

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav fyzioterapie

Lucie Hubálková

**Co skutečně víme o „svalové dysbalanci“ - význam pro
terapii a diagnostiku**

Bakalářská práce

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

Olomouc 2012

ANOTACE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Název práce: Co skutečně víme o „svalové dysbalanci“ - význam pro terapii a diagnostiku

Název práce v AJ: What we really know about "the muscle imbalance" - the meaning for a functional movement diagnostics and a therapy

Datum zadání: 2011-01-31

Datum odevzdání: 2012-05-04

Vysoká škola, fakulta ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav fyzioterapie

Autor práce: Hubálková Lucie

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

Abstrakt v ČJ: Práce se zabývá problematikou svalových dysbalancí, což je asi nejčastější funkční porucha v populaci. Je zde nejprve fyziologie pohybu a pohybového aparátu, v další části je pozornost věnována patofyziologii neuromuskuloskeletálního systému a nakonec její projevy v organismu.

Abstrakt v AJ: The work deals with an issue of muscle imbalance which is probably the most frequent functional disorder in the population. At first there is analysed a physiology of movement and musculoskeletal system, in other part of the attention is paid to pathophysiology of neuromusculoskeletal system and ultimately its manifestation in the organism.

Klíčová slova v ČJ: svalová dysbalance, svalová synergie, myofasciální řetězec, postura

Klíčová slova v AJ: muscle imbalance, muscle synergy, myofascial chain, posture

Rozsah: 61 s., 11 příloh

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod odborným vedením Mgr. Petry Bastlové a uvedla jsem použitou literaturu a elektronické zdroje.

V Olomouci dne 4. května

.....

Děkuji Mgr. Petře Bastlové za trpělivé vedení a cenné rady, které mi poskytla při psaní této bakalářské práce.

OBSAH

Obsah	5
Úvod	7
1 Fyziologie pohybu.....	8
1.1 Řízení pohybu	8
1.1.1 Sensomotorický systém	8
1.2 Fyziologie svalové kontrakce.....	12
1.3 Stavba svalu	13
1.4 Cévní a nervové zásobení svalu	13
1.5 Energetické zázemí svalu	13
1.6 Anatomie a histologie svalového vlákna.....	14
1.7 Typy svalových vláken	15
1.7.1 Typ I.....	15
1.7.2 Typ II A	15
1.7.3 Typ II B.....	15
1.7.4 Typ III.....	16
1.8 Tonický a fázický systém.....	16
1.8.1 Tonické svaly	16
1.8.2 Fázické svaly.....	17
1.9 Svalové řetězení	18
1.9.1 Svalové synergie	19
1.9.2 Svalové smyčky	22
1.9.3 Myofasciální řetězce	22
2 Patofyziologie pohybu	24
2.1 Příčiny svalového napětí a oslabení	24
2.1.1 Svalové napětí.....	24
2.1.2 Svalové oslabení	27
3 Svalové dysbalance	30
3.1 Syndromy dle Jandy	34
4 Diskuze.....	37

Závěr	42
Referenční seznam.....	43
Seznam příloh	51
Přílohy.....	52

ÚVOD

V dnešní době, kdy si člověk snaží vše ulehčit, se pohyb jako manifestace života začíná vytrácet a dochází k poklesu zdatnosti těla. Není to jen snížení pohybové aktivity, ale objevuje se také pohybová chudost a jednotvárnost. Opakem hypoaktivity je hyperaktivita vyskytující se u profesionálních sportovců, ale pouze v určitém směru. Oba tyto případy vedou k neadekvátní zátěži organismu, zvláště pak muskuloskeletálního systému. Vznikají tak různé hybné poruchy a nerovnováhy souborně nazývané jako svalové dysbalance.

Ty jsou nejčastěji popisovány jako Jandovy syndromy svalových dysbalancí podle nejvýznamnějšího průkopníka profesora Vladimíra Jandy, přesněji jejich projevy bez návaznosti na důvod jejich vzniku. Přestože je to vcelku rozsáhlá tematika a největší průlom v ní jsou zaznamenány právě českými odborníky, na něž se odkazuje mnoho zahraničních autorů, je v české literatuře popisována poměrně ve stručnosti, proto bylo v bakalářské práci čerpáno zejména ze zdrojů zahraničních.

Mým cílem bude shrnout podrobněji hlavní podstatu svalových dysbalancí, popsat příčiny jejich vzniku a praktické důsledky na lidský organismus.

K vyhledání relevantních zdrojů jsem použila klíčová slova svalová dysbalance, svalová synergie, myofasciální řetězec, postura (muscle imbalance, muscle synergy, myofascial chain, posture) v různých kombinacích a vyhledávala jsem v databázích PubMed, MedLine, Bibliographia medica Čechoslovaca, OvidSP a Google Scholar. Celkem bylo vyhledáno přes 40 tisíc článků a studií, z nichž asi třetina bylo dostupných ve full textu. V práci bylo čerpáno celkem z 53 článků.

1 FYZIOLOGIE POHYBU

Základní funkcí motorického systému je svalový tonus, ze kterého se pak odvíjejí jeho složky, a sice postojová a pohybová motorika (Králíček, 2004, s. 123).

Podstatou řízení svalového tonu je v nejjednodušší formě reflexní princip, kdy do CNS jde z periferních receptorů aferentní, čili senzitivní informace o aktuálním stavu efektoru. Na různých etážích CNS dojde ke zpracování, následnému vytvoření odpovídajícího motorického programu a vyslání ho ve formě eferentní informace jako odpověď na změnu (Tichý, 2009; Cheung, d'Avella & Bizzi, 2009, s. 19; Torres-Oviedo & Ting, 2010, s. 2). Fungování tohoto systému aferentace, eferentace a zpracování dat se nazývá senzomotorika (Trojan, Druga, Pffeiffer & Votava, 2005, s. 32).

1.1 Řízení pohybu

1.1.1 Sensomotorický systém

1.1.1.1 Aferentace

Jejím úkolem je zpracování podnětů z periferie proprioreceptory a z okolí exteroceptory a přenos této informace o poloze a pohybu senzitivními drahami do CNS. Mezi tyto receptory patří:

- o Mechanoreceptory

V kloubu se vyskytují 4 typy, liší se umístěním a typem stimulu, na který reagují. Informují o pohybu.

Tyto kloubní receptory významně přispívají k posturálním reflexům, kloubní stabilizaci a motorické kontrole. Existují tři klíčové oblasti propioceptivního vstupu k udržení postury - chodidlo, SI skloubení a krční páteř.

Aferentní informace z plosky ovlivňuje posturu a je dostačující pro udržení vzpřímeného stoje.

Informace z SI skloubení je potřebná pro správnou chůzi. SI kloub pomáhá přenosu sil z dolních končetin na trup a naopak. Je často zdrojem dysfunkcí u Low back pain (bolestivost v oblasti dolních zádočných partií).

Informace z plošek krční páteře přispívá k posturální stabilitě, ale také k bolestivosti krčního segmentu. V dětství se k pozici krku vztahují tonické šíjové reflexy (Vokurka & Hugo, 2009, s. 281; Norris, 2000).

o Svalové receptory

Existují dva typy - svalové vřetenko a Golgiho šlachové tělísko. Svalové vřetenko reaguje na změnu délky a její rychlost. Vyskytuje se na svalových vláknech. Golgiho šlachové tělísko se nachází ve šlaše a ve fasciálním krytí. Tento receptor reaguje na svalovou kontrakci (Čihák, 2008, s. 327-328; Soderberg, 1997).

o Exteroreceptory

Vysílají informace z kůže podle jejího napětí (Vokurka & Hugo, 2008, s. 123).

Na plosce mají význam pro správnou chůzi a posturu a změna jejich aferentace má vliv jak na chůzi, tak na vzorce svalové aktivity. Stimulace přes plosku zlepšuje kinestezii a posturální vyrovnávání. Při ztrátě senzorické informace z planty je však u zdravých, případně u pacientů s lumbální disectomií nebo jedinců se supinačním či pronačním postavením planty možná vizuální náhrada (Norris, 2000).

1.1.1.2 CNS zpracování

Sensomotorický systém je v podstatě regulován na třech hierarchicky uspořádaných úrovních CNS - spinální, subkortikální a kortikální. Liší se v rychlosti, kontrole a uvědomění si a nelze je od sebe izolovat. Patří sem také úroveň autonomní pro řízení biologických funkcí (Véle, 2006, s. 75).

Kortikální úroveň

Je to ve své podstatě nejvyšší úroveň neuromuskulární kontroly. Kůra umožňuje započít a kontrolovat komplexní a nezávislé pohyby. Má tři klíčové oblasti - primární motorická oblast, která přijímá proprioceptivní signály, premotorickou oblast, která organizuje a připravuje pohyb, čili zajišťuje ideomotoriku a sekundární motorická

oblast, která programuje skupinu svalů pro komplexní pohyb (Page et al., 2010, s. 18). Než dojde k osvojení pohybového projevu, jsou omezeny stupně volnosti. Jak je tento projev zautomatizován, přechází řízení na subkortikální úroveň a zvyšuje se počet stupňů volnosti. (Véle, 2006; Bastlová a kol., 2011, s. 2)

Subkortikální úroveň

Tato úroveň zpracování probíhá v mozgovém kmeni, talamu, hypotalamu, ve vestibulárním systému a v mozečku a jejím úkolem je rovnováha a posturální, vzpřimovací a balanční reakce (Page et al., 2010, s. 17).

Spinální úroveň

Řízení pohybu na této úrovni je velmi rychlé, neúmyslné a podvědomé (Page et al., 2010, s. 17).

Motorický výstup je umožněn motorickými drahami (viz obrázek 10), což je trasa, kterou absolvuje impuls. Skládá se z centrálního a periferního motoneuronu, přičemž při aktivitě jednoho z nich je druhý inhibován mediátorem GABA. Centrální motoneuron tvoří v podstatě dráhy a přechází v mozgovém kmeni nebo v míše přímo či skrze interneuron do periferního motoneuronu, jehož axon je synapticky zakončen na kosterním svalu nervosvalovou ploténkou (viz obrázek 5). Pokud je aktivní centrální motoneuron, dojde k inhibici periferního a naopak. Při centrální paréze dochází k poruše centrálního motoneuronu, který dále netlumí periferní motoneuron (Tichý, 2009).

- o Tractus corticospinalis neboli pyramidová dráha jde z mozkové kůry z primární motorické oblasti a z nemotorické oblasti (Králíček, 2004, s. 125-126). Je fylogeneticky nejmladší a zajišťuje volní pohyb, zejména jemnou motoriku. Končí v míše u alfa-motoneuronů (Tichý, 2009).
- o Tractus rubrospinalis vychází od nukleus ruber ve středním mozku. Jeho náplní je zajištění hrubé motoriky trupu a pletenců. Končí stejně jako pyramidová dráha u alfa-motoneuronů (Tichý, 2009).

- o Tractus vestibulospinalis jde z vestibulárních jader v prodloužené míše a rovněž končí u alfa-motoneuronů. Jeho funkcí je udržování rovnováhy (Tichý, 2009).
- o Tractus reticulospinalis míří od retikulární formace mozkového kmene a je fylogeneticky nejstarší. Jako jediná z drah končí u gama-motoneuronů. Zabezpečuje úpravu svalového napětí (Tichý, 2009).
- o Tractus tectospinalis vede informace z primárních zrakových center a ovlivňuje pohyby očí a hlavy (Pfeiffer, 2007, s. 72).

1.1.1.3 Eferentace

Po té, co impulz absolvuje cestu descendentních motorických drah prostřednictvím centrálního motoneuronů, pokračuje vzruch dále k výše zmíněným dvěma typům motoneuronů, alfa-motoneuron a gama-motoneuron. K těmto motorickým neuronům jsou vedeny podněty buď ze supraspinálních oblastí nervového systému (CNS) nebo z axonů spinálních ganglií přenášející somatosensorickou informaci. Alfa-motoneurony jdou k extrafuzálním vláknům svalu a zajišťují volní hybnost. Gama-motoneurony inervují intrafuzální vlákna a podvědomě regulují délku. Jsou řízeny aferentací ze svalových vřetének (Králíček, 2004, s. 124).

Gama systém reaguje na změnu délky svalu (protažení a zkrácení) a zajišťuje neustálou dráždivost svalových vřetének (viz obrázek 7). Senzitivním vláknem jde zpráva od intrafuzálních vláken o změně délky svalu přes míšní ganglion do zadních rohů míšních, kde se přepojuje do alfa-motoneuronů přímo nebo přes interneurony a jde k extrafuzálním vláknům svalu (Dylevský, 2009b, s. 42-43). Pracuje jako automatický regulační systém napětí, který upravuje vnímavost receptoru. To znamená, že se zmenšující se délkou svalu se zmenšuje i jeho dráždivost snižováním napětí intrafuzálních vláken (Trojan a kol., 2005, s. 36). Je to vlastně takový nastavovací systém (Véle, 2006, s. 59).

Některá senzitivní vlákna ze svalového vřeténka jsou napojena skrze inhibiční interneurony na alfa-motoneurony protihráčských svalů. Inhibiční vliv snižuje aktivitu daného antagonisty, ale neinhibuje ji však úplně, což je bráno jako pozitivum vzhledem k ochraně měkkých struktur kloubu (Dylevský, 2009b, s. 42-43). Tento princip útlumu

antagonisty při aktivitě agonisty se nazývá reciproční inervace (Trojan a kol., 2005, s. 95).

Alfa systém je systém spouštěcí. Zahnuje aktivitu alfa-motoneuronů a jeho cílem je volní motorika a její průběh (Véle, 2006, s. 59).

Propojení nervového a svalového systému je zajištěno nervosvalovou ploténkou, která spolu se svalovými vlákny tvoří motorickou jednotku.

Motorická jednotka je soubor svalových vláken inervovaných jedním motoneuronem. Větší motorické jednotky mají na svědomí větší, hrubší pohyby, včetně hrubé motoriky. Nacházejí se v proximálních částech svalu. Oproti tomu malé motorické jednotky zajišťují jemnou motoriku a je pro ně typický rychlý a precizní pohyb (Bartůňková, 2006, s. 172).

1.2 Fyziologie svalové kontrakce

Vzruch se šíří po axonu nervových buněk směrem k jeho distální části, která tvoří nesynaptickou část nervosvalové ploténky. Zde impuls způsobí uvolnění Acetylcholinu (neurotransmitter nervosvalové ploténky) z mediátorových váčků do synaptické šterbiny, kde se naváže na receptory na postsynaptické membráně. Tato vazba zapříčiní depolarizaci postsynaptické membrány čili sarkolemy a následné zvýšení prostupu sodných a draselných iontů, což je důvodem vzniku akčního potenciálu. Tento potenciál se šíří po sarkolemě, dál kolem T-tubulů až k sarkoplazmatickému retikulu, kde uvolní vápenaté ionty do sarkoplazmy. Tyto kationty se naváží na troponin, což naruší vazbu aktinových vláken a spolu s troponinem vytvoří kalciotroponinový komplex. Na uvolněné pozice aktinových filament se váží hlavičky myozinu, tvoří se aktinomyozinové můstky a tvoří se tak zvýšené napětí (Bartůňková, 2006, s. 176-177).

Po té dochází k uzavření vápenatých kanálů a vápenaté kationty jsou aktivně odčerpány zpět do sarkoplazmatického retikula. Všechny proteiny myofilament se vrací do původní klidové pozice a ADP vzniklé působením ATP na zpětné odčerpání vápenatých kationtů se zpětně nesyntetizuje na ATP (Bartůňková, 2006, s. 177).

1.3 Stavba svalu

Kosterní či příčně pruhovaný sval, jehož pruhování je dáno uspořádáním aktinu a myozinu do sarkomer, je tvořen svalovými vlákny neboli myofibrilami, vazivem, cévami a nervy (Dylevský, Druga & Mrázková, 2000).

Vazivo se v minimální míře nachází mezi jednotlivými sarkomerami tak, aby se nedotýkaly. Dále pak ve větší míře jsou vazivem obaleny soubory několika svalových vláken, řádově desítky až stovky myofibril, tvoří tak primární svalový snopec a je to nejmenší hybná jednotka svalu. Soubor několika primárních svalových snopců tvoří svalové snopce sekundární, jež je obaleno endomyziem čili perimysiem internum a dále svalové snopce vyššího řádu obalené perymiziem, přesněji řečeno perymisiem externum (viz obrázek 4). Vazivový obal většiny svalů se pak nazývá fascie a tato fascie tvoří i přepážky mezi jednotlivými svalovými skupinami (Dylevský et al., 2000).

Hlavním projevem svaloviny je schopnost kontrahovat se a relaxovat. V rámci muskuloskeletálního systému má hybnou funkci a spolu s opornou funkcí skeletu tvoří dokonalý motorický komplex (Čihák, 2008, s. 321).

1.4 Cévní a nervové zásobení svalu

Každý sval je zásobován jak krevní, tak nervovou cestou, jež je zajištěna vstupem neurovaskulárního svazku skrz tzv. svalové hily, které jsou spíše v proximální části svalu.

Cévní zásobení tvoří pak bohatou síť kapilár, jejíž průtok je ovlivňován svalovým napětím, které je dáno prováděnou aktivitou. To znamená, že statická aktivita je pro cévní zásobení svalu náročnější než dynamická aktivita (Dylevský, 2009a).

1.5 Energetické zázemí svalu

Zdrojem energie pro svalovou činnost jsou metabolické děje. Okamžitým zdrojem energie je adenosintrifosfát (ATP), který vydrží pár sekund a po jeho vyčerpání se

energie ve formě ATP asi na patnáct sekund štěpí z kreatinfosfátu (CP) a v krvi se pak z něj hromadí kreatinin (Merkurová & Orel, 2008, s. 57).

Další cesta k získání energie je anaerobní glykolýza, kdy se při nedostatečném přísunu kyslíku odbourává glukóza za vzniku 2 molekul ATP a zbytkové kyseliny mléčné. Pokud je dostatek kyslíku, probíhá v mitochondriích Krebsův cyklus za vzniku 36 molekul ATP. Během tohoto aerobního děje je odbourávána glukóza, která je ve svazech uschována ve formě glykogenu (Merkurová & Orel, 2008, s. 57; Bartůňková, 2006, s. 174).

Nejpodstatnější energetický zdroj svalové činnosti jsou mastné kyseliny, které jsou uloženy v tukové tkáni, z níž se uvolňují do krevní plazmy, odkud se dostává do svalu.

Z veškeré energie, která je v těle štěpením vytvořena, je využito asi jen pouhých 25%. Zbývajících 75% se tělo zbavuje v podobě tepla (Merkurová & Orel, 2008, s. 57).

Vždy však v těle zůstává asi 8 mmol/kg pro správnou funkci buněk. V opačném případě při nedostatku ATP může dojít k rozvoji svalové únavy a snižuje se tak schopnost svalu vyprodukovat sílu nebo udržovat svalové napětí. Může dojít až k ireverzibilním svalovým poškozením (Baker, McCormick & Robergs, 2010, s. 2).

1.6 Anatomie a histologie svalového vlákna

Kosterní sval se skládá z podélných, rovnoběžně uložených svalových vláken, jež se nazývají myofibrily. Jsou to mnohojaderné útvary ohraničené buněčnou membránou zvanou sarkolema, které obsahují sarkoplazmu s organelami. Tato sarkolema pravidelně tvoří příčné výběžky do nitra svalového vlákna zvané T-tubuly umožňující převod akčního potenciálu (Rokyta, 2000, s. 244).

Myofibrily jsou představovány filamenty - aktinovým a myozinovým (Young & Heath, 2000). Aktinové vlákno je tenké a je tvořeno aktinem a tropomyozinem stočenými do dvojité šroubovice a drobnými molekulami troponinu. Myozinové vlákno je silné a tvoří ho keříčkovitě uspořádaný lehký a těžký meromyozin, kdy ten těžký tvoří hlavičky a lehký tvoří ocas (viz obrázek 3).

Uspořádání těchto dvou proteinových částí do tzv. sarkomer se projevuje příčným pruhováním svalu (Lichnovský, 2002, s. 47-48).

Další významnou strukturou, o které je nutno se zmínit, je sarkoplazmatické retikulum. Je to zásobárna vápenatých iontů nutných pro rozvázání vazby troponinu s aktinem a tropomyozinem (Rokyta, 2000, s. 246).

1.7 Typy svalových vláken

1.7.1 Typ I

Jsou to pomalá červená vlákna. Tento typ vláken je tenký a bohatě cévně zásobený a je málo unavitelný, je tudíž vhodný k vytrvalostní aktivitě. Působením enzymů je dána jejich pomalá, ale dlouhotrvající kontrakce. Zajišťuje statickou a polohovou činnost (Dylevský, 2009a).

1.7.2 Typ II A

Tato rychlá bílá vlákna jsou silnější a méně kapilarizovaná než typ I. Jsou velice odolná proti únavě a zajišťují rychlý a silový pohyb, což je dáno jejich enzymatickým vybavením (Dylevský, 2009a).

1.7.3 Typ II B

Rychlá červená vlákna jsou silná a málo kapilarizovaná, jsou tedy rychle unavitelná. Avšak mají relativně dobře vyvinuté sarkoplazmatické retikulum a aktivní ionty vápníku a hořčíku, proto je možná alespoň rychlá, maximální kontrakce (Dylevský, 2009a).

1.7.4 Typ III

Tato vlákna jsou přechodná, nijak diferencovaná. Jejich funkce není známa (Dylevský, 2009a).

1.8 Tonický a fázický systém

Pohybové vzorce a jejich rozvoj umožňuje reflexní koaktivace tonického a fázického systému. (viz obrázek 6) Tato reflexní souhra u normálně se vyvíjejícího se dítěte zmizí. Struktura a funkční charakter těchto dvou svalových skupin specializuje jednu skupinu na posturální držení a antigravitační funkci a druhou skupinu uzpůsobuje na rychlý švihový pohyb (Page et al., 2010, s. 46-47; Norris, 2000).

1.8.1 Tonické svaly

Tonický systém je zodpovědný za udržení postury již od novorozence. Proto jsou někdy tyto svaly označovány také jako posturální či statické a jejich primárním úkolem je stabilizovat kloub a aproximovat kloubní plochy (Kolář, 2001, s. 4-5).

Jsou obvykle jednokloubové a jsou převážně tvořeny pomalu se kontrahujícími se vlákny, tzv. červenými vytrvalostními vlákny I typu. Vzhledem ke svému lepšímu cévnímu zásobení jsou schopny dlouhodobé aktivity a jsou odolnější proti únavě. Mají tendenci ke zvýšenému tonu a hyperaktivitě (Norris, 1993, s. 5-6).

Tonické svaly jsou efektivnější v uzavřeném kinematickém řetězci, kdy pohyb probíhá na proximálním segmentu a distální segment je fixovaný. Uzavřené kinematické řetězce nenabízejí polohy vhodná pro významné ovlivnění kloubu, v této pozici nijak výrazně neovlivňuje točivý moment (Norris, 2000).

Patří sem:

kývač (m.sternocleidomastoideus)

svaly kloněné (mm. scaleni)

zdvíhač lopatky (m.levator scapulae)

horní vlákna trapézu (pars descendent m.trapezius)

vzpřimovače páteře - bederní i šíjové (mm.erectores spinae)
 spodní vlákna velkého prsního svalu (m.pectoralis major)
 podlopatkový sval (m.subscapularis)
 spodní vlákna širokého svalu zádového (m.latissimus dorsi)
 dvojhlavý sval pažní (m.biceps brachii)
 čtyřhranný sval bederní (m.quadratus lumborum)
 bedrokyčlostehenní sval (m.iliopsoas)
 vnější rotátory kyčle (m.piriformis)
 napínač stehenní povázky (m.tensor fasciae latae)
 ischiokrurální svaly (m.biceps femoris, m.semitendinosus et semimembranosus)
 přímý sval stehenní (m.retus femoris)
 adduktory stehna
 lýtkový sval (m.triceps surae)

1.8.2 Fázické svaly

Fázický systém je aktivován, jak se dítě snaží zvednout hlavu pro vizuální orientaci. Tento svalový systém primárně zodpovídá za pohyb, fázi a vyskytuje se spíše povrchově. Často jsou dvoukloubové.

V případě extrémní potřeby jsou schopny se zachovat jako svaly tonické, čili jsou schopny stabilizovat.

Fázické svaly jsou tvořeny zejména rychlými vlákny, tzv. bílými vlákny II typu - rychle se kontrahují, čili rychle zvýší napětí, ale rychle se také unaví. Mají tendenci ke sníženému tonu a k oslabení (Norris, 1993, s. 5-6).

Fázické svaly jsou efektivnější v otevřeném kinematickém řetězci a jsou sekundárním zdrojem točivého momentu. Tento pohyb probíhá volně bez distální fixace, je tak umožněna švihová fáze - chůze na dolní končetině, házení na horní končetině (Norris, 2000).

Patří sem:

rotátory páteře
 vzpřimovače hrudní páteře (mm.erectori spinae)
 flexory krku

mezilopatkové svaly (mm.rhomboidei)
přední pilovitý sval (m.serratus anterior)
horní vodorovná vlákna širokého svalu zádového (m.latissimus dorsi)
zadní část deltového svalu (m.deltoideus)
vnější rotátory paže (m.infraspinatus, m.teres minor)
trojhlavý sval pažní (m.triceps brachii)
horní vlákna velkého prsního svalu (m.pectoralis major)
břišní svaly (m.rectus, transversus et obliquus abdominis)
hýžďové svaly (m.glutaeus maximus, medius et minimus)
vnější a vnitřní hlava čtyřhlavého svalu stehenního (m.vastus med. et lat.)
přední holenní sval (m.tibialis anterior)

1.9 Svalové řetězení

Přestože svaly jsou schopny pracovat odděleně, v reálném životě veškerý projev motorického systému probíhá komplexně. Svaly plní funkci vykonavatele informace tvořené v centrálním nervovém systému, tzv.pohybových programů (Vojta, 2005; Dufková, Bačáková & Mrůzková, 2009). Pohybový program je jako pohybová skládačka tvořena v paměti z různých podprogramů (Véle, 2006, s. 92). Toto programování zajistí souvislou nebo postupnou aktivaci svalů v určité časové a prostorové posloupnosti. Tento jev se nazývá timing a jeho cílem je co nejlepší koordinace a ekonomizace pohybu (D'Avella et al. 2003, s. 1; Véle, 2006; Vojta & Peters, 2009).

Timing závisí na umístění punctum fixum zainteresovaných svalů (Dufková a kol., 2009). Dále se uplatňuje princip reciproční inhibice, kokontrakce a variabilní kombinování svalových elementů, což navyšuje možnost flexibility a adaptability hybného systému (Véle, 2007; Janda, 1999; Krobot, 1997).

Řízení z CNS se neustále upravuje podle aktuální situace na periférii a tvoří eferentní signály jako odpověď. Signály jsou neustále přetvářeny na základě aferentní informace z proprioreceptorů. Postavení se neustále mění, což zajistí větší preciznost pohybu a úsporu energie, ale hlavně také udržení postury i za působení různých vnějších vlivů. Eferentace však nespravuje každý jednotlivý sval zvlášť, nýbrž dochází

k regulaci řetězce jako celku (Enoka, 2002). Podle některých autorů je řízení nastavení (výše zmíněné) záležitostí biomechanickou, Tichý však zdůrazňuje, že fyziologické řetězení je otázka čistě neurofyziologická. To v tomto případě znamená jejich aktivaci na principu subkortikálním, čili reflexní volbou vhodného programu. Jeho cílem je zejména zajištění postury při současně prováděném pohybu (Enoka, 2002; Tichý, 2009).

1.9.1 Svalové synergie

Je to synchronizovaná, geneticky determinovaná souhra skupiny svalů v čase a prostoru, která je ovlivňována jak descendentním vlivem z centrálního nervového systému, tak vlivem z proprioreceptorů. Ve své podstatě jsou svalové synergie vlastně výslednicí působení senzomotorického systému a lidský organismus je jimi ovlivňován již během posturální ontogeneze, kdy zajišťují centrované postavení v kloubu (Bastlová et al., 2011, s. 2; Torres-Oviedo & Ting, 2010, s. 2).

Podle Kelsa (2008) se synergie vyskytují u každé složitější struktury. Je to součinnost několika různých morfologických prvků této neprimitivní struktury působících jako funkční celek izolovaně na kloub, jež je vlastně forma simplifikace (Kelso, 2008; Page et al., 2010, s. 30). Pravděpodobně prvním člověkem, který popsal rozčlenění do synergií v souvislosti s lidským tělem a zmínil způsob jejich řízení, byl v druhé polovině dvacátého století Bernstein (Danna-Dos-Santos et al., 2008; Bernstein, 1967). Výskyt synergií není pro lidskou činnost nezbytný, u některých motorických úkolů mohou dokonce chybět, člověk se jim však může naučit případně je pozměnit (Latash, 2010).

Sherrington říká, že svaly pracují v několika malých skupinách podle charakteristických vzorců, což může být individuální pro každého člověka, ale vykonávají podobné funkce (Ting & McKay, 2009). Motorické chování člověka je umožněno aktivitou několika z nich. Jsou činné jak v zatížení, tak mimo zatížení a liší se rozsahem, délkou trvání a počátkem jejich aktivace a tyto hodnoty se mohou snižovat či zvyšovat během zatížení. Tzv. synchronní synergie obnášejí aktivaci svalů ve stejný okamžik. Jestliže jeden sval v synergii je aktivní, pak jsou aktivní všechny. Časově variabilní synergie je charakterizovaná časovou i prostorovou komponentou, kdy jsou svaly aktivovány vyváženě a i přes jasně daný časový profil svalu připouští zpoždění aktivace mezi svaly (Tresch & Jarc, 2009; D'Avella et al., 2006, s. 18).

Svalové synergie zůstávají přibližně stejné i přes to, že se mění velikost zatížení. Úprava hodnot těchto parametrů závisí na chování jedince (zamýšlená aktivita, např. směr a rozsah kopnutí) a na fázi prováděného pohybu, ale také na okolních podmínkách, z kterých plyne aktivace reflexního oblouku (Robert, Zatsiorsky & Latash, 2008, s. 14-15). Modulací aktivity synergií lze dosáhnout různého pohybového efektu a je možná okamžitá úprava motorického počínu (Cheung et al., 2009).

Tato úprava probíhá v závislosti na smyslové aferentní informaci, kdy při jakékoliv odchylce na periférii dochází okamžitě ke kompenzaci ve svalové aktivitě ve snaze dokončit již započatý motorický záměr (Danna-Dos-Santos et al., 2009). Smyslová modulace je velmi citlivá a je důležitá nejen pro kompenzaci odchylek, ale také pro formování patřičných motorických funkcí normálního, klidového motorického chování. Informační smyslové vstupy hierarchicky vyšších svalových synergií slouží vždy k tvorbě výstupní motorické pro svalové synergie nižší úrovně (Gorniak et al., 2007).

Svalové synergie jsou upravovány prostřednictvím proprioceptivních aferentních drah směřujícím do ventrální části šedé hmoty, kde přichází ke spinálním interneuronům a některé z nich jdou přímo k motoneuronům, informace tak absolvuje cestu monosynaptického reflexu (Cheung et al., 2009). To se projevuje i při primitivních činnostech jako je vstávání ze židle. Jiné jdou dostředivými drahami k supraspinálním etážím CNS (kortex, cerebellum a bazální ganglia), kde následně vzniká odpověď v gyrus praecentralis mozkové kůry, která míří k efektoru cestou kortiko-motoneuronálních neuronů (Tresch & Jarc, 2009; D'Avella et al., 2006, s. 18). Celý tento úkon zahrnuje komplexní somatosensorickou transformaci informací, kdy dochází k integraci několikanásobně opakujících se smyslových vstupů a současně koordinaci mnoha motorických výstupů ke svalům celého těla. Toto aferentní informační „bombardování“ slouží k přehodnocování dané situace a následnému eferentnímu ovlivnění zúčastněných proměnných za účelem zachování funkční integrity systému (Ting, 2007; Kelso, 2008).

Řízení každého pohybu, ať už se jedná o reflex či složitý zamýšlený pohyb, je vysoce složitá činnost, která má mnoho proměnných. Patří tam například nespočet motorických jednotek ve svaích trupu a končetin. Dále také třeba nejednoduchý vztah mezi těmito proměnnými a zamýšleným pohybem, jehož výsledkem je složitá hybnost muskuloskeletálního systému (Berniker et al., 2009). Proto centrální nervový systém

vyvíjí strategie pro zjednodušení řízení pohybu v podobě aktivity variabilně nakombinovaných svalových synergií a řízení CNS přechází z vícerozměrné strategie motorického řízení na jednodušší malorozměrnou, která funguje s minimálním úsilím bez ztráty výkonnosti či efektivnosti. Vícerozměrné, neboli vícedimenzionální řízení pohybu obnáší kontrolu více stupňů volnosti, které je složitější a náročnější (Cheung et al., 2009; Berniker et al., 2009; Torres-Oviedo et al., 2006, s. 17; Bernstein, 1967).

Tyto stupně volnosti, autorem nazývány jako motorická redundance, jsou vlastně parametry udávající možnosti pohybu. Jsou to proměnné veličiny dány rychlostí, množstvím směrů pohybu, typem svalů a kloubů a jejich kombinováním v motorickém záměru (Bernstein, 1967).

Snížením počtu proměnných se zjednoduší a zefektivní tvorba pohybu (Berniker et al., 2009). Dle Bernsteina tento akt proběhne organizováním motorického systému do modulů (dále nedělitelných jednotek), které se dělí do několika hierarchických úrovní – nervová, muskulární, kinematická až nejvyšší úroveň, což je chování a právě muskulární úroveň může být reprezentována svalovými synergiemi. Efektivní kombinování variabilního počtu svalových synergií je zodpovědné za pohybové vzorce základního přirozeného chování jedince (Ting & McKay, 2009; Neptun et al., 2009). Jednotlivé synergie daného vzorce udávají nejen mechanismus jeho utváření, ale poskytují také stručný popis jeho různých variant (D'Avella et al., 2006, s. 16). Jeho opakovaným zatěžováním se pak ukáže obraz interakce nervových řídicích signálů a mechanické vlastnosti vykonavatele pohybu (Danna-Dos-Santos et al., 2009).

Podle Latashe (2008) lze polymuskulární aktivitu považovat za aktivní svalové synergie provádějící komplexní účelný pohyb, pokud stojí na třech pomyslných pilířích, což jsou okolnosti, které musí všechny svaly splňovat (Latash, 2008).

První podmínkou je, že všechny účastníci se elementy svou aktivitou směřují ke splnění jednoho společného úkolu. Za druhé, pokud jeden z partikulujících prvků je hypoaktivní nebo hyperaktivní, co se týče dosažení očekávaného cíle, ostatní složky dané svalové souhry jsou schopny na tuto skutečnost reagovat a vykompenzovat ji. Poslední podmínkou je schopnost svalové souhry formovat se či přizpůsobit se podle toho, co je zamýšleným cílem svalové aktivity (Latash, 2008).

Podle některých autorů jsou svalové synergie řešením velkého množství stupňů volnosti a umožnění CNS spravovat menší počet proměnných. Jiní se shodují na tom, že svalové synergie jsou základním kamenem posturální strategie, kdy zajišťují stabilizaci

těžiště a dochází k individuální aktivaci svalu nezbytných pro její zajištění (Tresch & Jarc, 2009). V posturální strategii se projevuje několik faktorů. Patří mezi ně předchozí zkušenost jedince, návyky, očekávání a strach. Je-li řeč o udržování postury, je třeba neopomenout mimo jiné i „kotníkovou“ a „kyčelní“ strategii. Tyto strategie mohou vést k současné aktivaci nezávislých svalových synergií (Torres-Oviedo & Ting, 2010, s. 2).

1.9.2 Svalové smyčky

Svalová smyčka je tvořena souborem dvou svalů, které se upínají na dvou stabilních místech zvaných punctum fixum a překlenují jeden dynamický element (kloub) (Véle, 2006, s. 314). Tento funkční celek je propojen díky klíčovým strukturám, jako jsou ligamenta, fascie či skelet (Suchomel & Lisický, 2003, s. 5).

Na rozdíl od synergií, které pracují izolovaně kolem kloubu, pracují svalové smyčky globálně (Page et al., 2010, s. 31). Anatomickým pozorováním bylo zjištěno, že směr svalových vláken ve smyčkách (i v řetězcích) je zhruba stejný, přičemž vícekloubové svaly jsou uspořádány stejnosměrně a navíc se překrývají jako střšní tašky (Mézieres, 2005-2009, s. 1). Aktivita obou těchto svalů může tomuto elementu zajistit jak pohyb, tak fixaci, hlavně ho ale vyvažuje, případně až kompenzuje. Véle nazval toto působení svalů na hybný element podpůrného aparátu jako „otěže“, které na něj působí dle požadovaného efektu. V některých situacích může jeden úsek stabilizovat pro zajištění lepší mobility úseku druhého, ale také naopak. Tato stabilizace započne aktivitu mobilního úseku, objevuje se v průběhu celé jeho aktivity a také celou činnost ukončuje. Napomáhá tak lepší koordinaci a jistotě (Véle, 2006, s. 314).

1.9.3 Myofasciální řetězce

Soubor několika vzájemně funkčně propojených svalů tvoří svalový řetězec. Je to ve své podstatě soubor několika svalových smyček. Svalové řetězce mohou pracovat jak jednotlivě, tak také ve větším počtu. Soderberg tento jev popsal jako kolektivní kloubní akci, kdy několik svalů je aktivních a ovlivňují tak pohyb v kloubu, jež je považován za centrum jejich spojení (Soderberg, 1997; Véle, 2007; Janda, 1999).

Svaly v řetězci jsou propojeny nejen funkčně, ale také fyzicky a to pomocí vazů, šlach či kostí. Pracují jako jeden složitý komplex či celek, který je řízen z centrálního

nervového systému podle okamžité potřeby (Véle, 2006, s. 314). Někteří autoři popisují svalové řetězce jako zapojení nejméně 3 svalů, kdy je možné v tomto minisystému pozorovat přítomnost alespoň jednoho aktivního spouštěvého bodu v daném řetězci (Jonckheere & Pattyn, 1998, s. 7).

Svaly v jednom řetězci však nemusí provádět vždy stejnou funkci. Někdy lze hovořit o synergismu a stejně tak je možno v řetězci pozorovat antagonismus, kdy je řeč o reciproční inhibici, což lze pozorovat při změně polohy. Činnost řetězce může probíhat jednosměrně, ale také protichůdně, když se řetězce kříží. Při kombinování řetězců roste množství variant pohybu, které mohou být aktivitou vytvořeny (Krobot, 1997).

V neposlední řadě nutno zmínit, že řetězec působí jako jednotka a změna jednoho článku v řetězci ji celou ovlivní, a tedy i celkovou posturu (Kolář, 2001, s. 5). Tímto článkem může být i fascie nebo aponeuróza. Jedna fascie může pokrývat i několik svalů, čímž může ovlivnit ostatní články řetězce (Page et al., 2010, s. 36-37). Retrakce této pasivní tkáně může omezit rozsah pohybu a negativně tak ovlivnit určitou část řetězce (Véle, 2006, s. 37-39).

2 PATOFYZIOLOGIE POHYBU

Poruchu pohybových stereotypů a tudíž jakákoliv pohybová patologie způsobí léze na jedné ze složek pohybu – pasivní (vazy, klouby, fascie), aktivní (svaly) a neurální (nervový systém) (Suchomel & Lisický, 2003, s. 4).

2.1 Příčiny svalového napětí a oslabení

Svalové napětí neboli tonus je síla, kterou se sval brání protažení. Svalového napětí se také týká schopnost aktivace a vzrušivost a na základě toho, se u svalu testují 2 komponenty - elasticita, která je spojená s protažitelností svalových struktur a kontraktilita, která souvisí s neurologickým vstupem. Obě tyto složky mají význam v příčinách svalového napětí a oslabení (Page et al., 2010, s. 49; Norris, 2000).

2.1.1 Svalové napětí

Podle neuromuskulárního objasnění je zvýšené svalové napětí klíčovým faktorem při vzniku svalových dysbalancí. Je obecně platné, že svaly s tendencí ke zvýšenému napětí jsou o jednu třetinu silnější než svaly s tendencí k oslabení.

Toto napětí tvoří kaskádu dějů, které vedou k poranění - reflexně inhibuje antagonistu daného hypertonického svalu a vytvoří tak svalovou dysbalanci, tato nerovnováha svalů vede ke kloubní dysfunkci díky nevyváženým působícím silám, kloubní dysfunkce tvoří špatné pohybové vzorce a kompenzace vedoucí brzy k únavě a nakonec přetížení aktivovaných svalů a špatná stabilizace vede k poranění (Page et al., 2010, s. 50).

Existují tři faktory ovlivňující svalové napětí: délka svalu, iritační práh a změna načasování aktivace v pohybovém vzorci (změna náboru). Svaly jsou vlivem rostoucího svalového napětí často kratší než normální svaly (Hošková, 2003; Zachrla, 2004, s. 2). Se zvýšeným napětím mívají nižší aktivační neboli iritační práh, což znamená, že jsou snadno aktivovány. Pohyb je prováděn cestou nejmenšího odporu, takže napjaté a

facilitované svaly jsou první, které jsou zavzaty do pohybového vzorce. Napjaté svaly si udržují svoji sílu, ale v extrémních případech mohou být až oslabeny.

Z funkčního hlediska je zvýšené napětí výsledkem neurogenních a adaptivních podmínek. K neurogenním faktorům ovlivňujícím napětí patří kontraktilní složka svalových vláken a k adaptivním podmínkám se řadí složka viskoelastická (Page et al., 2010, s. 50).

Neurogenní faktory odpovědné za zvýšené napětí svalu

o Spasticita

Při lézích CNS kyselina gama-aminomáselná neboli GABA v synapsích neinhibuje periferní motoneurony a je tedy abnormálně zpracovávaná informace z proprioreceptorů, což vede ke konstantnímu dráždění až spasticitě jako například u dětské mozkové obrny (Tichý, 2009; Šifta, 2006, s. 1).

o Aktivace limbického systému

K jeho aktivaci přispívá stres, únava, bolest a emoce. Nejvýznamněji ovlivňuje napětí svalů (Nevěřilová, 2009) a změny ve svalech nebývají viditelné, ale je možné je ozřejmit palpační citlivostí. Vyskytují se nejvíce v oblasti šíje, ramen a dolních segmentů zad.

o TrPs

Trigger point neboli spoušťový bod je lokální změna postihující pouze skupinu svalových vláken příčně pruhovaného svalu (Kolář, 2009, s. 58) (viz obrázek 9). Je to hyperirritable svalový snopec, což se projeví při přebornutí jako svalový záškub (Lewit, 2003, s. 96). Je spojený z hypersensitivní reakcí na palpační podnět v podobě myofasciální bolesti (Travell & Simons, 1999, s. 5). Častější výskyt spoušťových bodů je možné sledovat u mladších jedinců a to statisticky především více u ženské populace, než u mužské (Azadeh et al., 2010, s. 3).

Dochází k patologické změně funkce nervosvalové ploténky, která vlastně provádí transpozici eferentní informace z nervu na svalová vlákna. Z mediátorových váček v presynaptické části ploténky je za normálních okolností s příchodem eferentního elektrického vzruchu uvolňován mediátor

neboli neurotransmitter za účelem kontrakce myofibril, což je v případě nervosvalové ploténky Acetylcholin (Bartůňková, 2006, s. 171).

V patogenezi trigger pointu však u některých těchto synapsí dochází k nepřetržitému a nadměrnému uvolňování Acetylcholinu i v neaktivním stavu. To zapříčiní lokální stah sarkomer ve svalu a to se v praxi projeví jako tuhý snopec (Simons & Mense, 2003, s. 1). Přestože dochází pouze k lokálním zvýšenému napětí, trigger pointy mají vliv na snížení rozsahu pohybu (Travell & Simons, 1999, s. 4).

Tento děj, kdy jsou některá svalová vlákna permanentně udržována v kontrakci, má ale zvýšený požadavek na energetické zásobení. Tímto stahem jsou v daných „lokalitkách“ stlačeny cévy. Je tak omezen přívod kyslíku a živin a vzniká tak energetická tíseň, která způsobí uvolnění substance, jejímž uvolněním se aktivují vegetativní a senzorické nervy v dané oblasti. Tím se tvoří bludný kruh, protože aktivita těchto nervů vegetativních a senzorických podporuje nadměrné uvolňování Acetylcholinu (Kolář, 2009, s. 58-59).

Přesná příčina není zcela objasněna, ale existují tvrzení, která hovoří o příčině traumatické či mikrotraumatické, ať už je toto trauma chemické, fyzické či emocionální povahy (Travell & Simons, 1999).

O Svalové spasmy

Způsobují ischemii nebo změnu pohybového vzorce či pozice kloubu vyplývající ze změny napětí. Nezpůsobuje bolest.

Svalový spasmus je klidový zvýšený tonus, palpačně bolestivý, vznikající jako odpověď na kloubní dysfunkci nebo iritační bolest v důsledku poruchy funkce interneuronu na míšní úrovni (Jakubíková, 2007, s. 1). Vede tzv. reciproční inhibici, což je vlastně utlumení aktivity protihráče vlastní hyperaktivitou. Jedná se o snížení napětí a následně snížení svalové síly (Hošková, 2003).

Adaptační faktory zvýšeného napětí

Zvýšené svalové napětí je také výsledkem adaptace na zkrácení, kdy dlouhodobé setrvávání svalů ve zkrácené pozici způsobuje zmenšení jeho délky a poté posturální adaptaci.

Zkrácené svaly nejsou bolestivé, ale jsou citlivé na dotek. Vykazují nižší práh dráždivosti a v pohybu jsou snadno aktivovány. Postupem času jsou svalová vlákna nahrazována nekontraktilní tkání - vazivem (Page et al., 2010, s. 50; Zachrla, 2004, s. 2).

2.1.2 Svalové oslabení

Svalový tonus se ze strukturálního pohledu může snížit lézí CNS jako je poranění míchy (kortikospinálního traktu), periferního motoneuronu, postižení nervosvalového přenosu nebo cerebrovaskulární ataka, kdy snížené napětí vede k ochablosti a oslabení, sval je hypotonický (Kolář, 2009, s. 75). Funkčně může být oslabení výsledkem neurogenním nebo adaptivních změn a může se projevovat zpožděním aktivace v pohybovém vzorci (Page et al., 2010, s. 51; Neckel et al., 2006). K oslabení svalu může dojít také při hypoaktivitě, což má za následek pokles celkové zdatnosti organismu (Janda, 1985; Zachrla, 2004, s. 2).

Neurogenní faktory sníženého napětí

o Reciproční inhibice

Svaly jsou reflexně inhibovány aktivitou antagonisty. Oslabení agonisty je často způsobováno sekundárně ke zvýšení napětí antagonisty (Tichý, Jelínek, & Macková, 2010, s. 6, 8).

o Artrogenní oslabení

Sval je inhibován skrz buňky předních rohů míšních z důvodu otoku kloubu či kloubní dysfunkce a může to vést až k atrofii vláken II typu (Janda, 1985; Page et al., 2010, s. 51).

o Deafferentace

Je úbytek aferentní informace z nervosvalových receptorů na periférii například poškozením mechanoreceptorů a následně jsou eliminovány i eferentní signály k alfa motoneuronům, což způsobí snížení svalové síly, ale také změnu motorického programu jak v místě poranění, tak i v globálnějším pojetí (Page et

al., 2010, s. 51). Senzorické léze také negativně pozmění signalizaci z poškozeného kloubu a zvyšují tak šanci kloubního poranění, jak je to často popisováno u poranění kolene (Mayer & Smékal, 2003, s. 2).

o Pseudoparéza

Pseudoparéza neboli alienace je stav funkčního útlumu, kdy určité svaly mají tendenci se zhoršovat. Tento stav nastává například po operaci, po odběru tkáně (štěp), za přítomnosti otoku, nezhojených sutur nebo u vstřebávajících se krevních podlitin (Horáček, O., Schreier, B., Lisý, J., Kobesová, A. & Kolář, P., 2011, s. 2). Má tři klinické příznaky: hypotonie, snížení svalové síly na 4, zřídka na stupeň 3 dle svalového testu a mění se načasování aktivace svalu v pohybovém vzorci (zpožděný nástup s brzkou aktivací synergistů, snížení aktivity svalu nebo sval přestane plnit svou funkci, nikoliv že by neměl sílu) (Janda, 1985).

o Oslabení trigger pointy

Předrážděné svalové snopce mají nižší práh dráždivosti, to vede k nadměrné aktivitě, rychlému unavení a nakonec oslabení, ke kterému dojde mnohem rychleji než u normálního svalu. Tyto svaly s přítomnými TrPs vykazují snížení počtu motorických jednotek a horší synchronizaci.

o Únava

Únava je stav, kdy organismus je schopen omezeného výkonu vlivem inhibice nervové soustavy nebo metabolických okolností, jako jsou nedostatečné energetické zásoby nebo nahromadění zplodin látkové přeměny v těle. Mnohdy ji pacient ucítí ještě před projevem bolestivosti, což může mít za následek ne nutně vědomé vytvoření kompenzačních a chybných pohybových vzorců před manifestací bolesti (Baker et al., 2010, s. 2; Page et al., 2010, s. 51; Soulek, 1995).

Adaptivní faktory sníženého napětí

o Oslabení při protažení

Oslabení při protahování je stav, kdy je sval protažen mimo fyziologický neutrální, ale ne mimo normální rozsah pohybu. Dlouhodobé svalové protažení způsobuje inhibici svalového vřetenka a tvorbu dalších sarkomer. Někdy se také nazývá jako pozitivní oslabení (Page et al., 2010, s. 51).

o Oslabení při napětí

Nadměrně aktivované svaly se časem zkracují, rychleji se aktivují a po čase slábnou. Roste tam množství nekontraktilní tkáně a klesá elasticita svalu, což vede k hypertrofii. Toto přetěžování vede k ischemii a degeneraci svalových vláken a to přispívá k oslabení.

Když inhibovaný a oslabený sval je posilován, vede spíše než ke zvýšení napětí ke snížení. Často když je zkrácený antagonist protahován, oslabený a inhibovaný agonista spontánně zvýší sílu (Page et al., 2010, s. 51).

3 SVALOVÉ DYSBALANCE

Každý pohyb nebo fixování určité pozice je fyziologicky dán kooperací agonistů a antagonistů, ať již ve formě inhibice antagonisty nebo kokontrakce. To, jak bude tento počin vypadat v reálu, je ovlivněno rozdílem mezi silovou aktivitou obou zúčastněných svalových aktérů a jejich délkou. Tyto hodnoty jsou u zdravého jedince v relativní rovnováze. Nikdy však nedochází pouze k aktivaci dvou protihráčských svalů, ale v činnosti je jich hned několik a působí zřetězeně (Page et al., 2010, s. 27-28; Vilímek, 2007). Díky tomuto řetězení se projeví případná patologie nejen u dané svalové skupiny, ale i u jeho kontralaterálních „kolegů“, což se může projevit ve vzájemné koordinaci trupu (Newton, Gerber, Nimphius, Shim, Doan, Robertson, Pearson, Craig, Häkkinen & Kraemer, 2006, s. 1).

Svalová dysbalance je různými autory vysvětlována různými způsoby. Podstatou je narušení vztahu mezi agonistou a antagonistou. Snížená účast agonistického svalu vede k jeho atrofii nebo nepřiměřenému zapojení ve směru jiného pohybu prováděném tímto dominantním svalem, což naopak může vést ke zkrácení. Někteří autoři tuto skutečnost vysvětlují výskytem mikrotraumat u agonisty vlivem přetěžování (Brooks & Evans, 1992; Mahrová & Bunc, 2008, s. 2; Zachrla, 2004, s. 2-3; Alizadehkhayat, Fisher, Kemp & Frostick, 2007, s. 2). Narušení funkce jednoho ze zúčastněných elementů způsobí nesprávnou aktivaci svalového řetězce či synergie, někdy i v celém jeho průběhu. Přítomnost léze znamená narušení i držení těla, a tudíž i nesprávné provedení pohybového programu (Tichý, 2008; Véle, 2006).

Špatné pohybové návyky, špatné posturální nastavení, náchylnost k poranění z přetěžování, nedostatečná pružnost, nesprávný agisticko-antagonistický vztah, ale také únava mohou přispět k rozvoji nerovnováhy mezi svaly (stabilizačními a dynamickými) (Malátová & Matějková, 2011, s. 1-2; Camarda & Denadai, 2011, s. 5; Newton et al., 2006, s. 5-6). Přetrvávající nerovnováha může vést ke zvýšené náchylnosti k opakování, brzká progresse pak k degenerativním změnám a udržení dysbalance a právě výše zmíněné možné příčiny této patologie jsou jako v začarovaném kruhu umocňovány (viz obrázek 11). Dochází tak k negativnímu ovlivňování svalové koordinace a tkání hybného systému, snížení výkonnosti a

někdy až k traumatu (Newton et al., 2006, s. 6; Šrámková & Vojtík, 2010, s. 2; Zachrla, 2004, s. 6).

Svalová dysbalance se stále více vyskytuje v etiologii mnoho muskuloskeletálních poruch. Abnormální postura může způsobit u protáhlých nebo zkrácených svalů, že se stanou oslabenými a nevyužitými. Oslabení může dále vést ke kompenzačnímu přetížení dalších svalů a to dále navazuje či zakládá vzorce nerovnováhy. Bylo potvrzeno, že výskyt různých typů poranění z přetížení, ať už rameno u plavců či hráčů badmintonu nebo tenisový loket u tenistů, je možno eliminovat prováděním sportu a specifických tréninkových aktivit až po zhodnocení potencionální možnosti silové nerovnováhy mezi agonistou a antagonistou a identifikování případné predispozice k poranění (Alizadehkhayat et al., 2007, s. 2). Toto vyhodnocování by se mělo provádět pravidelně a jeho správná znalost schématu muskulární rovnováhy je významným preventivním faktorem (Mahrová & Bunc, 2009, s. 3).

Janda zdůrazňoval, že každý pohyb je realizován interakcí soustavy nejen svalové, ale také kosterní a nervové – řetězí se do funkčního celku a postižení kloubu, svalu či fascie se projevuje v kvalitě a funkci ostatních elementů řetězce, čili porucha se nevyskytuje lokálně, nýbrž postihuje celek. Protože na sebe defekty navazují, vznik jednoho podmiňuje vznik dalšího a jejich rozvoj může způsobit i jen minimální svalová kompenzace nebo fyziologická odchylka od zdravého modelu (Vařeka & Dvořák, 2001). Vyrovnáním jednoho z nich se zvýrazní právě dysbalance v jiné části řetězce. Tento úkaz se nazývá vrstvení poruch. Často je to špatný timing aktivace svalu, kdy se sval opožděně aktivuje a jeho synergisté se aktivují dříve nebo naopak je sval uveden v činnost později. Pokud se terapeut při vyšetřování zaměří pouze na jeden sval, získá možná významné informace, dopouští se však přesto chyby a závěr vyšetření není zcela správný, přesněji je zkreslený (Véle, 2006).

Takovýmto příkladem řetězení je rozvoj tenisového lokte, jehož vznik může zapříčinit kompenzování jak patologie ramenního pletence, tak přítomnost nerovnováhy svalů na předloktí. Konkrétně oslabení extrarotátorů už je určitou predispozicí, kdy loket je v rámci kompenzace ramenní slabosti přetěžován nebo špatná stabilizace trupu může napomoci rozvinutí ramenní patologie (Alizadehkhayat et al., 2007, s. 2; Hodges & Richardson, 1997).

Léze vede ke kloubní dysfunkci a změně pohybových vzorů, což vede k bolestivosti. Je to však jev obousměrný. Stejně jako dysbalance vede ke změně pohybového vzorce, může změněný pohybový vzorec vést ke svalové dysbalanci (Irish, Millward, Wride, Haas & Shum, 2010) a jen zřídka je zdroj bolesti její opravdovou příčinou (Page et al., 2010, s. 42). Pokud je přítomna jakákoliv dysfunkce, organismus není schopen správně uskutečňovat pohybové vzorce. Mezi tyto dysfunkce se řadí funkční blokády a strukturální poruchy (Tichý, 2009).

Pohybové stereotypy jednoduché či složitější, které jsou normálně prováděny tak, aby byly co nejefektivnější, se stávají neekonomickými a jejich narušení se stává nejvýznamnější příčinou funkčních blokády, což vede dál k bolestivosti (Lewit, 2003, s. 41). Mění se dráha pohybu, jeho rozsah, timing svalové aktivace a dochází k přetěžování kloubních struktur – zvýšená mechanická zátěž facies articulares a ligamentózní aparát. Je narušeno centrování postavení kloubu, které za fyziologických podmínek obnáší vyvážené působení tlakových sil v kloubu a maximální kongruence kloubních ploch (Lewit, 2003; Kolář, 2009, s. 246). Mimoto neuromuskuloskeletální systém je funkčně propojen a patofyziologie v jednom segmentu způsobí tzv. zřetězenou reakci (Vacek, 2011).

Řetězení probíhá v celém funkčním neuromuskuloskeletálním modelu pohybu - v systému muskulárním, neurologickém a artikulárním (Vařeka, Dvořák, 2001; Enoka 2002). Vždy se zhoršení jednoho systému projeví do ostatních. Z toho plyne, že řetězec je tak silný, jako jeho nejslabší článek (Kibler, 1998; Page et al., 2010, s. 30).

Kloubní řetězení se vyskytuje jako posturální nebo kinematické. Posturální kloubní řetězení je vztah pozic dvou sousedních kloubů při vzpřímeném držení těla (Bruggerovo ozubené kolo). Kinematické kloubní řetězení ukazuje vztah kloubů při pohybu buď jako otevřený nebo uzavřený kinematický řetězec, u nichž je nutná proximální stabilita a distální mobilita v prvním případě a ve druhém naopak. U kloubů se může vyskytnout hypomobilita způsobená nejčastěji zkrácením svalů na opačné straně kloubu. Jako kompenzační mechanismus se v sousedním segmentu vyskytne hypermobilita, která se při nápravě hypomobility spontánně upraví (Kolář, 2009, s. 414-415 ; Page et al., 2010, s. 28-29; Kibler, 1998).

Do skupiny svalového řetězení patří 3 podtypy – synergie, smyčky a myofasciální řetězce. Přestože patofyziologie vzniká lokálně v jedné části, postihne

celý organismus, protože se jí jako funkční celek snaží kompenzovat a přizpůsobit se jí pro zajištění rovnováhy (Lewit, 2003). Správná postura a pohybové stereotypy jsou realizovány co nejekonomičtěji a v předem daném, automatickém časovém uspořádání. V případě špatného časového nebo silového zařazení je pohyb technicky proveden nekvalitně a ztrácí na efektivnosti (Zachrla, 2004, s. 3). Posturální funkce má dvě složky – statickou a dynamickou (Bursová, 2007, s. 1-2). Statická složka je typizována tonickými svaly produkujícími izometrickou kontrakci proti stabilnímu odporu, fixované pozice a vytváří tak podpůrnou komponentu. Dynamická složka je reprezentována fázickým systémem, pro něhož je typické střídání stahu a uvolnění, tvoří komponentu pohybovou (Chaloupka, Siegelová, Špinarová, Skalická, Karel & Leisser; 2006, s. 1). Dysfunkcí je narušena jejich vyvážená kooperace, která potřebná např. při plazení, chůzi či plavání a v rámci zachování integrity organismu insuficience jedné složky vede ke kompenzaci a adaptaci složky druhé (Bursová, 2007, s. 1-2).

Aktivita svalů (ale také reflexní ochrana kloubů) je v průběhu pohybu neustále zajišťována pomocí aferentních stimulů, což zajišťuje plynulost pohybu a okamžitou změnu (Véle, 2006). Jak Janda definoval dynamické stereotypy, je to komplexní působení podmíněných a nepodmíněných reflexů (Bursová, 2007, s. 2). Právě deficitem aferentního zdroje informací v reflexním oblouku vzniká nejvíce neurologicky zřetězených poruch vedoucích k dysbalanci. Její nedostatek nebo nesprávnost ovlivní centrální zpracování, což má negativní vliv na tvorbu nesprávného motorického výstupu, tudíž globálně působí na posturální stabilitu a lokálně na stabilizaci kloubu (Page et al., 2010, s. 37). Za nepatologických okolností je cílem motorického chování pohybová koordinace mezi různými klouby během pohybu, která je při narušení nahrazována kompenzačními pohybovými strategiemi v podobě abnormálních vzorců multisegmentální koordinace nebo jsou stejné pohyby tvořené jinými nervosvalovými mechanismy (Safavynia, Torres-Oviedo & Ting, 2011, s. 2).

Nefyziologická aktivace způsobí jednak vznik svalové dysbalance a při jejím opakování ji prohlubuje, role senzomotoriky je zde nezastupitelná (Page et al., 2010). Opakovanou špatnou aktivací dochází k přetěžování a vzniku funkčních blokády, které se při takto přetrvávajícím stavu mění ve strukturální poruchy. Podle

některých autorů se dokonce může projevit i v orgánech v rámci působení vertebroviscerálních vztahů (Bursová, 2007, s. 1).

Obecně je cílem zlepšení stability segmentů jednotlivě, ale také celkově, zlepšení propriocepce, kondice a zautomatizování si nových pohybových programů. Každý člověk je originál a program nápravy by tedy měl být stejně jedinečný jako jedinec sám (Suchomel & Lisický, 2003, s. 10) Identifikace špatných pohybových stereotypů je důležitá jak pro sportovce, kdy účelem je neprohlubovat patologii, tak pro běžnou populaci. Mezi nejvýznamnějšího představitele, který se o tuto problematiku zajímal, patří profesor Janda (Bursová, 2007, s. 7).

3.1 Syndromy dle Jandy

Nerovnováhy svalů byly jako první systematicky popsány profesorem Vladimírem Jandou jako syndromy svalových dysbalancí (Tresch & Jarc, 2009).

Dolní zkřížený syndrom

Ústředním segmentem tohoto syndromu je pánev, která funguje jako křižovatka pro horní a dolní trup (Tlapák, 1996) (viz obrázek 2). Setkává se zde tlak hmotnosti těla a tlak od dolních končetin. Je takovým základním stavebním kamenem pro páteř a jakákoliv změna na sklonu, poloze pánve se hned projeví na postavení páteře (Tlapák, 1996).

Svalové nerovnováhy se vyskytují párově:

- oslabení velkých svalů hýžd'ových a zkrácení svalů bedrokřížokyčelních
- oslabení přímých svalů břišních a zkrácení bederních vzpřimovačů trupu
- oslabení středních svalů hýžd'ových a zkrácení napínačů stehenní povázky (Lewit, 2003, s. 142-143)

Horní zkřížený syndrom

Hlava nasedá na krk a zejména s prvními dvěma krčními obratli tvoří uzlový bod pro řízení pohybů celého osového segmentu v závislosti na poloze hlavy (Véle, 2006). Tato oblast tvoří nestabilní spojení, a proto je nutné neustálé svalové napětí

šíjových svalů pro stabilitu tohoto somatického segmentu (Hošková, 2003). Celá cervikální páteř je namáhána svaly, které se na ni upínají, jdoucí zejména od lopatky; jsou to často svaly spojované s psychickým rozpoložením jedince, mimo stres sem patří i například chlad -nejvýznamnější je asi trapézový sval (Tlapák, 1996).

Svalová dysbalance v podobě tohoto zkříženého syndromu se projeví typickým chybným držením těla, kdy má jedinec kulatá záda a s tím spojenou protrakci a elevaci ramen, vystrčenou bradu a záklon v krční oblasti (Lewit, 2003, s. 143) (viz obrázek 1).

- oslabení svalů rombických a zkrácení prsních svalů
- oslabení hlubokých krčních ohybačů a zkrácení trapézového svalu a vzpřimovačů šíje
- oslabení předních svalů pilovitých a širokých svalů zádočných a zkrácení zdvihačů lopatek (Lewit, 2003, s. 143)

Horní zkřížený syndrom může způsobit zkrácení ligamentum nuchae, které fixuje krční hyperlordózu. Typické pro tento syndrom je podklíčkové dýchání, trigger pointy na bránici a hypertrofie skalenových svalů (Lewit, 2003, s. 143). První tři krční obratle vyvolávají změny v napětí svalů končetin - např. záklon spojen s extenzorovým drážděním na HKK a flexorovým drážděním na DKK, naopak při předklonu hlavy dochází ke dráždění flexorů HKK a extenzorů DKK (Hošková, 2003)

Vrstvový syndrom

Zezadu

- zkrácení ischiokrurálních svalů
- oslabení svalů hýžděových
- nedostatečnost svalů bederní páteře
- zkrácení
- hypertrofické vzpřimovače hrudní páteře
- oslabení dolní fixatory, mezilopatkové svalstvo
- hypertrofické svaly trapézové, zdvihače lopatek, hluboké šíjové svaly

Zepředu

- hypertrofické svaly bedrokřížokyčelní
- disociovaná funkční kvalita břišních svalů
- hypertrofické prsní svaly
- oslabené ohybače krku, hlavy (Lewit, 2003, s. 143-144)

4 DISKUZE

Komplexní a ucelený, obecný pohled na svalové dysbalance není příliš dobře popsán. Všeobecný základ však položili Janda (1994), Sahrman (1988) a Kendall (1993) (Carson, 1999, s. 1).

Aby bylo možné diskutovat o svalových dysbalancích, měli bychom mít představu, co znamená balance. Již po narození během ontogeneze jsou aktivovány svalové synergie, které umožňují dítěti se vyvíjet a utvářet tak posturu. V ideálním případě správné držení těla (Kolář, 2001, s. 1). Základy jakýchkoliv pohybových programů se u dítěte tvoří již v gestačním období ve vodním prostředí (Véle, 2006, s. 53).

Tudíž základem svalové dysbalance je jakákoliv nerovnováha ve svalovém systému. Většina autorů popisující svalové dysbalance se o ní však zmiňuje z pohledu jedné příčiny, ať už v souvislosti s jednostranným zatěžováním nebo parézou určitého svalu (Alizadehkhayat et al., 2007, s. 2; Sheffler, Lattanza, Sison-Williamson & James, 2012, s. 2; Weekley, Nikolaou, Hu, Eismann, Wylie & Cornwall, 2012, s. 1). Souhrnně je jejich původ popsán až v knize doktora Phila Page, doktorky Clare C. Frank a fyzioterapeuta Roberta Lardnera.

K dysbalancím existují 2 přístupy. První, biomechanický přístup, jehož základy položila Shirley Sahrman, tvrdí, že svalová nerovnováha je dána častým opakováním určitého pohybu nebo dlouhodobým nastavením postury, které způsobuje tkáňové změny. Za normálních okolností, kdy je napětí svalů kolem kloubu v rovnováze, kloub správně a bez problému funguje, ale při zkrácení jednoho svalu a oslabení jeho protihráče se kloub stává v určitém směru citlivější, což způsobuje bolestivost díky opakovaným mikrotraumatům v dané oblasti. K oslabování a prodlužování svalu dochází udržováním svalu v protažené pozici, kdy roste počet sarkomer. Naopak sval udržovaný ve zkrácené pozici ztrácí sarkomery a sval je infiltrován pojivovými tkáněmi, takže se napětí svalu zvyšuje a jeho délka se zkracuje. Během pohybu převládá aktivita jeho synergistů (Page et al., 2010, s. 49-52; Alizadehkhayat et al., 2007, s. 2).

Na druhé straně je Janda se svým neuromuskulárním přístupem, který není zcela jednoznačně oponentský, protože nevylučuje vliv biomechaniky na vznik svalové dysbalance. Je to vlastně funkční přístup k dané problematice. Tento muž tvrdil, že

svalový systém je funkční křížovatkou, kde se kříží vliv centrálního nervového a muskuloskeletálního systému, zejména pak ze svalové periferie. Hovoří o tom, že svaly s tendencí k hyperaktivitě jsou zhruba o jednu třetinu silnější než svaly s tendencí k oslabení. Působí na ně vnější a vnitřní vliv, na což organismus reflexně reaguje ve smyslu senzomotoriky a dochází k adaptaci. Prohlašoval, že svalová dysbalance má v podstatě na svědomí udržování či recidivu chronických bolestivých stavů (Page et al., 2010, s. 8-9; Alizadehkhayat et al., 2007, s. 2).

Stejně tak by například na Jandův zkřížený syndrom bylo možné napasovat Sahrmannové biomechanický princip, který říká, že svaly nadměrně používané a udržované ve zkrácené pozici se zkracují snížením počtu sarkomer a stávají se hypertonickými. Kdežto svaly antagonistické, v tomto případě velký sval hýžd'ový, jsou tím pádem udržované v protažení pozici, tudíž počet sarkomer roste a s nimi i délka svalu (Sahrmann, 2002).

Biomechanickou teorii jednostranného zatěžování podporuje i mnoho studií orientovaných na sportovce s profesionálním zaměřením. Patofyziologická změna jedné muskulární komponenty ramenního pletence profi volejbalisty vede ke kompletní změně pohybu v ramenním pletenci a dále ke zhoršení pohybového vzorce dané oblasti, což sekundárně může vést k rozvoji nociceptivní aferentace. Zvláště pak oslabení rotátorové manžety může vést k nestabilitě pletence (Stickley et al., 2008, s. 1; Wang et al., 2000, s. 1; Kugler et al., 1996, s. 3-4). Podobně zvýšená aktivita hamstringů u fotbalistů, kdy základem jejich tréninků jsou krátké sprinty, útoky na cíl, skákání a výkopy, vede ke zkracování hamstringů a vlivem přetěžování roste hrozba jejich poranění. (Bennell et al., 1998, s. 1) Dalším příkladem absence svalové rovnováhy ve sportu je možné pozorovat třeba u hráčů tzv. tenisových sportů, kteří zatěžují především kvadrant těla kolem horní končetiny, nebo u hráčů hokeje formou skoliózy ve směru uchopování hokejky. Při neúčasti kompenzačních cvičení dochází k poškození axiálních struktur, nejprve funkčně a při opakování se pak mění na strukturální (Mahrová & Bunc, 2009, s. 2; Zachrla, 2004, s. 5-6).

Každý pohyb či pozice je zajištěna zřetězenou kontrakcí svalů umožněnou adekvátním pohybovým programem s daným cílem, nikoli izolovanou kontrakcí (Bastlová, 2010, s. 1; Malátová, 2006, s. 4). Kolář zmiňuje první formu tohoto svalového řetězení již při ontogenetickém vývoji, kdy se formuje funkce tonických a fázických svalů. Tvrdí, že fázické svaly pracují v posturální funkci jako komplex a

v okamžiku aktivace jednoho fázického svalu je uveden v činnost celý tento fázický komplex. Ovšem je-li porušen třeba jen jeden sval, v případě fázického systému mající tendenci k oslabení, dojde k reflexnímu utlumení celého systému a dále dojde k převaze systému svalových protihráčů, což už je patologické (Kolář, 2001, s. 3-5; Vařeka & Dvořák, 2001). Vzhledem k tomu, že fázické svaly mají v ontogenezi vliv na vývoj veškeré morfologie, zejména té skeletální, patologie svalového řetězení se pak projeví během somatického vývoje (Kolář, 2001, s. 5-6).

V dospělosti však je již vývin dokončen a patologie svalových řetězců mají původ v jiných oblastech. Několik autorů se shoduje, že trigger point, přestože je to nerovnováha na nejmenší úrovni svalu, může ovlivnit nejen smyčku, ale dokonce i celý řetězec, protože podle Travellové a Simonse snižuje rozsah pohybu svalu (1999, s. 4; Kolář, 2001, s. 9-10; Jonckheere & Pattyn, 1998, s. 7-8; Lewit, 2003). Jeho antagonistu není přímo recipročně utlumen, ale podle biomechanické teorie Shirley Sahrmann dlouhodobé setrvání svalu v protažení vede k růstu počtu sarkomer a k jeho prodloužení (Page et al., 2010, s. 50; Sahrmann, 2002). A nakonec, změna funkčnosti svalu vede ke změně biomechaniky v rámci celého řetězce (Tichý, 2009). Tato myšlenka je však spekulativní.

Kolář pak hovoří o trigger pointu jako o dysfunkci, která se zásadně nevyskytuje separovaně, což ještě více podpoří myšlenku globálního vlivu dysbalance (Kolář, 2001, s. 9-10).

Všeobecně platí, že mezi nejvýznamnější činitele, kteří ovlivňují funkci svalové soustavy, jednoznačně patří bolest, což tvrdil již Vodička (1957). Každé podráždění, zvláště pak nociceptivní, vede reflexně ke změně dráždivosti svalů, ať už inhibičně či excitačně (Janda, 1985). Tvoří se tak začarovaný kruh (viz obrázek 11), protože většina autorů uvádí, že dysbalance vedou k negativním procesům. Hnáťová a kol. zmiňují zhoršení kvality muskuloskeletálního systému až morfologické změny, což může mít za následek až trauma. (2008, s. 2, 7) Dále několik autorů zmiňuje například adaptivní procesy šlach a svalů, ale také porucha osifikačního procesu a jako sekundární účinek adaptace měkkých tkání se objevuje malformace kostních struktur (Irani & Sherman, 1963; Ponseti & Campos, 1972; Windish et al., 2007). Stejně tak Kolář zmiňuje, že špatné držení těla vzniklé svalovou nerovnováhou, má vliv na morfologický vývoj organismu. Už během prvních chvil života dítěte se objevují geneticky předurčené svalové synergie, jež formují tělo – upravují anteverzní a kolodiazifální úhel, mění

držení těla, klenbu nožní. Pokud jsou tyto motorické souhry narušené, nevznikají špatné funkční změny, ale dochází k špatnému vývoji dítěte (Kolář, 2001, s. 3).

O vlivu svalových synergií na posturu hovořili již Bernstein (1967) nebo později Latash. Dle Bernsteina jsou synergie forma zjednodušeného motorického řízení, kdy je snížen počet proměnných. Posturální model tak má nízkou variabilitu proměnnosti, ale vysokou stabilitu. Což dokazuje i fakt, že počet aktivovaných synergií je v daném momentu menší než počet používaných svalů (Cheung, d'Avella & Bizzi, 2009, s. 18) Spousta studií udává, že schéma udržení postury ve vertikále má hierarchické uspořádání, kdy na nižší úrovni jsou svaly organizovány do skupin a na vyšší úrovni dochází ke zpracování a vytvoření požadovaného pohybu. Bylo opakovaně prokázáno, že svalové synergie tvoří základ každého složitějšího pohybu či držení postury (D'Avella et al., 2003, s. 1; Klous Danna-dos-Santos & Latash, 2010, s. 11; Ajiboye & Weir, 2009, s. 11-12; Robert et al., 2008, s. 15; Torres-Oviedo et al., 2006, s. 2; Mercer & Sahrman, 1999, s. 3). Některé ze studií dokonce hovoří o tom, že neměnné synergie účastníci se posturální kontroly by nutně nemusely být zakódovány v nervových strukturách, ale mohly by být aktivovány v náhodných vzorcích pro optimální kontrolu muskuloskeletálního systému (Torres-Oviedo & Ting, 2010, s. 3; Mercer & Sahrman, 1999, s. 3, 8-9).

V minulosti několik autorů dokonce zmínilo, že synergie pracují jako celky a mohou tak nahradit část nesprávného pohybového vzorce (Tuller, Turvey & Fitch, 1982).

Aby se mohlo diskutovat o synergiích v dospělosti, je podle Latashe třeba splnění třech podmínek (2008). Pokud se vezmou v potaz fakta o Jandových syndromech svalových dysbalancí, dá se říci, že se v podstatě jedná o jistý druh svalové synergie, s čímž se ztotožňuje i doc. Kolář (2001).

Příkladem může být Jandův dolní zkřížený syndrom. Zkrácením svalu bedrokřížokyčelního dojde ke změně postavení pánve a toto postavení ovlivní i postavení páteře, protože pánev je svým způsobem její základna a tím i základna trupu. Jako reakci je možné pozorovat zvětšení bederní lordózy spojené se zkrácením bederních vzpřimovačů páteře a snížení svalového napětí abdominální muskulatury spojené s vyklenutím břišní stěny (Tlapák, 1999). Prakticky je to možné pozorovat u fotbalistů, kdy má přednost posilování pouze dolních končetin bez ohledu na péči křížokyčelního skloubení nebo bederní páteře, což může vyústit až ve výhřez

meziobratlové ploténky, jak udávají některé studie. Vlivem opakovaných doskoků se bederní vzpřimovače přetěžují a zkracují, nedostatečným posilování břišních partií je tato patologie podporována a vzrůstá antevertze pánve a tak i nerovnoměrné rozložení tlaku na ploténky (Malátová & Matějková, 2006, s. 2; Šrámková & Vojtík, 2010, s. 6).

Tato reakce může být jistým způsobem brána jako svalová synergie, protože jsou splněny první dvě Latashovy podmínky. Třetí podmínku však již nelze potvrdit, z čehož se dá vyvodit, že se jedná o asynergii, což je nefyziologické a hovoří-li se v případě hráče fotbalu o výhřezu ploténky, je řeč až o patologii.

Dalším porušením Latashových podmínek může být mozková mrtvice, kdy rovněž dochází ke zhoršení svalové, a tudíž i kloubní koordinace. (Trumbower, Ravichandran, Krutky & Perreault, 2008, s. 1-2). Častým důvodem dysfunkce synergie je rovněž deafferentace. Změna senzorické informace pozmění nábor svalu v synergii a tím i její strukturu, protože není dodržena je časová a prostorová posloupnost (Torres-Oviedo & Ting, 2010, s. 3).

ZÁVĚR

V této práci jsem shrnula základní informace o fyziologii pohybu – řízení pohybu, svalový systém z pohledu strukturálního a funkčního. Další kapitola s názvem „Patofyziologie popisuje jednotlivé příčiny poruch svalové funkce a na ni navazuje část kapitola, kde jsou podrobně popsány svalové dysbalance i se zmínkou o Jandových syndromech. V diskuzi je pak porovnáno několik studií k dané problematice. Jsou tam zmíněny různé přístupy k dané problematice, ale také globální ovlivnění díky zřetěžené svalové akci.

Z běžného hlediska je svalová dysbalance nerovnováha, která nejprve vede k funkčním změnám v organismu a posléze se může vyvinout až ve změny morfologické. Někdy dysfunkce na jedné z úrovní neuromuskuloskeletálního systému může způsobit až trauma, přestože počáteční příčinou všech obtíží je ve své podstatě mnohdy „banální problém“, který lze terapií relativně snadno odstranit ve srovnání s pozdějšími zdravotními následky. Tyto následky kromě pozdějších změn morfologie také způsobují bolest. Jakýkoliv pohybový projev je pak pro pacienta nejen subjektivně nepříjemný (bolestivost), ale je také neekonomický a neefektivní. Mimoto neefektivita pohybového vyjádření se manifestuje i zhoršeným výkonem.

Pro jakýkoliv fázický pohyb je nutné zaujmutí atitudy a její nesprávné zaujmutí negativně ovlivní pohyb v prostoru i čase. Atituda obnáší vzpřímené držení těla, kořenové klouby v extrarotaci a rovnovážná pozice aker, což umožní centrované a tudíž nejvýhodnější postavení v kloubech. Takto nastavená postura nabízí ideální technické podmínky pro další pohyb.

Závěrem nutno dodat, že přestože spousta lidí si uvědomuje hrozbu pro jejich zdraví a rizika spojená s hypokinetickým způsobem života až inaktivitou, není ochotná se se svým dosavadním životním stylem rozloučit. Svalové dysbalance jsou v dnešní době populační chorobou, která se vyskytuje v celosvětovém měřítku. Vzhledem k četnosti výskytu těchto poruch by měla být tato problematika komplexně více popsána srozumitelněji a dostupněji pro běžnou populaci a lidé by měli být více edukováni jako prevence jejich výskytu a rozvoje.

REFERENČNÍ SEZNAM

- AJIBOYE, A. B. & WEIR, R. F.: *Muscle synergies as a predictive framework for the EMG patterns of new hand postures*. Journal of neural engineering, 2009 Jun;6(3):036004. Dostupné na: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19436081> >
- ALIZADEHKHAIYAT, O., FISHER, A. C., KEMP, G. J. & FROSTICK, S. P.: *Strength and fatigability of selected muscles in upper limb: assessing muscle imbalance relevant to tennis elbow*. Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology. 2007 Aug;17(4):428-36. Epub 2006 Jun 27.
- ALVAREZ, D. J. & ROCKWELL, P. G.: *Trigger points: Diagnosis and management*. American family physician, 2002 Feb 15;65(4):653-60. Dostupné na: <
<http://www.aafp.org/afp/2002/0215/p653.pdf> >
- ANONYMUS: 2008. Dostupné na: <
<http://www.cc.nih.gov/about/news/newsletter/2008/may08/TriggerPointComplex2.jpg> 2008 >
- AZADEH, H., DEGHANI, M. & ZAREZADEH, A.: *Incidence of trapezius myofascial trigger points in patients with the possible carpal tunnel syndrome*. Journal of Research in Medical Sciences, 2010 Sep–Oct; 15(5): 250–255.
Dostupné na: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3082821/> >
- BAKER, J. S., MCCORMICK, M. C. & ROBERGS, R. A.: *Interaction among skeletal muscle metabolic energy systems during intense exercise*. Journal of Nutrition and Metabolism, 2010. Article ID 905612, 13 pages
- BARTŮŇKOVÁ, S.: *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 978-80-246-1171-6
- BASTLOVÁ, P., KROBOT, A., ZÍTKOVÁ, L. & MÍKOVÁ, M.: *Svalové synergie horní končetiny: POLYEMG studie pro klinickou praxi*. Rehabilitace a fyzikální lékařství, č. 1, 2011, s. 3–8. Dostupné na: <
http://www.medvik.cz/kramerius/document/ABA008_01801_MED00011088-2011-18.1_s.3-44.pdf;jsessionid=B9490F1C29D9395579D1975748D54B8D?id=357061 >

- BASTLOVÁ, P.: *PolyEMG studie reaktivity pletencového svalstva na akrální motoriku horní končetiny*. Sborník abstraktů, 2010. s.20. ISBN 978-80-254-7208-8.
Dostupné na: <
http://www.fyziomed.cz/konference/IIIak_2010/Sbornik_abstrakt_AK_2010.pdf#page=20 >
- BENNEL, K., WAJSWELNER, H., LEW, P., SCHALL-RIAUCOUR, A., LESLIE, S., PLANT, D. & CIRONE, J.: *Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australia rules footballers*. British journal of sports medicine, 1998; 32: 309-314.
- BURSOVÁ, M.: *Posouzení objektivit hodnocení vybraných pohybových stereotypů*. Banská Bystrica 2007.23-31. ISBN 978-80-8083-446-3. Dostupné na: <
<http://www.dok.rwan.sk/Sport/Zbornik%20-%20Antropomotorika%202007.pdf#page=23> >
- CAMARDA, S. R. & DENADAI, B. S.: *Does muscle imbalance affect fatigue after soccer specific intermittent protocol?* Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia, 2011 Dec 21.
- CARSON, P. A.: *The rehabilitation of a competitive swimmer with an asymmetrical breaststroke movement pattern*. Manual therapy, 1999 May;4(2):100-6
- ČIHÁK, R.: *Anatomi 1*. Praha: Grada Publishing, 2008. ISBN 978-80-7169-970-5
- D'AVELLA, A., PORTONE, A., FERNANDEZ, L. & LACQUANITI, F.: *Control of fast-reaching movements by muscle synergy combinations*. The Journal of Neuroscience, 2006 Jul 26;26(30):7791-810.
- D'AVELLA, A., SALTIEL, P. & BIZZI, E.: *Combinations of muscle synergies in the construction of a natural motor behavior*. Nature neuroscience, 2003 Mar;6(3):300-8
- DYLEVSKÝ, I., DRUGA, R. & MRÁZKOVÁ, O.: *Funkční anatomie člověka*. Praha - Grada Publishing, 2000. ISBN 80-7169-681-1
- DYLEVSKÝ, I.: *Funkční anatomie*. Praha: Grada Publishing, 2009a. ISBN 9788024732404
- DYLEVSKÝ, I.: *Speciální kineziologie*. Praha: Grada Publishing, 2009b. ISBN 9788024716480
- ENOKA, R. *Neuromechanics of human movement*. Champaign: Human Kinetics, 2002. ISBN-13: 978-0-7360-0251-6.

- HEATH, J. W. & YOUNG, B.: *Wheater's functional histology - a text and colour atlas*. London: Churchill Livingstone, 2000. ISBN 0443-05618-8
- HNÁTOVÁ, I., PAVLŮ, D. & KAPLAN, A.: *Přehled současných názorů na problematiku zranění hamstringů u sportovců*. Rehabilitace a fyzikální lékařství. 2008, č. 4, str. 174-182
- HORÁČEK, O., SCHREIER, B., LISÝ, J., KOBESOVÁ, A. & KOLÁŘ, P.: *Využití neurofyzilogických postupů u neurogenních paréz břišní stěny*. Rehabilitace a fyzikální lékařství, č. 1, 2011, s. 9–13. Dostupné na: < http://www.medvik.cz/kramerius/document/ABA008_01801_MED00011088-2011-18.1_s.3-44.pdf;jsessionid=B9490F1C29D9395579D1975748D54B8D?id=357061 >
- HOŠKOVÁ, B.: *Kompenzace pohybem*. Praha: Olympia, 2003. ISBN 8070337877
- CHALOUPKA, V., SIEGELOVÁ, J., ŠPINAROVÁ, L., SKALICKÁ, H., KAREL, I. & LEISSER, J.: *Rehabilitace u nemocných s kardiovaskulárním onemocněním*. Cor Vasa 2006;48(7–8):Kardio. Dostupné na: < http://www.kardio-cz.cz/resources/upload/data/372_K127-K145.pdf >
- CHEUNG, V. C., D'AVELLA, A. & BIZZI, E.: *Adjustments of motor pattern for load compensation via modulated activations of muscle synergies during natural behaviors*. Journal of neurophysiology, 2009 Mar;101(3):1235-57. Dostupné na: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19091930> >
- IRISH, S. E., MILLWARD, A. J., WRIDE, J., HAAS, B. M. & SHUM, G. L.: *The effect of closed-kinetic chain exercises and open-kinetic chain exercise on the muscle activity of vastus medialis oblique and vastus lateralis*. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 2010 May;24(5):1256-62.
- JAKUBÍKOVÁ, H.: *Diagnostika a léčba bolestivých svalových spazmů při vertebrogenních poruchách*. Solen Via practica, 2007, roč. 4 (6): 303–306. Dostupné na: < <http://www.solen.sk/pdf/0cecf7e4b416b17c471df47af087b72.pdf> >
- JANDA, V.: *Základy kliniky funkčních neparetických hybných poruch*. Brno: IDV SZP, 1985. ISBN 57-855-84
- JANDA, V.: *Ke vztahům mezi strukturálními a funkčními změnami pohybového systému*. Rehabilitace a fyzikální lékařství. 1999, č. 1, s. 6-8. ISSN 1803-6597

- JONCKHEERE, P. D. M. & PATTYN, J. J.: *Myofascial muscle chains*. 1998. ISBN 90-804265-1-2
- JUNQUEIRA, L. C.: *Základy histologie*. Jinočany: Nakladatelství a vydavatelství H&H, 1997. ISBN 8085787377
- KLOUS, M., DANNA-DOS-SANTOS, A. & LATASH, M. L.: *Multi-muscle synergies in a dual postural task: evidence for the principle of superposition*. Experimental brain research, 2010 Apr; 202(2):457-71. Dostupné na: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20047089> >
- KOLÁŘ, P. & AL.: *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-657-1
- KOLÁŘ, P.: *Systematizace svalových dysbalancí z pohledu vývojové kineziologie*. Rehabilitace a fyzikální lékařství. 2001, č.4, str. 152-164.
- KRÁLÍČEK, P.: *Úvod do speciální neurofyzologie*. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-246-0350-0
- KROBOT, A.: *Klinické aplikace pohybových řetězců*. Rehabilitacia. 1997 č. 1, s. 4-8. ISSN 2222-3333
- KUGLER, A., KRÜGER-FRANKE, M., REININGER, S., TROUILLIER, H. H. & ROSEMEYER, B.: *Muscular imbalance and shoulder pain in volleyball attackers*. British journal of sports medicine, 1996 Sep;30(3):256-9.
- LATASH, M. L.: *Synergy*. New York: Oxford University Press, Inc. 2008. ISBN: 978-0-19-533316-9
- LEWIT, K.: *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. Praha: Sdělovací technika, spol s r.o., 2003. ISBN 80-86645-04-5
- LICHNOVSKÝ, V. & KOL.: *Základy histologie pro bakaláře*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2002. ISBN 8024404397
- MAHROVÁ, A. & BUNC, V.: *Význam kompenzačních cvičení v prevenci a terapii svalových dysbalancí v tréninku badmintonistů*. The Scientific Journal for Kinanthropology - Studia Kinanthropologica, IX, 2008, (2), 266-269. Dostupné na: < https://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/tv/SK_vol_9_2008_2.pdf#page=39 >
- MALÁTOVÁ, R.: *Význam hlubokého stabilizačního systému páteře*. The Scientific Journal for Kinanthropology - Studia Kinanthropologica, VII, 2006, (2), 89-96. ISSN – 1213-2101. Dostupné na: < http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/tv/SK_vol_7_2006_2.pdf#page=35 >

- MALÁTOVÁ, R. & MATĚJKOVÁ, V.: *The muscles imbalances of footballers and their compensation*. The Scientific Journal for Kinanthropology - Studia Kinanthropologica, XII, 2011, (1), 35-39. Dostupné na: <
http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/tv/SK_vol_12_2011_1.pdf#page=37 >
- MAYER, M. & SMÉKAL, D.: *Neuromuskulární kontrola a rehabilitace u lézí předního zkříženého vazů*. 2003 Dec. Dostupné na: <
<http://www.ftk.upol.cz/dokumenty/kfa/rehabilitace.doc> >
- MERCER, V. S. & SAHRMANN, S. A.: *Postural synergies associated with a stepping task*. Physical therapy, 1999 Dec;79(12):1142-52. Dostupné na: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10630283> >
- MERKUROVÁ, A. & OREL, M.: *Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory*. Praha: Grada Publishing, 2008. ISBN 978-80-247-1521-6
- MÉZIERES, F.: *The Postural Reconstruction : a innovative kinesitherapy*. 2005-2009, Collège des Praticiens de Reconstruction Posturale®. Dostupné na: <
http://www.reconstruction-posturale.com/gb/accueil_gb.htm >
- NEWTON, R. U., GERBER, A., NIMPHIUS, S., SHIM, J. K., DOAN, B. K., ROBERTSON, M., PEARSON, D. R., CRAIG, B. W., HÄKKINEN, K. & KRAEMER, W. J.: *Determination of functional strength imbalance of the lower extremities*. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association. 2006 Nov;20(4):971-7.
- NORRIS, C. M.: *Abdominal muscle training in sport*. British journal of sports medicine. 1993 Mar;27(1):19-27. Dostupné na <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8457806> >
- NORRIS, C. M.: *Back stability*. Champaign : Human Kinetics, 2000. ISBN 0-7360-0081-X
- PAGE, P., FRANK, C. C. & LARDNER, R.: *Assessment and treatment of muscle imbalance*. Stanningley: Human Kinetics, 2010. ISBN 978-0-7360-7400-1
- PETERS, A. & VOJTA, V.: *Vojtův princip - Svalové souhry v reflexní lokomoci a motorická ontogeneze*. Praha: Grada Publishing, 2005. ISBN 80-7169-004-X
- PFEIFFER, J.: *Neurologie v rehabilitaci*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1135-5
- RACHLIN, E. S.: *Myofascial Pain and Fibromyalgia - Trigger point management*. St.Louis: Mosby - Year Book, Inc., 1994. ISBN 0-8016-6817-4

- RICHTER, P. & HEBGEN, E.: *Trigger points and muscle chains in osteopathy*.
Stuttgart: Thieme, 2008. ISBN 978-3-13-145051-7
- ROBERT, T., ZATSIORSKY, V. M. & LATASH, M. L.: *Multi-muscle synergies in an unusual postural task: quick shear force production*. Experimental brain research, 2008 May;187(2):237-53. Dostupné na: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18278488> >
- ROKYTA, R. & KOL.: *Fyziologie*. Praha: ISV, 2008. ISBN-10: 80-86642-47-X
- SAFAVYNIA, S. A., TORRES-OVIEDO, G. & TING, L. H.: *Muscle synergies: implications for clinical evaluation and rehabilitation of movement*. Topics in spinal cord injury rehabilitation, 2011 Summer;17(1):16-24. Dostupné na: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc3143193/> >
- SAHRMANN, S. A.: *Diagnosis & Treatment of Movement Impairment Syndromes*.
Louis: Mosby - Year Book, Inc., 2002. ISBN 0-8016-7205-8
- SHEFFLER, L. C., LATTANZA, L., SISON-WILLIAMSON, M. & JAMES, M. A.:
Biceps brachii long head overactivity associated with elbow flexion contracture in brachial plexus birth palsy. The Journal of bone and joint Surgery, 2012 Feb 15;94(4):289-97.
- SIMONS, D. G. & MENSE, S.: *Diagnosis and therapy of myofascial trigger points*.
Schmerz, 2003,17(6):419-24
- SODERBERG, G. L.: *Kinesiology - Application of pathological motion*. Baltimore:
Williams&Wilkins, 1997. ISBN 0683078518
- SOULEK, V.: *Přehled biologicko-medicinských předmětů*. Hradec Králové:
Gaudeamus, 1995. ISBN 9788070414095
- STICKLEY, C. D., HETZLER, R. K., FREEMYER, B. G & KIMURA, I. F.: *Isokinetic peak torque ratios and shoulder injury history in adolescent female volleyball athletes*. Journal of Athletic Training. 2008;43(6):571–577
- SUCHOMEL, T. & LISICKÝ, D.: *Progresivní dynamická stabilizace bederní páteře*.
2003 Dec. Dostupné na: <
http://www.ftk.upol.cz/dokumenty/kfa/prezentace/trenink_stabilizace.pdf >
- ŠIFTA, P.: *Fenomén zvaný spasticita a nejnovější poznatky v jejím managementu při ošetrovatelské péči*. Ošetrovatelství 8: 1 - 200, 2006. ISSN 1212-4117. Dostupné na: < <http://www.zsf.jcu.cz/journals/kontakt/jednotliva-cisla-casopisu-kontakt-podle-rocniku/kontakt06/kontakt-1-06-full.pdf#page=53> >

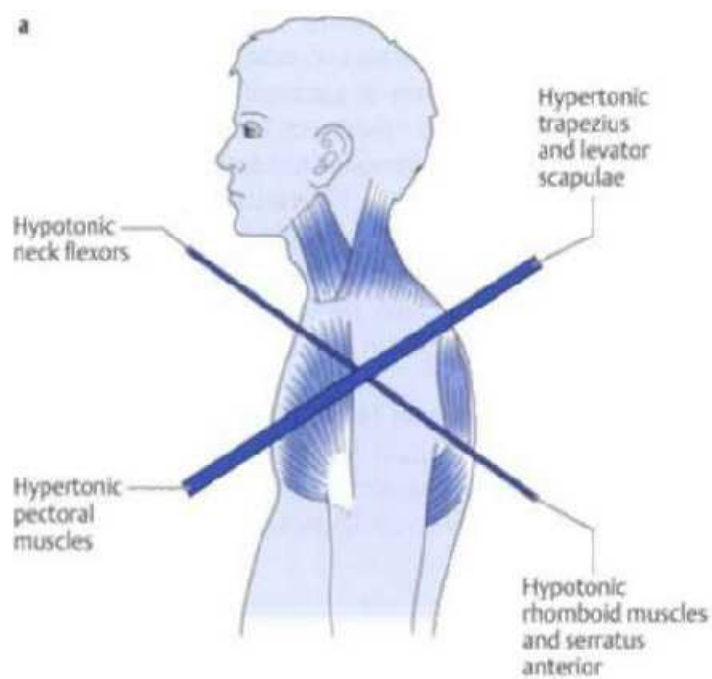
- ŠRÁMKOVÁ, P. & VOJTÍK, J.: *Svalové dysbalance a možnosti jejich prevence a korekce u hráčů žákovské kategorie FC Viktoria Plzeň*. The Scientific Journal for Kinanthropology - Studia Kinanthropologica, X1, 2010, (2), 101-107.
Dostupné na: <
http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/tv/SK_vol_11_2010_2.pdf#page=47 >
- TICHÝ, M., JELÍNEK, M. & MACKOVÁ, E.: *Funkční blokáda kloubu a její příznaky*. Biomedicína 12: 472–479, 2010, ISSN 1212-4117. Dostupné na: <
www.zsf.jcu.cz/journals/kontakt/jednotliva-cisla-casopisu-kontakt-podle-rocniku/kontakt-2010/4-2010/funkcni-blokada-kloubu-a-jeji-priznaky-full?set_language=cs >
- TICHÝ, M.: *Dysfunkce kloubu VII. - Řetězení a viscerovertebrální vztahy*. Praha: Miroslav Tichý, 2009. ISBN 978-80-254-3963-0
- TICHÝ, M.: *Základy pro studium pohybu*. 1. vyd. Ústí nad Labem: Universita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Ústav zdravotnických studií, 2008. ISBN 978-80-7044-985-1
- TLAPÁK, P.: *Tvarování těla pro muže i ženy*. Praha: ARSCI, 1999. ISBN 80-86078-00-0
- TORRES-OVIEDO, G. & TING, L. H.: *Subject-specific muscle synergies in human balance control are consistent across different biomechanical contexts*. Journal of neurophysiology, 2010 Jun;103(6):3084-98. Dostupné na: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20393070> >
- TORRES-OVIEDO, G., MACPHERSON, J. M. & TING, L. H.: *Muscle synergy organization is robust across a variety of postural perturbations*. Journal of neurophysiology, 2006 Sep;96(3):1530-46. Dostupné na: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16775203> >
- TRAVELL, J. G. & SIMONS, D. G.: *Travell & Simons' Myofascial pain and dysfunction: The Trigger Point Manual. Volume 1, Upper Half of Body*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999. ISBN 0683083635
- TROJAN, S., DRUGA, R., PFFEIFFER, J. & VOTAVA, J.: *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. Praha: Grada Publishing, 2005. ISBN 80-247-1296-2
- TRUMBOWER, R. D., RAVICHANDRAN, V. J., KRUTKY, M. A. & PERREAULT, E. J.: *Altered multijoint reflex coordination is indicative of motor impairment*

- level following stroke. Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2008;2008:3558-61. Dostupné na: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19163477> >
- TULLER, B., TURVEY, M. T. & FITCH, H. L.: *The Bernstein perspective: II. The concept of muscle linkage or coordinative structure*. Human Motor Behavior, 1982, p. 253–270.
- TURVEY, M. T., FITCH, H. L., TULLER, B.: *The Bernstein perspective: I. The problems of degrees of freedom and context-conditioned variability*. Human Motor Behavior, 1982, p. 239–252.
- VÁŘEKA, I. & DVOŘÁK, R.: Posturální model řetězení poruch funkce pohybového systému. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2001, č. 1, s. 33-37. ISSN 1803-6597.
- VÉLE, F. *Kineziologie*. Praha: TRITON, 2007. ISBN 978-80-7254-837-8
- VÉLE, F.: *Kineziologie - Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9
- VOKURKA, M. & HUGO, J.: *Praktický slovník medicíny*. Praha: Maxdorf, 2008. ISBN 978-80-7345-159-2
- WANG, H. K., MACFARLANE, A. & COCHRANE, T.: *Isokinetic performance and shoulder mobility in elite volleyball athletes from United Kingdom*. British journal of sports medicine, 2000 Feb;34(1):39-43.
- WEEKLEY, H., NIKOLAOU, S., HU, L., EISMANN, E., WYLIE, C. & CORNWALL, R.: *The effects of denervation, reinnervation, and muscle imbalance on functional muscle length and elbow flexion contracture following neonatal brachial plexus injury*. Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society, 2012 Jan 6. doi: 10.1002/jor.22061.
- ZACHRLA, J.: *Svalová dysbalance u hráčů ledního hokeje*. Zborník vedeckých prác Katedry hier FTVŠ UK. Bratislava 2004, č.1: 28-33. Dostupné na: <
https://www.fsport.uniba.sk/fileadmin/user_upload/editors/katedra_hier/zbornik_2004c1.pdf#page=28 >

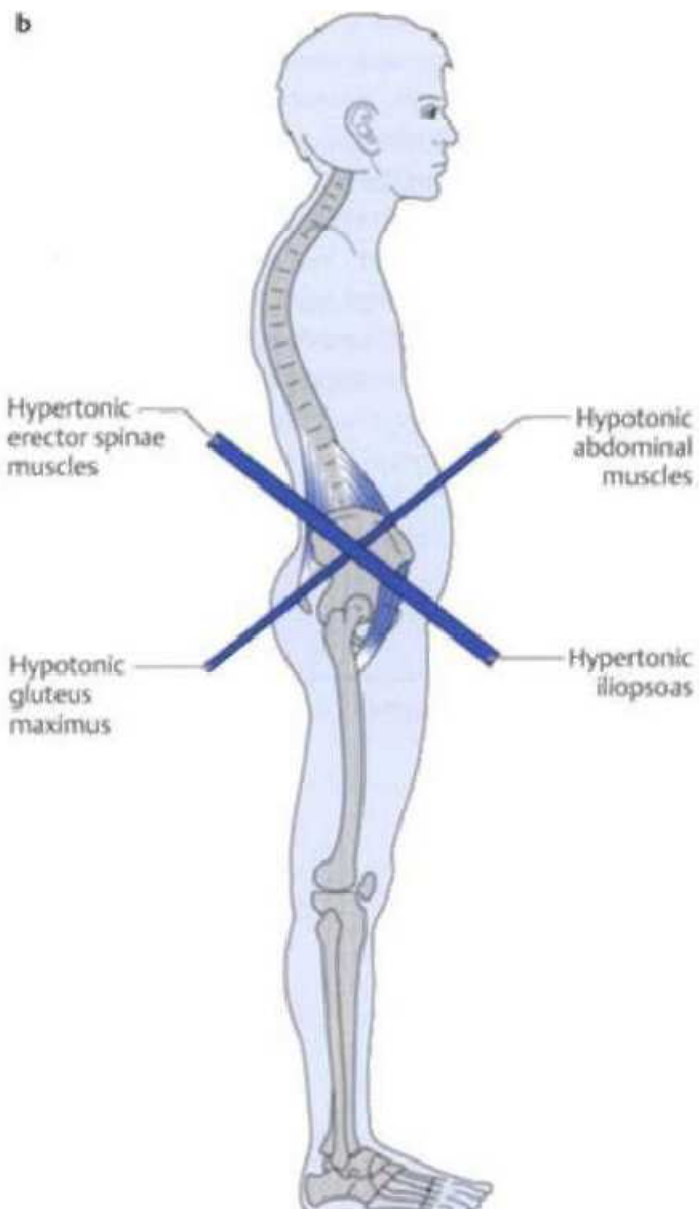
SEZNAM PŘÍLOH

- Obrázek 1 *Horní zkřížený syndrom dle Jandy (Richter & Hebgen, 2008, s. 69)*
- Obrázek 2 *Dolní zkřížený syndrom dle Jandy (Richter & Hebgen, 2008, s. 69)*
- Obrázek 3 *Struktura svalu (Junqueira, 1997, s. 188)*
- Obrázek 4 *Struktura svalu - snopce a vazivové obaly (Junqueira, 1997, s. 185)*
- Obrázek 5 *Nervosvalová ploténka - schéma synapse (Junqueira, 1997, s. 195)*
- Obrázek 6 *Tonické a fázické svaly (Richter & Hebgen, 2008, s. 68)*
- Obrázek 7 *Schéma gama systému (Pfeiffer, 2007, s. 32)*
- Obrázek 8 *Nejčastější lokalizace trigger pointů (Alvarez & Rockwell, 2002, s. 2)*
- Obrázek 9 *Trigger point (Anonymus, 2008)*
- Obrázek 10 *Schéma eferentních drah (Pfeiffer, 2007, s. 64)*
- Obrázek 11 *Cyklus chronické dysfunkce hybného systému (Page et al., 2010, s. 44)*

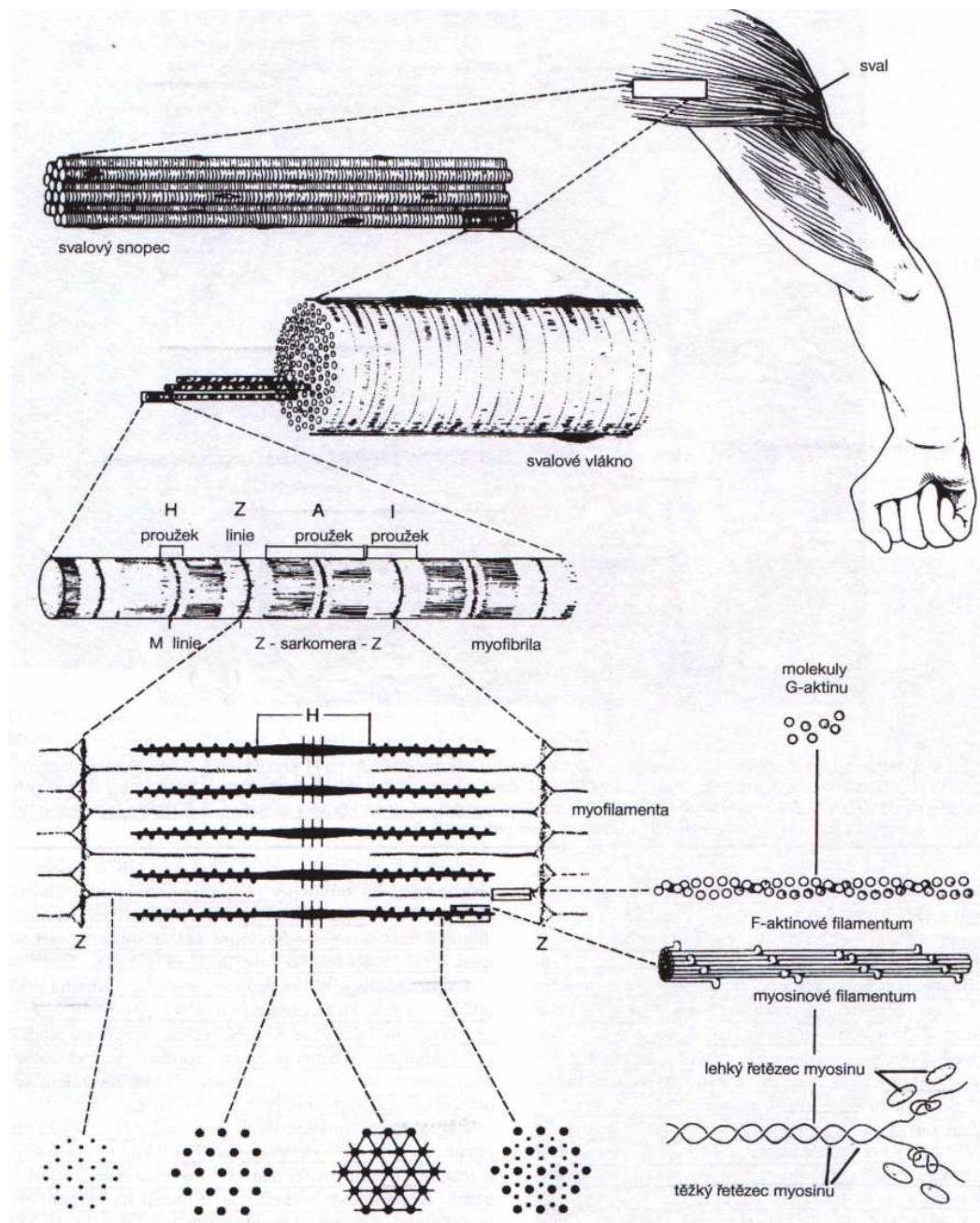
PŘÍLOHY



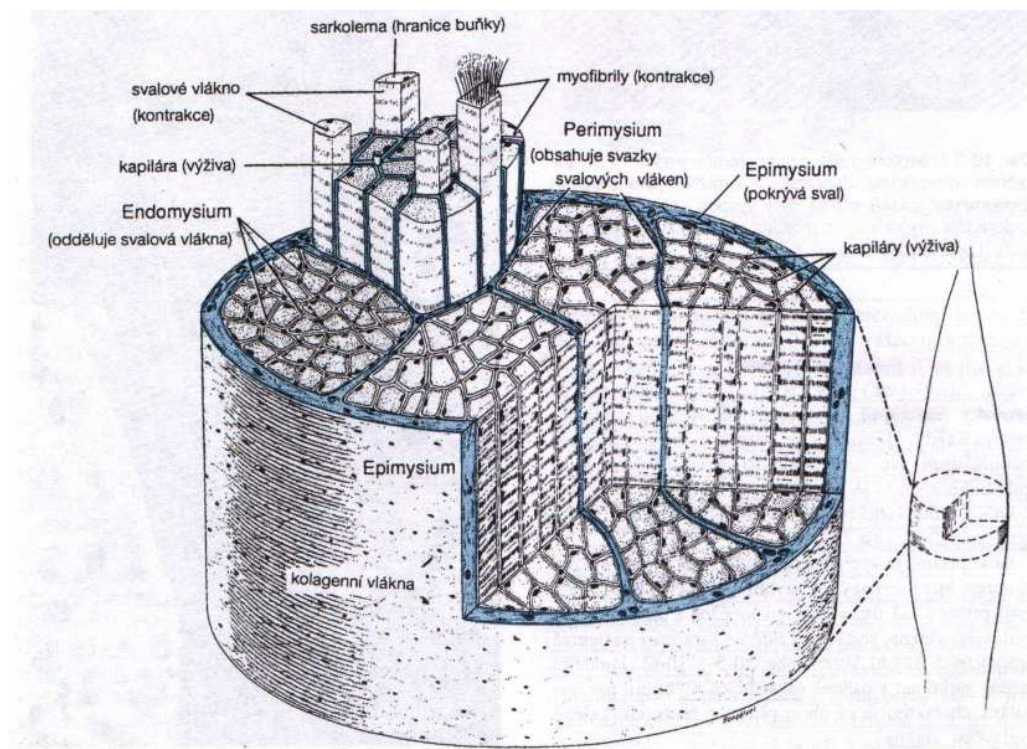
Obrázek 1 Horní zkřížený syndrom dle Jandy (Richter & Hebgen, 2008, s. 69)



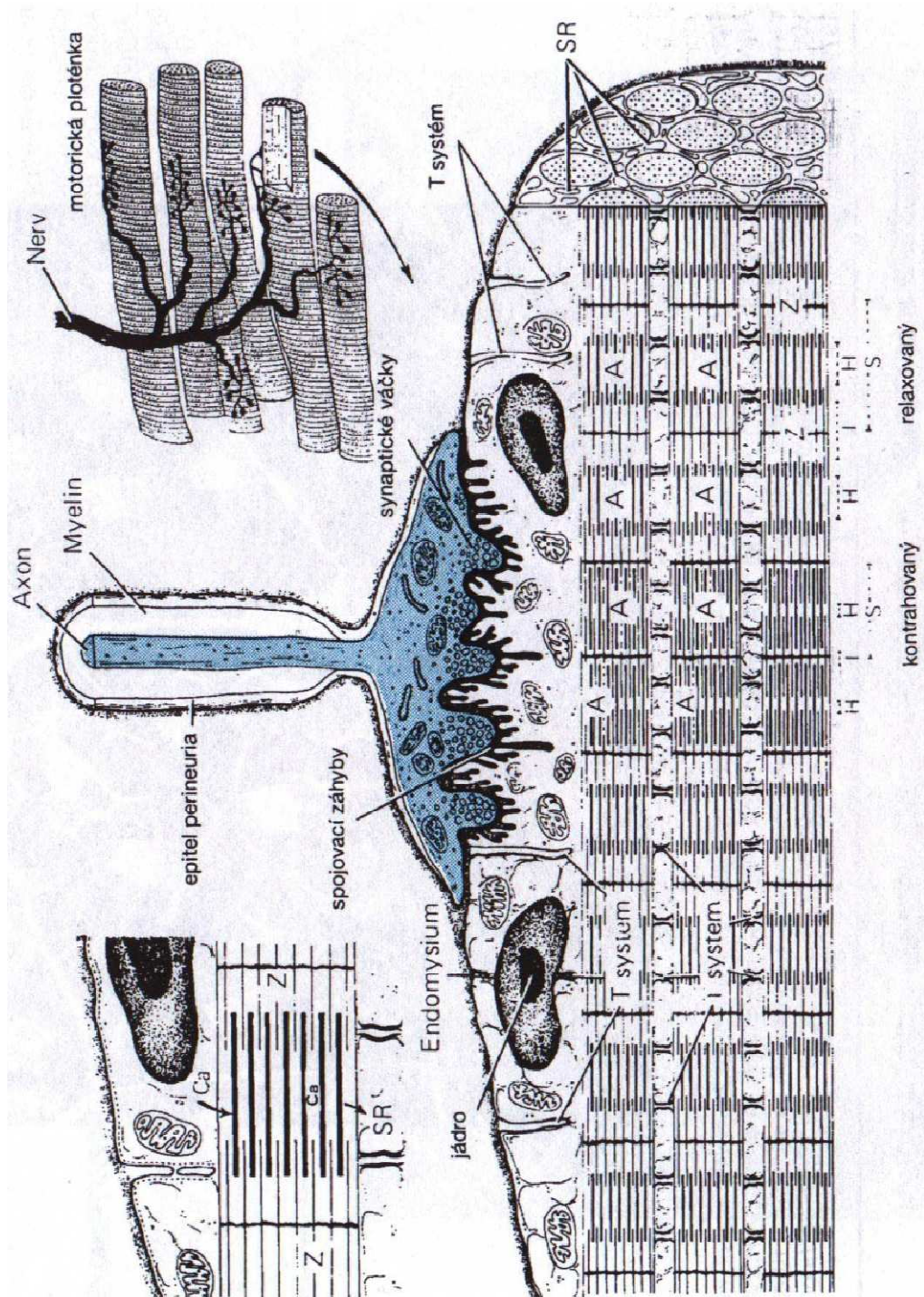
Obrázek 2 Dolní zkřížený syndrom dle Jandy (Richter & Hebgen, 2008, s. 69)



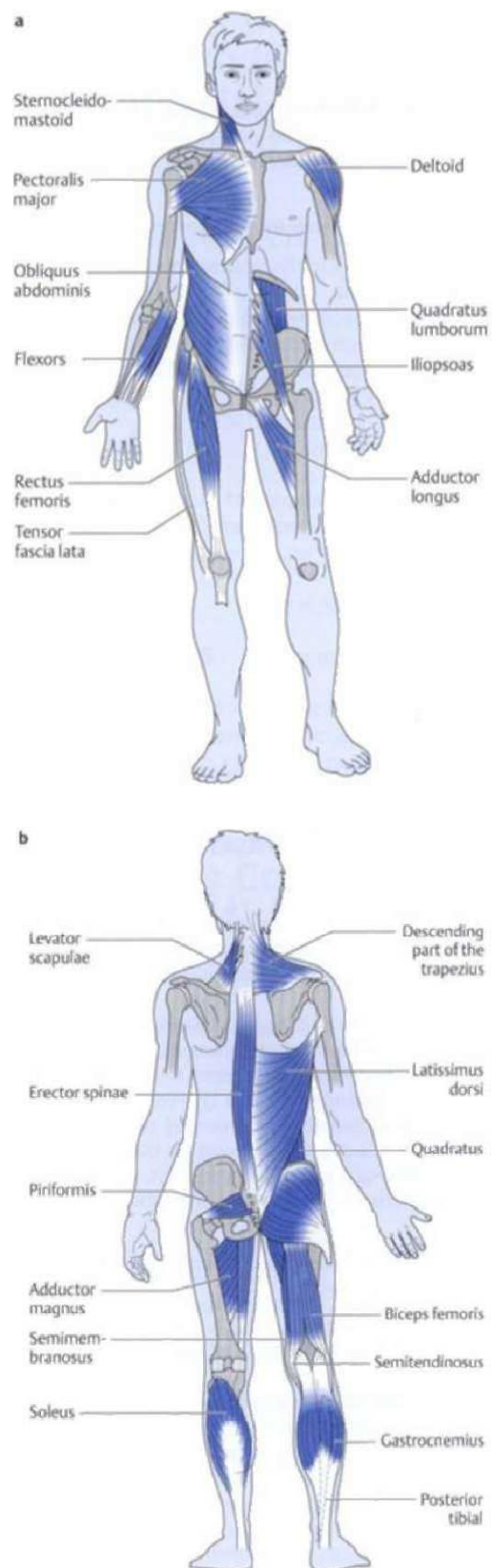
Obrázek 3 Struktura svalu (Junqueira, 1997, s. 188)



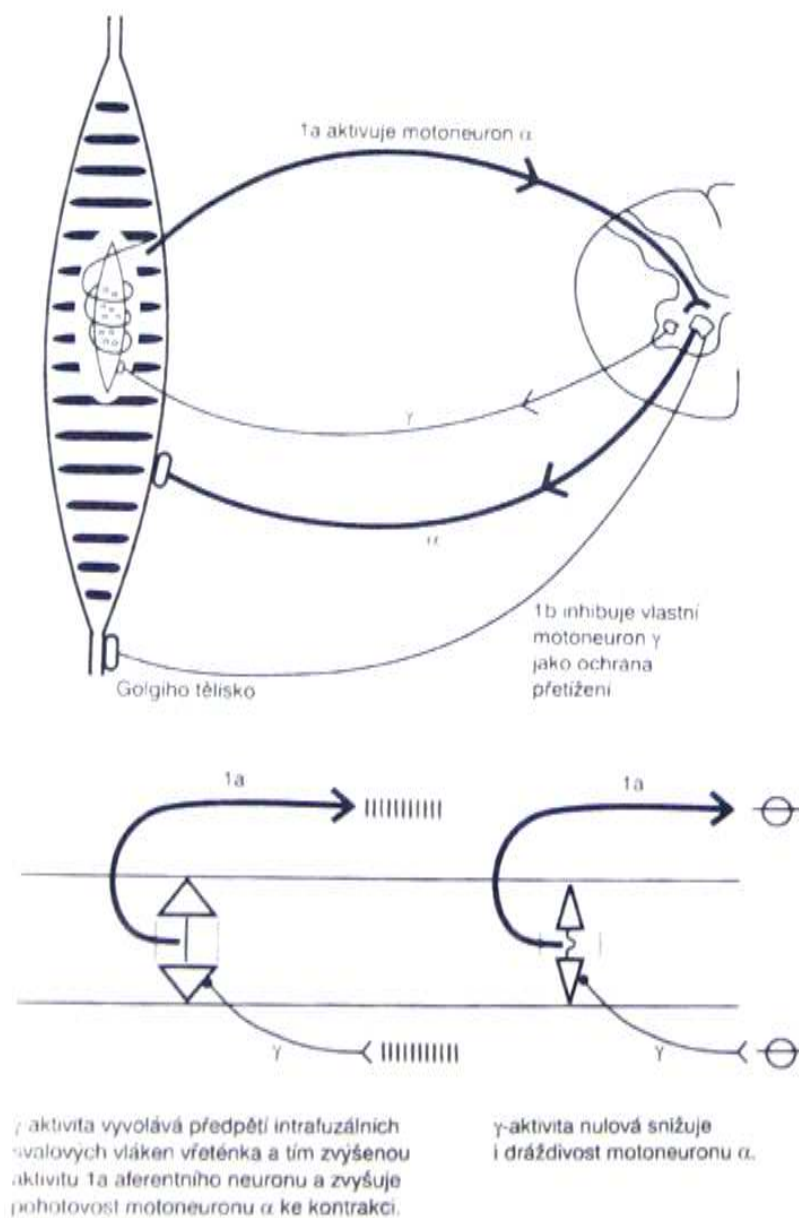
Obrázek 4 *Struktura svalu - snopce a vazivové obaly (Junqueira, 1997, s. 185)*



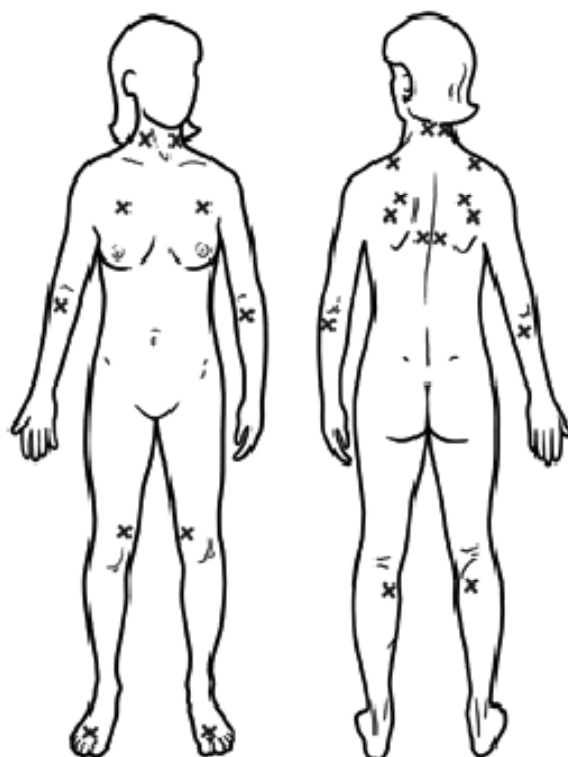
Obrázek 5 Nervosvalová ploténka - schéma synapse (Junqueira, 1997, s. 195)



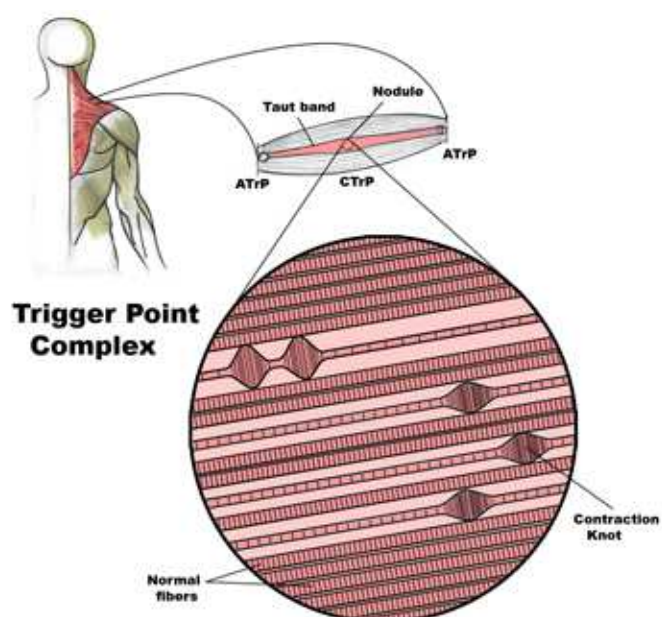
Obrázek 6 Tonické a fázické svaly (Richter & Hebgen, 2008, s. 68)



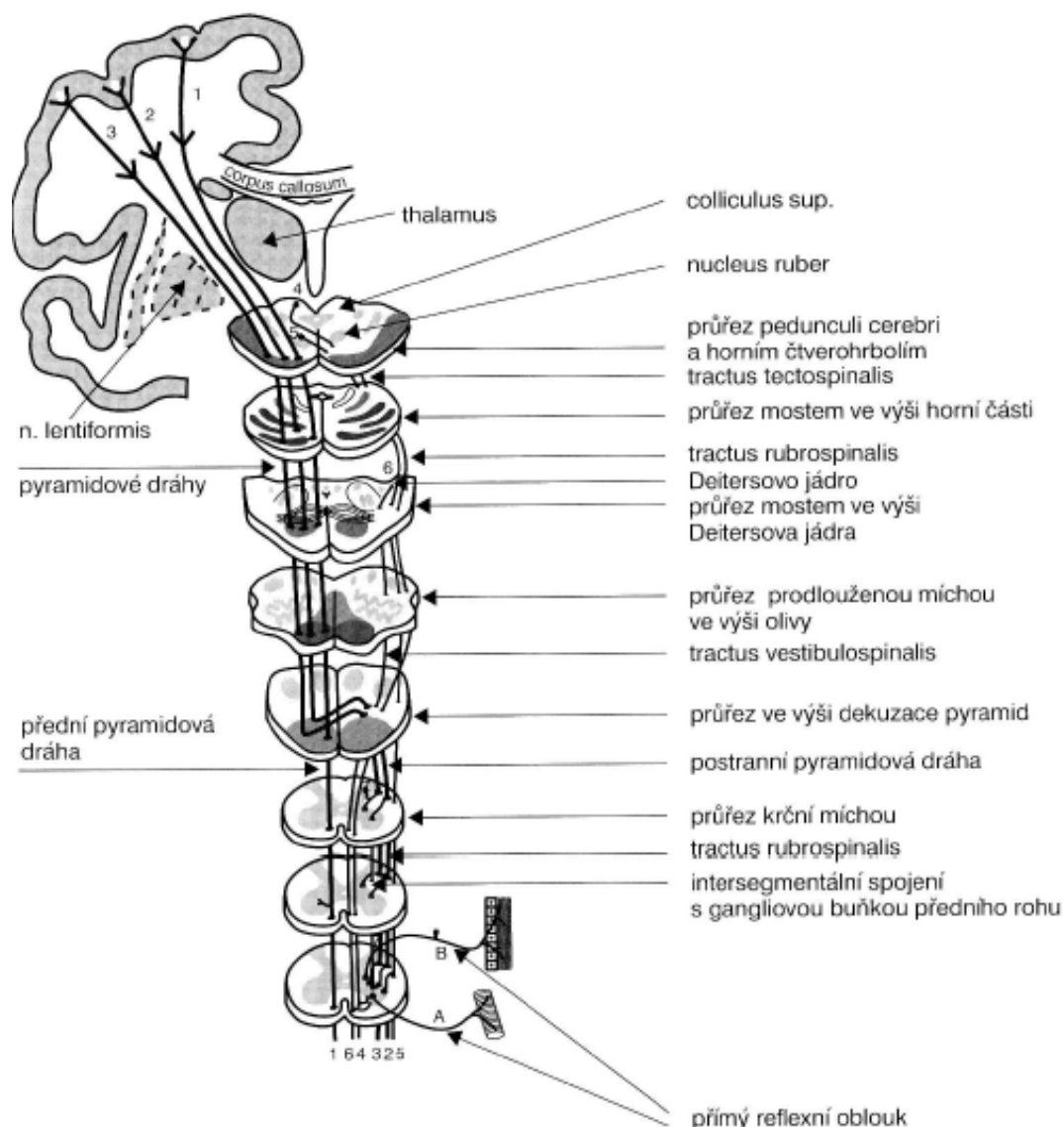
Obrázek 7 Schéma gama systému (Pfeiffer, 2007, s. 32)



Obrázek 8 Nejčastější lokalizace trigger pointů (Alvarez & Rockwell, 2002, s. 2)



Obrázek 9 Trigger point (Anonymus, 2008)



Obr. 40 Dráhy hybnosti – sestupné (eferentní) dráhy

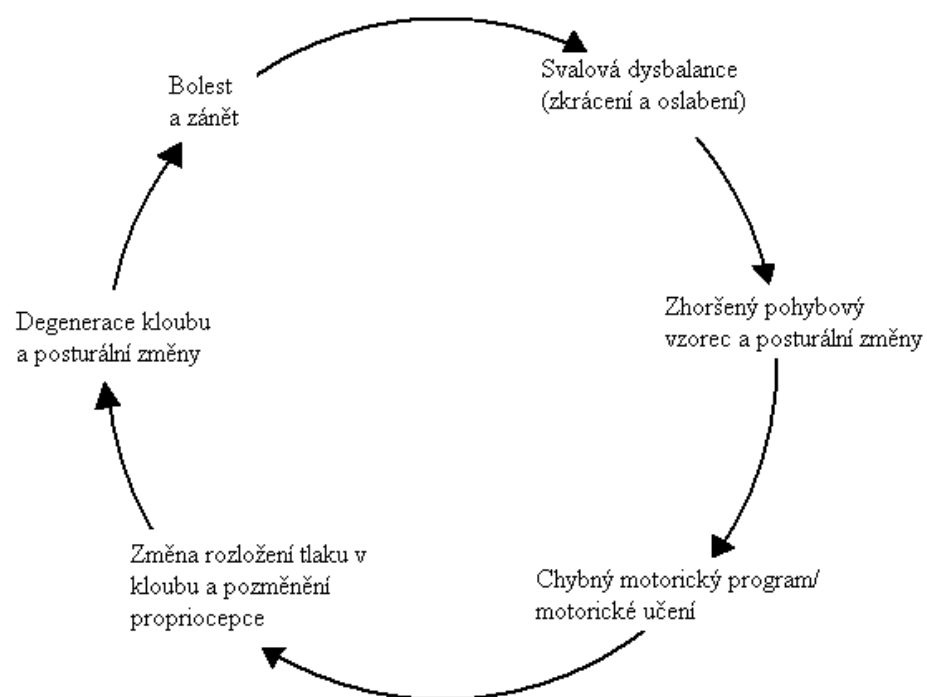
Z kůry frontálních laloků z velkých pyramidových Betzových buněk vzniká pyramidová dráha, též nazývaná fasciculus cerebrospinalis.

1 = část, která se nekříží, 2 a 3 = hlavní pyramidová dráha zkřížená, 4 = tractus tectospinalis, 5 = tractus rubrospinalis, 6 = tractus vestibulospinalis

A – Společná vývodná dráha 2. motoneuronu nebo též periferní motorický neuromuskulární aparát. Na motorickou buňku α přicházejí impulzy z více sestupných drah, nejen z drah pyramidových.

B – Centripetální periferní dráha segmentálního míšního reflexu

Obrázek 10 Schéma eferentních drah (Pfeiffer, 2007, s. 64)



Obrázek 11 Cyklus chronické dysfunkce hybného systému (Page et al., 2010, s. 44)