



Fyziologie sportovních disciplín



MUDr. Kateřina Kapounková



Obsah předmětu

- Úvod do Fyziologie sportovních disciplín, Charakteristika sportovních disciplín, Faktory sportovního výkonu . Reakce na zatížení
- Adaptace. Regulace adaptačních pochodů. Metabolická charakteristika výkonu (typ zátěže, trvání výkonu, intenzita zatížení, metabolické krytí, zdroje energie, energetický výdej)
- Funkční charakteristika výkonu (SF, VO_2 , La ad.), Specifické adaptace organismu na zátěž
- Charakteristika sportovce (zátěžový test do maxima: SF max, VO_2 max, La_{max} ad., Wingate test: Pmax, AC, index únavy). Charakteristika sportovce (podíl rychlých a pomalých vláken, somatická charakteristika).
- Fyziologické odlišnosti a rizika při sportu žen, dětí a seniorů
- Zdravotní rizika. Sport tělesně postižených
- Vliv zevního prostředí na výkonnost. Aklimatizace (chlad, teplo, vysokohorské prostředí)
- Rychlostní disciplíny. Silové disciplíny
- Rychlostně vytrvalostní disciplíny. Rychlostně silové disciplíny. Silově vytrvalostní disciplíny
- Vytrvalostní disciplíny
- Koordinačně estetické sporty. Úpoly
- Sportovní hry

Zkouška

	RVS	ASAK, TR
1.termín	písemný test (obecná část – fyziologie zátěže) + ústní zk (2 sportovní disciplíny)	písemný test: <ul style="list-style-type: none">• obecná část – fyziologie zátěže• sportovní disciplína
Další termíny	Pouze ústní zk : 4 otázky : <ul style="list-style-type: none">• obecná (TF,VO2max,...)• typická poškození• specifická ke sportovní disciplíně• sportovní disciplína	Ústní zkouška 4 otázky : <ul style="list-style-type: none">• obecná (TF,VO2max,...)• typická poškození• specifická ke sportovní disciplíně• sportovní disciplína

Doporučená literatura

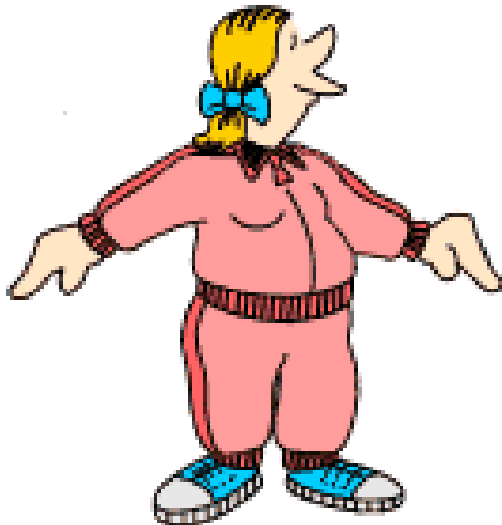
- Melichna, Jan. *Sval a jeho adaptace ve sportovním tréninku*. [1. vyd.]. Praha : Československý svaz tělesné výchovy. Ústřední výbor. Vědeckometodické oddělení, 1981. 106 s. : i. Metodický dopis.
- Melichna, Jan. *Fyziologie tělesné zátěže II : Speciální část - 2. díl*. 1. vyd. Praha : Univerzita Karlova - Vydavatelství Karolinum, 1995. 162 s. Bibliogr. ISBN 80-7184-039-4.
- Máček, Miloš - Máčková, Jiřina. *Fyziologie tělesných cvičení [Máček, 1997]*. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita v Brně, 1997. 112 s. Obsahuje bibliografii. ISBN 80-210-1604-3.
- Havlíčková, Ladislava. *Fyziologie tělesné zátěže II : Speciální část - 1. díl*. 1. vyd. Praha : Univerzita Karlova - Vydavatelství Karolinum, 1993. 238 s. Bibliogr. ISBN 80-7066-815-6.
- Havlíčková, Ladislava. *Fyziologie tělesné zátěže. 1, Obecná část*. 2. vyd. dotisk. Praha : Karolinum, 2003. 203 s. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-7184-875-1.
- http://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/fyziologie_sport/index.html

Charakteristika sportovních disciplín

- podle cíle sportovního tréninku (pohybové schopnosti)
- zimní x letní
- olympijská disciplína
- energetického krytí (anaerobní, aerobní)

Trénink

= proces, jehož cílem je dosahování individuálně maximální sportovní výkonnosti jedince ve vybraném sportovním odvětví na základě **adaptace** organismu



pohybová zátěž

Co je adaptace?

Je **komplexní děj** umožňující přizpůsobení organismu na změněné vnější a vnitřní podmínky a tím jeho přežití v rámci jedince nebo druhu

Z biologického hlediska se jedná **o jakýkoli vliv narušující homeostázu organismu**, s kterým se organismus v zájmu přežití musí vyrovnat

.....**sportovní trénink (pohybová zátěž)**

vnitřní faktory

vnější faktory

Stresová reakce

homeostáza

adaptace

přežití

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

Pohyb = Stresový podnět

Hans Selye definuje stres jako **nespecifickou reakci** organismu na vnější nebo vnitřní faktory narušující homeostázu.

Při opakovaném působení to vyvolá adaptační (specifickou odpověď)



STRESOVÁ REAKCE

Popsány

„obecný adaptační syndrom“

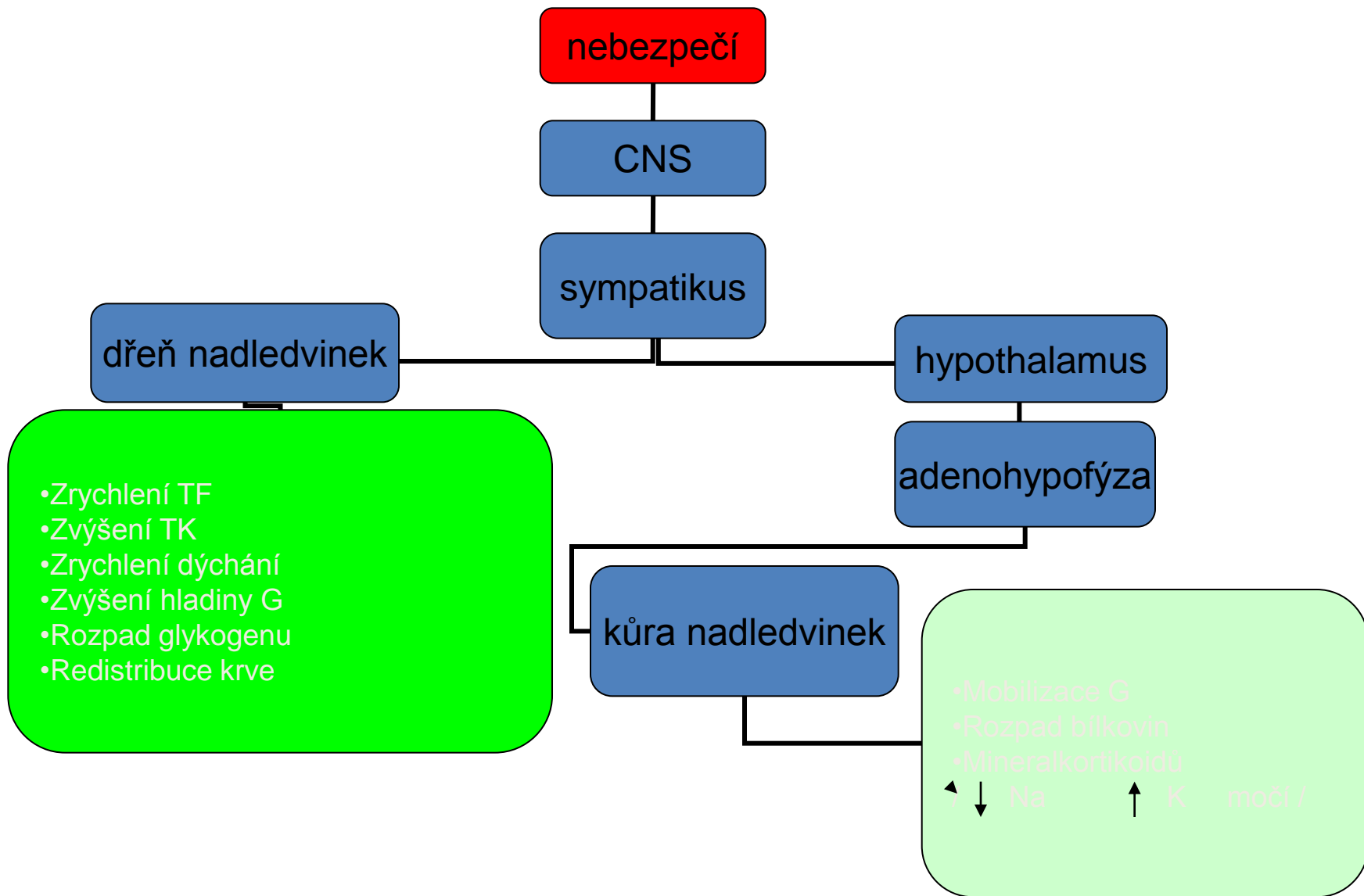
1. poplachová reakce



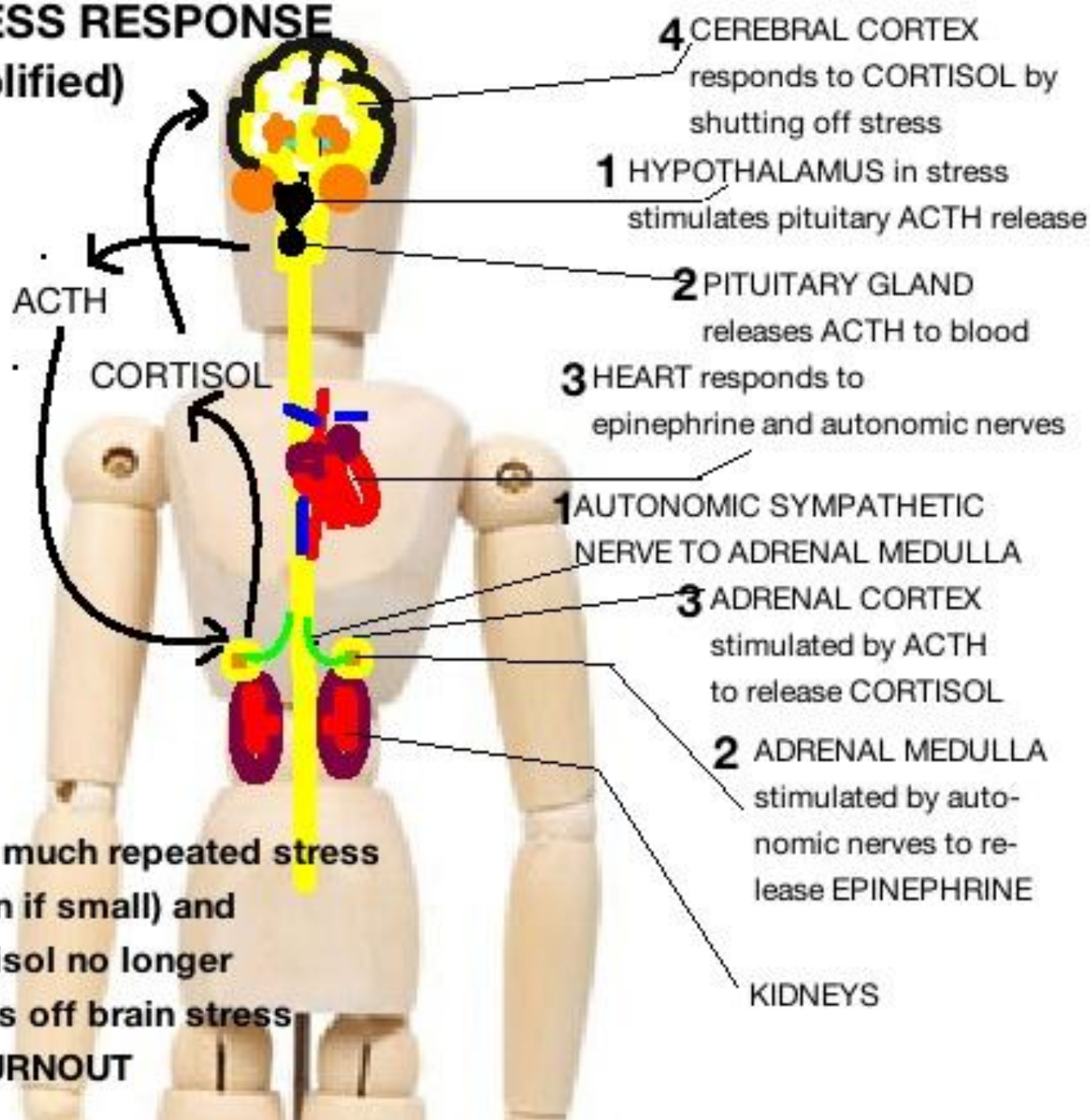
2. stadium rezistence

snížení

3. stadium exhausce, vyčerpání
selháním adaptačních obranných schopností



STRESS RESPONSE (simplified)



Too much repeated stress (even if small) and cortisol no longer shuts off brain stress = **BURNOUT**

1.FÁZE – POPLACHOVÁ REAKCE- co se děje ?

- **Pohyb**- zvýšené prokrvení svalů
- **Myslet**- zvýšené prokrvení mozku
- **Stačit s dechem**- bronchodilatace
- **Rychlejší dodávka kyslíku**- tachykardie, glykogenolýza
- **Kůže, trávicí trakt, ledviny jsou vedlejší-** vasokonstrikce (zpomalení motility a sekrece trávicího systému)

Účinky katecholaminů

Poločas asi 2 min

Působí na různé receptory:

α - cévy- konstrikce

B1- srdce (zvyšuje kontraktilitu a frekvenci)

B2- bronchy, cévy - dilatace

- Stimulace glykogenolýzy ve svalech a játrech
- Stimulace lipolýzy v tukové tkáni
- Blokáda výdeje inzulínu
- Zvýšení srdečního výdeje
- Zvýšená ventilace – dilatace bronchů
- Redistribuce krve (vazokonstrikce v kůži, GIT, vazodilatace koronárních cév, v mozku, kosterní svalovině)

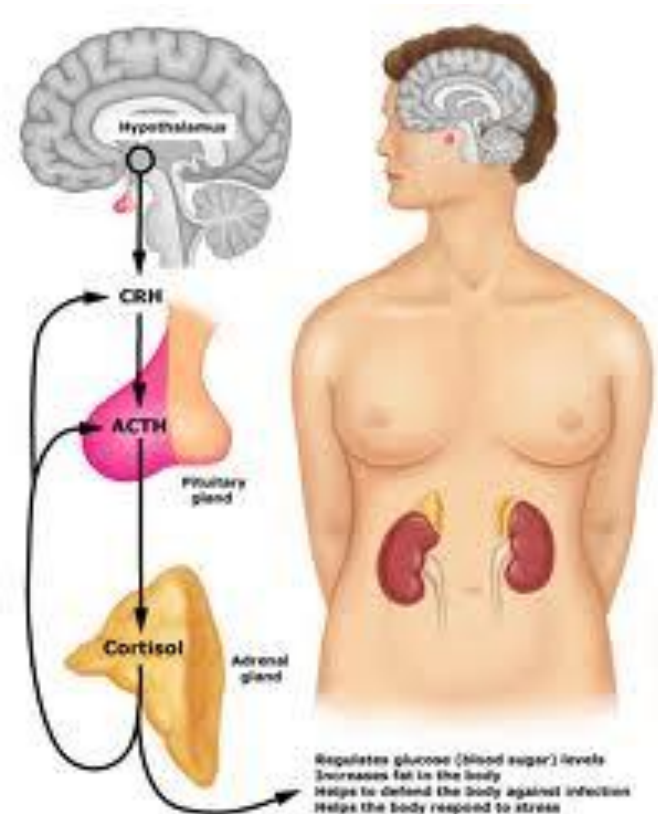
2.FÁZE STRESOVÉ REAKCE

parasympatikus

se adrenokortikotropní hormon (ACTH)

kůry nadledvinek

kortizolu, aldosteronu



Účinky kortizolu

Účinek nastává za 1-2 hodiny

1, glukoneogeneze

2, proteokatabolismus (inhibice proteosyntézy)

3, protizánětlivé účinky, imunosupresivní vliv
(snižuje se počet lymfocytů, eozinofilů)

Účinek aldosteronu

- Zvyšuje resorpci Na a exkreci K v ledvinách
- Zvyšuje ECT – zvyšuje TK

FYZIOLOGICKÉ ZMĚNY ORGANISMU PŘI STRESU:

dodáván cholesterol

krev se zahušťuje

krev odchází ze žaludku a pokožky

zornice se rozšiřuje

sluch ostřejším

hmat

roztahují se průduchy

endorfiny,

srdce bije rychleji

Podmínky adaptace organismu na tělesnou zátěž

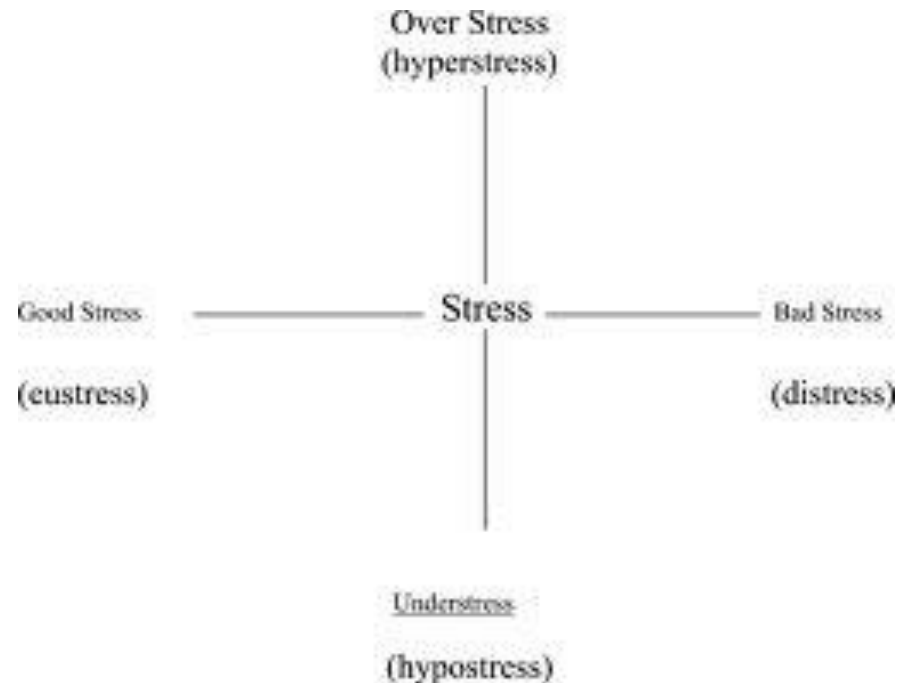
- **Frekvence zátěže** -pravidelné opakování zátěže
- **Intenzita podnětů :**

hyperstres

(překračuje hranici adaptability)

hypostres

(nedosahuje toleranci stresu)



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

EUSTRES

značný adaptační význam



DISTRESS

negativními účinky

Pokud jste jeho vlivu vystaveni delší dobu, dojde k poškození vašeho zdraví. Zvyšující se napětí může skončit syndromem vyhoření a depresí.



Pohybová zátěž vyvolává

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

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

REAKCE A ADAPTACE

Reakce - bezprostřední odpověď na zevní podnět, vždy stejná, geneticky zakotvená

Adaptace - schopnost živé hmoty přizpůsobovat se různým vlivům prostředí při opakování stejných stimulů

- biologicky výhodné funkční změny organismu směřující k udržení homeostatické rovnováhy v daných podmínkách

- po oslabení podnětů postupně mizí

Změny v kardiovaskulárním systému

- **Centrální**
- Zvýšení TF
- Systolický objem (klid 60-80ml až 120-150ml v zátěži)
- Minutový objem (klid 4-5l až 20-25l v zátěži)
- **Periferní (cévy)**
- redistribuce krve: **vazodilatace** v pracujícím svalu, **vazokonstrikce** v obl. splachnické, renální, kožní a cévy nepracujících svalů
- Změny v prokrvení orgánů (mozek, svaly)

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

Změny krevního tlaku a tepové frekvence

- Klidový TK 130/80
- Tlak při zátěži : systola až 230, diastola vyšší o 10-20 mmHg
- TF při zátěži rovnoměrně stoupá (220-věk) je tzv. maximální tepová frekvence

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

Průměrné hodnoty SF max

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

$$SF_{\max} = 220 - \text{věk}$$

Změny složení krve

- **Erythropoetin** vzniká z 90-95% v ledvinách
- Reguluje tvorbu červených krvinek
- Stimulem pro zvýšenou tvorbu erythropoetinu je pokles parciálního tlaku kyslíku protékající ledvinou (v zátěži)- **hypoxie ledviny**

Změny dýchacího systému

- Zvýšení dechové frekvence
- Zvýšení příjmu kyslíku a výdeje oxidu uhličitého
- Změny mechaniky dýchání (zvýšení využití bránice, mezižeberních a břišních svalů
- Bronchodilatace (rozšíření průdušek)

Změny vnitřního prostředí

pH krve :

- Lehká práce - pH se nemění
- Těžká práce - zvýšení LA - snížení pH

Objem plazmy

- snížení objemu plasmy

Změny ve svalech

- Svalová kontrakce

Změny v činnosti ledvin

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

Adaptace

= biologický děj, představující soubor změn :

- morfologických
- biochemických
- funkčních
- psychologických

- v organismu jako celku i v jednotlivých orgánech

Adaptace

= přizpůsobení organismu na změny prostředí

liší se od reakce na jednorázový podnět :

- má pomalejší průběh
- může být vyvolána pouze dlouhodobým 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

Podnět musí být :

A, nadprahové intenzity

B, působit dostatečně dlouho

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

Adaptace mohou nastat na úrovni :

Regulace adaptačních pochodů

- CNS
- Hormonální vlivy
 - princip zpětné vazby -Podnět

Podnět musí být :

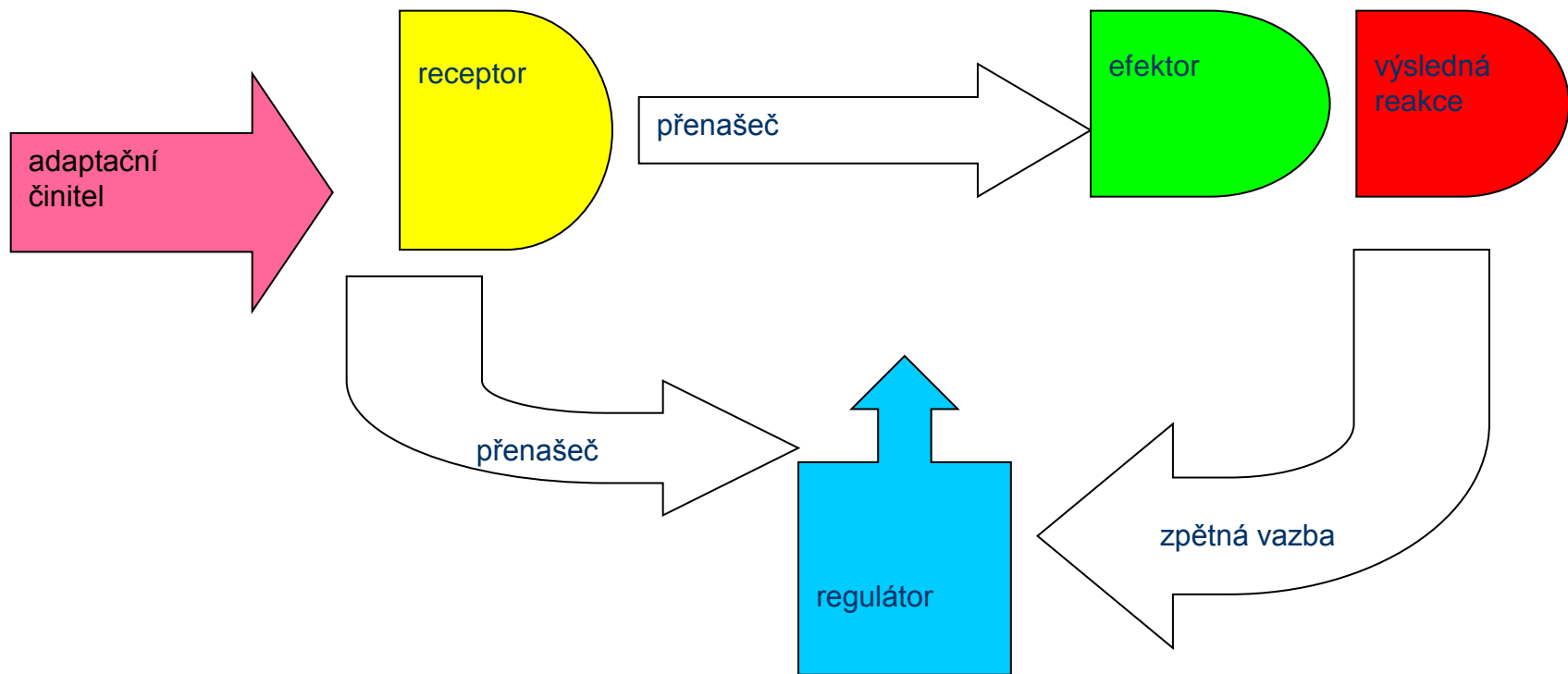
A, nadprahové intenzity

B, působit dostatečně dlouho

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

Adaptace mohou nastat na úrovni :

- metabolismu jako celku
- orgánů
- buněk



- Mezi **fyziologickou adaptací** / snad specifickou na určitý typ podnětu / a **stresem** / reakce odolnosti organismu / nelze vést ostrou hranici
- Není jasné zda nespecifická poplachová reakce / typická pro stres je nutnou podmínkou specifické adaptační odpovědi
- Přizpůsobování organismu na opakovanou tělesnou aktivitu probíhá při zvýšeném používání orgánů k jeho hypertrofii / opak atrofie /

Posloupnost v dějích adaptace organismu :

1. Aktivují se procesy souvisící s **hromaděním energie** v buňkách / zákon superkompenzace /-zásoby
2. Tvoří se **mDNA**, nutná pro **tvorbu 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 /

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,.../

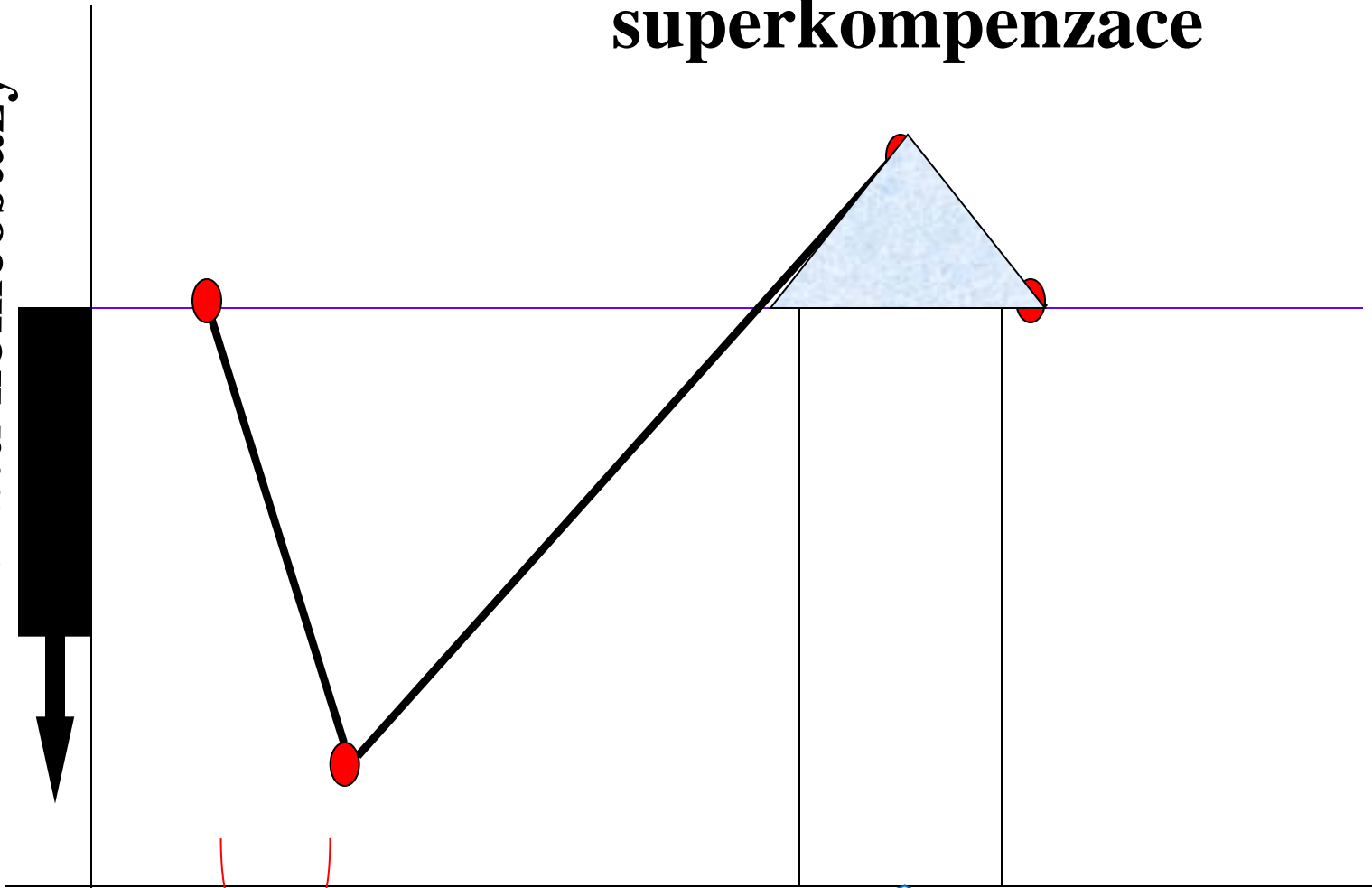
- Intenzita podnětu je důležitější než objem-rychlost, síla / vysoká intenzita /
- Nižší intenzita , vyšší objem – vytrvalost
- Frekvence tréninkových podnětů – častá
 - všeobecná zdatnost : 3 – 4 x týdně
 - trénovanost : 4 – 6 x týdně, denně, i několikrát za den

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

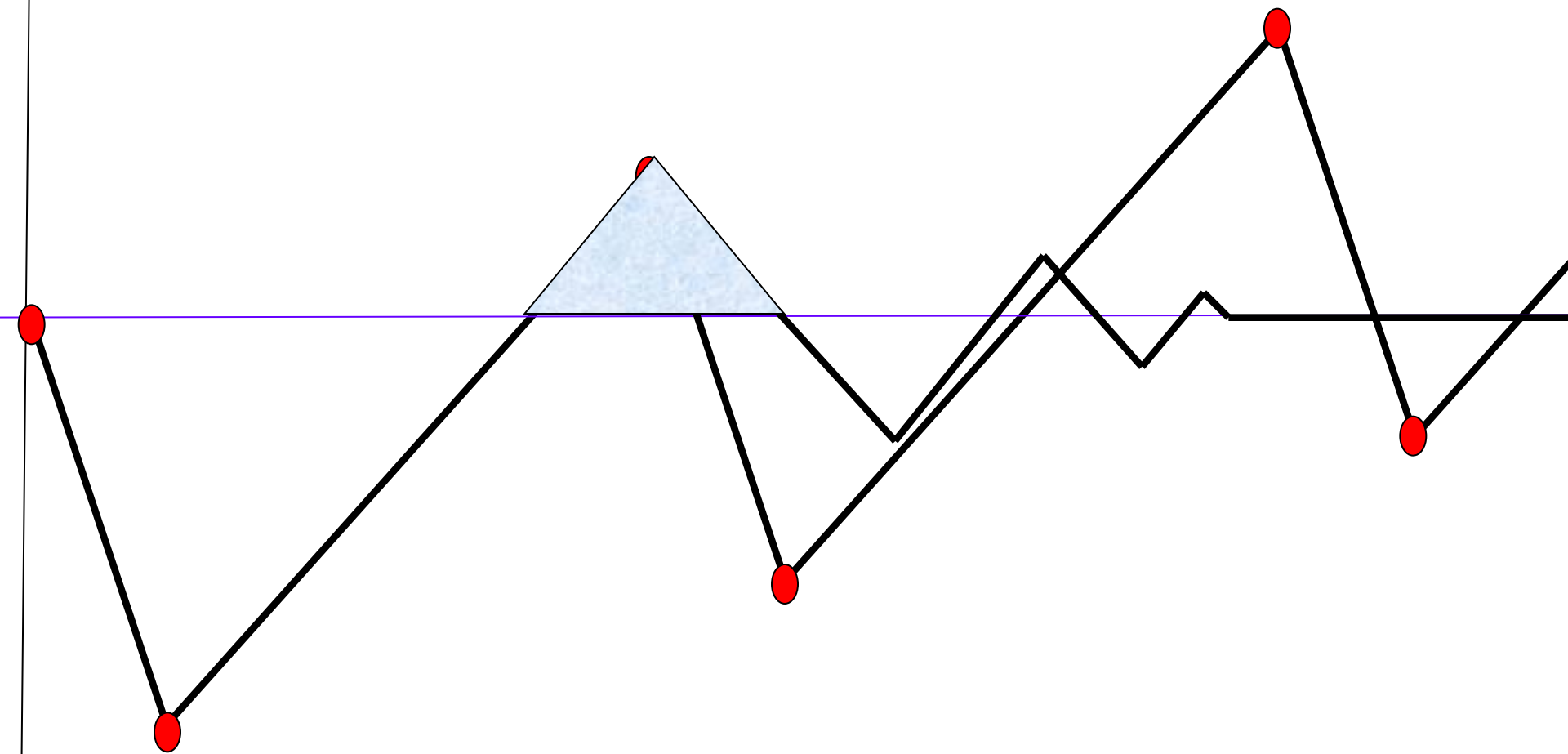
Míra rozvratu homeostázy



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	
Charakter odpočinku	pasivní / aktivní /	aktivní / mírné zatížení /	pasivní	
Intenzita zatížení	maximální	submaximální až maximální	střední / vyšší než na úrovni iANP /	maximálně na úrovni ANP
Odpočinek :zatížení	1:3 – 6 závisí na trénovanosti	1.2 -3	1:1-1,5	
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,interval ový trénink	kontinuální trénink
Doba zatížení	10 – 20 s	30 – 120 s	3 – 5 min	30 min a více
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

- Intenzivní aktivita po několik sekund – **rozvoj síly nebo rychlosti**
- **Intenzivní** aktivita po dobu 60 s a opakovaná v intervalu okolo 5 min/ organismus je v mírné aktivitě / – **rozvoj anaerobních procesů**
- Aktivita **submaximální intenzity** po dobu 3 – 5 min s intervaly odpočinku / aktivního / po stejnou dobu – **rozvoj maximálního aerobního výkonu**
- Aktivita **střední intenzity** po dobu 30 minut a více – **rozvoj vytrvalosti**

Limitující faktory sportovního výkonu

