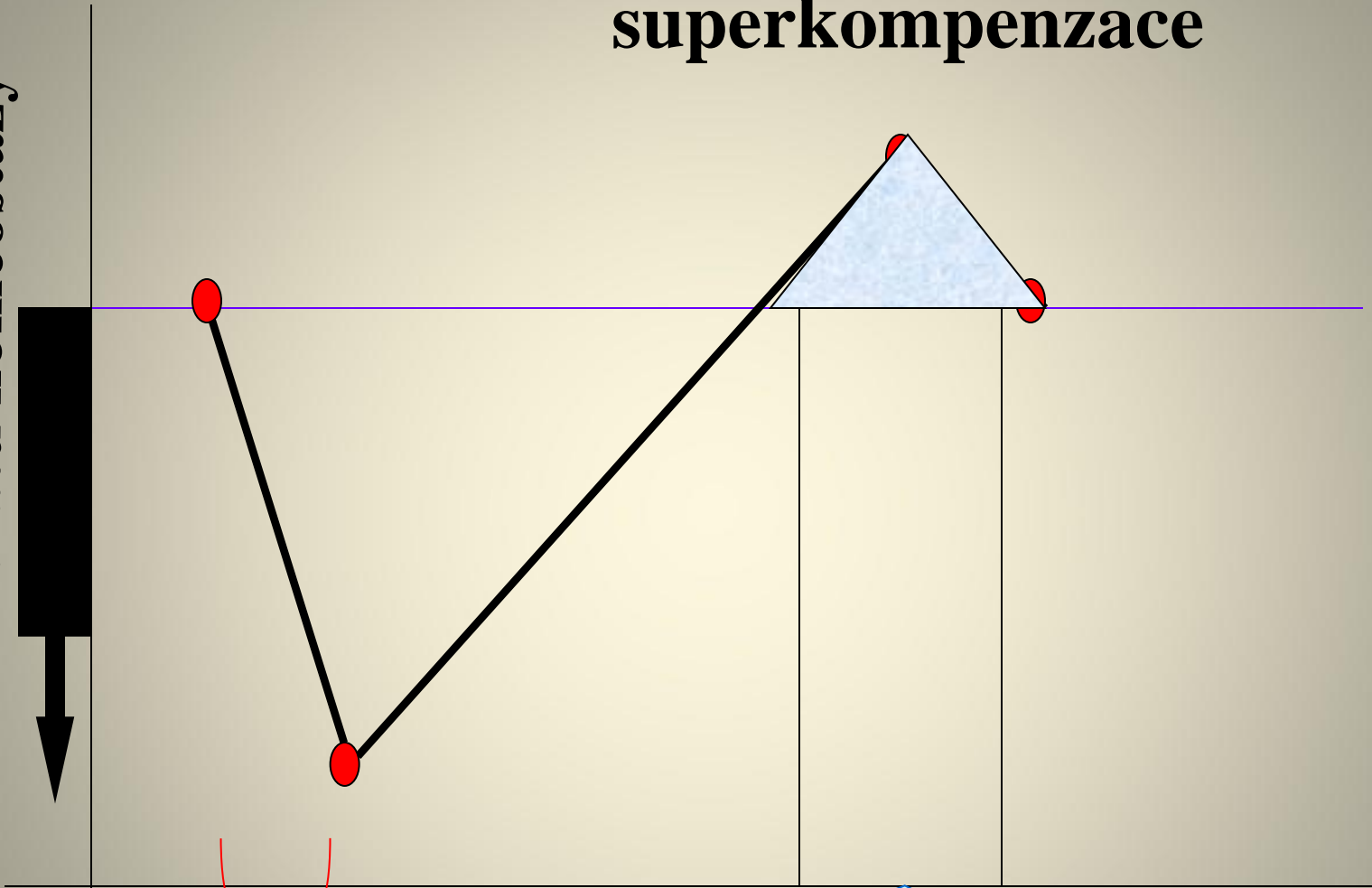
- všeobecná zdatnost : 3 – 4 x týdně
- trénovanost : 4 – 6 x týdně, denně, i několikrát za den

V přestávkách mezi výkony musí dojít k úplnému odstranění následků akutní únavy

Přestávka musí být tak dlouhá, aby došlo k dalšímu zatížení ve fázi superkompenzace

# superkompenzace

Míra rozvratu homeostázy

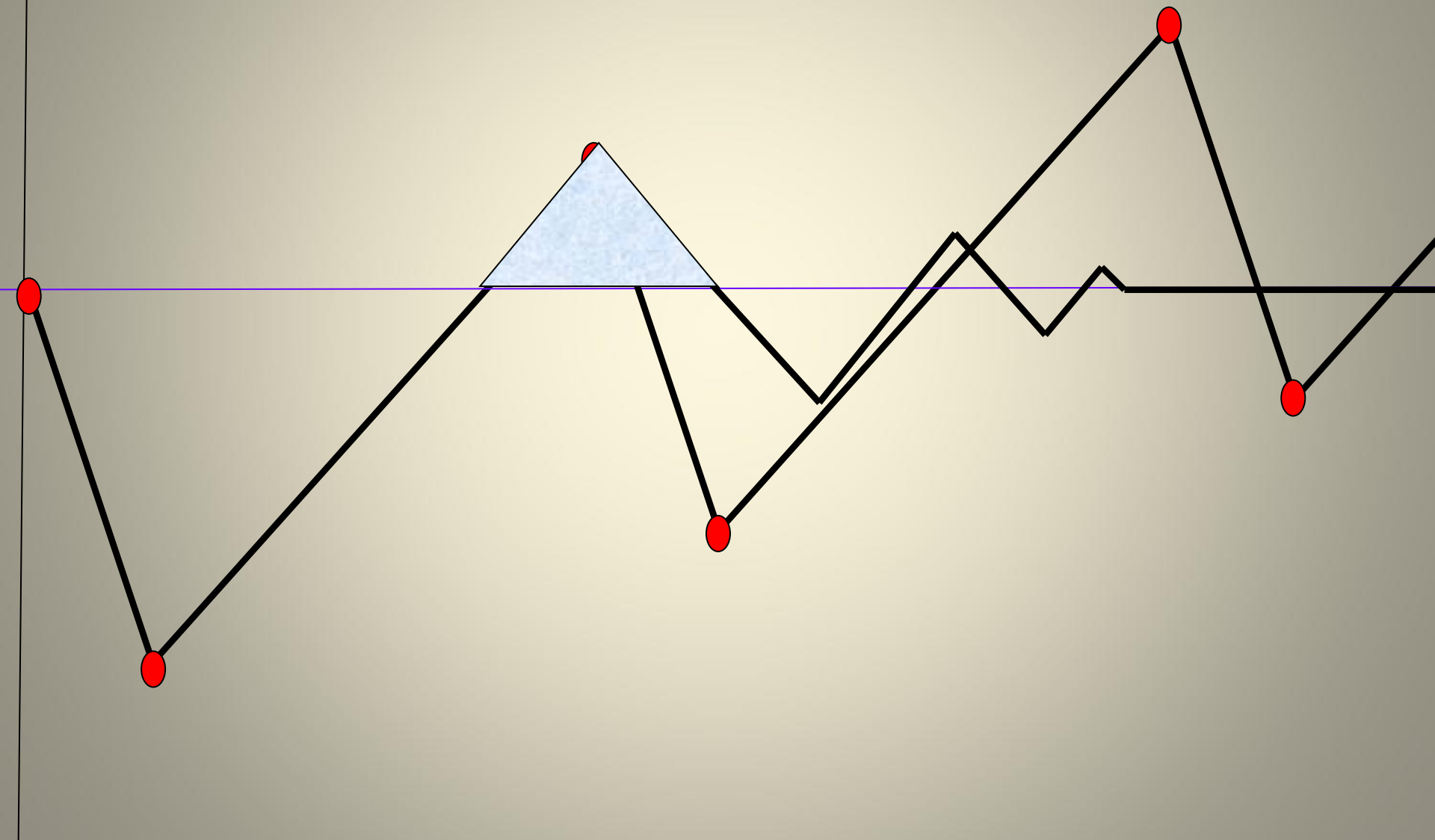


**zátěž**

**Období optimálního  
zahájení dalšího tréninku**



- 1) Pokud nepřijde další podnět (stresor, zatížení)
- 2) Pokud přijde další podnět v optimální čas



intenzita a doba trvání práce	zotavná fáze	změny výchozích hodnot		
		kreatinfosfát	glykogen	bílkovinný dusík
supramaximální – 10s	po práci	- 45%	-	-
	4 min	- 10%	-	-
submaximální - 15 min	po práci	- 138 mg%	-190 mg%	-406 mg %
	po 15 min	-71 mg%	-130 mg%	-400 mg %
	po 30 min	-48 mg%	-64 mg %	- 333 mg %
	po 60 min	+ 23 mg%	+ 11 mg %	- 302 mg %
	po 6 hod	+97 mg%	+143 mg %	+37 mg %
	po 12 hod	+110 mg %	+ 187 mg%	+ 361 mg %
	po 24 hod	-	+ 141 mg %	+ 270 mg %
	po 48 hod	-	+ 15 mg %	- 26 mg %
mírná - 5 hod	po práci	- 89 mg%	- 400 mg %	- 25 mg %
	po 30 min	- 57 mg %	- 322 mg %	- 8 mg %
	po 60 min	+ 11 mg %	- 272 mg %	- 25 mg %
	po 6 hod	- 37 mg %	- 114 mg %	- 23 mg %
	po 12 hod	- 14 mg %	+ 180 mg %	+ 75 mg %
	po 24 hod	+ 13 mg %	+ 216 mg %	+ 46 mg %
	po 48 hod	- 2 mg %	+ 267 mg %	+ 29 mg %
	po 72 hod	+ 17 mg %	+ 168 mg %	+ 8 mg %



Přírůstek % výkonnosti vzhledem k výchozím stavu T a NT	T +5 % NT+12 %	T + 10 % NT + 25%	T + 15% NT + 40%	
Doba potřebná k max.rozvoji energet. systému	7 – 8 týdnů	8 – 12 týdnů	více než 12 týdnů	
Intenzita zatížení	maximální	submaximální až maximální	střední / vyšší než na úrovni iANP /	maximálně na úrovni ANP
Počet tréninkových jednotek týdně	1 - 3	2	5	2 – 3 podle délky zatížení
Počet opakování zatížení v TJ	Až 50 x (v sérii po 8 – 10 zatíženích)	4 – 25 x podle doby zatížení ( ve 4 – 6 sériích)	3 – 4 v (1 sérii), intervalový trénink	kontinuální trénink
Energetický systém	rychlost / ATP – CP systém /	rychlostně – vytrvalostní / LA systém + O2 systém /	vytrvalost / O2 systém /	

- Základem tréninkových metod je **naladění organismu na určitý pracovní režim** – podkladem pro maximalizaci adaptace metabolického potenciálu potřebného pro rozvoj **pohybové schopnosti**

- Základem všech metod je **opakování zatížení:**

- **střídavý trénink** ( zatížení různé intenzity, různého trvání)



- **intervalový trénink** ( stejná intenzita i trvání )



- **kontinuální trénink** ( déletrvající zatížení )



# Racionální trénink má 4 komponenty fyziologických mechanismů



několik  
sekund



Intenzita  
maximální



rozvoj síly nebo rychlosti



60s



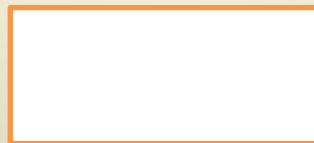
Co nejvyšší  
intenzita



rozvoj anaerobního  
systému



3 – 5 min



rozvoj maximálního  
aerobního výkonu



30 minut a  
více



rozvoj vytrvalosti

# Přehled adaptací

Kardiovaskulární systém

Dýchací systém

Energetický metabolismus

Pohybový systém

# Kardiovaskulární systém

- souvisejí s trénovaností

1. strukturální změny

2. funkční změny



## Trénovaný jedinec - strukturální změny

### srdce

- fyziologická hypertrofie a dilatace
- ↑ hmotnosti

### cévy

- ↑ množství kapilár ve svalech



# Fyziologická hypertrofie srdce

## u vytrvalostního tréninku

hypertrofie **excentrická** = dilatace komor

## u silového tréninku

hypertrofie **koncentrická** = ↑ tloušťka stěn, ale zmenšení dutin

Dosažení trvá několik let. Běžné u vrcholových sportovců u rekreačních výjimečné.



# Trénovaný jedinec - funkční změny

↓ klidové TF =

sportovní bradykardie

- extrémní hodnoty 30-35 tepů/min



↑ klidového systolického objemu






na 80-100 ml

- při zátěži až 150-200 ml

↑ max. minutový objem (zátížení)

až 35 l/min

# ADAPTACE NA ZÁTĚŽ

- SRDEČNÍ FREKVENCE 
- SYSTOLICKÝ OBJEM  **100-120 ml**
- SRDEČNÍ VÝDEJ 
- KONTRAKTILITA 
- EJEKČNÍ FRAKCE 

# Dýchací systém

- lepší mechanika dýchání
- lepší plicní difúzi
- ↓ DF
- ↑ max. DO (3-5 l)
- ↑ VC ♂ 5-8 l, ♀ 3.5-4.5 l
- ↓ minutovou ventilaci při standardním zatížení, vyšší max. hodnotu ♂ 150-200 l, ♀ 100-130 l
- rychlejší nástup setrvalého stavu
- minimální až nulové projevy mrtvého bodu



# Krev

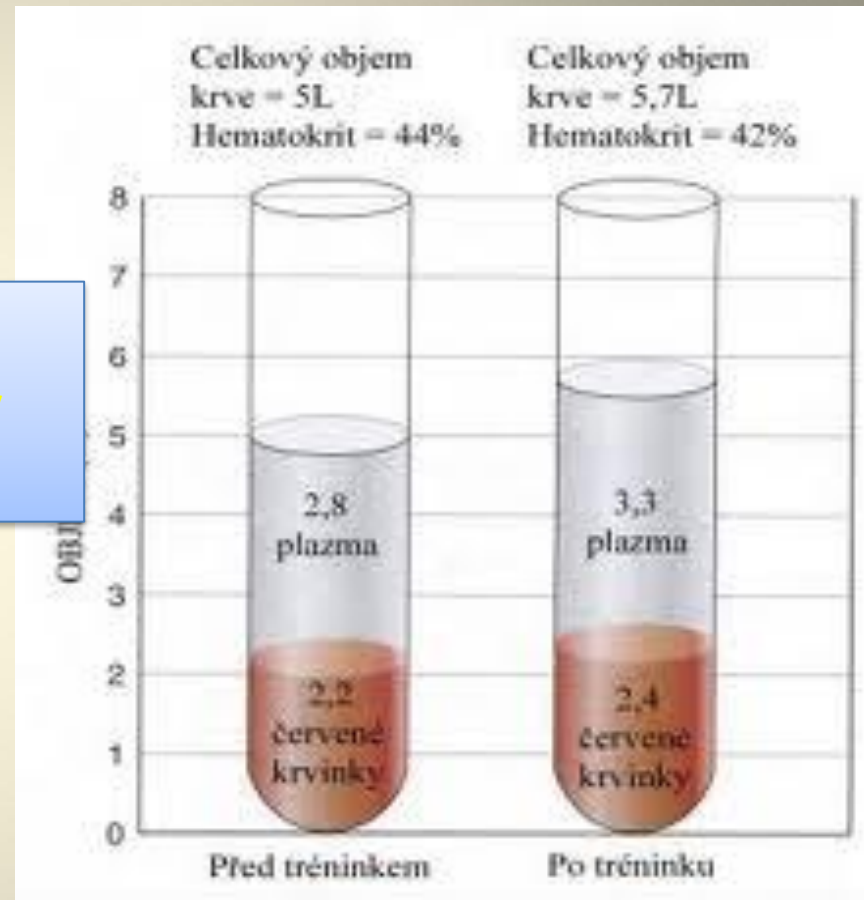
- Delší dobu trvající vytrvalostní aerobní trénink vede ke **zvětšení množství krve** :

- nejprve **objem plazmy**
- po 2 až 3 týdnech ↑ erytrocyty a ↑ hemoglobin

Zvýšení objemu plazmy je však výraznější ( to se projeví **snížením hematokritu a snížením viskozity krve** (cirkulace)

- Za adaptační změnu považujeme i zvýšení množství červených krvinek, při pobytu ve vysokohorském prostředí ( 2300 m 4 týdny, po 8 týdnů)

- Zvyšování počtu erytrocytů zlepšuje podmínky pro transport kyslíku z plic



překročení hodnot hemoglobinu nad 18,5 g/dl muži a 16,5g/dl ženy = zákaz startu na 14 dní

# Pohybový systém

Ve svalech trénovaných jedinců ( typ zatížení)

1. **strukturální změny** ( mitochondrie, hypertrofie, vaskularizace)
2. **metabolická reakce** při zatížení ( glykogen, enzymy,..)





Tab.11. Vliv odlišného řízení pohybové aktivity (tréninkového režimu) na strukturní a metabolické vlastnosti kosterního svalu (Howald,1982)

vlastnosti	typ řízené pohybové aktivity (tréninkového režimu)		
	vytrvalostní	rychlostní	silový
<b>strukturní:</b>			
- transformace typu svalových vláken	II C - I	I - II C	-
- počet krevních kapilár na svalové vlákno	zvyšuje se	?	?
- povrch mitochondriálních membrán	zvětšuje se	zvětšuje se	snižuje se
- příčná area svalových vláken	variabilní	zvětšuje se	zvětšuje se
- denzita tubulárního systému	nemění se	?	?
-Ca <sup>2+</sup> transportní kapacita	snižuje se	?	?
<b>metabolické:</b>			
- ATP + CP	zvyšuje se	zvyšuje se	zvyšuje se
- glykogen	zvyšuje se	zvyšuje se	zvyšuje se
- triglyceridy	zvyšují se	zvyšují se	zvyšují se
- myoglobin	zvyšuje se	zvyšuje se	zvyšuje se
- štěpení makroergních fostátů	?	rychlejší	rychlejší
- glykolýza	snižuje se	zvyšuje se	zvyšuje se
- oxidace glycidů	zvyšuje se	zvyšuje se	zvyšuje se
- oxidace volných mastných kyselin	zvyšuje se	?	?
- syntéza glykogenu	zvyšuje se	?	?
- tvorba alaninu z kys. pyrohroznové	zvyšuje se	?	?

# ADAPTACE NA ZÁTĚŽ

## ČINNOST SILOVÁ

hypertrofie vláken II B, ↑ aktivita myokinázy

## ČINNOST RYCHLOSTNÍ

↑ obsahu a utilizace ATP a CP, hypertrofie vláken II B

## ČINNOST RYCHLOSTNĚ-VYTRVALOSTNÍ (~2min)

↑ aktivita glykolytického systému, ↑ utilizace glykogenu,

↑ pufrovací kapacity

## ČINNOST VYTRVALOSTNÍ

↑ mitochondrií, ↑ aktivita enzymů dýchacího řetězce,

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

↑ hladiny svalového glykogenu o 100%, ↑ aktivita lipázy



# Kost



- Fyzické zatěžování organismu podporuje **růst kostí**
- Kost je po celou dobu života metabolicky aktivní (**zvyšuje** se obsah minerálních látek – **Ca**)
- Trénink zvyšuje (i snižuje) **hmotnost kostí** (vlivem působení parathormonu)
- **Dlouhodobě neúměrně vysoká intenzita tréninkové zátěže produkuje pokles kostní denzity (osteoporózu)**
- Úměrná intenzita produkuje vyšší denzitu diafýz

Poznámka: Intenzivní zatížení mladého rostoucího organismu však vede v některých případech snad vlivem androgenů z nadledvinek k omezení růstu dlouhých kostí do délky předčasnou osifikací chrupavčitých růstových zón mezi hlavicemi a tělem kostí. Kosti jsou potom širší a kratší

# Šlachy, vazy, klouby

- Zvyšuje se obsah kolagenu a aktivita enzymů
- Pojivová tkáň je dosti adaptivní

Zatížení mění pozitivně tj. posiluje kosti, šlachy i vazy



# Rychlostní disciplíny

- zvýšení obsahu a utilizace **ATP a CP** ve svalové tkáni ( po 10 s se sníží obsah ATP v činném svalu o 11%,CP o 45%)
- Zvýšená činnost myokinázy a kreatinkinázy
- **hypertrofie vláken II B**
- Zvýšené množství **kontraktilních proteinů**
- Plavci- dechová kapacita zlepšena, vyšší VC, lepší žilní návrat, bradykardie ( diving reflex- ponoření obličeje do vody )

# Silové disciplíny

- hypertrofie srdce

hypertrofie ***koncentrická*** = ↑ tloušťka stěn, ale zmenšení dutin

- hypertrofie rychlých glykolytických vláken, aktivita myokinázy, kreatinkinázy

- zvýšení zásob ATP,CP

- Adaptační změny dýchacího systému minimální, bradykardie 0

- Významný pokles testosteronu a vzestup luteinizačního hormonu / narušeno anaboliky ?/

Maladaptace

fixaci TK -po dlouhodobém silovém tréninku ve formě hypertenze (vzpěrači)

# Vytrvalostní disciplíny

- Zásoby glykogenu o 100%
- aktivita enzymů dýchacího řetězce
- zvýšená aktivita lipázy
- zvýšení počtu mitochondrií
- vaskularizace svalů

# Adaptační změny-krevní oběh

1. strukturální změny
2. funkční změny

## Strukturální změny :

### srdce

- fyziologická hypertrofie a dilatace
- hypertrofie **excentrická** = zvětšení komor + ↑ tloušťka stěn

### cévy

- množství kapilár ve svalech= **vaskularizace**

## **Funkční změny :**

klidová TF = sportovní bradykardie / pod 60 tepů /

- extrémní hodnoty 30-35 tepů/min

↑ klidového systolického objemu na 80-100 ml / o 50 ml  
vyšší než u netrénovaného /

při zátěži až 150-200 ml

↑ max. minutový objem až 35 l/min/ o 10 l vyšší než u  
netrénovaného /

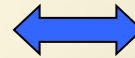
- **SRDEČNÍ FREKVENCE**



- **SYSTOLICKÝ OBJEM**

**↑ 100-120 ml**

- **SRDEČNÍ VÝDEJ**



- **KONTRAKTILITA**





# Adaptační změny-dýchací systém

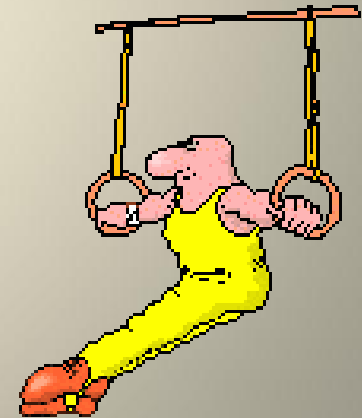
- lepší mechanika dýchání
- lepší plicní difuze
- ↓ DF
- ↑ max. dechového objemu (3-5 l)
- ↑ VC ♂ 5-8 l, ♀ 3.5-4.5 l
- rychlejší nástup setrvalého stavu při vyšší intenzitě / 150 – 200W /
- minimální až nulové projevy mrtvého bodu

# Adaptační změny – metabolická adaptace

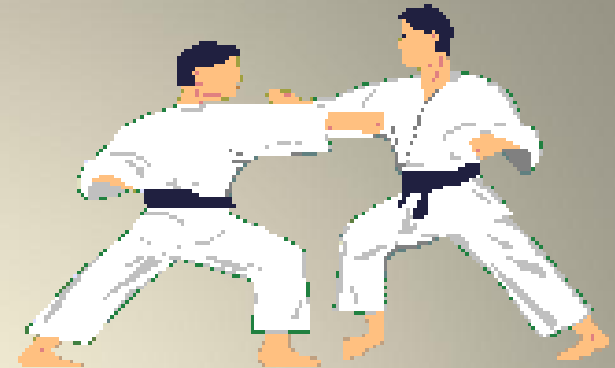
- Snížení celkového cholesterolu  
cholesterol HDL stoupá  
LDL klesá
- Snížení sekrece inzulínu a zvýšení citlivosti jeho receptorů
- Rychlejší utilizace tuků / vyšší aktivita lipázy /

# Koordinačně estetické disciplíny

- Adaptační specifické projevy v oblasti nervově – svalového systému (neuromuskulární koordinace )
- Vysoká úroveň **funkcí analyzátorů** ( kinestetického, statokinetického, zrakového , periferní vidění)
- Zvyšuje se úroveň motorického učení, zlepšení kvality motorického učení
- Schopnost tolerance k metabolické acidóze ( koordinačně náročné cviky jsou schopni provádět za vysoké **laktacidemie** – krasobruslení, SG )
- Mnoho tréninkových hodin= **adaptační změny v kardiovaskulárním systému** ( bradykardie po 7 – 8 letech tréninku, hypertrofie myokardu 0, vyšší VC ,....)



# Úpoly



- Adaptační specifické projevy v oblasti nervově – svalového systému( neuromuskulární koordinace )
- Vysoká úroveň **funkcí analyzátorů** ( kinestetického, statokinetického, zrakového , periferní vidění, odhad vzdálenosti )

## cévy

množství kapilár ve svalech= **vaskularizace**

## Sportovní srdce ( hypertrofie- komor )

Kung-fu, box

Box – zvýšená srážlivost krve

↓ klidové TF = sportovní bradykardie / pod 60 tepů /  
Vyjímka – sumo ( klidová TF okolo 86 )

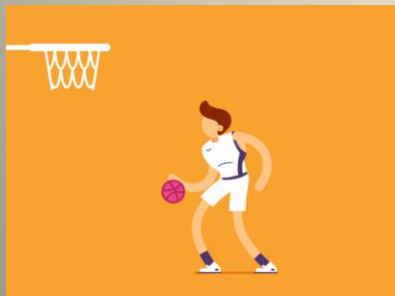
**Snížené taktilní čítí a bolestivá cítivost**



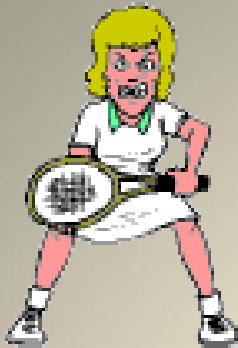
# Sportovní hry

Podobné adaptace jako u koordinačně estetických a úpolů:

- Adaptační specifické projevy v oblasti nervově – svalového systému( neuromuskulární koordinace )
- Vysoká úroveň **funkcí analyzátorů** ( kinestetického, statokinetického, zrakového , periferní vidění)



SH



### cévy

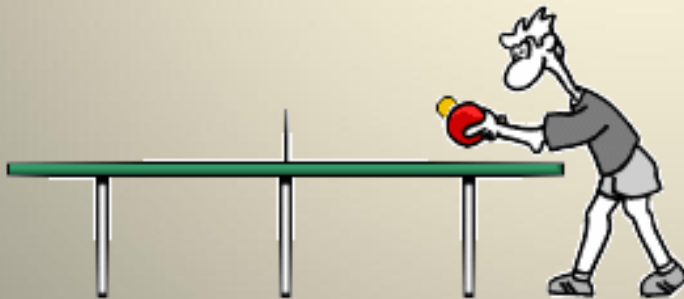
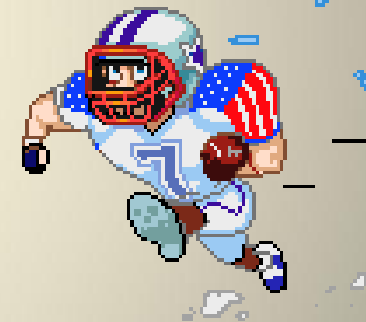
množství kapilár ve svalech= **vaskularizace**

### Sportovní srdce ( hypertrofie )

Fotbal, vodní pólo ( největší ze sportovních her )

↓ klidové TF = **sportovní bradykardie** / pod 60 tepů /

Fotbal, házená, baseball, softball



## Rychlostně- silové



- Atletika skoky
- Atletika vrhy a hody
- Alpské lyžování
- Skoky na lyžích

Zvýšení obsahu ATP, CP ve svalové tkáni, hypertrofie rychlých svalových vláken, adaptační změny kardiovaskulárního systému téměř nulové ( klidová TF lehce pod normál)

## Rychlostně – vytrvalostní



- Atletika – střední tratě
- Dráhová cyklistika- stíhači
- Kanoistika rychlostní
- Plavání ( 200 m )

Rozvoj **glykolytického metabolického potenciálu** kosterního svalstva, , zdrojem energie- svalový glykogen, využití glykogenu je 7x vyšší než u vytrvalostního zatížení, periferní vidění, excentrická hypertrofie srdce, vaskularizace svalů

## Silově – vytrvalostní



- Kanoistika -divoká voda
- Veslování

Vysoká funkce analyzátorů ( kinestetický, statokinetický, zrakový ), veslaři – maximální spotřeba kyslíku, velký objem krve ( až 7,8 l ), koncentricko- excentrická hypertrofie srdce, vysoké zastoupení pomalých oxidativních vláken, ale i rychlých oxidativně – glykolytických vláken, vysoký obsah glykogenu ve svalu, zvýšená aktivita enzymů oxidativního metabolismu

# Adaptace na zatížení

Sport	Zdroje energie	enzymy	Strukturální změny- sval	Strukturální změny- srdce	Funkční změny - srdce	Dýchací systém
sprint						
vzpírání						
maraton						
hokej						
MG						
box						



# Adaptace na zatížení

Sport	Metabolická	Zrakový analyzátor	Statokinetický analyzátor	Kinestetický analyzátor	další
sprint					
vzpírání					
maraton					
hokej					
MG					
box					