

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

MYOFEEDBACK – MOŽNOSTI VYUŽITÍ VE FYZIOTERAPII

Diplomová práce

(bakalářská)

Autor: Zuzana Monsportová, obor fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Dagmar Dupalová, Ph.D.

Olomouc 2013

Jméno a příjmení: Zuzana Monsportová

Název diplomové práce: Myofeedback – možnosti využití ve fyzioterapii

Pracoviště: Katedra fyzioterapie

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Dagmar Dupalová, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2013

Abstrakt: Hlavním tématem této bakalářské práce jsou možnosti využití a uplatnění myofeedbacku ve fyzioterapii u pacientů s různými zdravotními problémy. Myofeedback je založen na principu zpětné vazby, kdy dochází ke snímání elektrické aktivity svalů pomocí povrchových elektrod. Elektromyografický signál se pak graficky zobrazuje na monitoru, díky čemuž získává pacient zpětnou informaci o svalové kontrakci prostřednictvím audiovizuálních podnětů. Tato práce popisuje princip a základní poznatky o elektromyografii a EMG biofeedbacku (myofeedbacku), včetně jejich kineziologické aplikace. Druhá část práce se zaměřuje na vlastní možnosti využití myofeedbacku jako doplňku konvenční terapie u vybraných diagnóz. Součástí bakalářské práce je rovněž kazuistika pacientky s oslabeným musculus quadriceps femoris po operaci náhrady předního zkříženého vazů. V tomto případě byla ke zvýšení svalové aktivace pomocí zpětné vazby aplikována metoda EMG biofeedbacku s použitím přístroje Myomed 432.

Klíčová slova: myofeedback, EMG biofeedback, povrchová elektromyografie, terapie, cvičení

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Bibliography

Author's name and surname: Zuzana Monsportová

Name of the Bachelor's dissertation: Myofeedback - possibilities of its use in physiotherapy

Department: Department of Physiotherapy

Dissertation supervisor: Mgr. Dagmar Dupalová, Ph.D.

Year of defence of the dissertation: 2013

Abstract: Main topic of my Bachelor's dissertation covers the possibilities of use and application of myofeedback in physiotherapy of patients suffering from various health disorders. Myofeedback is based on the principle of feedback when the electrical muscular activity is scanned by surface electrodes. Electromyographic signal is graphically displayed on the monitor and a patient is getting the information about the muscle contraction through audiovisual stimuli. The dissertation describes the principle and basic knowledge of electromyography and EMG biofeedback (myofeedback), including their kinesiology application. Second part of the dissertation focuses at specific possibilities of the myofeedback use as an addition to conventional therapy of selected diagnoses. My Bachelor's dissertation also covers the casuistic of a female patient with weakened musculus quadriceps femoris after the replacement of her crossed ligament. EMG biofeedback method using the a EMG Myomed 432 instrument was applied in this case to improve the muscular activation using the feedback.

Key words: myofeedback, EMG biofeedback, surface electromyography, therapy, exercise

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Dagmar Dupalové, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 23. dubna 2013

.....

Podpis

Poděkování

Děkuji Mgr. Dagmar Dupalové, Ph.D. za odpovědné vedení, veškerou pomoc a cenné rady, které mi poskytla při zpracování této bakalářské práce.

OBSAH

OBSAH	6
1 ÚVOD	8
2 CÍLE	9
3 ELEKTROMYOGRAFIE	10
3.1 Povrchová elektromyografie	10
3.1.1 Kineziologické aplikace	11
3.1.1.1 Sledování timingu (načasování) aktivace svalů	11
3.1.1.2 Sledování míry svalové aktivace	11
3.1.1.3 Sledování únavy svalových vláken.....	12
3.1.2 Historie povrchové elektromyografie	12
3.2 Podstata EMG záznamu	14
3.3 EMG-biofeedback (myofeedback)	15
3.3.1.1 Metody biofeedbacku	17
3.4 Intencemi řízený myofeedback	18
3.4.1 Cíl IMF terapie	18
4 MOŽNOSTI VYUŽITÍ MYOFEEDBACKU	20
4.1 Low back pain	20
4.2 Dysfunkce a bolesti krční páteře	26
4.3 Dysfunkce pánevního dna	29
4.3.1 Inkontinence moči	30
4.4 Osteoartróza (artróza)	32
4.5 Dysfunkce svalů kolenního kloubu	34

4.5.1	EMG biofeedback jako doplněk k rehabilitaci po zranění či operaci kolenního kloubu	35
4.6	Centrální mozková příhoda.....	38
5	KAZUISTIKA.....	40
6	DISKUZE	45
7	ZÁVĚR	49
8	SHRNUTÍ.....	50
9	SUMMARY.....	52
	PŘEHLED ZKRATEK	54
	SEZNAM OBRÁZKŮ	55
	REFERENČNÍ SEZNAM.....	56
	PŘÍLOHA.....	62

1 ÚVOD

Elektromyografie, která má své kořeny již v 18. století, je základem neinvazivní léčebné metody zvané myofeedback. Princip tohoto terapeutického postupu spočívá ve snímání elektrické aktivity ze svalových vláken pomocí zpětné vazby, kdy pacient dokáže ovlivnit kontrakci nebo relaxaci svalů. Ke stimulaci pacienta tak dochází nejen skrz pohybový systém, ale také prostřednictvím emocí a smyslových vjemů. Tento efekt pak představuje pro daného jedince motivaci k lepším výkonům a zároveň pozitivně ovlivňuje jeho zdravotní stav, což celkově přispívá ke zkvalitnění pacientova života.

V současnosti intenzivně probíhá další výzkum této problematiky, který se zaměřuje zejména na zajištění co nejvyšší míry efektivity myofeedbacku napříč nejrůznějšími diagnózami.

2 CÍLE

Shrnutí dostupných informací o elektromyografii, objasnění pojmu a principu myofeedbacku.

Popis různých možností využití myofeedbacku ve fyzioterapii a jeho aplikace ve vybraných oborech či diagnózách.

Zpracování kazuistiky pacientky po plastice předního zkříženého vazů v kolenu.

3 ELEKTROMYOGRAFIE

Elektromyografie (myografie, EMG) je skupina pomocných vyšetřovacích elektrofyziologických metod. Umožňuje hodnotit stav periferního nervového systému, kosterního svalstva i přenos na nervosvalové ploténce (Muroňová, 2009).

Přístroj pro měření EMG se nazývá elektromyograf. Záznam získaný elektromyografem je elektromyogram. Princip této metody je snímání elektrické aktivity, která je vyvolaná akčním potenciálem probíhajícím na úrovni sarkolemy.

Elektromyografie se používá v diagnostice onemocnění kosterních svalů, poruch periferních nervů a poruch nervosvalového přenosu. Ke zjištění povrchové svalové aktivity se používají povrchové elektrody, k aktivitě intramuskulární se využívají jehlové elektrody (Rodová, Mayer & Janura, 2001).

3.1 Povrchová elektromyografie

Povrchová elektromyografie neboli surface electromyography (SEMG), je přístrojová neinvazivní metoda, která pomocí povrchových elektrod (monopolárních, bipolárních, multielektrod) zaznamenává a analyzuje elektrické projevy odrážející svalovou aktivitu určitého svalu během konkrétního pohybu (Krobot & Kolářová, 2011; Rodová et al. 2001). Elektromyogram vzniká překrytím sumačních potenciálů většího počtu motorických jednotek. Jedná se o interferenční vzorec v prostorovém vodiči, jako je sval, kůže a elektrody (Rodová et al., 2001).

SEMG je používána v různých biomedicínských oborech. Například v neurologii, ve fyzioterapii, v biomechanice, ergoterapii a podobně (Rodová et al., 2001).

V neurologii se SEMG využívá jako pomocný diagnostický prostředek například ke zjištění frekvence tremoru nebo zjištění rychlosti vedení akčního potenciálu nervem – tak zvané kondukční studie neboli studie nervového vedení, vyšetřují rychlost vedení vzruchu a velikost reakce svalu či nervu. Využívají se povrchové elektrody (Anonymous, n.e.d.). Jako terapeutický prostředek je nápomocná ve fyzioterapii u myofeedbacku či intenčním myofeedbacku (IMF).

3.1.1 Kineziologické aplikace

Pomocí SEMG lze sledovat timing aktivace svalů, míru svalové aktivace i únavu svalových vláken. Dále lze objektivizovat změny timingu nebo velikosti svalového zapojení v různých pohybových aktivitách (Rodová et al., 2001).

3.1.1.1 Sledování timingu (načasování) aktivace svalů

Jde o sledování postupného zapojování vybraných svalů v určité činnosti. Pozoruje se začátek, průběh a konec svalové aktivity. Studie se zabývají otázkou využití konkrétních synergií v různých případech, například u zdravých jedinců, u patologických stavů, při denních činnostech, pracovních aktivitách, sportu, terapii či jak rychlá bude reakce na určitý podnět (Rodová et al., 2001).

Pro správné vyhodnocení EMG signálu je potřeba znát klidovou aktivitu. Jde o velikost elektrické aktivity (amplituda EMG signálu) před počátkem aktivace. Za počátek aktivace se považuje nárůst velikosti amplitudy o dvě směrodatné odchylky klidové hodnoty. Je-li porovnáváno zahájení aktivace více svalů vzájemně, pak za hranici rozlišitelnosti je považováno 10 milisekund. Hodnocení posloupnosti zapojení svalů pod touto hranicí je neprůkazné (De Luca, 1993). Při sledování timingu v souvislosti s nástupem síly dochází ke zpoždění mezi elektrickou aktivitou a mechanickou aktivací. De Luca (1993) diferencoval tzv. fyziologický charakter zpoždění, kde záleží na stavbě a složení svalu, a zpoždění na základě vedení a šíření elektrického potenciálu.

3.1.1.2 Sledování míry svalové aktivace

Sledování míry svalové aktivace se posuzuje na elektromyogramu pomocí parametru amplitudy signálu, jejíž velikost je dána počtem aktivovaných motorických jednotek a synchronizací pálení neuronů. Je ovlivňována i dalšími vnějšími a vnitřními faktory. EMG signál nám pomáhá určit, jestli je sval aktivní více či méně, nebo zda není sval aktivní vůbec. Pozorují se volní i mimovolní kontrakce. Kontrakce se může vyvolat také elektrickou stimulací. Změna velikosti amplitudy se sleduje při posouzení efektivity terapie (facilitace, inhibice svalové funkce) v souvislosti s patologickými vlivy (Rodová et al., 2001).

Karas & Otáhal (1972) uvádí, že výsledná velikost síly není určena jen silou detekovaného aktivního svalu, ale také velikostí pasivních sil, jako je tření v kloubu, odporové síly vazů, kloubního pouzdra, kůže a podobně.

3.1.1.3 Sledování únavy svalových vláken

Při dlouhodobé nebo opakované svalové kontrakci se objeví svalová únava. Důvodem je nedostatek kyslíku či lokální vyčerpání některého metabolického substrátu, protože svalová tkáň nemůže metabolicky zásobovat kontraktilní elementy (Winter, 1990). Hlavním problémem svalové únavy je vyčerpání kreatinfosfátu a rezerv ATP (adenosintrifosfátu). Spektrální změna EMG signálu je charakteristická pro svalovou únavu. Změna bývá kvantifikována některou z charakteristik frekvenčního spektra (medián, průměr, modus) (Rodová et al., 2001). De Luca (1993) upřednostňuje k posouzení únavy medián frekvence, neboť jej pokládá za méně ovlivnitelný šumem a citlivější k biochemickým a fyziologickým změnám. Dle Wintera (1990) spočívá vysvětlení spektrálních změn v průběhu únavy ve změně tvaru MUAP (sumační akční potenciál motorické jednotky). Během kontrakce dochází k delšímu trvání akčního potenciálu, protože se v prostředí membrány nahromadila kyselina mléčná.

Posun frekvenčního spektra EMG signálu ovlivňuje tvar sumačního akčního potenciálu motorické jednotky. Rychlost pálení motorické jednotky, která je limitována průměrnými hodnotami rychlosti pálení, to je 15-25 Hz (Rodová et al., 2001).

Akutní zranění nebo vznik chronických poruch na pohybovém aparátu se velmi často spojuje se vznikem únavy (Rodová et al., 2001).

Cílem elektromyografie je objektivizace strukturálních i funkčních poruch pomocí akčních potenciálů. Dle Krobota & Kolářové (2011, 6) je „SEMG aplikovaná elektrofyziologická technika s praktickým využitím pouze v medicínské rehabilitaci. Určujícím zaměřením SEMG je přístrojová objektivizace poruch řízení motoriky“. Je však možné využít SEMG i terapeuticky jako formu biofeedback terapie (viz. Kapitola 4).

Pro správné, kvalitní vyšetření povrchové elektromyografie a správné vyhodnocení výsledků je potřebné nejen kvalitní vybavení, ale i zkušenost. Díky povrchové elektromyografii vyšetřujeme pohyb za jeho fyziologických či patologických podmínek. Přístrojová elektromyografie podává objektivní a přesné informace, oproti klinické rehabilitaci, která je velmi subjektivní a tuto skutečnost musíme vždy brát v úvahu.

3.1.2 Historie povrchové elektromyografie

Historické prameny elektromyografie a moderní kineziologie nacházíme již v renesančním období, kde byl velký zájem o přírodní vědy. S touto dobou je spojována všestranná osobnost

Leonardo da Vinci (1452-1519). Je znám především pro své anatomické nákresy, popisy lidského těla a jeho pohybu, které získával pomocí pitev. Poznatky o elektřině týkající se činnosti svalů jsou známé až ze sedmnáctého století. Dánský učenec Jan Swammerdam předvedl názornou ukázkou, jak sval zareaguje na dotyk stříbrného drátku stahem. Francesco Redi, florentský lékař, roku 1668 logickou úvahou při svých biologických experimentech zjistil, že svaly musejí vykazovat elektrickou činnost (Krobot & Kolářová, 2011).

V 70. letech 18. století si Luigi Galvani (1737-1798) všimnul vztahu mezi elektřinou a svalovou kontrakcí. Zjistil, že žabí svalovina reaguje na elektrický výboj stahem a ve svých závěrech se domníval, že vzniklý galvanický článek je důkazem živočišné elektřiny. I když se zmýlil, jeho úvahy jsou považovány za základ elektroneurofyziologie. Galvaniho současník a oponent Alessandro Volta (1745-1827) zjistil, že se jednalo o reakci kovů a ne o živočišnou elektřinu. Sám Volta objevil elektrochemický článek, který je historicky prvním zdrojem stálého elektrického proudu. První galvanometr je znám díky Johanu Weiggerovi, který ho v roce 1820 sestavil. Tento přístroj pak využil Carlo Matteucci (1811-1868). Pomocí něj měřil elektrické projevy vedoucí ke svalové kontrakci a v roce 1838 objevil elektrickou aktivitu svalu. Emil Du Bois-Reymond (1818-1896), berlínský fyziolog, navázal na práci Carla Matteucciho a zjistil elektrický signál v lidském kosterním svalstvu při volní aktivitě. Dále objevil, že velikost zaznamenaného proudu závisí na impedanci kůže. Na konci 19. století bylo už poněkud snadné nervosvalovou tkáň stimulovat, avšak problém byl stále ve snímání elektrických potenciálů, hlavně v jejich kvalitě snímání (Krobot & Kolářová, 2011; Muroňová, 2009).

Počátkem 20. století se o rozvoj elektromyografie zasloužil Hans Piper (1877-1915). Německý lékař je považován za prvního badatele studujícího elektromyografický signál. Využil plošné kovové elektrody k EMG záznamu a zaznamenal charakteristické frekvenční oscilace akčních potenciálů. Díky němu je znám i tak zvaný „Piper rytmus“, což je oscilace akčních potenciálů mezi 30-60 Hz podle vynaložené síly (Brown, 2000). Významným krokem v technice EMG se stal objev katodové trubice, která nahradila doposud používaný galvanometr. Joseph Erlanger a Herber Gasser použili jako první namísto galvanometru osciloskop, opírající se o princip katodové trubice. K tomuto objevu přidali i správné vysvětlení akčního potenciálu a získali spolu v roce 1944 Nobelovu cenu za fyziologii. Roku 1928 R. Proebster pozoroval generované signály denervovanými svaly. Poprvé vyšetřil dysfunkční sval při periferní obrně a otevřel oblasti klinické elektromyografii. Koncentrickou jehlovou elektrodu rozvinuli roku 1929 Sir Edgar Douglas Adrian a Detlev Wulf Bronk, a umožnili tak pozorovat aktivitu jednotlivých motorických jednotek či malých svalových skupin. Základ celé neurofyziologii

a oborům medicíny zabývající se pohybem položil sir Charles Scott Sherrington (1857-1952). Zkoumal činnost lidského nervového systému a jeho základní principy a mechanismy (Krobot & Kolářová, 2011; Merletti & Parker, 2004; Muroňová, 2009).

Američan Edmund Jacobson, známý jako autor Jacobsonovy progresivní relaxace, internista a psychiatr, ve 30. letech využil poprvé povrchovou elektromyografii ke klinickým účelům. Poté jako první ukázal světu přístrojovou biofeedback terapii tak, jak ji známe dnes. Použitím povrchové elektromyografie pozoroval vliv emocí na činnost svalů. Další významnou osobou podílející se na zdokonalení SEMG byl Američan Verne T. Inman. K nejvýznamnějším jeho studiím patří studie o kineziologii ramenního kloubu z roku 1944.

Je potřeba zmínit, že elektromyografie, při využití sledování pohybové aktivity, začínala v polovině 20. století jako jehlová elektromyografie, kdy se do jedné či více motorických jednotek zanořovaly drátkové monopólní elektrody. Dnes se k analýze nejvíce používají povrchové elektrody. Důležité období pro vývoj celé elektromyografie byl rozvoj neurofyziologie ve 30. letech 20. století, která objasnila úkol buněčné membrány. Sarkolema šíří elektrický signál, který se sám mění. Jev depolarizace následovaná hyperpolarizací se nazývá akční potenciál. Je to základní nositel informace v nervové soustavě (Krobot & Kolářová, 2011).

Mezníkem EMG bylo první vydání *Muscle Alive* od kanadského elektrofyziologa Johna V. Basmajiana publikovaná 1962. Vypracoval biofeedback terapii původně pomocí jehlových elektrod. V roce 1965 založil International Society of Electrophysiological Kinesiology, ISEK (mezinárodní společnost pro elektromyografii a kineziologii). Společnost na setkání v roce 1988 podala návrh na vydávání časopisu, který by podával informace o výsledcích, studiích a rozvoji EMG. The Journal of Electromyography and Kinesiology publikoval první článek v roce 1991. Společnost i časopis existují dodnes (Merletti & Parker, 2004). Carlo De Luca, Basmajianův žák, se zabýval analýzou svalové únavy pomocí elektromyografie. Je s ním spojován vznik mezinárodního orgánu Surface EMG for Noninvasive Assessment of Muscles (SENIAM) v roce 1995 (Merletti & Parker, 2004).

3.2 Podstata EMG záznamu

„Příčně pruhovaný sval je řízen motorickými nervovými vlákny z předních rohů míšních. Jeden motoneuron inervuje několik svalových vláken a vytváří motorickou jednotku (MJ)“ (Rokyta et al., 2000, 248). Motorická jednotka je skupina svalových vláken inervovaná prostřednictvím jednoho motoneuronu. Malé jednotky (3-8 svalových vláken) jsou svaly, které musí pracovat rychle a přesně (okohybné svaly) a velké jednotky (1500-2000 svalových vláken)

se vyskytují tam, kde je potřeba udržet napětí k vzpřímené poloze těla (zádové svaly) (Rokyta et al., 2000).

Povrchová membrána svalové buňky je polarizována zevnitř buňky negativně a z povrchu pozitivně. Tento klidový potenciál se po podráždění mění na akční potenciál (AP), který dále proniká po svalovém vlákne a způsobí kontrakci. Klidový potenciál kosterního svalu je asi -80 až -90 mV a AP je schopen dosáhnout hodnot okolo +20 až +30 mV. Klidový potenciál je udržován nerovnováhou iontů na membráně. Po vstupu podnětu se otevírají Na⁺ kanály do buňky a dochází k depolarizaci. Před dosažením vrcholu se otevírají kanály pro K⁺ ven z buňky a nastává repolarizace (vrácení zpět do negativních hodnot). AP kosterního svalu trvá asi 10 ms (Rokyta et al., 2000).

De Luca (1993) uvádí, že EMG signál ovlivňují fyziologické faktory (počet měřených MJ, typ a průměr svalových vláken, hloubka a umístění svalových vláken, a podobně) a také vliv faktorů metodického postupu zjišťování a zpracování signálu. Jedná se o elektrodové uspořádání dané velikostí, tvarem, lokalizací elektrod a jejich vzdáleností. De Luca (1993) dále uvádí, vzdálenost elektrod 10 mm, velikost elektrod 10x1 mm. Elektrody jsou umístěné uprostřed přes největší svalové břicho s vyšetřující plochou kolmo k průběhu svalu.

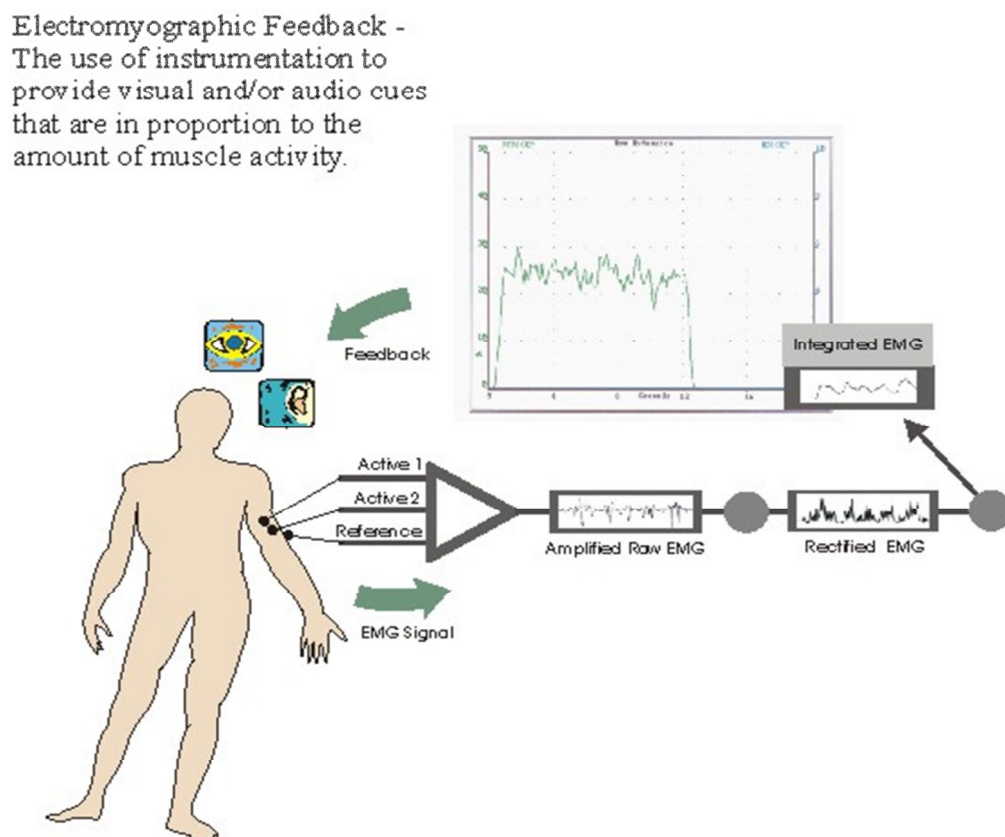
Nejčastější typ zpracování EMG signálu je frekvenční filtrace a následná rektifikace. Frekvenční filtrace se používá k odstranění potenciálních artefaktů v signálu. Artefakty vznikají například při pohybu kabelu. Signál získaný díky SEMG se pohybuje v pásmu 20-250 Hz. (Zwick & Konrad, 1994). Rektifikace (usměrnění) je matematické upravení EMG signálu do absolutních hodnot. EMG signál může být následně kvantifikován různými parametry (efektivní hodnotou signálu, průměrnou amplitudou, průměrnou frekvencí a tak dále) (Rodová et al., 2001, 174).

3.3 EMG-biofeedback (myofeedback)

Myofeedback je specifický způsob biofeedbacku, který pracuje na principu zpětné vazby, kdy pomocí povrchových elektrod se snímá elektrická aktivita svalů, která je následně převedena na monitor a audiovizuální formou dostává pacient zpětnou vazbu o aktivitě svalu.

Biofeedback neboli biologická zpětná vazba označuje terapeutický systém, který zaznamenává potřebné biologicko-fyziologické signály a prezentuje je v reálném čase vizuálně či audiovizuálně. Pacient je do jisté míry schopen vůli tyto ukazatele ovlivnit. Tento princip se využívá u EMG-biofeedbacku, kdy potřebujeme dosáhnout cíle, aby se pacient naučil vůli

ovládat a vědomě kontrolovat své svaly bez použití přístroje. Toho se však dosáhne postupným tréninkem s přístrojem. Pacient se tak učí kontrolovat sám sebe (Anonymous, 2008). Princip EMG biofeedbacku je zobrazen na Obrázku č. 1. EMG biofeedback – využívá přístroje poskytující zvukové nebo vizuální podněty, které jsou v poměru k množství svalové aktivity.



Obrázek č. 1 Princip EMG biofeedbacku (Anonymous, 2012)

U starších modelů myofeedbacku se pro demonstrování výsledku měření veličiny využívala signalizace zvuková nebo světelná. V novějších modelech přístrojů se používá zaznamenání výsledku na monitor. Tento výsledek může mít tvar křivky, postupně klesající nebo stoupající dle svalové aktivity pacienta. Pacient se snaží svou aktivitou ovlivnit růst, pokles, případně se snaží udržet stálou hodnotu křivky. Závisí na terapeutickém cíli, kterého chceme dosáhnout. V dnešní době se již využívají různé formy her pro terapii, kdy na monitoru pacient vidí měřenou veličinu – elektrická svalová aktivita zobrazena graficky. Například letadlo vznášející se v mracích. Tyto hry mají dvě výhody, je to větší atraktivita, zábavnost, kdy terapie pacienta baví více, a také jednoduchost ve vysvětlení dané činnosti. Při aplikaci hry nedochází jen k uvědomění si fyziologických veličin – svalové aktivity prostřednictvím zpětné vazby, ale dochází i k řízené stimulaci určité veličiny – svalové aktivity. V případě letadla, když mu do

dráhy letu vložíme překážku, můžeme změřit rychlost a intenzitu změn měřené veličiny (Janoušek, 2008).

Myofeedback, druh biofeedbacku, funguje na principu zpětné vazby tvořené svalovou aktivitou na stimulující podnět. Myofeedback se považuje za nejefektivnější a nejvíce prosperující směr pro konvenční terapii. Velmi důležité je motorické učení, stanovení si cíle, vybrání vhodného individuálně vybraného pohybového programu a také motivace pacienta (Schmidt, n. e. d.).

„Elektromyografie měří množství elektrických výbojů ve svalových vláknech, a tak kvantifikuje míru svalové aktivace a uvolnění. Výsledek měření je okamžitě převeden na zvukový signál poslouchaný pacientem i terapeutem, nebo je převeden do vizuální podoby na monitor“ (Janoušek, 2008, 31). Pacient signál sleduje a ihned může vyvolávat změny svalového napětí. Ukázka terapie je na Obrázku č. 2.



Obrázek č. 2. Ukázka myofeedbacku (Anonymous, 2013a)

3.3.1.1 Metody biofeedbacku

- Výcvikový model - tento model je založen na teorii učení, kdy princip pokus a omyl naučí pacienta, při opakovaných a usilovných pokusech, ovládat své fyziologické funkce
- Vzdělávací model – tento model se může využít jako zdroj informací o rozvoji fyziologických poruch nebo také odměna za zdolání nových, náročnějších reakcí

- Relaxační/antistresový model – tento model považuje stres za příčinu funkčních poruch (hypertonie, bolest hlavy, úzkost). Pacienti, kteří se po stresové situaci nedokáží tak rychle uvolnit jako ostatní populace, využívají relaxační trénink (procedury zpětné vazby, autogenní trénink, progresivní relaxace) (Schmidt, n. e. d.)

3.4 Intencemi řízený myofeedback

Intencemi řízený myofeedback (Intention Myofeedback), zkráceně IMF terapie je psychomotorický způsob reedukace jakéhokoliv pohybu. Jedná se o terapii aktivní, individuální, domácí, intenzivní, efektivní a ekonomickou. Je to terapie řízená úmyslem (intence=záměr, úmysl, úsilí). Mentální procesy jsou chápány jako duševní jevy. Patří sem kognitivní funkce, jako jsou myšlení, plánování, pozorování, představa, ale i emoce jak například motivace. Za nejvíce účinnou složku mentálního cvičení se považuje představa v obrazech, neboť směřuje k aktivaci centrálního nervového systému. To je základ dobré terapie. Je to druh mentálního cvičení s využitím zpětné vazby pomocí elektromyografie (Schmidt, n. e. d.).

Touto terapií ovlivňujeme bazální senzomotorické funkce těla. „Aktivace paměti určitých pohybových vzorců z doby před úrazem nebo onemocněním můžeme docílit lepších terapeutických výsledků než pouhým fyzikálním tréninkem nebo dokonce náhradními strategiemi“ (Schmidt, n. e. d.). Dávno naučené pohyby si pamatujeme. Při tomto mentálním tréninku pohybů se zdokonalí kognitivní procesy. „Tento proces je aktivován v suplementárním motorickém areálu mozkové kůry. Mentálním tréninkem se pravděpodobně vytvoří nové přímé spoje k míše obcházením poškozených oblastí“ (Schmidt, n. e. d.).

IMF terapie se provádí několikrát denně, což představuje výhodu intenzivní terapie.

IMF terapie je indikována u osob s centrálním ochrnutím různého stupně bez nebo se spasticitou, u cévní mozkové příhody, u traumat mozku a lebky, roztroušené sklerózy, u poranění periferních nervů, poranění plexus brachialis, u vrozených nebo získaných ochrnutí po porodu, nekompletní míšní poranění. Tato metoda je kontraindikována pro osoby s kardiostimulátorem či jiným kovovým prvkem přítomným v určité části těla, pro těhotné ženy, při trombózách a zánětech (Schmidt, n. e. d.).

3.4.1 Cíl IMF terapie

Cílem této terapie je reedukace motorických funkcí a schopností. S pomocí své vůle získají zpět svou pohyblivost a ztracenou nezávislost.

Cíle a účinky terapie: (Schmidt, n. e. d.).

- Dosažení prokrvení a látkové výměny v mozku
- Posílení faktorů, které mají vliv na struktury a výsledky programování v CNS (motivace, vnímání)
- Zlepšení motoriky, vnímání, pozornosti a periferních struktur
- Zlepšení aktivace a útlumu
- Redukce spasticity
- Ovlivnění senzomotorické plasticity
- Posílení odpovědnosti pacienta za sebe sama
- Zlepšení kognitivních (poznávacích) vlastností, zlepšení představy o pohybu
- Zlepšení propriocepce (hloubkové čítí, vnímání, polohování)
- Zlepšení povrchové citlivosti (dotek)
- Aktivace svalových jednotek a zisk svalové aktivity

Intencemi řízený myofeedback závisí tedy na míře poškození a postižení, na psychice pacienta a jeho motivaci. Motivace je důležitá, neboť pacient na monitoru vidí co se děje, jak co reaguje, hlavně je schopen okolnosti ovlivnit. Velmi záleží na plasticitě mozku, jejímž základem je učení a opakování naučeného (Schmidt, n. e. d.).

4 MOŽNOSTI VYUŽITÍ MYOFEEDBACKU

Myofeedback můžeme využít v terapii, v léčbě nebo při diagnostice. Uplatňuje se v mnoha oborech, jako je fyzioterapie, neurologie, ortopedie, ale i sportovní medicína. Myofeedback se využívá buď ke zvýšení svalové aktivity, k úpravě svalových dysfunkcí či ke snížení svalové aktivity až k relaxaci.

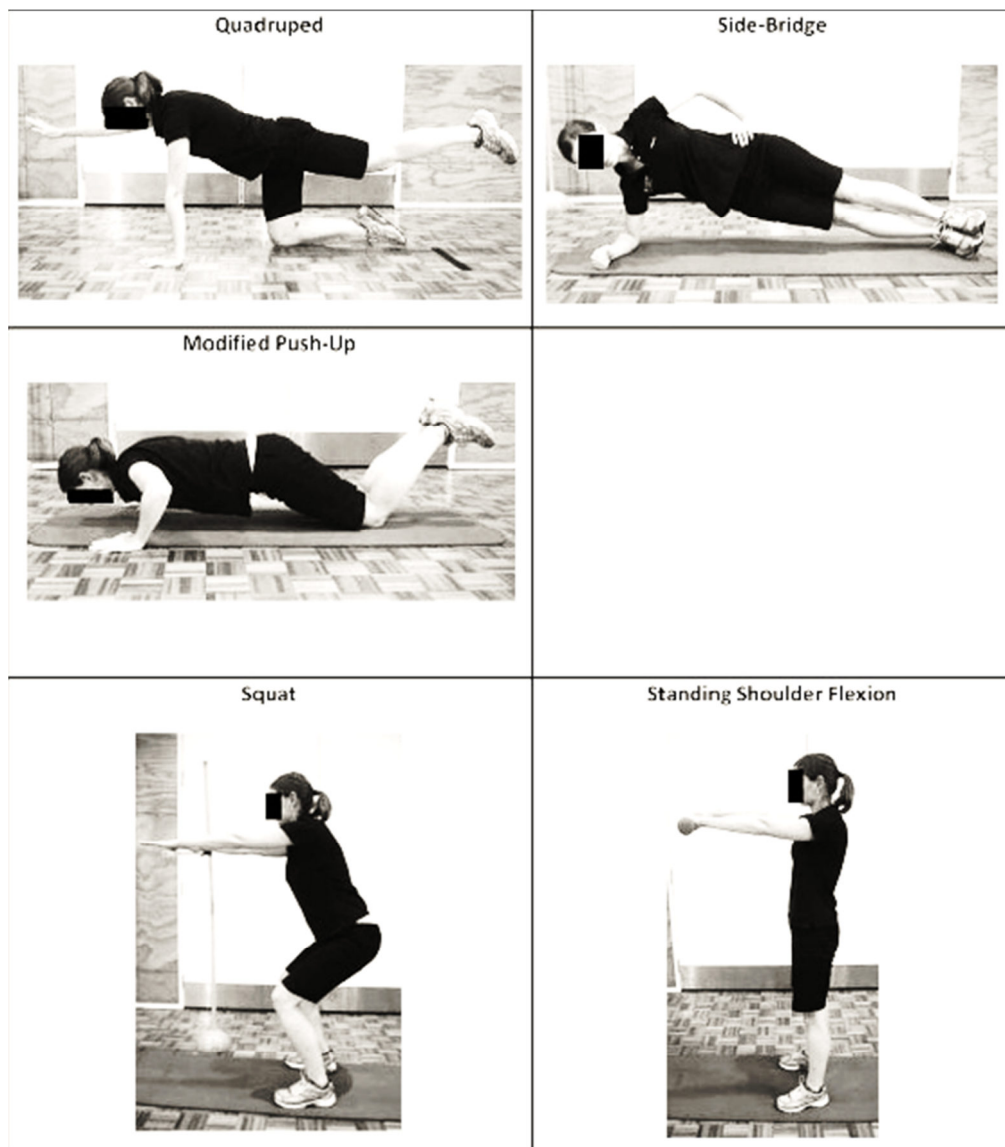
4.1 Low back pain

Low back pain, zkráceně LBP neboli bolesti dolní části zad, je druhý nejrozšířenější problém lidské populace, který přivádí pacienty do fyzioterapeutických a rehabilitačních center nebo ambulancí (Mathers & Penn, 1999). LBP je indispozice postihující muže i ženy ve všech pracovních odvětvích. Vymizí-li bolest zad během 4 – 12 týdnů, jedná se pouze o tak zvanou low back pain. Trvají-li bolesti déle než 6 měsíců, můžeme tyto bolesti zad považovat za chronické (Magnusson, Chow, Diamandopoulos & Pope, 2008). Velká část pacientů s chronickým low back pain (CLBP) odchází do pracovní neschopnosti či do předčasného důchodu. Cvičení pro low back pain je výhodná volba, avšak vybrat vhodnou terapii pro pacienta s LBP je velmi náročné.

Pomocí myofeedbacku je snaha zlepšit pacientovo motorické řízení poskytováním vizuální nebo zvukové zpětné vazby v reálném čase (Magnusson et al., 2008). Učení vhodné svalové aktivity a činnosti pomocí myofeedbacku je výhodou v léčbě chronické LBP. Marshall et al. (2011) navrhují u low back pain v rehabilitaci zařadit vybrané cviky na posílení břišní svalů (abdominal bracing). Cviky, které doporučují zařadit do terapie, jsou následující (Obrázek č. 3): čtyřnožec (quadruped), boční most (side bridge), dívčí klik (modified push up), dílčí dřepy (squat) a cvičení flexe v ramenním kloubu ve stoje (standing shoulder flexion). U těchto cviků je nutné dbát na správné provedení a postavení segmentů. Mělo by se cvičit se zpevněným břišním svalstvem a svaly pánevního dna. SEMG snímala svalovou aktivitu z musculus rectus abdominis (RA), musculus obliquus externus abdominis (OE), a erector spinae (ES) během svalové aktivity u pacientů s LBP a výsledky se porovnávaly se zdravými jedinci bez LBP, kteří se účastnili této studie. U pacientů, kteří zařadili tyto cviky do terapie, došlo k subjektivnímu pocitu snížení bolestí v zádech.

U myofeedbacku je důležité motorické učení, které se zaměřuje na změny probíhající v koordinaci pohybu z důvodu stárnutí, patologie (LBP), trénování a zkušeností (Magnusson et al., 2008). Nedávné studie prokázaly, že pacienti s LBP mají větší aktivitu trupového svalstva

spojenou s vyšší tuhostí trupu oproti pacientům bez bolesti (Hodges, van den Hoorn, Dawson & Cholewicki, 2009). U pacientů s low back pain je důležité posilovat břišní svalstvo a pánevní dno, aby se ulevilo trupu a snížila se tak jeho větší aktivita.



Obrázek č. 3. Vybrané cviky (Marshall et al., 2011)

Využití myfeedbacku v terapii, jako vhodnou a přínosnou metodu, uvedli Magnusson et al. (2008). Studie se zabývala výhodami posturálního biofeedbacku u CLBP. Byly pozorovány dvě skupiny s chronickou low back pain. Dobrovolníci pro tuto studii byli vybráni z Back Rehabilitation Program at the Westburn Centre, Aberdeen Royal Infirmary na základě kritérií v Tabulce č. 1 (Magnusson et al., 2008). Vyhovující kritéria byla chronická bolest zad trvající déle jak 6 měsíců, pacienti ve věku 20 až 70 let a schopnost absolvovat celou rehabilitaci. Nevhovující kritéria byly fraktury, tumory, infekce, vaskulární obtíže, postižení centrální nervové soustavy a psychické problémy.

Inclusion Criteria	Exclusion Criteria
Chronic low back pain patients with or without referral to leg Aged 20 to 70 yr	Fracture, tumor, infection
Men or women	Severe peripheral vascular disease Symptomatic knee or hip arthritis
Symptoms continuous for 6 mo or more, or recurrent	Signs of central nervous system disorders or peripheral neuropathology
Fit to attend back rehabilitation program	Significant psychopathologic conditions

Tabulka č. 1. Originální tabulka s kritérii pro zařazení či nezařazení do studie (Magnusson et. al, 2008).

Čtyřicet sedm dobrovolníků bylo rozděleno náhodně do dvou skupin. U jedné skupiny se zkoumal účinek klasické fyzioterapie, u druhé se zkoumal účinek fyzioterapie s využitím posturálního biofeedbacku, který využíval program BackWorks Software s BackTracker systémem (Obrázek č. 4). Výsledky se získávaly před začátkem rehabilitace, ihned po ukončení rehabilitace, 6 týdnů po ukončení a 6 měsíců po ukončení rehabilitace. Měřil se rozsah pohybu (ROM) v bederní části páteře, bolest a kvalita života. Dvacet jedna dobrovolníků však neabsolvovalo celý 6 měsíční program. Pro vyšetření ROM se používal systémem Backtracker, pro hodnocení bolesti se využila vizuální analogová škála bolesti (VAS) nebo dotazník kvality života SF-36 (Magnusson et al., 2008).



Obrázek č. 4. Systém Backtracker (Magnusson et al., 2008).

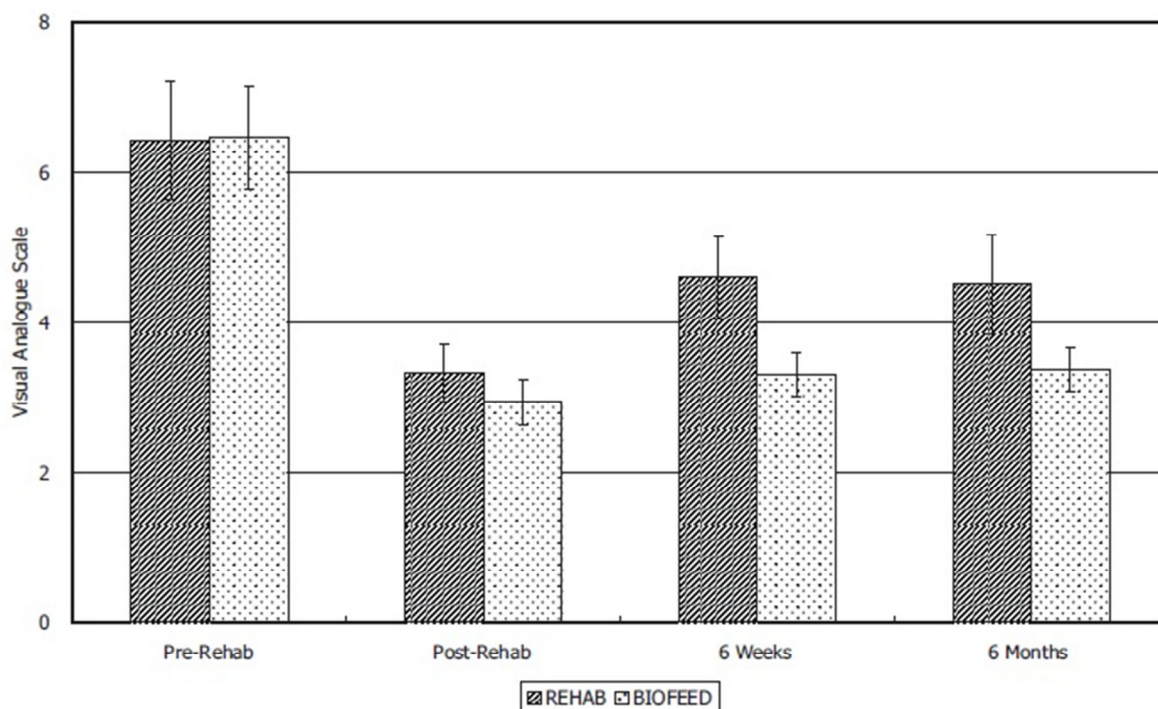
Vizuální analogová škála (VAS) je stupnice hodnotící bolest (žádná bolest 0 – 10 nesnesitelná bolest).

Dotazník SF-36 je soubor s 36 otázkami, které zjišťují osm aspektů (bolest, vitalita, fyzická činnost, omezení pro fyzické a emoční problémy, celkové a duševní zdraví, sociální funkce). Nejdůležitější pro nás je aspekt fyzická funkce (PF), omezení pro fyzické problémy (RP) a bolest (BP) (Sobotík, 1998). Oblasti krátkého dotazníku SF-36 s počtem otázek obsahuje Tabulka č. 2. (Příloha). Dotazník SF – 36 je hodnocen skórem od 0 – 100. Skóre pod 50 může signalizovat horší zdravotní stav populace a skóre nad 100 značí lepší kvalitu života. Jednotlivé otázky v dotazníku mají stanovený svůj skórovací systém, který je v rozmezí od 0 – 100 (Sobotík, 1998).

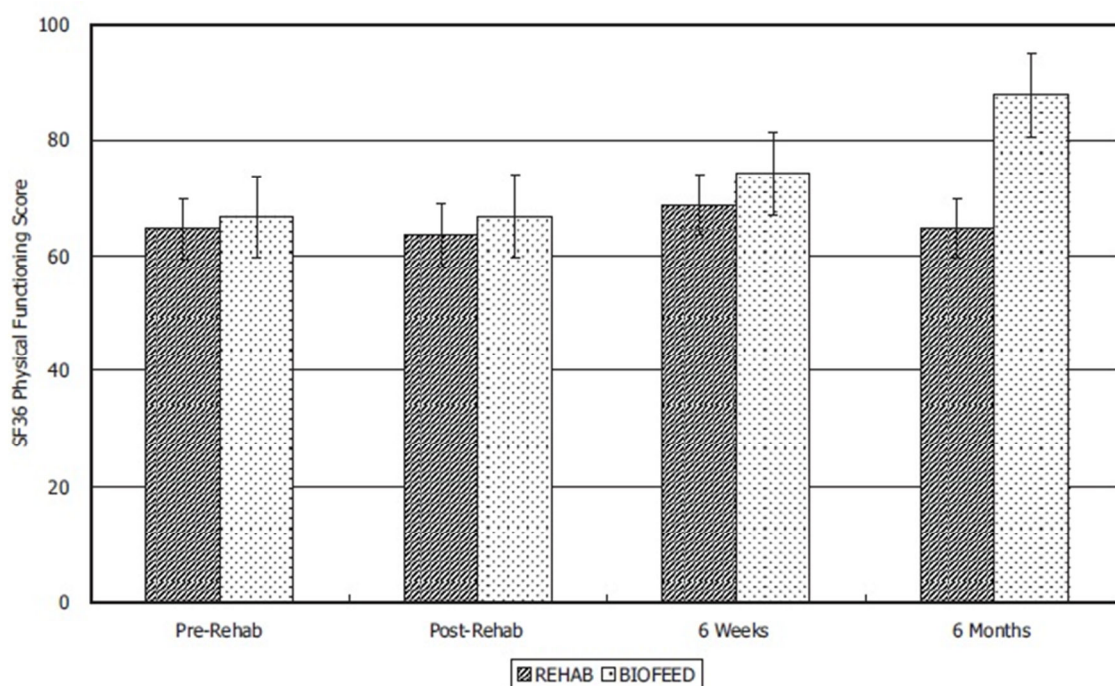
Skupina bez využití posturálního biofeedbacku měla 5 lekcí po 1 hodině. Snahou bylo udržet pacienty v aktivním přístupu, dodržovat správné držení těla, posilovat oslabené svaly a celkově zlepšit pacientův životní styl. Skupina s posturálním biofeedbackem využívala program BackWorks Software se systémem BackTracker. Tento systém měl pacient připevněný k zádům a byl napojen na monitor. Na obrazovce měli pacienti zobrazené ikony, které přesouvali pohybem pomocí svých zad. Pohyb mohli vykonávat do flexe, do lateroflexe a axiální rotace. Úkoly se postupně ztěžovaly. Pacient dostával zpětnou vazbu vizuální, zvukovou i zprávu s úspěchem či neúspěchem. Terapie s posturálním biofeedbackem byla aplikována pacientům v 10 lekcích po 30-ti minutách. S podporou biofeedbacku se cvičilo 15 minut čistého času. Zbylý čas připadl na nastrojení a odebrání systému BackTracker, a také na připomenutí, jaký je účel, cíl a co vše musí daný pacient udělat.

VAS skóre obou skupin se na začátku studie nijak výrazně nelišilo. Konečné srovnání však ukazuje lepší výsledky pro biofeedback skupinu po 6 měsících oproti skupině s konvenční léčbou. U biofeedbacku se bolest výrazně snížila. Výsledky ukazuje Graf č. 1. Z dotazníku SF-36 vyplývá, že skóre pro fyzickou funkci se u skupiny s biofeedbackem výrazně zvýšilo oproti konvenční terapii. V konečném srovnání má skupina s biofeedbackem lepší výsledky po 6-ti týdnech od ukončení léčby. Do té doby obě skupiny měly výsledky srovnatelné (Graf č. 2). Dále z dotazníků SF-36 vyplývá, že omezení pro fyzické problémy (RP) se jak u biofeedbacku, tak i u konvenční terapie výrazně snížilo ihned po ukončení terapie. Avšak u konvenční terapie RP skóre po 6 týdnech klesalo, u biofeedbacku naopak rostlo. V konečném výsledku u skupiny s biofeedbackem, s přibývajícím časem rostlo zkvalitnění života a ubývalo omezení (Graf č. 3.). Z dotazníku SF-36 pro bolest (BP) vyplývá zlepšení u obou skupin ihned po terapii. U biofeedbacku došlo po 6 týdnech i po 6 měsících od ukončení terapie k výraznému zvýšení skóre, čili ke snížení bolesti. Bohužel u konvenční terapie došlo k poklesu skóre (zvýšená

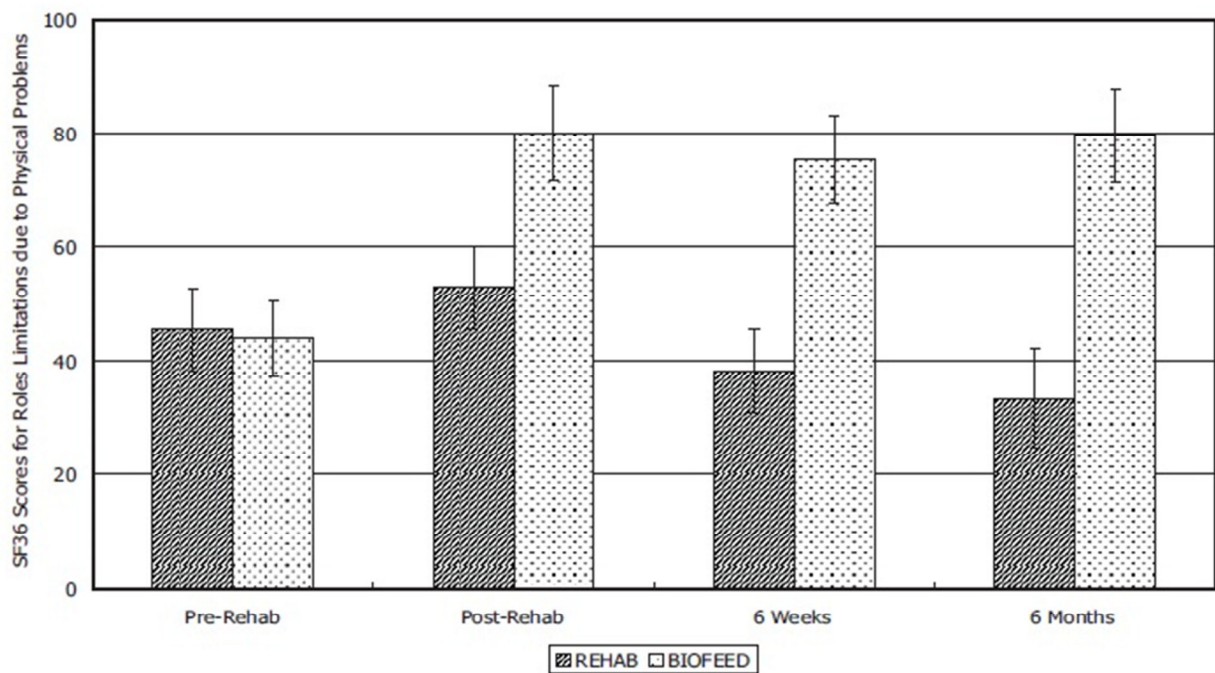
bolestivost). (Graf č. 4). V této studii Magnusson et al., (2008) poukázal na efektivitu posturálního biofeedbacku v terapii.



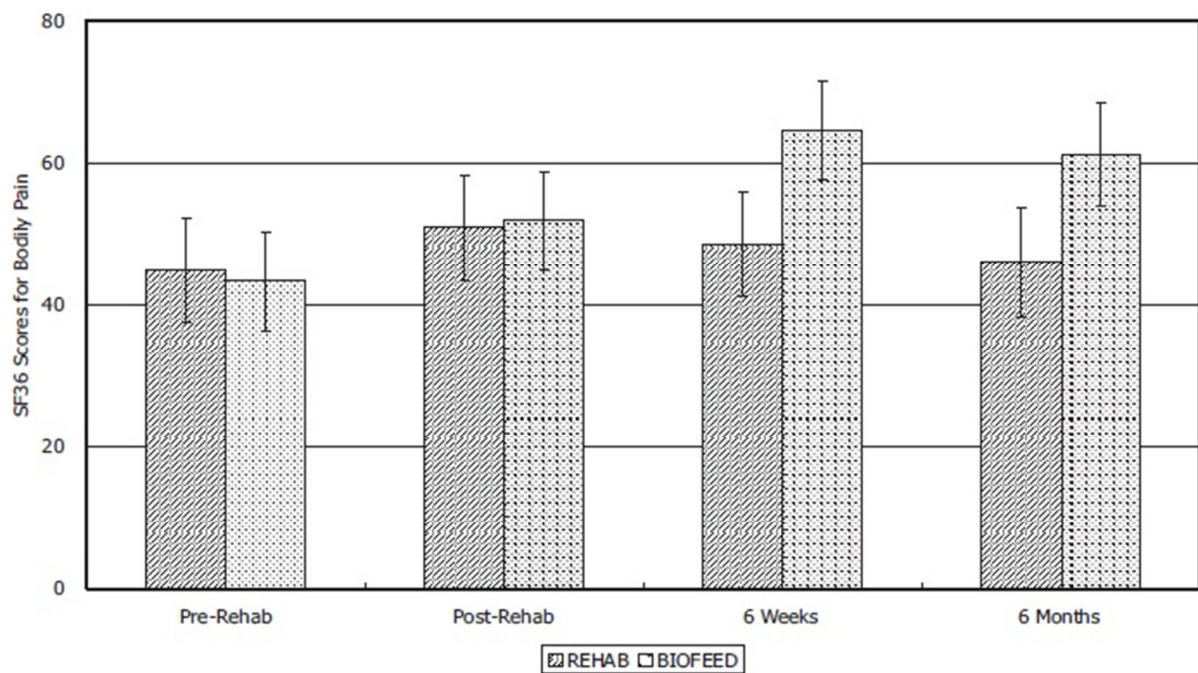
Graf č. 1. Konečné výsledky VAS. Biofeedback byl efektivnější a úspěšnější (Magnusson et al., 2008).



Graf č. 2. Konečné výsledky SF 36 pro skóre fyzické funkce (Magnusson et al., 2008).



Graf č. 3. Konečné výsledky SF 36 pro fyzické problémy (Magnusson et al., 2008).



Graf č. 4. Konečné výsledky SF 36 pro bolest (Magnusson et al., 2008).

4.2 Dysfunkce a bolesti krční páteře

Muskuloskeletální potíže horních končetin mají velkou prevalenci v západních zemích. Riziko vzniku bolestí v oblasti krční páteře a ramenních pletenců jsou spojeny s kancelářskou prací, respektive s prací na počítači, kdy bývají nejvíce postižená horní vlákna musculus trapezius. Lidé si nejvíce ztěžovali na bolesti, necitlivost a mravenčení v oblasti krční páteře, ramen a paží, což vedlo ke ztrátě produktivity, dalším přidruženým poruchám a postižením a následně k pracovní neschopnosti. Muskuloskeletální potíže horních končetin jsou multifaktoriálního původu. Mají zde významný vliv komponenty biomechanické, psychosociální a individuální, ale vliv může mít statické držení těla, traumata a také poranění krční páteře po autonehodách, tak zvaný whiplash syndrom. Bolest je označována jako chronická, trvá-li déle jak 3 měsíce. Tato dlouhodobá bolest krční páteře způsobuje velké omezení činností každodenního života a je jednou z nejčastějších poruch, která může lidskou populaci potkat. Je vědecky prokázáno, že zvýšená aktivace musculus trapezius je větší při působení psychického a fyzického stresu současně, než když působí tyto stresy samostatně (Bruflat, Balter, McGuire, Fethke, & Maluf, 2012; Dellve et al., 2011; Ehrenborg, & Archenholtz, 2010; Holtermann, Søgaard, Christensen, Dahl & Blangsted, 2008; Voerman, Vollenbroek-Hutten, & Hermens, 2006; Voerman et al., 2007).

K řešení problémů v oblasti krční páteře a v oblasti ramenních pletenců se začal využívat poměrně nový přístup pomocí myofeedbacku na podkladě Cinderellovy hypotézy. Tato hypotéza nejvíce objasňuje proces vývoje a přetrvávání bolesti u fyzicky méně náročné práce, jako je například sedavé zaměstnání a práce na počítači. Uvádí, že klíčovým faktorem je nedostatečná svalová relaxace. Cinderellova hypotéza předpokládá, že svalová relaxace je důležitější než svalová aktivace. Pro kontrolovanou svalovou relaxaci je výhodné využití myofeedbacku, protože zpětná vazba poskytuje informace o snížené nebo zvýšené svalové aktivitě (Visser & van Dieën, 2006; Voerman et al., 2007).

Cinderellův myofeedback, který využíval ve své studii Voerman et al. (2007), se skládá z elektrod a zpětnovazebné jednotky. Subjekty mohly tento přístroj nosit pod oblečením během své pracovní doby. Zpětná vazba byla poskytnuta vibracemi a jemným zvukem tehdy, pokud svalová relaxace nebyla dostatečná. Využívání myofeedbacku po dobu čtyř týdnů v pracovní skupině s obtížemi v krční a pletencové oblasti výrazně snížil intenzitu bolesti a změnily se vzory svalové aktivace. Je však potřeba dalších výzkumů v této oblasti. (Hermens & Hutten, 2002).

Randomizovaná studie Voerman et al. (2007) se zabývala účinkem Cinderellova myofedbacku na intenzitu bolesti a postižení během čtyř týdnů terapie. Sedmdesát devět pacientek bylo vybráno z řad švédských a nizozemských sekretárek pracujících na počítači ve věku nad 45 let, které byly rozděleny do dvou skupin. Do první skupiny, využívající myofeedback spolu s ergonomickým doporučením, bylo přiděleno 42 žen. Druhá skupina, do které bylo přiděleno 37 žen, využívala ergonomické doporučení samostatně. Sekretářky musely pracovat nejméně 20 hodin týdně a bolesti v oblasti krční páteře a ramen musely trvat nejméně po dobu 30 dnů během posledního roku. Pacientky nesměly trpět těžkou artrózou, brát myorelaxancia a mít další potíže s horní končetinou, které nesouvisí s prací na počítači. Všechny pacientky podstoupily ergonomické poradenství, které zahrnovalo čtyřtýdenní intervenci, kdy si pacientky vedly deník aktivit a zaznamenávaly intenzitu bolesti. Každý týden je navštěvoval terapeut, kdy na prvním sezení vyplnily dotazník (otázky k hodnocení pracovních úkolů, pracovní doby, zátěže, pracovního místa a metody). Další návštěvy se týkaly ergonomických úprav. Pro myofeedback se využíval dvoukanálový ambulantní myofeedback zahrnující povrchové elektrody, které umožní stabilní záznam svalové aktivity horních vláken musculus trapezius. Pacientky byly instruovány k podpoře zpětné vazby pomocí relaxace, která je dosažená lehkou depresí ramen nebo sed se zavřenýma očima s klidným výdechem. Přístroj nosily po dobu čtyř týdnů, minimálně osm hodin týdně během svých pracovních aktivit. Intenzita bolesti se hodnotila vizuální analogovou škálou bolesti a intenzita postižení se posuzovala pomocí Pain Disability Index. Měření bylo prováděno na počátku léčby, bezprostředně po zásahu, ve třetím a šestém měsíci po ukončení léčby.

Voerman et al. (2007) prokázali, že myofeedback v kombinaci s ergonomickým poradenstvím je výhodný pro ženy pracující na počítači, neboť ihned snižuje intenzitu bolesti. Avšak v konečném výsledku myofedback s ergonomickým poradenstvím a ergonomické poradenství samotné mají srovnatelné šance na snížení intenzity bolesti a postižení. Je zapotřebí provést ještě další výzkumy v této oblasti.

Dellve et al. (2011) se ve své randomizované studii zabývá vlivem myofeedbacku nebo intenzivního svalového tréninku na snížení intenzity bolesti a zvýšení pracovní schopnosti u chronických bolestí v oblasti krční páteře. Rizikovým faktorem pro chronickou bolest je svalové napětí krční páteře související s nedostatečnou svalovou relaxací. Této studii se zúčastnilo šedesát žen ve věku 35-60 let na pracovní neschopnosti trvající déle než šedesát dní s chronickou bolestí v oblasti krční páteře trvající déle než jeden rok. Ženy byly náhodně rozděleny do tří skupin, a to myofeedback, intenzivní svalový trénink a kontrolní skupina. Do

studie byly zařazeny ženy s cervikobrachiálním a cervikálním syndromem. Nesměly mít systémové zánětlivé onemocnění, progresivní neurologické onemocnění, psychózu a depresi. Měření se prováděla na začátku léčby, ihned po ukončení a dále jeden měsíc a tři měsíce po ukončení terapie. Skupina s myofeedbackem využívala systém s popruhy a elektrodami, který se nosí pod oděvem. Elektrody snímaly svalovou aktivitu z horních vláken musculus trapezius bilaterálně. Pokud ramenní pletence nepracovaly správně, respektive neměly dostatečnou svalovou relaxaci, ženy dostaly zpětnou vazbu pomocí zvukového alarmu. Přístroj nosily po dobu čtyř týdnů, minimálně osm hodin týdně během svých pracovních či denních aktivit. Pacienti absolvující intenzivní svalový trénink se naučili strukturovaný 5-10 minutový cvičební program, který byl prováděn dvakrát denně a šestkrát týdně. Tento program zahrnoval dva cviky na zahřátí, následovaly čtyři cviky pro posílení a koordinaci horních končetin a závěrečné dechové cvičení. Pomocí dotazníků se řešila otázka pracovní schopnosti pomocí Work ability indexu, bolest se měřila vizuální analogovou škálou bolesti, zdraví a vitalitu hodnotil dotazník Copenhagen Psychosocial Questionnaire. U obou skupin (myofeedback i intenzivní svalový trénink) se snížila bolest v průběhu terapie v porovnání s kontrolní skupinou, která neabsolvovala žádnou terapii.

Dellve et al. (2011) ve své studii prokázali pozitivní výsledky myofeedbacku a intenzivního svalového tréninku u žen s chronickou bolestí krční páteře na dlouhodobé pracovní neschopnosti. Svalový trénink bylo možno provádět doma a byl spojen se zvýšeným hodnocením pracovní schopnosti a zlepšením duševního zdraví. Myofeedback byl spojen také se zvýšením pracovní schopnosti, bolest se snížila ihned po zákroku a zlepšila se vitalita. Je však potřeba dalších výzkumů.

Holtermann et al. (2008) se ve své studii zabývají účinky EMG biofeedbacku na svalovou aktivitu a relaxaci musculus trapezius během práce na počítači. Studie se zúčastnilo 164 pracovníků a pracovníc pracujících na denně na počítači, kteří byli rozděleni do dvou intervenčních skupin, jedna obsahovala pracovníky pracující s počítačovou myší 50% a druhá 25% pracovní doby, a dvou kontrolních skupin. Pracovníkům byla provedena ergonomická úprava pracovního místa. EMG signál byl snímán povrchovými elektrodami z horních svalových vláken m. trapezius. Signál se snímal po dobu pěti týdnů.

Holtermann et al. (2008) prokázali účinek myofeedbacku na snížení svalové aktivity musculus trapezius a zvýšení relativní doby odpočinku v dominantním musculus trapezius při běžné práci na počítači. Díky zlepšení svalové relaxace musculus trapezius při běžné práci na

počítači může myofeedback potencionálně zabránit myalgii tohoto svalu u pracovníků pracujících na počítači.

Voermann et al. (2006) se ve své studii pokoušeli pomocí myofeedbacku prozkoumat změny v bolesti, zdravotním postižení a ve vzorech svalové aktivity u pacientů s chronickým whiplash syndromem a jeho přidruženými poruchami (whiplash associated disorder, WAD). Studie se zúčastnilo 11 pacientů s chronickým WAD ve věku 18-55 let (přítomnost potíží s krční páteří, snížení rozsahu pohybu a množství tender pointů). Pro terapii myofeedbacku byl využit dvoukanálový EMG přístroj snímající elektrickou aktivitu z horních vláken musculus trapezius. Pacienti byli poučeni, jak dosáhnout relaxace, kdy stačila lehká deprese ramen, nebo sezení v klidu se zavřenými očima a rukama v klíně s hlubokými výdechy. Další relaxační terapií je maximálně elevovat ramena po dobu 3 sekund a vyvolat svalové napětí a pak toto napětí uvolnit. Systém se využíval po dobu čtyř týdnů, minimálně dva dny v týdnu, dvě hodiny denně, a osm hodin týdně během pracovní činnosti nebo činnosti každodenního života. Měření se provádělo před a bezprostředně po čtyřtýdenní myofeedback terapii. Pro hodnocení bolesti se využívala vizuální analogová škála bolesti, postižení bylo hodnoceno Neck Disability Index (NDI). NDI se skládá z 10 otázek týkajících se intenzity bolesti, osobní péče, čtení, bolesti hlavy, soustředění, řízení auta, spaní a rekreační činnosti. Konečné výsledky ukázaly, že intenzita bolesti se snížila po čtyřech týdnech užívání myofeedbacku. Celková svalová aktivita byla nižší a svalová relaxace vyšší po dobu tréninku s myofeedbackem. Největší rozdíly byly během odpočinku.

Voermann et al. (2006) prokázali, že po čtyřech týdnech využívání myofeedbacku dochází ke snížení bolesti a normalizují se vzory svalové aktivity u pacientů s chronickou WAD. Studie však doporučuje další výzkum.

4.3 Dysfunkce pánevního dna

Dysfunkce pánevního dna je v dnešní době velmi častý problém zahrnující inkontinenci moči a stolice a další dysbalance pánevního dna. Tyto poruchy mají význam multioborový, neboť se jím zabývají gastroenterologové, gynekologové, chirurgové, rehabilitační lékaři a urologové (Jurášková, 2010). Je to citlivé téma pro celou populaci. Mnoho lidí se za tyto problémy stydí a mají strach navštívit specialistu.

Při funkčním postižení svalů pánevního dna dochází postupně k rozvoji jejich dysfunkce. Symptomy mohou být různé: obstipace, pocit nedokonalého vyprázdnění nebo naopak inkontinence moči, stolice a dyspareunie (Jurášková, 2010). Dysfunkce pánevního dna má spojitost i s impotencí. Na základě těchto poruch se může jednat o několik patologických stavů,

jako somatické nebo autonomní periferní nervové léze, změny v CNS nebo psychiatrické poruchy (Merletti & Parker, 2004).

4.3.1 Inkontinence moči

Inkontinence moči je v současnosti velmi hojně se vyskytující problém u žen všech věkových kategorií. Má velký vliv na psychický i fyzický stav ženy (Huebner et al., 2010). Část žen z důvodu studu odkládá návštěvu specialisty.

Nejběžnější druh inkontinence moči je stresová inkontinence moči. Hannestad, Rortveit, Sandvik & Hunskaar (2000) uvádí, že touto stresovou inkontinencí trpí až 86% inkontinentních žen. Za primární léčbu se volí konzervativní terapie, protože s operací rostou rizika mikční dysfunkce s nebo bez bakteriálního zánětu močového měchýře. Roste také riziko chirurgického selhání (Moore, 2000). Hlavním úkolem konzervativní terapie je rehabilitovat svalstvo pánevního dna. Využívají se svalová cvičení pánevního dna (zkratka PFME – pelvic floor muscle exercise), ke kterým se může jako doplňková léčba použít biofeedback, elektrická stimulace a vaginální kužely (Moore, 2000). Terapie pomocí PFME je nejméně invazivní, bezpečná a účinná. Biofeedback se využívá k reedukaci svalů pánevního dna (Schmidt, Sanches, Silva Jr., Ramos & Nohama, 2009). Berghmans et al. (1996) uvádí, že přidání biofeedback metody k PFME může být účinnější než samotné PFME. Výsledky však nebyly statisticky významné.

Pro cvičení je důležité, aby pacient věděl a chápal, co a jak má dělat, proč to má dělat a s čím vlastně cvičí. Je potřeba, aby měl představu, kde se svaly pánevního dna upínají, jak vypadají a co mezi tyto svaly patří. Usnadnit tuto orientaci pomůže obrázek. Svaly pánevního dna jsou svaly s posturální funkcí, které se upínají od kosti stydké (os pubis) po kost křížovou (os sacrum). Vyklenují 3 otvory pro močovou trubici, pochvu a konečník (Moore, 2000). Tyto svaly jsou potřebné pro udržení moči a stolice nejen při každodenních činnostech, ale i při kašli, kýchání nebo smíchu.

Jurášková (2010) se snaží vysvětlit, proč je myofeedback tak přínosný. Většina pacientů s inkontinencí moči má problémy se správnou funkcí svalů pánevního dna, s jejich hypertoniem nebo hypotonií. Tito pacienti běžné cviky jako Kegelovo cvičení nezvládají, a často nevědomě svůj stav zhoršují nesprávným cvičením. Nejedná se pouze o posílení svalů, ale i o nácvik koordinovaného stahu a relaxaci svalů pánevního dna. Bez zpětné vazby není toto možné docílit. Díky zpětné vazbě získá pacient kontrolu nad stahem i relaxací a vidí, zda svaly pracují správně, i když kontrakce nejsou vidět.

V terapii myofeedbacku využíváme 3 typy elektrod, a to vaginální, rektální a anální. Každý druh elektrody ještě obsahuje elektrodu tlakovou, stimulační a indifferenční. Kontraindikací je těhotenství, menstruace, akutní záněty pochvy a celkové kontraindikace pro myofeedback (Jurášková, 2010).

Existuje mnoho studií, které se snaží prokázat kladný efekt a účinnost myofeedbacku. U pacientů s dysfunkcí pánevního dna se nejčastěji využívá cvičení pánevního dna, které má velmi dobré výsledky. Ve studii Schmidt et al. (2009) zkoumají vliv PFME s biofeedbackem na ošetření inkontinence. Pro studii bylo vybráno 32 žen ve věku starších 30 let se stresovou inkontinencí, které během posledních 6 měsíců neměly žádnou klinickou nebo chirurgickou léčbu. Na prvním sezení byla ženám popsána a vysvětlena anatomie, funkce svalů a následná souvislost s inkontinencí. Poté byly rozděleny do tří skupin: 1. PFME samotné, 2. PFME s biofeedbackem, 3. PFME s elektrickou stimulací. Pro tuto studii byla použita mikroprocesorová jednotka uchovávající vaginální tlak. Jednotka má grafický displej z tekutých krystalů (LCD), která poskytuje pacientovi v reálném čase informace z vaginálních sond o průběhu kontrakce pánevních svalů během terapie. Zařízení se mohlo naprogramovat tak, aby odpovídalo požadavkům jednotlivých skupin. V režimu biofeedback s PFME se na displeji znázorňovala šablona zobrazující cvičební program složený s rychlých a pomalých kontrakcí, které pacient vidí na displeji. Při elektrické stimulaci pacient ovládá elektrický stimul, který začíná v závislosti na kontrakci pánevních svalů. Když velikost signálu tlaku překročí přednastavenou prahovou hodnotu, elektrický stimulátor se aktivuje a zůstane aktivní až do konce kontrakce. Intenzita elektrického proudu se nastavuje podle pacienta, který použije maximální únosnou míru kontrakce, aniž by to pro něj bylo nepohodlné. U samotné PFME vidí pacient sekvence na displeji, ale nemá žádnou informaci o síle kontrakce. Každá skupina měla stejný cvičební program vleže na zádech obsahující sérii rychlých kontrakcí (2 sekundy kontrakce, 4 sekundy odpočinek) a sérii pomalých kontrakcí (4 sekundy kontrakce a 4 sekundy odpočinek). Toto cvičení má přispět k posílení vláken typu 1 a 2. Po 12 týdnech výsledky neukázaly velké rozdíly mezi skupinami, zvláště mezi biofeedbackem a PFME samotným. Maximální síla kontrakce svalů pánevního dna se zvýšila ve všech skupinách. Ve všech skupinách bylo významné snížení v subjektivním vnímání dopadu inkontinence během léčby. Konečné hodnocení však ukázalo lepší výsledky u skupiny s biofeedbackem, protože dostávali zpětnou vazbu o síle kontrakce, mohli se opravit či zlepšit.

Rehabilitace se skládá z léčebné tělesné výchovy, fyzikální terapie a myofeedbacku. Je potřeba kvalitního ošetření svalů pánevního dna podle Mojžišové. Rehabilitace je náročná,

zdlouhavá, ale i psychicky náročná. Je potřeba pacienta psychicky připravit, že zlepšení stavu se nedostaví ihned, ale většinou až za pár měsíců.

4.4 Osteoartróza (artróza)

Osteoartróza patří mezi nejčastější onemocnění kloubů. V anglosaštině se využívá název osteoartritis, která značí onemocnění spojené s degenerací a zánětem probíhajícími současně. Klasické vyjádření osteoartrózy popisuje primární proces jako degeneraci a zánět jako proces sekundární (Kolář, 2009). Postihuje většinou velké klouby, zejména kloub kyčelní, kolenní či klouby ruky. Artróza kolenního kloubu postihuje 30-40% populace starší 65 let. Svalová slabost, která je spojená s bolestí a ztrátou funkce je hlavní příčina invalidity starších lidí. Cvičení má význam v prevenci a léčbě (O'Reilly, Jones, Muir & Doherty, 1998). Hlavní roli hraje posílení svalů. Ke snížení bolestivosti a zlepšení fyzických funkcí se osvědčilo posílení svalů a aerobní cvičení (Bennell & Hinman, 2005).

Yilmaz et al. (2010) se ve své studii snaží zjistit účinek EMG biofeedbacku přidaného k rehabilitaci artrózy kolene. Studie se zúčastnilo 40 pacientů, 5 mužů a 35 žen, ve věku 40-70 let s artrózou kolene. Kritéria pro studii byla artróza kolene podle American College of Rheumatology (ACR) a bolesti trvající alespoň 6 měsíců a déle. Pacienti nesměli prodělat zánětlivé onemocnění kloubů, operaci kolene, sekundární artrózu, diabetes mellitus a imunosupresivní onemocnění, ale ani artrózu 4. stupně (podle Kellgren-Lawrence radiological scoring system). Na začátku i na konci studie byla využita vizuální analogová škála bolesti a dotazník Western Ontario McMaster Osteoarthritis Index (WOMAC), který hodnotí bolest, ztuhlost a funkční stav (Tüzün, Eker, Aytar, Daşkapan & Bayramoğlu, 2005). Rozsah pohybu byl změřen klasickým goniometrem. Dále byla použita turecká verze dotazníku na kvalitu života Nottingham Health Profile (NHP). Obsahuje 38 otázek se šesti podskupinami. Čím vyšší skóre, tím horší kvalita života (Kücükdeveci, McKenna, Kutlay, Gürsel, Whalley & Arasil, (2000). Svalová síla se měřila izokinetickým dynamometrem. Izokinetická flexe a extenze kolena byla měřena v 60°/s a v 180°/s úhlové rychlosti. Izometrická svalová síla musculus quadriceps femoris se měřila v 65° flexi v koleni (Yilmaz et al., 2010).

Pacienti byli rozděleni do dvou skupin. Jedna skupina využívala pouze cvičení k posílení, druhá skupina přidala k posílení EMG biofeedback. Všichni pacienti byli zařazeni do kontrolované skupiny s cvičebním programem k posílení aplikovaný třikrát týdně po dobu tří týdnů. Cvičení k posílení obsahovalo posilování izometrickou kontrakcí musculus quadriceps femoris, cvičení v uzavřených kinetických řetězcích, izometrie adduktorů kyčle a odporovaná

cvičení. Bylo doporučeno 10 opakování. U odporového cvičení se začínalo první týden s nulovým odporem či váhou, druhý týden se přidalo 0,5 kg a třetí týden se přidalo 1,5 kg závaží. Skupina s myofeedbackem využívala dvoukanálový přístroj Enraf Nonius Myomed 932. Velmi jim pomáhala zpětná vazba, díky které tak mohli svalovou kontrakci kontrolovat případně zesílit (Yilmaz et al., 2010).

U obou skupin došlo ke statisticky významné změně z hlediska VAS a WOMAC po léčbě (Tabulka č. 3). Tato tabulka obsahuje hodnocení bolesti na vizuální analogové škále u bolesti v klidu, při chůzi a při chůzi do schodů. Dotazník WOMAC hodnotí bolest, ztuhlost a funkční stav. Tabulka č. 4 obsahuje dotazník NHP se 6-ti podskupinami, které hodnotí fyzickou mobilitu, bolest, spánek, energii, sociální izolaci a emoční reakce. U skupiny bez myofeedbacku se zlepšila bolest a funkční schopnosti. U skupiny s myofeedbackem se výrazně zlepšila fyzická mobilita, bolest, spánek a energie.

	Exercise group (Group 1)		EMG-biofeedback assisted exercise group (Group 2)		Group 1 versus Group 2 ^a , <i>p</i>
	Before	After	Before	After	
VAS rest	3.65 ± 2.23	1.35 ± 1.69*	3.89 ± 2.28	1.63 ± 2.06*	0.69
VAS walking	5.95 ± 2.06	2.75 ± 2.02*	5.42 ± 2.83	2.68 ± 2.49*	0.25
VAS stairs	7.05 ± 1.53	3.55 ± 1.84*	7.47 ± 1.95	4.52 ± 2.54*	0.37
WOMAC(pain)	14.3 ± .99	9.3 ± 3.07*	14.78 ± 4.93	9.52 ± 4.42*	0.67
WOMAC (stiffness)	4.15 ± 1.81	3.0 ± 8.07*	4.31 ± 1.7	3.42 ± 1.57*	0.76
WOMAC (function)	47.6 ± .07	32.45 ± 9.08*	49.1 ± 12.44	33.42 ± 11.74*	0.94

Values are mean units ± standard deviations (SD)

* *p* < 0.05 change within the group before and after treatment

^a Difference between groups after treatment

Tabulka č. 3 VAS a WOMAC skóre před a po léčbě (Yilmaz et al., 2010).

	Exercise group (Group 1)		EMG-biofeedback assisted exercise group (Group 2)		Group 1 versus Group 2 ^a , <i>p</i>
	Before	After	Before	After	
Physical mobility	37.59 ± 21.15	25.33 ± 18.41*	45.03 ± 21.46	28.10 ± 17.08*	0.77
Pain	63.54 ± 25.29	28.52 ± 23.67*	63.69 ± 27.71	31.72 ± 24.19*	0.51
Sleep	38.64 ± 37.43	35.41 ± 34.66	38.02 ± 32.52	27.98 ± 27.66*	0.02*
Energy	49.81 ± 40.65	43.37 ± 35.28	36.2 ± 31.76	23.81 ± 20.00*	0.03*
Social isolation	23.89 ± 27.09	22.76 ± 26.66	19.65 ± 28.62	18.63 ± 28.14	0.79
Emotional reactions	21.05 ± 27.56	21.05 ± 27.56	16.34 ± 16.48	15.60 ± 15.83	0.79

Values are mean units ± standard deviations (SD)

* *p* < 0.05 change within the group before and after treatment

^a Difference between groups after treatment

Tabulka č. 4. NHP skóre před a po léčbě (Yilmaz et al., 2010).

Legenda tabulky č. 3 a č. 4: \pm směrodatná odchylka, * p (odchylka) < 0,005 změna mezi skupinami před a po léčbě, ^a rozdíl mezi skupinami po léčbě

V této studii byl prokázán efekt myofeedbacku při doplňkové aplikaci ke klasické fyzioterapii. Efekt je umožněn díky zpětné vazbě, kdy pacient vidí nebo slyší, jak kontrakce probíhá a může do tohoto procesu zasáhnout (Yilmaz et al., 2010).

4.5 Dysfunkce svalů kolenního kloubu

Nejčastějším úrazem kolenního kloubu jsou ruptury předního zkříženého vazy, ruptury menisků, ale i patelofemorální bolestivý syndrom. K rehabilitaci výše uvedených problémů se může ke konvenční terapii pro zlepšení efektivity terapie využít myofeedback.

Muskuloskeletální podmínky jako ruptura předního zkříženého vazy (LCA), léze menisků, patelofemorální bolestivý syndrom a artróza kolenního kloubu jsou spojené se ztrátou svalové síly musculus quadriceps femoris. Při artroskopiích a rekonstrukcích kolenního kloubu dochází ke snížení bolesti a zlepšení funkce, ale sníží se svalová síla m. QF, rozsah pohybu v koleni a zvýší se tuhost, což může omezovat funkční činnosti jako chůze či chůze do schodů (Akima, Hioki & Furukawa, 2008). Obnova neuromuskulární kontroly musculus quadriceps femoris je hlavním cílem terapeutických cvičení po úrazech kolena. Klíčem k této neuromuskulární kontrole je nárůst svalové síly. Obnova svalové síly m. QF je důležitá k správné funkci a stabilizaci kolenního kloubu (Silkman & McKeon, 2010).

Patelofemorální bolestivý syndrom (PFPS – patellofemoral pain syndrome) je souhrnný termín pro symptomy patelofemorálního kloubu. Symptomy jsou bolest pod patelou, crepitus (drásot), otok a příležitostné zamykání kloubu (van Zyl, Schweltnus & Noakes, 2001). Bolest může zhoršovat chůze po schodech, dřepy, dlouhodobé sezení nebo vstávání ze sedu, neboť dochází ke kompresi patelofemorálního kloubu (Fredericson & Powers, 2002). Etiologie syndromu není zcela známá, i když studie ukazují, že hlavním predisponujícím faktorem je slabost v musculus vastus medialis, který se chová jako střední stabilizátor pately zajišťující správné patelofemorální srovnání během pohybu. Problémem může být i nerovnováha mezi musculus vastus medialis et lateralis. Pro léčbu bolestivého syndromu je pro rehabilitaci důležité selektivně posilovat musculus vastus medialis, aby se svalová aktivita kolem kolenního kloubu stabilizovala (Yip & Ng, 2006).

4.5.1 EMG biofeedback jako doplněk k rehabilitaci po zranění či operaci kolenního kloubu

Studie autorů Silkman & McKeon (2010) porovnávali čtyři randomizované studie, které využívaly EMG biofeedback jako doplněk k terapii. Dvě studie autorů Kirnap et al., Ng et al. prokázaly, že EMG biofeedback je účinný na zlepšení aktivace svalů a na funkce m. QF v terapii. Druhé dvě studie autorů Dursun et al., Yip et al. ukázaly, že využití EMG biofeedbacku ke konvenční terapii nemělo lepší výsledky než skupina, která během terapie aplikovala pouze cvičební program. Všechny čtyři studie byly zaměřeny na terapii m. quadrices femoris, obzvláště na m. vastus medialis et lateralis.

Studie autorů Dursun, Dursun & Kiliç (2001) se účastnilo 60 pacientů s PFPS (48 žen, 12 mužů) ve věku 17-50 let. Tito pacienti byli náhodně rozděleni do skupiny s EMG biofeedbackem jako doplňkem ke klasické terapii a bez EMG biofeedbacku, kde terapie v této skupině probíhala klasickou fyzioterapií. Pacienti se mohli této studii zúčastnit, jestliže jim byl diagnostikován PFPS s plným rozsahem pohybu v kolenním kloubu a neměli další extraartikulární či intraartikulární patologie, traumata či operace kolene. Na základě demografických údajů nebyly zjištěny žádné skupinové rozdíly. Terapie myofeedbackem probíhala 30 minut pomocí dvoukanálového EMG přístroje třikrát týdně po dobu čtyř týdnů, kdy povrchové elektrody snímaly signál z m. VM et VL. Zpětná vazba byla poskytnuta pomocí sluchové zpětné vazby. Pacienti byli vyzváni, aby prováděli maximální kontrakci musculus quadriceps femoris třikrát po sobě, zatímco síla musculus vastus medialis et lateralis se sleduje samostatně. Během terapie se pacienti snažili o kontrakci m. VM nad jeho prahovou úroveň a zároveň udržet zvukový signál po dobu 10 sekund a přitom se snaží snížit aktivitu m. VL pod jeho prahovou úroveň. Poté následuje 20 sekundový odpočinek. Konvenční terapie obou skupin se prováděla pětikrát týdně po čtyři týdny a pak třikrát týdně po dva měsíce. Tato terapie obsahovala izometrické posilování musculus quadriceps femoris, protahovací cvičení, propioceptivní trénink a vytrvalostní trénink na kole. Síla svalové kontrakce se hodnotila maximální a průměrnou kontrakcí m. VM et VL, pomocí vizuální analogové škály se hodnotila bolest a funkční omezení hodnotil dotazník Functional Index Questionnaire. Hodnota průměrné síly kontrakce VM et VL po prvním a třetím měsíci terapie byly výrazně lepší pro skupinu s EMG biofeedbackem, avšak maximální síla kontrakce se zvětšila u obou skupin.

Dursun et al. (2001) neprokázal statisticky významný rozdíl mezi skupinami.

Studie autorů Kirnap, Calis, Turgut, Halici & Tuncel (2005) se zúčastnilo 40 mužů, kteří se podrobili artroskopické meniskektomii. Tito muži byli náhodně rozděleni do skupiny využívající

EMG biofeedback jako doplněk konvenční terapie a do kontrolní skupiny, která aplikovala pouze konvenční terapii. Nebyly nalezeny žádné významné rozdíly věku a stranové dominance dolní končetiny mezi skupinou kontrolní a skupinou s EMG biofeedbackem. Terapie probíhala pomocí dvoukanálového EMG přístroje pětikrát týdně po dva týdny po operaci. Povrchové elektrody snímaly signál z m. VM et VL. Snímaly se signály během izometrické kontrakce musculus quadriceps femoris 5s kontrakce, 10 s pauza se 20-ti opakováními. Měřilo se třetí, čtrnáctý den po operaci a pak šestý týden. Konvenční terapie probíhala třífázově u obou skupin během 2 týdnů od prvního dne po operaci. První fází cvičebního programu byly studené obklady, mobilizace pately a polohování dolní končetiny ve vodorovné poloze. Druhá fáze obsahovala posílení adduktorů kyčelního kloubu a cvičení na plný rozsah pohybu do extenze. Třetí fáze obsahovala cvičení v uzavřených kinetických řetězcích. EMG biofeedback byl použit až třetí den po operaci a byl aplikován jednou denně a pětikrát týdně. Hodnotila se síla maximální a průměrné kontrakce m. VM et VL, rozsah pohybu v koleni. Dále v této studii byl využit i dotazník Lysholm knee scores. Tři dny po operaci nebyly žádné rozdíly mezi skupinami v síle maximální a průměrné kontrakci VM et VL. Statisticky významné rozdíly mezi skupinami nastaly 14. den a 6. týden od operace, kdy hodnota síly maximální a průměrná kontrakce byla vyšší u skupiny s EMG biofeedbackem. Další významné rozdíly nastaly také u rozsahu pohybu do flexe v koleni i v dotazníku Lysholm knee scores.

Kirnap et al. (2005) prokázali, že obohacení klasické terapie EMG biofeedbackem bylo účinnější ve zlepšení svalové aktivace musculus quadriceps femoris ve srovnání s konvenční terapií samotnou.

Studie autorů Ng., Zhang & Li (2008) se zúčastnilo 26 jedinců (16 žen, 10 mužů) ve věku 20-55 let s diagnózou patelofemorální bolestivý syndrom. Tito jedinci byli náhodně rozděleni do EMG biofeedback skupiny s konvenčním léčebným programem nebo do kontrolní skupiny s konvenční terapií samotnou. Museli mít bolesti kolena nejméně 6 měsíců a museli mít pozitivní dvě z následujících činností, při kterých se provokovala bolest: chůze do schodů a ze schodů, dřepy, chůze po kolenou a skákání. Na začátku nebyly žádné významné rozdíly mezi skupinami. Povrchový EMG biofeedback měřil svalovou aktivitu musculus vastus medialis et lateralis pomocí EMG přístroje. Konvenční terapie zahrnovala zahřátí, posilování extenzorů kolene, proprioceptivní trénink a trénink obratnosti zaměřené na posilování musculus vastus medialis prováděných 30 minut denně po dobu 8 týdnů. Jako hodnotící kritérium se využil EMG podíl VM:VL, který hodnotí denní aktivity během dne. Poměr VM:VL se po 8 týdnech nezlepšil u konvenční terapie, ale výrazně se zlepšil u skupiny s EMG biofeedbackem.

Ng et al. (2008) prokázali, že začlenění EMG biofeedbacku do konvenční terapie pomáhá musculus vastus medialis ke svalové aktivaci během denních aktivit ve srovnání se konvenční terapií bez využití myofeedbycku.

Yip & Ng (2006) se snažili přezkoumat účinnost EMG biofeedbacku jako doplněk k rehabilitaci pacientů s patelofemorálním bolestivým syndromem. Studie se zúčastnilo 26 pacientů (16 žen a 10 mužů) ve věku 22-55 let, kterým byl diagnostikován patelofemorální bolestivý syndrom s bolestmi trvajícími déle než 6 měsíců. Pro zařazení do studie museli mít bolesti alespoň ve dvou z následujících činností: chůze do schodů a ze schodů, dřepy, chůze po kolenou a skákání. Pacienti byli vyloučeni, pokud měli degenerativní změny na RTG, léze menisků, ligamentózní nestabilitu, známky zánětu či operace a traumatické úrazy kolenního kloubu.

Studie autorů Yip & Ng (2006) zahrnovala opakované měření, kdy na prvním sezení se provádělo hodnocení bolesti pomocí škály Patellofemoral Pain Syndrome Severity, hodnocení patelofemorálního zarovnaní podle McConnella (vyšetřovalo se klouzání, naklápění a otáčení) a hodnocení izokinetické síly extenze v kolenním kloubu pomocí dynamometru. Následně byli pacienti náhodně rozděleni do skupiny EMG biofeedback a cvičení nebo do skupin se cvičením samotným. Cvičební program domácího cvičení trval 8 týdnů s těmito vybranými cviky: flexibilita cvičení (protažení musculus quadriceps femoris, hamstringů, adduktorů kyčle), cvičení pro posílení musculus quadriceps femoris s důrazem na musculus vastus medialis (výpady, dřepy, atd.), balanční a proprioceptivní cvičení a plyometrický trénink. Pacienti vykonávali cvičení 15 minut denně - 5 minut protažení, posilování po třech sadách s 10-ti opakováními. Skupina s EMG biofeedbackem využívala přístroj pro snímání povrchové elektromyografie, který podával reálné vizuální signály z musculus vastus medialis et lateralis. Hodnocení obou skupin proběhlo ve 4. a 8. týdnu léčebného programu. Na začátku studie nebyly mezi skupinami statisticky významné rozdíly. Yip & Ng (2006) zjistili, že existuje výrazné zlepšení v izokinetické síle extenze kolenního kloubu, dále uvádí snížení laterálního patelárního posunu a také snížené vnímání bolesti. Skupina s EMG biofeedbackem měla rychlejší reakci na terapii, kdy k nejvýznamnějším změnám docházelo během týdne 0-4. U skupiny pouze se cvičením byly změny pomalejší v týdnu 0-8. V konečném hodnocení není statistický rozdíl mezi skupinami významný.

EMG biofeedback jako doplnění cvičebního programu může urychlit zlepšení u pacientů s patellofemorální bolestí v prvních několika týdnech fyzioterapie. Pacientům rychleji ustupovala bolest, rychleji reagovali na terapii a celkově se cítili lépe. V tom byl EMG biofeedback

přínosný. Avšak během osmi týdenní terapie nedošlo k výrazným změnám ve srovnání s druhou skupinou (Yip & Ng, 2006).

4.6 Centrální mozková příhoda

Centrální mozková příhoda (CMP) je nejčastější neurologické onemocnění. Každý rok přežívá více pacientů, kteří se ale potýkají s výrazným postižením. Nejčastější postižení po CMP je hemiparéza postihující 70-85% všech pacientů. Dnes již existuje řada léčebných strategií pro rehabilitaci hemiplegických pacientů, jako jsou konvenční léčebné programy, techniky propioceptivní neuromuskulární facilitace, posilování svalů, kondiční cvičení, neurofyziologické přístupy a funkční elektrická stimulace. Elektromyografický biofeedback se používá v léčbě hemiplegie od roku 1960. Většina studií uvádí, že EMG biofeedback může pomoci dosáhnout zlepšení i v chronickém stadiu, v léčbě hemiparézy horních i dolních končetin (Armagan, Tascioglu & Oner, 2003; Kunkel et al., 1999).

Armagan et al. (2003) chtěli ve své studii zjistit, zda může EMG biofeedback usnadnit zotavení po CMP a tak se zaměřili na hodnocení účinnosti EMG biofeedbacku u funkčního využití hemiplegické ruky. Této studii se zúčastnilo dvacet sedm pacientů (11 žen a 16 mužů) s hemiparézou cévního původu ve věku 39-77 let. Doba od počátku vzniku hemiparézy byly 3-6 měsíců. Všichni pacienti měli lézi v povodí arteria cerebri media. Pacienti pro zařazení do této studie museli splňovat tato kritéria: schopnost komunikovat, schopnost porozumět, žádné vizuální ani sluchové vady, stabilní zdravotní stav, stupeň hemiparézy 2 nebo 3 podle modifikované škály Brunnstromové pro motorické zlepšení ruky. Kritéria pro vyloučení byla spasticita větší než stupeň 3 podle modifikované Ashwortovy škály, předchozí hemiparéza, demence, deformity končetin a předchozí léčba fyzikální terapií a terapie EMG biofeedbackem. Pasivní rozsah pohybu byl u všech pacientů v normě, neměli žádný sensorický deficit ani bolest. Funkční schopnosti byly měřeny pomocí indexu Barthelové. Pacienti byli rozděleni do dvou skupin. První skupina se skládala ze 14 pacientů, kteří absolvovali terapii dle Brunnstromové a EMG biofeedback. Druhá skupina obsahovala 13 pacientů, kteří absolvovali terapii dle Brunnstromové a placebo EMG biofeedback. Pro EMG biofeedback byl použit dvoukanálový přístroj s povrchovými elektrodami umístěnými na musculus extensor carpi radialis a extensor digitorum communis na paretickou horní končetinu. U hemiplegických pacientů dochází ke zhoršení extenze zápěstí a prstů, což vede k funkčnímu omezení ruky, zvláště při úchopu. Pacient z flektovaného a pronovaného zápěstí byl instruován k extenzi v zápěstí a pak dostal zpětnou vazbu vizuálně nebo sluchově. Placebo EMG biofeedback se využíval úplně stejně, jako

ten klasický, rozdíl byl v tom, že nedostávali žádnou zpětnou vazbu. U obou skupin EMG biofeedback se používal pětkrát týdně, 20 minut po dobu dvaceti sezení. Neurofyziologický přístup Brunstromové se cvičil 45 minut denně po dobu dvaceti sezení. Konečné výsledky ukázaly, že pomocí přístupu Brunstromové se na konci léčby zlepšila motorická odezva u obou skupin. Je statisticky významné zlepšení u obou skupin, ale zlepšení v aktivním rozsahu pohybu a povrchové EMG potenciály byly výraznější ve skupině s EMG biofeedbackem na konci léčby.

Armagan et al. (2003) ukazují, že potenciální výhody EMG biofeedbacku ve spojení s neurofyziologickou technikou mohou maximalizovat funkci ruky u hemiplegických pacientů.

5 KAZUISTIKA

Pohlaví: žena

Věk: 22

Diagnóza: stp. plastice ruptury ligamenta cruciatus genus I. sinistra

Osobní anamnéza: vrozená srdeční vada od narození, operace žlučníku 2009, podvrtnutý pravý hlezenní kloub 2009

Rodinná anamnéza: bezvýznamná

Farmakologická anamnéza: antikoncepce

Alergická anamnéza: alergie nejuje

Pracovní anamnéza: student VŠ

Sportovní anamnéza: rekreačně basketbal, cyklistika, turistika, plavání

Nynější onemocnění: 20. 11. 2008 si pacientka při basketbalovém zápase poranila levé koleno. Byla převezena RZS do Nemocnice Prostějov. Na RTG snímku nebyly na skeletu žádné traumatické změny. Při dalších vyšetření byla stanovena diagnóza distorze levého kolene, distenze postranního kolenního vazů, ruptura předního zkříženého vazů (LCA - ligamentum cruciatum anterius) levého kolene a fisura menisků. Po opakovaných punkcích s krvavým výpotkem a pro výrazné omezení pohybu v kolenním kloubu byla dne 15. 12. 2008 provedena artroskopie levého kolene pro ošetření poraněných struktur LCA a výplach haemarthrosu. Koleno dále vykazovalo známky nestability a tak dne 23. 3. 2009 byla provedena artroskopická rekonstrukce předního zkříženého vazů levého kolene šlachou musculus semitendinosus a šlachou musculus gracilis a ošetření poraněných menisků.

Pacientka si čtyři a půl roku po úraze stěžuje na bolestivost kolene po zátěži. Bolest se projevuje nepříjemným pícháním v oblasti kloubní štěrbiny a v oblasti jizvy. Při určitých činnostech cítí slabost kolene. Pacientka udává omezení rozsahu pohybu do flexe v koleni.

Vyšetření

Pacientka je lucidní a plně orientovaná.

Při aspekčním vyšetření stojí, výška zadních horních spin a předních horních spin jsou v rovině. Pánevní je rotovaná do prava se sakroiliakálním posunem vlevo, ale bez blokády. Paravertebrální valy jsou ve zvýšeném napětí a hypertonu v oblasti thorakolumbálního přechodu. Vrchol hrudní kýfózy posunut kaudálně. Hrudní páteř je oploštělá a v napřimení. Přechod krční

a hrudní páteře je kyfotický. Mediální hrana obou lopatek odstává. Oba ramenní klouby jsou v protrakci, levé rameno výše. U pacientky pozorujeme předsunuté držení hlavy s úklonem doleva. Dolní končetiny jsou normotonní. Hypotrofie musculus vastus medialis na levé dolní končetině. U pacientky nacházíme varózní paty, podélně i příčně ploché nohy s rozvíjejícími se kladívkovými prsty.

Při palpačním vyšetření byl zjištěn hypertonus paravertebrálních svalů v oblasti Th/L přechodu a v horních vláknech musculus trapezius. Palpace v oblasti kolenního kloubu bez bolesti. Na levém stehnu byl nalezen hypertonus v adduktorech kyčelního kloubu. Jizva je posunlivá a dobře zhojená.

Vyšetření Trendelenburgovy i Rombergovy zkoušky I, II pacientka zvládla bez problémů. Při stožení na jedné dolní končetině se projevila zvýšená titubace šlach obou dolních končetin, více na levé. Se zavřenými očima se objevuje výrazné zhoršení šlachové hry. Pacientka nezvládne stoj na patách, čímž se projevila zvýšená nestabilita. Vyšetření Véleho testu proběhlo správně a pacientka reagovala na předklon trupu flexí prstů.

Chůze pacientky je bez opory, je stabilní a jistá. Pacientka je schopna chůze i se zavřenými očima bez problémů. Chůze po patách činila pacientce značné problémy.

Vyšetření zkrácených svalů dle Jandy objevilo malé zkrácení flexorů kolenního kloubu, které se projevilo mezi 80°-90° flexe v kyčelním kloubu.

Svalový test dle Jandy odhalil oslabení na levé dolní končetině u flexorů kolenního kloubu na stupeň 4 a extenzorů kolenního kloubu na stupeň 4+. U pravé dolní končetiny byla svalová síla extenzorů i flexorů kolenního kloubu ohodnocena na stupeň 5.

Goniometrie dolních končetin měřená dle Jandy, se zapisovala ve formě SFTR zápisu. Měřil se jak pohyb aktivní tak i pasivní. Flexe (plantární flexe) a extenze (dorzální flexe) v kyčelním, kolenním a hlezenním kloubu se měřila v rovině sagitální. Abdukce a addukce kyčelního kloubu se měřila v rovině frontální. Vnitřní a zevní rotace, inverze a everze se měřily v rovině rotací.

Kyčelní kloub: PDK: S_a: 15 – 0 – 130

LDK: S_a: 15 – 0 – 110

S_p: 20 – 0 – 140

S_p: 20 – 0 – 130

F_a: 30 – 0 – 15

F_a: 30 – 0 – 15

F_p: 40 – 0 – 20

F_p: 40 – 0 – 20

R_a(S₀): 45 – 0 – 30

R_a(S₀): 40 – 0 – 30

	$R_p(S_0): 50 - 0 - 45$		$R_p(S_0): 45 - 0 - 35$
Kolenní kloub: PDK: $S_a:$	$5 - 0 - 135$	LDK: $S_a:$	$5 - 0 - 115$
	$S_p: 5 - 0 - 150$		$S_p: 5 - 0 - 120$
Hlezenní kloub: PDK: $S_a:$	$20 - 0 - 45$	LDK: $S_a:$	$20 - 0 - 45$
	$R_a: 15 - 0 - 35$		$R_a: 15 - 0 - 35$

Při měření obvodů bylo zjištěno, že při měření obvodu stehna 10 centimetrů nad kolenem je obvod o 1 centimetr větší na levé dolní končetině oproti pravé. Dále měření těsně nad kolenem prokázalo menší obvod o 2 cm na levé DK, pravděpodobně z důvodů hypotrofie musculus vastus medialis. Taktéž byl naměřen menší obvod o 1 cm na levé DK v nejsilnějším místě lýtky a přes kotníky. Tento rozdíl může být dán změnami v hleznu po podvrtnutí.

Při vyšetření délek dolních končetin se nenalezly rozdíly mezi oběma dolními končetinami.

Na vyšetření stability a funkce předního a zadního zkříženého vazy se využily specifické testy, přední a zadní zásuvkový test. Vyšetření bylo negativní. Při vyšetření meniskeálních příznaků byly použity testy Steinman I a II, Payerův test a Apleyův test. Všechny tyto testy byly negativní.

Rehabilitační plán:

Cílem terapie je zvýšit stabilitu kolenního kloubu. Terapie by měla také zahrnovat protažení zkrácených svalů a posílení oslabených svalových skupin. Taktéž je potřeba ovlivnit a zlepšit rovnováhu ve stoji.

Pro zvýšení stability v kolenním kloubu je možno využít senzomotorickou stimulaci, balanční a stabilizační cvičení. V terapii se využívají různé balanční pomůcky a plošiny (overball, gymball, čochka,...). Tyto prvky můžeme zařadit i do terapie ovlivnění rovnováhy.

Protažení zkrácených svalů lze provádět strečkem. V terapii můžeme využít postfacilitační inhibici nebo metodu agisticko-excentrické kontrakce. Pro posílení oslabených svalových skupin je možno využít analytické cvičení dle svalového testu nebo metodu propioceptivní neuromuskulární facilitace. Pro posílení musculus vastus medialis můžeme použít první diagonálu flekční vzorec nebo druhou diagonálu extenční vzorec. Jako doplněk ke klasické terapii můžeme využít i myofeedback, který pomáhá pacientům pomocí zpětné vazby ovlivnit sílu svalové kontrakce.

Dlouhodobý rehabilitační plán zahrnuje výše uvedené prvky k posílení oslabených svalů. Dále pokračovat v senzomotorickém tréninku s balančními cviky a pomůckami. Vhodnými sporty jsou cyklistika a plavání.

Použití EMG biofeedbacku:

V rámci bakalářské práce se k nácviku aktivace oslabených svalů jednorázově použila metoda myofeedbacku, pro ilustraci praktické aplikace této metody. Pacient získává informaci o svalové kontrakci pomocí audiovizuálních podnětů z monitoru, a je tak schopen díky zpětné vazbě vůli velikost kontrakce lépe ovlivnit.

Před samotným zahájením terapie touto metodou, byly ošetřeny měkké tkáně a odstraněny kloubní blokády. Pro ošetření byly využity měkké a mobilizační techniky.

Pro terapii byl vybrán přístroj Myomed 432 se dvěma okruhy a čtyřmi elektrodami a jednou elektrodou zemnicí (Obrázek č. 5). Dále je na přístroji možnost přepínání okruhů a také dva vizuální sloupce s číselnou škálou, která slouží pro pacienty jako zpětná vazba. Před uložením elektrod je potřeba kůži řádně očistit od nečistot, jako je prach a pot. Postačí setřít hadříkem s vodou. Byly použity čtyři lepící elektrody. Jeden okruh se dvěma elektrodami se přilepil na střed svalového břicha a dále 2 cm od tohoto místa na musculus vastus medialis. Druhý okruh taktéž se dvěma elektrodami se nalepil úplně stejně, ale na musculus vastus lateralis. Zemnicí elektroda se umístila na druhou dolní končetinu na kotník (Obrázek č. 6). Na přístroji se nastavily parametry tak, aby při klidové svalové aktivaci byl vizuální podnět na číselné škále zhruba uprostřed této škály.

Pro nácvik svalové aktivace v rámci terapie byla použita metodika dle studie autorů Kirnap et al. (2005). Byly snímány elektromagnetické signály během izometrické kontrakce musculus quadriceps femoris. V naší terapii jsme se zaměřili na musculus vastus medialis et lateralis. Izometrická kontrakce trvala po dobu 5-ti sekund, následovala 10-ti sekundová pauza s celkem 20-ti opakováními. Pacientka ze začátku terapie nejprve prováděla izometrickou kontrakci bez využití vizuální zpětné vazby. Při svalové aktivaci došlo ke zvýšení hodnot, ale ihned po uvolnění tyto hodnoty klesly. Po zařazení vizuálního podnětu byla pacientka schopna lépe kontrolovat velikost svalové aktivace a došlo k numerickému navýšení hodnot. I při využití maximální izometrické kontrakce byla pacientka schopna svou vůli tyto hodnoty ovlivnit a posunout je ještě výše. Musculus vastus medialis reagoval pomaleji a byl slabší. V další fázi by

se terapie zaměřila na posílení tohoto svalu. Pacientka využila přístroj Myomed 432 pouze jednou.

Názorný příklad nám ukázal, že je možno vůlí pacientky ovlivnit průběh a sílu svalové kontrakce.



Obrázek č. 5. Přístroj Myomed 432 se dvěma okruhy, zemnicí elektrodou a vizuální číselnou škálou (Anonymous , 2013b)



Obrázek č. 6. Rozmístění lepících elektrod a zemnicí elektrody (autor Zuzana Monsportová)

6 DISKUZE

Elektromyografie je v současnosti velice rozšířenou neurofyziologickou metodou, využívanou jak v diagnostice, tak v terapii (Pánek, Pavlů & Čemusová, 2009). Široké pole působnosti pak zaujímá zejména v neurologii, ortopedii, biomechanice či ergonomii, kde hraje významnou roli hlavně při diagnostice. Myofeedback neboli elektromyografický biofeedback řadíme do skupiny specifických neinvazivních metod uplatňujících se ve fyzioterapii. Jedná se přitom o podpůrný prostředek doplňující konvenční léčbu, jehož použití se významně podílí na zlepšení zdravotního stavu pacienta.

Myofeedback pracuje na principu snímání elektrické svalové aktivity pomocí povrchových elektrod. Svalová aktivita je následně převedena na monitor, díky čemuž získává pacient zpětnou vazbu audiovizuální formou. Právě v této zpětné vazbě spočívá velká výhoda myofeedbacku, neboť monitoring poskytuje pacientovi možnost volného ovlivnění síly kontrakce, ať už ve smyslu aktivace nebo relaxace. Mezi další pozitiva zpětné vazby patří zvýšená efektivita účinku terapie a motivace pacienta.

Omezujícím faktorem myofeedbacku je však jeho limitované využití, spočívající v nižší dostupnosti přístroje v běžných ambulancích, pořizovací ceně, stejně jako neznalosti a nedostatečné zkušenosti fyzioterapeutů s touto metodou. Mezi technické limity můžeme zařadit poruchovost elektrod, kabelů i přístroje, někdy již zastaralost přístroje, stejně jako neošetřené hluboko situované svaly.

Myofeedback je hojně využíván v terapii low back pain. Řada autorů se zabývala účinkem myofeedbacku jako doplňku ke klasické fyzioterapii, nicméně v literatuře panuje nejednoznačnost v názorech na jeho efektivitu. Hasenbring, Ulrich, Hartmenn & Soyka (1999) srovnávali EMG biofeedback a behaviorální terapii v prevenci chronicity u pacientů s akutním ischiem. V tomto případě byl prokázán klinicky velmi významný účinek u obou přístupů, avšak behaviorální terapie se jevila úspěšnější. Bush, Ditto & Feuerstein (1985) tvrdí, že EMG biofeedback není účinný u pacientů s LBP, zatímco Jones & Wolf (1980) hodnotí účinek EMG biofeedbacku pozitivně, neboť u pacientů s LBP aplikovali tuto metodu v situacích, které vyvolávaly silnou bolest (stání, dlouhé přesuny). Subjektivní pocit hodnocení bolesti se výrazně snížil. Magnusson et al. (2008) se své studii zaznamenali velký úspěch posturálního biofeedbacku v terapii, který byl efektivnější než jiné metody, nicméně posturální biofeedback není aplikován tak často. U pacientů s LBP, využívajících EMG biofeedback jako doplněk ke

klasické terapii, docházelo mnohem rychleji ke snížení bolestivosti a zároveň k poklesu omezení v každodenním životě.

Myofeedback se taktéž využívá v terapii muskuloskeletálních obtíží v krčním úseku páteře spojených buď s bolestmi šířícími se do horních končetin, nebo do hlavy. Tyto muskuloskeletální bolesti jsou multifaktoriálního původu, avšak největší podíl na vzniku jednostranného přetěžování se přisuzuje například kancelářské práci. Myofeedback je využíván v terapii k relaxaci svalů, zejména horních vláken m. trapezius, který způsobuje bolesti z důvodu své přetíženosti. Účinkem myofeedbacku se zabývala řada studií. Voerman et al. (2007) ve své studii prokázali efektivitu myofeedbacku v kombinaci s ergonomickým poradenstvím pro ženy pracující na počítači, a to z důvodu okamžitého snížení intenzity bolesti. V konečném výsledku však na tento efekt mají srovnatelné šance i ženy ve skupině s ergonomickým poradenstvím bez EMG biofeedbacku. Dellve et al. (2011) pak zaznamenali pozitivní účinky myofeedbacku a intenzivního svalového tréninku u žen v dlouhodobé pracovní neschopnosti s chronickou bolestí krční páteře. Výsledek zahrnoval opětovný nástup do zaměstnání, okamžité snížení bolesti po zákroku a nárůst vitality. Účinek myofeedbacku na snížení svalové aktivity m. trapezius byl rovněž prokázán Holtermann et al. (2008). Díky zlepšené svalové relaxaci při běžné práci na počítači může myofeedback potencionálně zabránit myalгии m. trapezius u pracovníků v administrativě a podobných zaměstnáních. Snížení bolesti již po čtyřech týdnech využívání myofeedbacku a normalizaci vzorů svalové aktivity zaznamenal Voermann et al. (2006) u pacientů s chronickým whiplash syndromem. Pokles bolestivosti ve své studii publikovali rovněž Nord, Ettare, Drew & Hodge (2001).

Další možností uplatnění Myofeedbacku je v léčbě močové inkontinence, a to zejména stresové močové inkontinence, která postihuje stále více žen v jakémkoli věku. V tomto případě je myofeedback aplikován v kombinaci s elektrickou stimulací a vaginálními kužely jakožto doplněk svalových cvičení pánevního dna. Berghmans et al. (1996) uvádějí možnost zvýšení účinnosti kombinací biofeedbackových metod se svalovým cvičením pánevního dna (PFME) oproti samotnému svalovému cvičení, nalezené rozdíly však nebyly statisticky významné. Vyšší účinnost metody EMG biofeedbacku spolu s PFME než při samostatném provádění PFME zaznamenala studie dvojice autorů De Kruif & van Wegen (1996). Schmidt et al. (2009) prokázali navýšení hodnocení výkonnosti a zlepšení kvality života u pacientů s EMG biofeedbackem v kombinaci s PFME. Efekt je přičítán obdržetím vizuální zpětné vazby o intenzitě a průběhu kontrakce s možností její opravy či vylepšení. Huebner et al. (2010) sledovali efektivitu účinku EMG biofeedbacku doplňujícího cvičení svalů pánevního dna

u pacientek se stresovou močovou inkontinencí, kdy největší účinek měla tato metoda na zlepšení kvality života. Rozšíření prevalence inkontinence a rostoucí výskyt stále více přitahuje pozornost biomedicínských inženýrů, kteří se snaží léčbu zlepšovat a poskytovat tak širší škálu možností řešení inkontinence (Moore, 2000). I proto se stále doporučuje primární podstoupení konzervativní terapie před operačním zákrokem, který může vést ke komplikacím, jako jsou srůsty nebo trvalá inkontinence.

Myofeedback se dále využívá u pacientů trpících osteoartrózou. Yilmaz et al. (2010) se ve své studii snažili zjistit účinek rehabilitace s využitím EMG biofeedbacku u pacientů s artrózou kolene. Výsledky ukázaly pozitivní účinky myofeedbacku zahrnující zlepšení pohyblivosti, spánku, snížení bolestivosti a zvýšení vitality. Durmuş, Alaylı & Cantürk (2007) porovnávali izometrické posilování m. quadriceps femoris pod kontrolou EMG biofeedbacku s elektrickou stimulací v případě pacientů s artrózou v kolenním kloubu. Mezi skupinami nebyly v konečném výsledku rozdíly statisticky významné.

Zdravotní potíže a úrazy měkkých struktur kolenního kloubu vzrůstají zejména v důsledku nárůstu sportovních aktivit. K častým úrazům kolene řadíme ruptury menisků a ruptury předního zkříženého vazy, nicméně v poslední době se do popředí dostává i patelofemorální bolestivý syndrom (PFPS). Všechny tyto problémy jsou spojeny se ztrátou svalové síly musculus quadriceps femoris, což může vést k omezení funkčnosti pohybu. Myofeedback představuje jednu z metod, využívaných k obnovení svalové síly m. GF a navrácení jeho funkce spolu s opětovnou stabilizací kolenního kloubu (Silkman & McKeon, 2010). Silkman & McKeon (2010) ve svém pozorování porovnávali čtyři studie, zabývající se účinkem myofeedbacku jako doplňkem při klasické fyzioterapii oproti konvenční terapii samotné. První studie autorů Dursun et al. (2001) neprokázala výrazné zlepšení stavu pacientů s patelofemorálním bolestivým syndromem, využívajících EMG biofeedback, oproti skupině léčených klasickou fyzioterapií. Druhá studie autorů Kirnap et al. (2005) naopak zaznamenala účinnější využití EMG biofeedbacku ke zlepšení svalové aktivace m. quadriceps femoris ve srovnání s klasickou fyzioterapií samotnou. Začlenění EMG biofeedbacku do klasické fyzioterapie podle autorů Ng et al. (2008) pak napomáhá svalové aktivaci m. vastus medialis během denních aktivit ve srovnání se samotnou konvenční terapií. Poslední studie autorů Yip & Ng (2006) zaznamenala urychlení léčby v prvních několika týdnech fyzioterapie, a to s využitím EMG biofeedbacku jako doplňku cvičebního programu u pacientů s patellofemorální bolestí. Ačkoli v konečných výsledcích nebyl statisticky významný rozdíl mezi skupinami, jsou stále potřebné další studie. Neblett & Perez (2010) uvádí, že svalová inhibice včetně nedostatečných náborů svalových jednotek a příliš malé

svalové relaxace zahrnuje strach z bolesti a častý návrat zranění, což může přispět k dekonkci a chronicitě bolesti. Myofeedback pomocí zpětné vazby pomáhá pacientům svalovou kontrakci ovlivnit, dále daný sval posílit, snížit bolestivost a zároveň zvýšit funkčnost kolene v každodenním životě.

Cévní mozková příhoda patří mezi jedno z nejčastějších neurologických onemocnění. Myofeedback, který se v tomto případě využívá k léčbě hemiplegie a hemiparézy, vykazuje velmi dobré výsledky. Většina studií uvádí, že EMG biofeedback může pomoci dosáhnout zlepšení i v chronickém stadiu a v léčbě hemiparézy horních i dolních končetin (Armagan, Tascioglu & Oner, 2003; Kunkel et al., 1999). Armagan et al. (2003) ve své studii uvádí výrazně zlepšení funkčnosti ruky u hemiplegických pacientů.

Na základě výše uvedených studií nelze jednoznačně určit míru efektivity této metody ve fyzioterapeutické praxi, neboť každý člověk díky své originalitě na podněty reaguje rozdílně. Nezbytné je proto další zkoumání v této oblasti. Myofeedback se řadí mezi konzervativní, bezpečné metody, při jejichž použití nehrozí téměř žádná zdravotní rizika. Zejména pak jako doplňková terapie ke konvenční léčbě může zvyšovat efektivitu léčby u určitých onemocnění. EMG biofeedback (myofeedback) má jako léčebná metoda ve fyzioterapii bezesporu budoucnost.

7 ZÁVĚR

Myofeedback neboli EMG biofeedback je léčebná neinvazivní metoda, která funguje na principu biologické zpětné vazby. Myofeedback je speciální druh biofeedbacku, který pomocí povrchových elektrod zaznamenává elektrickou aktivitu svalů a zobrazuje je na monitoru. V reálném čase dostává pacient audiovizuální zpětnou vazbu. Je potřeba, aby se pacient naučil svou vůlí a vědomě ovlivňovat a kontrolovat svaly bez přístroje, čehož dosáhne pravidelným tréninkem s přístrojem.

Ve fyzioterapeutické praxi se myofeedback využívá k ovlivnění svalových dysbalancí, k ovlivnění svalové kontrakce a svalové relaxace. Tuto léčebnou metodu lze aplikovat u bolestí dolní části zad, u dysfunkcí v oblasti krční páteře, u dysfunkcí pánevního dna (hlavně u močové stresové inkontinence), u degenerativních onemocnění (osteoartróza), u úrazů a pooperačních stavů dolní končetiny, u patelofemorálního bolestivého syndromu, u hemiplegických pacientů. Rehabilitace je jednodušší a efektivnější nejen pro pacienta, ale i pro terapeuta. Efektivně se snižuje bolestivost, zlepšuje se celkově pacientův zdravotní stav a jeho chuť do života.

Je potřeba provést ještě celou řadu studií, ale lze říci, že myofeedback jako doplněk ke konvenční fyzioterapii je velmi úspěšný a vhodný.

8 SHRnutí

Teoretická část práce je věnována popisu metody elektromyografie, charakteristice povrchové elektromyografie a její kineziologické aplikaci, podstatě elektromyografického záznamu a objasnění pojmu a principu EMG biofeedbacku.

Elektromyografie představuje soubor pomocných vyšetřovacích metod, mezi které řadíme také povrchovou elektromyografii, snímající aktivitu z povrchu svalu pomocí povrchových elektrod. Tato metoda slouží ke sledování "timingu" svalů, míry svalové aktivace, únavy svalových vláken, stejně jako ke zjištění poruch a onemocnění kosterní či nervové soustavy. Využívá se jak v diagnostice, tak v terapii. Souhrn akčních potenciálů, probíhajících na povrchové membráně svalu, pak nazýváme EMG záznam. Specifickým druhem elektromyografie je myofeedback, který pracuje na základě zpětné vazby vyvolané aktivitou svalu na stimulující podnět.

Speciální část práce se zabývá využitím myofeedbacku ve fyzioterapeutické praxi. Tato metoda se uplatňuje v terapii, diagnostice i léčbě napříč mnoha obory, a to zejména v případech stavů vyžadujících zvýšení svalové aktivity, úpravu svalové dysbalance nebo snížení svalové aktivity až k relaxaci.

Aplikace myofeedbacku v terapeutické praxi se doporučuje zejména u pacientů s bolestmi v dolní části zad, kdy je důležité současné posilování břišních svalů a svalů pánevního dna. Přidání posturálního biofeedbacku do terapie výrazně zlepšuje efektivitu léčby.

Dále se myofeedback doporučuje pacientům s muskuloskeletálními obtížemi v krčním úseku páteře, zvláště pak administrativním pracovníkům, kteří každý den pracují s počítačem. Tyto poruchy krční páteře totiž představují nejčastější důvod k odchodu do pracovní neschopnosti. Myofeedback je zde využíván v terapii k relaxaci svalů, především horních vláken m. trapezius, který bývá nejvíce přetížený a způsobuje bolesti. Kombinace myofeedbacku s konvenční terapií prokazatelně snižuje bolestivost a urychluje návrat pacientů do práce.

Myofeedback se taktéž využívá u pacientů s dysfunkcí pánevního dna, speciálně u žen se stresovou močovou inkontinencí. Aplikace svalových cvičení na pánevní dno spolu s EMG biofeedbackem se oproti konvenční terapii jeví být efektivnější. U pacientů se totiž nejenže zlepšuje síla svalové kontrakce, ale tato léčba také výrazně pozitivně ovlivňuje kvalitu života.

Uplatnění EMG biofeedbacku dále zahrnuje okruh pacientů s osteoartrózou, úrazy či pooperačními stavy v rámci dolní končetiny. Pro všechny tyto problémy je společná velmi

rychle ochabující vnitřní část m. quadriceps femoris vastus medialis, která zároveň ztrácí svou svalovou sílu. Terapie se však zaměřuje na celý m. QF, a to z důvodu jeho rychlého ochabování, snižujícího se rozsahu pohybu v koleni a zvyšující se tuhosti, což může mít za následek funkční omezení při chůzi nebo stoupání do schodů. U pacientů, kteří ke konvenční terapii aplikovali myofeedback na zvýšení svalové síly m. QF, speciálně na vastus medialis, byl zaznamenán mnohem rychlejší pokles bolestivosti, zvýšení síly svalové kontrakce a celkové zlepšení pacientova stavu.

Využití myofeedbacku zahrnuje také jedno z nejčastějších neurologických onemocnění, tedy cévní mozkovou příhodu. V tomto případě se aplikuje k léčbě následné hemiplegie či hemiparézy, kde výrazně zlepšuje funkčnost ruky.

Myofeedback představuje úspěšný a velmi účinný doplněk konvenční terapie, nicméně k rozšíření této metody také na další diagnózy a zdravotní problémy jsou zapotřebí další studie. Jako léčebná metoda má však myofeedback ve fyzioterapeutické praxi bezesporu budoucnost.

9 SUMMARY

Theoretical part of my dissertation is dedicated to the description of electromyography method, the characteristic of surface electromyography and its kinesiology application, the body of electromyography record and clarification of EMG biofeedback concept and principle.

Electromyography represents a set of auxiliary examination methods including also surface electromyography scanning the activity from the muscle surface by surface electrodes. This method is used to monitor muscle „timing“, muscular activation level, muscular fibre fatigue as well as to find disorders and diseases of skeletal or neural system. It is used both in diagnostics and in therapy. A summary of action potentials going on at the muscle surface membrane is called EMG record. Specific type of electromyography is myofeedback working on principles of a feedback from a muscle activated by a stimulus.

Special part of my dissertation covers the use of myofeedback in physiotherapeutic practise. The method is applied in therapy, diagnostics and treatment across a number of disciplines, namely in case of health conditions requiring more intense muscular activity, adjustment of muscular unbalance or reduced muscular activity resulting in relaxation.

The application of my myofeedback in therapeutic practise is recommended namely for patients with pain in lower part of their back for whom it is important to strengthen abdominal muscles and muscles of pelvic bottom. Including postural biofeedback into the therapy significantly improves the efficiency of treatment.

Myofeedback is also recommended to patients with muscular-skeletal disorders of cervical vertebral column, especially to clerks using computers every day. These cervical vertebral column disorders represent most frequent reason of incapacity to work. Myofeedback is used in the therapy for muscle relaxation, namely for upper tissues trapezius muscle which is mostly overstrained and causes pains. Combination of myofeedback and conventional therapy evidently relieves of pain and speeds up the return of patients to work.

Myofeedback is also used for patients with pelvic bottom dysfunction, especially for women with stress urinal incontinency. Application of muscle exercises for pelvic bottom together with EMG biofeedback seems to be more efficient compared to conventional therapy. These patients not only have stronger muscular contraction but this treatment has significantly positive impact upon the quality of their lives.

Application of EMG biofeedback also includes the group of patients suffering from osteoarthritis, injuries or postoperative condition of lower extremity. What all these disorders have in common is that the inner part m. quadriceps femoris vastus medialis very quickly becomes lax and lose its muscular strength. However, the therapy is focused at the whole m. QF, namely because of its fast becoming lax, reducing mobility of a knee and increasing stiffness which may result in functional limitation at walking or climbing stairs. Application of myofeedback in addition to conventional therapy in order to improve patients' muscular strength m. QF, especially to vastus medialis reported much faster relief of pain, increased muscular contraction and overall improvement of patients' condition.

Myofeedback is also used to treat one of the most frequent neurological illnesses, i.e. cerebral-vascular accident. In this case it is applied to treat consequential hemiplegy or hemiparesis where it significantly improves function of an arm.

Myofeedback represents successful and very efficient supplement to conventional therapy, nevertheless more studies will be required to make the application of this method to other diagnoses and health problems feasible. However, it is no doubt that as a treatment method myofeedback has its future in physiotherapeutic practice.

PŘEHLED ZKRATEK

AP	akční potenciál
ATP	adenosintrifosfát
CLBP	chronická bolest zad
CMP	cévní mozková příhoda
CNS	centrální nervový systém
EMG	elektromyografie, elektromyografický
et	a
Hz	Hertz
IMF	intenzní myofeedback
LBP	low back pain, bolesti zad
LCA	přední zkřížený vaz
MJ	motorická jednotka
ms	milisekunda
MUAP	sumační akční potenciál motorické jednotky
m.	musculus
PFPS	svalová cvičení pánevního dna (pelvic floor muscle exercise)
QF	quadriceps femoris
VAS	vizuální analogová škála
VL	vastus lateralis
VM	vastus medialis
WAD	whiplash syndrom s přidruženými chorobami

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1 Princip EMG biofeedbacku – Anonymous (2012). Retrieved 15.1.2013 from the World Wide Web: <http://itp.nyu.edu/physcomp/sensors/Reports/EMG>

Obrázek č. 2. Ukázka myofeedbacku – Anonymous (2013a). Retrieved 25.1.2013 from the World Wide Web: <http://www.reat.nl/fysiotherapie/myofeedback>

Obrázek č. 3. Vybrané cviky - Marshall, P., Desai, I., & Robbins, D. W. (2011). Core Stability Exercises in Individuals with and without Chronic Nonspecific Low Back Pain. *Journal Strength Cond Res*, 25 (12), 3404–3411.

Obrázek č. 4. Systém Backtracker - Magnusson, M. L., Chow, D. H., Diamandopoulos, Z., & Pope, M. H. (2008). Motor Control Learning in Chronic low back pain. *Spine*, 33 (16), 532-538.

Obrázek č. 5. Přístroj Myomed 432 se dvěma okruhy, zemnicí elektrodou a vizuální číselnou škálou – Anonymous (2013b). Retrieved 23.4.2013 from the World Wide Web: http://www.pemed.com/physof/myomed01_filtered_99.jpg

Obrázek č. 6. Rozmístění lepících elektrod a zemnicí elektrody – Monsportová, Z. (2013). Vlastní fotografie.

REFERENČNÍ SEZNAM

- Akima, H., Hioki, M., & Furukawa, T. (2008). Effect of arthroscopic partial meniscectomy on the function of quadriceps femoris. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 16 (11), 1017-25.
- Anonymous (n.e.d.). *Elektromyografie*. Retriever 15.1.2013 from the Worl Wide Web:
<http://vysetreni.vitalion.cz/elektromyografie/>
- Anonymous (2008). *What is biofeedback*. Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback. Retriever 2.3.2013 from the World Wide Web:
<http://www.aapb.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=1>
- Anonymous (2012). Retriever 15.1.2013 from the Worl Wide Web:
<http://itp.nyu.edu/physcomp/sensors/Reports/EMG>
- Anonymous (2013a). Retriever 25.1.2013 from the Worl Wide Web:
<http://www.reat.nl/fysiotherapie/myofeedback>
- Anonymous (2013b). Retriever 23.4.2013 from the World Wide Web:
http://www.pemed.com/physof/myomed01_filtered_99.jpg
- Berghmans, L. C., Frederiks, C. M., de Bie, R. A., Weil, E. H., Smeets, L. W., van Waalwijk van Doorn, E. S. et al. (1996). Efficacy of biofeedback, when included with pelvic floor muscle exercise treatment, for genuine stress incontinence. *NeurourolUrodyn*, 15 (1), 37–52.
- Bennell K, & Hinman R. (2005). Exercise as a treatment for osteoarthritis. *Current Opinion in Rheumatology*, 17, 634–640.
- Brown, P. et al. (2000). The Piper rhythm and related activities in man. *Progress in Neurobiology*, 60, 97-108.
- Bruflat, A. K., Balter, J. E., McGuire, D., Fethke, N. B., & Maluf, K. S. (2012). Stress Management as an Adjunct to Physical Therapy for Chronic Neck Pain. *Physical Therapy*, 92, 1348–1359.
- Bush, C., Ditto, B., & Feuerstein, M. (1985). A controlled evaluation of paraspinal EMG biofeedback in the treatment of chronic low back pain. *Health psychology*, 4, 307-321.
- De Luca, C. J. (1993). *The use of surface electromyography in biomechanics*. The International Society for Biomechanics. Retriever 18.2.2013 from the Worl Wide Web:
http://www.delsys.com/KnowledgeCenter/Tutorials_Technical%20Notes.html

- Dellve, L., Ahlstrom, L., Jonsson, A., Sandsjö, L., Forsman, M., Lindegår, A., Ahlstrand, Ch., Kadefors R., & Hagberg M. (2011). Myofeedback training and intensive muscular strength training to decrease pain and improve work ability among female workers on long-term sick leave with neck pain: a randomized controlled trial. *Int Arch Occup Environ Health* 84, 335–346.
- De Kruif, Y. P., & van Wegen, E. E. H. (1996). Pelvic floor muscle exercise therapy with myofeedback for women with stress urinary incontinence: a meta-analysis. *Physiotherapy*, 82, 107–113.
- Durmuş, D., Alaylı, G., & Cantürk, F. (2007). Effects of quadriceps electrical stimulation program on clinical parameters in the patients with knee osteoarthritis. *Clinical Rheumatology*, 26, (5), 674-678
- Dursun, N., Dursun, E., & Kiliç, Z. (2001). Electromyographic biofeedback–controlled exercise versus conservative care for patellofemoral pain syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82 (12), 1692-1695.
- Ehrenborg, C., & Archenholtz, B. (2010). Is surface EMG biofeedback an effective training method for persons with neck and shoulder complaints after whiplash-associated disorders concerning activities of daily living and pain – a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 24, 715–726.
- Fredericson, M., & Powers, Ch. M. (2002). Practical Management of Patellofemoral Pain. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 12, 36–38.
- Hannestad, Y. S., Rortveit, G., Sandvik, H., & Hunnskaar, S. (2000). A community-based epidemiological survey of female urinary incontinence: the Norwegian EPINCONT study. Epidemiology of Incontinence in the County of Nord-Trondelag. *Journal of Clinical Epidemiology*, 53, 1150–1157.
- Hasenbring, M., Ulrich, H. W., Hartmann, M., & Soyka, D. (1999). The efficacy of a risk factor-based cognitive behavioral intervention and electromyographic biofeedback in patients with acute sciatic pain. An attempt to prevent chronicity. *Spine*, 24 (23), 2525–2535.
- Hermens, H. J., & Hutten, M. M. R. (2002). Muscle activation in chronic pain: its treatment using a new approach of myofeedback. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 30 (4-5), 325–336.

- Holtermann, A., Sogaard, K., Christensen, H., Dahl, B., & Blangsted, A. K. (2008). The influence of biofeedback training on trapezius activity and rest during occupational computer work: a randomized controlled trial. *European Journal of Applied Physiology*, *104* (6), 983-989.
- Hodges, P., van den Hoorn, W., Dawson, A., & Cholewicki, J. (2009). Changes in the mechanical properties of the trunk in low back pain may be associated with recurrence. *Journal of Biomechanic*, *42*, 61-66.
- Huebner, M., Riegel, K., Hinninghofen, H., Wallwiener, D., Tunn, R., & Reisenauer, Ch. (2010). Pelvic Floor Muscle Training for Stress Urinary Incontinence: A Randomized, Controlled Trial Comparing Different Conservative Therapies. *Physiotherapy Research International* 2011, *16* (3), 133-140.
- Janoušek, O. (2008). *Využití elektromyografických signálu v terapii*. Brno: FEKT VUT v Brně.
- Jones, A. L., & Wolf, S. L. (1980). Treating chronic low back pain. EMG biofeedback training during movement. *Physical therapy*, *60*, 58-63.
- Jurášková, M. (2010). Konzervativní léčba dysfunkce pánevního dna. *Sestra*, *4*, 51.
- Karas, V., & Otáhal, S. (1972). *Úvod do biomechaniky svalové činnosti při tělesném pohybu člověka*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Kirnap, M., Calis, M., Turgut, A. O., Halici, M., & Tuncel, M. (2005). The efficacy of EMG-biofeedback training on quadriceps muscle strength in patients after arthroscopic meniscectomy. *The New Zealand Medical Journal*, *118*, 1-9.
- Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.
- Krobot, A., & Kolářová, B. (2011). *Povrchová elektromyografie v klinické rehabilitaci*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Kunkel, A., Kopp, B., Miiller, G., Villringer, K., Villringer, A., Taub, E., & Flor, H. (1999). Constraint-Induced Movement Therapy for Motor Recovery in Chronic Stroke Patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *80* (6), 624-628.
- Kücükdeveci, A. A., McKenna, S. P., Kutlay, S., Gürsel, Y., Whalley, D., & Arasil, T. (2000). The development and psychometric assessment of the Turkish version of the Nottingham Health Profile. *International Journal of Rehabilitation Research*, *23*, 31-38.

- Magnusson, M. L., Chow, D. H., Diamandopoulos, Z., & Pope, M. H. (2008). Motor Control Learning in Chronic low back pain. *Spine, 33* (16), 532-538.
- Marshall, P., Desai, I., & Robbins, D. W. (2011). Core Stability Exercises in Individuals with and without Chronic Nonspecific Low Back Pain. *Journal Strength Cond Res, 25* (12), 3404–3411.
- Mathers, P., & Penn, R. (1999). *Health System Costs of Injury, Poisoning and Musculo-Skeletal Disorders in Australia 1993-1994*. Canberra, Australia: Australian Institute of Health and Welfare.
- Merletti, R., Parker, P. (2004). *Electromyography: Physiology, Engineering, And Non-Invasive Applications*. Ieee Computer Society Press.
- Moore, K. H. (2000). Conservative management for urinary incontinence. *Clinical Obstetrics and Gynaecology, 14*, (2), 251-289.
- Muroňová, M. (2009). Elektromyografie – EMG. *Sestra, 2*, 37-38.
- Neblett, R., & Perez, Y. (2010). Surface Electromyography Biofeedback Training to Address Muscle Inhibition as an Adjunct to Postoperative Knee Rehabilitation. *Biofeedback, 38* (2), 56-63.
- Ng, G. Y. F., Zhang, A. Q., & Li, C. K. (2008). Biofeedback exercise improved the EMG activity ratio of the medial and lateral vasti muscles in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Electromyography and Kinesiology, 18*, 128–133.
- Nord, S., Ettare, D., Drew, D., & Hodge, S. (2001). Muscle learning therapy—efficacy of a biofeedback based protocol in treating work-related upper extremity disorders. *Journal of Occupational Rehabilitation, 11* (1), 23–31.
- O'Reilly, S. C, Jones, A., Muir, K. R, & Doherty, M. (1998). Quadriceps weakness in knee osteoarthritis: the efect on pain and disability. *Annals of the Rheumatic Diseases, 57* (10), 588-594.
- Pánek, D., Pavlů, D., & Čemusová, J. (2009). Rychlost vedení akčního potenciálu svalu jako identifikátor nástupu svalové únavy v povrchové elektromyografii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství, 3*, 96-101.
- Rodová, D., Mayer, M., & Janura, M. (2001). Současné možnosti využití povrchové elektromyografie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství, 4*, 173-177.

- Rokyta, R., Bernášková, K., Kříž, N., Myslivečková, J., Paul, T., Stančák, A., Šulc, J., & Yamamotová, A. (2000). Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech. Praha: ISV.
- Schmidt, A. P., Sanches, P. R. S., Silva Jr., D. P., Ramos J. G. L., & Nohama, P. (2009). A new pelvic muscle trainer for the treatment of urinary incontinence. *International Journal of Gynecology and Obstetrics*, 105, 218–222
- Schmidt, U. (n. e. d.). IMF terapie. Retriever 18.1.2013 from the Worl Wide Web: <http://www.ambulatorium.cz/index.php?page=imf>
- Silkman, C., & McKeon, J. (2010). The Effectiveness of Electromyographic Biofeedback Supplementation During Knee Rehabilitation After Injury. *Journal of Sport Rehabilitation*, 19, 343-351.
- Sobotík, Z. (1998). Zkušenosti s použitím předběžné české verze amerického dotazníku o zdraví (SF-36). *Zdravotnictví v České Republice*, 1-2, 50-54.
- Tüzün, E. H., Eker, L., Aytar, A., Daşkapan, A., & Bayramoğlu M. (2005). Acceptability, reliability, validity and responsiveness of the Turkish version of WOMAC osteoarthritis index. *Osteoarthritis and Cartilag*, 13 (1), 28–33.
- van Zyl, E., Schwellnus, M. P., & Noakes, T. D. (2001). A Review of the Etiology, Biomechanics, Diagnosis, and Management of Patellofemoral Pain in Cyclists. *International Sport Medicin Journal*, 2, 1-34.
- Visser, B., & van Dieën, J. H. (2006). Pathophysiology of upper extremity muscle disorders. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 16, 1-16.
- Voerman, G. E., Vollenbroek-Hutten, M. M. R., & Hermens, H. J. (2006). Changes in Pain, Disability, and Muscle Activation Patterns in Chronic Whiplash Patients After Ambulant Myofeedback Training. *The Clinical Journal of Pain*, 22 (7), 656-663.
- Voerman, G. E., Sandsjö, L., Vollenbroek-Hutten, M. M. R., Larsman, P., Kadefors, R., & Hermens, H. J. (2007). Effects of Ambulant Myofeedback Training and Ergonomic, in Counselling Female Computer Workers with Work-Related Neck-Shoulder Complaints: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 17, 137–152.
- Winter, D. A. (1990). *Biomechanics and motor contol of human movement* (2nd ed.) New York: John Wiley & Sons, Inc.

- Yilmaz, O. O., Senocak, O., Sahin, E., Baydar, M., Gulbahar, S., Bircan, C., & Alper, S. (2010). Efficacy of EMG-biofeedback in knee osteoarthritis. *Rheumatology International*, 30 (7), 887–892.
- Yip, S. L. M., & Ng, G. Y. F. (2006). Biofeedback supplementation to physiotherapy exercise programme for rehabilitation of patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. *Clinical Rehabilitation*, 20, 1050-1057.
- Zwick, E. B., & Konrad P. (1994). EMG Fibel in EMG Meeting 94 – Beilage. Berlin: Noraxon.

PŘÍLOHA

Tabulka č. 2. Oblasti krátkého dotazníku SF-36 s počtem otázek

Tab. 2 – Oblasti krátkého dotazníku SF-36 o zdravotním stavu		
Zdravotní oblasti	Co zjišťují (měří)	Počet otázek
Funkční stav		
Tělesná funkce	Rozsah tělesných činností, které jsou postiženy (sport, nákupy, úklid apod.)	10
Omezení tělesné funkce	Jak hodně brání zhoršení tělesné funkce v denní činnosti, v práci, ve škole apod.	4
Sociální funkce	Jak hodně je omezena společenská aktivita (navštěvování přátel apod.)	2
Emoční problémy (omezení)	Jak hodně omezují duševní problémy denní aktivitu (práci, školu, domácí úklid)	3
Pocity blaha (pohody)		
Duševní zdraví	Všeobecná nálada, štěstí, pocit pohody, deprese, úzkost	5
Vitalita	Pocit svěžesti, únavy	4
Bolest	Intenzita bolesti a její vliv na životní aktivitu	2
Hodnocení všeobecného zdraví		
Vnímání zdraví obecně	Vnímání zdraví vůči jiným lidem; jaký bude zdravotní stav v budoucnosti	5
Zdravotní změna		1
		36