

Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta tělesné kultury

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
(magisterská)

Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta tělesné kultury

ELEKTROMYOGRAFICKÉ HODNOCENÍ SVALOVÉ AKTIVITY VYBRANÝCH  
SVALŮ A HODNOCENÍ NA SILOVÝCH PLOŠINÁCH V MODIFIKOVANÉM  
FUNCTIONAL REACH TESTU U PACIENTŮ S NESPECIFICKOU BOLESTÍ DOLNÍ  
ČÁSTI ZAD

Diplomová práce  
(magisterská)

Autor: Bc. Silvie Swiderová, Fyzioterapie  
Vedoucí práce: Mgr. Amr Zaatar, Ph.D.  
Olomouc 2016

**Jméno a příjmení autora:** Bc. Silvie Swiderová

**Název diplomové práce:** Elektromyografické hodnocení svalové aktivity vybraných svalů a hodnocení na silových plošinách v modifikovaném Functional Reach testu u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad

**Pracoviště:** Katedra fyzioterapie

**Vedoucí diplomové práce:** Mgr. Amr Zaatar, Ph.D.

**Rok obhajoby diplomové práce:** 2016

**Abstrakt:**

Bolest dolní části zad (LBP) je v současnosti považována za jeden z nejčastějších problémů postihující lidskou populaci. Jedním z významných etiologických faktorů pro vznik LBP je považována změna v aktivitě svalů trupu. Hlavním cílem práce bylo hodnotit aktivitu vybraných svalů během modifikovaného Functional Reach testu (tři po sobě jdoucí pokusy v rámci jednotlivých úseků) a hodnocení parametrů na silových plošinách značky Kistler 9286AA u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad v porovnání s kontrolní skupinou. Pomocí povrchové poly-EMG jsme snímali bilaterálně aktivitu těchto svalů: m. trapezius pars descendens, m. sternocleidomastoideus, m. gluteus maximus a m. erector spinae pars lumbalis u 24 osob (12 pacientů s LBP, 12 osob v kontrolní skupině), kde průměrný věk činil 40 let. Obě skupiny absolvovaly klinické i přístrojové měření. Při porovnání mezi skupinami u všech svalů dohromady byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v ukazateli Input pro svaly m. SCM na nedominantní straně v druhém pokusu u experimentální skupiny, m. erector spinae pars lumbalis na dominantní straně ve druhém a třetím pokusu u kontrolní skupiny a u m. gluteus maximus ve třetím pokusu u kontrolní skupiny. V porovnání u každého svalu zvlášť v rámci pokusů mezi sebou dle ukazatele Input byly zjištěny statisticky významné rozdíly ( $p \leq 0,05$ ) u m. trapezius (pars descendens) na straně dominantní u experimentální skupiny ve třetím úseku, u m. SCM v druhém úseku na straně nedominantní u kontrolní skupiny. Při porovnání aktivity m. erector spinae pars lumbalis dle ukazatele Input byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi dvěma skupinami v druhém a třetím pokusu u kontrolní skupiny a mezi druhým a třetím pokusem u experimentální skupiny ve třetím úseku. Hodnoty měřených parametrů COP během provedení modifikovaného Functional Reach testu na silových plošinách Kistler vykazují statisticky významné rozdíly ( $p < 0,05$ ) v parametrech: maximální rychlost pohybu COP ve výdrži a přímá rychlost COP zpět mezi pacienty s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině probandů dle Mann-Whitneyova U testu u kontrolní skupiny. Kontrolní skupina dosahovala vyšších hodnot

přímé rychlosti COP zpět a vyšších hodnot maximální rychlosti COP ve výdrži, než experimentální skupina. Výsledky studie mohou přispět k porozumění změn aktivity svalů trupu a pomoci tak k cílené rehabilitaci při posturálně náročnějších pozicích u osob s LBP.

**Klíčová slova:** povrchová elektromyografie, nespecifická bolest dolní části zad, modifikovaný Functional Reach test, Kistler, COP

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

**Author's first name and surname:** Bc. Silvie Swiderová

**Thesis title:** Electromyographic evaluation of muscle activity in selected muscles and evaluation by force platform during a modified functional reach test on patients with non-specific low back pain

**Workplace:** Department of Physiotherapy

**Supervisor:** Mgr. Amr Zaatar, Ph.D.

**Thesis defence year:** 2016

**Abstract:**

Low back pain (LBP) is currently regarded as one of the most common problems affecting the human population. One of the major ethological factors causing LBP is the change in the trunk muscles activity. The main objective of this work is to evaluate the activity of selected muscles during and evaluation by force platform (Kistler 9286AA) a modified Functional Reach test (three consecutive attempts under the three sections) on patients with non-specific low back pain compared with a control group. Using a surface poly-EMG, we recorded bilaterally the activity of these muscles: m. trapezius pars descendens, m. sternocleidomastoideus, m. gluteus maximus a m. erector spinae pars lumbalis on 24 people (12 patients with LBP, 12 patients in the control group), with an average age of 40. Both groups underwent clinical as well as instrumental measuring. Statistical significance was proven at the level of  $p < 0.05$  in the Input marker for muscles m. SCM on the nondominant side in the experimental group in the second section, m. erector spinae pars lumbalis on the dominant side in the second and in the third section in the control group and m. gluteus maximus in the control group in the third section between groups in the ranking of all the muscles together. In comparison with each muscle separately within experiments between themselves by Input indicators were statistically significant differences ( $p \leq 0.05$ ) with m. Trapezius (pars descendens) on the dominant of the experimental group in the third section, in m. SCM in the second sections on the non-dominant in the control group. When comparing the activity of m. Erector switch pars lumbalis by Input indicators were statistically significant differences between the two groups in the second and third experiment in the control group and between the second and third attempt for the experimental group in the third region. The values of COP parameters measured during the modified Functional Reach test carried out on the Kistler power platforms show statistically significant differences ( $p < 0,05$ ) in the following parameter: maximum velocity of COP in endurance and direct speed of COP back, in patients with non-specific low back pain compared to the control group in Mann-Whitney

U test. The control group achieved higher values in direct COP speed in the backwards direction and higher values of maximum COP speed in staying powers than the experimental group. The results of this study could contribute to the understanding of changes in trunk muscle activity and help towards targeted rehabilitation during demanding postural positions for people with LBP.

**Key words:** surface electromyography, non-specified low back pain, modified Functional Reach test, Kistler, COP

I agree to lending this thesis in the realm of library services.

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

V Olomouci dne 30. 4. 2016

.....

podpis

Děkuji vedoucímu diplomové práce Mgr. Amru Zaatarovi, Ph.D. za podnětné rady, připomínky a návrhy k této diplomové práci. Dále děkuji Prof. MUDr. Jaroslavu Opavskému, CSc. za podnětné rady, Mgr. Zdeňkovi Svobodovi, Ph.D. za pomoc při zpracování dat k této diplomové práci a RNDr. Milanovi Elfmarkovi za statistické zpracování dat.



## Obsah

1	ÚVOD .....	11
2	PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ.....	13
2.1	Bolesti zad.....	13
2.2	Klasifikace bolestí dolní části zad .....	13
2.3	Etiopatogeneze bolestí dolní části zad .....	14
2.4	Epidemiologie .....	14
2.5	Diferenciální diagnostika a vyšetření bolestí dolní části zad.....	15
2.5.1	Dotazník k hodnocení bolesti zad.....	16
2.5.2	Klinický obraz bolestí dolní části zad .....	16
2.6	Nespecifické bolesti dolní části zad.....	17
2.7	Viscerovertebrální vztahy .....	19
2.7.1	Nejčastější poruchy viscerovertebrálních vztahů .....	20
2.8	Komplexní léčebná rehabilitace nespecifické bolesti dolní části zad.....	20
2.9	Terapie akutní nespecifické bolesti dolní části zad .....	20
2.10	Terapie subakutní bolesti dolní části zad.....	21
2.11	Možnosti terapie chronické nespecifické bolesti dolní části zad.....	21
2.11.1	Pilates .....	23
2.11.2	Jóga.....	23
2.11.3	Fyzikální terapie .....	23
2.11.4	Farmakoterapie .....	24
2.12	Elektromyografie .....	24
2.13	Povrchová elektromyografie.....	24
2.13.1	Typy elektrod.....	25
2.13.2	Umístění elektrod .....	25
2.14	Fyziologie EMG signálu .....	27
2.15	Hodnocení EMG signálu .....	27
2.15.1	Analýza EMG signálu .....	27
2.15.2	Normalizace EMG signálu .....	28
2.16	Faktory ovlivňující EMG signál .....	29
2.17	Vyhodnocení elektromyografického signálu .....	29
2.18	Posturální stabilita.....	30
2.19	Hodnocení posturální stability .....	31
2.19.1	Silové plošiny Kistler .....	31

2.20	Functional Reach test.....	33
3	CÍLE A HYPOTÉZY .....	34
3.1	Hlavní cíl.....	34
3.2	Dílčí cíle.....	34
3.2.1	Hypotéza H01 .....	34
3.2.2	Hypotéza H02 .....	34
3.2.3	Hypotéza H03 .....	35
3.2.4	Hypotéza H04 .....	35
3.2.5	Hypotéza H05 .....	35
3.2.6	Hypotéza H06.....	35
4	METODIKA.....	36
4.1	Charakteristika vyšetřovaného souboru.....	36
4.1.1	Kritéria pro zařazení do výzkumné skupiny.....	36
4.1.2	Kritéria pro vyřazení z výzkumné skupiny.....	36
4.1.3	Experimentální soubor.....	36
4.1.4	Kontrolní soubor.....	36
4.1.5	Postup měření .....	36
4.1.6	Příprava před měřením .....	37
4.1.7	Parametry elektromyografického přístroje .....	37
4.1.8	Parametry silových plošin Kistler.....	38
4.1.9	Průběh měření.....	38
4.1.10	Popis měřených proměnných.....	38
4.1.11	Zpracování naměřených dat.....	39
4.2	Metodika vyhodnocování výsledků .....	39
4.2.1	Analýza poly-EMG záznamu .....	39
4.2.2	Analýza dat ze silových plošin Kistler .....	39
4.2.3	Statistické zpracování dat ze silových plošin Kistler .....	40
5	Výsledky polyelektromyografie.....	41
5.1	Hypotéza H01 .....	41
5.2	Hypotéza H02 .....	43
5.3	Hypotéza H03 .....	45
5.4	Hypotéza H04 .....	48
5.5	Hypotéza H05 .....	49

6	Výsledky ze silových plošin Kistler.....	53
6.1	Hypotéza H06 .....	53
7	DISKUZE.....	56
7.1	Diskuze k výsledkům výzkumu poly-EMG záznamu .....	56
7.2	Diskuze k výsledkům z naměřených dat ze silových plošin.....	59
7.3	Limity výzkumu.....	62
8	ZÁVĚRY.....	64
9	SOUHRN .....	66
10	SUMMARY .....	69
11	REFERENČNÍ SEZNAM.....	72
12	PŘÍLOHY .....	79
12.1	Příloha 1:.....	79
12.2	Příloha 2:.....	80
12.3	Příloha 3:.....	83
12.4	Příloha 4: Souhlas etické komise .....	93

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BZ	Bolest zad
COP	Centre of pressure
COG	Center of gravity
EKG	Elektrokardiografie
EMG	Elektromyografie, elektromyografický
FRT	Functional reach test
HAZ	Hyperalgická zóna
Hz	Hertz, jednotka frekvence
LBP	Low back pain, bolesti dolní části zad
m	Musculus
MFRT	Modifikovaný Functional Reach test
MJ	Motorická jednotka
MPQ	McGill Pain Questionnaire
NSBZ	Nespecifická bolest zad
NBDČZ	Nespecifická bolest dolní části zad
NLBP	Non specific low back pain – nespecifická bolest dolní část zad
POLY-EMG	Polyelektromyografie, polyelektromyografický
RMS	Root mean square
RTG	Rentgen, rentgenovým
RRR	Centrum léčby bolestivých stavů a pohybových poruch
SCM	Musculus sternocleidomastoideus
SI	Sakroiliakální kloub
TRPS	Trigger points

# 1 ÚVOD

Bolest dolní části zad je v současnosti považována za jeden z nejčastějších problémů postihující lidskou populaci. Vyskytuje se ve všech věkových kategoriích bez ohledu na lidskou rasu, kulturu nebo pohlaví. Chronická bolest zad je definována jako bolest trvající tři a více měsíců přinášející sebou socioekonomické problémy a stále narůstající náklady na léčbu (Fourney et al., 2011).

Problematika bolesti dolní části zad (Low back pain - LBP) je díky vysoké prevalenci předmětem výzkumu celé řady odborných studií (Hodges et al., 2003; Middelkoop et al., 2010). Celosvětově je udávána 84 % prevalence minimálně jedné ataky LBP za život. Chronické LBP tvoří 23 %, z nichž 11 % pacientů je díky těmto bolestem invalidizováno. (Balagué et al., 2012). Vrba (2012) uvádí prevalenci všech bolestí zad mezi 60 až 80 %. Incidence i prevalence bolestí zad se v celostátním měřítku stále zvyšuje a je spojena se vznikem funkčního omezení, handicapů a neschopnosti (z anglického disability).

Krismmer & Tulder (2007) definují LBP jako bolest s lokalizací od 12 žebra a inferiorní gluteální rýhy s vyzařováním nebo bez vyzařování bolesti do dolních končetin.

LBP můžeme rozdělit na bolest horní a dolní části zad. LBP lze definovat jako bolest a diskomfort určený od kraje žeber po dolní gluteální rýhu a to s bolestí nebo bez bolesti dolní končetiny.

Liebenson (2007) dává do souvislosti bolest se skutečným nebo potencionálním poškozením tkáně a nebere pojetí bolesti pouze jako nepříjemnou, senzorickou a emocionální zkušenost.

V roce 1987 začal anglický ortoped Gordon Waddell nahlížet na bolesti zad z jiného úhlu pohledu. Rozdělil příčiny bolestí zad na specifické a nespecifické. Za specifické příčiny bolestí zad (BZ) považuje progresivní patologie s možným postižením nervových částí (např. spinální stenóza, zlomeniny, tumory, infekční a zánětlivá onemocnění, výhřez meziobratlové ploténky a další). Tyto příčiny však mají za následek pouhých 15 % všech BZ. O zbylých 85 % hovoříme jako o nespecifických BZ (Vrba, 2012).

Jarošová (2010) definuje nespecifickou bolest dolní části zad jako LBP bez specifických patologií (infekce, zánětlivé procesy, zlomeniny, tumory, osteoporóza, ankylozující spondylitida, radikulární syndromy nebo syndrom kaudy equiny).

Z hlediska délky trvání dělí Ciferská (2010) bolest na akutní trvající do 6 týdnů, subakutní do 12 týdnů a chronickou trvající déle jak 12 týdnů.

Hlavním cílem práce bylo elektromyografické hodnocení svalové aktivity vybraných svalů a hodnocení na silových plošinách Kistler v modifikovaném Functional Reach testu u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad v porovnání s kontrolní skupinou.

Dílčím cílem bylo zjistit, že není rozdílná aktivita zvláště jednotlivých vybraných svalů: m. trapezius (pars descendens), m. sternocleidomastoideus, m. erector spinae pars lumbalis a m. gluteus maximus během modifikovaného Functional Reach testu dle ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad v porovnání s kontrolní skupinou. Zjišťovali jsme, zda u vybraných svalů ve vztahu k nespecifickým bolestem dolní části zad, došlo k rozdílné aktivitě mezi jednotlivými pokusy v rámci všech tří úseků během MFRT. Dále jsme zjišťovali, zdali jsou rozdíly ve všech sledovaných parametrech směrodatných odchylek COP u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad v porovnání s kontrolní skupinou.

## **2 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ**

### **2.1 Bolesti zad**

Bolesti zad patří obecně mezi nejčastější důvody návštěvy lékaře a také jsou uváděny jako druhý nejčastější chorobný stav po nemocech z nachlazení (Effler, 2011).

Ve Spojených státech je bolest dolní části zad pátým nejčastějším důvodem návštěvy lékaře. Přibližně čtvrtina dospělých v USA uvádí, že má bolesti zad trvajících nejméně jeden celý den v posledních třech měsících, a 7,6 % uvedlo alespoň jednu epizodu těžké akutní bolesti dolní části zad za poslední rok. Náklady celkové zdravotní péče, které lze přičíst bolestem zad, byly odhadnuty na 26,3 miliard dolarů v roce 1998. Až jedna třetina pacientů hlásí přetrvávající bolesti zad mírné intenzity nejméně jeden rok po akutní epizodě (Chou et al., 2007).

LBP je v současné době považována za běžný a nákladný problém spojený s vysokou mírou recidivy. LBP i přes všechny možné rehabilitační a léčebné postupy stále zůstávají primární příčinou absence a zdravotního postižení ve společnosti. Bolesti zad jsou v současné době vnímány jako nemoc a chronická bolest zad je akceptována jako důvod pracovní neschopnosti. Jako problém můžeme chápat jednak nedostatečnou a včasnou diagnostiku a léčbu BZ, ale především nedostatečnou prevenci vzniku chronických bolestí zad (Vrba, 2012).

### **2.2 Klasifikace bolestí dolní části zad**

Mezinárodní klasifikace nemocí rozděluje bolest zad do tří skupin dle charakteru obtíží a liší se zejména v diagnostickém a léčebném postupu na nespecifické bolesti zad (není prokázána patologie), kořenové bolesti a bolesti zad se závažným postižením páteře (traumata, nádory, zánětlivé procesy a jiné) (van Tulder in Opavský, 2011).

Vrba (2012) v současné době zaujímá nový pohled na rozdělení bolesti zad. Příčiny specifických bolestí zad jsou ty, které můžeme prokázat identifikovatelnou progresivní patologií s možným postižením nervových struktur, tím chápeme např. výhřez meziobratlové ploténky, spinální stenóza, spondylolistéza, zlomeniny, tumory, infekční a zánětlivá postižení apod. Tyto příčiny však zahrnují pouze 15 % všech bolestí zad. Zbýlých 85 % nazýváme nespecifickými.

Pacienti s radikulopatií nebo spinální stenózou zahrnují malé procento s progresivním neurologickým deficitem nebo závažným základním onemocněním, jako je infekce, nádor nebo syndrom cauda equina. Stejně tak i zastoupení pacientů s jiným specifickým

problémem, jako je například ankylozující spondylitida nebo zlomenina obratle jsou zastoupeny v menším měřítku. Bolest dolní části zad může být spojena také s interními problémy, jako je pankreatitida, nefrolitiáza, aneurysma aorty, nebo systémové onemocnění, endokarditidy apod (Chou et al., 2007).

Za důležitou považuje Vaněk (2011) klasifikaci vertebrogenních poruch na základě klinické manifestace. Bolesti zad na základě klinické manifestace dělí Bednařík (2010) na tzv. segmentové syndromy (typické jsou poruchy funkce v jednom pohybovém segmentu, či jedné oblasti, porucha držení páteře, reflexní změny, pseudoradikulární syndromy a radikulární syndromy). Dle postižené tkáně dělí Paleček (2004) bolesti dolní části zad na vertebrogenní, neurogenní, myogenní, vasogenní, viscerogenní, psychogenní a diskogenní.

### **2.3 Etiopatogeneze bolestí dolní části zad**

Základem vzniku bolestí zad je multifaktoriální komplexní proces, na němž se podílí anatomické, psychosociální a patofyziologické faktory (Bednařík & Kadaňka, 2006).

### **2.4 Epidemiologie**

Prevalence LBP se v industrializovaných zemích udává přes 70 %. Incidence u dospělé populace je 5 % za rok. Vrchol křivky prevalence se vyskytuje mezi 35 a 55 lety. V 85 % případech není bolest jako atribut neurologického onemocnění nebo patologie. Odezva u akutních LBP bývá do 6 týdnů. U 2 – 7 % pacientů přechází akutní bolest v chronickou. Pracovní neschopnost z důvodu nespecifické bolesti dolní části zad je celosvětovým problémem s nejčastějším výskytem. Pracovní neschopnost se pohybuje v rozmezí od 5 do 85 % populace pracujících. Uvádí se, že u většiny pacientů s akutní LBP se potíže zmírní, jen u 10 – 15 % se vyvinou v chronické příznaky (Jarošová, 2010).

Roční prevalenci u populace v produktivním věku udává Kolář (2009) přibližně kolem 30 – 40 %, z toho 5 – 10 % osob končí pracovní neschopností.

Ferrari et al., (2015) uvádějí, že navzdory vysokým nákladům na léčbu ve spojitosti s LBP se prevalence LBP i nadále zvyšuje. Ačkoli chronické bolesti zad tvoří pouhých 5 % veškerých onemocnění vertebrogenního původu, finanční náklady vynaložené na toto onemocnění činí až 50 % veškerých finančních nákladů. Tento fakt je dán zvýšenou pracovní neschopností a výdaji spojenými s léčbou tohoto problému (Bednařík & Kadaňka, 2006, Krismer & Tulder, 2007).



## 2.5 Diferenciální diagnostika a vyšetření bolestí dolní části zad

Pro diagnostiku a terapeutický postup má význam posouzení závažnosti stavu (van Tulder in Opavský, 2011).

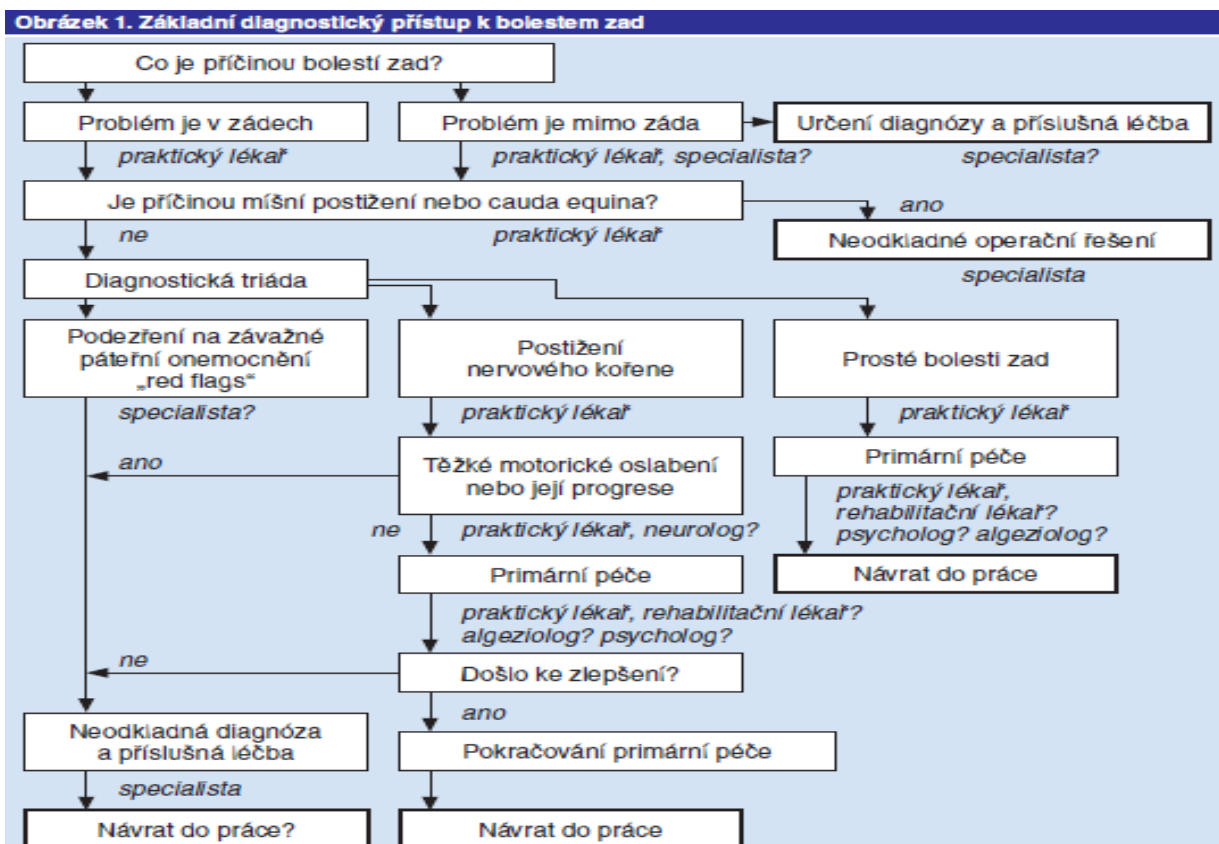
Praktický přístup k hodnocení bolestí dolní části zad je založen na odebrání podrobné anamnézy, fyzikálního a neurologického vyšetření (Chou et al., 2007).

V posledních letech se díky magnetické rezonanci (MRI) a počítačové tomografii (CT) daří zjistit příčiny chronických bolestí zad až u 80 % pacientů (Vrba, 2012).

Australské doporučené postupy z roku 2003 uvádějí následující postup vyšetření fyzioterapeutem: hodnocení pohledem, palpací, vyšetření rozsahu pohybu, meziobratlové pružení, změření délky dolních končetin, vyšetření dle McKenzieho a vyšetření SI skloubení. Nedílnou součástí diagnostiky je anamnéza s klinickým vyšetřením. Pokud již z anamnézy zjistíme závažný problém (kořenový syndrom, osteoporóza, fraktura obratle, neurogení klaudikace, nádorové onemocnění, infekce a další), je nutné provést fyzikální vyšetření včetně neurologického screeningu. Rentgen spolu s magnetickou rezonancí a počítačovou tomografií u LBP nejsou běžně indikovány. Dle Evropských guidelines pro akutní nespecifické bolesti dolní části zad je během odběru anamnézy kladen důraz na tzv. žluté a červené praporky. Red flags (red flags – RF) signalizují závažné spinální patologie. Naproti tomu tzv. žluté praporky (yellow flags – YF) patří mezi psychosociální faktory, jež zvyšují riziko vývoje nebo přetrvávající chronickou bolest. Někteří autoři popisují i modré praporky (z anglického blue flags) považovány za faktory pracovního místa a černé praporky (z anglického black flags) jako faktory péče o zdraví a kompenzaci systému. Pokud se v anamnéze a klinickém vyšetření nesetkáme s červenými praporky, pak můžeme hovořit o nespecifické bolesti dolní části zad. Je třeba brát v úvahu i možné zhoršení pacienta (Jarošová, 2010).

Při bolestech v zádech postupujeme dle následujícího algoritmu. Pokud zjistíme přítomnost červených praporků, pak je třeba pátrat po závažné spinální patologii. Pokud je nenacházíme, můžeme předpokládat, že se jedná o nespecifickou bolest zad, kdy není zapotřebí dalších nutných zobrazovacích metod. Paracetamol, nesteroidní antirevmatika a myorelaxancia používáme pro léčbu nespecifické akutní bolesti zad. Jak už uvedli předchozí autoři, neindikujeme klid na lůžku, podporujeme běžné denní i pracovní aktivity. Pokud nastane podezření na závažnou spinální patologii, je třeba provést zevrubné vyšetření včetně zobrazovacích metod ke stanovení správné diagnózy. Během diagnostiky je třeba brát v úvahu viscerovertebrální vztahy a možnosti vzniku bolestí zad v souvislosti s TrPS způsobujícím myofasciální bolest. Multidisciplinární tým, behaviorální léčba, farmakologická,

nefarmakologická léčba i alternativní akupunktura mají své zastoupení pro léčbu chronických bolestí (Jarošová, 2010).



Obrázek 1. Základní diagnostický přístup k bolestem zad (Vrba, 2008)

### 2.5.1 Dotazník k hodnocení bolesti zad

V současné době se velmi často využívá krátká forma dotazníku bolesti McGillovy univerzity. Tento dotazník zaznamenává podrobně jak kvalitu, tak kvantitu bolesti. V 80. letech byl upraven z důvodu snadnějšího použití ke zjednodušení dotazníků a byly vybrány nejčastěji používané položky (Melzack, 2005).

### 2.5.2 Klinický obraz bolesti dolní části zad

V anamnéze pacienti často udávají bolesti ponáhlové, zvyšující se během dne svědčící pro degenerativní onemocnění disku. Naopak ranní bolesti provázené ztuhlostí, po rozhýbání ustupující, jsou typické pro spondylartrózu. Klidové a noční bolesti obvykle signalizují nádory, záněty nebo pseudoradikulární charakteristiku. Během vyšetření obvykle zjišťujeme palpační bolestivost interspinálních prostor, paravertebrálních svalů, svalovou hypertonií a často poruchy dynamiky resp. statodynamiky bederní páteře. V klinickém nálezu

často převládá snížení vytrvalosti stoje nebo chůze pro bolest v kříži narůstající s určitou vzdáleností. U pacientů často objevujeme zvýšenou bederní lordózu a změny v oblasti pánve (Paleček, 2004).

Nejčastěji jsou uváděny bolesti tupého charakteru v dolní části zad. Tyto bolesti jsou převážně vyvolány svalovou dysbalancí, přetěžováním vazů, svalů a nacházíme zde SI blokady (Bednářík 2010, Mlčoch 2008, Novotná 2012).

U pacientů s LBP se často vyskytuje špatná koordinace těla. Vhodné jsou cviky ke zlepšení pohybu a koordinace těla jak při chůzi, tak při běžných denních aktivitách (Van Damme et al., 2014).

## **2.6 Nespecifické bolesti dolní části zad**

Nespecifická bolest dolní části zad je poměrně častý a opakující se stav, na který v současné době neexistuje účinný lék (Itzl, Geurts, Kleef, Nelemans, 2013).

Bolesti dolní části zad (LBP) jsou popisovány jako bolest v kříži, lumbalgie, lumbago. Nespecifická bolest dolní části zad je definovaná také jako bolest nejasné etiologie bez zřejmého anatomického nálezu s benigním průběhem (Bednářík & Kadaňka, 2006; Krismer & van Tulder, 2007; Vrba, 2008).

Stejně tak i Jarošová (2010) uvádí nespecifickou bolest dolní části zad (NBDČZ) jako low back pain bez jasně specifické patologie (infekce, tumory, ankylozující spondylitida, zlomeniny, zánětlivé procesy, radikulární syndromy a další).

Další autoři je také definují jako bolesti bez identifikovatelné specifické anatomické nebo neurofyziologické poruchy. NSBZ chápeme jako difuzně se šířící bolest převážně trvalého charakteru. Charakterizujeme ji jednak bolestí, ale také svalovým napětím a ztuhlostí, jež má za následek omezení funkčních aktivit. Často je spojena s projevy bolestí v jiných částech těla, kupříkladu s bolestí břicha, dolních končetin, může být však spojena i s bolestí hlavy. Chronické nespecifické bolesti byly zkoumány z mnoha rehabilitačních postupů. Tyto cvičební programy pro chronickou LBP se značně liší například v klasickém cvičení oproti hydrokinezioterapii, individuálnímu cvičení a skupinové LTV apod. V posledních letech došlo k velkému nárůstu bolestí dolní části zad či bolestí kříže převážně ve vyspělých zemích (Vrba, 2012).

Nespecifické bolesti zad (NLBP, non specific low back pain) jsou převážně nociceptivní s nejčastější lokalizací v lumbosakrální oblasti. Věk pacientů se pohybuje v rozmezí od 20 do 55 let (Bednářík & Kadaňka, 2006; Krismer & van Tulder, 2007; Vrba, 2008).

Podle Vrby (2010) tvoří až 90 % bolestí dolní části zad nespecifické příčiny. V současné době je celá řada teorií vzniku nespecifické bolesti dolní části zad.

Nejčastější příčiny nespecifické bolesti dolní části zad tvoří příčiny funkční. Jak uvádí Kolář (2006) funkční porucha nemá prokázanou přímou souvislost s morfológickými (strukturálními) změnami. Drápelová (2014) dává do souvislosti vertebrogenní poruchy s poruchou funkce bez strukturálního nálezu s plnou reverzibilitou. Specifická funkční porucha bývá způsobena často nevhodným zatížením v jakémkoliv místě segmentu. Mezi klinické projevy funkčních poruch řadíme omezenou pohyblivost segmentu, funkční kloubní blokádu, bolestivé body na okostici, svalové spoušťové body, zvýšený tonus tkání, svalový spasmus, poruchy statiky či stereotypu, vegetativní změny a dysfunkce orgánů. Tyto změny většinou nebývají symetrické. Funkční porucha má často chronicko-intermitentní průběh s intervaly bez potíží i systémový charakter potíží (Kolář, 2009; Lewit 2003).

Příčinou může být křečovitě napětí zádového či pánevního svalstva. V důsledku přetěžování páteře, nedostatku pohybu a aktivity dochází k oslabení svalstva, a autoři charakterizují až čtyři pětiny případů takto vzniklých bolestí jako lumbální syndrom. Jako organické příčiny chápeme především psychické a sociální faktory, mezi něž patří stres, úzkostné poruchy, rodinné a pracovní problémy, chorobné závislosti, deprese. Také sem řadíme socioekonomické faktory, jako nízké příjmy, nedostatečné vzdělání a těžká fyzická práce. Bolest v zádech pak následně vede k určitým postojům a rozvíjí se specifické způsoby chování. Typické jsou problémy se sebehodnocením, depresivní ladění pacienta. U těchto pacientů je typická tzv. emocionální aktivace. Pacienti ve srovnání s kontrolní zdravou skupinou reagovali na emocionálně stresové podněty oboustranným napětím svalstva v bederní oblasti páteře (Morschitzky & Sigríd, 2007).

Stejně tak i Štětkařová (2007) dává vznik chronických bolestí zad do souvislosti s psychosociálními problémy. Je obecně známo, že pacienti s LBP různé etiologie mají existenční problémy, prodělali nejrůznější stresové situace jak v dětství, tak v dospělosti a mohou se nacházet třeba v tíživé sociální situaci (Krbec, 2002).

Bednařík et al., (2010) považují za příčinu prostých nespecifických bolestí zad svalové dysbalance, vadné statické a dynamické stereotypy vedoucí k chronickému a jednostrannému přetěžování jednotlivých pohybových segmentů a páteře jako celku. I u mladých jedinců se po delším sezení nebo stání mohou také projevit nespecifické bolesti zad, a mnohdy se u nich nezjistí degenerativní či jiné organické poškození páteře. Častou příčinou bývá hypermobilita páteře, jiných kloubů, ale také vadné držení těla. Klinický nálezu poukazuje omezenou

hybnost, která však mnohdy bývá omezena pouze částečně, palpační citlivost nebývá tak intenzivní.

Jalovcová a Pavlů (2010) upozorňují na segmentální nestabilitu a uvádějí tento problém jako jednu z možných příčin bolestí dolní části zad. Klinickou nestabilitu páteře vnímáme jako ztracenou schopnost páteře provést pohybový vzor změny polohy tak, aby nevznikl neurologický deficit, deformita nebo bolest.

Jarošová (2010) uvádí existenci důkazů pro korelaci mezi vyššími lidmi a vyšším rizikem bolestí dolní části zad léčené operačním způsobem. Hovoří také o vztahu LBP a obezity (vysoký body mass index), a také mezi kuřáky a LBP. V klinických studiích byli kuřáci spojováni se vzrůstajícím nárůstem LBP. Bylo zjištěno výraznější procento kuřáků s incidencí LBP u adolescentů než u dospělé populace. Mezi méně časté příčiny LBP patří alkaptonurie. Jedná se o vzácnou genetickou poruchu metabolismu tyrozinu. Dochází k deficitu enzymu dioxygenace kyseliny homogentisové, který vede k hromadění v krvi a k následnému zvýšení vylučování močí. Oxidace kyseliny homogentisové vede ke vzniku pigmentu alkaptonu, což má za následek tmavé zbarvení moče pojivových tkání. Dochází k postižení kloubů, srdečních chlopní a ledvin.

## **2.7 Viscerovertebrální vztahy**

Na bolest zad můžeme pohlížet i z extravertebrálního hlediska. Během vyšetření zjišťujeme nezávislost bolesti na postavení a pohybech páteře, palpační nebolestivost, nepřítomnost paravertebrálních spasmů a utišení bolestí po léčbě vnitřních orgánů. Jako příklad uvádí Bednařík et al., (2010) bolest zad při žaludečním vředu. Po podání antacid bolest ustupuje, naopak při požití kávy se bolest zvyšuje. Bolesti rozlévající se doprava jsou charakteristické pro pankreatitidu, a to konkrétně pro postižení slinivky břišní, pokud je projekce levostranná, jedná se o postižení těla a kaudy pankreatu. Stejně tak i menstruační bolest je často popisována jako projekce do sakrální oblasti a může se šířit do dolních končetin. Urologické příčiny, karcinom prostaty, či jeho metastáze do páteře, onemocnění ledvin a jejich přenesená bolest se může projevit v oblasti kříže.

Z hlediska diagnostického často narážíme na problém týkající se jednak bolesti v oblasti páteře, ale také následný vznik blokády a rozvoj reflexních změn nazývaný viscerovertebrální syndrom. U většiny případů bolestí atypického původu je třeba brát v úvahu nitrohruďní nebo nitrobřišní zdroj jako východisko bolesti (Bednařík et al., 2010).

### **2.7.1 Nejčastější poruchy viscerovertebrálních vztahů**

Bolesti v oblasti břicha mohou být způsobeny organickou viscerální bolestí nebo mohou být podmíněny reflexními změnami díky funkčním poruchám páteře. Pokud pacient trpí postižením ledvin, nacházíme obvykle u takového pacienta hyperalgické zóny C3-C4, Th9-Th11, u postižení močových hyperalgické zóny v C3-C4, Th9-L2, blokády v thorakolumbálním přechodu, v segmentech Th11-L1 a další reflexní změny v křížové oblasti. Celá řada gynekologických pacientů si často stěžuje na bolest v kříži a v hypogastriu. Tyto bolesti mohou být způsobeny funkčními poruchami v oblasti pánve a v oblasti sakroiliakálního skloubení. V nálezů nacházíme výskyt HAZ Th10-L1, funkční změny v paravertebrálních svalech, v oblasti thorakolumbálního přechodu a častý výskyt spasmu m. iliopsoas (Jarošová, 2010).

## **2.8 Komplexní léčebná rehabilitace nespecifické bolesti dolní části zad**

Problematika terapie bolestí zad patří mezi velmi obsáhlé a nejedem z nás se alespoň jedenkrát v životě s nimi setkal (Horák & Tomsová, 2010).

V současné době je celá řada rehabilitačních technik k léčbě NLBP. Své zastoupení mají také analgetika, antidepresiva a další léky. V poslední době je často zmiňován kognitivně - behaviorální přístup, jenž by měl vést k přesunu péče bolestí pacientů od zdravotního personálu zpět na postiženého člověka. Na prevenci vzniku NLBP se udává nulový vliv farmakologické léčby. Snižuje však bolest a dá se říci, že i funkční schopnost pacienta. Z řad studií se prokázaly léky jako neopioidní analgetika a nesteroidní antiflogistika, pro snížení bolesti, ale také pro podporu a zlepšení funkce u akutních a chronických stavů. Svalová myorelaxancia mají podíl na zlepšení funkční schopnosti pacientů u akutních stavů a snižují bolest. Na rozdíl u lokální léčby a epidurální aplikace steroidů se neprokázal léčebný efekt (Vrba, 2012).

Jarošová (2010) řadí do komplexní léčebné rehabilitace behaviorální terapii a manuální techniky. Využívá se akupunktura, obstříky epidurálními kortikoidy, dále je možnost použít intraartikulární steroidní injekce a opichy trigger pointů. Je prokázán také účinek botulotoxinu a radiofrekvenční facetové denervace.

## **2.9 Terapie akutní nespecifické bolesti dolní části zad**

Všeobecné pokyny pro pacienty s akutní nebo subakutní bolestí dolní části zad by měly zahrnovat doporučení zůstat aktivní, co nejvíce omezit pohyb na lůžku, který se na základě studií ukázal jako méně efektivní. Pokud pacienti i přes doporučení vyžadují období klidu na

lůžku, je třeba upozornit na riziko možných vzniklých komplikací. Pacienti by měli být podporováni k co nejrychlejšímu návratu k běžným denním aktivitám (Chou et al., 2007).

V první fázi akutních bolestí je doporučen klid a úlevová poloha na lůžku maximálně do 4 dnů. V těchto názorech se mnohé studie liší, většina se však shodují na co nejkratším pobytu na lůžku, rychlému návratu ke každodenním aktivitám a začlenění do pracovního procesu. V nezbytných případech je terapie doplněna medikamentózní terapií. Nejčastěji v perorálním podání doporučených léků: paracetamol, nesteroidní antiflogistika (NSA), slabé opioidy a centrální svalová relaxancia. Ve výjimečných případech epidurální aplikace steroidů nebo sedativ. Z fyzikální terapie zahrnujeme suché teplo, cvičení zádových svalů, manipulace a aerobní cvičení. Pro akutní bolesti dolní části zad trvající do 4 týdnů jsou zatím nejasné důkazy o tom, kdy přesně začít terapií. Některé studie uvádějí zahájení cvičení po dvou až šesti týdnech od akutního vzplanutí bolestí. Pro akutní bolest dolní části zad je vhodná aplikace tepla v podobě vyhřívacích podušek a tepelných pokrývek (Chou et al., 2007).

V počátku terapie jsou na místě úlevové polohy, které si pacient najde sám. Je možnost doplnit ortézu a dle potřeby farmakoterapii. V počátku volíme léky s obsahem paracetamolu, nebo metamizolu. Doporučená dávka paracetamolu se pohybuje od 625 do 1000 mg pro pacienta. Dávka by se měla opakovat po čtyřech až šesti hodinách. Analgetický účinek nastupuje do 30 minut při prvním perorálním podání. Intravenózní forma má nástup okolo 5 minut. Nástup metamizolu je také zhruba po 30 minutách a je podáván většinou čtyřikrát denně v dávce 500 mg. Oba zmíněné léky mají analgetický i antipyretický účinek. Podávají se také nesteroidní antiflogistika. Lze podat také slabé opioidy (Horák & Tomsová, 2010).

## **2.10 Terapie subakutní bolesti dolní části zad**

U subakutních bolestí dolních částí zad trvajících řádově od čtyř do osmi týdnů je intenzivní interdisciplinární rehabilitace definovaná jako zákrok zahrnující konzultaci s lékařem, psychologickou terapií, fyzikální terapií, sociální, nebo odbornou intervencí (Chou et al., 2007).

## **2.11 Možnosti terapie chronické nespécifické bolesti dolní části zad**

Vrba (2012) jako nově formulovaná doporučení u NLBP na základě velkých randomizovaných studií a následně provedených systematických přehledů podává nové poznatky pro léčbu a prevenci NLBP. Jsou zdůrazňovány rehabilitační koncepty dle různých rehabilitačních škol, použití analgetik, antidepresiv a dalších léků.

Terapii lze kombinovat s dalšími metodami, jako jsou: kognitivně behaviorální terapie nebo progresivní relaxace (Hoffman et al., 2007).

Jako efektivní se ukázaly tyto rehabilitační postupy: kloubní manipulace nebo pomalé mobilizace, posilující cvičení, relaxační techniky, ovlivnění chování, aerobní cvičení, vytrvalostní cvičení a multidisciplinární programy. Klid na lůžku byl prokázán jako negativní, jak z hlediska ovlivnění bolesti, tak funkčnosti v akutním i chronickém stavu. U pacientů s chronickou bolestí dolní části zad využíváme tzv. „step up“ postupu. Začínáme nejnižší možnou, ale účinnou dávkou analgetika. Pokud nejsou dostatečně účinné, pak přistupujeme ke kombinaci léků, nejčastěji analgetika a adjuvantní analgetika, kam patří antikonvulziva, antidepresiva první generace. Pokud je bolest palčivá a přetrvávající volíme antidepresiva první generace. V poslední době vnímáme jako častý problém paušální předepisování myorelaxancií. Sval, který je v hypertonu následně ovlivněn těmito léky, je hypotonický a hrozí riziko vzniku dalších přetížení, dysbalancí a reflexních změn. V ambulanci praxi se využívají také obštriky lokálními anestetiky, intradermální obštriky do hyperalgických zón a aplikace tzv. „suchých jehel“ do spoušťových bodů. Jestliže bolesti přetrvávají déle jak dva, nebo tři dny bez zjevné příčiny popřípadě bez odezvy na terapii, je vhodné doplnit RTG vyšetřením. Dále se doporučuje provést laboratorní screeningové vyšetření na zánětlivé markery, základní revmatologický screening, i onkomarkery a ELFO bílkovin. V současné době lze využít celou řadu konceptů založených na neurofyziologických principech a posturální ontogenezi (Proprioceptivní neuromuskulární facilitace, koncept McKenzie, Vojtova reflexní lokomoce, senzomotorická stimulace, spirální dynamika a mnoho dalších). Mnoho autorů zaměřuje pozornost na souhru mezi hlubokými flexory krku, bránicí, mm. multifidi, m. transversus abdominis a pánevním dnem. Terapie léčby chronických bolestí dolní části zad zahrnuje: akupresuru, akupunkturu, školu zad, individuální terapii, cvičební program na celkovou fyzickou zdatnost, aerobní cvičení na posílení svalů, flexibility a strečink. Akupunktura účinně zmírňuje chronické bolesti zad. Žádné důkazy nenaznačují, že akupunktura je účinnější než jiné aktivní léčby (Manheimer et al., 2005).

Součástí terapie by také měla být fyzikální léčba v podobě nejčastěji užívané středofrekvenční terapie a krátkovlnné diatermie. Další možností je využití masáží, které však na základě studií ukazují pouze dočasnou účinnost, z hlediska dlouhodobého není dostatek důkazů. Neuroreflexoterapie, technika ze Španělska se vyznačuje dočasnou implantací sponek povrchně do kůže přes spoušťové body zádoových svalů. Svě zastoupení v terapii chronických



bolestí dolní části zad má také progresivní relaxace, lázeňské léčebné pobyty, spinální manipulace, trakce a v poslední době hodně zmiňovaná jóga (Chou et al., 2007).

Celá řada studií potvrzují, že cvičení a posílení svalstva trupu má signifikantní význam pro snížení bolestí dolní části zad (Unsgaard-Tøndel et al., 2010; Fourney et al., 2011).

Ve studii Unsgaard-Tøndel et al., (2010) porovnávali efekt cvičení hlubokého stabilizačního systému v porovnání se cvičením v uzavřených kinematických řetězcích na posílení svalů trupu a nespecifickým cvičením na bolest dolní části zad. Došli k závěrům, že efekt všech těchto tří cvičení pro snížení bolesti byl srovnatelný.

Macedo et al., (2009) uvádí, že trénink hlubokého stabilizačního systému u chronických nespecifických bolestí dolní části zad má největší účinnost při kombinaci s jinými fyzioterapeutickými metodami a samotné cvičení nemá vyšší vliv na snížení bolesti dolní části zad v porovnání s jinými fyzioterapeutickými metodami nebo jiným typem cvičení. K léčbě i diagnostice bolestivých stavů jak akutních, tak chronických se v mnoha případech používá metoda McKenzie. Tinková (2008) považuje za přednost této terapie identifikaci příčin aktuálních obtíží pacienta. Koncept je pro pacienty snadno pochopitelný a velmi jednoduchý.

### **2.11.1 Pilates**

Pilates snižuje bolest, zlepšuje funkci a kvalitu života u pacientů s chronickou bolestí dolní části zad (Natour et al., 2015).

### **2.11.2 Jóga**

V roce 2007 bylo v USA hlášeno 6,1 % cvičících jógu. Studie z Boston Medical Center a z pěti komunitních zdravotních středisek prokázaly, že jedenkrát až dvakrát týdně cvičení jógy po dobu 12 týdnů bylo účinné pro snížení bolesti zad (Saper et al., 2014).

### **2.11.3 Fyzikální terapie**

Z fyzikální terapie volíme nejčastěji aplikaci termoterapie, ultrazvuku, laseru, trakce, různé formy elektroterapie a další. V domácím prostředí lze aplikovat suché teplo do místa bolesti v podobě Soluxu nebo Lavathermu (Horák & Tomsová, 2010).

Transkutánní elektrická nervová stimulace (TENS) a přerušovaná nebo kontinuální trakce se u průměrné populace ukázala jako účinná pro léčbu chronické bolesti dolní části zad. Existuje dostatek důkazů pro doporučení interferenční terapie, laseru, krátkovlnné diatermie nebo ultrasonografie (Chou et al., 2007).

Jarošová (2010) využívá z fyzikální terapie krátkovlnou diatermií, interferenční proudy, ultrazvuk a laser. Přínos v aplikaci korzetů nebyl doposud prokázán. Taktéž nebyl zjištěn efekt terapie TENS.

#### **2.11.4 Farmakoterapie**

Paralen a Ibuprofen patří mezi dva nejužívanější léky prodávané bez lékařského předpisu ve Spojených státech amerických. Tyto analgetika považujeme za léčbu první linie u akutních bolestí dolní části zad. V léčbě akutní bolesti dolní části zad byla v nedávné době prokázána účinnost nízko tepelné zábalové terapie. Tato studie měla za cíl porovnat účinnost tepelné zábalové terapie s účinností doporučené dávky Ibuprofenu a Paralenu bez předpisu v samoléčbě LBP. Nejvyšší míra nežádoucích účinků byla hlášena u skupiny s Ibuprofenem, což tvořilo 10,4 %. Bylo dokázáno, že nízko tepelná zábalová terapie byla účinnější než Paralen a Ibuprofen v léčbě bolesti dolní části zad (Nadler et al., 2014).

## **2.12 Elektromyografie**

Elektromyografie patří mezi experimentální vyšetřovací metodu. Na základě snímání bioelektrických signálů nás informuje o aktivitě svalů a dává tu příležitost objektivně hodnotit neuromuskulární činnost. Jako výhodu elektromyografie považujeme snadné a neinvazivní snímání aktivity více svalů současně v průběhu pohybu. Díky této vyšetřovací metodě můžeme přiblížit nejen velikost svalové aktivity, ale také svalové synergie, sekvence zapojených svalů, svalovou únavu a jiné (Krobot & Kolářová, 2011).

## **2.13 Povrchová elektromyografie**

Celá řada autorů uvádí využití povrchové elektromyografie v nejrůznějších oborech, nejen ve fyzioterapii, ale také v ortopedii, biomechanice, sportovním lékařství, v neurologii a ergonomii. Ve fyzioterapii a sportovní medicíně se používá především jako hodnotící metoda vlivu určitých rehabilitačních a tréninkových postupů (Rodová, Mayer, & Janura, 2001; Konrád, 2005; Türker & Sözen, 2013).

Povrchovou elektromyografií lze snímat monopolárně nebo bipolárně. Monopolární snímání je vhodné pro měření statických pozic, pro dynamickou svalovou aktivitu je výhodnější zvolit bipolární snímání. Podstatu bipolárního snímání tvoří pár elektrod uložených na svalové bříško ve vzdálenosti zhruba 1,5 – 2 cm od sebe paralelně s průběhem vláken svalů. Dále je třeba umístit referenční elektrodu do nejméně aktivní oblasti, například tuberositas tibiae (Hamill & Knutzen, 2009; Türker & Sözen, 2013).

Povrchovou elektromyografii lze běžně využít pro kineziologickou analýzu pohybu při vyšetření chůze a postury. Lze také využít pro zjištění tremoru, myoklonu nebo dystonie, ale také pro změření rychlosti pohybové reakce na určitý podnět (Rodová et al., 2001).

U povrchové elektromyografie se elektrody lepí přímo na kůži, snímány jsou tak pouze povrchové svaly. Díky poly-EMG lze snímat a hodnotit vzájemnou součinnost několika svalů (Krobot & Kolářová, 2011). Trojan et al., (2005) považují za nevýhodu právě použití pouze na povrchové svaly.

### **2.13.1 Typy elektrod**

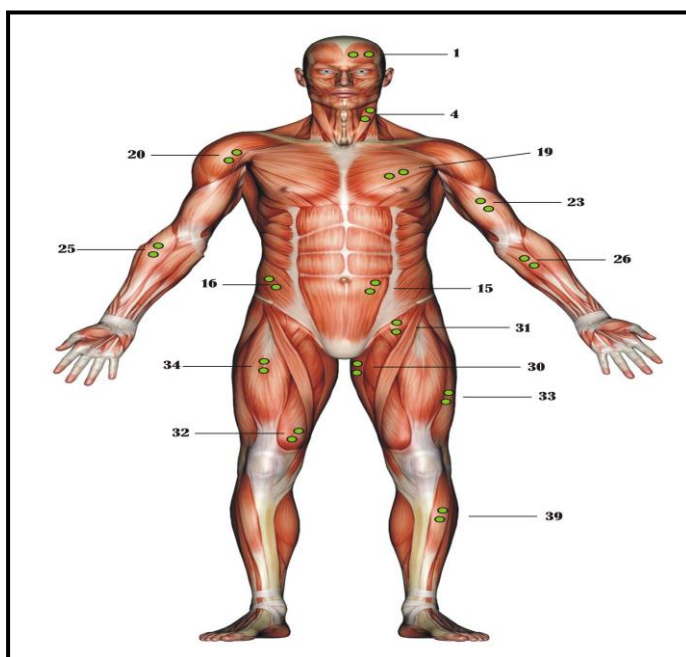
Současné technologie poskytují různé typy elektrod. Chloridové elektrody stříbro-stříbrná jsou součástí nástroje, který je s kůží v kontaktu. Elektrody jsou buď přímo připojeny k senzoru, nebo nepřímo spojeny prodlužovacím kabelem. Dalším typem elektrod, které se v současné době používají, jsou vaginální a rektální sondy. Používají se pro sledování svalstva pánevního dna (Florimond, 2010).

### **2.13.2 Umístění elektrod**

Před aplikací elektrody je dobré se ujistit, zda je povrch kůže čistý a suchý. K očištění kůže je vhodný abrazivní krém, nebo voda. V případě nutnosti je nezbytné oholit ochlupení. Je vhodné se ujistit, zda je elektroda pevně upevněna na kůži (Florimond, 2010).

Svalová aktivita byla snímána během modifikovaného Functional reach testu u těchto svalů: m. SCM, m. trapezius pars descendens., m. gluteus maximus a m. erector spinae pars lumbalis vždy bilaterálně. Elektrody byly umístěny kolmo na průběh svalových vláken do střední linie svalu v oblasti největšího svalového bříška (De Luca, 1997; Krobot & Kolářová, 2011).

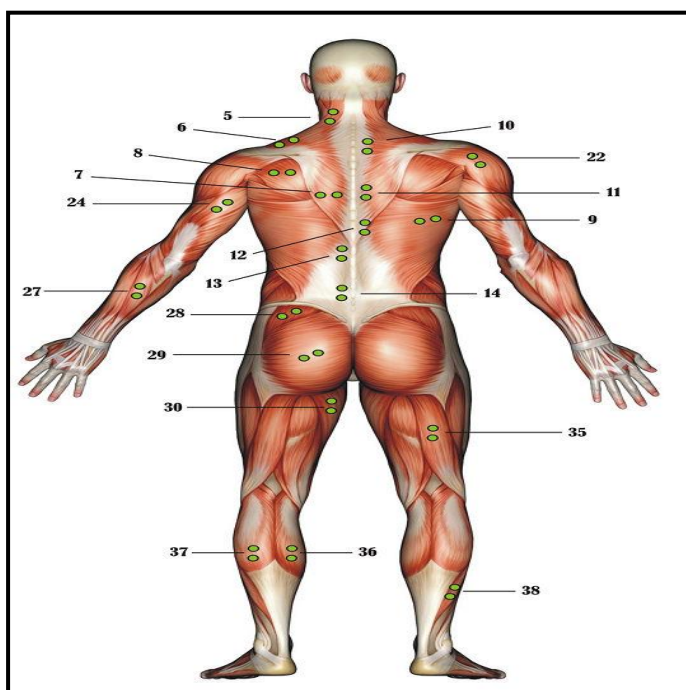
## Umístění elektrod bilaterálně:



Obrázek 7. (Florimond, 2010)

### Hlava a krk

4. m. Sternocleidomastoideus



Obrázek 8. (Florimond, 2010)

### Trup

6. m. Trapezius - pars descendens

13. m. Erector spinae pars lumbalis

14. m. Erector spinae pars lumbalis

29. m. Gluteus Maximus

## **2.14 Fyziologie EMG signálu**

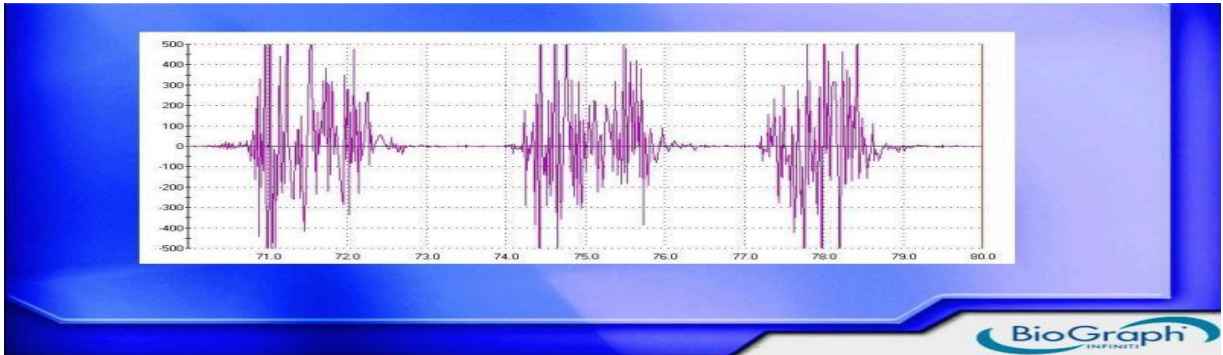
Motorický vzruch se šíří periferním nervem přes nervosvalovou ploténku na svalové vlákno. Jakmile je vzruch dostatečně velký, nastane vybavení akčního potenciálu a dojde k depolarizaci membrány a tím následně ke stažení svalového vlákna. Intenzita kontrakce je řízena nervovým impulsem. Každý akční potenciál generuje určité množství energie EMG signálu. V různých částech membrány svalového vlákna se vytváří různé elektrické potenciály a následným měřením těchto potenciálů vzniká elektromyografický signál (Penhaker et al., 2004, Florimond, 2010).

## **2.15 Hodnocení EMG signálu**

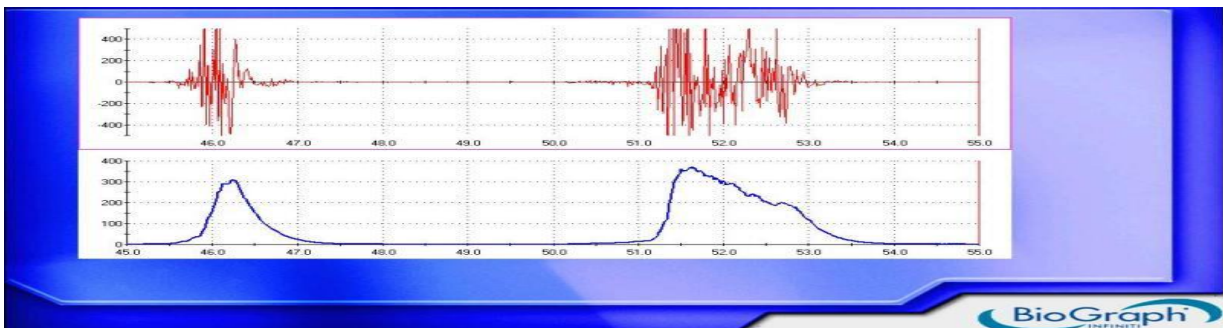
### **2.15.1 Analýza EMG signálu**

K samotné analýze míry svalové aktivity se nejvíce využívá analýza amplitudy a analýza změny frekvenčního spektra a amplitudy v čase. Pro kvantitativní analýzu amplitudy pro zvýšení reliability a validity měření musí přecházet zpracování signálu. Analýza amplitudy tedy zahrnuje rektifikaci (vizuální úprava) a následné vyhlazení EMG signálu (Krobot & Kolářová, 2011).

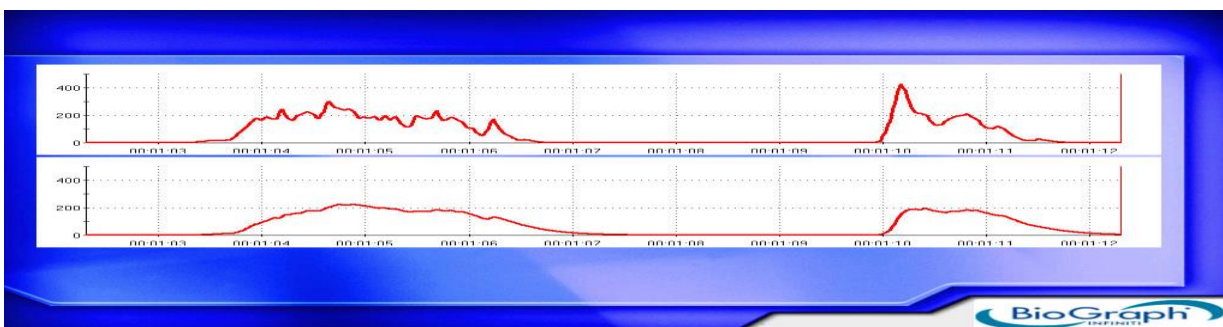
Amplituda EMG signálu se pohybuje v záporných i kladných hodnotách. Pokud zprůměrujeme výsledné hodnoty, mohli bychom dosáhnout výsledku rovnému nule. Rektifikace je metoda, při které se negativní hodnoty surového záznamu EMG eliminují (half wave rectification) nebo se převrátí do pozitivních hodnot (full wave rectification). Podstatou vyhlazení je potlačení vysokofrekvenčních fluktuací signálu tak, že dojde k vyhlazení odchylky. Výsledný signál potom označujeme jako linerání obálku. Nejčastěji se využívají dva algoritmy vyhlazení pomocí průměru rektifikovaných hodnot (AVR – average rectified value) a střední kvadratické metody (RMS – root mean square). Za vhodnější považuje Krobot a Kolářová (2011) vyhlazení pomocí střední kvadratické hodnoty. RMS lépe poukazuje fyziologický vztah mezi chováním svalové kontrakce a motorických jednotek.



Obrázek 2. Surový EMG signál (tři kontrakce). Osa y zobrazuje amplitudu v mikrovoltech (Florimond, 2010)



Obrázek 3. RMS neboli Root Mean Square je technika pro rektifikaci surového signálu (Florimond, 2010)



Obrázek 4. Úroveň vyhlazování lze nastavit v signálu RMS (Florimond, 2010)

### 2.15.2 Normalizace EMG signálu

Mezi další způsob úpravy EMG signálu patří normalizace. Její využití je zastoupeno především při dynamických činnostech. Při normalizaci naměřené hodnoty vztahujeme k předem stanovené referenční hodnotě. Výsledek pak udává poměrové vyjádření o míře aktivity svalu, kdy je zachován charakter průběhu změny amplitudy v čase. Normalizovat signál je možné také pomocí procentuálního rozdílu svalové aktivity pravého a levého svalu během jejich symetrické aktivity například během abdukce paží, nebo během výskoku.

Normalizace signálu po předešlém zpracování daného signálu je nutná (Krobot & Kolářová, 2011).

Pokud hodnotíme svalovou aktivitu během cyklického pohybu, je zapotřebí provést časovou normalizaci, při které je EMG záznam vyjádřen procenty z pohybového cyklu (Jöllenbeck, 2006).

Pokud chceme získat co nejlepší kvalitu signálu pro další hodnocení, je již diferenciálně zesílený EMG signál zpracován pomocí frekvenční filtrace a rektifikace. Pro odstranění případných nežádoucích artefaktů v signálu existují dva typy filtrů. Jedním z nich jsou tzv. high pass filtry s propustností 10-20 Hz a dalším jsou low pass filtry s dolní propustností 500 Hz. „Surový“ (raw). Elektromyografický signál zpracováváme frekvenčními filtry pro odstranění případných artefaktů v signálu.

## **2.16 Faktory ovlivňující EMG signál**

EMG frekvence se pohybuje mezi 20 až 500 Hz. Obecně platí, že pomalý záskub svalového vlákna se pohybuje mezi 20 až 90 Hz a rychlý záskub vlákna mezi 90 až 500 Hz. Artefakt je nežádoucí informace obsažená v signálu. Nejčastějším artefaktem je šum 60 Hz. Tento problém lze vyřešit použitím Notch filtru na signál, který odebere 60 / 50 Hz složku signálu. (Volba 50 nebo 60 Hz, závisí na přenosu síly frekvence použité v regionu; je třeba nakonfigurovat software podle toho). Dochází také k svalovým přeslechům, ty jsou způsobeny tím, že EMG signály přicházejí z jiných svalů, než ze kterých jsou sledovány. Abychom předešli tomuto problému, je třeba dodržovat vhodnou vzdálenost mezi elektrodami kolem 2 cm a umístěním elektrod na střed svalového břicha (Florimond, 2010). Konrad (2005) poukazuje na další neovlivnitelné faktory, které nazývá biologické artefakty. Pokud snímáme signály ze svalů trupu, objevují se EKG hroty. Tyto hroty lze považovat za EMG myokardu. Signál EKG lépe prochází tkáněmi, a má za následek rušení EMG signálu, převážně u snímání signálů z horní poloviny trupu.

## **2.17 Vyhodnocení elektromyografického signálu**

K hodnocení EMG křivky jsou využívány parametry Peak, Mean, Area a Total Power. Při vyhodnocení EMG signálu hodnotíme především jeho frekvenci a amplitudu. Hodnota Peak udává vrchol amplitudy dané křivky. Tuto hodnotu využíváme k posouzení timingu svalů. Mean patří mezi nejdůležitější ukazatele v popisu amplitudy křivky, jeho výhodou je možnost pro srovnávací analýzy a ukazuje intenzitu aktivace svalů. Mean udává

průměrnou hodnotu amplitudy (křivky). Hodnota Area je matematický integrál plochy pod křivkou plně usměrněného EMG signálu. Je v přímé závislosti na délce křivky, kterou hodnotíme. Jedním z dalších parametrů je Total Power. Total Power je matematickým integrálem křivky, jenž je předtím upravena pomocí FFT (Fast Fourier Transformations). Z dalších je tzv. Input, hodnota vyjádřena v procentech odvozená od Mean. Získáme jí výběrem hodnot Mean ze všech EMG kanálů, které jsme analyzovali a jejich součet je označován jako 100 % EMG Input. Hodnotu Input každého kanálu pak uvádíme pod procentuálním vyjádřením z celkových 100 % EMG Input (Konrad, 2005). Z naměřeného signálu lze zjistit, zda byl sval aktivní či nikoliv a popřípadě míra jeho aktivity. Při hodnocení EMG signálu při opakovaných či déletrvajících kontrakcích můžeme zaregistrovat únavu svalu. V takovém případě dojde k lokálnímu vyčerpání energetických zásob nebo k ischemii. Následně dochází k vyčerpání adenosinotriphosphátu (ATP), kreatinfosfátu a k hromadění katabolitů, jenž mají za následek ovlivnění pH a účinnost enzymů (Rodová et al., 2001). Za faktory ovlivňující svalovou únavu považují Hamill a Knutzen (2009) změny v náboru a synchronizaci motorické jednotky (MJ), rychlost pálení MJ a změny sumačního akčního potenciálu MJ.

## **2.18 Posturální stabilita**

Při vyšetření posturální stability je častěji využíváno hodnocení COP (Center of pressure) než COG (Center of Gravity). COP je definováno jako působiště vektoru reakční síly podložky. Jestliže se jedná o dokonale tuhé těleso je COG shodné s COP (Winter, 1995, in Vařeka 2009).

Rychlost COP lineárně roste s rostoucí hmotností těla (Ruhe, Fejer, Walker, 2010). Hue et al. (2007) prokázali silnou vazbu poklesu stability stoje ve vztahu k vyšší tělesné hmotnosti. Nadváhu považují za jeden z možných rizikových faktorů pádů. Nadváha ve spojitosti s abnormální distribucí tuku v břišní oblasti má za následek změnu biomechanických parametrů těla a těžiště, což může vést například k ovlivnění momentů sil v oblasti hlezenních kloubů a následně k narušení schopnosti udržet stabilitu. Při udržování stabilní pozice mají lidé s nadváhou větší výchylky v mediolaterálním směru a menší vnímavost rovnovážného systému k regulaci oscilací těla v klidném stoji.



## 2.19 Hodnocení posturální stability

Pro lepší objektivizaci je posturální stabilita často hodnocena pomocí posturografie. Pomocí ní lze určit výchytky těla vyhodnocením polohy působišť reakčních sil tzv. centre of pressure (COP) (Janura et al., 2012).

Míková (2006) ve své publikaci uvádí hodnocení posturální stability třemi následujícími způsoby. Klinicky pomocí Rombergovy zkoušky, funkčně (hodnocení mobility a stability při běžném provádění denních činností) a experimentálně s použitím biomechanických metod (silových plošin).

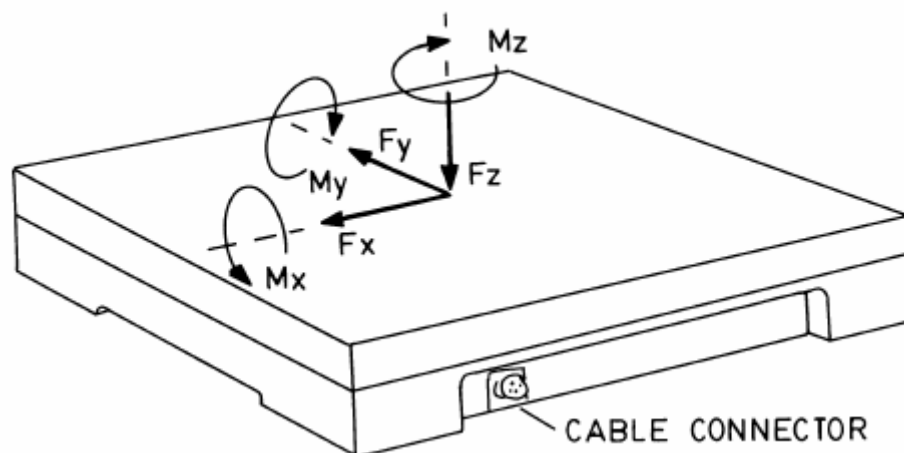
Opavský (2005) uvádí k hodnocení stability stoje v praxi běžně používanou Rombergovu zkoušku. Jedná se o testování s postupným zvyšováním náročnosti, u něhož posuzujeme a hodnotíme „hru šlach“ a charakter a míru titubací. Stoj s chodidly od sebe na šířku ramen nazýváme Romberg I, Romberg II je stoj spojný, Romberg III je stoj spojný s vyloučením zraku. Lze doplnit o testování na jedné dolní končetině se zavřenýma očima, nebo přidat postrky pacienta z různých směrů, a následně hodnotit schopnost pacienta korigovat tyto impulzy.

### 2.19.1 Silové plošiny Kistler

Silové plošiny jsou využívány pro hodnocení posturální stability při statických i dynamických činnostech na základě analýzy trajektorie váženého průměru tlakových sil působících na kontakt těla s podložkou - COP (Center of Pressure) (Janura et al., 2012).

Plošiny Kistler použili ve svém měření například Smith, Chang, Seale, Walsh a Hodges (2010). Silová plošina je přístroj ve tvaru desky skládající se většinou ze čtyř podstavců umístěných poblíž rohů plošiny. V každém rohu je dán jeden tříosý snímač síly. Jako snímač se využívá v současné době nejčastěji piezoelektrický krystal (u silové plošiny Kistler) nebo tenzometrický snímač, který je vhodnější pro měření statické síly (Robertson, Caldwell, Hamill, Kamen & Whittlesey, 2004).

Pro měření se nejčastěji používají piezoelektrické plošiny (např. Kistler), tenzometrické plošiny např. Berte nebo AMTI. Plošiny typu AMTI OR 6-5 se skládají ze čtyř tenzometrických snímačů uložených ve svých rozích a měří tři silové komponenty vektorů a tři signály momentů sil (kolem os X, Y, Z) v šesti výstupech na základě míry zatížení v souřadnicovém systému, jejímž středem je střed plošiny (Míková, 2006).



Obrázek 5. Proměnné detekované tenzometrickou plošinou AMTI OR6-5:  $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$  – složky reakční síly;  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$  – momenty složek reakčních sil (Anonymous, 2009)

Měřením na těchto plošinách získáme parametry rozkladem reakční síly ve třech rovinách ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ) a jejich momenty  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$  (Míková, 2006).

K samotné analýze pohybu slouží tyto naměřené reakční síly, vzniklé kontaktem těla s povrchem plošiny. Výsledná reakční síla se skládá ze tří složek: anteroposteriorní, mediolaterální a vertikální (Janura, Vařeka, Lehnert, & Svoboda, 2012).

Nejvíce variabilní složkou je mediolaterální složka reakční síly ( $F_x$ ). Získáme z ní informace o korekci stability stoje. Vertikální složka ( $F_z$ ) poskytuje informace o daném průběhu zatížení plošiny a anteroposteriorní složka reakční síly ( $F_y$ ) udává akcelerační (posteriorní) a decelerační (anteriorní část) fázi (Gladiš, 2013).

Reakční síly ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ) a jejich momenty  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$  je následně možné dále matematicky upravit pro získání dalších parametrů, jako je působíště reakční síly COP (center of pressure) a jeho pohyb v čase. Nezbytnou součástí přístrojového měření je zpracování získaného signálu. Ke zpracování získaného signálu využíváme software diagnostického systému APAS (Ariel Performance Analysis System) a program MATLAB. V současné době velmi využívaný jak v diagnostice, tak i v přípravě a hodnocení výkonů sportovců. Z hlediska biomechanického považujeme za důležitou tzv. konfidenční elipsu představující 95 % poloh COP a dále veličinu plocha konfidenční elipsy, kterou označujeme jako AREA. Na základě vypočtených směrodatných odchylek souřadnic středu konfidenční elipsy lze zjistit míru variability pohybu COP ve směru anteroposteriorním a laterolaterálním (bývá označováno jako SwayX, SwayY nebo Postural Sway X, Y). Další možné parametry, které

lze získat z poloh COP a COG (center of gravity) jsou parametry o rychlosti pohybu, ploše ohraničené křivkou závislosti COP na čase a daném směru a údaje o rychlosti pohybu.

## **2.20 Functional Reach test**

Functional Reach test (FRT) hodnotí maximální dosaženou vzdálenost horní končetinou ve stoji. Testování je možné provést dvěma způsoby. Nejčastější možností je provést test jednou horní končetinou nebo oběma horními končetinami. Výslednou hodnotu pak tvoří vzdálenost v centimetrech, kterou proband dosáhne nataženou paží anteriorním směrem, aniž by provedl krok, nebo ztratil rovnováhu (Takasaki & Suzuki, 2011; Jonsson, Henriksson, & Hirschfeld, 2002).

Při samotném testu pacient dosahuje horní končetinou flektovanou v rameni do 90° dopředu, přičemž je měřena vzdálenost třetího prstu předpažené horní končetiny. U tohoto testu je uváděna dobrá reliabilita a vysoká senzitivita pro určení rizika pádu. Jako negativní faktor tohoto testu uvádí Míková (2006) fakt ten, že je hodnocena pouze vzdálenost, nikoliv provedení.

Proband provádějící FRT se snaží dosáhnout co nejdále vpřed, přičemž by nemělo dojít ke změně opěrné báze. Proband by neměl odlepit paty od podložky ani jít do úkroku (Duncan et al., 1990; Kage et al., 2009).

## **3 CÍLE A HYPOTÉZY**

### **3.1 Hlavní cíl**

Hlavním cílem práce je hodnocení aktivity vybraných svalů během MFRT a hodnocení na silových plošinách Kistler pomocí elektromyografického vyšetření u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad v porovnání s kontrolním vzorkem probandů.

### **3.2 Dílčí cíle**

1. Zjistit, zdali je rozdíl v aktivitě svalů dle vybraných ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) u každého vybraného svalu zvlášť (m. trapezius - pars descendens, m. sternocleidomastoideus, m. gluteus maximus , m. erector spinae pars lumbalis) během MFRT mezi jednotlivými pokusy (tři po sobě jdoucí pokusy) v rámci tří úseků u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad v porovnání s kontrolním vzorkem probandů.
2. Zjistit, zdali jsou rozdíly ve všech sledovaných parametrech směrodatných odchylek COP u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad v porovnání s kontrolním vzorkem probandů.

S ohledem na stanovené cíle práce jsme definovali následující nulové hypotézy.

#### **3.2.1 Hypotéza H01**

Není rozdíl v aktivitě vybraných svalů v žádném z ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během modifikovaného Functional Reach testu u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině.

#### **3.2.2 Hypotéza H02**

Není rozdíl v aktivitě m. trapezius (pars descendens) v žádném z ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během modifikovaného Functional Reach testu u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině.

### **3.2.3 Hypotéza H03**

Není rozdíl v aktivitě m. sternocleidomastoideus v žádném z ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během modifikovaného Functional Reach testu u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině.

### **3.2.4 Hypotéza H04**

Není rozdíl v aktivitě m. gluteus maximus v žádném z ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během modifikovaného Functional Reach testu u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině.

### **3.2.5 Hypotéza H05**

Není rozdíl v aktivitě m. erector spinae pars lumbalis v žádném z ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během modifikovaného Functional Reach testu u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině.

### **3.2.6 Hypotéza H06**

Nejsou rozdíly v žádném ze sledovaných parametrů směrodatných odchylek COP u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině.

## **4 METODIKA**

**Výzkum analýzy byl proveden v těchto fázích:**

- 1 Výběr skupiny probandů s nespecifickými bolestmi dolní části zad
- 2 Klinické vyšetření probandů a vyplnění anamnestického dotazníku
- 3 Vlastní měření pomocí poly-EMG na silových plošinách Kistler
- 4 Zpracování a vyhodnocení dat

### **4.1 Charakteristika vyšetřovaného souboru**

#### **4.1.1 Kritéria pro zařazení do výzkumné skupiny**

Do programu byli zařazeni ambulantní pacienti s diagnózou chronická nespecifická bolest dolní části zad z rehabilitačního centra RRR v Olomouci a Centra Rehabilitační péče Bohumín. Kritériem pro přijetí do studie byla chronická nespecifická bolest dolní části zad, tzn. bolest přetrvávající po dobu alespoň tří měsíců.

#### **4.1.2 Kritéria pro vyřazení z výzkumné skupiny**

Probandi se zánětlivými stavy v anamnéze, strukturálním nálezem byli z projektu vyloučeni. Do souboru nebyli zahrnuti pacienti s organickým onemocněním specifické nedegenerativní povahy, jako jsou infekční a neinfekční záněty, osteoporóza, traumata, vývojové anomálie, spinální či paraspinální infekce, rozsáhlá neurologická onemocnění, metabolická nebo onkologická onemocnění páteře.

#### **4.1.3 Experimentální soubor**

Experimentální soubor tvořilo 12 pacientů s chronickou nespecifickou bolestí dolní části zad (4 muži, 8 žen) ve věku od 30 do 60 let. Průměrný věk byl 40 let.

#### **4.1.4 Kontrolní soubor**

Kontrolní skupinu tvořilo 12 osob (4 muži, 8 žen) bez bolestí dolní části zad ve věku od 30 do 60 let. Průměrný věk byl 40 let.

#### **4.1.5 Postup měření**

Každý proband zapojený do studie stvrdil svým podpisem souhlas s měřením a dalším zpracováním dat do diplomové práce. Byla zajištěna ochrana osobních dat a zachována anonymita probanda. Probandi byli seznámeni s cílem diplomové práce a informováni

o průběhu vyšetření a měření. Účast probandů na výzkumu byla dobrovolná (viz kapitola 12.1, příloha 1). Před samotným zahájením měření byla vypracována a odeslána žádost etické komisi o schválení tohoto výzkumu a následně získán souhlas od Etické komise Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého s tímto výzkumem (viz kapitola 12.4, příloha 4). Obě skupiny probandů byly měřeny klinickým a přístrojovým měřením. Klinické a přístrojové měření proběhlo pouze jedenkrát, a to v laboratoři Katedry fyzioterapie Fakulty tělesné kultury. Klinické vyšetření obsahovalo anamnézu a kineziologický rozbor (viz kapitola 12.2, příloha 2). Přístrojové měření obsahovalo tři po sobě jdoucí pokusy.

#### 4.1.6 Příprava před měřením

Pacient si odložil do spodního prádla, kůže byla očištěna vodou a řádně usušena do sucha. Na pacienta jsem upevnila elektrody vždy bilaterálně na každý sval. Upevnila jsem elektrody tak, aby nedocházelo k žádnému šumu. U silových plošin Kistler proběhla kalibrace a pacienta jsem vyzvala, aby si stoupl oběma nohama na plošiny, každou nohou na jednu plošinu zvlášť. Na plošinách byl připevněný papírový karton pro možnost propojení snímání signálu mezi plošinami a přístrojem EMG. Fyzikální vlastnosti papírového kartonu nám umožnily možnost snímat elektromyografický signál. Bez použití papírového kartonu, nebylo možné snímat na plošinách Kistler elektromyografický signál.

#### 4.1.7 Parametry elektromyografického přístroje

Pro měření byl použit elektromyografický přístroj NORAXON – MYOSYSTEM 1400A. Povrchový signál EMG byl zpracován prostřednictvím programu MyoResearch XP Master Version 1.03.05. Signál byl snímán osmi svody s 1000 Hz frekvencí. Odpor poly-EMG přístroje byl větší jak 10 M $\Omega$ . Ke snímání signálu byly použity povrchové elektrody firmy Kendall – ARBO silver-silver chlorid s pevným hydrogelem oválného tvaru, jednorázové, samolepící o průměru 24 mm. Součástí prvního svodu byla uzemňující elektroda umístěna v oblasti proximální části klíční kosti.



Obrázek 6. Přístroj NORAXON MyoSystem 1400A ([www.noraxon.com](http://www.noraxon.com))

#### **4.1.8 Parametry silových plošin Kistler**

K měření byly použity dvě silové plošiny (typ 9286AA, Kistler Instrumente AG, Winterthur, Švýcarsko). Každá plošina má tvar obdelníku o rozměrech 40 x 60 centimetrů. Plošiny byly položeny vedle sebe na šířku, na nich byl položen a upevněn papírový karton.

#### **4.1.9 Průběh měření**

Na začátku byli probandi seznámeni s klinickým a přístrojovým měřením. První část tvořil anamnestický dotazník (viz kapitola 12.2, příloha 2). Poté se proband svlékl do spodního prádla a proběhlo klinické vyšetření (viz kapitola 12.2, příloha 2). Následně proběhlo očištění pokožky vybraných svalů vodou a nalepení elektrod. Poté proběhlo samotné vlastní přístrojové měření na silových plošinách Kistler za současného poly-EMG hodnocení. Probandi byli instruováni, aby se postavili každou jednou nohou na jednu plošinu bez obuvi, s pažemi podél těla a s chodidly na šířku pánve. Pokyn pro probandy byl: natáhněte se trupem co nejvíce dopředu bez pokrčení kolen, aniž byste nadzvedli paty od podložky (modifikovaný Functional Reach test bez použití horních končetin s výdrží 10 sekund). Na pokyn teď, šli pacienti dopředu, vydrželi deset sekund a na další pokyn se vrátili zpět. Tento pokus se opakoval třikrát. Měření proběhlo v laboratoři Katedry fyzioterapie Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého vždy za stejných podmínek. Výzkum proběhl v klidné místnosti s izolací všech rušivých vnějších vlivů. U všech probandů jak experimentální, tak kontrolní skupiny byl proveden vždy třikrát spontánní MFRT na silových plošinách Kistler. Měření svalové aktivity vybraných svalů bylo měřeno bilaterálně. Z důvodu omezených počet elektrod nebyl snímán signál z m. erector spinae thoracicus.

#### **4.1.10 Popis měřených proměnných**

Z každé silové plošiny byla zaznamenávána reakční síla podložky ve třech základních směrech - mediolaterálním, anterioposteriorním a vertikálním. Mediolaterální složka reakční síly ( $F_x$ ) nám uvádí informace o korekci stability stoje a je nejvariabilnější.  $F_y$  – anteroposteriorní složka nám podává informace o fázi brzdící lidské tělo (anteriorní část) a o fázi akcelerační (posteriovní část).  $F_z$  – vertikální složka popisuje průběh zatížení každé z plošin, neudává nám však údaje o posturální stabilitě (Gladiš, 2013).



#### **4.1.11 Zpracování naměřených dat**

Údaje ze silových plošin byly získány systémem Bioware. Data z plošin, kdy výsledné hodnoty popisují provedení MFRT byly převedeny do grafické podoby křivek reakčních sil  $F_x$ ,  $F_y$  a  $F_z$ , a ty pak byly následně vyhodnoceny v programu MATLAB. Získané hodnoty jsme přenesli do programu Microsoft Excel. Poté byly vypočítány základní statistické charakteristiky vybraných parametrů (aritmetický průměr, směrodatná odchylka, minimum a maximum).

## **4.2 Metodika vyhodnocování výsledků**

### **4.2.1 Analýza poly-EMG záznamu**

Pro analýzu EMG záznamu byly naměřené hodnoty pro jednotlivé svaly rozděleny do čtyř úseků pro každý jednotlivý pokus. Z prvních tří úseků byl zjišťován parametr Mean, Input a Total Power. Čtvrtý úsek nebyl analyzován. První úsek (na EMG záznamu mezi markerem 1 a markerem 2 značí začátek pohybu dopředu). Druhý úsek (na EMG záznamu od markeru 2 znamená začátek výdrže do markeru 3 - průběh 10s výdrže). Od markeru 3 do markeru 4 značí konec výdrže, návrat zpět. Surový EMG signál byl upraven plnou rektifikací a vyhlazením signálu. K vyhlazení signálu jsme v našem případě použili RMS – root mean square. Krobot a Kolářová (2011) uvádí tuto metodu jako vhodnější z důvodu toho, že lépe poukáže na fyziologický vztah mezi chováním svalové kontrakce a motorických jednotek.

Naměřená data byla zapsána do tabulek v programu Microsoft Excel a dále převedena do statistického programu STATISTICA verze 12. Pro zjištění statistické významnosti byl použit test mnohonásobného porovnání LSD test (post hoc). U všech sledovaných parametrů byly vypočteny základní statistické veličiny: aritmetický průměr, směrodatná odchylka (SD), medián (Me), minimum (min), maximum (max), variační koeficient, šikmost a špičatost. Hladina statistické významnosti byla stanovena na hodnotu  $p < 0,05$ . Sheffeho test se používá v problematice mnohonásobného porovnávání, je preferován pro svoji obecnost. Vykazuje však menší citlivost než některé jiné metody. Na základě tohoto byla data vyhodnocena citlivějším LSD testem, který jsme zvolili za rozhodující (Budíková, 2006). Data byla získána z 24 probandů (12 probandů experimentální skupiny a 12 probandů kontrolní skupiny).

### **4.2.2 Analýza dat ze silových plošin Kistler**

Údaje ze silových plošin Kistler byly analyzovány systémem Bioware. Data z plošin byla převedena do grafické podoby křivek reakčních sil  $F_x$ ,  $F_y$  a  $F_z$ . Tyto hodnoty byly následně vyhodnoceny v programu MATLAB a přeneseny do programu Microsoft Excel, kde

byly vypočítány základní statistické charakteristiky vybraných parametrů (aritmetický průměr, směrodatná odchylka, medián, minimum a maximum).

#### **4.2.3 Statistické zpracování dat ze silových plošin Kistler**

Data byla zpracována v programu STATISTIKA verze 12 k hodnocení vývoje proměnných v průběhu modifikovaného Functional Reach testu a srovnání výsledků mezi experimentální a kontrolní skupinou. Byly vypočítány základní statistické charakteristiky (aritmetický průměr, medián, směrodatná odchylka, minimum a maximum, variační koeficient). Pro statistické porovnání skupin byl použit neparametrický nepárový Mann Whitney test. Použitím jednofaktorové analýzy rozptylu (ANOVA) jsme hodnotili statistickou významnost parametrů ve třech po sobě jdoucích pokusech. Pro hodnocení opakovatelnosti jednotlivých pokusů, kde platí, že pokud se hodnoty blíží 1, tím je opakovatelnost měření vyšší. Za hranici velmi dobré reliability je považována hodnota ICC nad 0,75 (Intraclass correlation koeficient, ICC). Měření na silových plošinách Kistler 9286AA probíhalo s původní frekvencí záznamu 200 Hz. Data byla zpracována na základě měření, které zahrnovalo 23 probandů (11 probandů experimentální skupiny a 12 probandů kontrolní skupiny. Jeden proband z experimentální skupiny z naměřených dat ze silových plošin byl vyřazen, a to na základě odchylek měření způsobených technickými problémy při samotném průběhu měření na silových plošinách Kistler.

## 5 Výsledky polyelektromyografie

### 5.1 Hypotéza H<sub>01</sub>

H<sub>01</sub>: Není rozdíl v aktivitě vybraných svalů v žádném z ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během modifikovaného Functional Reach testu u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině

**Tabulka 1.** Porovnání aktivity vybraných svalů dle ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině

Ukazatel	Proměnná Pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad & kontrolní skupina	p	
		D	N
INPUT	SCM	0,162457	0,032113
	TR	0,021051	0,151532
	ER	0,001698	0,023850
	GM	0,019600	0,172781
MEAN	SCM	0,567243	0,331449
	TR	0,687911	0,647610
	ER	0,023134	0,114179
	GM	0,500077	0,370909
TOTAL POWER	SCM	0,094002	0,345824
	TR	0,995477	0,400000
	ER	0,181071	0,295611
	GM	0,726123	0,360508

*Vysvětlivky k tabulce 1:* Proměnná SCM – m. sternocleidomastoideus, TR – m. trapezius (pars descendens), GM – m. gluteus maximus, ER – m. erector spinae pars lumbalis, D – dominantní strana, N – nedominantní strana, p – hodnota statistické významnosti ( $p < 0,05$ ).

Při porovnání aktivity svalů mezi jednotlivými pokusy byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v ukazateli Input pro svaly m. SCM na nedominantní straně ve druhém pokusu v porovnání mezi těmito dvěma skupinami (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad & kontrolní skupina) u experimentální skupiny. V ukazateli Input u m.

trapezius pars descendens na straně dominantní nebyla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v porovnání mezi skupinami. Byla prokázána statistická významnost pouze v rámci pokusů mezi sebou v rámci každé diagnózy zvlášť (viz kapitola 12.3, příloha 3, tabulka 8). U m. erector spinae pars lumbalis na straně dominantní v ukazateli Input byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v druhém a třetím pokusu v porovnání mezi skupinami u kontrolní skupiny. U m. erector spinae pars lumbalis na straně nedominantní nebyla prokázána statistická významnost v prvním, druhém ani ve třetím pokusu v porovnání mezi skupinami. Byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v rámci pokusů mezi sebou u kontrolní skupiny. Dále byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  u m. gluteus maximus na dominantní straně ve třetím pokusu (dle ukazatele Input) v porovnání mezi skupinami u kontrolní skupiny (ve všech těchto případech nebereme v úvahu tři úseky). Dále byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v ukazateli Mean pro m. erector spinae pars lumbalis na straně dominantní u kontrolní skupiny mezi prvním a druhým pokusem na základě LSD post hoc testu, nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl mezi skupinami.

Porovnání jednotlivých pokusů dle LSD testu jsou uvedeny v tabulkách v kapitole 12.3, příloha 3.

- Porovnání m. SCM na nedominantní straně (dle ukazatele Input) viz kapitola 12.3, příloha 3, tabulka 7.
- Porovnání m. trapezius na dominantní straně (pars descendens, dle ukazatele Input) viz kapitola 12.3, příloha 3, tabulka 8.
- Porovnání m. erector spinae pars lumbalis na dominantní straně (dle ukazatele Input) viz kapitola 12.3, příloha 3, tabulka 9a.
- Porovnání m. erector spinae pars lumbalis na nedominantní straně (dle ukazatele Input) viz kapitola 12.3, příloha 3, tabulka 9b.
- Porovnání m. gluteus maximus na dominantní straně (dle ukazatele Input) viz kapitola 12.3, příloha 3, tabulka 10.
- Porovnání m. erector spinae pars lumbalis na straně dominantní (dle ukazatele Mean) viz kapitola 12.3, příloha 3, tabulka 11.

**Na základě statistického zpracování výsledků byla hypotéza  $H_01$  zamítnuta**

## 5.2 Hypotéza H<sub>02</sub>

H<sub>02</sub>: Není rozdíl v aktivitě m. trapezius (pars descendens) v žádném z ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během modifikovaného Functional Reach testu u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině.

**Tabulka 2.** Porovnání aktivity m. trapezius (pars descendens) dle ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině

<b>INPUT</b>	<b>1úsek</b>	<b>2 úsek</b>	<b>3 úsek</b>
<b>Mezi jednotlivými pokusy (3 pokusy)</b>	<b>p</b>		
Dominantní	0,91950	0,27194	<b>0,03893</b>
Nedominantní	0,81190	0,07438	0,41250
<b>MEAN</b>	<b>1úsek</b>	<b>2 úsek</b>	<b>3 úsek</b>
<b>Mezi jednotlivými pokusy (3 pokusy)</b>	<b>p</b>		
Dominantní	0,48424	0,83985	0,62391
Nedominantní	0,90212	0,20885	0,44959
<b>TOTAL POWER</b>	<b>1úsek</b>	<b>2 úsek</b>	<b>3 úsek</b>
<b>Mezi jednotlivými pokusy (3 pokusy)</b>	<b>p</b>		
Dominantní	0,39744	0,42253	0,28890
Nedominantní	0,78261	0,36079	0,51175

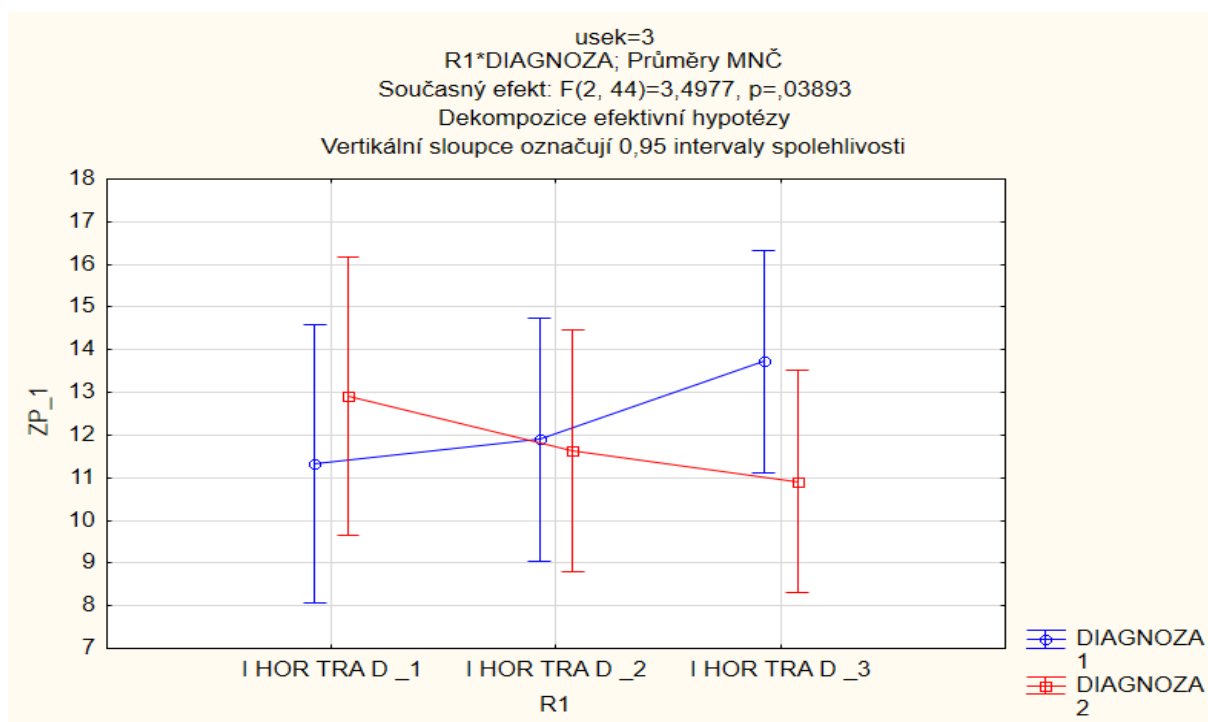
Vysvětlivky k tabulce 2: p – hodnota statistické významnosti ( $p < 0,05$ ).

Při porovnání aktivity m. trapezius (pars descendens) dle ukazatele EMG (Input) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během MFRT byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  ve třetím úseku na straně dominantní u experimentální skupiny v rámci pokusů mezi sebou. V porovnání mezi skupinami nebyla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$ .

Porovnání m. trapezius (pars descendens) dle ukazatele Input, úsek 3, viz kapitola 12.3, příloha 3, tabulka 12.

**Na základě statistického zpracování výsledků byla hypotéza Ho2 zamítnuta.**

**Graf 1.** Porovnání aktivity m. trapezius (pars descendens) dle EMG ukazatele (Input) mezi jednotlivými pokusy během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině ve třetím úseku



Vysvětlivky ke grafu 1: modrá – experimentální skupina (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad, červená – kontrolní skupina, I – Input, D – dominantní strana, HOR TRA – m. trapezius pars descendens, 1 – první pokus, 2 – druhý pokus, 3 – třetí pokus, třetí úsek. Spojitý graf nevyjadřuje trend, pouze informuje o snížení a zvýšení pro znázornění poklesu, vzestupu apod.

Z grafu 1 je patrné, že u ukazatele Input u m. trapezius (pars descendens) není statisticky významný rozdíl na hladině  $p < 0,05$  mezi diagnózami a zároveň není rozdíl mezi prvním, druhým a třetím pokusem obecně. Je rozdíl v tom, jak se chová diagnóza 1 a diagnóza 2. Při opakovaném testování byly hodnoty ukazatele Input nižší u kontrolní skupiny (diagnóza 2) v druhém i ve třetím pokusu ve srovnání s prvním pokusem. Při porovnání hodnot m. trapezius (pars descendens) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během MFRT byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  dle ukazatele Input ve třetím úseku na straně dominantní u experimentální skupiny mezi prvním a třetím pokusem.

### 5.3 Hypotéza H<sub>03</sub>

H<sub>03</sub>: Není rozdíl v aktivitě m. sternocleidomastoideus v žádném z ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během modifikovaného Functional Reach testu u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině.

**Tabulka 3.** Porovnání aktivity m. SCM dle ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině

<b>INPUT</b>	<b>1 úsek</b>	<b>2 úsek</b>	<b>3 úsek</b>
<b>Mezi jednotlivými pokusy (3 pokusy)</b>	<b>p</b>		
Dominantní	0,13391	0,39623	0,75590
Nedominantní	0,25085	<b>0,03942</b>	0,30239
<b>MEAN</b>	<b>1 úsek</b>	<b>2 úsek</b>	<b>3 úsek</b>
<b>Mezi jednotlivými pokusy (3 pokusy)</b>	<b>p</b>		
Dominantní	0,38035	0,65422	0,39936
Nedominantní	0,61804	0,46492	0,39375
<b>TOTAL POWER</b>	<b>1 úsek</b>	<b>2 úsek</b>	<b>3 úsek</b>
<b>Mezi jednotlivými pokusy (3 pokusy)</b>	<b>p</b>		
Dominantní	0,36924	0,46946	0,39806
Nedominantní	0,40585	0,42461	0,09288

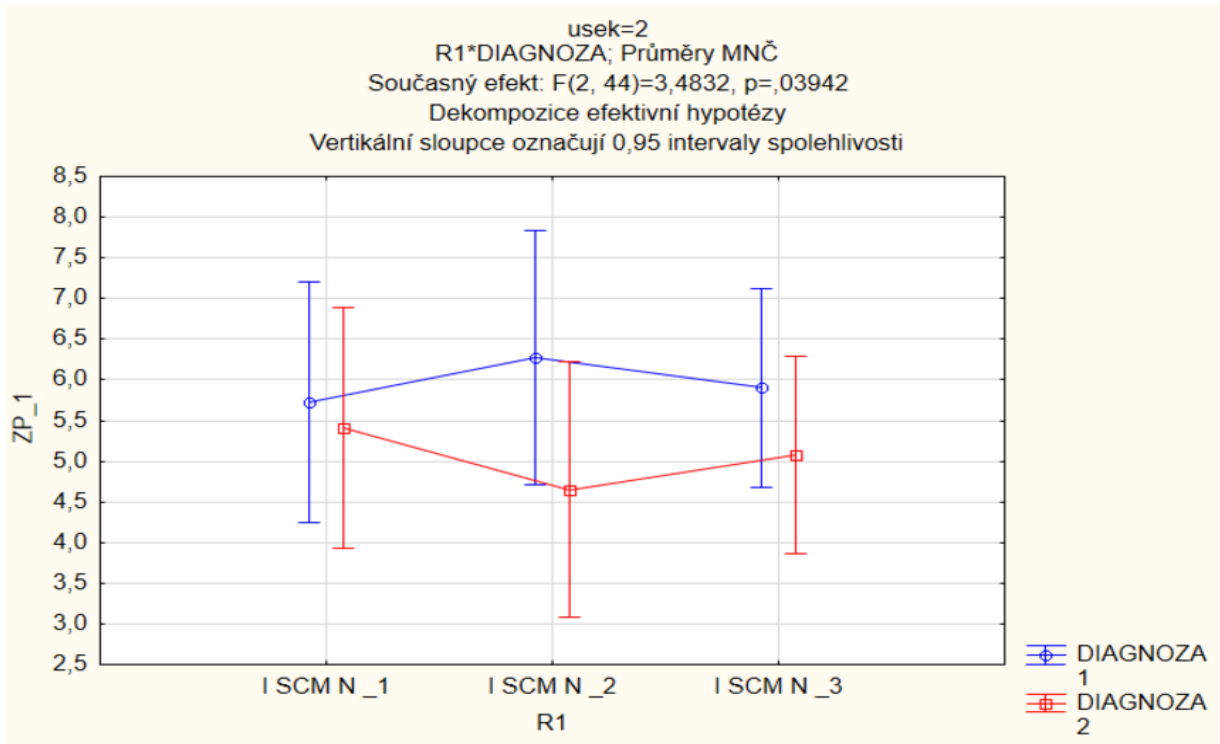
Vysvětlivky k tabulce 3: p – hodnota statistické významnosti ( $p < 0,05$ ).

Při porovnání aktivity m. SCM dle ukazatele EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během MFRT byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  dle ukazatele Input v druhém úseku na straně nedominantní u kontrolní skupiny. V porovnání mezi skupinami nebyla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$ .

Porovnání m. SCM dle ukazatele Input, úsek 2, viz kapitola 12.3, příloha 3, tabulka 13.

Na základě statistického zpracování výsledků byla  $H_03$  hypotéza zamítnuta.

**Graf 2.** Porovnání aktivity m. SCM dle ukazatele EMG Input mezi jednotlivými pokusy během MFRT testu u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině v druhém úseku na straně nedominantní



Vysvětlivky ke grafu 2: SCM – m. sternocleidomastoideus, 1 – první pokus, 2 – druhý pokus, 3 – třetí pokus, I – Input, N – nedominantní strana, modrá – experimentální skupina (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad, červená – kontrolní skupina, druhý úsek. Spojitý graf nevyjadřuje trend, pouze informuje o snížení a zvýšení pro znázornění poklesu, vzestupu apod.

Při srovnání jednotlivých pokusů (1–3) na grafu 2 byla zjištěna statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  z naměřených dat pouze v druhém úseku mezi jednotlivými pokusy u kontrolní skupiny v rámci této diagnózy.

Z grafu je patrné, že není rozdíl mezi diagnózami, a zároveň není rozdíl mezi prvním, druhým a třetím pokusem obecně. Je rozdíl v tom, jak se chová diagnóza 1 a diagnóza 2. U druhého pokusu dosahuje diagnóza 1 vyšších hodnot než diagnóza 2, stejně tak i u třetího pokusu, i když dochází k mírnému navýšení. U kontrolní skupiny aktivita poklesne oproti prvnímu pokusu, naopak u experimentální skupiny naroste. Dochází k mírnému nárůstu u kontrolní skupiny a poklesu u experimentální skupiny, přičemž jsou tyto nárůsty statisticky nevýznamné. U experimentální skupiny dochází ke statisticky nevýznamným změnám v průběhu všech tří pokusů, zatímco u kontrolní skupiny dojde ke statisticky významnému



poklesu mezi prvním a druhým pokusem na hladině  $p < 0,05$  dle LSD post hoc testu. Současně hodnota ukazatele Input byla ve třetím pokusu téměř totožná s hodnotou zjištěnou v prvním pokusu při opakovaném měření u experimentální skupiny.

## 5.4 Hypotéza H<sub>04</sub>

H<sub>04</sub>: Není rozdíl v aktivitě m. gluteus maximus v žádném z ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během modifikovaného Functional Reach testu u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině.

**Tabulka 4.** Porovnání aktivity m. gluteus maximus dle ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině

<b>INPUT</b>	<b>1 úsek</b>	<b>2 úsek</b>	<b>3 úsek</b>
<b>Mezi jednotlivými pokusy (3 pokusy)</b>	<b>p</b>		
Dominantní	0,08173	0,11128	0,09274
Nedominantní	0,57505	0,64433	0,45508
<b>MEAN</b>	<b>1 úsek</b>	<b>2 úsek</b>	<b>3 úsek</b>
<b>Mezi jednotlivými pokusy (3 pokusy)</b>	<b>p</b>		
Dominantní	0,89515	0,11943	0,50264
Nedominantní	0,21027	0,37597	0,97712
<b>TOTAL POWER</b>	<b>1 úsek</b>	<b>2 úsek</b>	<b>3 úsek</b>
<b>Mezi jednotlivými pokusy (3 pokusy)</b>	<b>p</b>		
Dominantní	0,49883	0,44742	0,70359
Nedominantní	0,62012	0,32311	0,40646

Vysvětlivky k tabulce 4: p – hodnota statistické významnosti ( $p < 0,05$ ).

Při porovnání aktivity m. gluteus maximus dle ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině nebyla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v žádném z ukazatelů EMG.

**Na základě statistického zpracování výsledků byla hypotéza H<sub>04</sub> potvrzena.**

## 5.5 Hypotéza H<sub>05</sub>

H<sub>05</sub>: Není rozdíl v aktivitě m. erector spinae pars lumbalis v žádném z ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během modifikovaného Functional Reach testu u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině.

**Tabulka 5.** Porovnání aktivity m. erector spinae pars lumbalis dle ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině

<b>INPUT</b>	<b>1 úsek</b>	<b>2 úsek</b>	<b>3 úsek</b>
<b>Mezi jednotlivými pokusy (3 pokusy)</b>	<b>p</b>		
Dominantní	0,06310	<b>0,05908</b>	<b>0,01823</b>
Nedominantní	0,40390	0,58959	0,06979
<b>MEAN</b>	<b>1 úsek</b>	<b>2 úsek</b>	<b>3 úsek</b>
<b>Mezi jednotlivými pokusy (3 pokusy)</b>	<b>p</b>		
Dominantní	0,32250	0,31540	0,12194
Nedominantní	0,64482	0,85186	0,07102
<b>TOTAL POWER</b>	<b>1 úsek</b>	<b>2 úsek</b>	<b>3 úsek</b>
<b>Mezi jednotlivými pokusy (3 pokusy)</b>	<b>p</b>		
Dominantní	0,29401	0,30235	0,26314
Nedominantní	0,40845	0,79194	0,29674

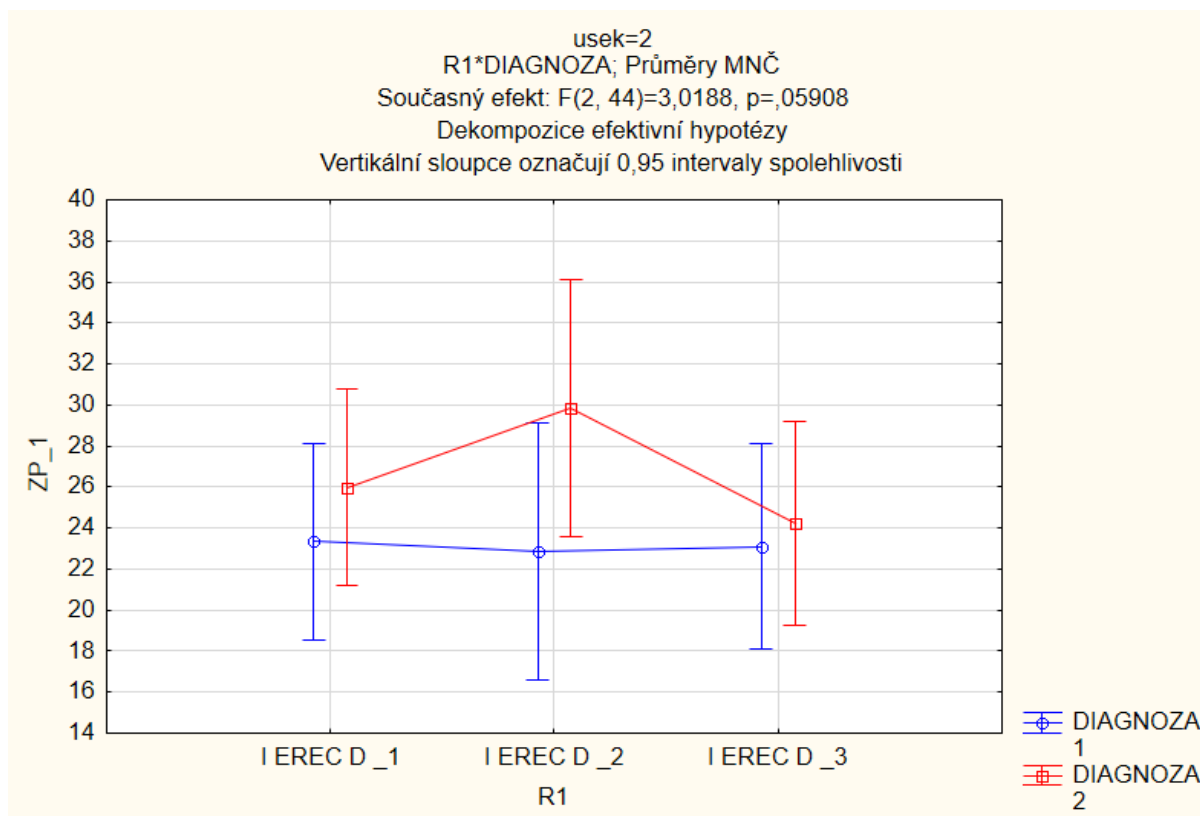
Vysvětlivky k tabulce 5: p – hodnota statistické významnosti ( $p < 0,05$ ).

Při porovnání aktivity m. erector spinae pars lumbalis dle ukazatele Input mezi jednotlivými pokusy v MFRT byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  ve druhém úseku na straně dominantní u kontrolní skupiny a ve třetím úseku u kontrolní skupiny na straně dominantní. V rámci diagnóz ve druhém úseku není statisticky významný rozdíl mezi těmito dvěma skupinami, ale ve třetím úseku je statisticky významný rozdíl mezi

skupinami. Není statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými pokusy mezi těmito dvěma diagnózami.

**Na základě statistického zpracování výsledků byla hypotéza H<sub>05</sub> zamítnuta.**

**Graf 3.** Srovnání aktivity m. erector spinae pars lumbalis dle EMG ukazatele Input mezi jednotlivými pokusy během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině ve druhém úseku na straně dominantní



Vysvětlivky ke grafu 3: I – Input, D – dominantní, 1,2,3 – jednotlivé pokusy, EREC – m. erector spinae pars lumbalis, modrá – experimentální skupina (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad), červená – kontrolní skupina, druhý úsek. Spojitý graf nevyjadřuje trend, pouze informuje o snížení a zvýšení pro znázornění poklesu, vzestupu apod.

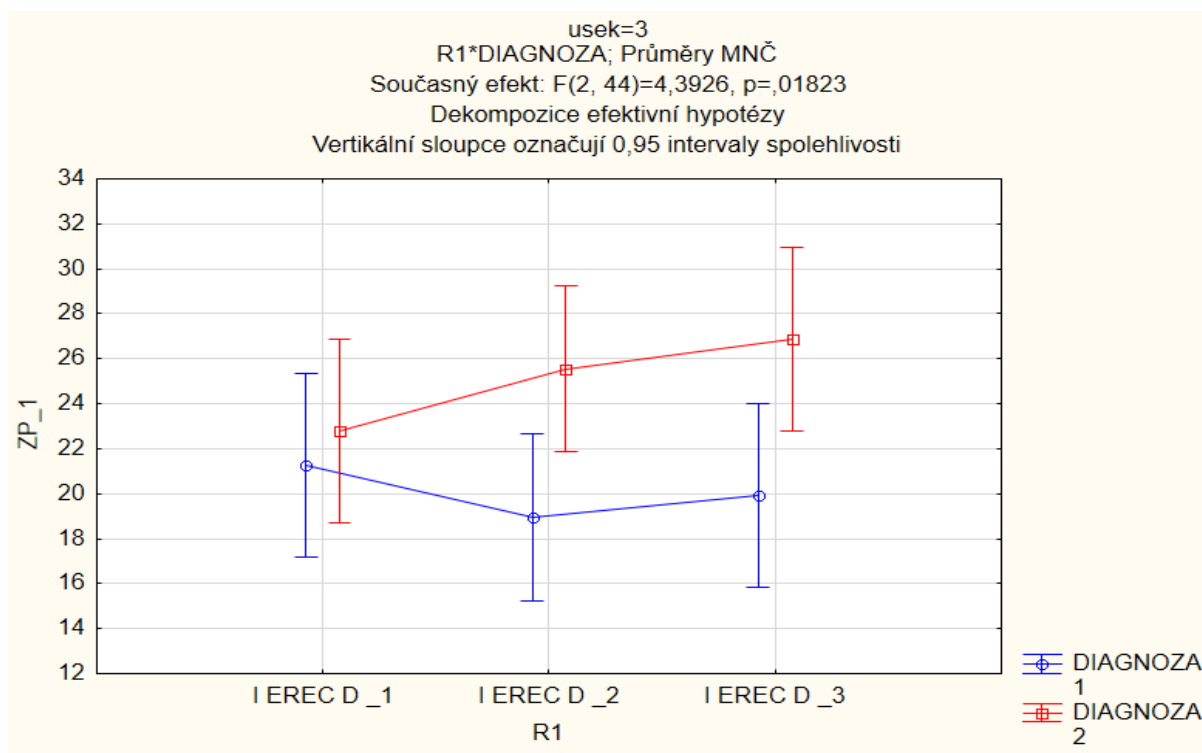
Na grafu 3 je ukázán statisticky významný rozdíl na hladině  $p < 0,05$  dle EMG ukazatele Input mezi prvním pokusem u druhé diagnózy (kontrolní skupina) a druhým pokusem u druhé diagnózy a mezi druhým pokusem a třetím pokusem u druhé diagnózy. U první diagnózy (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad) se aktivita svalu m. erector spinae pars lumbalis chovala během MFRT naprosto stejně ve všech třech pokusech v druhém úseku na straně dominantní. Hodnoty aktivity m. erector spinae pars lumbalis na dominantní straně dosahovaly vyšší hodnoty v druhém pokusu oproti

prvnímu a třetímu, přičemž tento rozdíl je statisticky významný na základě LSD post hoc testu u druhé diagnózy. Hodnoty aktivity m. erector spinae pars lumbalis na dominantní straně dosahovaly vyšší hodnoty u druhé diagnózy, ale nejsou statisticky významné oproti první diagnóze. V rámci diagnóz není statisticky významný rozdíl mezi těmito dvěma skupinami. Je statisticky významný rozdíl pouze mezi jednotlivými pokusy u kontrolní skupiny v rámci jedné diagnózy.

Porovnání jednotlivých pokusů dle LSD testu jsou popsány v tabulkách v kapitole 12.3, příloha 3.

- Porovnání m. erector spinae pars lumbalis (dle ukazatele Input) ve druhém úseku viz kapitola 12.3, příloha 3, tabulka 14.
- Porovnání m. erector spinae pars lumbalis (dle ukazatele Input) ve třetím úseku viz kapitola 12.3, příloha 3, tabulka 15.

**Graf 4.** Srovnání aktivity m. erector spinae pars lumbalis dle EMG ukazatele Input mezi jednotlivými pokusy během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině ve třetím úseku na straně dominantní



Vysvětlivky ke grafu 4: I – Input, D – dominantní, 1,2,3 – jednotlivé pokusy, EREC – m. erector spinae pars lumbalis, modrá – experimentální skupina (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad), červená

– kontrolní skupina, třetí úsek. Spojitý graf nevyjadřuje trend, pouze informuje o snížení a zvýšení pro znázornění poklesu, vzestupu apod.

Z grafu 4 pro m. erector spinae pars lumbalis je patrné, že je statistický významný rozdíl na hladině  $p < 0,05$  mezi diagnózami. Je statisticky významný rozdíl mezi druhým a třetím pokusem u kontrolní skupiny ve třetím úseku.

## 6 Výsledky ze silových plošin Kistler

### 6.1 Hypotéza H<sub>06</sub>

Nejsou rozdíly v žádném ze sledovaných parametrů směrodatných odchylek COP u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině.

**Tabulka 6.** Výsledky popisné statistiky Mann-Whitneyova U testu – porovnání vybraných hodnot mezi skupinou pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou během provedení MFRT pomocí silových plošin Kistler

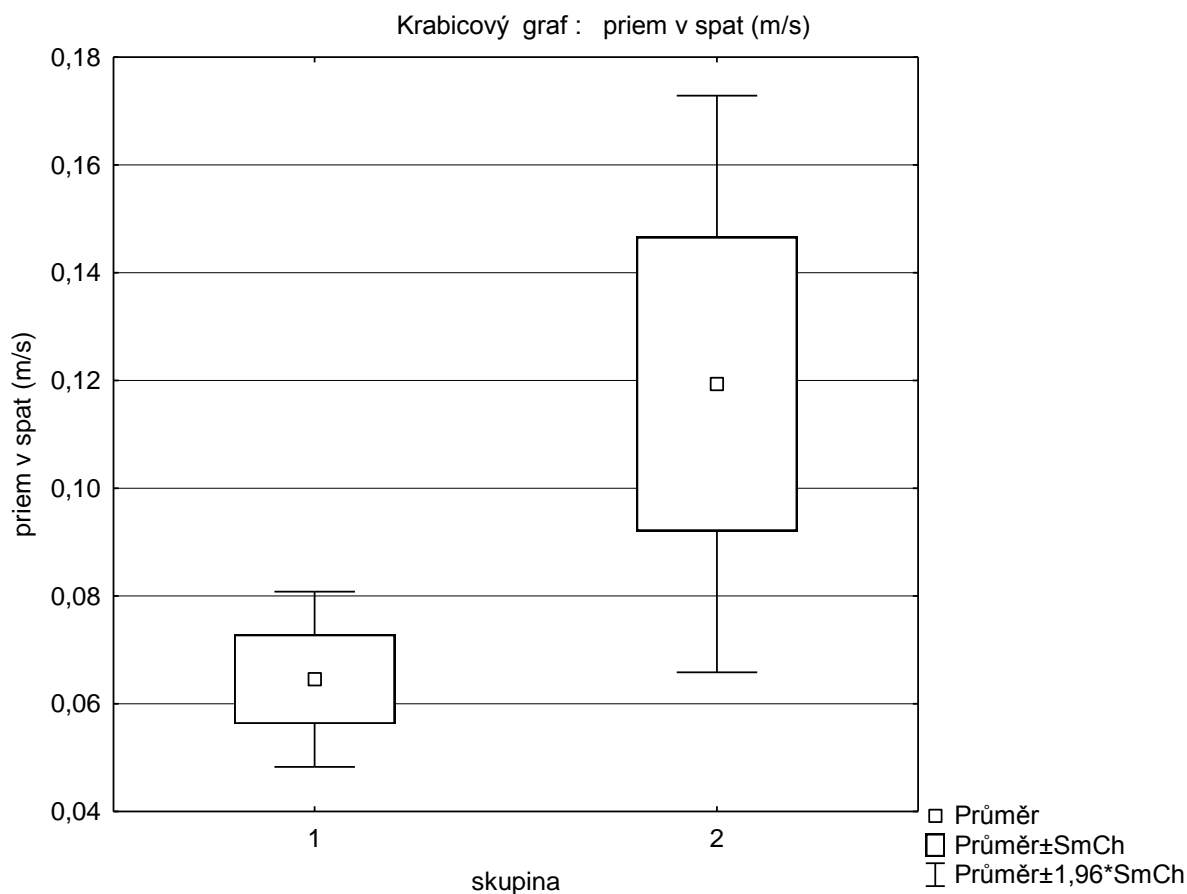
Proměnná	U	Z	p
Rozsah AP (m)	36,00000	1,81560	0,069433
Rozsah ML (m)	41,00000	1,50787	0,131589
<b>SD_X vpřed (m)</b>	54,00000	0,70778	0,479085
<b>SD_Y vpřed (m)</b>	49,00000	1,01550	0,309866
<b>SD_X výdrž (m)</b>	56,00000	0,58468	0,558760
<b>SD_Y výdrž (m)</b>	65,00000	0,03077	0,975451
Maximální v ve výdrži (m/s)	30,00000	<b>2,18487</b>	<b>0,028899</b>
<b>SD_X zpět (m)</b>	52,00000	0,83087	0,406049
<b>SD_Y zpět (m)</b>	43,00000	1,38478	0,166121
Přímá v zpět (m/s)	24,00000	<b>2,55415</b>	<b>0,010645</b>

Vysvětlivky k tabulce 6: SD\_X – směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru; SD\_Y – směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru; rozsah AP – Rozsah COP ve směru anteroposteriorním, rozsah ML – rozsah COP ve směru mediolaterálním, SD\_X výdrž – směrodatná odchylka COP ve směru mediolaterálním ve výdrži, SD\_Y vpřed – směrodatná odchylka COP ve směru anteroposteriorním ve výdrži, "Max v" – celková maximální rychlost, "Prům. v" – celková průměrná rychlost. Všechny parametry, u kterých je na konci napsáno "vpřed" jsou počítány během první fáze - fáze, kdy se člověk naklání vpřed, totéž pro značení "výdrž" a "zpět. Z – hodnota testovacího kritéria (absolutní hodnoty), U – hodnota testovacího kritéria, p – hodnota statistické významnosti ( $p < 0,05$ ).

Hodnoty měřených parametrů během MFRT na silových plošinách Kistler vykazují statisticky významné rozdíly (statistická významnost na hladině  $p < 0,05$ ) v maximální rychlosti COP ve výdrži a v přímé rychlosti zpět COP zpět mezi skupinou pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou.

**Na základě statistického zpracování výsledků byla hypotéza H<sub>06</sub> zamítnuta.**

**Graf 5.** Srovnání přímé rychlosti COP zpět (m/s) během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině na silových plošinách Kistler

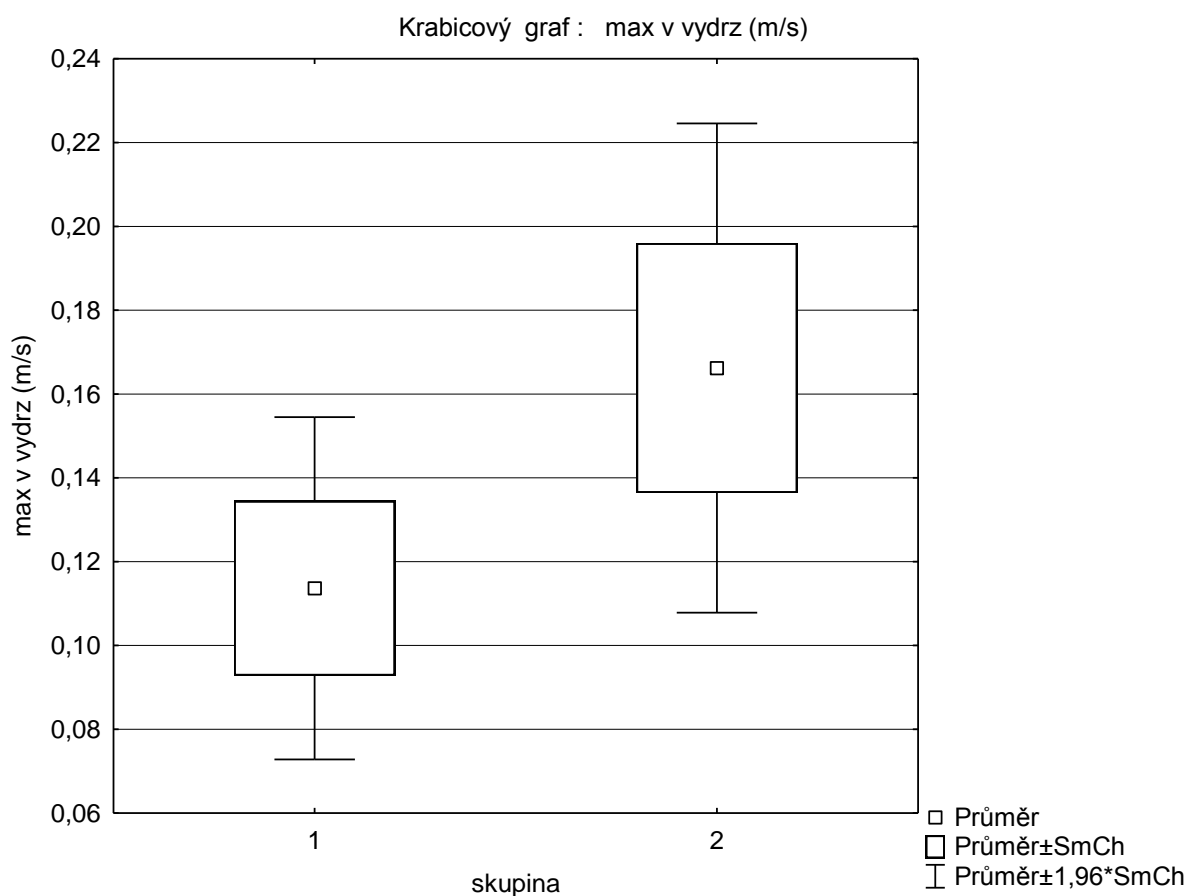


Vysvětlivky ke grafu 5: 1 – experimentální skupina (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad), 2 – kontrolní skupina.

Hodnoty měřených parametrů během MFRT na silových plošinách Kistler vykazují statisticky významný rozdíl (statistická významnost na hladině  $p < 0,05$ ) v přímé rychlosti COP zpět mezi těmito dvěma skupinami. Kontrolní skupina (probandi bez bolesti dolní části zad - na grafu označena číslem 2) dosahuje vyšších hodnot přímé rychlosti COP zpět než experimentální skupina (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad - na grafu označena číslem 1).



**Graf 6.** Srovnání maximální rychlosti COP (m/s) ve výdrži během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině na silových plošinách Kistler



Vysvětlivky ke grafu 6: 1 – experimentální skupina (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad), 2 – kontrolní skupina.

Hodnoty měřených parametrů během MFRT na silových plošinách Kistler vykazují statisticky významný rozdíl (statistická významnost na hladině  $p < 0,05$ ) v maximální rychlosti COP ve výdrži mezi těmito dvěma skupinami. Kontrolní skupina (probandi bez bolesti dolní části zad) dosahuje vyšších hodnot maximální rychlosti COP ve výdrži, než experimentální skupina (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad).

## 7 DISKUZE

### 7.1 Diskuze k výsledkům výzkumu poly-EMG záznamu

Aktivita svalů stabilizačního systému páteře hraje nezastupitelnou roli u pacientů s LBP. Aktivita svalů stabilizačního systému je předmětem celé řady studií. Mnoho z nich je zaměřeno na EMG aktivitu svalů trupu v posturálně náročných polohách (van Dieën et al, 2003). Narušení funkce stabilizátorů páteře je uváděna jako příčina vzniku bolestí LBP. Následkem této poruchy vzniká porušení stability bederní páteře a dochází k rozvoji bolesti (Kolář, 2006; Kolář & Lewit, 2005).

Liebenson (2004) ve své práci poukazuje na svalové řetězce ve vztahu k sakroliakálnímu skloubení. Do předního šikmého řetězce řadí: m. obliquus internus abdominis s kontralaterálním m. obliquus externus abdominis. Do zadního šikmého řetězce řadí: m. gluteus maximus s kontralaterálním m. latissimus dorsi. A v neposlední řadě longitudinální řetězec složený z m. biceps femoris a stejnostrannými erektory bederní páteře.

Nespecifická bolest dolní části zad může být dále také způsobena mikrotraumaty ve svalech m. erector spinae především u pacientů s dysfunkcí SI kloubu. Tyto svaly jsou propojeny skrze aponeurózu s kostí křížovou. Pokud dojde ke změně biomechaniky SI kloubu, lze předpokládat vliv na nocicepci v těchto svalech (McGill, 2007).

Pokud dojde k nedostatečnému náboru nebo síle m. gluteus maximus při chůzi a nadměrně se aktivuje m. biceps femoris, tak právě m. biceps femoris nahrazuje ve stabilizaci SI kloubu nedostatečnou funkci m. gluteus maximus, a proto je tato funkce SI kloubu nedostatečná. Následkem toho vzniká LBP (Hossain & Nokes, 2005).

Funkční poruchy SI mohou způsobit bolest dolní části zad, z tohoto důvodu nás v naší práci zajímala aktivita m. gluteus maximus a bederních erektorů.

Ke statistickému hodnocení ve výzkumných pracích se běžně používá jeden statistický test nebo metoda (Budíková, Lerch, & Míkoláš, 2005; Anděl, 2011). V našem případě jsme využili k hodnocení LSD test. Stejně jako ostatní výzkumné práce má i tato několik limitů a faktorů, které mohou ovlivnit výsledky. Umístění elektrod hraje v tomto případě zásadní roli. Uložení elektrod může ovlivnit charakter získaného signálu, a proto nesprávné umístění elektrod může výrazně zkreslit výsledky celé výzkumné práce. Umístění elektrod pouze o milimetry s sebou nese riziko snímání odlišné části svalového břicha motorických jednotek. U pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad jsme předpokládali vyšší aktivitu vybraných svalů. Podstatou této diplomové práce bylo hodnocení aktivity vybraných svalů dle ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) během MFRT na silové plošině Kistler pomocí

elektromyografického vyšetření u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad v porovnání s kontrolním vzorkem probandů během tří pokusů v rámci jednotlivých úseků a zjistit, zdali jsou rozdíly v některém ze sledovaných parametrů směrodatných odchylek COP.

Zjišťovali jsme, zda se projeví rozdíly v aktivitě vybraných svalů mezi zdravými lidmi a pacienty s NLBP, a zdali se aktivita těchto svalů změní opakovatelností pokusů. Pro sledování aktivity svalů trupu jsme zvolili MFRT bez použití horní končetiny.

V naší práci jsme došli k těmto závěrům: při porovnání aktivity svalů mezi jednotlivými pokusy byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v ukazateli Input pro svaly m. SCM na nedominantní straně ve druhém pokusu v porovnání mezi dvěma skupinami (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad & kontrolní skupina) u experimentální skupiny. V ukazateli Input u m. trapezius pars descendens na straně dominantní nebyla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v porovnání mezi skupinami. Byla prokázána statistická významnost pouze v rámci pokusů mezi sebou v rámci každé diagnózy zvlášť. U m. erector spinae pars lumbalis na straně dominantní v ukazateli Input byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v druhém a třetím pokusu v porovnání mezi skupinami (u kontrolní skupiny). U m. erector spinae pars lumbalis na straně nedominantní nebyla prokázána statistická významnost v prvním, druhém ani ve třetím pokusu v porovnání mezi skupinami. Byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v rámci pokusů mezi sebou u kontrolní skupiny. Dále byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  u m. gluteus maximus na dominantní straně v ukazateli Input v porovnání mezi skupinami u kontrolní skupiny (ve všech těchto případech nebereme v úvahu tři úseky). Dále byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v ukazateli Mean pro m. erector spinae pars lumbalis na straně dominantní u kontrolní skupiny mezi prvním a druhým pokusem na základě LSD post hoc testu.

U pacientů s nespecifickou bolestí dolní část zad (experimentální skupina) jsme zaznamenali statisticky významný rozdíl u ukazatele Input v hodnocení jednotlivých svalů zvlášť u následujících svalů: m. trapezius (pars descendens) na straně dominantní ve třetím úseku mezi prvním a třetím pokusem a u m. erector spinae pars lumbalis ve třetím úseku také na straně dominantní. Naopak u kontrolní skupiny jsme zaznamenali statisticky významný rozdíl dle ukazatele Mean u m. erector spinae pars lumbalis na straně dominantní mezi prvním a druhým pokusem. Mezi diagnózami v prvním, druhém ani ve třetím pokusu nebyla prokázána statistická významnost.

Při porovnání aktivity m. SCM zvlášť byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  dle ukazatele Input (míra aktivity) v druhém úseku (během 10s výdrže) na straně nedominantní mezi jednotlivými pokusy u kontrolní skupiny. Při porovnání aktivity m. SCM mezi skupinami nebyla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  dle ukazatele EMG (Input).

Při porovnání aktivity m. trapezius (pars descendens) zvlášť dle ukazatele EMG (Input) nebyla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v porovnání mezi skupinami.

Při porovnání aktivity m. erector spinae pars lumbalis zvlášť dle ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi třemi pokusy v rámci jednotlivých úseků během MFRT byla zjištěna statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v ukazateli Input ve druhém úseku na straně dominantní u kontrolní skupiny. V rámci diagnóz však byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi těmito dvěma skupinami v druhém a třetím pokusu ve třetím úseku u kontrolní skupiny.

Při porovnání aktivity m. gluteus maximus zvlášť dle ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině nebyla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v žádném z ukazatelů EMG během MFRT.

Aktivita lumbálních erektorů u osob s NLBP byla stejně jako v naší práci také zjišťována ve studii Hanada et al., (2011). Stejně jako my zaznamenali větší EMG aktivitu lumbálních erektorů u osob s NLBP ve srovnání s kontrolní skupinou. V této studii však neuvádí porovnání mezi dominantní a nedominantní stranou. V naší studii jsme zaznamenali aktivitu lumbálních erektorů na dominantní straně. Autoři sledovali pomocí povrchové EMG oboustranně aktivitu těchto svalů: m. rectus abdominis, m. obliquus abdominis internus, lumbální m. multifidus a laterální erector spinae longissimus. Studie se zúčastnilo 9 zdravých probandů a 9 pacientů s LBP. Ze studie byli vyřazeni stejně tak jako v naší studii pacienti s infekcí, tumory, osteoporózou, zlomeninami, strukturálními změnami a radikulárním syndromem. Zvýšenou aktivitu erektorů páteře zaznamenali stejně jako my, také studie Kuriyamaho a Itoa (2005) u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části páteře.

Studie Leinonena et al., (2000) naše výsledky nepotvrdila. Během jejich studie, kdy srovnávali erektory páteře a extenzory kyčelního kloubu nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v zapojení těchto svalů u pacientů s bolestí zad v porovnání s kontrolní skupinou. Tito autoři však ve své studii testovali pohyb do plné flexe trupu a následné extenze.

Při porovnání jednotlivých úseků se nejvíce statisticky významných změn objevilo při druhém a třetím úseku mezi jednotlivými pokusy. Druhý úsek (na EMG záznamu od druhého markeru znamená začátek výdrže do třetího markeru - průběh 10s výdrže). Od třetího markeru do čtvrtého markeru značí konec výdrže, návrat zpět - třetí úsek. Na začátku výdrže, se dle ukazatele Input zapojily tyto svaly: m. SCM na straně nedominantní a m. erector spinae pars lumbalis na straně dominantní u kontrolní skupiny. U konce výdrže při návratu zpět dle ukazatele Input pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad zapojili tyto svaly: m. trapezius (pars descendens) a m. erector spinae pars lumbalis na straně dominantní pro oba svaly. Naopak kontrolní skupina v této fázi dle ukazatele Input nejvíce zapojila pouze m. erector spinae pars lumbalis na straně dominantní.

Jako největší problém, který mohl ovlivnit kvalitu naměřených dat, se ukázalo zvládnutí techniky propojení silových plošin Kistler s přístrojem Noraxon. Pro propojení obou přístrojů jsme museli dát na silové plošiny papírový karton. Kombinace poly-EMG hodnocení se silovými plošinami Kistler pro hodnocení svalové aktivity není doposud příliš častým podkladem výzkumných prací. Třebaže nemám žádné výzkumem potvrzené důkazy, předpokládám, že důvodem může být relativní složitost v kombinaci obou metod a časová náročnost pro probandy. Celkové měření trvalo v rozmezí od 40 do 50 minut včetně klinického vyšetření a přístrojového měření.

Kombinace testování na silových plošinách se snímáním poly-EMG signálu má však dle mého názoru velký potenciál v oblasti hodnocení svalové aktivity, timingu a dalších ukazatelů EMG, a stejně tak parametrů COP jak pro pacienty s LBP, tak pro sportovce a další.

Rozdílné zapojení svalů mezi pacienty s LBP a kontrolní skupinou nám může pomoci v následném určení vhodné terapie pro tyto pacienty. Pokud pacienti s LBP vykonávají fyzicky namáhavou práci a pracují v posturálně náročnějších pozicích, když jsou většinu pracovní doby v předloku (ve flexi) je třeba se zaměřit na kompenzační cviky vybraných svalů (m. trapezius pars descendens, mm. erectores, m. SCM, m. gluteus maximus) tak, aby nedocházelo k neustálému přetěžování jedné strany (na základě výsledků jsme došli k závěru, že je převaha svalů na straně dominantní) a předejít tak k vytvoření svalových dysbalancí.

## **7.2 Diskuze k výsledkům z naměřených dat ze silových plošin**

Během posledních 20 let bylo COP běžně používáno jako index posturální stability. Většina studií došla k závěru, že pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad mají vyšší hodnoty COP, rychlosti a celkové exkurze oproti zdravým jedincům. Pacienti s nespecifickými bolestmi dolní části zad vykazují větší posturální nestabilitu v porovnání

se zdravými jedinci a vyšší průměrné rychlosti COP. Zatímco snížení posturální stability je udáváno ve spojitosti s přítomnou bolestí, žádná korelace mezi intenzitou bolesti a velikostí COP nebyla nalezena (Ruhe et al., 2011).

Intraindividuální variabilitu posturální stability stoje vyjádřenou opakovatelností jednotlivých pokusů probanda na silových plošinách Kistler hodnotil ve své studii Gladiš (2013). Nejlepší opakovatelnosti dosáhl parametr průměrné celkové rychlosti COP ( $V_A$ ), který vykazuje vysokou opakovatelnost a velmi dobrou reliabilitu. Hodnota ICC toho parametru byla 0,98. Gladiš (2013) uvádí, že parametr průměrné celkové rychlosti COP ( $V_A$ ) je spolehlivý a vhodný pro hodnocení posturální stability stoje na silových plošinách. Tato tvrzení se shodují s výsledky ostatních studií (Lin et al, 2006; Swanenburg et al, 2008). Ruhe, Fajer a Walker (2010) popisují, že parametr celkové rychlosti COP je nejvíce používaný parametr při hodnocení posturální stability stoje na silových plošinách a z hlediska ostatních parametrů a je jedním z nejspolehlivějších. Gladiš (2013) dále uvádí, že v rámci měření stability stoje na silových plošinách lze považovat za spolehlivý parametr směrodatnou odchylku COP v mediolaterálním směru ( $SD_X$ ).

Při běžných denních činnostech hraje zajištění a kontrola posturální stability při dynamických nebo statických činnostech zásadní roli (Della Volpe et al., 2006).

Vařeka (2002) uvádí, že pokud dojde k porušení posturální stability, zvyšuje se tak riziko pádů a možná rizika následných zranění. Tyto rizika jsou uváděna ve spojitosti s pacienty s poruchami rovnováhy a starší populací.

Ruhe, Fejer a Walker (2010) popisují, že také u sportovců hraje optimální zajištění posturální kontroly důležitou roli především v prevenci zranění. Proto je důležité věnovat problematice posturální stability pozornost.

Smitch et al., (2010) uvádějí, že větší rozsah výchylek pohybu COP může souviset s větší aktivitou dýchacích svalů a následným omezením pohyblivosti v oblasti trupu.

V současné době se s pojmem Functional Reach test setkáváme nejčastěji ve spojení s Bergovou balanční škálou (Berg Balance Scale - BBS), která se využívá k hodnocení stability u celé řady pacientů (Berg et al., 1989; Blum & Korner-Bitensky, 2008). V malé míře se FRT vyskytuje v literatuře v souvislosti s bolestí zad. Ve studii Silfiesové et al., (2009) hodnotili FRT z hlediska jeho reliability testování rovnováhy u pacientů s bolestí zad v porovnání s kontrolní skupinou. Studii, která by se zabývala srovnáním svalové aktivity osob s nespecifickou bolestí dolní části zad (NLBP) a zdravých probandů během provádění FRT jsme nenalezli.

Z našich výsledků vyplývá, že hodnoty měřených parametrů během provedení MFRT na silových plošinách Kistler vykazují statisticky významné rozdíly ( $p < 0,05$ ) u těchto parametrů: maximální rychlost COP ve výdrži a přímá rychlost COP zpět mezi pacienty s nespécifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině probandů.

Zjistili jsme, že kontrolní skupina (probandi bez bolesti dolní části zad) dosahuje vyšších hodnot přímé rychlosti COP zpět než experimentální skupina (pacienti s nespécifickou bolestí dolní části zad). Rychlost COP nás informuje, jak rychle jde těžiště pacienta dopředu. Kontrolní skupina dále (probandi bez bolesti dolní části zad) dosahovala vyšších hodnot maximální rychlosti COP ve výdrži, než experimentální skupina (pacienti s nespécifickou bolestí dolní části zad).

Vařeka (2002) uvádí, že pokud dojde k porušení posturální stability, zvyšuje se tak riziko pádů a možnost následných zranění. Z tohoto důvodu si myslím, že z hlediska určení relevantní terapie je velmi důležitá aktivita vybraných svalů.

Narušená propiocepce udává samotný mechanismus způsobující poruchu řízení postury. Studie se zaměřila na vliv nespécifické LBP na variabilitu propioceptivních strategií řízení postury. Skupina s chronickou LBP byla testována na silové plošině za různých posturálních podmínek. Došli k závěru, že posturální stabilita byla výrazně nižší u osob s chronickou LBP (Claeys, Brumagne, Dankaerts, Kiers a Janssens, 2011).

V naší práci jsme předpokládali zhoršenou posturální stabilitu u pacientů s LBP, a proto jsme hodnotili parametry směrodatných odchylek COP. U dalších parametrů (SD\_X – směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru; SD\_Y – směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru; rozsah AP – rozsah COP ve směru anteroposteriorním, rozsah ML – rozsah COP ve směru mediolaterálním, SD\_X výdrž – směrodatná odchylka COP ve směru mediolaterálním ve výdrži, SD\_Y vpřed – směrodatná odchylka COP ve směru anteroposteriorním ve výdrži, SD\_Y výdrž – směrodatná odchylka COP ve směru anteroposteriorním ve výdrži) nebyly zaznamenány statisticky významné rozdíly.

Doposud nebylo známo, zdali zhoršená posturální stabilita představuje příčinu nebo následek bolesti bederní páteře, ale některé studie došly k závěru, že lidé s horší posturální stabilitou mají zvýšené riziko vzniku LBP (Maribo, Schiøttz-Christensen, Jensen, Andersen, & Stengard-Pedersen, 2012).

Kříž a Majerová (2010) popisují, že bederní páteř patří k nejvíce staticky a mechanicky zatěžovaným úsekem páteře. V obratlích, meziobratlových ploténkách

a kloubech je celá řada nervových zakončení, proto bolest v této oblasti představuje tak častou bolest nazývanou low back pain.

Změny v načasování a velikosti aktivace svalů trupu mohou mít dle autorů Lopes et al., (2014) také vliv na posturální stabilitu, tzn. schopnost kontroly mediolaterálních a anteroposteriorních výchylek těla. Také ve vztahu k posturální stabilitě, můžeme u LBP na základě výsledků této diplomové práce předpokládat, že hodnoty rozsahu AP se blíží statistické významnosti, tím pádem můžeme předpokládat horší posturální stabilitu u pacientů s LPB. Horší posturální stabilita sebou nese zvýšené riziko pádů. Proto bychom se v terapii u pacientů s LBP neměli zaměřovat pouze na svalové dysbalance a správné pohybové stereotypy během ADL a práci, ale také především na prevenci pádů. Rozsah COP v anterioposteriorním směru se v naší práci blíží statistické významnosti ( $p < 0,05$ ) mezi těmito dvěma skupinami tím pádem naše výsledky z elektromyografického hodnocení aktivity svalů korelují s výsledky ze silových plošin Kistler.

Vzhledem k antropometrickým rozdílům by bylo vhodné rozšířit studii o porovnání aktivity vybraných svalů mezi muži a ženami. Velmi přínosným by mohlo být srovnání aktivity vybraných svalů a její vliv na timing vybraných svalů. Řešení této otázky je však nad rámec této diplomové práce a vyžaduje podrobnější výzkum.

### **7.3 Limity výzkumu**

Výsledky našeho měření mohou ovlivnit následující faktory: Jednalo se o laboratorní měření. Počet osob výzkumného souboru byl 24 probandů, jedná se tedy o relativně malý soubor. Vzhledem k počtu pacientů nebylo bráno v úvahu pohlaví. Při hledání probandů bylo obtížné nalézt specifickou diagnózu: nespecifická bolest dolní části zad. Pro generalizaci výsledků by bylo vhodné početně rozšířit sledovaný soubor.

Jedním z dalších limitujících faktorů měření na silových plošinách je chyba měření, může být dána přístrojem nebo lidským faktorem.

Během snímání povrchovou elektromyografií mohou nastat komplikace. Jednou z nich je změna polohy elektrod vůči snímané části svalu. Jednou z komplikací může být i vyšší potivost probanda, která je příčinou zvýšeného odporu mezi kůží a elektrodami a snižuje stabilitu kontaktu (Krobot, Kolářová, 2011).

Dalším limitem této práce je porovnání našich získaných výsledků s jinými studii obdobného charakteru. V dostupné literatuře jsme nenalezli práce, které by hodnotily vybrané svaly při MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad. Zajímavým přínosem by



mohlo přinést vyšetření timingu jednotlivých svalů, a zjistit tak v jakém pořadí se zapojovaly jednotlivé svaly v porovnání mezi těmito dvěma skupinami.

## 8 ZÁVĚRY

Cílem práce bylo hodnotit aktivitu vybraných svalů trupu dle ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi třemi pokusy v rámci jednotlivých úseků během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině a zjistit, zdali jsou rozdíly v některém ze sledovaných parametrů směrodatných odchylek COP u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině na silových plošinách Kistler. Cíle práce byly splněny, a na základě výsledků jsme došli k následujícím závěrům:

1. Byl zjištěn statisticky významný rozdíl ( $p \leq 0,05$ ) při porovnání aktivity všech svalů dohromady mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků v ukazateli Input pro svaly m. SCM na nedominantní straně ve druhém pokusu u experimentální skupiny, m. erector spinae pars lumbalis na dominantní straně ve druhém a třetím pokusu u kontrolní skupiny a m. gluteus maximus na dominantní straně ve třetím pokusu u kontrolní skupiny v porovnání mezi těmito dvěma skupinami.

Při porovnání aktivity jednotlivých svalů zvláště jsme došli k těmto závěrům:

2. Při porovnání aktivity m. trapezius (pars descendens) dle ukazatele Input mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během MFRT byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  ve třetím úseku na straně dominantní u experimentální skupiny mezi prvním a třetím pokusem. V porovnání mezi skupinami nebyla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$ .

3. Při porovnání aktivity m. SCM dle ukazatele EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během MFRT byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  dle ukazatele Input v druhém úseku na straně nedominantní u kontrolní skupiny. V porovnání mezi skupinami nebyla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$ .

4. Při porovnání aktivity m. gluteus maximus dle ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině nebyla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v žádném z ukazatelů EMG.

5. Při porovnání aktivity m. erector spinae pars lumbalis dle ukazatele Input mezi jednotlivými pokusy v MFRT byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  ve druhém úseku na straně dominantní mezi prvním a druhým pokusem u kontrolní skupiny, ale nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými pokusy mezi těmito dvěma diagnózami. Naopak ve třetím úseku u obou skupin byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi těmito dvěma skupinami mezi druhým a třetím pokusem u kontrolní skupiny a mezi druhým a třetím pokusem u experimentální skupiny na dominantní straně.

6. Mezi skupinami byl zjištěn statisticky významný rozdíl (u kontrolní skupiny) na hladině  $p \leq 0,05$  během provedení MFRT na silových plošinách Kistler u těchto měřených parametrů: maximální rychlost COP ve výdrži a přímá rychlost COP zpět mezi pacienty s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině probandů. Kontrolní skupina (probandi bez bolesti dolní části zad) dosahovala statisticky vyšších hodnot přímé rychlosti COP zpět než experimentální skupina (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad) a statisticky vyšších hodnot maximální rychlosti COP ve výdrži, než experimentální skupina (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad).

Z 6 nulových hypotéz, které jsme v rámci výzkumu stanovili, byla jedna hypotéza potvrzena a 5 hypotéz bylo zamítnuto.

## 9 SOUHRN

Cílem práce bylo elektromyografické hodnocení svalové aktivity vybraných svalů během modifikovaného Functional Reach testu a hodnocení na silových plošinách Kistler u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad v porovnání s kontrolní skupinou. Dílčím cílem bylo zjistit, zdali je rozdílná aktivita zvláště jednotlivých vybraných svalů: m. trapezius (pars descendens), m. sternocleidomastoideus, m. erector spinae pars lumbalis, m. gluteus maximus během MFRT dle ukazatelů EMG (Mean, Input, Total Power) mezi jednotlivými pokusy v rámci tří úseků, a zda jsou rozdíly ve všech sledovaných parametrech směrodatných odchylek COP mezi těmito dvěma skupinami.

Teoretická část práce shrnuje poznatky o nespecifických bolestech dolní části zad, základní údaje o povrchové elektromyografii, silových plošinách Kistler a Functional Reach testu. V druhé části jsou sepsány výsledky měření porovnávací pacienty s LBP oproti kontrolní skupině.

Sběr dat (měření pacientů) proběhlo v průběhu ledna a února 2015. Studie se zúčastnilo 24 probandů, u kterých byla na základě vyšetření lékařem, specialistou v oboru rehabilitační a fyzikální medicíny předepsána fyzioterapie z důvodu nespecifických bolestí dolní části zad bez dalších onemocnění pohybového aparátu. Výzkum proběhl na fakultě Univerzity Palackého na Katedře fyzioterapie v Olomouci. Experimentální skupina byla tvořena 12 pacienty s nespecifickou bolestí dolní části zad (průměrný věk 40 let) a kontrolní skupinu tvořilo 12 probandů bez bolestí dolní části zad. Obě skupiny vyplňovaly dotazník bolesti krátkou formu dotazníku McGillovy Univerzity – SFMPQ a absolvovaly měření modifikovaným Functional Reach testem bez použití horní končetiny na silové plošiny Kistler (test výdrže 10 s v konečné pozici) a hodnocení svalové aktivity pomocí polyelektromyografie. Obě skupiny absolvovaly klinické a přístrojové měření. Měření proběhlo jedenkrát. Osmi povrchovými elektrodami jsme bilaterálně snímali elektromyografický potenciál vybraných svalů. Každý pokus byl rozdělen na tři úseky, které byly v EMG záznamu odděleny linií markeru. Pro měření EMG aktivity vybraných svalů jsem použila elektromyografický systém NORAXON – MYOSYSTEM 1400A. Získaná data byla zpracována v tabulkovém softwaru Microsoft Excel a v programu STATISTICA verze 12. Pro statistické vyhodnocení byl zvolen LSD post hoc test.

Data ze silových plošin Kistler byla zpracována v programu STATISTICA verze 12. Byly vypočítány základní statistické charakteristiky (aritmetický průměr, medián, směrodatná odchylka, minimum a maximum, variační koeficient). Pro statistické porovnání skupin byl

použit neparametrický nepárový Mann Whitney test. Použitím jednofaktorové analýzy rozptylu (ANOVA) jsme hodnotili statistickou významnost parametrů ve třech po sobě jdoucích pokusech v rámci jednotlivých úseků. Měření na silových plošinách Kistler 9286AA probíhalo s původní frekvencí záznamu 200 Hz. Data byla zpracována na základě měření, které zahrnovalo 23 probandů (11 probandů experimentální skupiny a 12 probandů kontrolní skupiny).

Z výsledků naší práce vyplývá, že při porovnání aktivity svalů mezi jednotlivými pokusy byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v porovnání mezi oběma skupinami v ukazateli Input pro svaly m. SCM na nedominantní straně ve druhém pokusu u experimentální skupiny, u m. trapezius pars descendens na straně dominantní nebyla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v porovnání mezi skupinami. Byla prokázána statistická významnost pouze v rámci pokusů mezi sebou v rámci každé diagnózy zvlášť. U m. erector spinae pars lumbalis na straně dominantní v ukazateli Input byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v druhém a třetím pokusu v porovnání mezi skupinami (u kontrolní skupiny). U m. erector spinae pars lumbalis na straně nedominantní nebyla prokázána statistická významnost v prvním, druhém ani ve třetím pokusu v porovnání mezi skupinami. Byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v rámci pokusů mezi sebou u kontrolní skupiny. Dále byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  u m. gluteus maximus na dominantní straně v ukazateli Input v porovnání mezi skupinami u kontrolní skupiny a v ukazateli Mean pro m. erector spinae pars lumbalis na straně dominantní u kontrolní skupiny mezi prvním a druhým pokusem.

V porovnání u každého svalu zvlášť v rámci pokusů mezi sebou dle ukazatele Input byl zjištěn statisticky významný rozdíl ( $p \leq 0,05$ ) u m. trapezius (pars descendens) na straně dominantní u experimentální skupiny ve třetím úseku, u m. SCM v druhém úseku na straně nedominantní u kontrolní skupiny. Při porovnání aktivity m. erector spinae pars lumbalis dle ukazatele Input byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi dvěma skupinami v druhém a třetím pokusu u kontrolní skupiny a mezi druhým a třetím pokusem u experimentální skupiny ve třetím úseku. Ze všech měření jsme nejčastěji naměřili statisticky významné rozdíly v ukazateli Input.

Z měření na silových plošinách Kistler byl zjištěn statisticky významný rozdíl ( $p \leq 0,05$ ) u maximální rychlosti COP ve výdrži a v přímé rychlosti COP zpět v porovnání mezi dvěma skupinami. Kontrolní skupina dosahovala vyšších hodnot přímé rychlosti COP zpět a vyšších hodnot maximální rychlosti COP ve výdrži, než experimentální skupina.

Zjištění práce nám mohou přispět k lépe cílené rehabilitaci při posturálně náročnějších pohybových situacích u pacientů s LBP.

## 10 SUMMARY

The objective of the work is electromyographic evaluation of muscle activity in selected muscles during a modified Functional Reach test using the Kistler power platform on patients with non-specified low back pain compared to a control group. The partial objective is to find out whether there is difference in activity of the individual selected muscles: m. trapezius (pars descendens), m. sternocleidomastoideus, m. erector spinae pars lumbalis, m. gluteus maximus, during the modified Functional Reach test according to the EMG indicators (Mean, Input, Total Power) between each attempt when comparing the two groups and whether there are differences in all monitored parameters of the standard COP deviations between these two groups.

The theoretical part of this work summarises the findings on non-specific low back pain, basic information on surface electromyography, Kistler power platforms and the Functional Reach test. In the second part are noted measuring results comparing the group of patients with LBP and the control group.

Data collection (the measuring of patients) took place during the months of January and February 2015. The study involved 24 participants, who were prescribed physiotherapy due to non-specific low back pain without other musculoskeletal disorders, following an examination by a doctor, a specialist in the field of physical medicine and rehabilitation. The research took place at the Department of Physiotherapy faculty in Palacký University, Olomouc. The experimental group comprised of 12 patients with non-specified low back pain (with an average age of 40) and the control group comprised of 12 participants with no low back pain. Both groups filled in a short pain questionnaire based on the McGill University questionnaire - SFMPQ and underwent measuring with the modified Functional Reach test without involving upper extremities using the Kistler power platform (endurance test for 10 s in a final position) and an evaluation of muscle activity using polyelectromyography. Both groups underwent clinical as well as instrumental measuring. The measuring was carried out once. Using eight surface electrodes, I bilaterally monitored the electromyographic potential of selected muscles. Each attempt was divided into three sections, which were in the EMG record separated with a line using a marker. To measure the EMG - selected muscles activity, I used the electromyographic system NORAXON – MYOSYSTEM 1400A. The data gained was processed in a Microsoft Excel spreadsheet and in version 12 of the STATISTICA programme. The LSD test was chosen for statistical evaluation.

Data acquired from the Kistler power platforms was processed in the STATISTICA 12 programme. I calculated basic statistical characteristics (arithmetic mean, median, standard deviation, minimum and maximum, coefficient of variation). For the statistical comparison of the groups we used the non-parametric unpaired Mann Whitney test Using the one-way analysis of variance (ANOVA) we valued the statistical significance of parameters in three consequent attempts. The measuring on the Kistler 9286AA power platforms was carried out with the original recording frequency of 200 Hz. The data was processed based on the measuring, which included 23 participants (11 participants from the experimental group and 12 participants from the control group).

The results of our study show that when compared to activity of muscles between retries has been demonstrated statistical significance at  $p < 0.05$  in comparison between both groups in the indicator Input for muscles m. SCM non-dominant hand, in a second experiment in the experimental group, in m . Trapezius pars descending side dominant been demonstrated statistical significance at  $p < 0.05$  in comparison between groups. It was demonstrated statistical significance only in the experiments with each other within each diagnosis separately. The m. Erector switch pars lumbar side dominant in the indicator Input was demonstrated statistical significance at  $p < 0.05$  in the second and third experiment compared between groups (control group). U m. Erector switch lumbar pars on the non-dominant hand, has not been demonstrated statistical significance in the first, second or third attempt at comparison between groups. It was demonstrated statistical significance at the level  $p < 0.05$  within experiments between them in the control group. It was also demonstrated statistical significance at  $p < 0.05$  in m. Gluteus maximus on the dominant side of the indicator Input compared between groups with the control groups and in the indicator Mean for m. Erector switch pars lumbar side dominant in the control group between the first and second attempt. In comparison, for each muscle separately as part of attempts among themselves according to Input indicators showed a statistically significant difference ( $p \leq 0.05$ ) with m. Trapezius (pars descending) side dominant in the experimental group in the third section, at m. SCM in the second sections on the non-dominant in the control group. When comparing the activity of m. Erector switch pars lumbalis by Input indicators were statistically significant differences between the two groups in the second and third experiment in the control group and between the second and third attempt for the experimental group in the third region. Of all measurements are most commonly measured statistically significant differences in indicators Input. From the measurements on Kistler force platforms was a statistically significant



difference ( $p \leq 0.05$ ) at a maximum speed of COP in endurance and speed in a straight back COP compared between the two groups. A statistically significant difference was in the control group. The control group reached values higher speeds COP straight back with higher maximum speeds COP stamina than the experimental group.

The results of this study could help towards targeted rehabilitation during demanding postural positions for patients with LBP.

## 11 REFERENČNÍ SEZNAM

Aina, A., May, S., Clare, H. (2004). The centralization phenomenon of spinal symptoms and systematic review. *Manual Therapy*, 9, 134-143.

Australian acute musculoskeletal pain guidelines group -national health and medical research. (2003). Evidence-Based Management of Acute Musculoskeletal Pain. Bowen Hill: Australian academic press .

Assendelft, W. J., Morton, S. C., Yu, E. I., Suttorp, M. J., Shekelle, P. G. (2003). Spinal manipulative therapy for low back pain. A meta-analysis of effectiveness relative to other therapies. *Annals of Internal Medicine: Journal*, 138, 871-81.

Balagué, F., Mannion, A. F., Pellisé, F., & Cedraschi, C. (2012). Non-specific low back pain. *The Lancet*, 37(9814), 482-491.

Bednařík, J., Ambler, Z., Růžička, E. (2010). *Klinická neurologie*. Praha: Triton.

Bednařík, J. & Kadaňka, Z. (2006). Bolesti v zádech. In: Rokyta R, a kol. Bolest. Tigris, spol. s. r. o., Praha, 485-507.

Brauer, S., Burns, Y., & Galley, P. (1999). Lateral reach: a clinical measure of mediolateral stability. *Physiotherapy Research International*, 4, 81-88.

Budíková, M., Lerch, T., & Mikoláš, Š. (2005). *Základní statistické metody*. Brno: Masarykova Univerzita.

Ciferská, H. (2010). Bolesti zad z pohledu internisty. *Zdravotnické noviny, Lékařské listy*; 5, 10.

Claeys, K., Brumagne, S., Dankaerts, W., Kiers, H., & Janssens, L. (2011). Decreased variability in postural control strategies in young people with non-specific low back pain is associated with altered proprioceptive reweighting. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 115-123.

Della Volpe, R., Popa, T., Ginanneschi, F., Spidalieri, R., Mazzocchia, R., & Rossi, A. (2006). Changes in coordination of postural control during dynamic stance in chronic low back pain patients. *Gait Posture*, 24(3), 349-355.

Drápelová, E. (2014). *Základy diagnostiky a terapie funkčních poruch pohybové soustavy (přednášky)*. Brno: LF Masarykovy Univerzity.

Effler, J. (2011) Bolesti zad v ordinaci praktického lékaře - systém varovných příznaků. In: Skála, B. a kol. *Bolesti zad - vertebrogenní algický syndrom*. 1.vyd. Praha: Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP, 2011. 20s. ISBN 978-80-86998-42-8

Ferrari, S., Manni, T., Bonetti, F., Villafaña, J. H., Vanti, C., (2015). A literature review of clinical tests for lumbar instability in low back pain: validity and applicability in clinical practice. *Chiropractic & Manual Therapies*, 23(14), 2.

Florimond, V. (2010). Basics of Surface Electromyography Applied to Physical Rehabilitation and Biomechanics. *Thought Technology Ltd – SEMG Applied to Physical Rehabilitation & Biomechanics*, 6-47.

Fourney, D. R., Andersson, G., Arnold, P. M., Dettori, J., Cahana, A., Fehlings, M. G., Norvell, D., Samartzis, D. & Chapman, J. R. (2011). Chronic low back pain. *Spine*, 36(21).

Gerdle, B., Klarksson, S., Day, S., & Djupsjöbacka, M. (1999). Acquisition, Processing and Analysis of the Surface Electromyogram. In U. Windhorst, & H. Johansson (Eds.), *Modern Techniques in Neuroscience*, 705-755.

Gladiš, T. (2013). *Hodnocení posturální stability ve stoji u zdravých mladých osob*. Diplomová práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.

Hamill, J., & Knutzen, K. M. (2009). Biomechanical basis of human movement (3rd. ed.). Philadelphia, Pa: Lippincott Williams & Wilkins.

Hanada, E., Y., Johnson, M., & Hubley-Kozey, Ch. (2011). A comparison of trunk muscle activation amplitudes during gait in older adults with and without chronic low back pain. *PM&R*, 3(10), 920-928.

Hayden, J. A., Van Tulder, M. W., Tomlinson, G. (2005). Systematic review: strategies for using exercise therapy to improve outcomes in chronic low back pain. *Annals of Internal Medicine*, 142, 776-85.

Hodges, P. W., & Moseley, G. L. (2003). Pain and motor control of the lumbopelvic region: effect and possible mechanisms. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13(4), 361-370.

Hoffman, B. M., Papas, R. K., Chatkoff, D. K., Kerns, R. D. (2007). Meta-analysis of psychological interventions for chronic low back pain. *Health Psychology*, 26(1), 9.

Horák, S., Tomsová, J. (2010). Vyšetření a léčba bolestí zad z pohledu fyzioterapie. *Medicina pro praxi*, 7(3), 122-124.

Hossain, M., & Nokes, L. D. M. (2005). A Model of Sacro-iliac joint instability from malrecruitment of gluteus maximus and biceps femoris muscles resulting in low back pain.

Hue, O., Simoneau, M., Marcotte, J. et al. (2007). Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait & Posture*, 26, 32-38.

Chou, R., Qaseem, A., Snow, V., Casey, D., Cross, T., Shekelle, P. et al. (2007). Diagnosis and Treatment of Low Back Pain: A Joint Clinical Practice Guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society. *Annals of Internal Medicine*, 147(7), 478-491.

Itzl, C. J., Geurts, J. W., van Kleef, M., Nelemans, P. (2013). Clinical course of non-specific low back pain: a systematic review of prospective cohort studies set in primary care., *17(1)*,5-15.

Jalovcová, M., Pavlů, D. (2010). Stabilizační systém a role m. transversus abdominis. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 4, 174.

Janura, M., Cabell, L., Svoboda, Z., Dvořáková, T., Haltmayer, E., & Janurová, E. (2012). A review of pressure measurement on the contact surface between the horse and the rider. *Pferdheilkunde*, 28(5), 583-593.

Jarošová, H. (2010). Bolesti zad – bolesti dolního úseku páteře (low back pain) – z pohledu internisty. *Zdraví E15. Postgraduální medicína*, 454-149.

Jonsson, E., Henriksson, M., & Hirschfeld, H. (2002). Does the Functional Reach Test reflect stability limits in elderly people? *Journal of Rehabilitation Medicine*, 35, 26-30.

Jölleneck, T. (2006). EMG Signal – Processing. In D. Rosenbaum (Ed.), *Noraxon EMG Meeting* (pp. 9-10). Köln: Velamed Medizintechnik GMBH.

Kage, H., Okuda, M., Nakamura, I., Kunitsugu, I., Sugiyama, S., & Hobara, T. (2009). Measuring Methods for Functional Reach Test: Comparison of 1-Arm Reach and 2-Arm Reach. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 90(12), 2103-2107.

Krismer, M., & van Tulder, M. (2007). Low back pain (non-specific). *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 21(1), 77-91.

Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén.

Kolář, P. (2006). Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce svalů – diagnostika. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 13(4), 155-170.

Kolář, P., & Lewit, K. (2005). Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. *Neurologie pro praxi*, 5, 270-275.

Konrad, P. (2005). The ABC of EMG. A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography. Retrieved 7. 9. 2015 from World Wide Web: <http://www.noraxon.com/docs/education/abc-of-emg.pdf>.

Krbec, M. (2002). Spondylolistéza – chirurgické léčení. *Neurologie pro praxi*, 1, 8-12.

Krobot, A. & Kolářová, B. (2011). *Povrchová elektromyografie v klinické rehabilitaci*. Olomouc: Univerzita Palackého.

Křít, V., & Majerová, V. (2010). Statická a dynamická funkce jednotlivých úseků páteře a její význam pro diagnostiku i terapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 17(4), 155-163.

Kuriyama, N., & Ito, H. (2005). Electromyographic functional analysis of the lumbar spinal muscles with low back pain. *Journal of Nippon Medical School*, 72(3), 165-173.

Leinonen, V., Kankaanpää, M., Airaksinen, O., & Hänninen, O. (2000). Back and hip extensor activities during trunk flexion/extension: effects of low back pain and rehabilitation. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 81(1), 32-37.

Liebenson, C. (2007). *Rehabilitation of the spine: a practitioner's manual*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams, c2007, 972. ISBN 978-078-1729-970.

Liebenson, C. (2004). The relationship of the sacroiliac joint, stabilisation musculature, and lumbo-pelvic instability. *Journal of bodywork and Movement Therapies*, 8, 43-45.

Manheimer, E., White, A., Berman, B., Forys, K., Ernst, E. (2005). Meta-analysis: acupuncture for low back pain. *Annals of Internal Medicine*, 142, 651-63.

Macedo, L. G., Maher, C. G., Latimer, J., McAuley, J. H. (2009). Motor control exercise for persistent, nonspecific low back pain: a systematic review. *Physical Therapy Journal*, 89(1), 9-25.

Maribo, T., Schiøttz-Christensen, B., Jensen, L. D., Andersen, N. T., & Stengard-Pedersen, K. (2012). Postural balance in low back pain patients: criterion-related validity of centre of pressure assessed on a portable force platform. *European Spine Journal*, 21(3), 425-431.

McGill, S. (2007). *Low back disorders. Evidence-Based Prevention and Rehabilitation (2nd ed.)*. Champaign: Human Kinetics.

Melzack, R. (2005). The McGill pain questionnaire: from description to measurement. *Anesthesiology*, 103, 199-202.

Míková, M. (2006). *Posturografie – význam a uplatnění ve výzkumu a klinické praxi*. Dizertační práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.

Morschitzky, H., Sigrid, S. (2007). *Když duše mluví řečí těla*. Praha. Portál, s.r.o.

Mohylová, J. & Krajča, V. (2004). *Zpracování signálu v lékařství*. Žilina: ZU Žilina.

Nadler, S. F., Steiner, D. J., Erasala G. N., Hengehold, D. A., Hinkle, R. T., Goodale M. B, Abeln S. B., Weingand K. W. (2014). *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 21(4), 227-235.

Natour, J., Cazotii, L., Ribeiro, L. H., Baptista, A. S., Jones, A. (2015). Pilates improves pain, function and quality of life in patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 29(2), 59-68.

Novotná, I. (2012). *Vertebrogenní onemocnění*. Practicus, 11(3), 15-17.

Opavský, J. (2011). *Bolest v ambulanci praxi: od diagnózy k léčbě častých bolestivých stavů*. Praha: Maxdorf.

Opavský, J. (2005). *Neurologické vyšetření v rehabilitaci pro fyzioterapeuty*. [Vysokoškolská skripta]. Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.

Paleček, T. (2004). Bolesti bederní páteře degenerativního původu – low back pain. Retrieved 12.4.2015 from World Wide Web: [www.internimedica.cz/pdfs/int/2004/03/03.pdf](http://www.internimedica.cz/pdfs/int/2004/03/03.pdf)

Rodová, R., Mayer, M., & Janura, M. (2001). Současné možnosti využití povrchové elektromyografie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 8(4), 173-177.

Ruhe, A., Fejer, R., Walker, B. (2011). Center of pressure excursion as a measure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: a systematic review of the literature. *European Spine Journal*, 20(3), 358-368.

Ruhe, A., Fejer, R., & Walker, B. (2010). The test-retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions – A systematic review of the literature. *Gait & Posture*, 32, 436-445.

Robertson, D. E. G., Caldwell, E. G., Hamill, J., Kamen, G. & Whittlesey, W. N. (2004). *Research Methods in Biomechanics*. 350-359.

Silfies, P. S., Bhattacharya, A., Biely, S., Smith, S. S & Giszter, S. (2009). Trunk control during standing reach: A dynamical system analysis of movement strategies in patients with mechanical low back pain. *Gait & Posture*, 29(3), 370-376.

Saper, R. B., Sherman, K. J., Delitto, A., Herman, P. M., Stevans, J., Paris, R. et al., (2014). Yoga vs. physical therapy vs. education for chronic low back pain in predominantly minority populations: study protocol for a randomized controlled trial, 15(67), 2-21.

Smith, M. D., Chang, A. T., Seale, H. E., Walsh, J. R. & Hodges, P. W. (2010). Balance is impaired in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Gait & Posture*, 31(4), 456-460.

Stanek, J. M., Meyer, J., & Lynall, R. (2013). Single-Limp-Balance Difficulty on 4 Commonly Used Rehabilitation Devices. *Journal of Sport Rehabilitation*, 22, 288-295.

Stelmach, G. E., & Worringham, C. J. (1985). Sensory-motor deficits related to postural stability: implications for falling in the elderly. *Clinics in Geriatric Medicine*, 679-694.

Štětkařová, I. (2007). Bolesti zad, *Medicína pro praxi*, 3, 124-127.

Takasaki, K., & Suzuki, T. (2011). Comparison Of Motion Strategies in the Functional Reach Test Between Elderly Persons And Young Persons. *Journal of Physical Therapy Science*, 23(5), 773 –776.

Tinková, M. (2008). Léčba dle McKenzieho v terapii vertebrogenních poruch – úvod. *Neurologie pro praxi*, 9(5), 316-319.

Trojan, S., Druga, R., Pfeiffer, J., & Votava, J. (2005). *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. Praha: Grada.

Türker, H., & Sözen, H. (2013). Surface Electromyography in Sports and Exercise. Retrieved 22. 11. 2014 from World Wide Web: <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/44778.pdf>.

Unsgaard-Tøndel, M., Fladmark, A. M., Salvesen, O., Vasseljen O. (2010). Motor Control Exercises, Sling Exercises, and General Exercises for Patients With Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial With 1-Year Follow-up. *Physical Therapy*, 90(10), 1426-40.

Vařeka, I. (2002). Posturální stabilita (II. část), Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 9(4), 122-129.

Vařeka, I., Vařeková R., (2009). Kineziologie nohy. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Van Tulder, M., Becker, A., Bekkering, T. et al. (2006) *European Guidelines for the Management of Acute Nonspecific Low Back Pain in Primary Care*, 15(2), 169-91.

Van Middelkoop, M., Rubinstein, S. M., Verhagen, A. P., Ostelo, R. W., Koes, B. W., & van Tulder, M. W. (2010). Exercise therapy for chronic nonspecific low-back pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 24(2), 193-204.

Van Damme, B., Stevens, V., Perneel, Ch., Vam Tiggelen, D., Neyens, E., Duvigneaud. N. et al., (2014). A surface electromyography based objective method to identify patients with nonspecific chronic low back pain, presenting a flexion related movement control impairment. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 24, 954-964.

Vaněk, M. (2011). Bolesti zad. *Lékařské listy speciál*, 13, 20-22.

Vrba, I. (2008). Diferenciální diagnostika a léčby bolestí zad. *Interní medicína*, 10(3), 142-145.

Vrba, I. (2012). Některé příčiny bolestí zad a jejich léčba. *Medicína pro praxi*, 9(4), 184–188.



## 12 PŘÍLOHY

### 12.1 Příloha 1:

Informovaný souhlas

#### INFORMOVANÝ SOUHLAS

**Téma projektu:**

Elektromyografické hodnocení svalové aktivity vybraných svalů a hodnocení na silových plošinách v modifikovaném Functional Reach testu u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad

**Jméno:**

**Datum narození:**

**Účastník je do studie zařazen pod číslem:**

Já, níže podepsaný(á) souhlasím s účastí na této studii.

Byl(a) jsem podrobně instruován(a) o cíli studie, o jejích postupech a o tom, co se ode mě očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností.

Porozuměl(a) jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Moje účast ve studii je dobrovolná.

Při zařazení do studie budou osobní data uchována s plnou ochrannou důvěrností dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti osobních dat. Při vlastním provádění studie mohou být osobní údaje poskytnuty jiným než výše uvedeným subjektům pouze bez identifikačních údajů, tzn. anonymní data – pod číselným kódem. Rovněž pro výzkumné a vědecké účely mohou být osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.

Porozuměl(a) jsem tomu, že moje osobní identifikační údaje nebudou nikde uveřejněny, mé jméno se nebude vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Datum:  
Podpis účastníka studie:

Datum:  
Podpis zpracovatele diplomové práce:

## 12.2 Příloha 2:

### ANAMNÉZA, KINEZIOLOGICKÝ ROBOR

#### Základní údaje

Číslo probanda: \_\_\_\_\_ Pohlaví: \_\_\_\_\_ Věk: \_\_\_\_\_ Měření: 1.

Diagnóza: \_\_\_\_\_ Datum měření: \_\_\_\_\_

#### Anamnéza

OA: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

úrazy: \_\_\_\_\_

operace: \_\_\_\_\_

RA: \_\_\_\_\_

PA: \_\_\_\_\_

SA: \_\_\_\_\_

GA: \_\_\_\_\_

FA, AA: \_\_\_\_\_

NO: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

lokalizace bolesti: \_\_\_\_\_

trvání bolesti: \_\_\_\_\_

první bolest / recidivující bolest, bolest občasná / častá / trvalá

úlevové polohy: \_\_\_\_\_

provokační faktory: \_\_\_\_\_

zobrazovací metody: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

RHB dříve: ne / ano: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

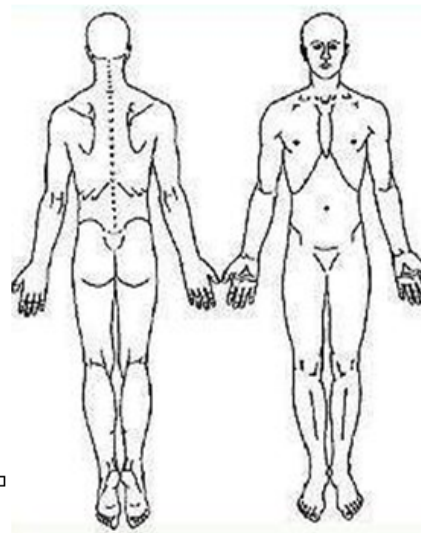
\_\_\_\_\_

NO bolest:

žádná bolest

nejhorší bolest jakou si umíte představit

+	Deskriptor bolesti	žádná-0	mírná-1	středně silná-2	silná-3
	1. Tepavá (bušivá)				
	2. vystřelující				
	3. bodavá				
	4. ostrá				
	5. křečovitá				
	6. hlodavá (jako zakousnutí)				
	7. pálivá-palčivá				
	8. tupá přetrvávající (bolavé, rozbolavělé)				
	9. tíživá (těžká)				
	10. citlivé (bolestivé na dotyk)				
	11. jako by mělo prasknout (jako by mělo puknout)				
	12. unavující-vyčerpávající				
	13. protivná (odpomá)				
	14. hrozná (strašná)				
	15. mučivá-krutá				



±	
0	Jsem bez bolesti.
1	Bolesti mám, výrazně mě neobtěžují a neruší, dá se na ně při činnosti zapomenout.
2	Bolesti mám, nedá se od nich zcela odpoutat pozornost, nezabraňují však v provádění běžných denních a pracovních činností bez chyb.
3	Bolesti mám, nedá se od nich odpoutat pozornost, ruší v provádění i běžných denních činností, které jsou proto vykonávány s obtížemi a s chybami.
4	Bolesti mám, obtěžují tak, že i běžné denní činnosti jsou vykonávány jen s největším úsilím.
5	Bolesti jsou tak silné, že nejsem běžných činností vůbec schopen (-na), nutí vyhledávat úlevovou polohu, popř. nutí až k ošetření u lékaře.

### Klinické vyšetření

• Aspekce: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

• Vyšetření pánve: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

• Zkouška dvou vah: P \_\_\_\_\_ kg, L \_\_\_\_\_ kg

• Výška pacienta: \_\_\_\_\_ cm

• Funkční testy páteře:

Schoberova distance	_____ cm
Thomayerova zkouška	_____ cm
Zkouška lateroflexe	P: _____ cm, L: _____ cm

• Vyšetření hypermobility: \_\_\_\_\_

- Chůze po špičkách: \_\_\_\_\_, chůze po patách: \_\_\_\_\_
- Patrickova zkouška: \_\_\_\_\_
- Vyšetření kyčelních kloubů: \_\_\_\_\_

- Vyšetření stability:

Romberg II.	
Romberg III.	
Stoj na jedné DK:	P: L:
Tandemový stoj:	P vpředu: L vpředu:
Functional reach test	cm
Lateral reach test	cm

- Neurologické vyšetření:

Chvostkův příznak: Tromnerův příznak:	
Déjerineův-Frazierův příznak Laséguova zkouška Mennellova zkouška	
Orientační vyšetření čítí na DKK dle dermatomů	

- Vyšetření laterality:

- Povel: „Kopněte do míče.“ (kop na cíl)
- Povel: „Vystupte na schod.“
- Povel: „Zvedněte kamínek pomocí prstů nohy.“

	A	B	C
1. pokus	P / L	P / L	P / L
2. pokus	P / L	P / L	P / L
3. pokus	P / L	P / L	P / L

### 12.3 Příloha 3:

**Tabulka 7.** Porovnání m. SCM na straně nedominantní dle EMG ukazatele Input mezi jednotlivými pokusy během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině

LSD test		p					
		1			2		
DIAGNÓZA	Proměnná	I SCM N 1	I SCM N 2	I SCM N 3	I SCM N 1	I SCM N 2	I SCM N 3
1	I SCM N 1		0,017509	0,910704	0,986451	0,264347	0,386904
1	I SCM N 2	0,017509		0,023397	0,033643	0,001399	0,003157
1	I SCM N 3	0,910704	0,023397		0,907618	0,224476	0,335054
2	I SCM N 1	0,986451	0,033643	0,907618		0,213849	0,337194
2	I SCM N 2	0,264347	0,001399	0,224476	0,213849		0,775531
2	I SCM N 3	0,386904	0,003157	0,335054	0,337194	0,775531	

Vysvětlivky k tabulce 7: 1 – pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad, 2 kontrolní skupina, p – hodnota statistické významnosti ( $p < 0,05$ ), I – Input, SCM – m. sternocleidomastoideus, N – nedominantní, 1 – první pokus, 2 – druhý pokus, 3 – třetí pokus.

Při porovnání aktivity (ukazatel Input) u m. SCM mezi jednotlivými pokusy během MFRT byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  na základě LSD post hoc testu v druhém pokusu mezi skupinami. V prvním a třetím pokusu nebyla zjištěna statistická významnost ( $p < 0,05$ ) mezi těmito dvěma skupinami (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině - úseky nehrají roli). Dále byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v rámci pokusů mezi sebou (v rámci jedné diagnózy), které jsme nesledovali v zadaných hypotézách.

**Tabulka 8.** Porovnání m. trapezius (pars descendens) na straně dominantní dle EMG ukazatele Input mezi jednotlivými pokusy během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině

LSD test		p					
		1			2		
DIAGNÓZA	Proměnná	I HOR TRA D 1	I HOR TRA D 2	I HOR TRA D 3	I HOR TRA D 1	I HOR TRA D 2	I HOR TRA D 3
1	I HOR TRA D 1		0,467876	0,045235	0,467863	0,783179	0,759802
1	I HOR TRA D 2	0,467876		0,198273	0,734874	0,910101	0,488217
1	I HOR TRA D 3	0,045235	0,198273		0,726038	0,423178	0,168552
2	I HOR TRA D 1	0,467863	0,734874	0,726038		0,398419	0,054794
2	I HOR TRA D 2	0,783179	0,910101	0,423178	0,398419		0,277726
2	I HOR TRA D 3	0,759802	0,488217	0,168552	0,054794	0,277726	

Vysvětlivky k tabulce 8: 1 – pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad, 2 – kontrolní skupina, p – hodnota statistické významnosti ( $p < 0,05$ ), I – Input, HOR TRA – m. trapezius (pars descendens), D – dominantní, 1 – první pokus, 2 – druhý pokus, 3 – třetí pokus.

Při porovnání aktivity (ukazatel Input) u m. trapezius (pars descendens) na straně dominantní mezi jednotlivými pokusy (úseky nehrají roli) nebyla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  na základě LSD post hoc testu v prvním, druhém ani ve třetím pokusu v porovnání mezi těmito dvěma skupinami (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině). Byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  na základě LSD post hoc testu v rámci pokusů mezi sebou (v rámci jedné diagnózy), které jsme nesledovali v zadaných hypotézách.

**Tabulka 9a.** Porovnání m. erector spinae pars lumbalis na straně dominantní dle EMG ukazatele Input mezi jednotlivými pokusy během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině

LSD test		p					
		1			2		
DIAGNÓZA	Proměnná	I EREC D 1	I EREC D 2	I EREC D 3	I EREC D 1	I EREC D 2	I EREC D 3
1	I EREC D 1		0,174728	0,539477	0,212106	0,002427	0,047773
1	I EREC D 2	0,174728		0,455129	0,056973	0,000267	0,008765
1	I EREC D 3	0,539477	0,455129		0,122402	0,000928	0,023174
2	I EREC D 1	0,212106	0,056973	0,122402		0,000231	0,129902
2	I EREC D 2	0,002427	0,000267	0,000928	0,000231		0,025589
2	I EREC D 3	0,047773	0,008765	0,023174	0,129902	0,025589	

Vysvětlivky k tabulce 9a: 1 – pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad, 2 – kontrolní skupina, p – hodnota statistické významnosti ( $p < 0,05$ ), I – Input, EREC – m. erector spinae pars lumbalis D – dominantní, 1 – první pokus, 2 – druhý pokus, 3 – třetí pokus.

Při porovnání aktivity (ukazatel Input) u m. erector spinae pars lumbalis mezi jednotlivými pokusy na straně dominantní byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  na základě LSD post hoc testu v druhém a třetím pokusu mezi těmito dvěma skupinami (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině). Byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  na základě LSD post hoc testu v rámci pokusů mezi sebou (v rámci první i druhé diagnózy), které jsme nesledovali v zadaných hypotézách.

**Tabulka 9 b.** Porovnání m. erector spinae pars lumbalis na straně nedominantní dle EMG ukazatele Input mezi jednotlivými pokusy během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině

LSD test		p					
		1			2		
DIAGNÓZA	Proměnná	I EREC N 1	I EREC N 2	I EREC N 3	I EREC N 1	I EREC N 2	I EREC N 3
1	I EREC N 1		0,367122	0,209005	0,238730	0,759212	0,757790
1	I EREC N 2	0,367122		0,721396	0,552488	0,372321	0,371325
1	I EREC N 3	0,209005	0,721396		0,716934	0,261638	0,260851
2	I EREC N 1	0,238730	0,552488	0,716934		0,023296	0,023126
2	I EREC N 2	0,759212	0,372321	0,261638	0,023296		0,997705
2	I EREC N 3	0,757790	0,371325	0,260851	0,023126	0,997705	

Vysvětlivky k tabulce 9b: 1 – pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad, 2 – kontrolní skupina, p – hodnota statistické významnosti ( $p < 0,05$ ), I – Input, EREC – m. erector spinae pars lumbalis, N – nedominantní, 1 – první pokus, 2 – druhý pokus, 3 – třetí pokus.

Při porovnání aktivity (ukazatel Input) u m. erector spinae pars lumbalis mezi jednotlivými pokusy na straně nedominantní nebyla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  na základě LSD post hoc testu v prvním, druhém ani třetím pokusu mezi těmito dvěma skupinami (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině). Byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  na základě LSD post hoc testu v rámci pokusů mezi sebou (u druhé diagnózy), které jsme nesledovali v zadaných hypotézách.



**Tabulka 10.** Porovnání m. gluteus maximus na straně dominantní dle EMG ukazatele Input mezi jednotlivými pokusy během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině

LSD test		p					
		1			2		
DIAGNÓZA	Proměnná	I GM D 1	I GM D 2	I GM D 3	I GM D 1	I GM D 2	I GM D 3
1	I GM D 1		0,695124	0,538787	0,628028	0,352419	0,085620
1	I GM D 2	0,695124		0,823516	0,821522	0,235101	0,048500
1	I GM D 3	0,538787	0,823516		0,937684	0,182406	0,034274
2	I GM D 1	0,628028	0,821522	0,937684		0,033564	0,001021
2	I GM D 2	0,352419	0,235101	0,182406	0,033564		0,228843
2	I GM D 3	0,085620	0,048500	0,034274	0,001021	0,228843	

Vysvětlivky k tabulce 10: 1 – pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad, 2 – kontrolní skupina, p – hodnota statistické významnosti ( $p < 0,05$ ), I – Input, GM – m. gluteus maximus D – dominantní, 1 – první pokus, 2 – druhý pokus, 3 – třetí pokus.

Při porovnání aktivity (ukazatel Input) u m. gluteus maximus na straně dominantní mezi jednotlivými pokusy byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  mezi dvěma skupinami na základě LSD post hoc testu ve třetím pokusu mezi těmito dvěma skupinami (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině). Byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  na základě LSD post hoc testu v rámci pokusů mezi sebou (u první i druhé diagnózy), které jsme nesledovali v zadaných hypotézách

**Tabulka 11.** Porovnání m. erector spinae pars lumbalis na straně dominantní dle ukazatele EMG Mean mezi jednotlivými pokusy během MFRT testu u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině

LSD test		p					
		1			2		
DIAGNÓZA	Proměnná	M ERECT D 1	M ERECT D 2	M ERECT D 3	M ERECT D 1	M ERECT D 2	M ERECT D 3
1	M ERECT D 1		0,522755	0,851330	0,977125	0,166785	0,172823
1	M ERECT D 2	0,522755		0,409466	0,621571	0,353770	0,364119
1	M ERECT D 3	0,851330	0,409466		0,914335	0,129973	0,134938
2	M ERECT D 1	0,977125	0,621571	0,914335		0,054785	0,058134
2	M ERECT D 2	0,166785	0,353770	0,129973	0,054785		0,978010
2	M ERECT D 3	0,172823	0,364119	0,134938	0,058134	0,978010	

Vysvětlivky k tabulce 11: 1 – pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad, 2 – kontrolní skupina, p – hodnota statistické významnosti ( $p < 0,05$ ), M – Mean, EREC – m. erector spinae pars lumbalis D – dominantní, 1 – první pokus, 2 – druhý pokus, 3 – třetí pokus.

Při porovnání m. erector spinae pars lumbalis (ukazatel Mean) na straně dominantní mezi jednotlivými pokusy nebyla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  na základě LSD testu post hoc testu v prvním, druhém ani třetím pokusu mezi těmito dvěma skupinami (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině). Byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  na základě LSD post hoc testu v rámci pokusů mezi sebou (u druhé diagnózy mezi prvním a druhým pokusem - hodnota 0,054785), které jsme nesledovali v zadaných hypotézách.

**Tabulka 12.** Porovnání m. trapezius (pars descendens) na straně dominantní dle ukazatele EMG Input mezi jednotlivými pokusy ve třetím úseku během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině

LSD test		p					
úsek=3		1			2		
DIAGNÓZA	Proměnná	I HOR TRA D 1	I HOR TRA D 2	I HOR TRA D 3	I HOR TRA D 1	I HOR TRA D 2	I HOR TRA D 3
1	I HOR TRA D 1		0,628167	0,047828	0,430606	0,877506	0,838280
1	I HOR TRA D 2	0,628167		0,128788	0,614798	0,893949	0,623566
1	I HOR TRA D 3	0,047828	0,128788		0,683398	0,299343	0,166009
2	I HOR TRA D 1	0,430606	0,614798	0,683398		0,285378	0,098225
2	I HOR TRA D 2	0,877506	0,893949	0,299343	0,285378		0,546387
2	I HOR TRA D 3	0,838280	0,623566	0,166009	0,098225	0,546387	

Vysvětlivky k tabulce 12: 1 – pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad, 2 – kontrolní skupina, p – hodnota statistické významnosti ( $p < 0,05$ ), m. trapezius (pars descendens) I – Input, D – dominantní, 1 – první pokus, 2 – druhý pokus, 3 – třetí pokus, třetí úsek

Při porovnání aktivity (ukazatel Input) u m. trapezius (pars descendens) na straně dominantní mezi jednotlivými pokusy nebyla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  mezi prvním, druhým ani třetím pokusem mezi dvěma skupinami (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině) na základě LSD testu post hoc testu ve třetím úseku. Byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  na základě LSD post hoc testu v rámci pokusů mezi sebou (u první diagnózy) ve třetím úseku, které jsme nesledovali v zadaných hypotézách.

**Tabulka 13.** Porovnání aktivity m. SCM na straně nedominantní dle ukazatele EMG Input mezi jednotlivými pokusy ve druhém úseku během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině

LSD test		p					
úsek=2		1			2		
DIAGNÓZA	Proměnná	I SCM N 1	I SCM N 2	I SCM N 3	I SCM N 1	I SCM N 2	I SCM N 3
1	I SCM N 1		0,126797	0,622929	0,747424	0,279256	0,509949
1	I SCM N 2	0,126797		0,294423	0,381177	0,106770	0,228389
1	I SCM N 3	0,622929	0,294423		0,617565	0,210117	0,404167
2	I SCM N 1	0,747424	0,381177	0,617565		0,037442	0,350718
2	I SCM N 2	0,279256	0,106770	0,210117	0,037442		0,235560
2	I SCM N 3	0,509949	0,228389	0,404167	0,350718	0,235560	

Vysvětlivky k tabulce 13: 1 – pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad, 2 – kontrolní skupina, p – hodnota statistické významnosti ( $p < 0,05$ ), m. SCM, I – Input, N – nedominantní, 1 – první pokus, 2 – druhý pokus, 3 – třetí pokus, druhý úsek

Při porovnání aktivity (ukazatel Input) u m. SCM na straně nedominantní nebyla prokázána mezi jednotlivými pokusy statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  mezi dvěma skupinami (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině) na základě LSD post hoc testu ve druhém úseku. Byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  na základě LSD post hoc testu v rámci pokusů mezi sebou (u druhé diagnózy mezi první a druhým pokusem), které jsme nesledovali v zadaných hypotézách.

**Tabulka 14.** Porovnání m. erector spinae pars lumbalis na straně dominantní dle EMG ukazatele Input mezi jednotlivými pokusy ve druhém úseku během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině

LSD test		p					
úsek=2		1			2		
DIAGNÓZA	Proměnná	I ERECT D 1	I ERECT D 2	I ERECT D 3	I ERECT D 1	I ERECT D 2	I ERECT D 3
1	I ERECT D 1		0,787014	0,898128	0,475887	0,086338	0,806227
1	I ERECT D 2	0,787014		0,886884	0,401285	0,066717	0,708909
1	I ERECT D 3	0,898128	0,886884		0,439592	0,076503	0,759626
2	I ERECT D 1	0,475887	0,401285	0,439592		0,032492	0,324331
2	I ERECT D 2	0,086338	0,066717	0,076503	0,032492		0,002516
2	I ERECT D 3	0,806227	0,708909	0,759626	0,324331	0,002516	

Vysvětlivky k tabulce 14: 1 – pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad, 2 – kontrolní skupina, p – hodnota statistické významnosti ( $p < 0,05$ ), m. erector spinae pars lumbalis, I – Input, D – dominantní, 1 – první pokus, 2 – druhý pokus, 3 – třetí pokus.

Při porovnání aktivity (ukazatel Input) m. erector spinae pars lumbalis na straně dominantní mezi jednotlivými pokusy nebyla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  v druhém úseku na základě LSD post hoc testu v prvním, druhém ani ve třetím pokusu mezi dvěma skupinami (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině). V druhém pokusu se hodnota 0,066717 blíží statistické významnosti. Byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  na základě LSD post hoc testu v rámci pokusů mezi sebou (mezi prvním a druhým pokusem u druhé diagnózy), které jsme nesledovali v zadaných hypotézách ve druhém úseku.

**Tabulka 15.** Porovnání m. erector spinae pars lumbalis na straně dominantní dle EMG ukazatele Input mezi jednotlivými pokusy ve třetím úseku během MFRT u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině

LSD test		p					
úsek=3		1			2		
DIAGNÓZA	Proměnná	I ERECT D 1	I ERECT D 2	I ERECT D 3	I ERECT D 1	I ERECT D 2	I ERECT D 3
1	I ERECT D 1		0,118052	0,355533	0,586422	0,122856	<b>0,045931</b>
1	I ERECT D 2	0,118052		0,512407	0,166821	<b>0,019860</b>	<b>0,005975</b>
1	I ERECT D 3	0,355533	0,512407		0,298809	<b>0,044431</b>	<b>0,014501</b>
2	I ERECT D 1	0,586422	0,166821	0,298809		0,063018	<b>0,007316</b>
2	I ERECT D 2	0,122856	<b>0,019860</b>	<b>0,044431</b>	0,063018		0,370251
2	I ERECT D 3	<b>0,045931</b>	<b>0,005975</b>	<b>0,014501</b>	<b>0,007316</b>	0,370251	

Vysvětlivky k tabulce 15: 1 – pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad, 2 – kontrolní skupina, p – hodnota statistické významnosti ( $p < 0,05$ ), ERECT – m. erector spinae pars lumbalis, I – Input, D – dominantní, 1 – první pokus, 2 – druhý pokus, 3 – třetí pokus.

Při porovnání aktivity (ukazatel Input) m. erector spinae pars lumbalis na straně dominantní mezi jednotlivými pokusy byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  mezi dvěma skupinami (pacienti s nespecifickou bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině) na základě LSD post hoc testu v druhém a třetím pokusu ve třetím úseku. Dále byla prokázána statistická významnost na hladině  $p < 0,05$  na základě LSD post hoc testu v rámci pokusů mezi sebou (u první i druhé diagnózy), které jsme nesledovali v zadaných hypotézách ve třetím úseku.

## **12.4 Příloha 4: Souhlas etické komise**