

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD
Ústav fyzioterapie

Jana Bubeníková

Hodnocení svalové únavy v rehabilitaci

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Petra Bastlová, Ph.D.

Olomouc 2013

ANOTACE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Název práce v ČJ:

Hodnocení svalové únavy v rehabilitaci

Název práce v AJ:

The evaluation of muscle fatigue in rehabilitation

Datum zadání: 30. 1. 2013

Datum odevzdání: 20.7. 2013

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav fyzioterapie

Autor práce: Jana Bubeníková

Vedoucí práce: Mgr. Petra Bastlová, Ph.D.

Oponent práce: MUDr. Alois Krobot, Ph.D.

Abstrakt v ČJ: Cílem této práce bylo přiblížit problematiku svalové únavy a definovat svalovou tkáň, popsat typy únavy, vytýčit obecné příčiny vzniku únavy, projevy a prevenci obecné fyzické a obecné psychické únavy a obeznámit s novinkami v oblasti svalové únavy podložené studiemi a výzkumem.

Abstrakt v AJ: The aim of this thesis is to define and bring the issue of muscle fatigue, describe the types of fatigue, identify general causes of fatigue, symptoms and prevention of general physical and general mental fatigue and familiar with the latest in muscle fatigue based study and research.

Klíčová slova v ČJ: únava, kosterní svalovina, prevence, fyzioterapie, rehabilitace, pohybová aktivita, výživa, trénink, preparáty, výzkum, studie, relaxace

Klíčová slova v AJ: fatigue, skeletal muscles, prevention, physiotherapy, rehabilitation, physical activity, nutrition, training, preparations, research, studies, relaxation

Rozsah: 57 s

Prohlašuji, že předložená práce je mým původním autorským dílem, které jsem vypracovala samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpala, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Frydek-Místek 18. července 2013

podpis

Děkuji Mgr. Petře Bastlové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady
a připomínky při formálním zpracování této bakalářské práce.

Obsah

ÚVOD.....	8
1 OBECNÁ ČÁST.....	10
1.1 Tkáň svalová.....	10
1.2 Tkáň svalová příčně pruhovaná - kosterní	12
1.2.1 Metabolismus svalové tkáně.....	13
1.2.2 Svalové poruchy	16
1.3 Únava	18
1.3.1 Typy únavy	20
1.3.2 Příčiny únavy	23
1.3.3 Projevy únavy	24
1.3.4 Prevence celkové psychické a celkové tělesné únavy obecně.....	24
2 SPECIÁLNÍ ČÁST	25
2.1 Novinky ve výzkumu.....	25
2.1.1 Svalová únava a slabost	25
2.1.2 Role fosfátů ve svalové únavě.....	28
2.1.3 Vliv fyzické aktivity a inaktivity.....	29
2.1.4 Antioxidanty	30
2.1.5 Vícestupňový model.....	30
2.1.6 Únava jako ochrana homeostázy	31
2.1.7 Faktory ovlivňující vytrvalost.....	32
2.2 Studie	34
2.2.1 Studie 1) Vliv svalové únavy při tanci.....	34
2.2.2 Studie 2) Vliv povrchu na svalovou únavu	34
2.2.3 Studie 3) Vliv únavy na teplotu svalu	35
2.2.4 Studie 4) Vznik spazmu.	35
2.2.5 Studie 5) Změny v kosterní svalovině po námaze	36
2.2.6 Studie 6) Kvalita života	37
3 TERAPIE ÚNAVY.....	38
3.1 Obnova fyzické síly pomocí pohybu.....	38
3.2 Terapie psychické únavy	39
3.2.1 Schultzův autogenní trénink	39

3.2.2	Jacobsonova progresivní svalová relaxace	39
3.2.3	Relaxační účinky fyzikální terapie	39
3.3	Terapie výživou	41
3.3.1	Transport železa v organismu	41
3.3.2	Prevence křečí u sportovců	45
4	DISKUZE	46
5	ZÁVĚR	49
6	LITERATURA A PRAMENY	51
7	SEZNAM ZKRATEK	56
8	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	57

ÚVOD

Toto téma své bakalářské práce jsem si vybrala, protože je mi velmi blízké. Bydlím v místě, které je úzce spjato s nádhernou podhorskou přírodou a má skvělé podmínky pro nejrůznější sportovní aktivity či práci na zahradě, kterým se celý život plně věnuji. Z vlastní zkušenosti bývám daleko méně unavená než ti, kteří nejsou schopni fyzicky odpočívat. Zdejší sportovci kromě práce na polích či zahradách sportují v srdci Beskyd. Nejlepším způsobem jak dostatečně uvolnit své tělo i svou mysl je tedy pohyb či práce na čerstvém vzduchu. Pokud je člověk dostatečně fyzicky unaven, tělo si žádá také spánek. Pro lidskou duši je velmi důležitý i odpočinek psychický. Motorem pohybu je myšlenka a pohyb je projevem života.

Cílem práce je nalézt relevantní informace v odborných zdrojích a nalézt odpovědi na položené vědecké otázky:

Jaké existují dostupné informace o svalové únavě ve fyzioterapii? Jaké druhy únavy jsou definovány v knihách? Jaké vlivy způsobují únavu ve vztahu ke svalové tkáni? Existují preparáty odbourávající svalovou únavu? Mají metabolické procesy zásadní vliv na svalovou únavu jako takovou? Proč se řadí problematika únavy do fyzioterapie? Je únava nemoc, pakliže ano, existuje účinná prevence a léčba? Fyzikální terapie versus medikamentózní.

Práce má 5 cílů:

- Cíl 1. Správně definovat a přiblížit problematiku svalové únavy
- Cíl 2. Podrobněji popsat mechanismy svalové únavy.
- Cíl 3. Vybrat a popsat nejčastěji se vyskytující únavu v praxi.
- Cíl 4. Předložit poznatky a novinky v terapii svalové obecné psychické i obecné fyzické únavy.
- Cíl 5. Předložit EBM studie o již zmíněné svalové únavě, jejich příklady a důkazy.

Při tvorbě bakalářské práce jsem využívala zejména literaturu v anglickém i českém jazyce a odborné elektronické zdroje v anglickém i českém jazyce.

Diskuzi jsem vytvořila z jednotlivých článků a studií vyhledaných v odborných databázích PubMed, Google Scholar, Google. Vyhledávání jsem začala lednu 2013 a ukončila v červenci 2013. Do databází jsem zadávala klíčová slova: fatigue, 68887 odkazů, skeletal muscles, 84749 odkazů, prevention, 906088 odkazů, physiotherapy, 16654 odkazů, rehabilitation, 63624 odkazů, physical activity, 120 odkazů, nutrition, 176021 odkazů, training, 376218 odkazů, preparations, 992694 odkazů, research, 2117925 odkazů, studies 1872696 odkazů, relaxation, 131589 odkazů. Muscle and fatigue, 25613 odkazů. Použity byly dostupné EBM studie, systematické přehledy, randomizované kontrolní studie, kontrolní průřezové studie, kohortové studie, pilotní a experimentální studie. Bylo použito 22 knih.

1 OBECNÁ ČÁST

1.1 Tkáň svalová

„Svalová tkáň je vysoce specializovaným typem tkáně, která svým zkrácením (smrštěním) vyvolává pohyb nebo pohyb stabilizuje. Svalstvo je hlavním generátorem pohybu na orgánové úrovni výstavby organismu.“ (Dylevský, 2007, s. 145). Z funkčního a morfologického hlediska existují u savců tři typy svalové tkáně dle Dylevského (2007):

- a) orgánová (hladká) svalová tkáň,
- b) kosterní (příčně pruhovaná) svalová tkáň,
- c) srdeční (opět příčně pruhovaná) svalová tkáň.

Běžné pohybové funkce jsou zajištěny kosterní svalovinou, orgánem zabezpečující tuto funkci je sval. Základním rysem každé živé hmoty je její schopnost zkracování, smršťování, kontrahování, ale také relaxace. Kontrakce je založena na principu přeměny chemické energie na energii mechanickou (pohyb svalů). Pokud kontrakce trvá příliš dlouho, dochází ke svalové únavě, což může vyústit až do křeče. Během již zmíněného stahu je nabourána vlastní relaxace svalu, který pak zůstává po delší dobu stažen, nastává kontraktura, která se běžně vyskytuje u velké svalové únavy. Svalová tkáň neumožňuje pouze pohyb, ale pomocí svaloviny také dochází ke změně tvaru orgánů i celého těla, bez svaloviny by nebylo možné přijímat potravu, dýchat, rozmnožovat se, pracovat. Bez její účasti bychom nemohli běžně využívat verbální, ale především neverbální komunikaci, která je běžnou součástí každodenního života. Kontrakce i relaxace svalu jsou aktivní děje.

Svaly mají funkčně významné elastické vlastnosti, a to jak pasivní (nezávislé na excitaci), tak závislé na kontrakci.

Elasticita svalů je dána mechanickými vlastnostmi buněčné membrány, vazivových struktur svalu a zejména molekulárních struktur kontraktilního aparátu.

Excitace je spjatá se vznikem šířícího se akčního potenciálu, který je delší než nervových buněk.

Kontrakci umožňují molekuly bílkovinného motoru, myozinu a aktinu, a dalších molekulárních struktur spolu tvořících kontraktilní aparát. (Trojan, 2003, s.91).

Na obrázku obr. 1 jsou graficky znázorněny tvary svalů viz. obr. níže.

Obr. 1 Tvar svalů (Čihák, 2001, s. 324)



A - vřetenovitý sval - musculus fusiformis

B - dvojhlavý sval - musculus biceps

C - trojhlavý sval - musculus triceps

D - čtyřhlavý sval - musculus quadriceps

E - plochý sval s plochou aponeurosou

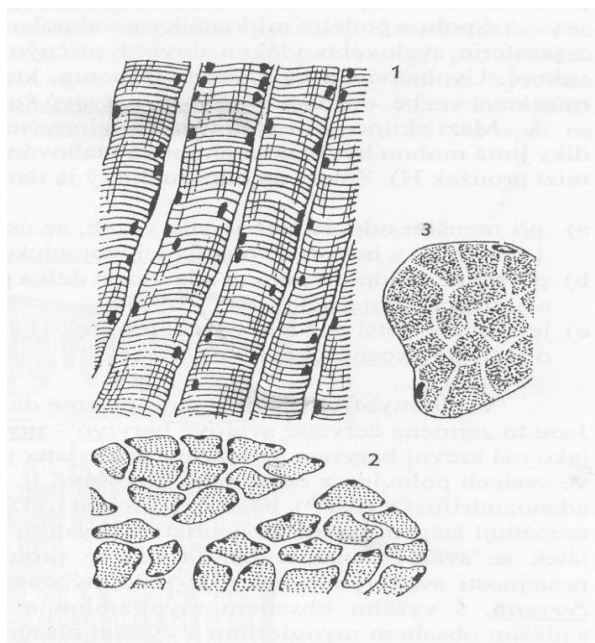
F - dvojbříškový sval - musculus digastricus

G - kruhovitý sval - musculus orbicularis

1.2 Tkáň svalová příčně pruhovaná - kosterní

Tkáň je složena ze svalových vláken. Jedná se o mnohojaderné útvary, které jsou dlouhé několik milimetrů až centimetrů. Povrch kryje blána, která se nazývá sarkolema. Ta se skládá z vnitřní blanky (primární sarkolemy) a k ní přilehlé sítě jemných kolagenních fibril (sekundární sarkolema). Její protoplazma se nazývá sarkoplazma. Ta obsahuje jádra a myofibrily.“ Jádra leží těsně pod sarkolemou (zevně od sarkolemy leží buňky satelitní, které umožňují regeneraci svalových vláken, byly nalezeny až v elektronovém mikroskopu) a na jeden milimetr svalového vlákna jich připadá dvacet a čtyřicet.“ (Doubková, Linc, 2006, s. 15). Uspořádání svalových vláken u příčně pruhované svaloviny je vyobrazeno na obrázku 2.

Obr. 2 Tkáň svalová příčně pruhovaná (Doubková, Linc, 2006, s. 15)



1 - podélný řez

2 - příčný řez

3 - řez jedním svalovým vláknem

„Myofibrily jsou velmi tenké (0,2 mikrometru) a nejsou po celé délce stejnorodé (na jeden milimetr jich připadá až 28 000).“ (Doubková, Linc, 2006, s. 15). Myofibrily se skládají z částí světlých a tmavých. Dále je dělíme na jednolomné a dvojlomné. Tmavý, dvojlomný úsek označuje písmenem A. Jedná se o silně lomný úsek. Světlý, dvojlomný úsek označujeme písmenem I. Uprostřed je tmavý pruh, který prochází všemi částmi myofibrily. Označujeme ho písmenem Z.

1.2.1 Metabolismus svalové tkáně

Cytoplazma svalového vlákna obsahuje desítky jader a také buněčné organely, které jsou uloženy podélně a vytvářejí vláčenka nazývaná myofibrily, kolem nichž jsou četné systémy plazmatického retikula, pod mikroskopem patrné jako soustava trubic rozmístěných také podélně i příčně. Sarkoplazmatické retikulum představuje zásobárnu kalciových iontů, které plní zásadní a velmi významnou funkci při začátku i v celém průběhu kontrakce svalového vlákna. Při vzniku kontrakce se impuls, respektive vzruch šíří z periferní oblasti svalového vlákna dovnitř, pomocí příčných kanálků za spoluúčasti uvolněných iontů Ca^{2+} ze sousedních vakuol. Příčné, podélné kanálky a vakuoly vytvářejí triádu.

„Vazba Ca^{2+} na bílkovinu troponin vede ke sledu konformačních změn v molekule troponinu a tropomyozinu, jejichž důsledkem je spojení vláken aktinu s myozinem. Vzniká aktomyozinový komplex.“ (Holeček, 2006, s. 225)

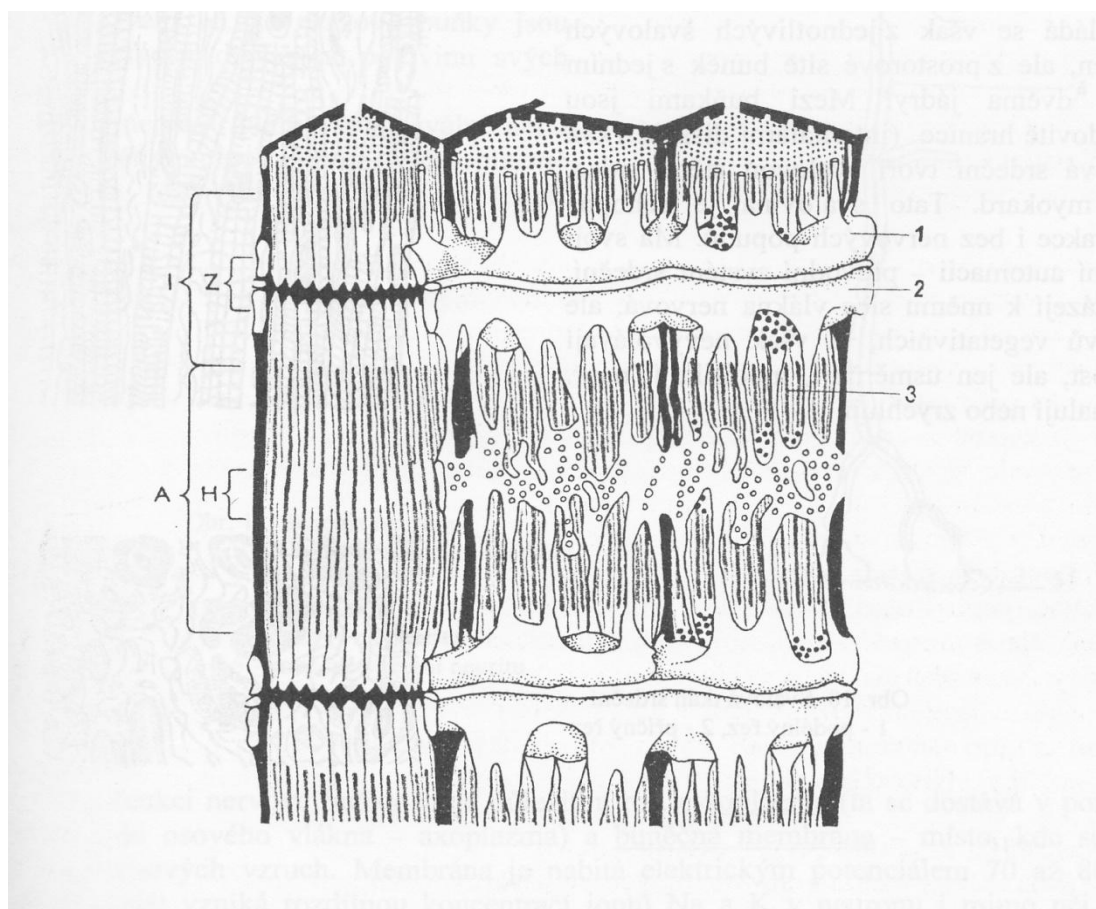
Existují dva typy svalových vláken, prvním typem jsou vlákna fázická – bílá vlákna, která uskutečňují kontrakci za poměrně krátký časový úsek z čehož vyplývá, že jsou snáze unavitelná a svalová vlákna tonická - červená, jenž se kontrahují pomaleji, ale za to se pomaleji unaví. Lidská svalovina vždy obsahuje oba druhy vláken, nejčastěji se vyskytují ve formě smíšené.

Vlákna teplokrevných živočichů jsou z převážné většiny vlákny fyzickými, reagujícími krátkým stahem na podnět. Jejich cytoplasmatická membrána rozvádí další potenciál ze synapse ke koncům vlákna. V cytoplasmatické membráně jsou přítomny acetylcholinové receptory. „Není schopná vést akční potenciál dále, takže každý nervový podnět vede jen k totální odstupňované depolarizaci svalového vlákna nebo zvýšení jeho napětí.“ (Lüllmann – Rauch, 2012, s. 195). Tonická vlákna se nacházejí ve svalových vřeténkách a také v okohybných svalech.

Při krátkodobém cvičení, které se provádí obrovskou silou, nastává stav, kdy dochází k pomnožení myofibrilárních bílkovin a dále složek, které jsou energeticky bohaté. Při dlouhodobém cvičení se pomnožují myoglobin a sarkoplasmatické bílkoviny. Dále látky, které se podílejí na oxidativních procesech. Aby došlo ke svalovému stahu je potřeba uvolnit energeticky bohaté látky, zejména ATP-adenozintrifosfát na ADP-adenozindifosfát. Resyntézu ATP umožňuje energie uvolněná štěpením kyseliny kreatinfosforečné (fosfagenu). Glykogen, který se rozkládá na oxid uhličitý a vodu je potřebný pro vznik fosfagenu. Pokud není dostatek kyslíku, glykogen se rozkládá jen částečně, pouze na kyselinu mléčnou. Ta se pak dostává ze svalové tkáně do krve a nakonec do jater. „V játrech je z větší části nesyntetizována (z 85%) zpět na glukózu.“ (Doubková, Linc, 2006, s. 16 - 17).

Mezi svaly, jenž ovládáme naší vůlí obecně patří svaly příčně pruhované, které jsou považovány za základní typ svaloviny. Svalovou tkáň tudíž můžeme rozdělit na tři skupiny, první skupinu tvoří svaly příčně pruhované, dříve nazývané jako žíhané, druhou hladká svalovina a třetím zvláštním typem je srdeční svalovina. Příčně pruhovaná svalovina je zde zastoupena především svalovinou kosterní. Řadíme zde svaly hlavy, bránice, jazyka, jícnu, hrtanu, hltanu i okohybné svaly jsou také tvořeny tkání příčně pruhovanou. Nesmíme opomenout ani svaly končetin. Tento typ svaloviny je inervován nervy mozkomíšními, které způsobují lokomoci celého člověka.

Obr. 3 Schéma sarkoplazmatického retikula (Doubková, Linc, 2006, s. 17)



1,2 - terminální cisterna

3 - longitudinální tubulus

1.2.2 Svalové poruchy

Svalové poruchy nstávají při změnách stavby svalových buněk. Mohou být získané nebo vrozené.

Můžeme je dělit dle Nečase (2006):

- a) na poruchy energetického metabolismu svalu (zde patří např. poruchy metabolismu mastných kyselin),
- b) poruchy kontraktilního svalového mechanismu,
- c) svalové dystrofie,
- d) svalové atrofie.

a) Poruchy energetického metabolismu svalu

„Příčinou poruchy energetického metabolismu svalu může být buď nedostatečné zásobení svalu krví, nebo snížená schopnost produkovat ATP anaerobním oxidačním způsobem. Hlavními energetickými substráty pro produkci ATP ve svalu jsou glykogen, glukóza a mastné kyseliny.“ (Nečas, 2006, s. 725).

b) Poruchy kontraktilního svalového mechanismu

Jedná se o dědičná onemocnění, kdy dochází k narušení vzájemného působení aktinu a myozinu.

c) Svalové dystrofie

Patří opět mezi dědičná onemocnění, kdy dochází k degeneraci svalových vláken, a jen částečné regeneraci. Vlákná jsou pak následně nahrazovány vazivem a tukem.

d) Svalové atrofie

Dle Nečase (2006) se jedná se o úbytek nebo nedostatek svalové hmoty. K úbytku svalové hmoty dochází, když se sval nedostatečně pracovní zatěžuje, např. při imobilizaci části těla nebo při přerušení nebo inhibici inervace. Dále vzniká následkem hladovění a fyziologicky se rozvíjí ve vyšším věku.

1.3 Únava

Dle Jirky (1990) je únava specifikována jako soubor procesů, kdy dochází ke snížené odpovědi různorodých souborů buněk na impulzy. Mezi její projevy patří pokles tělesného i duševního výkonu. Nástává úbytek vitality, tedy pokles zásob energie těla, kdy se nahromadí produkty metabolismu, naruší se homeostáza a dochází ke změně regulace a koordinace mimo jiné nervosvalového přenosu. **Rozlišujeme únavu periferní a centrální.** Únavu periferní, která je způsobena změnami v jednotlivých svaích, můžeme posuzovat podle hladiny laktátu nebo podle hodnot stažitelnosti svalu. K centrální únavě dochází při poklesu snížené funkce buněk CNS. Cíleně dochází k chybám ve vysílání nervových vzruchů, dochází k usměrnění jejich frekvence na nižší hodnotu. Dochází k únavě na nervosvalových synapsích.

Konkrétně dojde k poruchám přenosu nervových vzruchů, které se zpomalují, vzniká únava na nervosvalových synapsích. Při podaném maximálním fyzickém výkonu se mozek nemusí dostatečně zásobit krví. Při cvičení s maximálním úsilím se může stát, že mozek nebude dokonale zásoben potřebným množstvím kyslíku. Zvláštnímu druhu únavy můžou podlehnout i nadledviny, tedy nedochází k dostatečné produkci poplachových hormonů. Specifickému typu únavy podléhají dokonce i nadledviny, takže se nestačí produkovat poplachové hormony. Vážne výroba energie a jejich následných energetických zásob. „Stav únavy tedy lze popsat jako souběh několika nepříznivých okolností, kterými jsou nedostatek energetických substrátů přímo ve svalových buňkách, změny nervosvalové dráždivosti a přesuny iontů, pokles pH v buňkách a změny v činnosti hypofýzy a nadledvin.“ (Fořt, 2002, ss. 228-229).

Můžeme rozlišovat únavu celkovou a svalovou, jejímž projevem je třes. Nároky dnešní společnosti nás doslova nutí podávat ty nejlepší výkony za účelem výdělků. Sledujeme aktuální dění kolem nás, získáváme stále nové informace. Pokud neplníme včas podstatné úkoly, nedodržujeme správnou životosprávu, konzumujeme přemíru jídla, alkoholu či kávy, nekompenzujeme ventilovaný tlak, nevyřešené psychické záležitosti kompenzujeme přílišnou fyzickou aktivitou, v konečném důsledku trpíme nedostatkem spánku a pak své tělo snadno unavíme. A právě zmíněná únava nás upozorňuje na to, že bychom si měli odpočinout. Na únavě se totiž podílí nejen projevy fyziologické, ale i psychické. Pokud své tělo neposlechneme, můžeme na to

doplatit a některé tělesné funkce přetížít či poškodit. Proto je nutné pokles snížených schopností organismu obnovit.

Při zotavení se začínají obnovovat energetické zdroje, začínají se ustálovat hodnoty vnitřní prostředí, dochází k regulaci a koordinaci těla. Za jak dlouho a do jaké míry regenerace proběhne, závisí na předchozí zátěži, časovém úseku, intenzitě a charakteru relaxace. K zotavení dochází již během sportovního výkonu anebo těsně po něm. „Proces zotavení má rychlou fázi, kdy dochází v krátkém časovém úseku o výkonu k návratu funkcí organismu na 80-85% výchozí úrovně, a pomalou fázi, která trvá delší časový úsek.“ (Jirka, 1990).

Únava je vlastně obranná reakce organismu. U sportovců se při únavě tělo brání a snaží se zpracovat plodiny, které vzniknou během výkonu. Buď se s tím tělo díky včasné regeneraci rychle vypořádá anebo přejde do chronické formy. Opakem únavy je stres. Tělo se při něm nabudí, kdežto při únavě se utlumí.

1.3.1 Typy únavy

Při pomalé aktivitě dochází k úhradě energetických požadavků za přístupu kyslíku. Při každé delší sportovní aktivitě probíhá hrazení energie z glykogenu a z tuků bez přístupu kyslíku. Únavu můžeme dělit podle rozličných kritérií:

- 1) aerobní
- 2) anaerobní
 - 2a) fyzická (tělesná, svalová)
 - 2b) psychická (duševní)
- 3) fyziologická (přirozená)
 - 3a) fyziologická místní
 - 3b) fyziologická celková
- 4) patologická
 - 4a) patologická akutní
 - 4b) patologická chronická.

1) Aerobní - pomalu nastupující únava

Při dostatečné dodávce kyslíku pracujícím svalům (tj. za aerobních podmínek) je výkon limitován kritickým poklesem energetických zásob glykogenu. Tvorba ATP pouze štěpením tuků bez současného získávání energie z cukrů není možná.

2) Anaerobní - rychle nastupující únava

Při anaerobním způsobu práce dochází k nadprodukci laktátu, rozvoji metabolické acidózy. Důsledkem je pokles glykolýzy se snížením tvorby ATP a CP. Acidóza (nadbytek H^+) ovlivňuje pohyb iontů na buněčných membránách, zhoršuje podmínky pro vznik a vedení svalových potenciálů, zhoršuje kontraktilitu svalstva.

V případě zvýšení intenzity aerobní zátěže, která vede ke vzestupu požadavků na dodávku kyslíku větší, než je transportní systém schopen zajistit, přechází pracující svalová tkáň na anaerobní způsob získávání energie s nadprodukcí laktátu. Laktát snižuje mobilizaci tukových rezerv a vede k většímu uplatnění glykogenu jako zdroje

energie. Pokud je zatížení přerušované (intervalový trénink), kyselé katabolity jsou krví odplavovány a nedochází k útlumu glykolýzy. Limitujícím faktorem je pak kritický pokles glykogenových zásob a následující hypoglykemie především v CNS.

2a) Fyzická (tělesná, svalová) únava

Tuto únavu vnímáme obvykle jako tíhu, slabost, případně bolest nebo ztuhnutí kosterních svalů. Unavené, vyčerpané svaly mají sklon ke třesu a křečím. Projevuje se poklesem svalové síly, ztrátou rychlosti a jemné koordinace pohybů (Nauza, 1999).

U fyzické únavy dochází ke změnám ve svalových vláknech (např. při nedostatku živin nebo kyslíku, hromadění kyseliny mléčné).

2b) Psychická (duševní) únava

Vnímáme ji většinou jako pocit vyčerpání, ztrátu koncentrace, zhoršení paměti nebo ospalost (Nauza, 1999). V psychické sféře se projevuje nedisciplinovanost, chybí odhad vlastních schopností a dochází ke snížení adaptability na nově vznikající situace (Meško, 2005). Psychická únava se může kombinovat s tělesnou únavou.

Při psychické únavě se snižuje zájem o okolí, nastává apatie.

Mezi psychickou únavu můžeme řadit např. stres nebo syndrom vyhoření.

Ochraňuje organismus před vyčerpáním a informuje o stavu energetických zásob. Duševní únava klesá při velké tělesné zátěži. Při nadměrné psychické únavě samozřejmě dochází také ke snížení fyzického výkonu. Tělesná i duševní únava tedy spolu úzce souvisí.

3) Fyziologická (přirozená) únava

Vzniká přirozeně během pohybové aktivity a v průběhu zotavení postupně vymizí. V počátečních fázích se projevuje při pohybových aktivitách např. ztrátou koordinace, jemné motoriky, změnami v technice apod. Jedná se o jev kladný, slouží k vyvolání adaptačních mechanismů, a tím i k růstu výkonnosti. Jde o reverzibilní stav organismu. Může mít místní nebo celkový charakter.

3a) Fyziologická místní únava

Jedná se o svalovou bolest či snížení síly malých svalových skupin.

3b) Fyziologická celková únava

Při tomto charakteru dochází ke svalové bolesti větších svalových skupin. Dochází při ní ke snížení schopnosti koordinace a snížení kvality pohybových návyků a dynamických stereotypů. U sportovců se vyskytuje častěji než místní únava.

4) Patologická únava

„Vzniká při opakované pohybové činnosti, kdy přestávky nejsou dostatečné k tomu, aby nastalo plné zotavení.“ (Máček, Vávra, 1980). Rozeznáváme dvě formy patologické únavy: akutní a chronickou.

Je vyvolána intenzivní a déletrvající zátěží slabší stimulací anebo naopak nedostatečným stimulem.

4a) Patologická akutní únava

Lehčí stupeň bývá označován jako přetížení, projevuje se prohloubení příznaků fyziologické únavy. Při přetížení se objevují bolesti hlavy, třes prstů, zhoršení chápavosti a vnímavosti. Dále se mohou objevit křeče, nauzea, bledost, rychlý a mělký dech i tep, pocení, bílkovina v moči (proteinurie). Těžký stupeň je schvácení. Klesá krevní tlak, dochází k poruchám termoregulace. Může končit selháním krevního oběhu a smrtí.

4b) Patologická chronická únava

Dochází k dlouhodobému poklesu výkonu, snížení hmotnosti, obranyschopnosti organismu, poruchám trávení, nechutenství, poruchám spánku, podrážděnosti nebo apatii. Prohloubením těchto projevů vzniká syndrom přetrénování (těžší stupeň). Vyvíjí se při dlouhodobém nerespektování regeneračních procesů v organismu. Přetěžování pohybového systému může vést ke zmenšení a úbytku (atrofii) svalových vláken, která jsou nahrazována vazivovou tkání. (Máček, Vávra, 1988, s. 332-341).

1.3.2 Příčiny únavy

Mezi hlavní příčiny celkové psychické a celkové fyzické únavy patří psychické problémy v zaměstnání nebo v soukromém životě, užívání určitých léků, nedostatek vitamínu D anebo železa, nemoci jako je např. anémie.

Dále se mohou mezi příčiny únavy řadit poruchy štítné žlázy nebo nadledvinek. Štítná žláza je produkována hormonem tyroxinem, který má na starosti regulaci metabolismu a spotřebu energie. Nadledvinky produkují adrenalin a kortizol. Adrenalin je vylučován do krve ve stresu a kortizol při zátěži.

Mezi hlavní příčiny místní svalové únavy řadíme následující:

- a) nedostatečné energetické zásoby,
- b) zvýšená produkce odpadních metabolitů,
- c) disharmonie v intersticiálním prostoru.

K uzdravení organismu je nutné:

- a) vyvážené bazální funkce,
- b) dodání nezbytných složek pro tvorbu energie nezbytnou pro optimální fungování lidského organismu
- c) odbourání odpadních látek vzniklých při metabolických procesech v důsledku zatížení organismu,
- d) obnovení rovnovážného stavu vnitřního prostředí,
- e) podpora obnovy a zejména regenerace tkání,
- f) snaha o snížení svalového tonu včetně napětí emočního.

1.3.3 Projevy únavy

Padající víčka, klesající hlava, malátnost až vyčerpání, povinnosti po návratu z práce, rodina, nedostatek času na cokoliv. V dnešní době naprosto normální situace, kterou již zažil každý z nás. Za svou pílí se pak odměňujeme v cukrárně, fastfoodu, před úrazem hlavy způsobeným pádem na klávesnici je vděčným ochráncem vždy přítomná káva. A pak nemáme být unaveni? Určitě by nebylo na škodu se svým tělem zacházet lépe, mnohdy postačí jen vhodně upravit náš jídelníček. Mezi další projevy únavy pak můžeme zařadit bolesti hlavy, svalů a kloubů, neostré vidění, nezáměr o okolí, ztráta chuti k jídlu, problémy soustředit se, špatná koordinace jemných pohybů, zpomalené reakce, slabost a podrážděnost zejména při časové presu.

1.3.4 Prevence celkové psychické a celkové tělesné únavy obecně

Naše tělo nám dává dostatečné varovné signály, jen ho musíme pozorně vnímat.

Na únavu má zcela jistě vliv světlo. Tělo potřebuje sluneční světlo nejen pro získání vitamínu D, ale také funguje jako stimulant dobré nálady. V zimním období, kdy převládá smogová situace je nezbytné zakoupit si barevné žárovky a nechávat zapnuté osvětlení. V tlumeném osvětlení se únava zvyšuje.

Výborným přírodním stimulantem je samozřejmě i čerstvý vzduch. Naše tělo se snadno unaví ve vydýchané místnosti či pod sluncem rozpálenou střechou auta v letním období. Proto je důležité své tělo pravidelně ochlazovat, a dostatečně větrat.

Stejně jako v zimním období není dobré přetápět, v letním období rozhodně není dobré vystavovat se přímému slunečnímu záření.

Jak už jsem dříve zmínila, psychická únava souvisí s únavou fyzickou, a proto je namísto jakákoliv aktivita místo celodenního sezení na židli.

Rozhodně je důležité pít hodně čisté vody a konzumace jídla, které odpovídá aktuálnímu výdeji.

2 SPECIÁLNÍ ČÁST

2.1 Novinky ve výzkumu

2.1.1 Svalová únava a slabost

Kosterní svaly uvádějí lidské tělo do pohybu pomocí obrovského množství energie, která je komplexem metabolických procesů a to takovým způsobem, že mobilita celého těla a energetická bilance jsou do značné míry dány svalovou činností. Naopak, svalová funkce odráží celkový zdravotní stav, cvičení v minulosti a chronická onemocnění ovlivňují svalovou kvalitu, včetně bílkovin a tuku a svalové hmoty. V oblasti zdraví je únava svalů dočasná a zotavení nastává rychle, u rekreačního či vrcholového sportovce jsou vždy sledovány další její úrovně. Jestliže jsou svaly v nečinnosti, ať už v důsledku životního stylu, zranění nebo chronického onemocnění je svalová únava přetrvávající, může dojít k ohrožení člověka a to jeho bezpečnosti, protože slabost může vést k pádům, které mohou také vést ke ztrátě nezávislosti. Jednotlivci jsou pak polapeni v začarovaném kruhu nečinnosti, nepoužívají svalovou hmotu, což vede ke svalové atrofii a metabolickým poruchám (tj. způsobuje metabolický syndrom, obezitu, hypertenzi, kachexii), a také může vést k předčasné smrti. Takové problémy pomáhají překonávat mnohé vědecké disciplíny a to nejen rozpoznáním základních faktorů svalové únavy a svalové slabosti, ale i hodnocením jejich interakce s mimo svalovými faktory. Měli bychom se snažit navrhnout takové zásahy, které zlepšují funkci svalů a tím pádem zvyšují kvalitu života a životní prognózu stárnutí populace a chronických onemocnění pacientů.

„Únava a slabost mohou pramenit ze změn ve svalovině, které ovlivňují funkci nebo aktivaci Ca^{2+} , na změny v oběhu nebo funkci nervového systému. Ve svalovině metabolické produkty hydrolýzy ATP v cytoplazmě jako anorganický fosfát (Pi), protony (H^+ nebo pH), a ADP jsou často považovány za látky, které by mohly narušit úroveň působení síly na sarkomeru.“ (Karatzafieri et al, 2003, 2008).

Tyto účinky mohou být v důsledku přímé vazby na proteiny, nebo z důvodu větší globální změny energetiky buněčných (ΔG_{ATP}) v myocytech. (Karatzafieri et al., 2004).

Toto výzkumné téma, kde Debold (2012) konsoliduje nejnovější informace, včetně molekulárních testů a molekulárně biologických přístupů a mechanismy, kde P_i , H^+ brání ADP inhibitoru actomyosinu v aktivaci tenkého vlákna Ca^{2+} . Allen a Trajanovska (2012) poskytuje shrnutí P_i únavy, včetně nových výsledků, které prokazují, že P_i je ještě závažnější, když jsou jeho účinky na Ca^{2+} v kombinaci s inhibicí actomyosinu a aktivací Ca^{2+} . Kromě činností zaměřených na změny v buněčných metabolitech a změny působící na jejich energetiku, mají mutace v sarkomerových proteinech spojitost s delší svalovou slabostí v rámci myopatií. Odklon od reakcí actomyosinu, Ottenheijm et al. (2012) považují úlohu nebulinu v sarkomerech, tak jak na transgenních myších modelech, a možnosti nás informovat o mutacích v obřím vláknitém proteinu, nebulinu a jeho mutace v jiných tenkých vláknech a příbuzných proteinech, které jsou spojovány s myopatií.

Chcete-li plně otestovat naše chápání svalové únavy, budou přiměřeně detailní modely k prezentaci funkce svalů nutné. Röhrle et al. (2012), dělal velké pokroky v této oblasti a to tím, že představil víceúrovňový model lidské tibialis anterior. Jejich model má tu výhodu, že umožňuje simulace únavy na buněčné úrovni v přepočtu na motorickou jednotku. Modely mohou zahrnovat změněné vzorce motorických jednotek a poukazují na jejich vazbu vůči centrálním složkám únavy. Proto plní jejich model neocenitelnou roli, ukazuje jak je lidské tělo schopno porozumět vazbám na buněčné a tkáňové úrovni.

Svalová plasticita je velmi snadno rozpoznatelná ve vztahu k opakovanému pohybu či svalové nečinnosti, která může být spojena s různými zraněními a chorobnými stavy.

Bogdanis (2012) posuzuje dlouhodobé změny ve svaích na molekulární, buněčné a tkáňové úrovni, stejně jako odpovídající funkční změny, které jsou spojeny s těmito úpravami sahající do historie svalové aktivity. „Námahou unavený“ je klíčovou funkční charakteristikou různých typů svalových vláken, a ty se mohou výrazně lišit svou činností, nebo nečinností, a Bogdanis hodnotí užitečnost vysoce intenzivních záchvatů cvičení pro následnou modulaci námahy pramenící v únavu v rámci tréninku, nebo také jako součást terapie. Bogdanis reaguje na účinky reaktivních forem kyslíku (ROS) a připravuje půdu pro stručné recenze z oblasti antioxidantů vycházejících z podkladů Hernández et al. (2012). Přes popularitu antioxidantů jako doplňků stravy, Hernández et al. uvádějí, že jejich užitečnost spočívá v minimalizaci nebo urychlení zotavení z únavy a zdá se být omezena na určité typy svalové únavy. Navíc Bogdanis (2012), otevírá diskuzi, kde je část věnována neuronovým faktorům a část úloze non-svalových faktorů únavy sloužících jako most k článkům podle Kobilu a van Praag (2012).

Jaký je rozsah, v němž svalová aktivita a únava dokáží ovlivnit funkci jiných fyziologických systémů těla, zejména nervového systému a s ním související aktivace kosterních svalů, a kolik se námahou unaví z centrálního hlediska? V komentářích Kobilu a van Praag (2012), týkajících se farmakologické aktivace AMP-aktivované proteinkinázy (AMPK), metabolického regulátoru, který se aktivuje při cvičení, je prokázáno, že měnící se výkon se promítá v prostorové paměti a hipokampu, neurogeneze byla u myši prokázána v závislosti na čase. Jak lze onemocnění a jejich léčbu upravit pomocí zkušeností a prezentací únavy? Podle článku autorů Sakkas a Karatzaferi (2012) se zvážili dostupné důkazy o komplexní symptomatologii únavy ledvin u pacientů na hemodialýze.

Tím, že analogie vykresluje chronický únavový syndrom, Sakkas a Karatzaferi (2012) předložili názor, že únava projevující se u zkušených pacientů podstupujících rutinní hemodialýzu, by mohlo být mnohem lepší řešit z pohledu pečovatele jako syndrom a ne jako izolovaná opatření, neboť jeho složitost, která je zřejmá vyžaduje disciplinární léčebný přístup. Zatímco hemodialýza, ale i někteří další pacienti mohou být postiženi specifickými syndromy, zbytek z nás určitě slyšeli výraz "mysl nad hmotou."

Vztahuje se tento výraz k svalu jako takovému? Noakes (2012) dochází k závěru podle série vycházející z náročném přezkoumání, částečně i z historické povahy věci, že klíčovou součástí únavy má centrální charakter. Autor pojednává o přijatých modelech na mezích lidské výkonnosti vyjádřené cvičením a představuje centrální model regulace cvičení jako guvernéra s tím, že únava má blízkou vazbu k mozku a je významným homeostatickým mechanismem, který chrání organismus před katastrofálním vyčerpáním celého organismu, před únavou.

Toto téma výzkumu poskytne čtenářům nejen nové poznatky a názory na danou problematiku svalové únavy a slabosti, ale také bude stimulovat nové myšlenky, experimenty a vést k dalšímu pokroku v této oblasti výzkumu.

2.1.2 Role fosfátů ve svalové únavě

Svalová únava je pokles výkonnosti svalů pozorovaných během období intenzivní svalové činnosti. ATP spotřeba převyšuje výrobu během intenzivní aktivity a existuje více změn v oblasti intracelulárních metabolitů, které mohou přispět ke změnám v přenosové činnosti. Je také prokázáno, že snížení aktivace, a to buď prostřednictvím změn akčního potenciálu, snížením Ca^{2+} propuštěním ze sarkoplazmatického retikula (SR), je dalším faktorem přispívajícím k únavě. V tomto přehledu se zaměříme na roli intracelulárního anorganického fosfátu (Pi), jehož koncentrace se může rychle zvýšit od cca. 5-30 mm a to během intenzivní únavy. Studie svalových vláken ukazují, že tyto změny významně ovlivňují myofibrilární výkonnost, ale tyto účinky jsou i silně závislé na teplotě. Zvýšená Pi může také způsobit snížení uvolňování Ca^{2+} ze SR, a proto může přispívat ke snížení aktivace. V nedávné studii, která se zabývala měřením PI a uvolňováním Ca^{2+} v krvi savců, která nám umožnila otestovat, do jaké míry vedou kombinované účinky Pi a Ca^{2+} ke změnám v únavě.

2.1.3 Vliv fyzické aktivity a inaktivity

Cílem bylo prozkoumat mechanismy jako je fyzická aktivita či neaktivita a jak lze podle nich upravit svalovou únavu. Je dobře známo, že akutní nebo chronické zvýšení fyzické aktivity mající podstatu ve strukturální, metabolické, hormonální, nervové a molekulární úpravě zvyšují úroveň síly, kterou mohou podporovány svaly ke své činnosti. Tyto úpravy jsou závislé na typu, intenzitě a objemu cvičení jako stimulu, nedávné studie ukázaly jakou roli hraje vysoká intenzita cvičení, doba trvání cvičení jako časově efektivního způsobu, tak aby bylo dosaženo i anaerobních a aerobních odolností typu úpravy.

Mezi faktory, které určují únavu je profilování svalů během intenzivního cvičení, které zahrnuje složení svalových vláken, neuromuskulární vlastnosti, vysoký energetický metabolismus, pufrovací kapacitu iontového předpisu, kapilarizační a mitochondriální hustotu svalových vláken a typu transformace v průběhu cvičebního tréninku. Je obvyklé, že dochází k meziproductu typu II na úkor typu I a IIx myosin řetězce izoformy. Vysoká intenzita školení vede ke zvýšení, jak glykolytických, tak i oxidačních enzymů, k lepšímu svalovému prokrvení, lepší kreatinfosfáze a dochází k regulaci K^+ , H^+ iontů laktátu. Snížením obvyklé úrovně aktivity z důvodu úrazu nebo z důvodu sedavého způsobu života vede k částečnému zrušení úprav vzhledem k předchozímu výcviku, projevující se snížením průřezu vláken, snížením oxidativní kapacity a snížením prokrvení. Kompletní imobilizace vzniklá zraněním má za následek výrazně vyšší výkon a sníženou odolnost proti únavě. Svaly snižují elektromyografickou aktivitu, což způsobuje svalovou atrofii a významné snížení nejen prokrvení, ale i činnosti oxidačních enzymů. Poslední část pojednává o přezkumu blahodárných účinků z přerušované vysoké intenzity cvičeního tréninku u pacientů v různém zdravotním stavu a prokazatelně silný vliv cvičení na zdraví a pohodu těchto pacientů.

2.1.4 Antioxidanty

Antioxidanty jsou považovány za poskytovatele celé řady výhod, včetně zlepšení zdraví, zpomalení stárnutí a zlepšení sportovního výkonu. Konkrétně jsou antioxidanty nejčastěji "předepisovány" médií, průmyslem orientovaným na výživu, fitness "odborníky". Pro jednotlivce a vzhledem k vazbě na trénink a výkon se předpokládají výhody vedoucí k zlepšení odolnosti vůči únavě materiálu a zotavení. Tento názor vyvolal rozšíření průmyslu zabývajícího se výživou, která reagovala na tuto skutečnost vytvořením nepřehledného množství produktů, jejichž cílem je usnadnit potřeby aktivního jedince. Avšak, co se říkají experimentální důkazy o účinnosti antioxidantů na funkci kosterního svalu? Jsou antioxidanty vlastně tak přínosné, jak se obecně věří? Nebo mohou ve skutečnosti vést ke škodlivým účinkům na kosterní svalstvo a jeho výkon? Tato mini recenze se těmito otázkami zabývá z nezájatého pohledu a to, co víme o antioxidačních účincích na kosterní svalstvo, a co ještě potřebujete vědět, než závěry o antioxidantech budou provedeny.

2.1.5 Vícetupňový model

Modely kosterního svalstva mohou být klasifikovány z pohledu fenomenologie nebo z pohledu biofyzikálního. Fenomenologické modely předpovídají reakce svalu na vstup na základě experimentálních měření. Prominentní fenomenologické modely jsou svalové modely typu Hill, které byly začleněny do pevné nástavby, modelování rámců a trojrozměrného kontinua mechanických modelů. Biofyzikálně založené modely se pokouší předvídat reakci svalu vyplývajícího z fyziologie systému. V tomto příspěvku, je konvenční biofyzikální modelování založené na rozšířené metodice o několika strukturálních a funkčních vlastnostech kosterního svalu. Výsledkem je fyziologicky založený, vícetupňový kosterní sval jako konečný model, který je schopen detailně představit popis, geometrii kosterních svalových vláken včetně jejich seskupení. Spolu s dobře zavedeným modelem motorické jednotky je elektrofyziologické chování jednotlivých svalových vláken v motorických jednotkách počítáno v souvislosti s kontinuem-mechanického konstitutivního práva. Přemostění mezi buněčnou úrovní a úrovní orgánovou bylo dosaženo pomocí vícetupňového konstitutivního práva a pomocí homogenizace. Vliv homogenizace byl zkoumán pomocí různého počtu vložených kosterních svalových vláken

nebo pomocí motorických jednotek a jejich výpočtem výsledné svalové síly, která působí při uplatnění stejného excitačního vstupu. Všechny simulace byly provedeny za použití metody konečných prvků anatomicky realistického modelu svalu tibialis anterior. Vzhledem k tomu, že základem pro elektro-fyziologický buněčný sval, je model schopný nastínit potencionální možné metabolické účinky, jako je únava způsobená nahromadění draslíku v T-trubkovém prostoru a také poukázat na možnost kumulace anorganického fosfátu, navrhovaný rámec poskytuje nový způsob, založený na simulaci, jak se svaly budou chovat a jaké je postavení motorické jednotky síly a únavy.

2.1.6 Únava jako ochrana homeostázy

Vlivná kniha od A. Mosso na konci devatenáctého století, jenž navrhl, že únava se na první pohled může zdát jako nedokonalost našeho těla je naopak jedním z jeho nejvíce úžasných dokonalostí. Únava roste rychleji než množství vykonané práce, které nás zachraňuje z újmy, která by vyžadovala menší citlivost našeho organismu, takže svalová únava je také ve spodní části, když dochází k vyčerpání nervového systému. Trvalo to více než sto let, aby mohla být potvrzena Mossova myšlenka, že jak mozek, tak i svaly jsou schopny změnit svou funkci během cvičení, a že únava je především emoce, která je součástí komplexního nařízení, jehož cílem je chránit tělo před poškozením. Tyto myšlenky byli nahrazeny v anglické literatuře těmi od A.V. Hilla, který věřil, že únava je výsledkem biochemických změn ve výkonu svalů (ve vztahu na údy) - periferní únava - na které centrální nervový systém nedává žádný impuls. V posledním desetiletí jsme byli svědkem rostoucího poznání, že tento hloupý model nemůže vysvětlit sportovní výkon. Tento článek sleduje vývoj našeho moderního chápání toho, jak specificky reguluje CNS cvičení, abychom se ujistili, že každý zápas ukončí výkon při homeostáze, která je zachována ve všech tělesných systémech. Mozek využívá příznaky únavy jako klíčové regulátory, aby se ujistil, že výkon je dokončen před poškozením systému. Tyto pocity únavy jsou jedinečné pro každého jednotlivce a je iluzorní, protože jejich výroba je do značné míry nezávislá na skutečném biologickém stavu sportovce v době jejich rozvoje. Tento model předpokládá, že pokusy pochopit únavu a vysvětlit vynikající lidské atletické výkony pouze na základě fyziologické a metabolické reakce na výkon, musí

jasně selhat, protože podvědomé a vědomé duševní rozhodnutí vítězí a poraženými v tréninku i v závodech jsou determinanty jako je únava a sportovní výkon.

2.1.7 Faktory ovlivňující vytrvalost

Stále se cvičení považuje za důležitý prostředek k posílení poznání, zlepšení nálady a snížení pravděpodobnosti neurodegenerativních onemocnění. Příznivé účinky cvičení jsou považovány za zprostředkované částečně zvýšenou neurogenezi, zvýšením trofických faktorů a prokrvení v hipokampu. Kromě toho bylo cvičení navrženo tak, aby zvýšilo odolnost mozku proti oxidačnímu stresu.

Nicméně, může vést vysoká intenzita cvičení k poškození s centrálními a periferními účinky. U myší, může tento typ cvičení vést ke zvýšení peroxidace lipidů mozku. A dalším projevem může být zhoršená výkonnost v prostorové učení a také vliv na paměť. U lidí může vysoká intenzita cvičení a přetrénování (OTS) mít škodlivé účinky na náladu. Bylo navrženo, aby OTS a deprese mající podobnou etiologii, vyznačující se snížením fyzické výkonnosti a poruchami nálady, by mohlo být způsobeno tím, že u přetrénovaných jedinců mohou být změny vyvolané změnami v mozkových okruzích zapojených do deprese. Maratóny a jiné formy těžké fyzické námahy mohou zvýšit náchylnost k zánětlivým procesům v období tréninku. Během 1 až 2-týdenní doby byla pozorována svalová únava a stres později. Opravdu, cvičení současně s nedostatečnou obnovou může způsobit provozní úbytky až chronickou maladaptaci jako je například narušení kontraktilního aparátu gastrocnemius musculus. Mitochondrie v kosterních svalových vláknech mohou ukázat kontaktních otoky a krystalické inkluze. Nekróza je zřejmá, 7 dní po závodu. Kromě toho může mít za pouhých 10 dnů zvýšeného školení za následek přehnanou cvičební aktivitu.

Jaké jsou mechanismy účinků na CNS vlivem přetrénování? Navrhujeme, že existuje silná vazba mezi faktory, které zprostředkovávají svalové vytrvalosti a funkcemi mozku, které mohou pomoci vysvětlit důsledky svalové únavy a také mají vliv na naše poznání. Nedávno jsme ukázaly, že periferní vytrvalostní faktory souvisejí se zlepšením prostorové paměti u sedavých myší, což naznačuje, že aktivací kosterního svalstva cvičením nebo farmakologickými prostředky je základem pro kognitivní aerobní aktivity (Kobilo et al, 2011; Obr. 1). Naše práce byla založena

na zjištění, že receptor aktivovaný proliferátorem peroxizomu δ (PPAR δ) reguluje kontrakci svalových vláken a také metabolismus. PPAR δ je upraveno AMP-aktivované proteinkinázy (AMPK), metabolický regulátor důležitý pro fyziologii cvičení. Léčba agonisty AMPK 5-aminoimidazol-4-karboxamid-1- β -D-ribofuranoside (AICAR) zvýšená odolnost u sedavého způsobu života myši. Účinky aktivace AMPK a PPAR δ lze rozšířit z periferie do mozku. AICAR měl robustní účinky na paměť, na buněčnou proliferaci a na hippocampus neurogeneze v souladu se svým vytrvalostním fenotypem (obr. 1).

PPAR δ agonista GW501516 byl méně účinný než AICAR, kdy odrážel jeho skromné "cvičení" dle fenotypu (Kobilo et al., 2011) ukázal, že GW léčba zvyšuje provozní odolnost pouze v případě, že byla spárován s tréninkem.

2.2 *Studie*

2.2.1 **Studie 1) Vliv svalové únavy při tanci**

Autoři: McCabe TR, Hopkins JT, Vehrs P, Draper DO.

Rok publikace: 2013

Abstrakt: Cílem bylo srovnání mezinárodních tanečníků moderního tance s poraněním krku a bez poranění krku. Ke studii bylo vybráno 20 žen průměrného věku 21.6 ± 3.0 let, výšky 167.1 ± 4.3 cm, a váze 59.1 ± 5.2 kg s minimální roční zkušeností v moderním tanci. Naměřené hodnoty EMG aktivity před a po tanci byly u následujících svalů: horní levý trapéz, levý splenius capitis a pravý sternocleidomastoideus. Napínání, laterální flexe a délka krku byly také naměřeny.

Výsledky: Nebyl zjištěn žádný významný rozdíl ve všech měřeních.

Závěr: Nenašli původ poranění krku, neboť se jednalo o první výzkum v této oblasti.

2.2.2 **Studie 2) Vliv povrchu na svalovou únavu**

Autoři: Fabre JB, Martin V, Gondin J, Cottin F, Grelot L.

Rok publikace: 2012

Abstrakt: Cílem této studie bylo zhodnotit rozvoj nervosvalové únavy v tenise odehraných na různých površích. Deset subjektů hrálo náhodně dva tenisové zápasy na tvrdém kurtu a na antukovém dvorci 45 minut. Před a po každém zápase byly naměřeny následující hodnoty: maximální síla vůlí řízené kontrakce plantárních flexorů, maximální úroveň svalové akce a elektromyografická aktivita, která byla determinována na musculus soleus a musculus gastrocnemius lateralis.

Výsledek: Statistické analýzy neodhalily žádný signifikantní rozdíl mezi odehranými zápasy na různých površích.

2.2.3 Studie 3) Vliv únavy na teplotu svalu

Autoři: Bartuzi P, Roman-Liu D, Wiśniewski T.

Rok publikace: 2012

Abstrakt: Cílem studie bylo prozkoumat možnost využití infračerveného záření pro zhodnocení svalové únavy při nízkém úsilí. Tři testy v konstantních úrovních zátěže 5, 15 a 30% maximální kontrakce řízené vůlí, trvající 5 min, byly provedeny na skupině 10 mužů. Teplota EMG signálu byla registrována ze svalu musculus biceps brachii. Analýza byla zaměřena na hodnotách zatížení a změnách v čase teploty svalu. Korelace mezi teplotami a EMG parametry byly taktéž zanalyzovány.

Závěr: Výsledky studie potvrdily, že vliv infračerveného záření může být alternativou nebo doplňkem metody pro nástup svalové únavy při nízkých úrovních kontrakce.

2.2.4 Studie 4) Vznik spazmu.

Autoři: Kronecker, H.; Stirling W.

Rok publikace: 1898

Abstrakt: Řada experimentů bylo navrženo tak, aby navazovaly na dřívější práci Ranviera, tedy se zaměřením na bílá a červená vlákna svalu, Kronecker a Stirling použili dva králíci a jeden žabí sval, aby vyzkoušeli průběh spazmu, užitím indukčních šoků z de Bois-Reymondova indukčního stroje. Manipulací síly stimulace a její frekvence, Kronecker a Stirling byli schopni potvrdit rozdíly v červených a bílých svalových vláknech u těchto dvou zvířat.

Závěr: Autoři pokračovali v experimentu se stimulací svalu, prodiskutovali a uzavřeli ho tím, že v běžných pohybech vyžadujících nejméně specifickou schopnost použijeme prostý spazmus, který ekonomicky a přirozeně produkuje opakované stimuly v delších intervalech, čili únava klesá na minimum.

2.2.5 Studie 5) Změny v kosterní svalovině po námaze

Autoři: Zhao L, Yan W, Xiang H, Wang X, Qiao H.

Rok publikace: 2012

Abstrakt: Mechanismus cvičení vyvolávající únavu nebyl zkoumán cestou, který by zlepšil naše chápání a vytvořil novou informaci týkající se účinků cvičení. Tato studie zkoumala úprava proteomu kosterního svalu potkana během cvičení vyvolávající únavu. Bílkoviny byly vyjmuty ze stehna kosterního svalu potkana a potom byly zanalyzovány dvou-dimenzionální elektroforézou. Byly srovnány kontrolní vzorky, dva z nich byly nadřazené a osm bylo podřazených. Tyto proteiny byly identifikovány. Dva nadřazené proteiny byly identifikovány jako MLC1 a myozin L2 regulační světelný řetězec. Osm podřazených bílkovin jsou Glyceraldehyd-3-fosfát-dehydrogenáza; Betaenoláza; Kreatinkináza; ATP-AMP Transfosforyláza; myosin; aktin; Troponin I, rychlá vlákna kostech svalu; izoformy rychlých vláken kosterního svalu Troponin T. V těchto proteinech, čtyřech z osmi podřazených proteinů souviselo přímo nebo nepřímo s cvičením vyvolaným únavu. Ostatní bílkoviny znázorňovaly rozličnou sadu proteinů zahrnující enzymy související s energií metabolismu, kosterní svalový stavební protein a protein s neznámými funkcemi. Neukázaly očividně vztah s pohyby vedoucími k únavě.

Závěr: poznatky pomůžou porozumět mechanismům, které jsou spojeny s následnou pohybovou únavou.

2.2.6 Studie 6) Kvalita života

Autoři: de Oliveira Chachamovitz DS, Dos Santos Vigário P, Nogueira Cordeiro MF, de Castro CL, Vaisman M, de Fátima Dos Santos Teixeira P.

Rok publikace: 2012

Abstrakt: Cílem této studie bylo zhodnotit vnímání únavy, svalovou funkci a zdraví související s kvalitou života na supresivní terapii Levothyroxinem s diferencovaným karcinomem štítné žlázy.

Bylo vybráno 54 subjektů Evropské unie. Byli podrobeni testům. Testy byly provedeny tak, aby zhodnotili svalovou funkci horních a dolních končetin: maximum quadricepsu izometrické síly (QS); quadricepsová únavová rezistence (T50% QS), QS po dobu 30 sekund (QS30s); funkční kapacita quadricepsu (QFC); maximum izometrického stisku ruky (HS); únavová rezistence stisku ruky (T50% HS), HS po dobu 30 sekund (HS30s); a funkční kapacita ramene.

Výsledky: Pacienti s karcinomem štítné žlázy měli horší výsledky, bráno na zřetel HS (25.19 ± 7.00 vs. 30.45 ± 9.98 kgf in EU, $P=0.009$) Funkční kapacita ramene (41.28 ± 48.36 vs. 56.68 ± 37.44 s in EU, $P=0.004$). Vlastní vnímání únavy v dotazníku (23.91 ± 5.39 vs. 29.77 ± 7.03 , $P=0.000$) a doba funkční kapacity (70.20 ± 21.57 vs. 56.25 ± 28.79 , $P=0.025$), fyzické aspekty (71.42 ± 36.44 vs. 45.83 ± 42.88 , $P=0.004$), bolest (62.48 ± 22.20 vs. 50.05 ± 24.80 , $P=0.035$), a emoční aspekty (70.74 ± 38.26 vs. 46.29 ± 44.56 , $P=0.008$) byly také horší.

Závěr: Pacienti s karcinomem štítné žlázy byli sdruženi do skupiny se zvýšenou svalovou únavou horních končetin a vysokým stupněm svalové únavy.

3 TERAPIE ÚNAVY

3.1 Obnova fyzické síly pomocí pohybu

Pod pojmem regenerační trénink si můžeme představit rovnováhu vnitřního prostředí, jenž vznikla na podkladě odstranění zplodin a především urychlení této látkové výměny v organismu. Jedná se o složité metabolické procesy na chemické bázi. Co se týká celkového zatížení, jeho úroveň je zpravidla nízká, z toho vyplývá, že tepová frekvence se pohybuje v rozmezí od 100 do 200 tepů za minutu. Při takové srdeční tepové frekvenci dosahuje srdce svůj maximální tepový objem, dochází k otevření celého cévního systému, což má za následek maximální proudění krve tkáněmi. Jakmile krev dostatečně koluje tkáněmi, je optimální čas na detoxikaci organismu ve smyslu odstranění zplodin vzniklých látkovou výměnou. Výše popsany regenerační trénink by se měl pohybovat v časové ose od 30 minut a neměl by překročit šedesát minut. Pokud by nastala situace a doba na provedení tréninku by byla kratší, nelze s jistotou říci, že došlo k zapojení veškerých energetických soustav a naopak, jestli čas překročí jednu hodinu na vykonání regeneračního tréninku, již nemůžeme tvrdit, že se jednalo o tento druh cvičení.

Doporučují se studené obklady nebo koupele se studenou vodou. Nejprve dojde k vazokonstrikci, následně k vazodilataci. Svaly i pokožka se překrví. Dojde ke zvýšení transportu svalových buněk živinami a dojde k vyplavení katabolitů. “V akutním stavu těžké svalové únavy a energetického vyčerpání se nedoporučuje chodit do sauny, protože svalová bolest je v podstatě zánět a ten se nikdy nesmí léčit teplem.” (Fořt, 2002, str. 229).

3.2 Terapie psychické únavy

3.2.1 Schultzův autogenní trénink

Schultzův autogenní trénink je celosvětově uznávaná metoda, kterou používají lidé zejména Evropané. Jeho zakladatelem je Johann Heinrich Schultz. Metoda má 3 fáze. V první fázi jde o navození pocitu tíže svých končetin, tepla, pravidelného a klidného tepu, klidného a volného dechu, chladu na čele. Ve druhé fázi stupni se jde o to, si představit příjemné pocity, vůně, obrazy, apod. „Ve třetí fázi dochází k dalšímu rozvoji schopnosti sebeprožívání.“ (Stackeová, 2011, s.79).

3.2.2 Jacobsonova progresivní svalová relaxace

Tato metoda je dnes nejčastěji celosvětově používána. Jejím zakladatelem je Edmund Jacobson. Pracoval se svalovým i psychickým napětím a vycházel z toho, že každé emoci odpovídá na těle místo se zvýšeným svalovým napětím. „Provádí se izometrická kontrakce určité skupiny svalů, po níž následuje relaxace, kterou si pacient musí uvědomit.“ (Stackeová, 2011, s.78). Postupně se začíná u malých svalových skupin a přechází se až k velkým svalovým skupinám.

3.2.3 Relaxační účinky fyzikální terapie

Mezi další způsoby jak navodit svalovou relaxaci patří fyzikální procedury.

Procedury fyzikální terapie vhodné ve sportu vhodné k navození relaxace patří dle Poděbradského 2009:

- a) hydroterapie - koupele celkové, perličkové - teploty od 34 do 38°C, popř. koupele s rostlinnými přísadami, které mají uvolňující účinek,
- b) celkové prostředky termoterapie - sauna (nikoliv však klasické saunování s celkovým ochlazením, pouze kratší prohřátí a krátké zchlazení, celkový zábal suchý,

- c) lokální aplikace termoterapie - na hypertonní svalové skupiny, s trigger pointy a hyperlagické kožní zóny, lokální aplikace parafínu, fango sáčků, soluxu, peloidů. (Poděbradský et al, 1988).

Zvláštní význam v podpoře relaxace mají masáže. Kromě jejich účinku na krevní oběh, oběh lymfy, snížení svalového tonu atd. není dostatečně doceněn jejich účinek na psychiku.“ (Chvála et al, 1996). „Klasická masáž patří do mechanoterapie, kde se používá kombinace různých hmatů, které mají místní, vzdálené, ale i celkové účinky na organismus.“ (Capko, 1998, ss. 307-308).

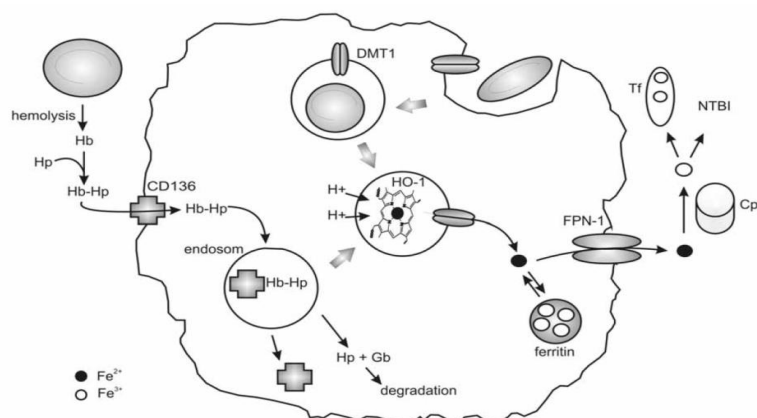
3.3 Terapie výživou

3.3.1 Transport železa v organismu

Krevní řečiště plní v lidském organismu funkci transportéru železa, ve smyslu transport železa k ostatním buňkám těla. Klíčovým přenašečem je sérový transferin.

Dle Horáka (2010) se za standartních podmínek se hladina železa v lidské plazmě pohybuje v rozmezí 15 – 25 μM . Převážná část tohoto železa se váže na sérový transferin. Transferin se nachází v lidské plazmě v koncentraci 2 – 3 g/l, přičemž asi 1/3 tohoto množství je saturována železem. Extracelulární železo vázané na transferin v krevní plazmě a tělních tekutinách představuje pouze asi 0,5% z celkového množství železa v lidském těle. Avšak železo vázané na transferin má velký obrat, a tak celkově přenese transferin v rámci lidského organismu 30 mg železa denně. Již při snížení pH na hodnotu 5,5 se železo vázané na transferin uvolňuje. Tato vlastnost potom umožňuje uvolňování železa z transferinu po jeho transportu do buněk. Určitá část železa v lidské plazmě (přibližně 0,6 μM) zůstává nevázaná na transferin. Za normálních podmínek to představuje jenom asi 3% z celkového množství železa v plazmě.

Obr. 4 Recirkulace erytrocytů železa v makrofágu (Sedláčková, 2009, p.20)



Hb hemoglobin

Hp haptoglobin

FPN-1 ferroportin

Tf transferin

Gb globin

HO-1 hemoxygenáza

Cp ceruloplazmin

DMT-1 dvojmocný transportér železa

Sérový transferin řadíme do skupiny látek příbuzných železu.

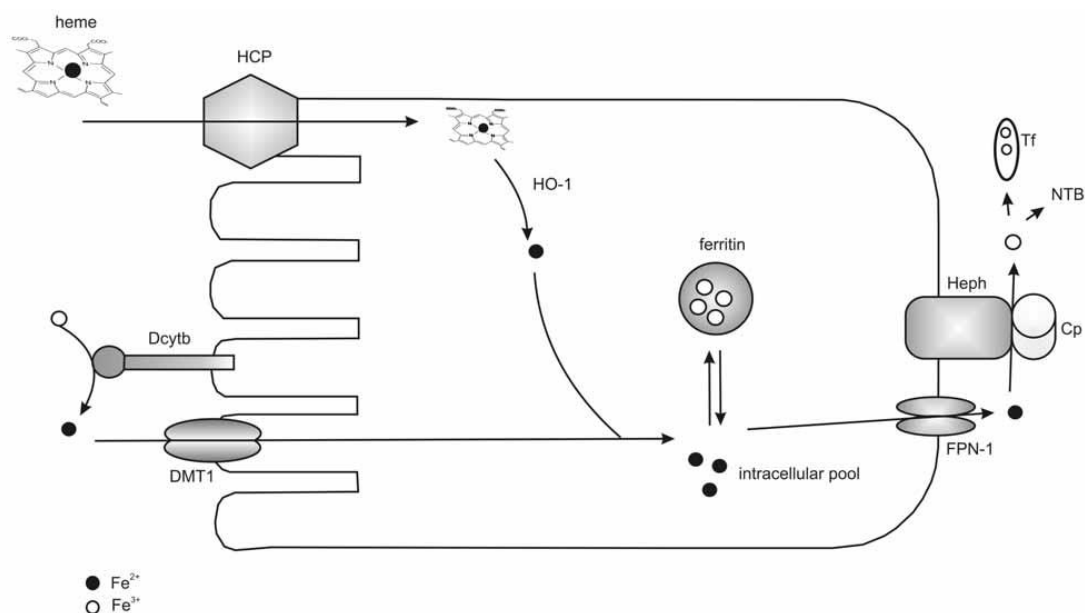
„Tato skupina zahrnuje vedle sérového transferinu také laktoferin, ovotransferin a melanotransferin.“ (Horák, 2010, str. 30)

Základem transferinu je polypeptidový řetězec formující se do dvou stejnorodých oblastí. Každá z těchto domén je typická tím, že má jedno vazebné místo a to místo je určeno trojmocnému železu. Z toho je patrné, že každá molekula transferinu na sebe váže dva atomy železa s vysokým stupněm afinity, což výrazně ovlivňuje pH.

Všechny typy buněk zastoupených v lidském organismu potřebují pro svou správnou funkci a především pro svou existenci železo, i když relativně malé množství.

Součástí červeného krevního barviva čili hemoglobinu je železo. Hemoglobin zprostředkovává transport kyslíku i myoglobinu a také enzymů. Velmi významnou roli plní při zvyšování obranyschopnosti organismu. Každý den dochází v těle k malým ztrátám železa, které je nezbytné nahradit. Pokud tak neučiníme, naše zásoby železa se začnou pomalu, ale jistě spotřebovávat. Tato skutečnost může velmi negativně ovlivnit zdraví člověka. Denní potřeba se zvyšuje například v období těhotenství nebo při menstruaci.

Obr. 5 Střevní absorpce železa (Sedláčková, 2009, p.19)



HCP	hemový proteinový nosič	FPN-1	ferroportin
Dcytb	duodenální cytochrom b	Heph	hephaestin
DMT1	bivalentní transportér železa	Cp	ceruloplazmin
HO-1	hemoxygenáza 1	Tf	transferrin

Co způsobuje nedostatek železa v těle?

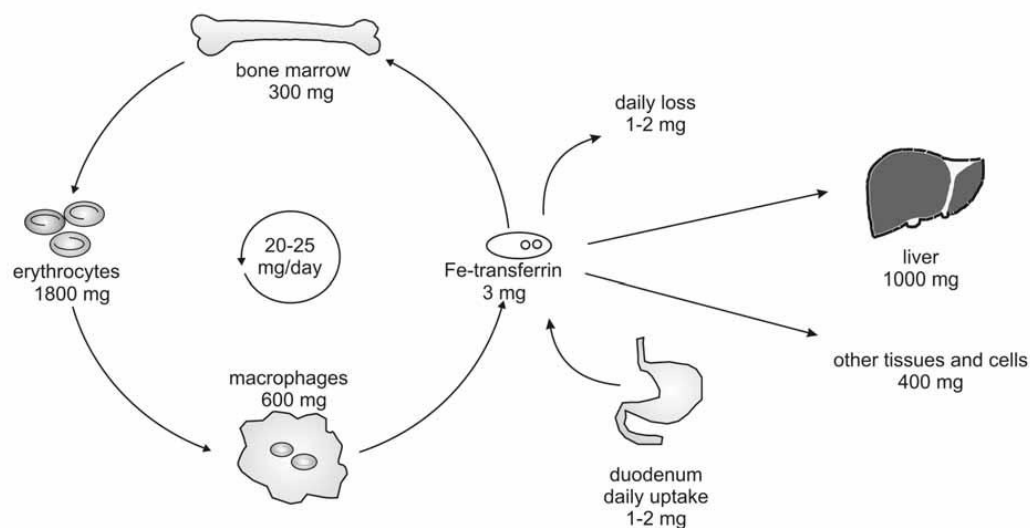
- anémie, jenž se projevuje bledou kůží a sliznicemi, zadýcháváním se, zvýšenou únavou,
- již zmíněné bolesti hlavy, nechutenství, zažívací obtíže,
- prasklinky v koutcích úst, pálení jazyka a žáhy,
- vypadávání vlasů, zvýšenou lámavostí nehtů.

Zdravá a pestrá strava nám denně poskytne 10 až 30 mg železa, tudíž tímto množstvím dokážeme vyrovnat běžné ztráty železa. U pacientů, kde byl jasně prokázán nedostatek železa, ale i těhotným ženám se doporučují léčiva se zvýšeným obsahem železa, mezi které řadíme, například Ferronat, Aktiferrin nebo Maltofer. U všech přípravků je nutné přesně dodržovat dávkování, neboť zde vzniká potenciální riziko předávkování ve smyslu tvorby volných radikálů, které nám mohou následně poškodit

buňky. Co se týká lidového léčitelství, je velmi vhodný způsob doplnění železa popíjením odvaru z kopřiv. Bohužel je to běh na dlouhou trať a v dnešní uspěchané době dávají lidé přednost chemii před přírodními produkty.

Celkový přehled hospodaření organismu se železem je uveden na obr. 6.

Obr. 6 Metabolismus železa (Sedláčková, 2009, p.18)



Kontrola metabolismu železa u savců.

3.3.2 Prevence křečí u sportovců.

Během sportovního výkonu je mnoho sportovců, kteří trpí chronickými křečemi. „Někdy to je důsledek akutní ztráty sodíku, jindy chronický nedostatek hořčíku, někdy dokonce i nedostatek vitamínu E, vyčerpání energetických rezerv, přehřátí, rozvrat minerálové rovnováhy nebo akutní nedostatek energie ve svalech, případně nadbytek kyseliny mléčné. Většinou jde o souhru všech uvedených vlivů.“ (Fořt, 2002, s. 151)

4 DISKUZE

Únava je specifikována jako soubor procesů, kdy dochází ke snížené odpovědi různorodých souborů buněk na impulzy. Nástává úbytek vitality, tedy pokles zásob energie těla, kdy se nahromadí produkty metabolismu, naruší se homeostáza a dochází ke změně regulace a koordinace mimo jiné nervosvalového přenosu. V jednotlivých studiích se zkoumalo, zda mají různé podmínky vliv na svalovou únavu, či nikoliv. Zjistilo se, že záleží na podmínkách při experimentu. Některé podmínky se projeví, ale naopak při některých podmínkách dochází pouze k nepatrným změnám. Ve studii 1 bylo cílem srovnání mezinárodních tanečníků moderního tance s poraněním krku a bez poranění krku. Nebyl zjištěn žádný významný rozdíl ve všech uskutečněných měřeních, proto nenašli původ poranění krku, neboť se jednalo o první výzkum v této oblasti. Ve studii 2 bylo cílem zhodnotit rozvoj nervosvalové únavy při hraní tenisu na různých površích. Statistické analýzy neodhalily žádný signifikantní rozdíl mezi odehranými zápasy na různých površích. Ve studii 3 bylo cílem prozkoumat možnost využití infračerveného záření pro zhodnocení svalové únavy při nízkém úsilí. Výsledky studie potvrdily, že vliv infračerveného záření může být alternativou nebo doplňkem metody pro nástup svalové únavy při nízkých úrovních kontrakce. Ve studii 4 se zkoumal vznik spazmu. Kronecker a Stirling použili dva králíčky a jeden žabí sval, aby vyzkoušeli průběh spazmu, užitím indukčních šoků z de Bois-Reymondova indukčního stroje. Manipulací síly stimulace a její frekvence, Kronecker a Stirling byli schopni potvrdit rozdíly v červených a bílých svalových vláknech u těchto dvou zvířat. Autoři pokračovali v experimentu se stimulací svalu, prodiskutovali a uzavřeli ho tím, že v běžných pohybech vyžadujících nejméně specifickou schopnost použijeme prostý spasmus, který ekonomicky a přirozeně produkuje opakované stimuly v delších intervalech, čili únava klesá na minimum. Ve studii 5 se zkoumala úprava proteomu kosterního svalu potkana během cvičení vyvolávajícího únavu. Bílkoviny byly vyjmuty ze stehna kosterního svalu potkana a potom byly zanalyzovány dvou-dimenzionální elektroforézou. Byly srovnány kontrolní vzorky. Dva z nich byly nadřazené a osm bylo podřízených. Tyto poznatky pomůžou porozumět mechanismům, které jsou spojeny s následnou pohybovou únavou. Ve studii 6 bylo cílem zhodnotit vnímání únavy, svalovou funkci a zdraví související s kvalitou života na supresivní terapii levothyroxinem s diferencovaným karcinomem štítné žlázy. Pacienti

s karcinomem štítné žlázy byli zařazeni do skupiny se zvýšenou svalovou únavou horních končetin a vysokým stupněm svalové únavy. Svalová funkce odráží celkový zdravotní stav, cvičení v minulosti a chronická onemocnění ovlivňují svalovou kvalitu, včetně bílkovin a tuku a svalové hmoty. V oblasti zdraví je únava svalů dočasná a zotavení nastává rychle, u rekreačního či vrcholového sportovce jsou vždy sledovány další její úrovně. Jestliže jsou svaly v nečinnosti, ať už v důsledku životního stylu, zranění nebo chronického onemocnění je svalová únava přetrvávající, může dojít k ohrožení člověka a to jeho bezpečnosti. Svalová únava je pokles výkonnosti svalů pozorovaných během období intenzivní svalové činnosti. ATP spotřeba převyšuje výrobu během intenzivní aktivity. Snížení aktivace, a to buď prostřednictvím změn akčního potenciálu, snížením Ca^{2+} propuštěním ze sarkoplazmatického retikula (SR), je dalším faktorem přispívajícím k únavě. Únava má blízkou vazbu s mozkem a je významným homeostatickým mechanismem, který chrání organismus před katastrofálním vyčerpáním celého organismu, před únavou. Únava a slabost mohou pramenit ze změn ve svalovině, které ovlivňují funkci nebo aktivaci Ca^{2+} , na změny v oběhu nebo funkci nervového systému. Svalová plasticita je velmi snadno rozpoznatelná ve vztahu k opakovanému pohybu či svalové nečinnosti, která může být spojena s různými zraněními a chorobnými stavy. Akutní nebo chronické zvýšení fyzické aktivity mající podstatu ve strukturální, metabolické, hormonální, nervové a molekulární úpravě zvyšují úroveň síly, kterou mohou podporovány svaly ke své činnosti. Tyto úpravy jsou závislé na typu, intenzitě a objemu cvičení jako stimulu, nedávné studie ukázaly jakou roli hraje vysoká intenzita cvičení, doba trvání cvičení jako časově efektivního způsobu, tak aby bylo dosaženo i anaerobních a aerobních odolností typu úpravy. Mezi faktory, které určují únavu je profilování svalů během intenzivního cvičení, které zahrnuje složení svalových vláken, neuromuskulární vlastnosti, vysoký energetický metabolismus, pufrovací kapacitu iontového předpisu, kapilarizační a mitochondriální hustotu svalových vláken a typu transformace v průběhu cvičebního tréninku. Snížením obvyklé úrovně aktivity z důvodu úrazu nebo z důvodu sedavého způsobu života vede k částečnému zrušení úprav vzhledem k předchozímu výcviku, projevující se snížením průřezu vláken, snížením oxidativní kapacity a snížením prokrvení. Kompletní imobilizace vzniklá zraněním má za následek výrazně vyšší výkon a sníženou odolnost proti únavě. Svaly snižují elektromyografickou aktivitu, což způsobuje svalovou atrofii a významné snížení

nejen prokrvení, ale i činnosti oxidačních enzymů. Pro jednotlivce a vzhledem k vazbě na trénink a výkon se předpokládají výhody vedoucí k zlepšení odolnosti vůči únavě materiálu a zotavení. Únava roste rychleji než množství vykonané práce, které nás zachraňuje z újmy, která by vyžadovala menší citlivost našeho organismu. Únava je především emoce, která je součástí komplexního nařízení, jehož cílem je chránit tělo před poškozením. Stále se cvičení považuje za důležitý prostředek k posílení poznání, zlepšení nálady a snížení pravděpodobnosti neurodegenerativních onemocnění. Přetrénování a deprese mají podobnou etiologii, vyznačující se snížením fyzické výkonnosti a poruchami nálady, by mohlo být způsobeno tím, že u přetrénovaných jedinců mohou být změny vyvolané změnami v mozkových okruzích, zapojených do deprese. Příznivé účinky cvičení jsou považovány za zprostředkované částečně zvýšenou neurogenezi, zvýšením trofických faktorů a prokrvení v hipokampu. Kromě toho cvičení zvyšuje odolnost mozku proti oxidačnímu stresu.

5 ZÁVĚR

V této bakalářské práci jsem se zabývala problematikou svalové únavy, snažila jsem se co nejlépe popsat stanovené téma a vypracovat předem vytýčené cíle. Nakonec jsem vyhledala různé lékařské studie v internetových databázích.

Únavu můžeme rozdělit na aerobní (pomalu nastupující únava), anaerobní (rychle nastupující únava), fyziologickou (přirozenou) a patologickou. Na akutní a chronickou. Dále na fyzickou či psychickou a také na celkovou nebo svalovou.

Únava je způsobena stresem, léky, přepracováním, duševním či fyzickým vypětím. V neposlední řadě však zvýšenou únavu může způsobovat hormonální disbalance, zejména štítné žlázy, chronická zánětlivá onemocnění zažívacího traktu či nádorová onemocnění nebo chronická onemocnění ledvin.

Hlavními projevy únavy jsou padající víčka, klesající hlava, malátnost až vyčerpání, bolesti hlavy, svalů a kloubů, neostře vidění, nezájem o okolí, ztráta chuti k jídlu, problémy soustředit se, špatná koordinace jemných pohybů, zpomalené reakce, slabost a podrážděnost.

Na únavu má zcela jistě vliv slunce. Tělo potřebuje sluneční záření nejen pro získání vitamínu D, ale také funguje jako stimulant dobré nálady. Výborným přírodním stimulantem je samozřejmě i čerstvý vzduch. Naše tělo se snadno unaví ve vydýchané místnosti či pod sluncem rozpálenou střechou auta v letním období, takže proto je důležité své tělo pravidelně ochlazovat a otužovat.

Kyselina listová, vitamín B12, vitamín B6 jsou důležité hemopoetické látky, které slouží pro vybalancování erythropoézy, která je nezbytně nutná jako prevence únavy. Při nedostatku těchto látek vznikají nejrůznější anémie. A projevem anémie je právě již zmíněná únava.

V dnešní době na nás působí zejména distres, který je potřeba kompenzovat nejrůznějšími relaxačními metodami, aktivním i pasivním odpočinkem. Zejména spánek má blahodárné regenerační účinky. Většina z nás v dnešní uspěchané době řeší únavu klasickým způsobem, jako je zvýšená konzumace kávy a potravin s vysokým obsahem sacharidů. Nemyslím si, že tento způsob je vhodný, poněvadž se jedná jen o

odsunutí příznaků únavy. Z mého pohledu je vhodným řešením vyvážená strava, kondiční cvičení, respektive aktivní způsob života. Únavu můžeme přirovnat k neustálému, nekončícímu shonu. Pokud v dnešním světě chce člověk něco znamenat, mít určité postavení, jak pracovní, tak sociální, nezbyvá mu nic jiného než veškerý svůj volný čas obětovat své práci a kariérnímu postupu. Když se člověk nad tím zamyslí, je vůbec důležité odpočívat? Je žádoucí relaxovat? Někdy se zdá, že relaxace je nadbytečný a nežádoucí luxus, který si ani nemůžeme dovolit. Je to opravdu to, co si naše tělo žádá? Jistě, náš lidský organismus potřebuje ke svému životu odpočinek, ani stroj nepracuje bez přestávky. Myslím si, že relaxace je nezbytnou součástí života, respektive životní nutností.

6 LITERATURA A PRAMENY

ALLEN, D. G., TRAJANOVSKA, S. The multiple roles of phosphate in muscle fatigue. *Frontiers in Physiology journal* [online]. 2012. [cit. 23.3.2013]. Dostupné z: http://www.frontiersin.org/Journal/Abstract.aspx?ART_DOI=10.3389/fphys.2012.00463&name=Striated_Muscle_Physiology&x=y

BARTUZI P., ROMAN L.D, WIŚNIEWSKI T. The influence of fatigue on muscle temperature. *International journal of occupational safety and ergonomics*. 2012, vol. 18, no.2, pp. 233-43. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22721541>

BOGDANIS, G. C. Effects of physical activity and inactivity on muscle fatigue. *Frontiers in Physiology journal* [online]. 2012. [cit. 26.4.2013]. Dostupné z: http://www.frontiersin.org/Journal/Abstract.aspx?ART_DOI=10.3389/fphys.2012.00142&name=Striated_Muscle_Physiology&x=y

BURSOVÁ, M. *Kompenzační cvičení*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s. 2005. ISBN 80-247-0948-1.

CAPKO, J. *Základy fyziatrické léčby*. 1. vyd. Praha: Grada, 1998. ISBN 80-716-9341-3.

ČIHÁK, R. *Anatomie 1*. 2.vyd. Praha: Grada Publishing, a.s. 2001. ISBN 80-7169-970-5.

Debold, E. P. Recent insights into muscle fatigue at the cross-bridge level. *Frontiers in Physiology journal* [online]. 2012. [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: http://www.frontiersin.org/Journal/Abstract.aspx?ART_DOI=10.3389/fphys.2012.00151&name=Striated_Muscle_Physiology&x=y

DOUBKOVÁ, A., Linc, R. *Anatomie pro bakalářský studijní program*. 1.vyd. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1302-6.

DYLEVSKÝ, I. *Obecná kineziologie*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s. 2007. ISBN 978-80-247-1649-7.

DÝROVÁ, J. LEPKOVÁ, H. *Kardiofitness*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, a.s. 2008. ISBN 978-80-247-2273-3.

- FABRE JB, et al., Effect of Playing Surface Properties on Neuromuscular Fatigue in Tennis. *Medicine and science in sports and exercise*. 2012 Nov; vol. 44, no. 11, pp.2182-9. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22653323>
- FLEMING, R. E., Sly, W. S., Hpcidin: A putative iron-regulatory hormone relevant to hereditary hemochromatosis and the anemia of chronic disease. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2001, 98, 15, p. 8160–8162.
- FOŘT, P. *Výživa pro dokonalou kondici a zdraví*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s. 2005. ISBN 80-247-1057-9.
- FOŘT, P. *Sport a správná výživa*. 1. vyd. Praha: Euromedia Group 2002. ISBN 80-249-0124-2.
- HEHLMANN, A. *Hlavní symptomy v medicíně*. 1. vyd. Grada Publishing, a.s. 2010. ISBN 978-80-247-2612-0.
- HERNÁNDEZ, A., CHENG, A., WESTERBLAD, H. Antioxidants and skeletal muscle performance: “Common knowledge” vs. experimental evidence. *Frontiers in Physiology journal* [online]. 2012. [cit. 23.5.2013]. Dostupné z: http://www.frontiersin.org/Journal/Abstract.aspx?ART_Doi=10.3389/fphys.2012.00046&name=Striated_Muscle_Physiology&x=y
- HOLEČEK, M. *Regulace metabolismu cukru, tuků, bílkovin a aminokyselin*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s. 2010. ISBN 80-247-1562-7. ISBN 978-80-247-1562-9.
- HORÁK, J. et al. *Hemochromatóza*, 1. vyd. 2010. Praha: Grada Publishing, a.s. ISBN 978-80-247-3287-9.
- CHVÁLA et al, 1996, s. 85, in Stackeová, D. *Relaxační techniky ve sportu*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s. 2011. ISBN 978-80-247-3646-4.
- JIRKA Z. *Regenerace a sport*, 1.vyd. 1990. Praha: Olympia. ISBN 80-7033-052-X.
- KARATZAFERI, C., Chinn, M. K., and Cooke, R. The force exerted by a muscle cross-bridge depends directly on the strength of the actomyosin bond. *Biophys. Frontiers in Physiology journal* [online]. 2004. [cit. 2013-06-21]. Dostupné z: http://www.frontiersin.org/Journal/Abstract.aspx?ART_Doi=10.3389/fphys.2012.00151&name=Striated_Muscle_Physiology&x=y

- KARATZAFERI, C., Franks-Skiba, K., and Cooke, R. Inhibition of shortening velocity of skinned skeletal muscle fibers in conditions that mimic fatigue. *Frontiers in Physiology journal* [online]. 2008. [cit. 2013-06-22]. Dostupné z: <http://ajpregu.physiology.org/content/294/3/R948>
- KARATZAFERI, C., Bryant, Chase P. 2013. Muscle fatigue and muscle weakness: what we know and what we wish we did. *Frontiers in Physiology journal* [online]. 2013. [cit. 2013-06-20]. Dostupné z: http://www.frontiersin.org/Journal/FullText.aspx?ART_DOI=10.3389/fphys.2013.00125&name=Striated_Muscle_Physiology&x=y
- KOBILO, T., van PRAAG, H. Muscle fatigue and cognition: what is the link? *Frontiers in Physiology journal* [online]. 2012. [cit. 2013-05-23]. Dostupné z: http://www.frontiersin.org/Journal/FullText.aspx?ART_DOI=10.3389/fphys.2012.00014&name=Striated_Muscle_Physiology&x=y
- KRONECKER, H., STIRLING W. The Genesis of Tetanus. *The Journal of physiology*. 1878 Sep 25, vol 1, no. 4, pp. 384-420.; Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16991266>
- LÜLLMANN-RAUCH, R. *Histologie*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing. 2012. ISBN 978-80-247-3729-4.
- MÁČEK, M., VÁVRA, J. *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže*. 2.vyd. Praha: Avicenum. 1988. ISBN není k dispozici.
- McCABE TR, Hopkins JT, Vehrs P, Draper DO. *Contributions of muscle fatigue to a neuromuscular neck injury in female ballroom dancers*. [online]. 2013. [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23752282>
- MEŠKO, D., KOMANDEL, L. *Telovýchovnolekárske vademekum*. Bratislava : Slovenská spoločnosť telovýchovného lekárstva, 2005. 221 s. ISBN 80-969446-4-9.
- NAUZA, M. *Únava známá a neznámá*. Praha : Centrum klinické imunologie, 1999. s. 45. ISBN neuvedeno.
- NEČAS, E. *Patologická fyziologie orgánových systémů: 2.díl.*, 1.vyd. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-0674-7.

- NOAKES, T. D. Fatigue is a brain-derived emotion that regulates the exercise behavior to ensure the protection of whole body homeostasis. *Frontiers in Physiology journal* [online]. 2012. [cit. 2013-06-02]. Dostupné z: http://www.frontiersin.org/Journal/Abstract.aspx?ART_Doi=10.3389/fphys.2012.00082&name=Striated_Muscle_Physiology&x=y
- De OLIVEIRA et al., Quality of Life, Muscle Strength, and Fatigue Perception in Patients on Suppressive Therapy With Levothyroxine for Differentiated Thyroid Carcinoma. *American journal of clinical oncology*. 2012 May 24. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22643561>
- OTTENHEIM, C. A. C., GRANZIERG, H., LABEIT, S. The sarcomeric protein nebulin: another multifunctional giant in charge of muscle strength optimization. *Frontiers in Physiology journal* [online]. 2012. [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: http://www.frontiersin.org/Journal/Abstract.aspx?ART_Doi=10.3389/fphys.2012.00037&name=Striated_Muscle_Physiology&x=y
- PAULÍK, K. *Psychologie lidské odolnosti*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s. 2010. ISBN 978-80-247-2959-6.
- PODĚBRADSKÝ at al., 1988, s. 86, in Stackeová, D. *Relaxační techniky ve sportu*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s. 2011. ISBN 978-80-247-3646-4.
- RÖHRLE, O., DAVIDSON, J. B., Pullan, A. J. A. physiologically based, multi-scale model of skeletal muscle structure and function. *Frontiers in Physiology journal* [online]. 2012. [cit. 2013-06-04]. Dostupné z: http://www.frontiersin.org/Journal/Abstract.aspx?ART_Doi=10.3389/fphys.2012.00358&name=Striated_Muscle_Physiology&x=y
- SAKKAS, G. K., KARATZAFERI, C. Hemodialysis fatigue: just “simple” fatigue or a syndrome on its own right? *Frontiers in Physiology journal* [online]. 2012. [cit. 2013-04-23] Dostupné z: http://www.frontiersin.org/Journal/FullText.aspx?ART_Doi=10.3389/fphys.2012.00306&name=Striated_Muscle_Physiology&x=y
- SEDLÁČKOVÁ, T., RACEK, J. *Metabolismus železa a jeho regulace*. [online]. 2009, [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: <http://www.cskb.cz/res/file/KBM-pdf/2009/1-09/2009-1-Sedlackova.pdf>

STACKEOVÁ, D. *Relaxační techniky ve sportu*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s. 2011. ISBN 978-80-247-3646-4.

TROJAN, S. et al., *Lékařská fyziologie*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 2003. ISBN 80-247-0512-5.

ZHAO L., YAN W., XIANG H., WANG X., QIAO H. Proteomic investigation of changes in rat skeletal muscle after exercise-induced fatigue. *Biological research*. 2012, vol. 45, no.1, pp. 75-80.

Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22688987>

7 SEZNAM ZKRATEK

%	procento
μM	mikromol
μm	mikrometr
ADP	adenozindifosfát
AICAR	5-aminoimidazol-4-karboxamid-1-β-D-ribofuranosid
AMPK	aktivovaná proteinkináza
ATP	adenozintrifosfát
Ca ²⁺	vápenatý iont
cm	centimetr
CNS	centrální nervový systém
CP	kreatinfosfát
EBM	medicína založená na důkazech
EMG	elektromyograf
g/l	gram na litr
H ⁺	vodíkový iont
HS	maximum izometrického stisku ruky
K ⁺	draselný iont
kg	kilogram
mg	miligram
mm	milimetr
Obr.	obrázek
OTS	vysoká intenzita cvičení a přetrénování
pH	vodíkový exponent
Pi	anorganický fosfát
PPARδ	receptor aktivovaný proliferátorem peroxizomu
RS	reaktivní forma kyslíku
SR	sarkoplazmatické retikulum
vs.	proti
ΔGATP	globální změna energetiky adenosintrifosfátu

8 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obr. 1 Tvar svalů	s. 11
Obr. 2 Tkáň svalová příčně pruhovaná	s. 12
Obr. 3 Schéma sarkoplazmatického retikula	s. 15
Obr. 4 Recirkulace erytrocytů železa v makrofágu	s. 41
Obr. 5 Střevní absorpce železa	s. 43
Obr. 6 Metabolismus železa	s. 44