



REGENERACE A VÝŽIVA VE SPORTU

KOLEKTIV AUTORŮ

MASARYKOVA
UNIVERZITA

Regenerace a výživa ve sportu

Martina Bernaciková
Jan Cacek
Lenka Dovrtělová
Iva Hrnčířiková
Tomáš Hlinský
Kateřina Kapounková
Jitka Kopřivová
Michal Kumstát
Dagmar Moc Králová
Jan Novotný
Petr Pospíšil
Jana Řezaninová
Michal Šafář
Ivan Struhár

Autorský kolektiv:

Mgr. Martina Bernaciková, Ph.D.
PhDr. Jan Cacek, Ph.D.
Mgr. Lenka Dovrtělová, Ph.D.
Ing. Iva Hrnčířiková, Ph.D.
Mgr. Tomáš Hlinský
MUDr. Kateřina Kapounková, Ph.D.
doc. PaedDr. Jitka Kopřivová, CSc., Ph.D.
doc. Mgr. Michal Kumstát, Ph.D.
Mgr. Dagmar Moc Králová, Ph.D.
prof. MUDr. Jan Novotný, CSc.
Mgr. Petr Pospíšil, Ph.D.
Mgr. Jana Řezaninová, Ph.D.
Mgr. Michal Šafář, Ph.D.
Mgr. Ivan Struhár, Ph.D.

Recenze:

MUDr. Ilona Dohnalová, CSc.
doc. MUDr. Pavel Stejskal, CSc.

OBSAH

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | Regenerace sil | 9 |
| 1.1 | Úvod | 9 |
| 1.1.1 | Formy regenerace | 12 |
| 1.1.2 | Regulace regeneračních pochodů | 13 |
| 1.2 | Únava | 14 |
| 1.2.1 | Příčiny únavy | 15 |
| 1.2.2 | Dělení únavy | 16 |
| 1.2.2.1 | Fyziologická únava | 16 |
| 1.2.2.2 | Patologická únava | 19 |
| 1.3 | Stres, superkompenzace, adaptace | 21 |
| 1.3.1 | Stres | 22 |
| 1.3.2 | Superkompenzace | 28 |
| 1.3.3 | Adaptace | 29 |
| 2 | Biologické ukazatele odezvy a adaptace na zátěž, únavy a regenerace sil | 35 |
| 2.1 | Úvod | 35 |
| 2.2 | Přehled ukazatelů | 36 |
| 2.2.1 | Subjektivní pocity, Test mluvení | 36 |
| 2.2.2 | Antropometrické ukazatele | 38 |
| 2.2.3 | Morfologické zobrazovací metody | 40 |
| 2.2.4 | Dynamometrické ukazatele | 40 |
| 2.2.5 | Kardiovaskulární ukazatele | 42 |
| 2.2.6 | Spirometrické ukazatele | 49 |
| 2.2.7 | Spiroergometrické ukazatele | 50 |
| 2.2.8 | Biochemické ukazatele krve | 60 |
| 2.2.9 | Hematologické ukazatele | 66 |
| 2.2.10 | Imunologické ukazatele | 67 |
| 2.2.11 | Endokrinologické ukazatele | 68 |
| 2.2.12 | Ukazatele v moči | 69 |
| 2.2.13 | Elektromyografie | 70 |
| 2.2.14 | Termodynamické ukazatele | 70 |
| 2.3 | Ukazatele rabdomyolýzy | 73 |
| 2.3.1 | Rabdomyolýza | 73 |
| 2.4 | Ukazatele celkové únavy | 74 |
| 3 | Pedagogické prostředky regenerace | 79 |
| 3.1 | Sportovní trénink | 79 |
| 3.2 | Pohybové schopnosti (determinanty, trénink) | 81 |
| 3.2.1 | Vytrvalost | 82 |
| 3.2.2 | Síla | 84 |
| 3.2.3 | Hybridní schopnosti | 86 |
| 3.2.4 | Koordinační schopnosti | 90 |
| 3.2.5 | Flexibilita | 91 |
| 3.3 | Řízení a metodika tréninku | 92 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 3.3.1 | Řízení tréninku a regenerace | 92 |
| 3.3.2 | Metodika tréninku | 93 |
| 3.3.2.1 | Trénink rychlosti | 94 |
| 3.3.2.2 | Trénink flexibility | 97 |
| 3.3.2.3 | Trénink síly | 99 |
| 3.3.2.4 | Trénink vytrvalosti | 107 |
| 3.3.2.5 | Trénink koordinačních schopností | 110 |
| 3.4 | Periodizace tréninku | 112 |
| 3.4.1 | Cykly | 113 |
| 3.4.2 | Periodizace a etapy sportovní přípravy | 115 |
| 3.5 | Plánování a cirkadiální rytmy | 118 |
| 4 | Psychologické prostředky regenerace | 125 |
| 4.1 | Psychika a regenerace | 125 |
| 4.1.1 | Sebepoznání jako prvotní předpoklad rozvoje psychické regenerace | 125 |
| 4.1.2 | Význam poznávání vlastní osobnosti | 126 |
| 4.2 | Metody a techniky psychologické regenerace | 131 |
| 4.2.1 | Kontrola kognitivních procesů | 132 |
| 4.2.2 | Regulace emocí | 135 |
| 4.2.3 | Optimalizace aktivační úrovně | 137 |
| 4.2.4 | Zdravá motivace | 139 |
| 4.2.5 | Přiměřená sebedůvěra | 139 |
| 4.2.6 | Metody a techniky odborné psychologické regenerace | 140 |
| 4.2.7 | Možnosti a meze psychologických prostředků regenerace | 142 |
| 5 | Fyzikální prostředky regenerace | 145 |
| 5.1 | Mechanoterapie | 148 |
| 5.2 | Termoterapie a hydroterapie | 156 |
| 5.3 | Fototerapie | 163 |
| 5.4 | Elektroterapie | 164 |
| 5.5 | Magnetoterapie | 166 |
| 5.6 | Kombinovaná terapie | 167 |
| 5.7 | Kauzální vs. symptomatická terapie | 168 |
| 6 | Pohybové prostředky regenerace | 171 |
| 6.1 | Kompenzační cvičení | 171 |
| 6.1.1 | Poruchy v oblasti kloubů (kloubní pohyblivost) | 172 |
| 6.1.2 | Poruchy v oblasti funkce svalů | 173 |
| 6.1.3 | Poruchy v oblasti centrální regulace | 176 |
| 6.2 | Vyrovňovací prostředky | 179 |
| 6.2.1 | Uvolňovací cvičení | 179 |
| 6.2.2 | Protahovací cvičení | 180 |
| 6.2.3 | Cvičení posilovací | 183 |
| 6.2.4 | Dechová cvičení | 186 |
| 6.2.5 | Relaxační cvičení | 188 |
| 6.2.6 | Balanční cvičení | 190 |
| 6.3 | Doplňkový sport | 196 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 7. | Výživa v regeneraci a podpoře sportovního výkonu | 201 |
| 7.1. | Úloha výživy v regeneraci | 201 |
| 7.1.1 | Energetická potřeba | 201 |
| 7.1.2 | Sacharidy jako hlavní zdroj energie | 204 |
| 7.1.3 | Hodnocení výživových zvyklostí | 205 |
| 7.1.4 | Bílkoviny | 205 |
| 7.1.5 | Tuky | 206 |
| 7.1.6 | Mikronutrienty | 207 |
| 7.2 | Aplikovaná sportovní výživa | 213 |
| 7.2.1 | Limitující faktory sportovní výživy | 213 |
| 7.2.2 | Výživa před, během a po zatížení | 217 |
| 7.2.2.1 | Výživa optimalizující hladiny glykogenu | 218 |
| 7.2.3 | Výživa před zatížením | 220 |
| 7.2.4 | Výživa během zatížení | 222 |
| 7.2.4.1 | Hydratace během zatížení | 223 |
| 7.2.5 | Výživa po zatížení | 228 |
| 7.2.6 | Energetická dostupnost | 230 |
| 7.2.7 | Tréninková dostupnost sacharidů | 232 |
| 7.3 | Doplňky stravy | 234 |
| 7.3.1 | Kritéria použití doplňků stravy podle Mezinárodního olympijského výboru | 236 |
| 7.3.2 | Klasifikace doplňků stravy ve sportu | 237 |
| 7.3.3 | Ergogenní doplňky stravy | 240 |
| 8 | Zdravotní rizika dopingů | 251 |
| 8.1 | Úvod | 251 |
| 8.2 | Antidopingový kodex a definice dopingů | 251 |
| 8.3 | Skupiny dopingových látek a metod | 252 |
| 8.4 | Zdravotní komplikace dopingů | 252 |
| 8.5 | Přehled zdravotních rizik některých dopingových látek a metod | 253 |

Předmluva

Tento učební text byl vytvořen na základě absence podobných publikací na trhu. Jde již o třetí, doplněné vydání. V současné době neexistuje žádný podobný komplexní text v českém jazyce.

V předloženém učebním textu se autoři snaží v prvních dvou kapitolách krátce a srozumitelně vysvětlit vztahy, které jsou mezi zatížením, únavou a regenerací. Další kapitoly jsou již věnovány jednotlivým regeneračním prostředkům.

Učební text je určen primárně studentům bakalářského studijního oboru Regenerace a výživa ve sportu vyučovaného na Fakultě sportovních studií Masarykovy univerzity v Brně. Svým komplexním pojetím je však text užitečný nejen pro všechny studenty tělovýchovných fakult, ale i pro samotné sportovce, trenéry a specialisty ve všech sportovních disciplínách.

Předložený učební text zdůrazňuje význam integrace regeneračních prostředků do tréninkového procesu. Učební text odborným obsahem odpovídá stavu současných poznatků a umožní studentům správně aplikovat regenerační prostředky nejen u vrcholových sportovců, ale také na poli sportu rekreačního.

Otázka regenerace a jejího uplatňování jak v běžném životě, tak i ve sportu je stále velmi aktuálním tématem, proto předpokládáme, že tento učební text si najde cestu i k dalším aktivně činným v této problematice.

Autoři

Obecná část

1 Regenerace sil

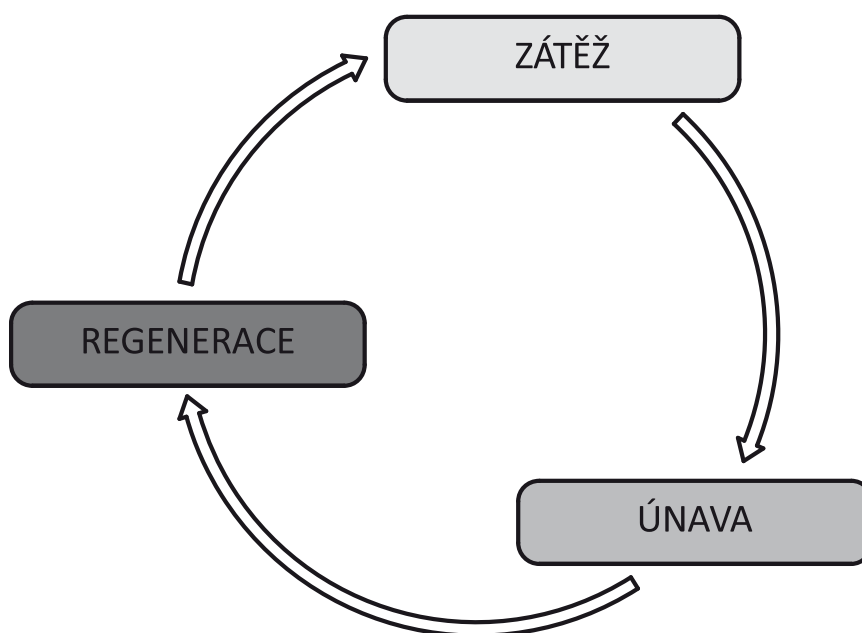
Kateřina Kapounková, Martina Bernaciková

1.1 Úvod

Regenerace (zotavení) je biologickým procesem zahrnujícím činnost organismu vedoucí k úplné obnově psychických a tělesných sil narušených předchozím zatížením. Aby došlo k regeneračním pochodům, musí předchozí zatížení uvést organismus do určitého stupně únavy (narušení homeostázy) – Obr. 1.1.

Homeostázou se rozumí stálost vnitřního prostředí, která předpokládá zachování stability objemu tělesných tekutin, iontového složení, teploty tělesného jádra, energetického hospodaření, ale i třeba zajištění obranyschopnosti organismu.

Regenerace jako proces není zahájena po zatížení, ale prolíná se celým tréninkovým průběhem. Zotavení je proto třeba chápat jako součást tréninku zařazenou ať už přímo v jednotlivých tréninkových hodinách, nebo v samostatných regeneračních jednotkách.



Obr. 1.1 Cyklus: zátěž – únava – regenerace

Dodnes převládá názor, že regenerace je pouze synonymem rehabilitace. Jedním z důvodů je fakt, že jak regenerace, tak i rehabilitace využívají podobné metody, zvláště z oblasti fyzikální terapie (mechanoterapie, hydroterapie, termoterapie). V praxi tomu tak ale není (Tab. 1.1).

Tab. 1.1 Porovnání regenerace a rehabilitace

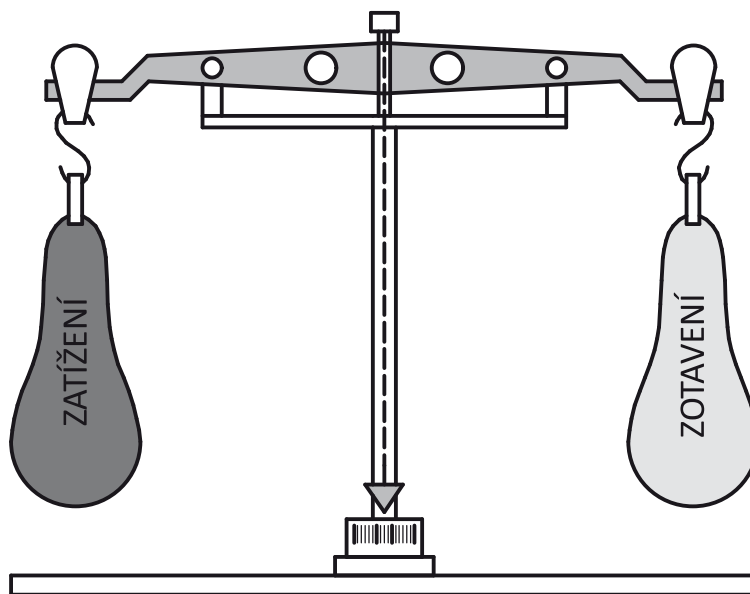
| Regenerace | Rehabilitace |
|--|--|
| součást tréninkového procesu | celospolečenský proces |
| odstraňování fyziologické únavy | návratná péče (onemocnění, úraz) |
| soubor terapeutických prostředků a preventivních opatření k odstranění únavy | soubor medicínských, diagnostických, terapeutických i preventivních opatření k obnovení maximální funkční zdatnosti jedince ovlivněného předchozím onemocněním či úrazem |
| určeno pro zdravé | určeno pro nemocné |
| používají některé stejné prostředky (fyzikální, pohybové) | |

Regenerace ve sportu nezahrnuje pouze biologický proces obnovy reverzibilního poklesu funkčních schopností organismu, ale i preventivní opatření přetížení pohybového aparátu. Z toho vyplývají dva základní úkoly regenerace.

Úkoly regenerace

1. eliminovat změny v organismu vzniklé fyzickou aktivitou;
2. prevence přetížení, nebo dokonce poškození organismu.

Regenerace je proces, který je v oblasti sportu stejně významný jako samotný trénink (Obr. 1.2). Je nezbytnou součástí tréninkového procesu a vhodně zvolená a dávkovaná regenerace urychluje dobu nutnou na obnovu sil, a tím umožňuje častější nové zatěžování.



Obr. 1.2 Rovnováha mezi zátěží a zotavením

Následující tabulka (Tab. 1.2) charakterizuje rozdíly mezi zatížením a regenerací z pohledu metabolismu a řízení organismu.

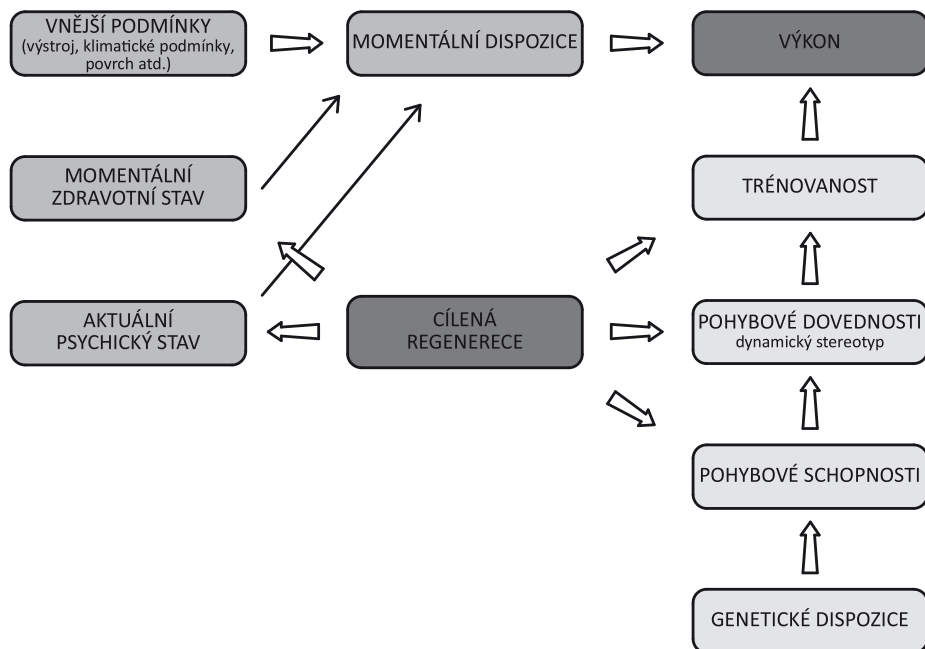
Tab. 1.2 Charakteristika zátěže a regenerace

| | Zátěž | Regenerace |
|--------------------------|--|--|
| Metabolismus | katabolický proces | anabolický proces |
| Vegetativní nerv. systém | převažuje sympatikotonus | převažuje parasympatikotonus |
| Řízení CNS | mozková kůra | podkorová centra |
| Doba | časově limitován (sec., min., hod.) | délka v závislosti na typu únavy (minuty–dny) |

Vliv regenerace na výkon a výkonnost

Sportovní výkon je komplexním souborem momentálních dispozic a výkonnosti jedince. Jak proces budování sportovní výkonnosti, tak momentální působení faktorů na výkon sportovce je ovlivňován cílenou regenerací (Obr. 1.3).

Vhodně zvolené regenerační prostředky nejenom že urychlí dobu nutnou na odpočinek, ale mohou i výrazně ovlivnit následnou intenzitu tréninkového zatížení.



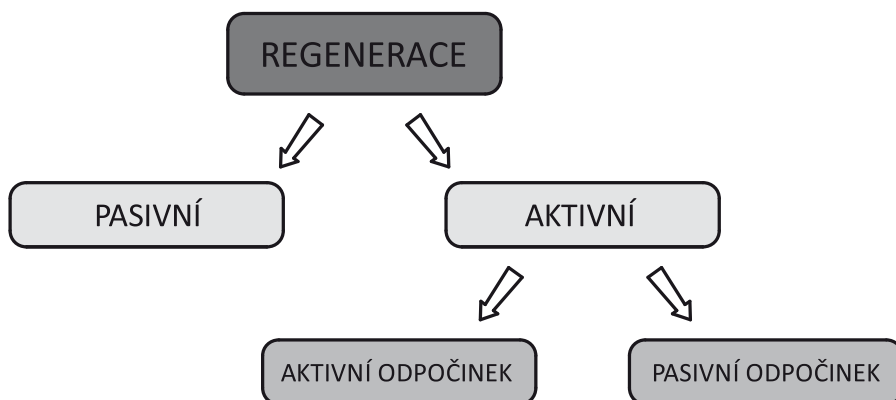
Obr. 1.3 Cílená regenerace a sportovní výkon

1.1.1 Formy regenerace

Formy regenerace dělíme z různých pohledů. Z časového hlediska na regeneraci před, během a po výkonu. Z pohledu cíleného zásahu na formu pasivní a aktivní.

Pasivní regenerace je přirozená, vůli neovlivnitelná činnost organismu bez vnějšího zásahu, probíhající již během vlastního zatížení a vedoucí k obnově tělesných a duševních sil, v lepším případě je superkompenzačním mechanismem posunována nad výchozí hodnoty. Jedná se vlastně o základní homeostatické mechanismy, jako např. úprava metabolické acidózy, rehydratace organismu, přesuny iontů, obnova energetických zásob, vyrovnání teplotních změn, likvidace odpadních produktů a jejich vylučování, reparace poškozených buněk atd.

Aktivní regenerace je plánovitá cílená činnost urychlující proces pasivního zotavení. Aktivní regenerace může probíhat dvěma způsoby. Buď s vyloučením fyzické aktivity sportovce, potom mluvíme o pasivním odpočinku, nebo s využitím pohybové aktivity, pak se jedná o odpočinek aktivní. Nejčastější formou pasivního odpočinku jsou všechny formy relaxací, hydroterapie, termoterapie a další. Fyziologickým podkladem aktivního odpočinku je zachování průtoku krve v zatížených svalech. Jako ideální se jeví cyklická pohybová aktivita mírné intenzity (na úrovni 60 % SFmax). Příkladem jiného aktivního odpočinku jsou kompenzační cvičení a další doplňkové sportovní aktivity (Obr. 1.4).



Obr. 1.4 Formy regenerace z pohledu cíleného zásahu

Délka regenerační fáze musí odpovídat stupni únavy, resp. stupni zatížení.

Z časového pohledu rozeznáváme formy regenerace:

- a) před výkonem (př. rozcvičení, pohotovostní masáž);
- b) během či mezi výkony (pitný režim, masáž mezi výkony);
- c) po výkonu (př. hydroterapie, autogenní trénink).

Hlavním úkolem regenerace před výkonem je příprava organismu na následné zatížení, ovlivnění intenzity samotného výkonu a navození potřebného emočního a psychického napětí, eventuálně prevence možného přetížení. Typickým příkladem regenerace před výkonem je

zahřátí organismu, z fyzikálních prostředků můžeme vybrat pohotovostní masáž či autoregulační techniky z oblasti psychologických prostředků. Vhodně zvolené regenerační prostředky v tomto časovém úseku mohou výrazně pozitivně ovlivnit následnou únavu.

Regenerace během výkonu, resp. mezi výkony, ovlivňuje intenzitu zatížení a ekonomizaci metabolických procesů a podobně jako regenerace před výkonem i hloubku následné únavy. Příkladem regenerace během výkonu je zajištění dostatečného pitného režimu, popřípadě vhodně zvolené masáže mezi výkony.

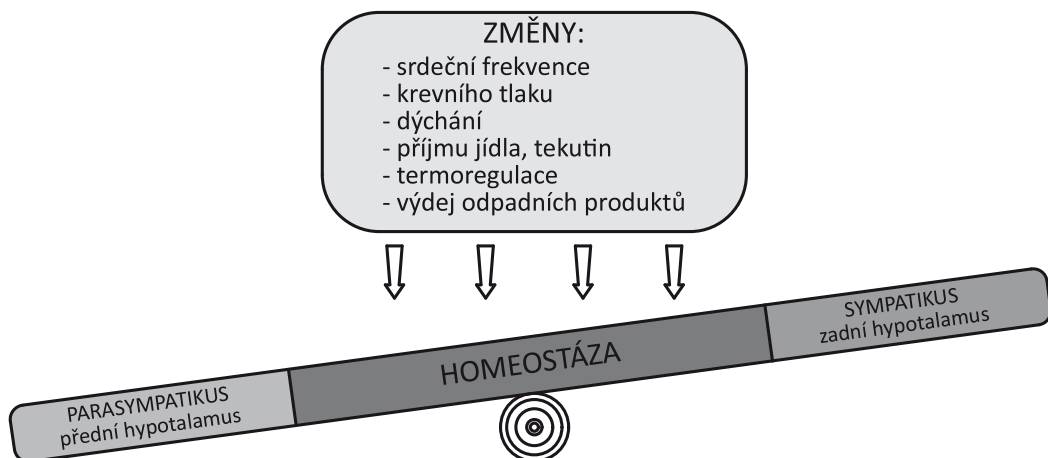
Úkolem regenerace po výkonu je odstranění únavy, resp. zkrácení doby nutné na odpočinek. Typickým příkladem jsou všechny formy biologických prostředků regenerace. Regeneraci po výkonu ještě můžeme dělit na časnou a pozdní. Časná má dvě fáze. První fáze trvá do 1–1,5 hod. bezprostředně po zatížení. Druhá fáze navazuje na předchozí a končí s dalším zatížením (druhá fáze může být různě dlouhá). Pozdní nastupuje po delším opakujícím se období zatížení a bývá součástí přechodného období ročního tréninkového cyklu. Pro tuto formu regenerace je často používán termín rekondice, neboť kromě celkové fyzické a psychické regenerace je hlavním účelem udržet výkonnost na určitém požadovaném stupni (Obr. 1.5).



Obr. 1.5 Formy regenerace z časového hlediska

1.1.2 Regulace regeneračních pochodů

Regenerační procesy jsou regulovány cestou vegetativního nervového systému, který je zapojen do řízení homeostatických regulačních pochodů, a je tak zcela nepostradatelný pro udržení stálosti vnitřního prostředí. Vegetativní nervový systém se z anatomického i fyziologického hlediska dělí na parasymptický a sympatický. Tyto dva systémy se liší protichůdným účinkem na orgány, to je dáno uvolňováním rozdílných neurotransmiterů a jejich působením na receptory cílových buněk. Zatímco parasymptikus prostřednictvím acetylcholinu působí na cholinergní receptory, sympatikus ve většině případů ovlivňuje prostřednictvím noradrenalinu receptory adrenergní. V období po zatížení převažuje tonus parasymptiku, který urychluje regenerační procesy, způsobuje vazodilataci v oblasti gastrointestinální, což má vliv na zvýšení vstřebávání živin (obnova energetických rezerv), ekonomizaci práce kardiorepiračního systému (zpomalování klidové SF), stimulaci anaboličkových dějů (tvorba a ukládání glykogenu) a likvidaci odpadních produktů (Obr. 1.6).



Obr. 1.6 Regulace homeostázy

1.2 Únava

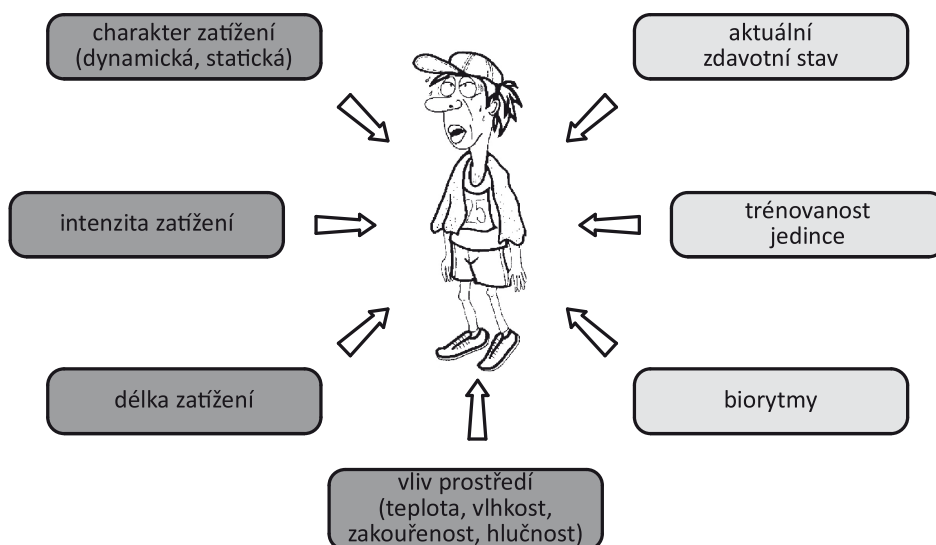
Únava je přirozený fyziologický obranný mechanismus projevující se poklesem výkonu, který vede k přerušení či ke snížení intenzity prováděné činnosti. Z fyziologického pohledu nejsme schopni plně objasnit příčiny vzniku únavy. Je značně odlišná při různých typech zatížení a závisí na mnoha vnějších a vnitřních faktorech.

Na únavu musíme pohlížet jako na jev, který přináší změny nejen negativní, ale i pozitivní (Tab. 1.3).

Tab. 1.3 Negativní a pozitivní změny únavy

| Negativní | Pozitivní |
|----------------------------|--|
| omezení funkce svalů | stimul pro rozvoj adaptačních mechanismů – superkompenzace |
| porucha koordinace | |
| narušení homeostázy | |
| metabolické změny | |
| snížená hormonální sekrece | |
| snížená aktivita enzymů | |
| narušení imunity | |
| narušení termoregulace | |
| zvýšení rizika úrazů | |

Nástup a hloubka únavy závisí na mnoha faktorech jak vnějších (např. teplotě, vlhkosti prostředí, atmosférickém tlaku), tak vnitřních (stupeň trénovanosti, aktuální zdravotní stav) – viz Obr. 1.7.



Obr. 1.7 Závislost nástupu únavy na faktorech

1.2.1 Příčiny únavy

Únava není jen problémem určitých orgánů nebo některé jejich funkce, tedy lokální, ale vždy hovoříme o záležitosti celého organismu, kdy je postižena i funkce koordinační a řídicí.

Jedná se tedy o komplexní stav, který nelze vnímat izolovaně. Únava má mnoho příčin vzniku a řada z nich se může vzájemně kombinovat. Ale dodnes její geneze vzniku není plně objasněna.

Hypotézy vzniku únavy:

(upraveno dle Máček, Radvanský, 2011)

- A. Vznik únavy v poruchách řízení a kontroly pohybu.
- B. Vznik únavy na základě vyčerpání energetických zdrojů (novější výzkum).
 - a) Deficit energetických zásob nutných k provedení svalové kontrakce ať již ve svalových vláknech, nebo v depotech, odkud jsou dodávány krevní cestou.
 - b) Deficit látek, jejichž přítomnost je podmínkou spalování, to znamená kyslíku dodávaného také krevní cestou.
 - c) Snížení kapacity svalu tyto látky využívat.

Ad a) Nedostatek energetických látek. Při dlouhodobější vytrvalostní zátěži se asi do 60 % maximální intenzity spalují převážně volné mastné kyseliny, i když se současně využívají sacharidy. Postupné zvyšování účasti tuků je relativně pomalé, dosažení účinné hladiny trvá asi 30 min. Při zvyšování intenzity roste současně podíl sacharidů, kdy by mohlo limitující faktor představovat jejich vyčerpání při intenzitách nad 80 % maxima. Do intenzity 70 % množství glykogenu příliš neklesá. Na úrovni prahu vyčerpání však zůstává v pracujícím svalu jen asi 10 % předchozího obsahu glykogenu, i když hladina glukózy v krvi je snížena.

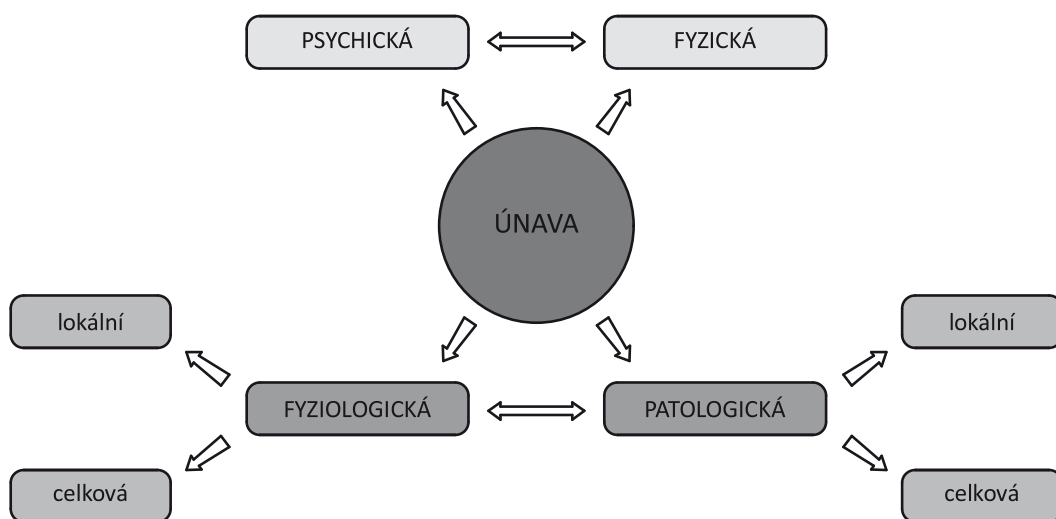
Ad b) Strop dodávky kyslíku je běžnou skutečností při stupňované a maximální zátěži prováděné velkými svalovými skupinami, ale při vytrvalostní zátěži jsou to spíše periferní faktory, jako produkce tepla a současně snížení transportu krve ke svalům a její přesun do kůže. Přechodná porucha výkonnosti myokardu, která by omezovala dodávky kyslíku, se objeví v praxi jen při extrémních zátěžích, jako je 24h běh.

Ad c) Stane se při poklesu tvorby ATP nebo snížením kapacity kontrakcí aktinu a myozinu. Účinným faktorem není ani nedostatek zdrojů, ani kumulace laktátu a současně i dodávka kyslíku je dostatečná. Zatím nebyly podány dostatečné důkazy platnosti této hypotézy. Vysvětlení by se mohlo blížit blokádě syntézy ATP v mitochondriích.

C. Vznik centrální únavy se připisuje vzestupu koncentrace serotoninu a snad i dopaminu v CNS, zvláště v oblasti talamu.

1.2.2 Dělení únavy

Vlivem zatížení vzniká řada typů únavy, ať již hovoříme čistě o fyzické nebo psychické únavě. Z pohledu množství zatížených svalových skupin dělíme únavu na místní či celkovou. A podle stupně únavy rozeznáváme únavu fyziologickou a patologickou (Obr. 1.8).



Obr. 1.8 Dělení únavy

1.2.2.1. Fyziologická únava

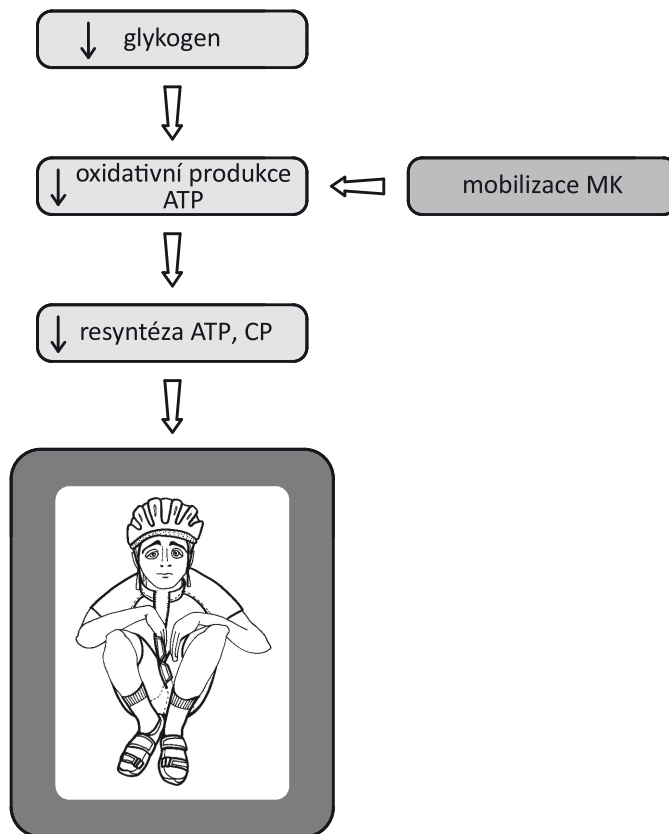
Fyziologická únava je přirozený reverzibilní stav organismu, který vyvolává adaptační mechanismy na podkladě superkompenzace.

Zjednodušeně lze rozdělit příčiny vzniku fyziologické únavy na dvě:

A. Kritický pokles energetických zásob. Jedná se vlastně o pokles svalového zásobního glykogenu.

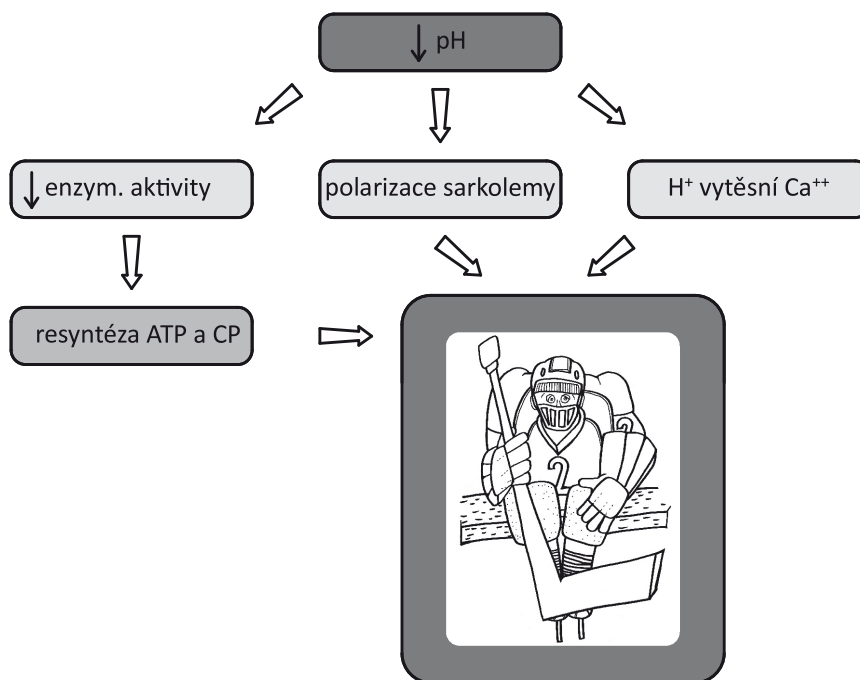
B. Vznik metabolické acidózy při vyšší intenzitě zatížení. Vlivem intenzivní zátěže dochází k vysoké poptávce po ATP, kterou není organismus schopen pokrýt pouze z mitochondriální respirace a dochází ke zvýšené závislosti na dodávce ATP hydrolýzou. Velmi často je tato příčina vzniku únavy spojována se zvýšenou hladinou laktátu v organismu, i když ten z biochemického hlediska nemá podíl na snížení pH krve. Ale vzhledem k tomu, že ke vzniku metabolické acidózy dochází u intenzivnějších výkonů, je toto spojení pochopitelné. A tak lze najít vztah mezi metabolickou acidózou a zvyšováním hladiny laktátu v organismu.

Vlivem kritického poklesu energetických zásob (glykogenu) vzniká únava, kterou z časového pohledu nazýváme pomalu nastupující a je patrná u vytrvalostních disciplín (jinde uváděna často jako aerobní typ únavy) – Obr. 1.9.



Obr. 1.9 Aerobní – pomalu vznikající únava

Druhým případem je vznik únavy z důvodu nástupu metabolické acidózy, kdy dochází ke změně polarizace sarkolemy, snížení enzymatické aktivity pro resyntézu ATP-CP a vytěsnění vápníkových iontů vodíkovými ve vazbě na aktino-myozinové můstky. Tento typ únavy nazýváme z časového pohledu rychle vznikající a objevuje se u disciplín prováděných submaximální intenzitou (jinde často uváděn jako anaerobní typ únavy) – Obr. 1.10.



Obr. 1.10 Anaerobní – rychle vznikající únava

Objektivně se fyziologická únava projeví vždy narušením celkového výkonu sportovce. Subjektivní pocity jsou vnímány individuálně a nemusí být všechny pociťovány (Tab. 1.4).

Tab. 1.4 Projevy fyziologické únavy (upraveno dle Kučera, 1997)

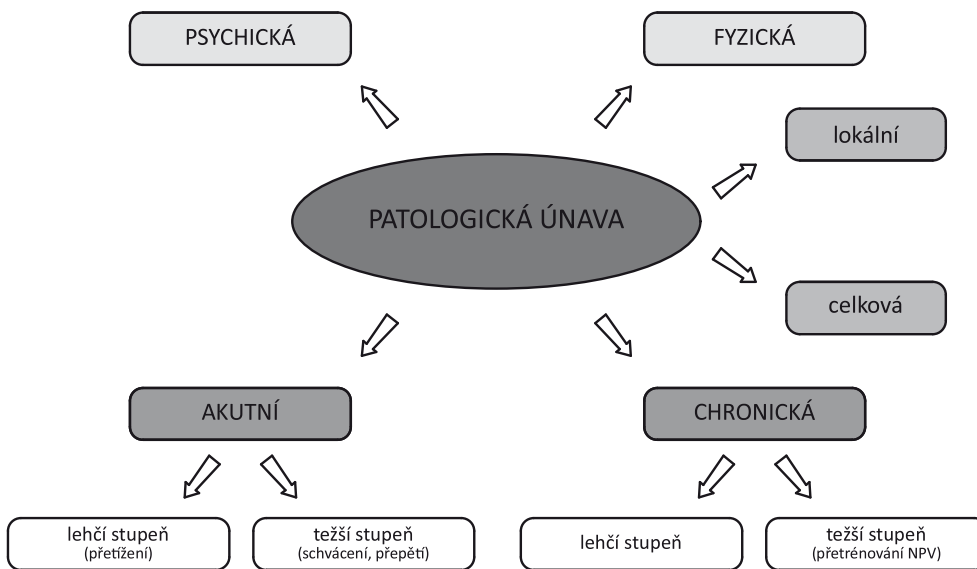
| Objektivní | Subjektivní |
|---|--|
| pokles celkového výkonu | píchání v boku |
| pokles kvality pohybových stereotypů (narušení koordinace) | nouze o dech, tachypnoe |
| pokles svalové síly | pocit napětí a bolesti ve svazech |
| pokles reakčních schopností | bolest hlavy |
| změny biologických veličin (např. bílkovina v moči, zvýšená hladina urey atd.) viz kapitola 2 | drobné známky poruchy neuromuskulární koordinace mimického svalstva a drobných svalů ruky (třes) |
| | zpomalené vnímání |
| | zpomalení zpracování vjemů |
| | pocit tlaku v epigastriu |
| | profuzní pocení |

Změnám biologických veličin během zatížení a po zatížení je věnována samostatná kapitola.

1.2.2.2 Patologická únava

Nepřiměřený, chybně naplánovaný (intenzita, objem) trénink může vyvolat buď přímé poškození organismu, nebo patologický stav, který naruší proces adaptace. Poškození organismu se může objevit ve formě jak funkčních, tak strukturálních patologických změn některého systému.

Pokud se jedná o poškození akutní, mluvíme o přetížení, schvácení (resp. přepětí), ale jestliže stav trvá delší dobu, pak hovoříme o přetrénování (syndrom nevysvětlitelného poklesu výkonnosti = NPV). Je nutné si uvědomit, že se jedná o víceméně umělou klasifikaci, protože jednotlivé problémy se navzájem prolínají.



Obr. 1.11 Dělení patologické únavy

Akutní patologická únava

Přetížení je méně závažný stav, při kterém dochází k prohloubení příznaků akutní fyziologické únavy. Naproti tomu **schvácení** je již závažný patologický klinický stav. Mezi jednotlivými stupni neexistuje ostrá hranice a lehčí stav (přetížení) může volně přecházet ve stupeň těžší (schvácení).

Hlavními příčinami vzniku akutní patologické únavy mohou být inadekvátní celková nebo místní zátěž, stupeň adaptace organismu, aktuální zdravotní stav a vliv prostředí. Tyto příčiny se v zásadě neliší od příčin podmiňujících vznik akutní fyziologické únavy, jen se projevují v silnější míře a způsobí větší výkyv v rovnováze organismu. Projevy akutní patologické únavy mohou probíhat velmi různorodě a dělíme je na subjektivní (neměřitelné) a objektivní (měřitelné) – viz Tab. 1.5. Přetížení, resp. schvácení se nemusí projevit ve všech níže popsaných symptomech, k diagnostice stačí pouze některé z nich.

Tab. 1.5 Projevy akutní patologické únavy (upraveno dle Kučera, Dylevský, 1999)

| | Přetížení | Schvácení |
|-------------|---|--|
| Objektivní | pokles výkonu | |
| | objektivní ukazatele (SF, TK, ... viz kapitola: Biologické veličiny zatížení) | |
| Subjektivní | pocity slabosti | |
| | bolest hlavy (cefalea) | |
| | točení hlavy (vertigo) | |
| | výpadky zorného pole | |
| | pocity na zvracení (nausea) | zvracení (vomitus) |
| | nitkovitý pulz | až nehmatný pulz |
| | zrychlené dýchání s lapavými dechy (tachypnoe se stridorem) | dušnost (dyspnoe) |
| | poruchy řeči (opakování slov) | setřelá řeč (dysartrie) |
| | křeč mimického svalstva | |
| | bledost pokožky a sliznic | akrocyanóza, cyanóza sliznic |
| | poruchy myšlení (nutkavé myšlenky, melodie, zvuky, slova) | |
| | poruchy vnímání pojmů a jejich zpracování | |
| | zkratová reakce | |
| | svalové křeče | změny svalového tonu – tetanické záškuby |
| | | poruchy termoregulace |
| | | kolaps |

Chronická patologická únava

Od termínu **přetrénování** se v posledních letech opouští a je nahrazován vhodnějším názvem **nevysvětlitelný pokles výkonnosti** (NPV). Důvodem je fakt, že vznik chronické patologické únavy nezávisí pouze na špatně nadávkovaném tréninkovém zatížení, ale příčin je více. Chybami v tréninku jsou myšleny opakující se nadměrný objem a intenzita tréninkového zatížení, mnoho závodů, využívání jednostranných pohybových prostředků. Další příčinou bývá narušení životosprávy sportovce (nedostatek spánku, alkohol, kouření, výživová dysbalance) nebo vliv prostředí (sociální faktory). Na vzniku NPV se výrazně podílí i zdravotní stav.

Příznaky chronické patologické únavy se projevují objektivními a subjektivními příznaky, přičemž objektivní příznaky kromě měřitelných změn biologických veličin (viz kapitola Biologické veličiny) se projevují především poklesem výkonnosti sportovce, což vede trenéra velmi často ke zvýšení intenzity i objemu tréninkového zatížení a důsledkem je prohloubení chronické únavy (Tab. 1.6).

Tab. 1.6 Projevy chronické patologické únavy (upraveno dle Kučera, Dylevský, 1999)

| | Přetrénování (NPV) |
|------------------------------|---|
| Objektivní | pokles výkonnosti |
| | objektivní ukazatele (SF, TK, ... viz kapitola: Biologické veličiny zatížení) |
| Subjektivní | nechuť k tréninku |
| | strach ze závodu |
| | nejistota při nácviku nových prvků |
| | vyhledávání náhradních aktivit |
| | volní zvýšení tréninkového úsilí (někdy) |
| | zvýšená dráždivost nebo naopak apatie |
| | agresivita |
| | inadekvátní psychické reakce |
| | lítostivost |
| | euforie |
| | nerozhodnost |
| | deprese |
| | změny sexuálního chování |
| | poruchy vnímání zevního prostředí (teplota, hluk) |
| | nechutenství, z počátku na některý druh potravy (maso) |
| | zvýšená chuť k jídlu |
| | zvýšená spavost nebo naopak nespavost |
| | poruchy zažívání |
| | noční pocení |
| | permanentní pocit únavy |
| snížení obranyschopnosti | |
| poruchy menstruace | |
| projevy vegetativní lability | |

1.3 Stres, superkompenzace, adaptace

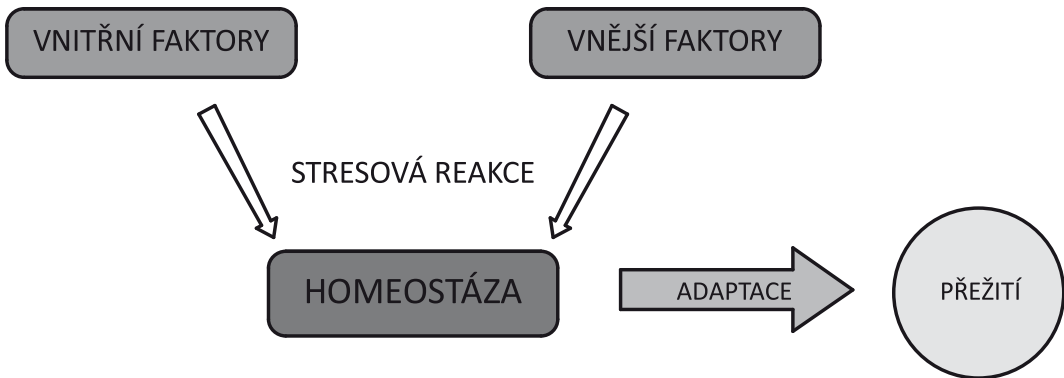
Z pohledu fyziologie je **stres** souborem fylogeneticky zakódovaných nervově-humorálních a funkčně-metabolických reakcí na vnější a vnitřní podněty, které vedou k narušení rovnováhy organismu.

Superkompenzace je biologický děj, který zabezpečuje proces adaptace, což v tréninkovém procesu znamená nárůst sportovní výkonnosti.

V rovině energetického zabezpečení sportovního výkonu charakterizujeme superkompenzaci jako zvýšenou úroveň energetického potenciálu v důsledku předchozí zátěže. Také jsou kladeny zvýšené nároky na funkční chod systémů, které se během zatížení zapojují.

O **adaptaci** mluvíme jako o fyziologicky výhodných změnách organismu vedoucích z fylogenetického hlediska k zachování biologického druhu.

Z pohledu dlouhodobých adaptačních mechanismů je však nutné si uvědomit, že bez opakované stresové reakce vyvolané v období superkompenzace nedojde k adaptaci (Obr. 1.12).



Obr. 1.12 Vztah stresové reakce a adaptace

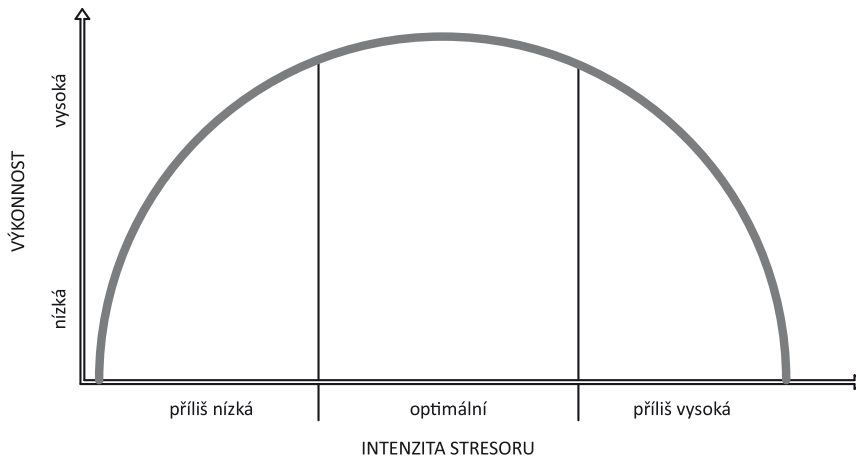
1.3.1 Stres

Fyziologické pojetí stresu je založeno na koncepcích, které se opírají o známé teorie, jako je: Teorie týkající se stálosti vnitřního prostředí (Cannon), Teorie obecného adaptačního syndromu (Seley), Teorie podmíněných reflexů (Pavlov) atd.

Aby byla spuštěna stresová reakce, musí na organismus působit stresor po určitou dobu a danou intenzitou. Na organismus obvykle nepůsobí pouze jeden stresor, ale stresory mají tendenci se vzájemně kombinovat (Obr. 1.13).

Stresory vyvolávající stres mohou být rozděleny dle Bartůňkové (2010) na:

- fyzikální (teplo, chlad, tlak, vibrace, záření, el. proud);
- chemické (toxiny, alkohol, otravy, infekce, hypokalcemie, hypoglykemie);
- biologické (hlad, žízeň, bolest, operace, popálení, trauma atd.);
- psycho-sociální (úzkost, strach, narušení interpersonálních stavů – šikana, konflikty v kolektivu).



Obr. 1.13 Vliv intenzity stresorů na výkonnost

U reakce organismu na působení stresorů byly popsány tři stádia stresové odpovědi:

- **fáze alarmová;**
- **fáze adaptační** (rezistence);
- **fáze vyčerpání.**

Fáze alarmová neboli poplachová je okamžitou reakcí organismu sloužící k mobilizaci sil v době, kdy centrální nervový systém (CNS) zaznamená nebezpečí vzniklé vlivem působení stresoru. Celá reakce je velmi krátkodobá, nicméně důležitá k překonání krize. Z periferních receptorů cestou přes talamus do CNS (mozková kůra, amygdala, hypotalamus, hypofýza a hipokampus) přichází specifické i nespecifické informace, které jsou zde dále zpracovány a ve formě efektorových reflexů vyvolají změny svalového napětí, stimulují autonomní nervový systém, zvyšují funkci kardiopulmonálního systému a nastartují metabolické změny.

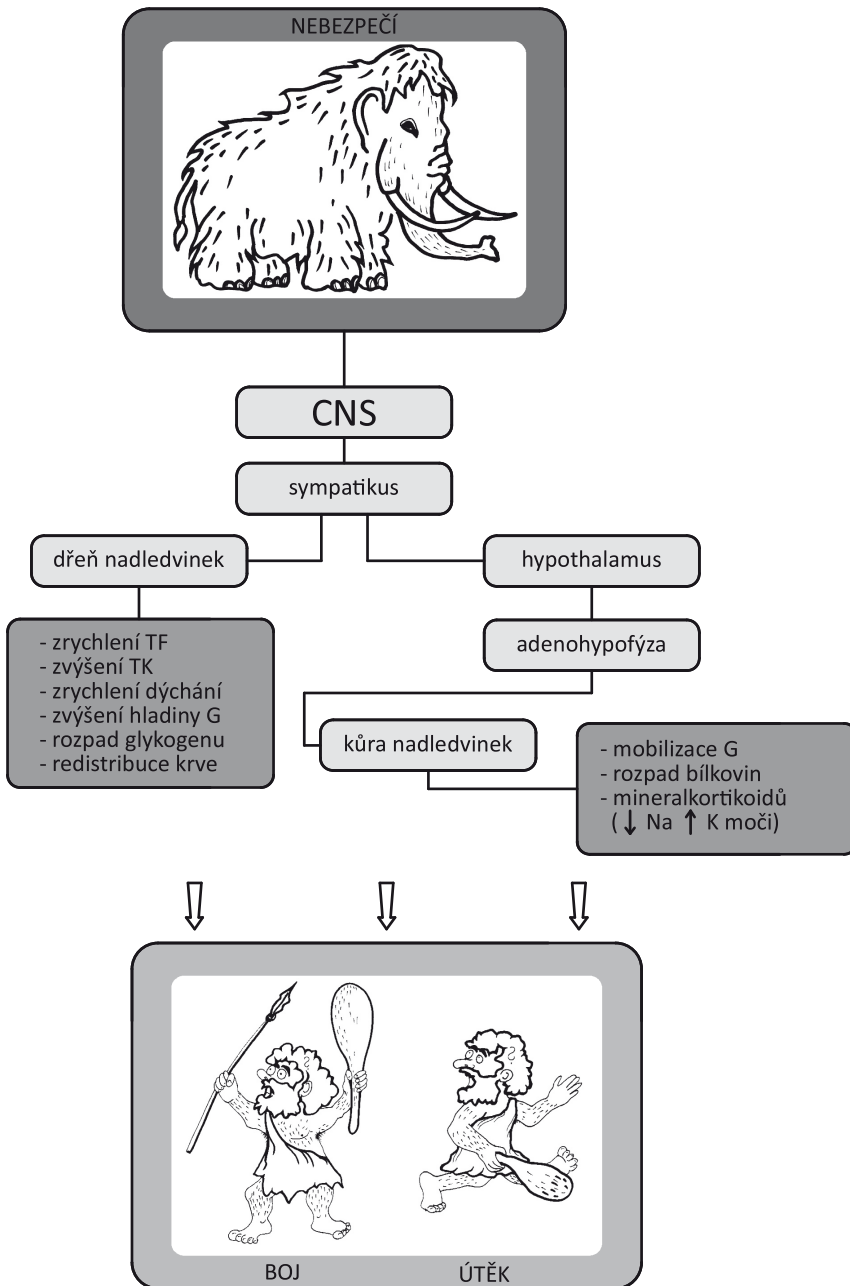
Tato fáze aktivuje sympatoadrenální systém (neurohormony), později se aktivuje systém hypotalamohypofyzární – nadledvina. Během alarmové reakce převládá řízení organismu autonomním nervovým systémem, a to jak jeho částí sympatickou, tak parasympatickou. (Obr. 1.14, 1.15)

Změny organismu při alarmové reakci jsou:

(upraveno dle Bartůňkové, 2010)

- vazodilatace koronárních cév;
- vazokonstrikce viscerální;
- vazodilatace bronchů;
- svalová vazodilatace;
- zvýšení srdeční frekvence (SF) a krevního tlaku (TK);
- rozšíření zornic;
- snížení pocitu bolesti;

- mobilizace energetických zdrojů (glukóza ze svalů a jater);
- zkrácení koagulačního času (příprava na riziko zranění);
- zvýšení svalového napětí;
- zvýšení pocení;
- snížení reprodukčních mechanismů (erekce).



Obr. 1.14 Reakce organismu na stresor