



MASARYKOVA UNIVERZITA



Fyziologie sportovních disciplín



MUDr. Kateřina Kapounková



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace studijního oboru
Regenerace a výživa ve sportu
(CZ.107/2.2.00/15.0209)



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_{2max} , La_{max} ad., Wingate test: P_{max} , 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

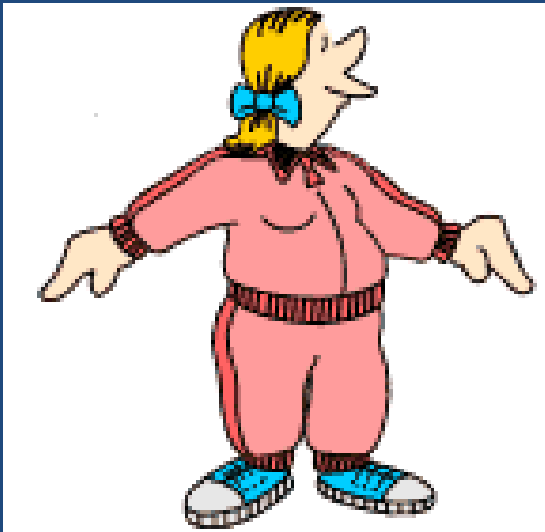
- Melichna, Jan. *Sval a jeho adaptace ve sportovním tréninku*. [1. vyd.]. Praha : Československý svaz tělesné výchovy. Ústřední výbor. Vědeckometodické oddělení, 1981. 106 s. : i. Metodický dopis.
- Melichna, Jan. *Fyziologie tělesné zátěže II : Speciální část - 2. díl*. 1. vyd. Praha : Univerzita Karlova - 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

adaplace

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

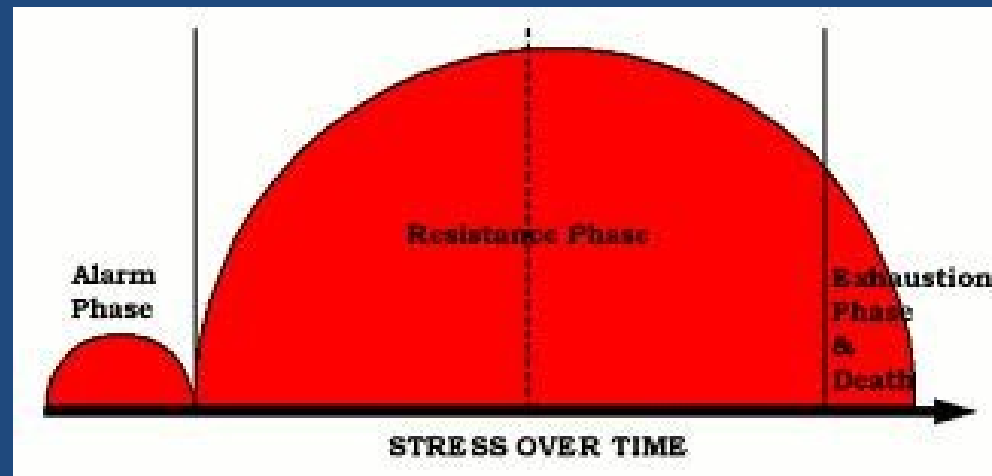
- např. \downarrow SF klidové a \downarrow SF při stejné zátěži

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 tři stadia stresové odpovědi tvořící „*obecný adaptační syndrom*“

1. **poplachová reakce** – okamžitá reakce
 - sympato-adrenálního systému
 - hypotalamo-hypofýzo-nadledvinová cesta



2. **stadium rezistence** (adaptace)

Nastává opakovaným působením stresoru, vede ke **snížení** adrenokortikální odpovědi

3. **stadium exhausce, vyčerpání** – je charakterizovaná celkovým vyčerpáním a **selháním adaptačních obranných schopností** organismu, což vede k rozvoji různých onemocnění, patologickým změnám v organismu, eventuálně i smrti

nebezpečí

CNS

sympatikus

dřeň nadledvinek

hypothalamus

adenohypofýza

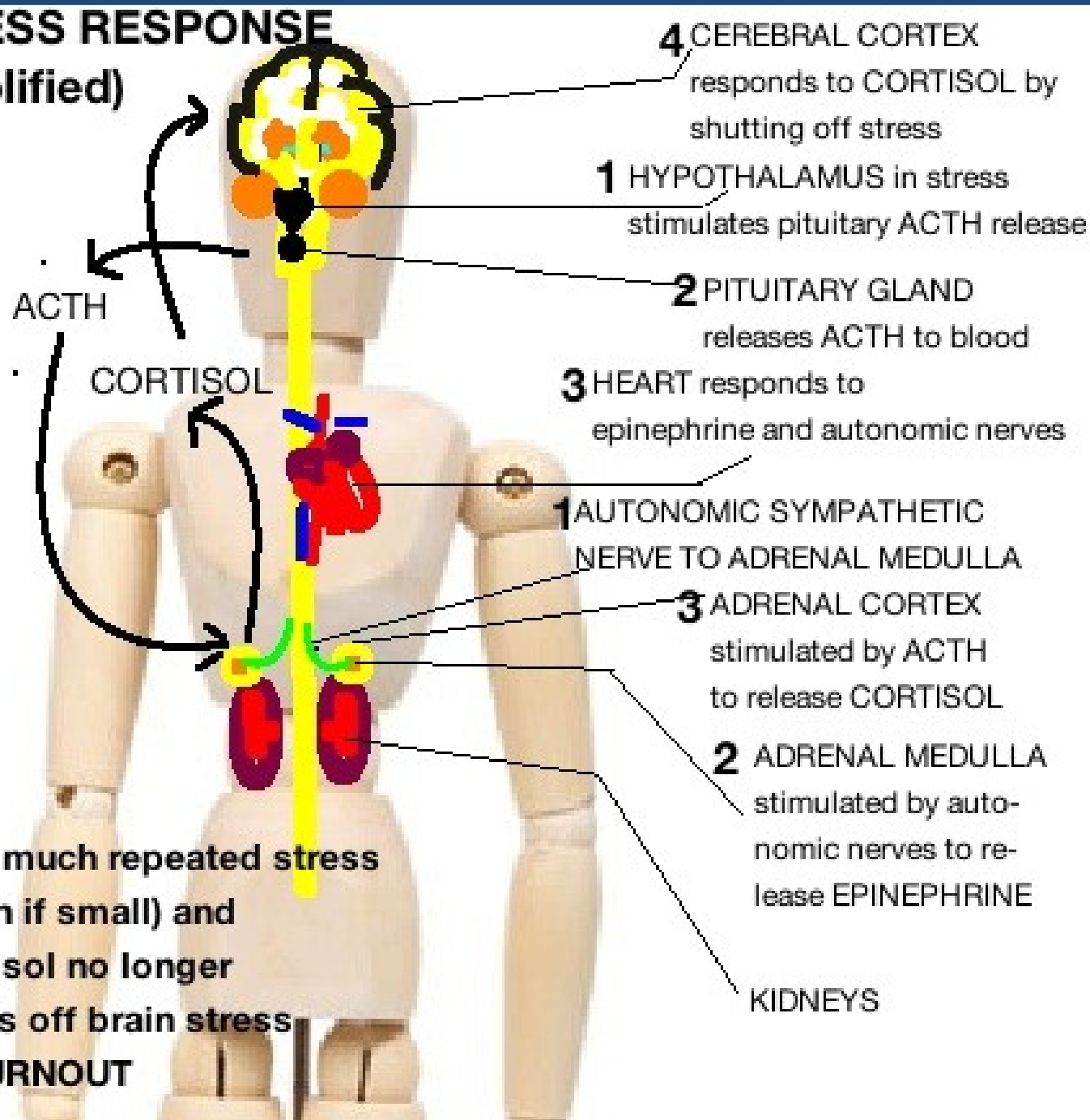
- Zrychlení TF
- Zvýšení TK
- Zrychlení dýchání
- Zvýšení hladiny G
- Rozpad glykogenu
- Redistribuce krve

kůra nadledvinek

- Mobilizace G
 - Rozpad bílkovin
 - Mineralkortikoidů
- / ↓ Na ↑ K močí /

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- konstriktce

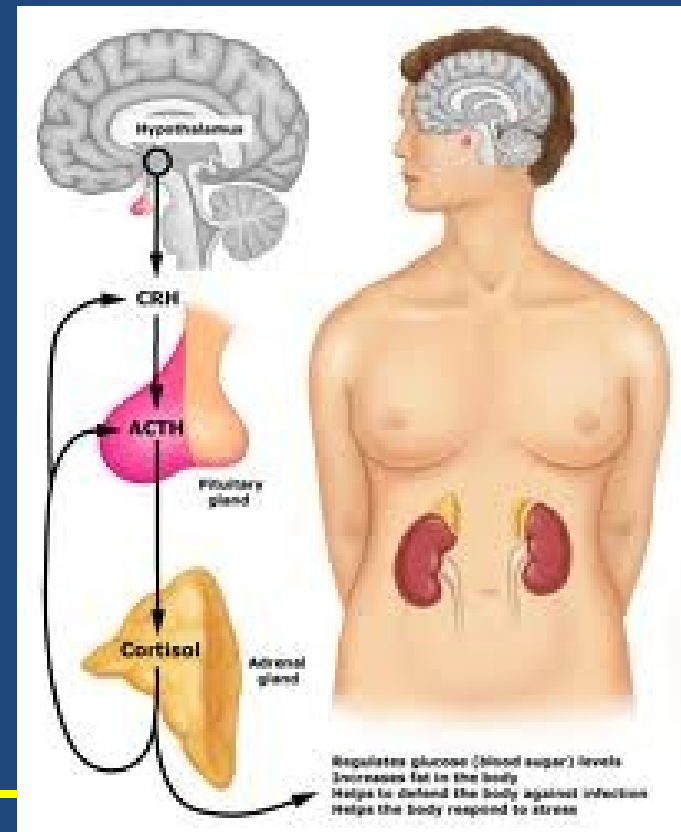
B1- srdce (zvyšuje kontraktilitu a frekvenci)

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

- Zesiluje se útlumová složka
- Aktivuje **parasymptikus**
- Uvolňuje se **adrenokortikotropní hormon (ACTH)** z hypofýzy
- Stimulace **kůry nadledvinek**
- Produkce **kortizolu, aldosteronu**
- Dochází k mobilizaci energie



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:

- do krevního oběhu je **dodáván cholesterol**, zajišťující energetický výdej
 - **krev se zahušťuje**, aby se snižovalo krvácení (tím více má srdce práce s rozvodem)
 - **krev odchází ze žaludku a pokožky** do svalů (podchlazení, potivost)
 - **zornice se rozšiřuje** (lepší vidění)
 - **sluch se stává ostřejším**
 - zlepšuje se **hmat** (vztyčením chlupů na těle se zvyšuje objem těla - zastrašení soupeře)
 - **roztahují se průduchy** na dýchání, zrychluje se dech
 - z hypothalamu se uvolní **endorfiny**, aby blokovaly bolest
 - **srdce bije rychleji** (rychlejší rozvod krve a zvýšení tlaku)
-

Podmínky adaptace organismu na tělesnou zátěž

- **Frekvence zátěže** -pravidelné opakování zátěže

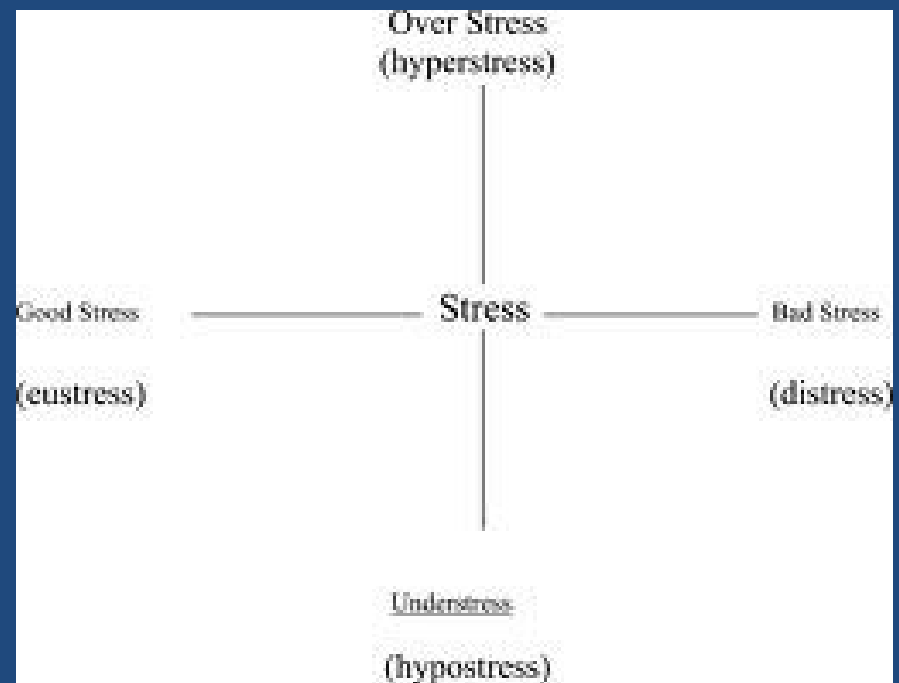
- **Intenzita podnětů :**

hyperstres

(překračuje hranici adaptability)

hypostres

(nedosahuje toleranci stresu)



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

EUSTRES

- stres s pozitivními účinky
- nemusí mít škodlivé důsledky, má **značný adaptační význam**
- - zvyšuje kvalitu života



DISTRESS

- stres s **negativními účinky** na člověka
- je chápán jako nadlimitní psych. zátěž, které je nad úrovní zátěží obvyklých a nezvladatelných

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

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 **vylučování 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 :

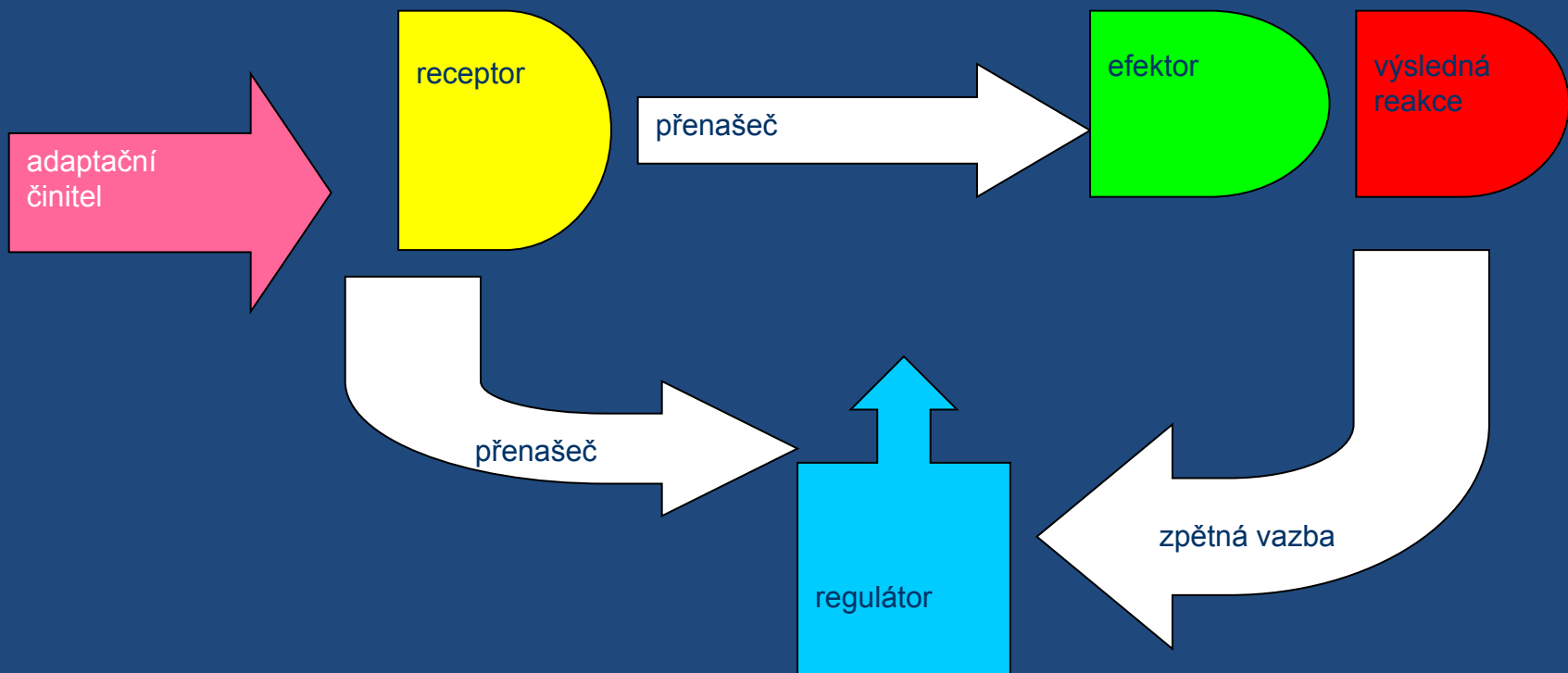
A, nadprahové intenzity

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,.../

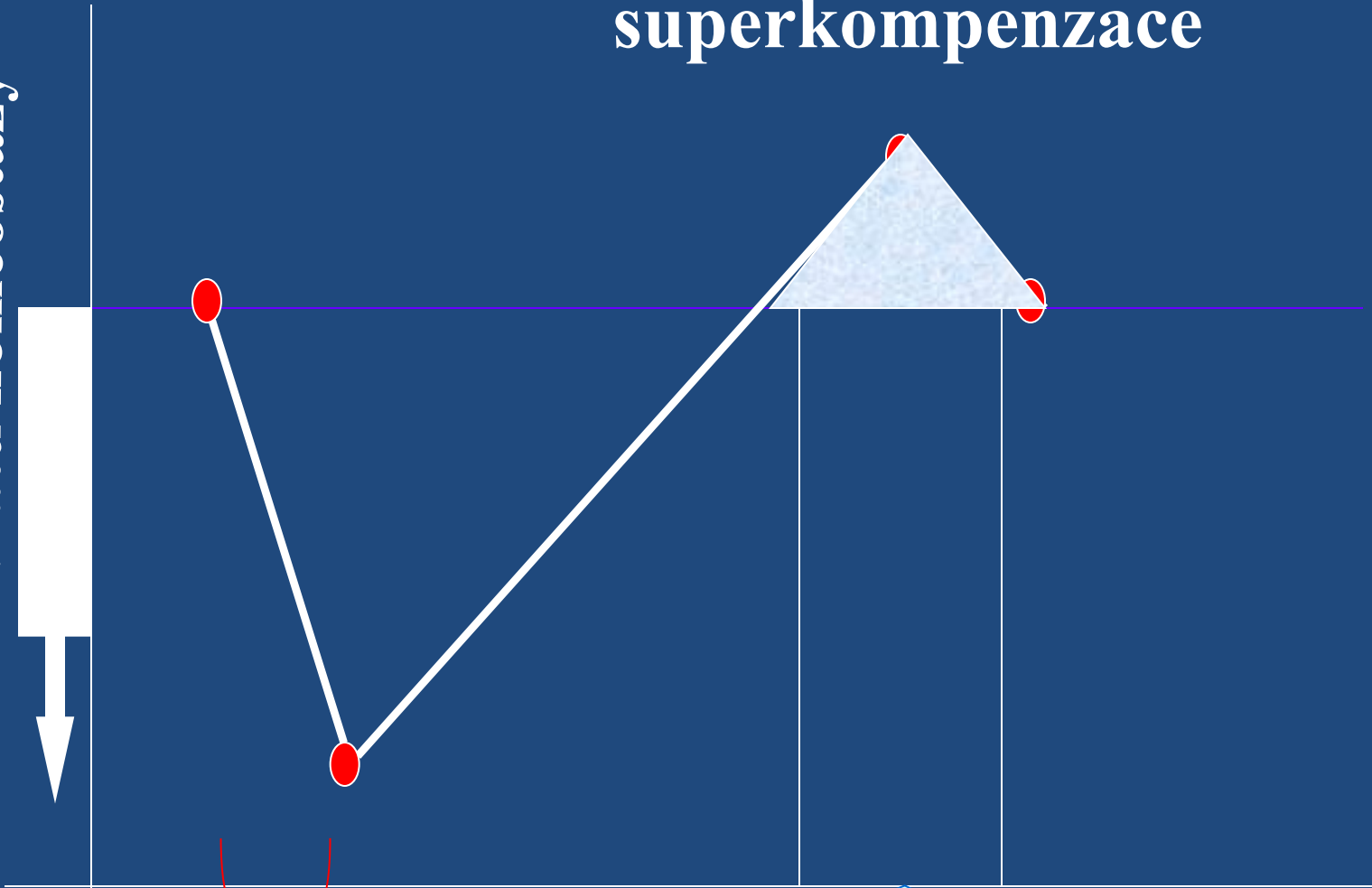
- **Intenzita podnětu je důležitější než objem-rychlost, síla / vysoká intenzita /**
- Nižší intenzita , vyšší objem – vytrvalost
- **Frekvence tréninkových podnětů** – častá
 - všeobecná zdatnost : 3 – 4 x týdně
 - trénovanost : 4 – 6 x týdně, denně, i několikrát za den

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

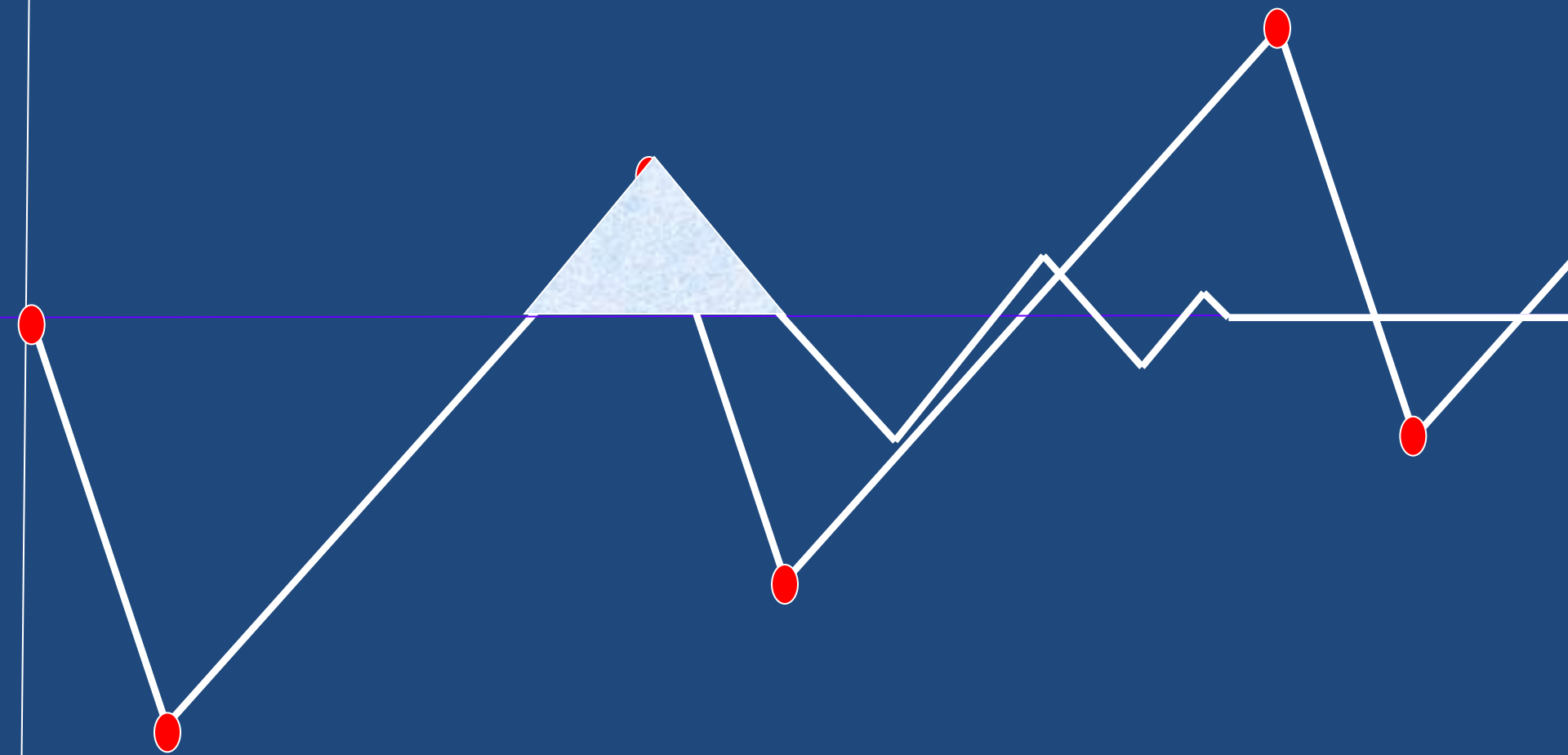
Míra rozvratu homeostázy



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

