

Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta tělesné kultury

HODNOCENÍ AKTIVITY VYBRANÝCH SVALŮ POMOCÍ POVRCHOVÉ  
POLYELEKTROMYOGRAFIE U PACIENTŮ S NESPECIFICKOU BOLESTÍ DOLNÍ  
ČÁSTI ZAD BĚHEM PROVÁDĚNÍ FUNCTIONAL REACH TESTU NA BALANČNÍ  
PLOŠE A MIMO NI

Diplomová práce  
(magisterská)

Autor: Bc. Iva Šamanová, fyzioterapie  
Vedoucí práce: Mgr. Amr Zaatar, Ph.D.

Olomouc 2015

**Jméno a příjmení autora:** Iva Šamanová

**Název diplomové práce:** Hodnocení aktivity vybraných svalů pomocí povrchové polyelektromyografie u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad během provádění Functional Reach testu na balanční ploše a mimo ni

**Pracoviště:** Katedra fyzioterapie

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

**Rok obhajoby:** 2015

**Abstrakt:** Hlavním cílem této práce bylo hodnocení timingu svalů a aktivity svalů pomocí ukazatelů mean (amplituda) a input během provádění Functional Reach testu (FRT) při stožení na zemi, na zemi s horními končetinami složenými na hrudi a při stožení na předozadní balanční ploše u zdravých probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad (NLBP). Dílčím cílem bylo zhodnocení vlivu zrakové kontroly na timing a hodnoty mean a input vybraných svalů. Aktivita svalů (m. tibialis anterior, m. biceps femoris, m. gluteus maximus, m. erector spinae v oblasti L2, m. obliquus abdominis internus, m. obliquus abdominis externus, m. rectus abdominis a m. sternocleidomastoideus) byla snímána pomocí povrchové polyelektromyografie u kontrolní skupiny probandů (n=13, průměrný věk 25 let) a u skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad (n=14, průměrný věk 28,1 let). Při porovnávání rozdílů v timingu mezi skupinami byl zjištěn statisticky významný rozdíl během FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými i otevřenými očima. Při porovnávání svalové aktivity pomocí ukazatele mean byl zjištěn statisticky významný rozdíl během FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima. Při porovnávání svalové aktivity pomocí ukazatele input byl zjištěn statisticky významný rozdíl během FRT na balanční ploše se zavřenými očima. Byl také zjištěn statisticky významný rozdíl v timingu svalů při porovnání FRT na zemi s otevřenými a zavřenými očima a to jak u kontrolní skupiny, tak u skupiny s (NLBP). Porovnáním svalové aktivity vyjádřené ukazatelem mean byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi FRT na zemi s otevřenými a zavřenými očima u skupiny s NLBP a mezi FRT na balanční ploše s otevřenými a zavřenými očima u obou skupin probandů. Porovnáním svalové aktivity vyjádřené ukazatelem input byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi FRT na zemi s otevřenými a zavřenými očima a FRT na balanční ploše s otevřenými a zavřenými očima u obou skupin probandů.

**Klíčová slova:** nespecifická bolest dolní části zad, Functional Reach test, polyelektromyografie

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovnických služeb.

**Author's first name and surname:** Iva Šamanová

**Title of the master thesis:** Chosen Muscles Activity Evaluation Via Surface Poly Electromyography of the Patients with Non-Specific Low Back Pain During Functional Reach Test at and out of the Balance Platform

**Department:** Department of Physiotherapy

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

**The year of presentation:** 2015

**Abstract:** The main aim of this diploma thesis was to evaluate the timing of muscles and their activity by the mean (amplitude) and input indicators during Functional Reach Test (FRT) and its modifications (on the floor, with upper extremities crossed on the chest and on the balance platform). We compared healthy participants and the participants with nonspecific low back pain (NLBP). The partial aim was the evaluation of the eye control effect both on the timing and the mean and input indicators of the selected muscles. The muscles activity (m. tibialis anterior, m. biceps femoris, m. gluteus maximus, m. erector spinae in the L2 area, m. obliquus abdominis internus, m. obliquus abdominis externus, m. rectus abdominis and m. sternocleidomastoideus) was scanned with surface electromyography in the group of healthy probands (n=13, average age 25) and in the group of probands with NLBP (n=14, average age 28,1). Comparing the timing difference in both groups the statistical significant difference was found out during FRT on the floor with eyes closed and FRT on the balance platform with both the eyes closed and opened. Comparing the muscles activity with the mean indicator the statistical significant difference was found out during FRT on the floor with eyes opened and FRT on the balance platform with eyes closed. Comparing the muscles activity with the input indicator the statistical significant difference was found out during FRT on the balance platform with eyes closed. The statistical significant difference was found out in the muscles timing when we compared FRT on the floor with eyes opened and closed for both groups. Comparing the muscles activity with mean indicator the statistical significant difference was found out between FRT on the floor with open and close eyes in NLBP group. The statistical significant difference in the mean indicator was found out when we compared FRT on the balance platform with open and close eyes for both groups of participants. Comparing the muscles activity with input indicator the statistical significant difference was found out between FRT on the floor with the eyes opened and closed and between FRT on the balance platform with the eyes opened and closed for both groups of participants.

**Keywords:** nonspecific low back pain, Functional Reach Test, surface polyelectromyography

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

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

V Olomouci dne

.....

Děkuji Mgr. Amru Zaatarovi, Ph.D. za cenné rady, které mi poskytl během zpracování této diplomové práce. Také děkuji RNDr. Milanu Elfmarkovi za pomoc se statistickým zpracováním dat.

# OBSAH

SEZNAM ZKRATEK .....	9
1 ÚVOD.....	10
2 PŘEHLED POZNATKŮ.....	11
2.1 Kineziologie bederní páteře .....	11
2.1.1 Pohyby bederní páteře .....	11
2.1.2 Stabilizační systém páteře .....	12
2.1.3 Neutrální zóna a neutrální pozice páteře .....	13
2.2 Funkční anatomie měřených svalů.....	14
2.2.1 M. tibialis anterior .....	14
2.2.2 M. biceps femoris .....	14
2.2.3 M. gluteus maximus.....	14
2.2.4 Hluboké svaly zádové.....	14
2.2.5 M. internus abdominis obliquus .....	15
2.2.6 M. externus abdominis obliquus.....	15
2.2.7 M. rectus abdominis .....	15
2.2.8 M. sternocleidomastoideus .....	16
2.3 Bolest.....	17
2.3.1 Vyšetření bolesti .....	18
2.3.2 Metody hodnocení bolesti .....	18
2.4 Bolest zad .....	19
2.4.1 Dělení bolestí zad .....	19
2.4.2 Etiologie bolestí zad .....	20
2.4.3 Nociceptorová bolest .....	20
2.4.4 Neuropatická bolest .....	21
2.5 Bolest dolní části zad.....	22
2.5.1 Dělení bolestí dolní části zad.....	22
2.5.2 Nеспецифické, prosté bolesti dolní části zad.....	23
2.5.3 Kořenové bolesti (neurogení) dolní části zad .....	23
2.5.4 Bolesti dolní části zad vyvolané závažným organickým onemocněním .....	23
2.5.5 Vyšetření pacientů s bolestí dolní části zad.....	24
2.5.6 Anamnéza .....	24

2.5.7	Klinické vyšetření pacientů s bolestmi dolní části zad.....	25
2.6	Functional Reach Test.....	27
2.6.1	Provedení FRT.....	27
2.6.2	Biomechanické a kineziologické aspekty FRT .....	27
2.6.3	Neurofyziologické aspekty FRT.....	29
2.6.4	Pohybové strategie FRT .....	29
2.6.5	Modifikce FRT .....	30
2.7	Elektromyografie.....	31
2.7.1	Elektrofyziologická podstata měření EMG .....	31
2.7.2	Dělení EMG.....	32
2.7.3	Povrchová elektromyografie.....	33
2.7.4	Bipolární snímání SEMG .....	33
2.7.5	Faktory ovlivňující EMG signál a jeho zpracování.....	34
2.7.6	Zpracování EMG signálu.....	36
2.7.7	Základní/nulová linie.....	37
2.7.8	Frekvenční analýza.....	37
2.7.9	Rozbor amplitudy .....	37
2.7.10	Normalizace EMG signálu .....	38
2.7.11	Hodnocení svalové aktivity pomocí SEMG.....	38
3	CÍLE A HYPOTÉZY .....	39
3.1	Hlavní cíl.....	39
3.1.1	Dílčí cíle .....	39
3.2	Hypotézy .....	39
4	METODIKA.....	40
4.1	Charakteristika měřeného souboru.....	40
4.2	Příprava měření .....	40
4.3	Technické vybavení.....	41
4.4	Instruktaž probandů a provedení měření.....	41
4.5	Zpracování a vyhodnocení EMG signálu.....	43
4.6	Statistické zpracování dat.....	44
5	VÝSLEDKY.....	45
5.1	Hypotéza $H_0$ 1 .....	45
5.1.1	Mean.....	45
5.1.2	Input.....	47

5.1.3	Timing .....	50
5.1.4	Závěr $H_01$ .....	54
5.2	Hypotéza $H_02$ .....	55
5.2.1	Mean .....	55
5.2.2	Input .....	58
5.2.3	Timing .....	62
5.2.4	Závěr $H_02$ .....	65
5.3	Hypotéza $H_03$ .....	66
5.3.1	Mean .....	66
5.3.2	Input .....	71
5.3.3	Timing .....	77
5.3.4	Závěr $H_03$ .....	81
5.4	Hypotéza $H_04$ .....	84
5.4.1	Mean .....	84
5.4.2	Input .....	87
5.4.3	Timing .....	90
5.4.4	Závěr $H_04$ .....	92
5.5	Doplňující výsledky .....	93
6	DISKUZE .....	95
7	ZÁVĚR .....	102
8	SOUHRN .....	105
9	SUMMARY .....	107
	REFERENČNÍ SEZNAM .....	109
10	PŘÍLOHY .....	116



## **SEZNAM ZKRATEK**

AB – akutní bolest

AP – akční potenciál

BBS – Berg Balance Scale

BZ – bolest zad

CMP – centrální mozková příhoda

CoP – centre of pressure

DKK – dolní končetiny

EMG – elektromyografie

SEMG – povrchová (surface) elektromyografie

FACES – Wongova-Bakerova obličejová škála pro hodnocení bolesti

FBSS – Failef Back Surgery Syndrome

FRT – Functional Reach Test

HKK – horní končetiny

CHNNB – chronická nenádorová bolest

IASP – International Association for the Study of Pain

KRBS – komplexní regionální bolestivý syndrom

LBP – Low Back Pain

m. – musculus

MAP – Muscle Action Potential

MU – Motor Unit

MUP – Motor Unit Potential

n. – nervus

NLBP – Non-specific Low Back Pain

NRS – Numeric Rating Scale

PPI – Present Pain Intensity Scale

SF-MPQ – Short-form McGill Pain Questioner

SI – articularis sacroiliacale

VAS – Vizuální analogová škála

VRS – Verbal Rating Scale

# 1 ÚVOD

Bolest zad je jedním z nejčastěji se vyskytujících onemocnění, které postihuje obyvatele celého světa. Celoživotní prevalence bolestí bederní páteře dosahuje až 84%, z čehož až 11 – 12% obyvatel omezí natolik, že nejsou schopni vykonávat své povolání a jsou omezeni v provádění běžných denních aktivit. Toto onemocnění tak značně finančně zatěžuje zdravotní systém téměř všech zemí světa, zejména těch západních. Ve většině případů se jedná o nespecifickou bolest dolní části zad (NLBP – Non-specific Low Back Pain), kdy není známa strukturální změna, která by tuto bolest mohla zapříčinit (Krismer & Van Tulder, 2007; Balagué et al., 2012).

Vznikla celá řada prací, které se zabývají působením bolesti bederní páteře (LBP – Low Back Pain) na pohybový projev jedince (van Dieën et al., 2003; Geisser et al., 2005). Mnohé z nich si kladou za cíl zjistit, zda má LBP vliv na aktivitu svalů ve smyslu změny amplitudy EMG záznamu daných svalů, změny timingu svalů a koaktivace svalů. Většinou se však jedná o studie, které zkoumají pohyby vyskytující se v běžném denním životě, jako je předklon, chůze atp. (Arendt-Nielsen et al., 1996; Silfies et al., 2005).

V souvislosti s Functional Reach testem (FRT) jakožto komplexním pohybem, kdy dochází k pohybu v kotnících, kolenou, kyčelních kloubech, páteři a ramenním kloubu (ramenních kloubech), a který navíc hodnotí balanční schopnosti jedince, vznikla řada prací, které využívají FRT pro hodnocení balančních schopností pacientů s neurologickým deficitem či seniorů (Wallmann, 2001).

V souvislosti s NLBP ani jinou bolestí zad však FRT ještě nebyl výrazně probádán (Silfies et al., 2005).

Proto je cílem této diplomové práce pomocí povrchové elektromyografie vybraných svalů zjistit, zda má NLBP, jakožto jeden z nejčastěji se vyskytujících bolestivých stavů, vliv na svalovou aktivitu během provádění FRT a jeho modifikací, kdy jsme postupně zvyšovali obtížnost provedení FRT vyřazením zrakové kontroly a/nebo stojem na balanční ploše, popřípadě zkřížením horních končetin na hrudi.

## 2 PŘEHLED POZNATKŮ

### 2.1 Kineziologie bederní páteře

V oblasti beder, v oblasti břicha, je páteř umístěna centrálně, jelikož tento úsek páteře nese celou váhu horní poloviny těla. Bederní páteř jako celek tvoří lordotické zakřivení v sagitální rovině, kdy se vrchol této lordózy nejčastěji nachází v oblasti třetího bederního obratle. Úhly charakterizující fyziologické zakřivení bederní páteře by se měly pohybovat okolo těchto hodnot:

- Úhel kosti křížové  $30^\circ$  - charakterizován horizontálou a přímkou vedenou rovnoběžně s horním okrajem prvního křížového obratle;
- Lumbosakrální úhel  $140^\circ$  - úhel, který svírá osa páteře bederního obratle s osou křížové kosti;
- Úhel náklonu pánve (anteverze)  $60^\circ$  - tento úhel svírá horizontála se spojnicí horního okraje symfýzy a promontoria (Kapandji, 1974; Panjabi, 1992b).

Tělo bederního obratle má ledvinovitý tvar, posteriorně se zužuje a je širší než vyšší. Lamina se stýkají a tvoří spinální výběžek, který má obdélníkový tvar na svém konci je vyboulený. Transverzální výběžky se nazývají kostální, jelikož se zde jedná o pozůstatky žeber. Vertebrální kanál má tvar téměř rovnostranného trojúhelníku. Tělo páteře bederního obratle je vepředu zřetelně vyšší než vzadu a přechod mezi ním a křížovou kostí, respektive prvním sakrálním obratlem proto tvoří zalomené a anteriorně prominující předhůří, neboli promontorium. Tato oblast je považována za locus minoris resistentiae celé páteře, jelikož je horní plocha prvního křížového obratle skloněna anteriorně a na ni nasedající tělo páteře bederního obratle je fixováno pouze vazivovým aparátem, má tedy tendenci klouzat dopředu a dolů, což může následně vyústit až ve spondylolýzu či spondylolistézu (Kapandji, 1974; Dylevský, 2009).

#### 2.1.1 Pohyby bederní páteře

Během flexe dojde k jemnému náklonu a sklouznutí horního obratle vzhledem ke spodnímu anteriorně, přičemž se intervertebrální disk vepředu zúží a vzadu zvětší svou výšku. Nucleus pulposus je tak vytlačeno posteriorně, kde tlačí na vlákna annulus fibrosus a napíná je. Spodní processus articulares horního obratle kloužou po horních kloubních výběžcích spodního obratle superiorně. To vede k maximálnímu napětí ligament napjatých mezi processus

articulares obratlů, stejně tak se napínají ligamenta flava, interspinální ligamenta, ligamentum supraspinale a ligamentum longitudinale posterius. Toto napětí ligament omezuje větší flexi v bederní páteři. Maximální rozsah flexe bederní páteře je okolo 60° (Kapandji, 1974).

Během extenze dochází k opačnému pohybu horního obratle vzhledem ke spodnímu, opačně se pohybuje také nucleus pulposus a napíná tak anteriorní vlákna annulus fibrosus meziobratlové ploténky. Intervertebrální klouby do sebe při extenzi maximálně zapadnou a může dojít k dotyku spinálních výběžků. Extenze je omezená tahem předního podélného vazy a kostěnými strukturami obratlů. Maximální rozsah extenze bederní páteře je přibližně 35° (Kapandji, 1974).

Při laterální flexi se tělo horního obratle naklání ipsilaterálně. Dochází také ke kontralaterální rotaci obratlových těl (příčinou je homolaterální komprese meziobratlové ploténky a tah napjatých ligament). Meziobratlová ploténka je kontralaterálně natažená, homolaterálně zploštělá. Jádro ploténky je vytlačeno na kontralaterální stranu, kde ještě více napíná vlákna annulus fibrosus. Kontralaterální intertransversální ligamenta jsou napjatá, homolaterální relaxují. Ipsilaterální processus articularis inferior horního obratle se posouvá superiorně, kontralaterální klouže inferiorně. Proto dochází na kontralaterální straně k relaxaci ligamentum flavum a ligament v oblasti kloubního spojení, kdežto homolaterálně se tato ligamenta natahují. Celkový rozsah lateroflexe bederní páteře je 20° (Kapandji, 1974).

Během rotace bederní páteře rotují horní obratle vzhledem ke spodním a to tak, že horní obratel klouže přes spodní. Do axiální rotace není zavzat intervertebrální disk, tudíž by teoreticky měl být rozsah axiální rotace značný. Smykové síly, které během tohoto pohybu vznikají, však zapřičiňují, že rozsah rotace v bederní páteři je malý, a to jak segmentální, tak globální. Axiální rotace je také limitována orientací facet intervertebrálních kloubů. Celkový rozsah axiální rotace bederní páteře je 5° (Kapandji, 1974).

### **2.1.2 Stabilizační systém páteře**

Stabilizační systém páteře je tvořen třemi subsystemy:

- Pasivní muskuloskeletální subsystem – obsahuje obratle, meziobratlové klouby, intervertebrální disky, spinální ligamenta, kloubní obaly a pasivní komponenty přilehlých svalů;
- Aktivní muskuloskeletální subsystem – zahrnuje svaly a šlachy v oblasti páteře;

- Neuronální a zpětnovazebný (feedback) subsystém – obsahuje různé receptory, lokalizované v ligamentech, šlachách a svalech, a také centrální a periferní nervovou soustavu.

Tyto subsystémy jsou na sobě funkčně závislé. Jak už název napovídá, má tento systém za úkol udržovat stabilitu páteře v závislosti na změnách vnějšího a vnitřního prostředí. Dysfunkce jedné komponenty systému může mít za následek jednu či více z následujících možností:

- Okamžitá reakce jiného subsystému jakožto kompenzace problému;
- Dlouho trvající adaptace jednoho či více subsystémů;
- Porucha ostatních subsystémů vedoucí následně ke zranění.

První možnost je znakem normální funkce, druhá je znakem pozměněné stabilizační funkce a třetí vede k dysfunkci systému, která může vyústit v bolest (Panjabi, 1992a).

### **2.1.3 Neutrální zóna a neutrální pozice páteře**

Neutrální pozice páteře je taková pozice, kdy obvyklá interní námaha vyvíjená na páteř a svalová síla nutná pro udržení postury jsou minimální. Neutrální zóna je oblast fyziologického rozsahu pohybu, který je možné provést, aniž by došlo ke zvýšení rezistence stabilizačních subsystémů. Je to zóna vysoké flexibility a laxnosti páteře. Za neutrální zónou se nachází zóna elastická. Jedná o takový rozsah pohybu, kdy je pohyb prováděn proti značné resistenci stabilizačního systému páteře. Fyziologický rozsah pohybu je určen velikostí neutrální a elastické zóny. V případě, že se rozšíří neutrální zóna (většinou následkem poškození jednoho či více pasivních subsystémů) dochází ke zmenšení zóny elastické. Musí tedy dojít ke kompenzaci pomocí aktivních subsystémů, která zamezí většímu poškození pasivních subsystémů (Panjabi, 1992b; Suchomel, 2006).

## **2.2 Funkční anatomie měřených svalů**

### **2.2.1 M. tibialis anterior**

Tento sval se maximálně aktivuje při chůzi, provádí dorzální flexi v talokrurálním kloubu a supinaci v transversotalárním a subtalárním kloubu nohy. Napomáhá tedy při dorzální flexi během dopadu paty na podložku a svou excentrickou kontrakcí napomáhá pokládat chodidlo na zem tak, aby nedošlo k plácnutí chodidla o podložku. Dále je nápomocen při udržování chodidla nad zemí během švihové fáze chůze. V neposlední řadě udržuje podélnou klenbu nohy. Neméně důležitá je posturální funkce tohoto svalu (Travell & Simons, 1999; Dylevský, 2009).

### **2.2.2 M. biceps femoris**

Dlouhá hlava je dvoukloubový sval, který provádí extenzi a addukci stehna. Obě hlavy bicepsu provádějí flexi v kolenním kloubu a při jeho flexi rotují bérec zevně. Základní funkcí hamstringů, jako skupiny, je zabránit flexi v kyčelním kloubu během stojné fáze chůze (antigravitační funkce). Jsou esenciálními svaly během běhu, skákání, tance a předklonu. Existují také anomálie tohoto svalu, kdy může mít dlouhá hlava bicepsu femoris rozšířený začátek na kost křížovou, kostrč a ligamentum sacrococcygeum. Tato anomálie může následně zapříčinit funkční poruchy v oblasti pánve, pokud je sval zkrácen. Někdy může krátká hlava bicepsu chybět, či být zdvojená. (Travell & Simons, 1999; Dylevský, 2009).

### **2.2.3 M. gluteus maximus**

Jedná se o masivní sval tvaru čtyřúhelníku, který je složen z velmi hrubých svalových snopců zejména I. typu svalových vláken, čili jde o sval posturální. Základními funkcemi tohoto svalu jsou: extenze v kyčelním kloubu při fixované pánvi. Při fixaci dolní končetiny provádí retroflexi pánve, čili pomáhá udržet napřímení trupu. Dále zabezpečuje laterální stabilitu trupu. Pokud se nachází punctum fixum na pánvi, sval funguje také jako pomocný sval pro addukci a zevní rotaci (Travell & Simons, 1999; Dylevský, 2009).

### **2.2.4 Hluboké svaly zádové**

Hřbetní svaly (mm. dorsi) se dělí na dvě skupiny: Hluboké a povrchové svaly zádové. Hluboké zádové svaly zahrnují velký počet svalů. Uloženy jsou podél páteře mezi spinózními

výběžky a trnovými výběžky, popřípadě žebry. Tyto svaly tvoří vrstvy. Nejhlubší vrstvou jsou svaly spojující vždy dva sousední obratle. Střední vrstvu tvoří vícesegmentové svaly a na povrchu této skupiny svalů jsou svaly dlouhé, které sahají od pánve k záhlaví (Travell & Simons, 1999; Dylevský, 2009).

Tyto svaly se podle svého začátku a úponu dělí na systémy: spinotransversální, sakrospinální, spinospinální, transversospinální a systém krátkých svalů zádočných.

Jejich hlavní dynamickou funkcí je vzpřimování trupu. Dalšími funkcemi jsou všechny pohyby páteře. Extendují trup, rotují trup, podílejí se na lateroflexi. Na flexi trupu se podílejí jako antagonisté – brzdí tento pohyb, zapojují se excentricky (Travell & Simons, 1999; Dylevský, 2009).

### **2.2.5 M. internus abdominis obliquus**

Tento sval se nachází ve druhé vrstvě břišních svalů. Jeho svalová vlákna probíhají opačně než vlákna zevního šikmého břišního svalu. Při jednostranné kontrakci rotuje a flektuje trup homolaterálně. Při oboustranné kontrakci flektuje trup a elevuje pánev. Je také nedílnou součástí břišního lisu a má expirační funkci (Travell & Simons, 1999; Dylevský, 2009).

### **2.2.6 M. externus abdominis obliquus**

Tvoří povrch boční stěny trupu. Bilaterální kontrakce flektuje trup, elevuje pánev a je také součástí břišního lisu. Unilaterální kontrakce rotuje trup kontralaterálně (Travell & Simons, 1999; Dylevský, 2009).

### **2.2.7 M. rectus abdominis**

Sval je uložen ventrálně při střední čáře trupu. Jedná se o pomocný expirační sval. Hlavní funkcí je flexe trupu. Při fixovaném trupu provádí retroverzi pánve (zmenšuje bederní lordózu). Dále je pak součástí břišního lisu a společně s ostatními svaly břišního lisu vyvíjí stálou aktivitu během dopředného pohybu, kdy tyto svaly fungují jakožto kontrola stability páteře (Travell & Simons, 1999; Dylevský, 2009).

Aktivita břišních svalů pomáhá pumpovat krev z břišní dutiny směrem k srdci (Travell & Simons, 1999).

### **2.2.8 M. sternocleidomastoideus**

Pokud se aktivují obě hlavy a zejména jeho zadní vlákna, dochází k retroflexi hlavy. Pokud se aktivují jeho přední vlákna, flektuje se krk. Oboustranná kontrakce také napomáhá inhalaci. Při jednostranné aktivaci dochází k rotaci hlavy na kontralaterální stranu a homolaterální flexi krku (Travell & Simons, 1999; Dylevský, 2009).



## 2.3 Bolest

Na stránkách Mezinárodní asociace pro studium bolesti (International Association for the Study of Pain, IASP) je bolest definována jako nepříjemný sensorický a emocionální prožitek spojený se skutečným (aktuálním) či potenciálním poškozením tkání, nebo prožitek popisovaný výrazy takového poškození. Autoři také dále deklarují fakt, že je bolest vždy vjemem subjektivním (Merksey et al, 1979).

Dva základní typy bolesti jsou: bolest akutní a bolest chronická. Akutní bolest (AB) je chápána spíše jako signál nemoci, kdy tento poukazuje na možné či již vzniklé nebezpečí narušující integritu organismu. Trvá řádově dny až týdny a je z biologického hlediska chápána jako bolest účelná. Kvalitní léčba AB má preventivní význam, kdy se brání přechodu AB v bolest chronickou (Doležal et al, 2008).

Chronická nenádorová bolest (CHNNB) se vyznačuje stížnostmi postižených na bolest tělesnou či útrobní, která trvá déle než 3 – 6 měsíců. Za CHNNB může být ale také označena bolest trvající kratší dobu, avšak takovou, jež přesahuje dobu typickou pro dané onemocnění. Tento typ bolesti je biologicky nevýznamný a je zdrojem tělesných, duševních i sociálních útrap. Cílem léčby CHNNB nemusí být nutně úplné uzdravení jedince, ale úprava či obnovení jeho funkční zdatnosti v oblasti fyzické, psychické a sociální (Vondráčková & Neradílek, 2001).

Bolest dělíme dle původu na nociceptivní, neuropatickou, dysautonomní, psychogenní a nespecifikovanou. Nociceptivní bolest vzniká stimulací nervových zakončení mechanickými, termickými a chemickými (zánětlivými) podněty a je výrazem normální funkce nervového systému. Nociceptivní bolest se dělí na somatickou a viscerální (Doležal et al, 2008; Opavský, 2011).

Neuropatická bolest je způsobena poškozením nervového systému, čili je výrazem poruchy jeho funkce. Dle poškození nervového systému se neuropatická bolest dělí na periferní a centrální (Doležal et al, 2008; Opavský, 2011).

Bolesti dysautonomní (s dysfunkcí autonomního nervového systému – zejména sympatiku) nejsou častými algickými syndromy, ale významně zhoršují kvalitu života postiženého jedince (např. KBRS) (Doležal et al, 2008; Opavský, 2011).

Psychogenní bolesti jsou obtížně diagnostikovatelným algickým stavem, kdy je jejich diagnostika možná pouze až po vyloučení jiné příčiny bolesti a závěr by měl stanovit erudovaný odborník, nejlépe psycholog či psychiatr (Opavský, 2011).

### 2.3.1 Vyšetření bolesti

Při vyšetření bolesti je nutno kvalitně posoudit (Doležal et al, 2008):

- Anamnézu a dobu trvání bolesti;
- Charakter bolesti a její průběh v čase;
- Faktory, které průběh bolesti ovlivňují;
- Topografii bolesti;
- Intenzitu a charakter bolesti.

Opavský (2006) sepsal pro získání důležitých anamnestických dat, týkajících se pacientovy bolesti, potřebnou baterii otázek (viz Opavský, 2011, 76).

### 2.3.2 Metody hodnocení bolesti

V odborné praxi se vyskytuje mnoho metod pro hodnocení bolesti, které však posuzují čistě subjektivní vnímání bolesti pacientem (sama bolest je subjektivní vjem). Využití laboratorních či diagnostických metod nám slouží pouze pro ozřejmění změn, které bolest způsobuje, nebo které působí bolest (Opavský, 2011).

Pro hodnocení bolesti se používají (Grantham et al, 2012):

- Vizuální analogová škála (Visual Analog Scale, VAS);
- Číselná škála (Numeric Rating Scale, NRS);
- Verbální škála (Verbal Rating Scale, VRS);
- Škála současné intenzity bolesti (Present Pain Intensity Scale, PPI);
- Wongova-Bakerova obličejová (FACES) škála pro hodnocení bolesti;
- Melzakova SF-MPQ (Short-form McGill Pain Questioner).

## 2.4 Bolest zad

Vertebrogenní bolesti patří mezi nejčastější stesky, které plní ordinace lékařů. Udává se, že až 90% dospělé populace západního světa alespoň jednou za život bolesti zad (BZ) zažije (Wipf & Deyo, 1995; Effler, 2009). Maniadakis a Gray (2000) tuto prevalenci označují za epidemii.

Skála et al (2001) konstatují, že jsou BZ druhým nejčastějším onemocněním po chřipce a nachlazení, se kterým pacienti za lékaři přicházejí. Roční prevalenci výskytu BZ udávají 15 – 45%, celoživotní prevalenci 60 – 90% a roční incidenci 5%. Tato vertebrogenní morbidita má tedy výrazně sociálně-ekonomický dopad, kdy je v populaci 1% přechodně stonajících pacientů a 1% trvale nemocných a to pro vertebrogenní obtíže (jedná se o 1/3 všech pracovních neschopností a pátý nejčastější důvod hospitalizace).

Z hlediska věkových kategorií jsou lidé trpící BZ nejčastěji v rozmezí 45 – 60 let, avšak empirická data svědčí o posunu věkové hranice níže, čili narůstá počet pacientů s vertebrogenní problematikou i v mladší věkové kategorii. Poměr výskytu bolestí v jednotlivých lokalitách páteře je: 4: 2: 1 – bederní páteř: krční páteř: hrudní páteř (Skála et al, 2001).

Velice významným a alarmujícím faktem je také výskyt recidiv BZ, jež jsou zaznamenávány u 14 – 45% případů (Wesiak et al, 2003). Dle Opavského (2011) mohou být tyto recidivy způsobeny také mylnou diagnostikou a chybným pojmenováním obtíží toho kterého pacienta pomocí mezinárodní klasifikace nemocí, kdy dochází k omylům ve výkladu jednotlivých termínů souvisejících s BZ. S tím může také souviset fakt, že se zhruba v 10 – 20% případů pro bolest zad operovaných jedinců postoperačně potýká s takzvaným Failef back surgery syndromem (FBSS), neboli se syndromem neúspěšné operace zad (Vrba et al, 2006).

### 2.4.1 Dělení bolestí zad

Základním dělením BZ podle Skály et al. (2001) a Vrby (2008) je rozdělení dle závažnosti a délky trvání na akutní stádium BZ, které může trvat až 3 měsíce, nejčastěji však méně než 6 týdnů, subakutní stádium (6 – 12 týdnů) a na chronické stádium, jež trvá déle než 3 – 6 měsíců.

Vertebrogenní bolesti lze také rozdělit dle závažnosti stavu, dle charakteru obtíží a dle rozdílů v diagnostice a následné léčbě do tzv. diagnostické triády (van Tulder et al, 2006; Štětkářová, 2007; Vrba, 2008):

- Nespecifické bolesti zad, někdy také prosté BZ (bez zjevné organické příčiny);
- Kořenové bolesti (nejčastěji kořenová komprese);
- Bolesti, kdy je příčinou závažné onemocnění jako: tumor, infekce, trauma atd. (systém červených praporků v diagnostice – red flags).

BZ lze také dělit dle jejich původu na bolesti páteřní etiologie a nepáteřní etiologie (přenesené bolesti), kdy se bolesti nepáteřní etiologie navíc dělí na bolesti viscerální přenesené či somatické přenesené (Bogduk & McGuirk, 2002).

#### **2.4.2 Etiologie bolestí zad**

Existují dva základní typy BZ, jak je popisuje Opavský (2011), a těmi jsou bolest nociceptorová a neuropatická. Navíc se lze setkat také s bolestí přenesenou somatickou či viscerální (Bogduk & McGuirk, 2002).

#### **2.4.3 Nociceptorová bolest**

V případě tohoto druhu bolesti jsou drážděny nociceptory a mechanoreceptory (nadměrná stimulace těchto receptorů). Tyto jsou uloženy v obratlových tělech, v periostu obratlů, v oblasti krycích plotének obratlových těl, v meziobratlových kloubech, v zevní části anulus fibrosus meziobratlového disku, v interspinálních a supraspinálních vazech, v ligamentum longitudinale posterius a v ligamentum flavum. Také durální struktury hrají při kompresi či protažení značnou roli z hlediska nocicepce. Specifické jsou také z hlediska receptorů bolesti míšní cévy, hlavně žíly. Nociceptory mohou být drážděny jak mechanicky, tak chemicky. V mnoha případech nedochází k samotnému výskytu jedné strukturální změny, ale mnohdy se lékaři i zdravotničtí pracovníci setkávají s kumulací těchto změn u jednoho pacienta, kdy jedna strukturální změna urychluje rozvoj druhé atd. Chemické dráždění nociceptorů většinou vzniká na základě biochemických a imunitních procesů v průběhu zánětu nebo při poškození meziobratlové ploténky (Opavský, 2011).

#### 2.4.4 Neuropatická bolest

K tomuto typu bolesti dochází během dráždění periferních nervových struktur, kterými jsou v oblasti páteře zejména míšní kořeny, spinální ganglia, vlákna n. sinuvertebralis a sympatická vlákna (Opavský, 2011).

„Při vzájemném porovnání *nociceptorových a neuropatických bolestí* způsobených patologickými procesy v oblasti páteře jsou nociceptorové bolesti většinou lokalizovány bez charakteristického šíření, zatímco bolesti neuropatické z postižení kořenů mají tendenci k šíření v typických kořenových zónách (areae radicales, resp. v dermatomech)“ (Opavský, 2011, 195).

## 2.5 Bolest dolní části zad

Bolest dolní části zad (LBP, low back pain) je definována jako bolest lokalizovaná v oblasti mezi dvanáctým žebrem, spodní gluteální rýhou, s nebo bez propagace bolesti do dolní končetiny (Krismer & van Tulder, 2007).

Každoročně si na LBP stěžuje jeden z pěti dospělých. Většina nových případů LBP, ale i těch recidivujících, trpí bolestmi mírnější povahy. Ročně se vyléčí méně než jedna třetina pacientů léčících se s LBP a více než 20% celkového počtu pacientů s LBP přichází z důvodu recidivy bolesti do šesti měsíců. Nejčastěji recidivující a/nebo perzistentní LBP postihuje pacienty starších věkových kategorií (Cassidy et al, 2005).

90% pacientů tvoří lidé s akutní LBP, která netrvá déle než 3 měsíce. Tyto jsou většinou benigní povahy. Chronické LBP přetrvávají většinou déle než 3 měsíce. Ty jsou zastoupeny bezmála 10% všech vyskytnuvších se LBP. Celoživotní prevalence LBP je 60 – 85%. Během LBP se také mohou vyskytovat a často se vyskytují bolesti hlavy, bolesti břicha a bolesti různých částí dolních končetin. Prognosticky horší jsou většinou bolesti s širokou oblastí reference bolesti na rozdíl od LBP, která je lokalizována v malé oblasti (Katz, 2006; Krismer & Tulder, 2007).

LBP představují jeden z největších zdravotních problémů západní společnosti, kdy se náklady za tyto pacienty pohybují ve výši stovek miliard amerických dolarů ročně (Katz, 2006).

### 2.5.1 Dělení bolestí dolní části zad

Bolest zad, jak již byla rozdělena v předchozí kapitole, což platí i pro LBP, může být etiologie páteřní a nepáteřní. Nepáteřní bolest je nezávislá na postavení páteře a při palpaci páteře se bolest nevyskytuje. Jde o takzvanou přenesenou bolest, která může být viscerálního či somatického původu, jež je vnímána z oblasti inervované jinými nervy, než oblast, kde se vyskytuje skutečný zdroj bolesti (Bogduk, & McGuirk, 2002; Bednařík et al, 2006).

V kapitole Dělení bolestí zad jsou BZ rozděleny dle van Tuldera et al (2006) na:

- Nespecifické bolesti zad, někdy také prosté BZ (bez zjevné organické příčiny);
- Kořenové bolesti (nejčastěji kořenová komprese);
- Bolesti, kdy je příčinou závažné onemocnění jako: tumor, infekce, trauma atd. (systém červených praporků v diagnostice – red flags).

Tato kapitola se jim bude věnovat podrobněji.

### **2.5.2 Nespecifické, prosté bolesti dolní části zad**

Jedná se o bolesti většinou nejasné etiologie bez zřejmého anatomického nálezu a s benigním průběhem. Ve většině případů LBP se jedná právě o tyto bolesti zad. Nespecifické bolesti zad (NLBP, non-specific low back pain) jsou veskrze nociceptivní a jejich typickou lokalizací jsou lumbosakrální oblasti jako např. hýždě, stehna atp. Věk pacientů je většinou v rozmezí od 20 – 55 let (Bednařík & Kadaňka, 2006; Krismer & van Tulder, 2007; Vrba, 2008).

### **2.5.3 Kořenové bolesti (neurogenní) dolní části zad**

Tyto bolesti jsou většinou vyvolány kompresí kořene, méně časté jsou kořenové bolesti bez komprese. Klinicky bývá většinou pozorována triáda příznaků:

- Senzitivní příznaky (šíří se ve specifických dermatomech);
- Segmentální motorické příznaky (mohou chybět, pokud je postižení lokalizováno v oblasti zadních senzitivních kořenů);
- Lokální bolest v jisté oblasti páteře, která je spojena s poruchou funkce daného segmentu páteře a/nebo reflexními změnami (může v některých případech chybět (Bednařík & Kadaňka, 2006; Effler, 2009).

Nutné je diferenciatně odlišit radikulární bolesti od pseudoradikulárních, jež mohou být způsobeny útlakem nervu/nervů hypertonickým svalem (typicky m. piriformis a pseudoradikulární syndrom S1). Dále pak může pseudoradikulární syndrom způsobovat postižení meziobratlových kloubů (fasetový syndrom), afekce sakroiliakálního (SI) zkloubení (dermatom S1), lumbální plexopatie, afekce kyčelního kloubu (dermatom L4), morbus Bechtěrev aj. (Bednařík & Kadaňka, 2000).

### **2.5.4 Bolesti dolní části zad vyvolané závažným organickým onemocněním**

Příčinou těchto obtíží bývá většinou trauma, tumor či zánět. Bolesti jsou obvykle lokální, avšak mohou se vyskytovat také v kombinaci s radikulární symptomatikou, pokud je postižen kořen (Bednařík & Kadaňka, 2006).

Pro zajištění správné diagnózy a pro včasné zachycení tohoto typu onemocnění slouží tzv. systém varovných příznaků (červené praporky, red flags), který se poprvé vyskytl v amerických směrnících Agency for Health Care Policy and Research z roku 1994 a následně jej přepracovali autoři Barsa a Häckel (2004).

V případě nádorového onemocnění převyšují metastázy v oblasti páteře primární nádorová onemocnění páteře asi 25krát. Zhruba 70% nádorů tvoří metastázy právě v oblasti páteře, z nichž nejčastějšími jsou karcinomy prostaty, prsu, plic, ledvin, štítné žlázy a tlustého střeva (Barsa & Häckel, 2004).

### **2.5.5 Vyšetření pacientů s bolestí dolní části zad**

Chou a jeho spolupracovníci (2007) na počátku svého článku uvádějí doporučení, která se týkají vyšetření pacientů s bolestí dolní části zad. Prvním z těchto doporučení je zaměřit se na podrobnou anamnézu a následně na vyšetření, jež vedou k určení jednoho ze tří typů LBP (nespecifická LBP, radikulopatie, jiná závažná onemocnění). Dále uvádějí, že je možné kvalitním vyšetřením zamezit nadměrnému užívání zobrazovacích a jiných metod ve vyšetřování zvláště, když se jedná o nespecifické LBP. Tato vyšetření by měl pacient podstoupit v okamžiku zaznamenání tzv. červených praporek (red flags).

Doporučení se týkají také interakce zdravotníků a pacienty s LBP, kdy by měli být pacienti seznámeni se svým zdravotním stavem, rizikovými faktory a prevencí. Farmakoterapie by měla být založena na závěrech klinického vyšetření a na předchozích zkušenostech pacienta ve smyslu: léky jsou účinné a dobře tolerované, není důvod předepisovat nové. V neposlední řadě by měla být pacientovi, u kterého není příčinou LBP závažné onemocnění, doporučena rehabilitace spojená s ergonomií (Chou et al., 2007; Opavský, 2011).

### **2.5.6 Anamnéza**

Vyšetření bolesti již byl věnován prostor v kapitole Bolest. Doplnujícími otázkami při bolestech zad by měly být otázky týkající se lokalizace bolesti, intenzity bolesti a její kvalitativní složky. Bylo zjištěno, že při deskripci akutních bolestí zad volí pacienti rozdílná označení, než když se jedná o bolesti chronické, a dále se také liší v popisu bolestí s kořenovou symptomatikou a bolestí bez kořenové symptomatiky, kdy Opavský (2011) uvádí jakousi sumarizaci těchto tzv. deskriptorů bolesti ve své knize „Bolest v ambulantní praxi“. Jako příklad lze uvést procentuální zastoupení deskriptoru „vystřelující bolest“, kdy pacienti s bolestí zad s kořenovou symptomatikou uvedli tento popis v 80,3% a pacienti s bolestí zad bez kořenové symptomatiky se takto vyjádřili v 43,8%. Proto je potřeba soustředit se při vyšetření na subjektivní hodnocení bolesti pacientem, kdy např. pacienti s chronickými bolestmi zad bez radikulární symptomatiky užívají častěji výrazů jako: bolest tupá,



přetrvávající, unavující, vyčerpávající aj.; pacienti s bolestí s radikulární symptomatikou hodnotí svou bolest nejčastěji jako vystřelující (Opavský, 2011).

Také je potřeba se soustředit na časové údaje, čili jestliže bolest vznikla náhle a jak dlouho trvá, ve které části dne, týdne, měsíce či roku se bolesti vyskytují a jak dlouho přetrvávají. Následně je důležité zjistit při jakých činnostech bolesti vznikají/zesilují či zanikají/ustupují. Pro získání těchto faktů je tedy důležitý detailní odběr pracovní a sportovní respektive volnočasové anamnézy (Opavský, 2011).

Důležitým anamnestickým údajem je dřívější výskyt bolesti, symptomy, které nynější LBP předcházely, dřívější léčba, pokud pacient nějakou podstoupil, a odezva na tuto léčbu. Cílenými dotazy, jež se týkají osobní anamnézy, čili celkového zdravotního stavu pacienta, je možné určit, zda se nejedná o LBP způsobenou závažným onemocněním, kdy jsou pacientovi kladeny cílené dotazy na jiná interní onemocnění (vertebro-viscerální vztahy), náhlý váhový úbytek, inkontinenci, ztrátu svalové síly na dolních končetinách či změnu citlivosti v oblasti DKK, pády, infekční onemocnění aj., viz kapitola: Bolesti dolní části zad vyvolané závažným organickým onemocněním (Chou et al., 2007; Opavský, 2011).

### **2.5.7 Klinické vyšetření pacientů s bolestmi dolní části zad**

Aspekčně je pacient hodnocen již při vstupu do ordinace, kdy se vyšetřující zaměřuje na pohybové stereotypy pacienta, držení těla a verbální a nonverbální projevy bolesti. Následně je pacient vyšetřován ve spodním prádle, kdy se opět vyšetřující zaměří na celkové držení těla (pohled na pacienta zezadu, zboku a zepředu), kdy se hodnotí symetrie pravé a levé poloviny těla, míra zakřivení páteře ve všech rovinách, postavení hlavy vůči trupu, postavení pánve vůči trupu, držení horních a dolních končetin, stereotyp dýchání, paravertebrální valy atd.

Následně je dobré podrobit pacienta zkoušce dvou vah, kdy by rozdíl v kilogramech levé a pravé strany neměl přesáhnout 5kg, respektive 7,5%. Funkční zkoušky páteře zaměřující se na oblast bederní páteře jsou Schoberova a Stiborova zkouška a celkově lze orientačně hodnotit rozvíjení páteře pomocí Tomayerovy zkoušky, která nám také pomáhá ozřejmit skoliózu. Posouzena by měla být také schopnost a kvalita provedení záklonu, jenž by měl probíhat rovnoměrně až po lumbosakrální segment, lateroflexe (musí být přítomna rotační synkinéza pánve kontralaterálně) a rotace páteře.

Palpačně se vyšetřuje postavení pánve vestoje a vsedě (palpace pánevních krist), předních a zadních spin kosti kyčelní, následuje vyšetření tzv. fenoménu předbíhání a příznaku trnu,

kdy je snahou diagnostikovat blokádu či posun sakroiliakálního (SI) skloubení (popřípadě vyšetření kloubní hry SI jedním z mnoha testů).

## 2.6 Functional Reach Test

Functional Reach Test (FRT) byl, jakožto metoda hodnotící balanční schopnosti jedince, rozvinut v roce 1990 Pamelou Duncan et al. Studie prokázala vysokou pozitivní korelaci ( $r = 0,71$ ) mezi pohybem CoP a vzdáleností dosahu při provádění FRT napříč generacemi. Jedná se o maximální vzdálenost dosahu vpřed, kdy výchozí polohou pro měření je napřímený stoj s jednou horní končetinou předpaženou ve výši ramene. Osoba provádějící FRT se následně snaží dosáhnout co nejdále vpřed, přičemž nedochází ke změně opěrné báze, čili nedojde k odlepení pat od podložky či úkroku (Duncan et al., 1990; Kage et al., 2009).

Nejčastěji se v dnešní době s pojmem Functional Reach test setkáváme zejména v souvislosti s Bergové balanční škálou (Berg Balance Scale). Tato byla sestavena tak, aby co nejlépe hodnotila balanční schopnosti a jejich změny v průběhu času, a to zejména u seniorů a osob po cévní mozkové příhodě (Kornetti et al., 2004). Dále lze FRT pokládat za velice užitečný test pro hodnocení posturální kontroly během dopředného pohybu (Westcott et al., 1997).

### 2.6.1 Provedení FRT

Test se provádí nejčastěji u zdi, na které je umístěn metr, jehož pomocí lze odečíst výsledek FRT. Proband je bos, stojí napřímen vedle zdi. Horní končetina, nacházející se blíže zdi je předpažena do výše ramene (paralelně s podlahou), druhá horní končetina je volně podél těla. Ruka může být držena v pěst či s extendovanými prsty. Výchozí poloha prstů je odečtena pomocí metru. Následně je proband vyzván, aby se předklonil tak, aby dosáhl co nejdále, přičemž udržuje paži stále ve výši ramen. Z metru je odečtena hodnota dosahu. Proband se následně vrací zpět do výchozí polohy. Během tohoto testu se nesmí změnit opěrná báze, čili proband nesmí odlepit paty od podložky či ukročit (Kage et al., 2009; Weiner et al., 1993).

### 2.6.2 Biomechanické a kineziologické aspekty FRT

Úkoly (časté funkční aktivity), týkající se dopředného dosahu ve stoje, zahrnují volní pohyb horní končetiny či horních končetin a zároveň posturální kontrolu a aktivitu svalů dolních končetin a trupu. V neposlední řadě hraje flexe trupu zásadní roli během pohybu horní končetiny za účelem dosahu (Cavanaugh et al., 1999).

Během FRT (či obecně dopředného dosahu jednou horní končetinou) dochází k multiplanárnímu pohybu páteře. Cavanaugh et al. (1999) dospěli u mladých lidí (20 – 36 let) k tomuto výsledku:

- Flexe trupu: 55,3°;
- Thorakolumbální rotace: 14,3°;
- Rotace dolní části těla: 11,2°;
- Rotace hrudníku: 9,8°;
- Rotace beder: 7°;
- Laterální flexe trupu: 16°.

Hoffman et al. (2012) popsal rozdílné poměry pohybu bederní páteře k pohybu v kyčelních kloubech během flexe trupu u mužů a u žen. U žen, dle jeho výzkumu, dochází k většímu rozsahu pohybu v kyčlích a u mužů v bederní páteři, což potvrdila také studie Nelson-Wongové et al. (2012).

Dále během FRT dochází k posunu CoP v medio-laterálním směru o 44mm a v antero-posteriorním směru o 133mm. Průměrný dosah u této skupiny lidí byl 411mm (Cavanaugh et al., 1999).

Silfiesová et al. (2009) ve své studii prokázali, že koordinace trupu a pánve během FRT u zdravé skupiny lidí (průměrný věk 38,8 let) je plynulá. V případě jejich kontrolní skupiny se ukázalo, že si probandi udrželi konstantní vzor FRT a také pohybu zpět do napřímení. Dominantní skupinou svalů při provádění FRT byly extenzory trupu a kyčelních kloubů, které se během dopředného pohybu aktivovaly excentricky a během návratu zpět vykonávaly koncentrickou aktivaci. Přičemž významnou roli ve vzdálenosti dosahu při FRT hraje dobrá funkce kyčelních kloubů. Během předklonu zdravých lidí je poměr pohybu bederní páteře k pohybu kyčelních kloubů takovýto: Ve včasné fázi předklonu (0° - 30°) je pohyb bederní páteře ku pohybu kyčelních kloubů vyjádřen poměrem 2:1. Střední fáze (30° - 60°) je vyjádřena poměrem 1:1. Pozdní fázi (60° - 90°) vystihuje poměr pohybu bederní páteře k pohybu kyčlí 1:2. Nutno podotknout, že bederní páteř během předklonu zdravých lidí, zejména ve včasné a střední fázi, zůstane déle napřímená, jak vyplývá ze studie Esoly et al. (1996).

Studie prokázaly, že během flexe trupu se jako první velice silně zapojí paravertebrální svalstvo, následuje gluteální svalstvo a naposledy hamstringy a mm. solei. Po dosažení nejhlubšího předklonu dochází k útlumu funkce svalů, kdy je celá postura držena pasivně pomocí ligamentózního aparátu páteře, který je připojen ke kostem pánve. Pánevní je během

hlubokého předklonu klopena zpět tahem hamstringů. Následné napřímení se děje pomocí opačného zapojení výše zmíněných svalů: hamstringy, gluteální svalstvo, erektory v oblasti bederní páteře a nakonec erektory hrudní páteře (Kapandji, 1974).

### **2.6.3 Neurofyziologické aspekty FRT**

FRT, jak už lze odvodit ze slova „test“, které je obsaženo v názvu, se v běžném životě nevyskytuje. Avšak s podobným pohybovým stereotypem se setkáváme dnes a denně v mnoha modifikacích – jedná se o běžné denní situace, kdy jsme nuceni se „natáhnout“ pro či dosáhnout na předměty denní potřeby za účelem následné manipulace s nimi. Tyto pohybové stereotypy lze zařadit do repertoáru naší hrubé motoriky, kdy nepřemýšlíme nad tím, jak daný pohyb provést. Tento pohyb, čili dosah, vztažení se k něčemu či za něčím, provádíme jakožto důsledek naší potřeby manipulace s předmětem, k němuž potřebujeme „dopravit“ horní končetinu respektive ruku.

Tento pohybový stereotyp, vyskytující se v běžném denním životě, spadá do kategorie pohybů, která je označována jako hrubá motorika. Jedná se o posturální a lokomoční funkci pohybového systému, kdy posturální funkce tvoří opěrnou bázi pro pohyb (lokomoční funkci hybného systému). Postura pohybu předchází (výchozí pozice) a pohyb také zakončuje (Véle, 1997).

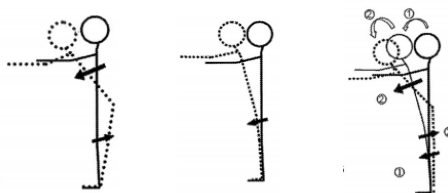
Lokomoční funkce je změna polohy jednotlivých segmentů těla či těla jako celku. Orientace lokomoce je dána informacemi z telereceptorů, propioceptorů, exteroceptorů a interoceptorů. Telereceptory podávají centrální nervové soustavě informace o stavu vnějšího prostředí, propioceptory o nastavení jednotlivých segmentů pohybového systému a interoceptory o stavu vnitřního prostředí. Na bázi zpětnovazebné kontroly se pohyb následně stává ekonomickým a to i v případě neustálých změn zevního i vnitřního prostředí (Véle, 1997; Vařeka 2002).

Podnětem k pohybu je motivace. Ta může být instinktivní nebo vědomá. Vždy je však účelově zaměřená. Motivace je „motorem“ naší pohybové činnosti (Véle, 1997).

### **2.6.4 Pohybové strategie FRT**

Byly zaznamenány tři typy pohybových strategií při provádění FRT u zdravých mladých lidí ( $22 \pm 2$  roky). Tyto strategie byly nazvány: kotníková (ankle), kyčelní (hip) a smíšená (mixed). U těchto strategií byl zaznamenán rozdíl v dosažené vzdálenosti. Kotníková strategie  $26,3 \pm 5,4$ cm, kyčelní strategie  $33,2 \pm 2,1$ cm, smíšená strategie  $33,1 \pm 3,3$ cm. Signifikantní

pozitivní korelace mezi dosaženou vzdáleností a vychýlením CoP byla zjištěna u strategie kotníkové ( $r = 0,94$ ) a smíšené ( $r = 0,57$ ), ne však u strategie kyčelní ( $r = 0,34$ ) (Liao & Lin, 2008).



**Obrázek č. 1:** strategie provádění Functional Reach testu. Zleva – kyčelní, kotníková, smíšená (Liao & Lin, 2008).

### 2.6.5 Modifikace FRT

Klasické provedení FRT bylo popsáno v roce 1990 Pamelou Duncan et al. Výchozí polohou pro měření je napřímý stoj s jednou horní končetinou předpaženou ve výši ramene. Osoba provádějící FRT se následně snaží dosáhnout co nejdále vpřed, přičemž nedochází ke změně opěrné báze, čili nedojde k odlepení pat od podložky či úkroku. Dlaň je držena v pěst.

Jednou z modifikací je změna nastavení ruky, kdy se pěst změní na natažený ukazovák – autor studie to zdůvodnil snazším odečtem dosažené vzdálenosti na metru. Dále lze FRT modifikovat využitím obou horních končetin, kdy jsou tyto drženy ve flexi 90° (Volkman et al., 2007). Volkmanová a kolektiv (2007) také porovnali dva typy měření dosažené vzdálenosti během FRT, kdy měřili nejprve vzdálenost prst – prst (finger to finger) a následně vzdálenost palec (nohy) – prst (toe to finger), kdy zaznamenali kvalitnější výsledky pomocí druhé metody měření (toe to finger). Počáteční bod měření byla v tomto případě pevně stanovená linie na zemi, na kterou probandi umístili palce nohou.

Kage et al. (2009) porovnali FRT prováděné pomocí dosahu jednou horní končetinou a dvěma horními končetinami. Prokázali vyšší validitu FRT prováděného jednou horní končetinou, pokud se jedná o test hodnotící stabilitu jedince.

Autoři Demura a Yamada (2007) využili k měření FRT elastickou hůlku (elastic stick), která byla upevněna ve výši akromionu probanda naproti na zdi. Konec hůlky byl opatřen gumovou zátkou a hůlka byla teleskopicky nastavitelná. Proband měl za úkol stejným mechanismem, jaký je využit u FRT, dosáhnout na konec hůlky a zasunout jej tak daleko, jak je schopen, aniž by ukročil, či změnil bázi opory. Po srovnání výsledků s výsledky z měření klasického FRT byl dosah s pomocí „elastic stick“ větší.

## 2.7 Elektromyografie

Elektromyografie (EMG) je technika, která se týká vývoje, zaznamenávání a analýzy myoelektrických signálů, jež určuje stav bioelektrického potenciálu na membránách svalových vláken (Konrád, 2005).

Jöllenneck (2006) popisuje EMG jako výkonnou metodu k analýze neviditelné svalové aktivity. Zpracováním amplitudy signálu a analýzou „offset“ a „onset“ EMG poskytuje informace o trvání, intenzitě a elektrické aktivitě stahu vláken svalu. Frekvenční analýza je nám schopna poskytnout data týkající se informací o únavě svalu, množství aktivovaných svalových vláken a jejich typů.

Elektromyografie je „svůdná múza“ jež nám poskytuje snadný přístup k fyziologickým procesům, které umožňují ve svalech generovat sílu a vytvářet tak pohyb, díky kterému jsme schopni interakce s okolním světem (De Luca, 1997).

### 2.7.1 Elektrofyziologická podstata měření EMG

EMG je postavena na měření elektrického potenciálu semipermeabilní buněčné membrány svalového vlákna (Konrad, 2005). Čili pomocí EMG registrujeme množství elektrické aktivity motorických jednotek v průběhu svalové kontrakce (Pánek, Pavlů & Čemusová, 2009).

Klidový membránový potenciál (polarizace) buněčné membrány kosterního svalu je -80 až -90mV. Tento je dán poměrem iontů (zejména  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  a  $\text{Cl}^-$  a  $\text{HCO}_3^-$ ) vně a uvnitř buňky (koncentrační gradient) a závisí na intenzitě aktivního transportu iontů skrz iontové kanály (Trojan, 2003).

Aktivace alfa-motoneuronu předního rohu míšního vede k excitaci periferního motorického nervu končícího nervosvalovou ploténkou, kde následně dojde k vyplavení acetylcholinu do synaptické štěrby, čímž se aktivují iontové kanály v membránách svalových buněk, změní se koncentrační gradient extra a intra – celulárního prostoru a dojde k depolarizaci buněčné membrány. Změna z klidového potenciálu (-80 až -90mV) na fázi depolarizace (+30mV) se nazývá akční potenciál. Depolarizaci musí bezprostředně následovat repolarizace, navíc následována post-hyperpolarizační fází pro opětovné dosažení klidového potenciálu. Takovéto změny koncentračního gradientu iontů intracelulárního a extracelulárního prostoru následně vedou k aktivaci kontraktilních elementů svalové buňky, čili ke kontrakci svalového vlákna/svalu. Jev, kdy dojde k rozšíření buněčného akčního potenciálu po celé membráně svalového vlákna, se nazývá svalový akční potenciál (muscle action potential, MAP).

Elektrické MAP se v rámci kosterního svalu načítají. Potenciál, jenž vznikne součtem AP jednotlivých svalových vláken, která náleží jedné motorické jednotce, se nazývá potenciál motorické jednotky (motor unit potential, MUP). Právě tento výše popsáný fyziologický proces je podstatou měření EMG (Konrad, 2005; Krobot & Kolářová, 2011; Trojan, 2003).

Během cyklu depolarizace – repolarizace vzniká v průběhu svalového vlákna takzvaná depolarizační vlna (elektrický dipól), která je následně zaznamenána EMG elektrodami a transformována na EMG signál (Konrad, 2005).

Nejpodstatnější fyziologické faktory, které ovlivňují magnitudu a hustotu EMG signálu, jsou: množství aktivovaných motorických jednotek a frekvence jejich pálení. Typickým pro volní aktivaci motorické jednotky je její symetrické „pálení“ (firing), čili pálení o přibližně stejné frekvenci, která se během zvyšování volní kontrakce stupňuje z asi 4 – 5Hz na zhruba 50Hz (tetanický stah). Dále, během zvyšování volní kontrakce, dochází k náboru dosud neaktivovaných motorických jednotek s vyšším prahem dráždivosti. Zjednodušeně lze tedy říci, že je EMG signál odrazem schopnosti firingu a náboru motorických jednotek měřeného svalu (Konrad, 2005; Bednařík et al., 2001).

### **2.7.2 Dělení EMG**

Základním dělením EMG je dělení na neurologické a kineziologické EMG. Zatímco neurologické EMG se zabývá měřením uměle vyvolané svalové odpovědi na externí elektrickou stimulaci a je analyzováno za statických podmínek, kineziologické EMG se využívá k rozboru muskulární aktivity během rozličných posturálních situací při pohybu, při hodnocení pracovních podmínek, čili se zaměřuje na analýzu řízení pohybu. Také se využívá jako nástroj pro diagnostiku, léčbu či trénink nervosvalového aparátu (Konrad, 2005; Krobot & Kolářová, 2011).

Jak uvádí Konrad (2005), je kineziologické EMG zejména nástrojem určeným pro výzkum a to hlavně na poli medicíny (ortopedie, funkční neurologie aj.), rehabilitace (feedback – neurorehabilitace, léčebná tělesná výchova, fyzikální terapie atd.), ve sportovních vědách (pohybová analýza, biomechanika pohybu aj.) a v ergonomii práce (dizajn ergonomických pomůcek, prevence pracovních úrazů, analýza dopadu zaměstnání na neuromuskulární aparát atd.).

Dále lze EMG dělit na invazivní (tzv. fine wire) EMG, kdy se elektroda v podobě tenkého drátku zavede přímo do měřeného svalu a je tak možné zaznamenávat AP pouze jedné MU (Konrad, 2005; Krobot & Kolářová, 2011). Tato metoda je popisována jako přesnější, avšak ji



nelze využívat v nelékařských oborech, vzhledem k tomu, že je během aplikace porušen kožní kryt probanda při zavádění elektrod do svalu. Proto se v nelékařských profesích hojně využívá tzv. povrchová elektromyografie (surface electromyography – SEMG), viz níže.

### **2.7.3 Povrchová elektromyografie**

Povrchová elektromyografie (SEMG – Surface Electromyography) je v současnosti velice rozšířenou experimentální, neinvazivní, neurofyziologickou vyšetřovací metodou, jež umožňuje zaznamenat a zkoumat elektrofyziologickou aktivitu excitovaných svalů v průběhu pohybu pomocí elektrod umístěných na povrchu kůže, aniž by ohrozila zdravotní stav zkoumaného subjektu (Krobot & Kolářová, 2011; Pánek, Pavlů & Čemusová, 2009; Rau, Disselhorst & Silny, 1997; Day, n.d.). Zwarts a Stegeman (2003) došli k závěru, že je vícekanálová elektromyografie (poly-SEMG) jedinečným a mnohdy nezbytným nástrojem pro prohlubování našich znalostí motorické jednotky.

V tomto případě je snímána a zaznamenávána aktivita většího množství motorických jednotek, které se nacházejí v blízkosti snímacích senzorů (elektrod) umístěných na kůži nad testovaným svalem (Krobot & Kolářová, 2011).

SEMG je nejčastěji snímáno tzv. bipolárně, tzn. pomocí dvou elektrod umístěných paralelně v průběhu svalových vláken snímaného svalu. Na rozdíl od monopolární metody snímání AP, kdy je měřeno napětí mezi elektrodou nad svalem a zemnicí elektrodou, je bipolární elektroda přesnější. U snímání monopolární metodou totiž hrozí riziko souběžného snímání aktivity okolních svalů (Enoka, 2002).

### **2.7.4 Bipolární snímání SEMG**

Jak již bylo zmíněno výše, jde o metodu snímání SEMG, kdy jsou elektrody umístěny vedle sebe paralelně s vlákny snímaného svalu a mezi středy elektrod by měla být dodržena vzdálenost 1 až 2cm. Referenční neutrální elektroda by měla být umístěna co nejdál od senzorů, a to v elektricky co nejméně aktivní oblasti (kostní prominence, kloub atd.). Výsledkem tohoto snímání SEMG je bipolární signál, jenž je následně zesílen v diferenciálním zesilovači, a který představuje potenciálový rozdíl snímáný oběma elektrodami v témže okamžiku (De Luca, 2002; Konrad, 2005; Krobot & Kolářová, 2011).

Při dynamických studiích je důležité umístit pár elektrod centrálně do oblasti nad měřeným svalovým bříškem a myslet při aplikaci elektrod také na možný posun svalového bříška

v průběhu pohybu, respektive jeho kontrakce, ať už excentrické či koncentrické (Konrad, 2005).

Day (n. d.) popisuje dva typy elektrod pro měření SEMG jež se běžně používají: Suché elektrody, které jsou v přímém kontaktu s kůží a gelové elektrody, jež využívají elektrolytický gel pro vytvoření chemického rozhraní mezi kůží a kovovou složkou elektrody (na jedno/více použití).

V porovnání se suchými elektrodami jsou gelové elektrody lehčí a lépe přilnou ke kůži. Na trhu jsou k dostání gelové elektrody na jedno použití rozličných tvarů a velikostí (1cm a méně), jsou velice lehké a liší se také chemickým složením gelové složky elektrody a použitého kovu (nejčastěji Ag či AgCl). Kvalitní a přesnou aplikací navíc při použití jednoúčelových gelových elektrod minimalizujeme riziko posunu či odlepení elektrody během měření dokonce i v průběhu rychlých pohybů (Day, n.d.; De Luca, 1997; Konrad, 2005).

### **2.7.5 Faktory ovlivňující EMG signál a jeho zpracování**

Faktorů ovlivňujících detekci EMG signálu a jeho následné zpracování je nemalé množství. Přehledně a precizně je zpracoval De Luca ve svém článku *The Use of Surface Electromyography in Biomechanics* (1997) a částečně se těmto faktorům věnuje také Konrad (2005).

Kauzativní faktory, jež mohou ovlivnit kvalitu EMG signálu, se dělí do dvou skupin: na vnější a vnitřní. Vnější faktory ovlivňující EMG signál jsou faktory, které přímo souvisí s umístěním a strukturou elektrod, a patří mezi ně:

- Konfigurace elektrod – tvar a velikost elektrod a vzdálenost mezi nimi;
- Umístění elektrod vzhledem k motorickému bodu svalu a přechodu svalu ve šlachy;
- Umístění elektrod vzhledem k laterálnímu okraji svalu (crosstalk – viz níže);
- Orientace umístění elektrod vzhledem k průběhu svalových vláken.

Vnitřními faktory ovlivňujícími EMG záznam jsou faktory fyziologické, anatomické a biomechanické, jež charakterizují daný sval a patří mezi ně:

- Množství aktivovaných svalových jednotek a doba kontrakce svalu;
- Poměr typového zastoupení svalových vláken ve svalu;
- Cévní zásobení svalu;
- Průměr svalových vláken;
- Vzdálenost aktivních svalových vláken od kožního povrchu;

- Množství tkáně mezi svalem a elektrodami;
- Časoprostorová aktivace motorických jednotek (timing, firing a nábor);
- Další faktory, jako například délka depolarizační zóny a prostupnost iontů skrze buněčnou membránu.

Mezi přechodné faktory ovlivňující EMG záznam patří:

- Pásmová propustnost elektrod;
- Objemová detekce elektrody;
- Skládání akčních potenciálů zaznamenaných EMG signálů;
- Fenomén crosstalk z přilehlých svalů, kdy svaly v blízkosti měřeného svalu mohou svou aktivitou ovlivnit výstupní signál (př. signál srdečního svalu při měření EMG v oblasti svalů ramenního pletence, trupu).
- Rychlost vedení akčního potenciálu podél membrány svalového vlákna;
- Vliv prostorové filtrace vzhledem k relativní poloze elektrody a aktivních svalových vláken.

Vymežujícími faktory, jež mají přímý vliv na velikost EMG signálu a jeho zaznamenanou sílu jsou:

- Množství aktivovaných motorických jednotek;
- Síla záškubu motorické jednotky;
- Mechanická interakce mezi svalovými vlákny;
- Míra pálení motorických jednotek;
- Množství zaznamenaných motorických jednotek;
- Amplituda, trvání a tvar akčního potenciálu jednotlivých motorických jednotek;
- Stabilita náboru motorických jednotek.

Následně je také potřeba eliminovat okolní hluk - frekvence vysílané okolními elektromagnetickými zařízeními (Konrad, 2005).

Mnohé z těchto faktorů mohou být úspěšně eliminovány precizní přípravou měření a kvalitními laboratorními podmínkami (Konrad, 2005; Rau, Disselhorst & Silny, 1997; Gerdle et al., 1999).

Vzhledem k množství vyjmenovaných faktorů ovlivňujících EMG signál bychom měli co nejdříve předcházet chybám při měření. Zejména bychom měli dodržovat tato pravidla, která vyjmenovávají autoři Day (n.d.), De Luca (1997), Konrad (2005) a Jöllenbeck (2006):

- Využití stejných elektrod během jednotlivých měření;
- Použití shodného zesilovače u všech měření;

- Kvalitní kontakt mezi elektrodami a kůží, kvalitní příprava kůže před aplikací elektrod (oholení a očištění kůže alkoholem). Dufek (1995) se ve své práci zmiňuje o možnosti znehodnocení kontaktního gelu při využití alkoholu pro odmaštění kůže a poznamenává, že by mělo být při přípravě postačující kůži důsledně umýt vodou;
- Eliminace množství elektromagnetických zařízení v místnosti;
- Vhodné uložení povrchových elektrod. De Luca (1997) udává jako nejvhodnější oblast nad nejširší částí svalového břicha, přičemž by detekční povrch měl být orientován kolmo na průběh svalových vláken. Autoři Rainoldi, Merchiorri a Causo (2004) považují za nejvhodnější uložit elektrody v místě mezi šlachou a motorickým bodem svalu ve vzdálenosti cca 10mm.

### 2.7.6 Zpracování EMG signálu

Základním pravidlem při zpracování EMG signálu do podoby elektromyogramu (záznam EMG signálu), jež definuje Jöllenbeck (2006), je změnit původní EMG signál pouze tak málo, jak je možné, a tak moc, jak je nezbytné.

Surový/nezpracovaný SEMG signál je interferenční vzorec akčních potenciálů snímaných elektrodami. Tento by měl být prost externích šumů a jiných artefaktů, které eliminujeme zejména dodržáním správného postupu při aplikaci elektrod a při nastavení EMG přístroje. Již ze surového SEMG záznamu jsme schopni určit, zda je sval aktivní a zda je míra jeho aktivity v závislosti na konaném pohybu kvalitní či nikoliv. Aktivace svalu je na surovém elektromyogramu patrná jako nárůst amplitudy a frekvence signálu. Není však možné tento nezpracovaný elektromyogram složený z náhodně uspořádaných amplitud přesně reprodukovat. Pro následnou práci s EMG záznamem je nezbytná jeho další úprava. (Clancy et al., 2004; Krobot & Kolářová 2011).

Měření a přesná prezentace elektromyogramu závisí na vlastnostech elektrod a jejich interakci s kůží, zesilovači a kvalitě převodu signálu z analogové do digitální podoby. Jakost měřeného EMG signálu se odvíjí od poměru čistého EMG signálu se signály, jež souvisí s externím hlukem (jiná elektromagnetická zařízení v místnosti, hluky způsobené spojením kůže – elektroda). Cílem každého měření je maximalizovat amplitudu EMG signálu a zároveň minimalizovat okolní hluk (Gerdle et al., 1999).

### **2.7.7 Základní/nulová linie**

Prvním krokem při zpracování signálu je korekce nulové/základní linie (zero-line-correction), pokud je to nutné. Základní linie je záznam okolních šumů tehdy, kdy je sval v klidu, neměla by přesáhnout velikost 10 až 15 $\mu$ V a musí mít na elektromyogramu počátek v nule (Konrad, 2005; Krobot & Kolářová, 2011).

### **2.7.8 Frekvenční analýza**

Původní naměřený analogový signál není výhodný z hlediska jeho nízké odolnosti vůči okolním šumům či zkreslení. Tento je nutné převést na digitální signál a ještě před zmíněným převodem filtrovat z důvodu potlačení artefaktů a s ohledem na zvolení minimální nutné vzorkovací frekvence. Vlastní proces digitalizace probíhá pomocí analogově/digitálního převodníku. 10 – 20Hz , neboli „high-pass“ filtrace. je odstranění pohybových artefaktů, hlavně u měření během různých pohybových disciplín. Fournierovou transformací, která slouží k převodu časového záznamu signálu na záznam frekvenční, se získá tzv. „total power spektrum“ – celkové výkonné spektrum EMG signálu. Nejčastěji využívanými parametry pro následné hodnocení spektra jsou: průměrná frekvence, střední hodnota frekvence a vlnový rozsah spektra. Nejhojnější využití analýzy frekvenčního spektra je při hodnocení svalové únavy (Gerdle et al., 1999; Hägg et al., 2004; Jöllenbeck, 2006; Krobot & Kolářová, 2011).

### **2.7.9 Rozbor amplitudy**

Dalším krokem je vizuální úprava (rektifikace) EMG signálu. EMG signál, respektive jeho amplituda, se pohybuje v záporných i kladných hodnotách. Pouhé zprůměrování výsledných hodnot by teoreticky vedlo k výsledku rovnému nule. Rektifikace je metoda, kdy se záporné hodnoty surového záznamu eliminují nebo se převádějí do hodnot kladných (Gerdle et al., 1999; Hägg et al., 2004; Jöllenbeck, 2006; Krobot & Kolářová, 2011).

Následně se signál filtruje a zjemňuje/vyhlazuje tak, že se opatří obalovou křivkou. Dochází k tzv. low-pass filtraci – odfiltrování vysokofrekvenčních komponent, abychom se vyhnuli jevu zvanému „aliasing“, což je maskování vyšších frekvencí za nižší (500 až 1000Hz). Výsledkem filtrace, respektive zjemnění a vyhlazení EMG signálu, je možnost kvalitativního i kvantitativního vyhodnocení svalové aktivity (Mohylová & Krajča, 2004; Gerdle et al., 1999; Jöllenbeck, 2006).

### **2.7.10 Normalizace EMG signálu**

Dalším krokem pro získání informací o velikosti svalové aktivace a síly je normalizace amplitudy EMG záznamu, kdy je nejprve nutné změřit maximální izometrickou volní kontrakci svalu v předem stanovené pozici. Převážně je doporučena délka kontrakce několik vteřin a měření maximální volné kontrakce je dobré párkrát zopakovat. Mezi jednotlivá měření by měla být vložena pauza, aby se předešlo svalové únavě. Z měřených pokusů se pak vybere ten, u kterého došlo k největšímu nárůstu amplitudy. Následně je možné procentuálně vypočítat aktuální sílu svalové kontrakce (De Luca, 1997; Jöllenbeck, 2006).

Nebo je možné normalizovat EMG signál vztahením naměřené hodnoty svalové aktivity v průběhu pohybu k tzv. aktivační hodnotě, která se vypočítá jako průměrná hodnota klidové svalové aktivity + její dvě směrodatné odchylky. Klidová aktivita by měla být měřena ve výchozí poloze daného pohybu (Krobot & Kolářová, 2011; Merletti & Hermes, 2004; Rodová et al., 2001).

Také je možné normalizovat signál pomocí procentuálního rozdílu svalové aktivity pravého a levého svalu během jejich symetrické aktivity (např. během výskoku, abdukce paží atp.) (Krobot & Kolářová, 2011).

Pro hodnocení svalové aktivity během cyklického pohybu je nutno provést časovou normalizaci, kdy je následně EMG záznam vyjádřen procenty z pohybového cyklu (Jöllenbeck, 2006).

### **2.7.11 Hodnocení svalové aktivity pomocí SEMG**

Povrchové EMG lze využít zejména pro hodnocení timingu svalů (určení náboru svalů během pohybu v čase), svalové únavy a velikosti svalové aktivity respektive síly (De Luca, 2002).

Ukazatele, jež slouží k následnému hodnocení SEMG signálu jsou:

- Root Mean Square – efektivní hodnota signálu;
- Peak – vrchol amplitudy dané křivky;
- Mean – průměrná hodnota amplitudy. Využívá se pro srovnávací analýzu;
- Input – uvádí se v procentech. 100% EMG input je součet hodnot mean všech snímaných kanálů v procentech.
- Rise – tento ukazatel se vztahuje k timingu svalů (Konrad, 2006; Rodová et al., 2001)

## **3 CÍLE A HYPOTÉZY**

### **3.1 Hlavní cíl**

Hodnocení timingu svalů a aktivace svalů pomocí ukazatelů mean (amplituda) a input během provádění Functional Reach testu při stožení na zemi, na zemi s horními končetinami složenými na hrudi a při stožení na předno-zadní balanční ploše u zdravých probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.

#### **3.1.1 Dílčí cíle**

1. Posouzení vlivu zrakové kontroly na timing svalů, na aktivaci svalů hodnocenou pomocí ukazatele mean (amplituda) a na aktivaci svalů hodnocenou pomocí ukazatele input během provádění Functional Reach testu při stožení na zemi, na zemi s horními končetinami složenými na hrudi a při stožení na předno-zadní balanční ploše u zdravých probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.

### **3.2 Hypotézy**

H<sub>0</sub> 1: Není rozdíl v timingu svalů a v aktivitě svalů hodnocené dle ukazatelů mean (amplituda) a input při provádění Functional Reach testu na zemi s otevřenýma a zavřenýma očima u zdravých probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.

H<sub>0</sub> 2: Není rozdíl v timingu svalů a v aktivitě svalů hodnocené dle ukazatelů mean (amplituda) a input při provádění Functional Reach testu na balanční ploše s otevřenýma a zavřenýma očima u zdravých probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.

H<sub>0</sub> 3: Není rozdíl v timingu svalů a v aktivitě svalů hodnocené dle ukazatelů mean (amplituda) a input při provádění Functional Reach testu s otevřenýma očima na zemi, na zemi s horními končetinami složenými na hrudi a na balanční ploše u zdravých probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.

H<sub>0</sub> 4: Není rozdíl v timingu svalů a v aktivitě svalů hodnocené dle ukazatelů mean (amplituda) a input při provádění Functional Reach testu se zavřenýma očima na zemi a na balanční ploše u zdravých probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.

## **4 METODIKA**

### **4.1 Charakteristika měřeného souboru**

Celkem se měření zúčastnilo 27 probandů, z toho 9 mužů a 18 žen. Skupinu s nespecifickou bolestí dolní části zad (NLBP) tvořilo 14 probandů, z toho 7 mužů. Kontrolní skupina se skládala ze 3 mužů a 10 žen. Průměrný věk probandů byl 26,6 let. Průměrný věk skupiny s NLBP byl 28,1 let, průměrný věk kontrolní skupiny byl 25 let.

NLBP pro toto měření byla definována jako přetrvávající či periodická bolest vyskytující se déle než 6 měsíců, kdy nebyla prokázána žádná strukturální porucha. Na deseticentimetrové vizuální analogové škále (VAS) probandi s nespecifickou LBP v den testování uvedli hodnoty aktuální bolesti průměrně 3,03cm. Pomocí škály Present Pain Intenzity (PPI) hodnotící aktuální bolest (viz příloha č. 1) byla průměrně označována hodnota 2 – středně silná bolest.

Pro kontrolní skupinu byli vybráni probandi aktuálně bez bolesti, kteří nikdy netrpěli bolestí zad déle než 3 dny.

Každý proband byl před měřením seznámen s metodickým postupem měření a podepsal informovaný souhlas (viz příloha č. 2). Následně byla odebrána anamnéza (viz příloha č. 3) a proveden kineziologický rozbor (viz příloha č. 4). Posléze byla určena dominantní dolní končetina pomocí vyšetření laterality (viz příloha č. 5), na jejíž stranu byly následně upevněny elektrody.

### **4.2 Příprava měření**

Měření probíhalo v laboratoři Fakulty tělesné kultury a sportu. Probandi byli ve spodním prádle a bosí. Během měření bylo snímáno osmisvodé EMG pomocí přístroje NORAXON - Myosystem 1400A. Kůže nad měřenými svaly byla omyta mýdlovou vodou a vysušena. Měřenými svaly byly: m. tibialis anterior, m. biceps femoris, m. gluteus maximus, m. erector spinae v úrovni druhého bederního obratle, m. obliquus abdominis internus et externus, m. rectus abdominis a m. sternocleidomastoideus. Nad jmenované svaly, na straně dominantní dolní končetiny, byly nalepeny jednorázové elektrody o rozměru 2cm<sup>2</sup>, jejichž středy dělila vzdálenost cca 3cm. Zemnicí elektroda byla součástí prvního svodu a byla nalepena na tuberositas tibiae dominantní dolní končetiny. Elektrody byly lepeny dle nákresu podle Konrada (2005), viz příloha č. 6.





**Obrázek č. 2:** osmisvodé povrchové EMG: NORAXON – Myosystem 1400A (MedicalEXPO, 2015).

### 4.3 Technické vybavení

8 svodé povrchové EMG bylo snímáno pomocí přístroje NORAXON - Myosystem 1400A. Signál byl následně zpracován a analyzován v programu MyoResearch XP Protocol Version 1.03.05.

Elektrody byly nalepeny nad středy svalových bříšek výše zmíněných svalů. Vyšetření těchto svalů bylo provedeno za standardizovaných podmínek 8kanálovou povrchovou elektromyografií o frekvenci 1000Hz. Jednotlivé kanály se skládaly z elektrody vysílací a snímací. První kanál byl navíc opatřen elektrodou zemnicí.

Na zdi v prostoru pro měření byl upevněn krejčovský metr rovnoběžně s podlahou zhruba v úrovni ramene probanda, který sloužil k odečtu dosahu během Functiona Reach testu (FRT). Dále byla k měření použita předo-zadní balanční plocha.

### 4.4 Instrukce probandů a provedení měření

Výchozí polohou měření byl stoj s dolními končetinami na šířku pánve s předpaženou horní končetinou na straně dominantní dolní končetiny, která byla blíže stěně s metrem. Na povel TEĎ pacient provedl FRT, kdy nesměl změnit opěrnou bázi. V předklonu maximálního dosahu vydržel 10 vteřin, byla odečtena vzdálenost dosahu, a následně se na povel TEĎ vracel zpět do výchozí polohy. Měření bylo prováděno celkem v pěti modifikacích:

1. Stoj na zemi, otevřené oči;
2. Stoj na zemi, zavřené oči;
3. Stoj na předo-zadní balanční ploše, otevřené oči;
4. Stoj na předo-zadní balanční ploše, zavřené oči;

5. Stoj na zemi, otevřené oči, horní končetiny zkřížené na hrudi (u této modifikace nebyl měřen dosah).

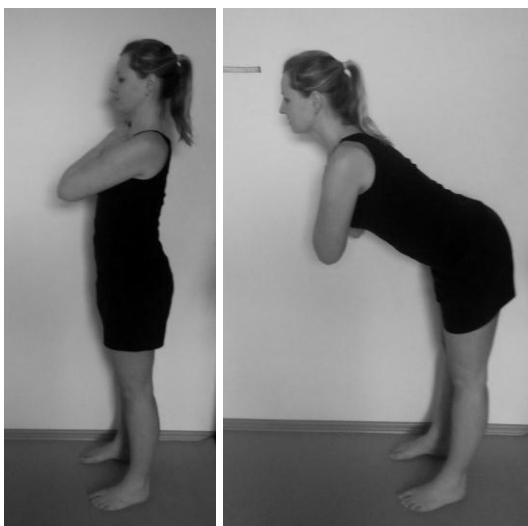
Každá z modifikací byla provedena celkem dvakrát. Pro analýzu povrchového EMG byl vybrán druhý pokus, popřípadě pokus s kvalitnějším záznamem signálu. Pro záznam dosahu byl vybrán vždy pokus číslo 1.



**Obrázek č. 3:** Výchozí poloha pro FRT.



**Obrázek č. 4:** FRT.



**Obrázek č. 5:** FRT s HKK zkříženými na hrudi.



**Obrázek č. 6:** Předozadní balanční plocha.

## 4.5 Zpracování a vyhodnocení EMG signálu

Během zpracování EMG signálu v programu MyoResearch XP Protocol Version 1.03.05 byla u všech testovaných svalů vyhodnocena ze záznamu EMG signálu klidová hodnota „Mean1“ před povelu a průměrná hodnota amplitudy „Mean2“ po povelu, během provádění FRT. Normalizace hodnoty Mean2 byla provedena podílem hodnoty Mean2 hodnotou Mean1. Dále byla pomocí programu MyoResearch XP Protocol Version 1.03.05 stanovena hodnota Input ve fázi provádění FRT pro každý sval.

Hodnota nástupu aktivace jednotlivých svalů byla vypočítána samostatně, a to na podkladě rozdílu maximální a klidové hodnoty svalové aktivity. Z výsledného rozdílu byla následně vypočítána jeho 10% hodnota. Tato byla přičtena k hodnotě klidové aktivity svalu a výsledkem byla hodnota nástupu svalové aktivace (Lehman, 2006). Na podkladě výsledných hodnot nástupu aktivace jednotlivých svalů byl určen jejich timing, neboli časová posloupnost zapojení jednotlivých svalů během provádění FRT.

Za současnou aktivaci dvou svalů lze považovat takovou, kdy se od sebe hodnoty aktivace vyšetřovaných svalů liší méně, než o 10ms. 10ms je dle De Lucy (1997) hraniční časový údaj, kdy lze určit posloupnost zapojení jednotlivých svalů.

Z výše zmíněných údajů byla sestavena tabulka, která následně sloužila jako podklad pro statistické zpracování a vytvoření grafického znázornění výsledků.

#### **4.6 Statistické zpracování dat**

Pro statistické zpracování dat byl použit program Statistika 10.0 firmy StatSoft CR. Hladinou statistické významnosti byla určena hodnota  $p < 0,05$ . K vyhodnocení výsledků měření byl použit Mannův-Whitneyův U test v případě porovnání testovaných skupin (skupina kontrolní a skupina s nespecifickou bolestí dolní části zad) a Wilcoxonův párový test k porovnání jednotlivých poloh Functional Reach testu mezi sebou.

Pro hodnocení hypotéz byl hodnotícím kritériem výskyt statistického rozdílu na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ .

## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 Hypotéza H<sub>0</sub>1

Není rozdíl v timingu svalů a v aktivitě svalů hodnocené dle ukazatelů mean (amplituda) a input při provádění Functional Reach testu na zemi s otevřenýma a zavřenýma očima u zdravých probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.

#### 5.1.1 Mean

Mannův-Whitneyův U test - mean		
FRT, na zemi, otevřené oči		
sval	Z	p
TA	-2,30499	0,019325
BF	-0,461	0,0650036
Gmax	-0,461	0,650036
LE	-0,67937	0,487948
OAI	-0,72789	0,458269
OAE	-1,14036	0,25884
RA	-0,2915	0,75633
SCM	0,16987	0,867376

**Tabulka č. 1:** Výsledky popisné statistiky Mannova-Whitneyova U testu – porovnání ukazatele mean vybraných svalů, a to mezi skupinou pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů během provádění Functional Reach testu (FRT) na zemi s otevřenýma očima.

**Vysvětlivky k tabulce č. 1:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus

Na základě výsledků Mannova-Whitneyova U testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl pro ukazatel mean pouze u jednoho z vybraných svalů hodnocených během provádění FRT na zemi s otevřenýma očima a na

zemi se zavřenýma očima mezi pacienty s bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů.

Při provádění FRT na zemi s otevřenýma očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean kontrolní skupiny a skupiny s nespecifickou bolestí dolní části zad na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u m. tibialis anterior.

Při provádění FRT na zemi se zavřenýma očima nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean vybraných svalů kontrolní skupiny a skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  (viz příloha č. 6).

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu nebyl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami mean jednotlivých svalů snímaných během FRT na zemi s otevřenýma očima a FRT na zemi se zavřenýma očima naměřených u všech probandů bez rozdílu diagnózy (viz příloha č. 7).

Wilcoxonův párový test - mean		
FRT na zemi, otevřené a zavřené oči - NLBP		
sval	Z	p
TA	0,062776	0,949945
BF	2,730777	0,006319
Gmax	0,282494	0,777565
LE	0,659153	0,509798
OAI	1,286918	0,198124
OAE	1,349694	0,177115
RA	0,973035	0,330536
SCM	0,72193	0,470338

**Tabulka č. 2:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele mean vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi s otevřenýma očima a FRT na zemi se zavřenýma očima u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

**Vysvětlivky k tabulce č. 2:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami mean jednotlivých svalů pro FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi se zavřenými očima, které byly porovnány u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.

Při provádění FRT na zemi s otevřenými očima a na zemi se zavřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad u m. biceps femoris (viz tabulka č. 2).

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu nebyl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami mean jednotlivých svalů snímaných během FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi se zavřenými očima naměřených u kontrolní skupiny (viz příloha č. 8).

Tabulka zobrazující medián hodnot mean jednotlivých svalů během poloh FRT viz příloha č. 25 (kontrolní skupina probandů) a 26 (skupina probandů s nespecifickou bolestí bederní páteře).

### 5.1.2 Input

Na základě výsledků Mannova-Whitneyova U testu nebyl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl pro ukazatele input vybraných svalů hodnocených u FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi se zavřenými očima mezi pacienty s bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů (viz příloha č. 9 a 10).

Wilcoxonův párový test - input		
FRT na zemi, otevřené a zavřené oči, všichni		
sval	Z	p
TA	2,1	0,03573
BF	1,015919	0,309669
Gmax	0,188348	0,850604
LE	1,142909	0,253077
OAI	0,698444	0,4849
OAE	0,456475	0,648049
RA	1,457143	0,145078
SCM	0,177786	0,858891

**Tabulka č. 3:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi se zavřenými očima bez rozdílu diagnózy**.

**Vysvětlivky k tabulce č. 3:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami input jednotlivých svalů pro FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi se zavřenými očima naměřenými u všech probandů bez rozdílu diagnózy.

Při provádění FRT na zemi s otevřenými očima a na zemi se zavřenými očima, bez rozdílu diagnózy, byl zjištěn pro hodnotu input statisticky významný rozdíl na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  pro m. tibialis anterior (viz tabulka č. 3).

Wilcoxonův párový test - input		
FRT na zemi, otevřené a zavřené oči - K		
sval	Z	p
TA	2,044949	0,040861
BF	1,013342	0,310898
Gmax	0,188348	0,850604
LE	1,142909	1,253077
OAI	0,698444	0,4849
OAE	0,456475	0,648049
RA	1,457143	0,145078
SCM	0,177786	0,858891

**Tabulka č. 4:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi se zavřenými očima u kontrolní skupiny probandů**.



Wilcoxonův párový test - input		
FRT na zemi, otevřené a zavřené oči - NLBP		
sval	Z	p
TA	0,524142	0,60018
BF	2,236341	0,02533
Gmax	0,733799	0,463072
LE	0,784806	0,432627
OAI	0,156941	0,875291
OAE	0,345271	0,729891
RA	0,889108	0,373945
SCM	1,161365	0,245494

**Tabulka č. 5:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi se zavřenými očima u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

**Vysvětlivky k tabulce č. 4 a 5:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; K – kontrolní skupina; NLBP – skupina s nespecifickou bolestí dolní části zad; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami input jednotlivých svalů pro FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi se zavřenými očima, které byly porovnány zvlášť u kontrolní skupiny probandů a zvlášť u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.

Při provádění FRT na zemi s otevřenými očima a na zemi se zavřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u kontrolní skupiny probandů u m. tibialis anterior (viz tabulka č. 4).

Při provádění FRT na zemi s otevřenými očima a na zemi se zavřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad u m. biceps femoris (viz tabulka č. 5).

### 5.1.3 Timing

Mannův-Whitneyův U test - rise		
FRT, na zemi, zavřené oči		
sval	Z	p
TA	0	1
BF	-1,72876	0,04995
Gmax	-0,0248	0,980972
LE	-1,60148	0,115874
OAI	2,47514	0,012467
OAE	0,4955	0,615951
RA	0,57275	0,582644
SCM	-2,41493	0,014477

**Tabulka č. 6:** Výsledky popisné statistiky Mann-Whitneyova U testu – porovnání ukazatele rise (timing) vybraných svalů, a to mezi skupinou pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů během provádění Functional Reach testu (FRT) na zemi se zavřenými očima.

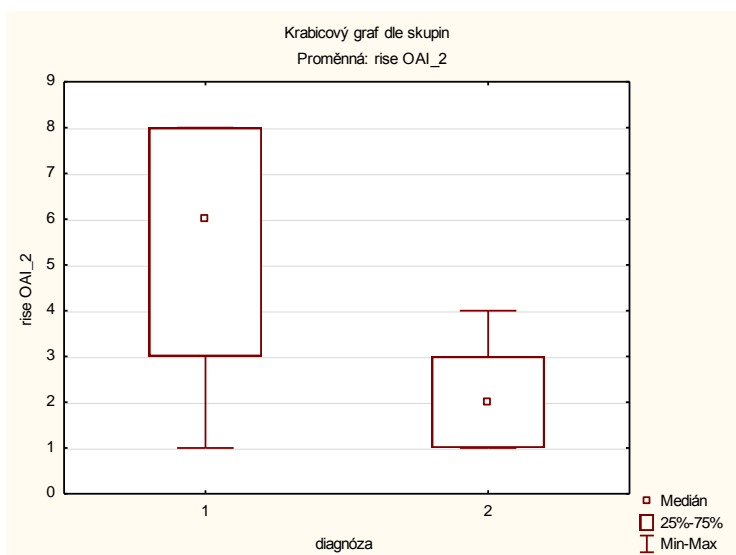
**Vysvětlivky k tabulce č. 6:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Mannova-Whitneyova U testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl pro ukazatel rise vybraných svalů hodnocených během provádění FRT na zemi se zavřenými očima mezi pacienty s bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů. Tabulka zobrazující medián pořadí zapojení jednotlivých svalů během poloh FRT viz příloha č. 23 (kontrolní skupina probandů) a 24 (skupina probandů s nespecifickou bolestí bederní páteře).

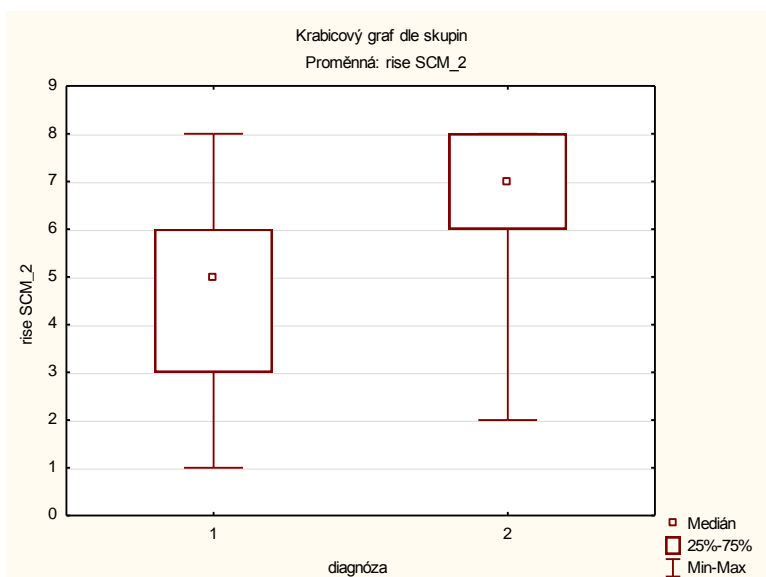
Při provádění FRT na zemi se zavřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl v timingu svalů kontrolní skupiny a skupiny s nespecifickou bolestí dolní části zad na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u m. obliquus abdominis externus a m. sternocleidomastoideus (viz tabulka č. 6, graf č. 1 a 2).

Na základě výsledků Mannova-Whitneyova U testu nebyl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl pro hodnoty rise vybraných svalů

hodnocených u FRT na zemi s otevřenými očima mezi pacienty s bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů (viz příloha č. 11).



**Graf č. 1:** Vyjadřující rozdíl v timingu m. obliquus abdominis internus během FRT na zemi se zavřenými očima, kdy hodnota 1 na ose x odpovídá kontrolní skupině probandů, hodnota 2 na ose x odpovídá skupině probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad a hodnoty na ose y odpovídají pořadí zapojení svalu během testu.



**Graf č. 2:** Vyjadřující rozdíl v timingu m. sternocleidomastoideus během FRT na zemi se zavřenými očima, kdy hodnota 1 na ose x odpovídá kontrolní skupině probandů, hodnota 2 na ose x odpovídá skupině probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad a hodnoty na ose y odpovídají pořadí zapojení svalu během testu.

Wilcoxonův párový test - rise		
FRT na zemi, otevřené a zavřené oči, všichni		
sval	Z	p
TA	1,883008	0,0597
BF	0,016233	0,987049
Gmax	0,217752	0,827623
LE	2,351958	0,018675
OAI	0,301816	0,762792
OAE	1,227387	0,219678
RA	0,865207	0,386926
SCM	0,566155	0,571289

**Tabulka č. 7:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **rise (timing)** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi se zavřenými očima bez rozdílu diagnózy**.

**Vysvětlivky k tabulce č. 7:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami timingu jednotlivých svalů pro FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi se zavřenými očima naměřenými u všech probandů bez rozdílu diagnózy.

Při provádění FRT na zemi s otevřenými očima a na zemi se zavřenými očima, bez rozdílu diagnózy, byl zjištěn pro hodnotu rise statisticky významný rozdíl na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  pro m. erector spinae (pars lumbalis) (viz tabulka č. 7).

Wilcoxonův párový test - rise		
FRT na zemi, otevřené a zavřené oči - K		
sval	Z	p
TA	1,019294	0,308064
BF	0,235339	0,592955
Gmax	0,755742	0,458269
LE	2,191483	0,03573
OAI	1,183261	0,236724
OAE	0,48901	0,62435
RA	0,980196	0,32699
SCM	1,022475	0,306557

**Tabulka č. 8:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele rise (timing) vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi se zavřenými očima u kontrolní skupiny probandů.**

Wilcoxonův párový test - rise		
FRT na zemi, otevřené a zavřené oči - NLBP		
sval	Z	p
TA	2,078831	0,037634
BF	0,305788	0,759766
Gmax	1,774824	0,075928
LE	1,172189	0,235724
OAI	1,412036	0,143078
OAE	1,330266	0,183432
RA	0,400099	0,689084
SCM	2,366432	0,017961

**Tabulka č. 9:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele rise (timing) vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi se zavřenými očima u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

**Vysvětlivky k tabulce č. 8 a 9:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; K – kontrolní skupina; NLBP – skupina s nespecifickou bolestí dolní části zad; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl v timingu jednotlivých svalů pro FRT na zemi

s otevřenýma očima a FRT na zemi se zavřenýma očima, které byly hodnoceny zvlášť u kontrolní skupiny probandů a zvlášť u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.

Při provádění FRT na zemi s otevřenýma očima a na zemi se zavřenýma očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele rise na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u kontrolní skupiny probandů u m. erector spinae (pars lumbalis) (viz tabulka č. 8).

Při provádění FRT na zemi s otevřenýma očima a na zemi se zavřenýma očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele rise na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad u m. tibialis anterior a m. sternocleidomastoideus (viz tabulka č. 9).

#### 5.1.4 Závěr $H_01$

Statisticky významný rozdíl **mezi kontrolní skupinou a skupinou s nespecifickou bolestí dolní části zad** byl zaznamenán pro hodnoty **mean během FRT na zemi s otevřenýma očima** u m. tibialis anterior a pro hodnoty **rise během FRT na zemi se zavřenýma očima** u m. obliquus abdominis internus a m. sternocleidomastoideus. Pro hodnoty **input** zaznamenán statisticky významný rozdíl nebyl.

Statisticky významný rozdíl mezi **FRT na zemi s otevřenýma očima a FRT na zemi se zavřenýma očima bez rozdílu diagnózy** byl zaznamenán pro hodnoty **input** u m. tibialis anterior a pro hodnoty **rise** u m. erector spinae (pars lumbalis). Pro hodnoty **mean** zaznamenán statisticky významný rozdíl nebyl.

Statisticky významný rozdíl mezi **FRT na zemi s otevřenýma očima a FRT na zemi se zavřenýma očima kontrolní skupiny** byl zaznamenán pro hodnoty **input** u m. tibialis anterior a pro hodnoty **rise** u m. erector spinae (pars lumbalis). Pro hodnoty **mean** zaznamenán statisticky významný rozdíl nebyl.

Statisticky významný rozdíl mezi **FRT na zemi s otevřenýma očima a FRT na zemi se zavřenýma očima u skupiny s nespecifickou bolestí dolní části zad** byl zaznamenán pro hodnoty **mean** u m. biceps femoris, pro hodnoty **input** u m. biceps femoris a pro hodnoty **rise** u m. tibialis anterior a m. sternocleidomastoideus.

**Hypotéza  $H_01$  byla na podkladě výsledků statistiky zamítnuta.**

## 5.2 Hypotéza H<sub>02</sub>

Není rozdíl v timingu svalů a v aktivitě svalů hodnocené dle ukazatelů mean (amplituda) a input při provádění Functional Reach testu na balanční ploše s otevřenými a zavřenými očima u zdravých probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.

### 5.2.1 Mean

Mannův-Whitneyův U test - mean		
FRT, na balanční ploše, zavřené oči		
sval	Z	p
TA	-1,48005	0,140752
BF	-0,26689	0,792955
Gmax	-1,04331	0,302163
LE	-1,86826	0,06094
OAI	-0,67957	0,487948
OAE	<b>-2,01384</b>	<b>0,042653</b>
RA	0,92214	0,349884
SCM	0,16989	0,867376

**Tabulka č. 10:** Výsledky popisné statistiky Mannova-Whitneyova U testu – porovnání ukazatele **mean** vybraných svalů, a to **mezi skupinou pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů** během provádění FRT na balanční ploše se zavřenými očima.

**Vysvětlivky k tabulce č. 10:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Mannova-Whitneyova U testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl pro ukazatel mean pouze u jednoho z vybraných svalů hodnocených u poloh FRT na balanční ploše se zavřenými a otevřenými očima mezi pacienty s bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů.

Při provádění FRT na balanční ploše se zavřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u m. obliquus abdominis externus (viz tabulka č. 10).

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenými očima nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  (viz příloha č. 12).

Wilcoxonův párový test - mean		
FRT na balanční ploše, otevřené a zavřené oči, všichni		
sval	Z	p
TA	4,012175	0,00006
BF	1,129175	0,258825
Gmax	1,129175	0,258825
LE	3,5557	0,000377
OAI	1,321375	0,186377
OAE	0,552575	0,580555
RA	2,108032	0,035029
SCM	1,609675	0,10747

**Tabulka č. 11:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **mean** vybraných svalů, a to mezi **FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima bez rozdílu diagnózy**.

**Vysvětlivky k tabulce č. 11:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami mean jednotlivých svalů pro FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima naměřenými u všech probandů bez rozdílu diagnózy.

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima, bez rozdílu diagnózy, byl zjištěn pro hodnotu mean statisticky významný rozdíl na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  pro m. tibialis anterior, m. erector spinae (pars lumbalis) a m. rectus abdominis (viz tabulka č. 11).



Wilcoxonův párový test - mean		
FRT na balanční ploše, otevřené a zavřené oči - K		
sval	Z	p
TA	2,690598	0,007133
BF	1,222999	0,221331
Gmax	0,384271	0,700704
LE	1,85197	0,064031
OAI	0,2446	0,806766
OAE	0,524142	0,60018
RA	0,279543	0,779829
SCM	0,524142	0,60018

**Tabulka č. 12:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **mean** vybraných svalů, a to mezi **FRT na balanční ploše s otevřenýma očima a FRT na balanční ploše se zavřenýma očima u kontrolní skupiny probandů**.

Wilcoxonův párový test - mean		
FRT na balanční ploše, otevřené a zavřené oči - NLBP		
sval	Z	p
TA	2,981883	0,002865
BF	0,345271	0,729891
Gmax	1,224141	0,2209
LE	3,044659	0,00233
OAI	1,851906	0,06404
OAE	1,098588	0,271948
RA	2,620712	0,008775
SCM	1,757741	0,078792

**Tabulka č. 13:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **mean** vybraných svalů, a to mezi **FRT na balanční ploše s otevřenýma očima a FRT na balanční ploše se zavřenýma očima u skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad**.

**Vysvětlivky k tabulce č. 12 a 13:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; K – kontrolní skupina; NLBP – skupina s nespecifickou bolestí dolní části zad; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami mean jednotlivých svalů pro FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima, které byly porovnány zvlášť u kontrolní skupiny probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenými očima a na balanční ploše se zavřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u kontrolní skupiny probandů u m. tibialis anterior (viz tabulka č. 12).

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenými očima a na balanční ploše se zavřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad u m. tibialis anterior, m. erector spinae (pars lumbalis) a u m. rectus abdominis (viz tabulka č. 13).

Tabulka zobrazující medián hodnot mean jednotlivých svalů během poloh FRT viz příloha č. 25 (kontrolní skupina probandů) a 26 (skupina probandů s nespecifickou bolestí bederní páteře).

## 5.2.2 Input

Mannův-Whitneyův U test - <b>input</b>		
FRT, na balanční ploše, zavřené oči		
sval	Z	p
TA	-0,53387	0,582644
BF	1,38321	0,169386
Gmax	0,07284	0,942952
LE	0	0,990872
OAI	0,19419	0,829984
OAE	-0,46121	0,650036
RA	2,62913	0,006618
SCM	2,04184	0,03766

**Tabulka č. 14:** Výsledky popisné statistiky Mannova-Whitneyova U testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to **mezi skupinou pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů** během provádění FRT na balanční ploše se zavřenými očima.

**Vysvětlivky k tabulce č. 14:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Mannova-Whitneyova U testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl pro ukazatele input vybraných svalů hodnocených u poloh FRT na balanční ploše se zavřenými a otevřenými očima mezi pacienty s bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů.

Při provádění FRT na balanční ploše se zavřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u m. rectus abdominis a m. sternocleidomastoideus (viz tabulka č. 14).

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenými očima nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  (viz příloha č. 8).

Wilcoxonův párový test - input		
FRT na balanční ploše, otevřené a zavřené oči, všichni		
sval	Z	p
TA	3,41155	0,000646
BF	3,543687	0,000395
Gmax	0,81685	0,414015
LE	0,446475	0,648049
OAI	0,012012	0,990416
OAE	0,43245	0,665415
RA	2,362012	0,018177
SCM	0,888925	0,374044

**Tabulka č. 15:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to mezi **FRT na balanční ploše s otevřenými očima** a **FRT na balanční ploše se zavřenými očima bez rozdílu diagnózy**.

**Vysvětlivky k tabulce č. 15:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus

abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input jednotlivých svalů pro FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima naměřenými u všech probandů bez rozdílu diagnózy.

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima, bez rozdílu diagnózy, byl zjištěn pro hodnotu input statisticky významný rozdíl na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  pro m. tibialis anterior, m. biceps femoris a m. rectus abdominis.

Wilcoxonův párový test - input		
FRT na balanční ploše, otevřené a zavřené oči - K		
sval	Z	p
TA	2,550826	0,010747
BF	2,376112	0,017497
Gmax	0,454257	0,649644
LE	0,314485	0,753153
OAI	0,314485	0,753153
OAE	0,663914	0,074736
RA	0,313786	0,753684
SCM	0,978399	0,327878

**Tabulka č. 16:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to mezi **FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima u kontrolní skupiny probandů.**

Wilcoxonův párový test - input		
FRT na balanční ploše, otevřené a zavřené oči - NLBP		
sval	Z	p
TA	2,165789	0,030328
BF	2,479671	0,013151
Gmax	0,847483	0,396727
LE	0,282494	0,777565
OAI	0,219718	0,826091
OAE	0,031388	0,97496
RA	2,824942	0,004729
SCM	0,219718	0,826091

**Tabulka č. 17:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to mezi **FRT na balanční ploše s otevřenými očima** a **FRT na balanční ploše se zavřenými očima u skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

**Vysvětlivky k tabulce č. 16 a 17:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; K – kontrolní skupina; NLBP – skupina s nespecifickou bolestí dolní části zad; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami input jednotlivých svalů pro FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima, které byly porovnány zvlášť u kontrolní skupiny probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenými očima a na balanční ploše se zavřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u kontrolní skupiny probandů u m. tibialis anterior a m. biceps femoris (viz tabulka č. 16).

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenými očima a na balanční ploše se zavřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad u m. tibialis anterior, m. biceps femoris a u m. rectus abdominis (viz tabulka č. 17).

### 5.2.3 Timing

Mannův-Whitneyův U test - rise		
FRT, na balanční ploše, otevřené oči		
sval	Z	p
TA	-0,62116	0,550178
<b>BF</b>	<b>-3,04082</b>	<b>0,001538</b>
Gmax	-1,61141	0,115874
LE	-0,95698	0,349884
OAI	1,41049	0,16986
OAE	1,47458	0,140752
RA	1,452997	0,154582
SCM	0,19618	0,829984

**Tabulka č. 18:** Výsledky popisné statistiky Mannova-Whitneyova U testu – porovnání ukazatele **rise (timing)** vybraných svalů, a to **mezi skupinou pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů** během provádění FRT na balanční ploše s otevřenými očima.

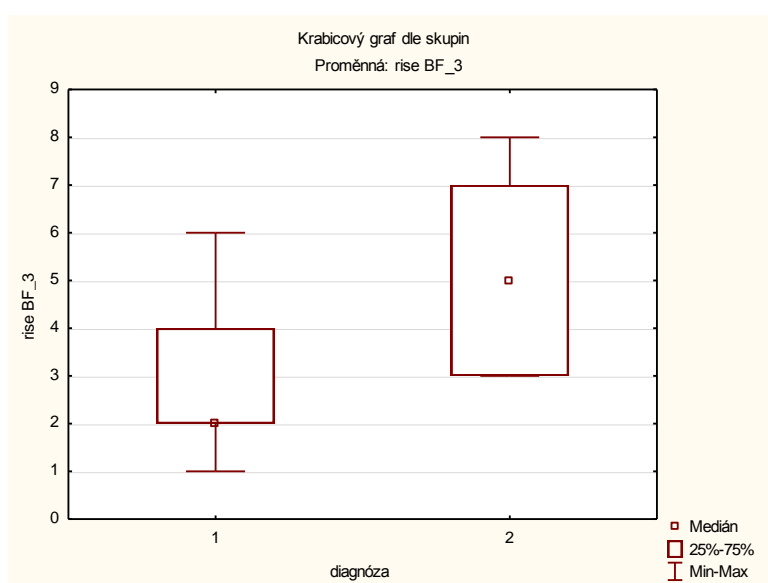
Mannův-Whitneyův U test - rise		
FRT, na balanční ploše, zavřené oči		
sval	Z	p
TA	-1,59697	0,115874
BF	-0,24515	0,792955
Gmax	0,0738	0,942952
LE	0,60046	0,550178
<b>OAI</b>	<b>2,18368</b>	<b>0,025469</b>
OAE	0,59508	0,550178
RA	0,24681	0,792955
SCM	-1,44842	0,154582

**Tabulka č. 19:** Výsledky popisné statistiky Mannova-Whitneyova U testu – porovnání ukazatele **rise (timing)** vybraných svalů, a to **mezi skupinou pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů** během provádění FRT na balanční ploše se zavřenými očima.

**Vysvětlivky k tabulce č. 18 a 19:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

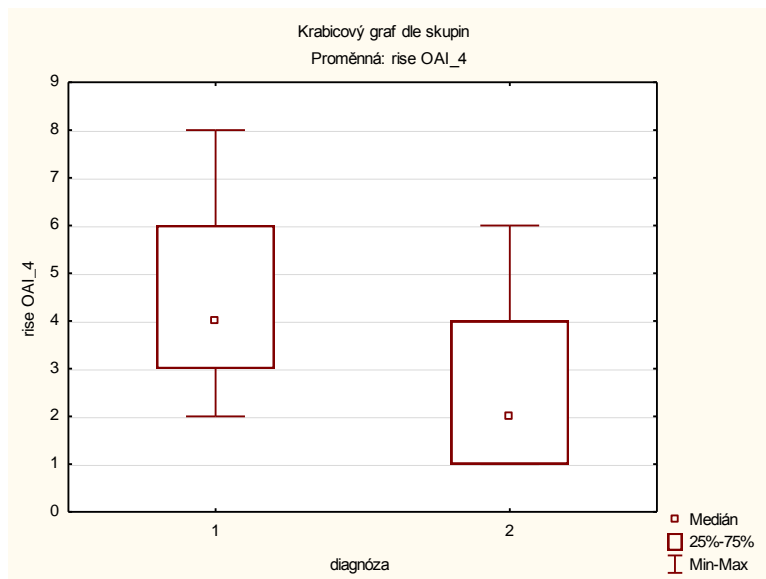
Na základě výsledků Mannova-Whitneyova U testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl v timingu u několika z vybraných svalů hodnocených u poloh FRT na balanční ploše se zavřenými a otevřenými očima mezi pacienty s bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů. Tabulka zobrazující medián pořadí zapojení jednotlivých svalů během poloh FRT viz příloha č. 23 (kontrolní skupina probandů) a 24 (skupina probandů s nespecifickou bolestí bederní páteře).

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele rise na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u m. biceps femoris (viz tabulka č. 18, graf č. 3).



**Graf č. 3:** Vyjadřující rozdíl v timingu m. biceps femoris během FRT na balanční ploše s otevřenými očima, kdy hodnota 1 na ose x odpovídá kontrolní skupině probandů, hodnota 2 na ose x odpovídá skupině probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad a hodnoty na ose y odpovídají pořadí zapojení svalu během testu.

Při provádění FRT na balanční ploše se zavřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele rise na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u m. obliquus abdominis internus (viz tabulka č. 19, graf č. 4).



**Graf č. 4:** Vyjadřující rozdíl v timingu m. obliquus abdominis internus během FRT na balanční ploše se zavřenýma očima, kdy hodnota 1 na ose x odpovídá kontrolní skupině probandů, hodnota 2 na ose x odpovídá skupině probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad a hodnoty na ose y odpovídají pořadí zapojení svalu během testu.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu nebyl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl v timingu jednotlivých svalů pro FRT na balanční ploše s otevřenýma očima a FRT na balanční ploše se zavřenýma očima naměřeném u všech probandů bez rozdílu diagnózy (viz příloha č. 14).

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu nebyl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl v timingu jednotlivých svalů pro FRT na balanční ploše s otevřenýma očima a FRT na balanční ploše se zavřenýma očima naměřeném u kontrolní skupiny probandů (viz příloha č. 15).

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu nebyl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl v timingu jednotlivých svalů pro FRT na balanční ploše s otevřenýma očima a FRT na balanční ploše se zavřenýma očima naměřeném u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad (viz příloha č. 16).



#### 5.2.4 Závěr H<sub>02</sub>

Statisticky významný rozdíl **mezi kontrolní skupinou a skupinou s nespécifickou bolestí dolní části zad** byl zaznamenán pro hodnoty **mean** během **FRT na balanční ploše se zavřenými očima** u m. obliquus abdominis externus a pro hodnoty **input** u m. rectus abdominis a m. sternocleidomastoideus.

Během FRT na balanční ploše s otevřenými očima nebyl zaznamenán významný statistický rozdíl pro hodnoty mean a input mezi kontrolní skupinou a skupinou s nespécifickou bolestí dolní části zad.

Statisticky významný rozdíl mezi **mezi kontrolní skupinou a skupinou s nespécifickou bolestí dolní části zad** byl zaznamenán pro hodnoty **rise**, a to během FRT na balanční ploše s otevřenými očima u m. biceps femoris a FRT na balanční ploše se zavřenými očima u m. obliquus abdominis internus.

Statisticky významný rozdíl mezi **FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima**, bez rozlišení kontrolní skupiny a skupiny s nespécifickou bolestí dolní části zad, byl zaznamenán pro hodnoty **mean** u m. tibialis anterior, m. erector spinae (pars lumbalis) a m. rectus abdominis a pro hodnoty **input** u m. tibialis anterior, m. biceps femoris a m. rectus abdominis.

Statisticky významný rozdíl mezi **FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima kontrolní skupiny probandů** byl zaznamenán pro hodnoty **mean** u m. tibialis anterior a pro hodnoty **input** u m. tibialis anterior a m. biceps femoris.

Statisticky významný rozdíl mezi **FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima skupiny probandů s nespécifickou bolestí dolní části zad** byl zaznamenán pro hodnoty **mean** u m. tibialis anterior, m. erector spinae (pars lumbalis) a m. rectus abdominis a pro hodnoty **input** u m. tibialis anterior, m. biceps femoris a m. rectus abdominis.

Hodnoty **rise** během **FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima** se statisticky významně neliší.

**Hypotéza H<sub>02</sub> byla na podkladě výsledků statistiky zamítnuta.**

### 5.3 Hypotéza H<sub>03</sub>

Není rozdíl v timingu svalů a v aktivitě svalů hodnocené dle ukazatelů mean (amplituda) a input při provádění Functional Reach testu s otevřenýma očima na zemi, na zemi s horními končetinami složenými na hrudi a na balanční ploše u zdravých probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.

#### 5.3.1 Mean

Na základě výsledků Mannova-Whitneyova U testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl pro ukazatel mean pouze u jednoho z vybraných svalů, hodnocených během provádění FRT na zemi s otevřenýma očima, FRT na balanční ploše s otevřenýma očima a na zemi s otevřenýma očima a HKK zkříženými na hrudi, mezi pacienty s bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů.

Při provádění FRT na zemi s otevřenýma očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean kontrolní skupiny a skupiny s nespecifickou bolestí dolní části zad na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u m. tibialis anterior (viz tabulka č. 1).

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenýma očima a na zemi s otevřenýma očima a HKK zkříženými na hrudi nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl mezihodnotami ukazatele mean vybraných svalů kontrolní skupiny a skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  (viz příloha č. 12 a 17).

Wilcoxonův párový test - mean		
FRT na zemi a balanční ploše, otevřené oči, všichni		
sval	Z	p
TA	0,228237	0,819462
<b>BF</b>	<b>2,019139</b>	<b>0,043474</b>
Gmax	0,552575	0,580555
LE	1,273325	0,202904
OAI	0,936975	0,348772
<b>OAE</b>	<b>3,483625</b>	<b>0,000495</b>
RA	1,930246	0,053577
SCM	0,168175	0,866446

**Tabulka č. 20:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele mean vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi s otevřenýma očima a FRT na balanční ploše s otevřenýma očima bez rozdílu diagnózy**.

Wilcoxonův párový test - mean		
FRT na zemi a na zemi s HKK zkříženými, otevřené oči, všichni		
sval	Z	p
TA	4,540725	0,000006
BF	1,5376	0,124147
Gmax	0,546057	0,585027
LE	4,060225	0,000049
OAI	2,6908	0,007128
OAE	2,234325	0,025462
RA	2,126212	0,033486
SCM	1,39345	0,163485

**Tabulka č. 21:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **mean** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi s otevřenými očima a HKK zkříženými na hrudi bez rozdílu diagnózy.**

Wilcoxonův párový test - mean		
FRT na balanční ploše a na zemi s HKK zkříž., otevř. oči, všichni		
sval	Z	p
TA	4,540725	0,000006
BF	0,636662	0,524345
Gmax	1,621687	0,104871
LE	4,18035	0,000029
OAI	3,039162	0,002373
OAE	0,62465	0,532201
RA	0,74924	0,453713
SCM	2,1142	0,034499

**Tabulka č. 22:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **mean** vybraných svalů, a to mezi **FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na zemi s otevřenými očima a HKK zkříženými na hrudi bez rozdílu diagnózy.**

**Vysvětlivky k tabulce č. 20 - 22:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami mean jednotlivých svalů pro

FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na balanční ploše s otevřenými očima naměřenými u všech probandů bez rozdílu diagnózy.

Při provádění FRT na zemi s otevřenými očima a na balanční ploše s otevřenými očima bez rozdílu diagnózy byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. biceps femoris a m. obliquus abdominis externus (viz tabulka č. 20).

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami mean jednotlivých svalů pro FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi s HKK zkříženými na hrudi a s otevřenými očima naměřenými u všech probandů bez rozdílu diagnózy.

Při provádění FRT na zemi s otevřenými očima a na zemi s horními končetinami zkříženými na hrudi a s otevřenými očima bez rozdílu diagnózy byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. tibialis anterior, m. erector spinae (pars lumbalis), m. obliquus abdominis internus, m. obliquus abdominis externus a m. rectus abdominis (viz tabulka č. 21).

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami mean jednotlivých svalů pro FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na zemi s HKK zkříženými na hrudi a s otevřenými očima naměřenými u všech probandů bez rozdílu diagnózy (viz tabulka č. 22).

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenými očima a na zemi s horními končetinami zkříženými na hrudi a s otevřenými očima bez rozdílu diagnózy byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. tibialis anterior, m. erector spinae (pars lumbalis), m. obliquus abdominis internus a m. sternocleidomastoideus (viz tabulka č. 22).

Wilcoxonův párový test - mean				
sval	FRT na zemi a balanční ploše, otevřené oči, K		FRT na zemi a balanční ploše, otevřené oči, NLBP	
	Z	p	Z	p
TA	0,838628	0,401679	0,564988	0,572082
BF	0,313786	0,753684	2,730777	0,006319
Gmax	0,314485	0,753153	1,098588	0,271948
LE	0,594028	0,552494	1,129977	0,258487
OAI	0,174714	0,861304	1,129977	0,258487
OAE	2,201398	0,027709	2,605224	0,009182
RA	1,961116	0,049861	1,035812	0,300291
SCM	1,013342	0,310898	0,784706	0,432627

**Tabulka č. 23:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **mean** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na balanční ploše s otevřenými očima u kontrolní skupiny probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

Wilcoxonův párový test - mean				
sval	FRT na zemi a na zemi s HKK zkříž., otevřené oči, K		FRT na zemi a na zemi s HKK zkříž., otevřené oči, NLBP	
	Z	p	Z	p
TA	3,179797	0,001474	3,295765	0,000982
BF	0,873571	0,382353	1,286918	0,198124
Gmax	0,174714	0,861304	0,663914	0,506746
LE	2,550826	0,010747	3,170212	0,001523
OAI	1,222999	0,221331	2,291342	0,021944
OAE	1,642313	0,100526	1,6008	0,109422
RA	0,908514	0,363608	2,040236	0,041328
SCM	1,153113	0,248865	0,847483	0,396727

**Tabulka č. 24:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **mean** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi s otevřenými očima a s HKK zkříženými na hrudi u kontrolní skupiny probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

Wilcoxonův párový test - mean				
	FRT na balanční ploše a na zemi s HKK zkříž., otevř. oči, K		FRT na balanční ploše a na zemi s HKK zkříž., otevř. oči, NLBP	
sval	Z	p	Z	p
TA	3,179797	0,001474	3,295765	0,000982
BF	0,908514	0,363608	0,094165	0,924978
Gmax	0,733799	0,463072	1,569412	0,116553
LE	2,271284	0,02313	3,295765	0,000982
OAI	1,36277	0,172956	2,730777	0,006319
OAE	0,034943	0,972125	0,847483	0,396727
RA	0,313786	0,753684	1,224141	0,2209
SCM	1,222999	0,221331	1,78913	0,073595

**Tabulka č. 25:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **mean** vybraných svalů, a to mezi **FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na zemi s otevřenými očima a s HKK zkříženými na hrudi u kontrolní skupiny probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

**Vysvětlivky k tabulce č. 23 - 25:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; K – kontrolní skupina; NLBP – skupina s nespecifickou bolestí dolní části zad; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Při provádění FRT na zemi s otevřenými očima a na balanční ploše s otevřenými očima u kontrolní skupiny probandů byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. obliquus abdominis externus a m. rectus abdominis (viz tabulka č. 23).

Při provádění FRT na zemi s otevřenými očima a na balanční ploše s otevřenými očima u skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. biceps femoris a m. obliquus abdominis externus (viz tabulka č. 23).

Při provádění FRT na zemi s otevřenými očima a na zemi s horními končetinami zkříženými na hrudi a s otevřenými očima u kontrolní skupiny probandů byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean, při hladině statistické

významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. tibialis anterior a m. erector spinae (pars lumbalis) (viz tabulka č. 24).

Při provádění FRT na zemi s otevřenýma očima a na zemi s horními končetinami zkříženými na hrudi a s otevřenýma očima u skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. tibialis anterior, m. erector spinae (pars lumbalis), m. obliquus abdominis internus a m. rectus abdominis (viz tabulka č. 24).

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenýma očima a na zemi s horními končetinami zkříženými na hrudi a s otevřenýma očima u kontrolní skupiny probandů byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. tibialis anterior a m. erector spinae (pars lumbalis) (viz tabulka č. 25).

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenýma očima a na zemi s horními končetinami zkříženými na hrudi a s otevřenýma očima u skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. tibialis anterior, m. erector spinae (pars lumbalis) a m. obliquus abdominis internus (viz tabulka č. 25).

Tabulka zobrazující medián hodnot mean jednotlivých svalů během poloh FRT viz příloha č. 25 (kontrolní skupina probandů) a 26 (skupina probandů s nespecifickou bolestí bederní páteře).

### **5.3.2 Input**

Na základě výsledků Mannova-Whitneyova U testu nebyl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl pro ukazatel input u žádného z vybraných svalů, hodnocených během provádění FRT na zemi s otevřenýma očima, FRT na balanční ploše s otevřenýma očima a na zemi s otevřenýma očima a HKK zkříženými na hrudi, mezi pacienty s bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů.

Při provádění FRT na zemi s otevřenýma očima (viz příloha č. 9), FRT na balanční ploše s otevřenýma očima (viz příloha č. 13) a na zemi s otevřenýma očima a HKK zkříženými na hrudi (viz příloha č. 18) nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl mezihodnotami

ukazatele input vybraných svalů kontrolní skupiny a skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ .

Wilcoxonův párový test - input		
FRT na zemi a balanční ploše, otevřené oči, všichni		
sval	Z	p
TA	3,31545	0,000915
BF	0,52855	0,597118
Gmax	0,647648	0,517213
LE	1,38419	0,166301
OAI	0,43245	0,665415
OAE	3,279412	0,00104
RA	0,165087	0,868876
SCM	0,698444	0,4849

**Tabulka č. 26:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na balanční ploše s otevřenými očima bez rozdílu diagnózy**.

Wilcoxonův párový test - input		
FRT na zemi a na zemi s HKK zkříženými, otevřené oči, všichni		
sval	Z	p
TA	4,540725	0,000006
BF	4,072237	0,000047
Gmax	1,77785	0,075429
LE	1,97005	0,048834
OAI	0,317475	0,750884
OAE	4,048212	0,000052
RA	3,053934	0,002259
SCM	1,5376	0,124147

**Tabulka č. 27:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi s otevřenými očima a HKK zkříženými na hrudi bez rozdílu diagnózy**.



Wilcoxonův párový test - input		
FRT na balanční ploše a na zemi s HKK zkříž., otevř. oči, všichni		
sval	Z	p
TA	4,46865	0,000008
BF	3,916075	0,00009
Gmax	2,438206	0,014761
LE	2,366462	0,01796
OAI	0,756787	0,449178
OAE	1,657725	0,097374
RA	2,831876	0,004628
SCM	1,2493	0,211556

**Tabulka č. 28:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to mezi **FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na zemi s otevřenými očima a HKK zkříženými na hrudi bez rozdílu diagnózy**.

**Vysvětlivky k tabulce č. 26 - 28:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami input jednotlivých svalů pro FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na balanční ploše s otevřenými očima naměřenými u všech probandů bez rozdílu diagnózy.

Při provádění FRT na zemi s otevřenými očima a na balanční ploše s otevřenými očima bez rozdílu diagnózy byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. tibialis anterior a m. obliquus abdominis externus (viz tabulka č. 26).

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami input jednotlivých svalů pro FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi s HKK zkříženými na hrudi a s otevřenými očima naměřenými u všech probandů bez rozdílu diagnózy.

Při provádění FRT na zemi s otevřenými očima a na zemi s horními končetinami zkříženými na hrudi a s otevřenými očima bez rozdílu diagnózy byl zjištěn statisticky

významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. tibialis anterior, m. biceps femoris, m. erector spinae (pars lumbalis), m. obliquus abdominis externus a m. rectus abdominis (viz tabulka č. 27).

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami input jednotlivých svalů pro FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na zemi s HKK zkříženými na hrudi a s otevřenými očima naměřenými u všech probandů bez rozdílu diagnózy.

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenými očima a na zemi s horními končetinami zkříženými na hrudi a s otevřenými očima bez rozdílu diagnózy byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. tibialis anterior, m. biceps femoris, m. gluteus maximus, m. erector spinae (pars lumbalis) a m. rectus abdominis (viz tabulka č. 28).

Wilcoxonův párový test - input				
sval	FRT na zemi a balanční ploše, otevřené oči, K		FRT na zemi a balanční ploše, otevřené oči, NLBP	
	Z	p	Z	p
TA	1,432656	0,151957	3,295765	0,000982
BF	0,873571	0,382353	0,156941	0,875291
Gmax	0,078446	0,937473	0,910259	0,362687
LE	0,2446	0,806766	1,537484	0,124176
OAI	0,873571	0,382353	0,219718	0,826091
OAE	1,572427	0,115852	2,730777	0,006319
RA	1,451259	0,146709	1,161369	0,245494
SCM	0,419314	0,674987	0,663914	0,506746

**Tabulka č. 29:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na balanční ploše s otevřenými očima u kontrolní skupiny probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

Wilcoxonův párový test - input				
sval	FRT na zemi a na zemi s HKK zkříž., otevřené oči, K		FRT na zemi a na zemi s HKK zkříž., otevřené oči, NLBP	
	Z	p	Z	p
TA	3,179797	0,001474	3,295765	0,000982
BF	2,620712	0,008775	3,232989	0,001225
Gmax	1,222999	0,221331	1,726353	0,084285
LE	2,341169	0,019224	0,156941	0,875291
OAI	0,627572	0,530285	0,156941	0,875291
OAE	2,655655	0,007916	3,044659	0,00233
RA	2,274947	0,02291	1,921856	0,054625
SCM	1,642313	0,100526	0,219718	0,826091

**Tabulka č. 30:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi s otevřenými očima a s HKK zkříženými na hrudi u kontrolní skupiny probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

Wilcoxonův párový test - input				
sval	FRT na balanční ploše a na zemi s HKK zkříž., otevř. oči, K		FRT na balanční ploše a na zemi s HKK zkříž., otevř. oči, NLBP	
	Z	p	Z	p
TA	3,179797	0,001474	3,107436	0,001887
BF	2,480941	0,013104	2,981883	0,002865
Gmax	1,537484	0,124176	1,921856	0,054625
LE	2,09657	0,036032	1,161365	0,245494
OAI	1,432656	0,151957	0,40804	0,683239
OAE	1,782084	0,074736	0,784706	0,432627
RA	1,642313	0,100526	2,411055	0,015907
SCM	1,292885	0,196052	0,408047	0,683239

**Tabulka č. 31:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to mezi **FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na zemi s otevřenými očima a s HKK zkříženými na hrudi u kontrolní skupiny probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

**Vysvětlivky k tabulce č. 29 - 31:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; K – kontrolní skupina; NLBP – skupina s nespecifickou bolestí dolní části zad; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus

internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Při provádění FRT na zemi s otevřenýma očima a na balanční ploše s otevřenýma očima u kontrolní skupiny probandů nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  (viz tabulka č. 29).

Při provádění FRT na zemi s otevřenýma očima a na balanční ploše s otevřenýma očima u skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. tibialis anterior a m. obliquus abdominis externus (viz tabulka č. 29).

Při provádění FRT na zemi s otevřenýma očima a na zemi s horními končetinami zkříženými na hrudi a s otevřenýma očima u kontrolní skupiny probandů byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. tibialis anterior, m. biceps femoris, m. erector spinae (pars lumbalis), m. obliquus abdominis externus a m. rectus abdominis (viz tabulka č. 30).

Při provádění FRT na zemi s otevřenýma očima a na zemi s horními končetinami zkříženými na hrudi a s otevřenýma očima u skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. tibialis anterior, m. biceps femoris a m. obliquus abdominis externus (viz tabulka č. 30).

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenýma očima a na zemi s horními končetinami zkříženými na hrudi a s otevřenýma očima u kontrolní skupiny probandů byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. tibialis anterior, m. biceps femoris a m. erector spinae (pars lumbalis) (viz tabulka č. 31).

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenýma očima a na zemi s horními končetinami zkříženými na hrudi a s otevřenýma očima u skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. tibialis anterior, m. biceps femoris a m. rectus abdominis (viz tabulka č. 31).

### 5.3.3 Timing

Na základě výsledků Mannova-Whitneyova U testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl pro ukazatel rise (timing) pouze u jednoho z vybraných svalů, hodnocených během provádění FRT na zemi s otevřenými očima, FRT na balanční ploše s otevřenými očima a na zemi s otevřenými očima a HKK zkříženými na hrudi, mezi pacienty s bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů. Tabulka zobrazující medián pořadí zapojení jednotlivých svalů během poloh FRT viz příloha č. 23 (kontrolní skupina probandů) a 24 (skupina probandů s nespecifickou bolestí bederní páteře).

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele rise kontrolní skupiny a skupiny s nespecifickou bolestí dolní části zad na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u m. biceps femoris (viz tabulka č. 18, graf č. 3).

Při provádění FRT na zemi s otevřenými očima a na zemi s otevřenými očima a HKK zkříženými na hrudi nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele rise vybraných svalů kontrolní skupiny a skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  (viz příloha č. 11 a 19).

Wilcoxonův párový test - rise		
FRT na zemi a balanční ploše, otevřené oči, všichni		
sval	Z	p
TA	2,528571	0,011453
BF	1,425064	0,15414
Gmax	0,514286	0,607053
LE	0,091245	0,927298
OAI	1,307871	0,190918
OAE	0,653255	0,513592
RA	0,615989	0,537902
SCM	0,714751	0,474763

**Tabulka č. 32:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele rise vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na balanční ploše s otevřenými očima bez rozdílu diagnózy**.

Wilcoxonův párový test - rise		
FRT na zemi a na zemi s HKK zkříženými, otevřené oči, všichni		
sval	Z	p
TA	0	1
BF	0,74671	0,455239
Gmax	0,811641	0,416998
LE	2,028571	0,042503
OAI	0,173788	0,862032
OAE	0,795408	0,426377
RA	0,660395	0,509001
SCM	1,38388	0,166396

**Tabulka č. 33:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **rise** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi s otevřenými očima a HKK zkříženými na hrudi bez rozdílu diagnózy**.

Wilcoxonův párový test - rise		
FRT na balanční ploše a na zemi s HKK zkříž., otevř. oči, všichni		
sval	Z	p
TA	2,192913	0,028314
BF	1,8	0,071862
Gmax	0,538138	0,590482
LE	2,108032	0,035029
OAI	1,199139	0,230475
OAE	0,364955	0,715145
RA	0,298661	0,765199
SCM	2,159462	0,030815

**Tabulka č. 34:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **rise** vybraných svalů, a to mezi **FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na zemi s otevřenými očima a HKK zkříženými na hrudi bez rozdílu diagnózy**.

**Vysvětlivky k tabulce č. 32 - 34:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami rise jednotlivých svalů pro FRT

na zemi s otevřenými očima a FRT na balanční ploše s otevřenými očima naměřenými u všech probandů bez rozdílu diagnózy.

Při provádění FRT na zemi s otevřenými očima a na balanční ploše s otevřenými očima bez rozdílu diagnózy byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele rise, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. tibialis anterior (viz tabulka č. 32).

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami rise jednotlivých svalů pro FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi s HKK zkříženými na hrudi a s otevřenými očima naměřenými u všech probandů bez rozdílu diagnózy.

Při provádění FRT na zemi s otevřenými očima a na zemi s horními končetinami zkříženými na hrudi a s otevřenými očima bez rozdílu diagnózy byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele rise, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. erector spinae (pars lumbalis) (viz tabulka č. 33).

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami rise jednotlivých svalů pro FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na zemi s HKK zkříženými na hrudi a s otevřenými očima naměřenými u všech probandů bez rozdílu diagnózy.

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenými očima a na zemi s horními končetinami zkříženými na hrudi a s otevřenými očima bez rozdílu diagnózy byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele rise, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. tibialis anterior, m. erector spinae (pars lumbalis) a m. sternocleidomastoideus (viz tabulka č. 34).

Wilcoxonův párový test - rise				
	FRT na zemi a balanční ploše, otevřené oči, K		FRT na zemi a balanční ploše, otevřené oči, NLBP	
sval	Z	p	Z	p
TA	0,978019	0,328066	2,376112	0,017497
BF	2,044949	0,007497	0,050965	0,959354
Gmax	0,628971	0,510299	0,266733	0,789675
LE	0,222277	0,868464	0,11767	0,438445
OAI	0,059235	0,952765	1,886595	0,081896
OAE	0,356753	0,721277	1,470294	0,141483
RA	0,203859	0,838464	0,509647	0,610299
SCM	0,458682	0,646463	0,524142	0,60018

**Tabulka č. 35:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **rise** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi s otevřenýma očima a FRT na balanční ploše s otevřenýma očima u kontrolní skupiny probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

Wilcoxonův párový test - rise				
sval	FRT na balanční ploše a na zemi s HKK zkříž., otevř. oči, K		FRT na balanční ploše a na zemi s HKK zkříž., otevř. oči, NLBP	
	Z	p	Z	p
TA	1,529706	0,126091	1,60737	0,107974
<b>BF</b>	<b>2,5</b>	<b>0,01291</b>	0,156893	0,875329
Gmax	0,978399	0,313942	0,274563	0,783652
LE	1,451259	0,173577	1,538024	0,116091
OAI	0,152894	0,878482	1,55594	0,096091
OAE	1,427012	0,153577	0,800198	0,423597
RA	0,156893	0,875329	0,35007	0,726286
<b>SCM</b>	0,889108	0,373945	<b>2,274947</b>	<b>0,02291</b>

**Tabulka č. 36:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **rise** vybraných svalů, a to mezi **FRT na balanční ploše s otevřenýma očima a FRT na zemi s otevřenýma očima a s HKK zkříženými na hrudi u kontrolní skupiny probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

**Vysvětlivky k tabulce č. 35 a 36:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; K – kontrolní skupina; NLBP – skupina s nespecifickou bolestí dolní části zad; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Při provádění FRT na zemi s otevřenýma očima a na balanční ploše s otevřenýma očima u kontrolní skupiny probandů byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele rise, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. biceps femoris (viz tabulka č. 35).

Při provádění FRT na zemi s otevřenýma očima a na balanční ploše s otevřenýma očima u skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele rise, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. tibialis anterior (viz tabulka č. 35).



Při provádění FRT na zemi s otevřenýma očima a na zemi s horními končetinami zkříženými na hrudi a s otevřenýma očima u kontrolní skupiny probandů ani u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele rise, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  (viz příloha č. 20).

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenýma očima a na zemi s horními končetinami zkříženými na hrudi a s otevřenýma očima u kontrolní skupiny probandů byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele rise, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. biceps femoris (viz tabulka č. 36).

Při provádění FRT na balanční ploše s otevřenýma očima a na zemi s horními končetinami zkříženými na hrudi a s otevřenýma očima u skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele rise, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , a to pro m. sternocleidomastoideus (viz tabulka č. 36).

#### 5.3.4 Závěr $H_03$

Statisticky významný rozdíl **mezi kontrolní skupinou a skupinou s nespecifickou bolestí dolní části zad** byl zaznamenán pro hodnoty **mean** během **FRT na zemi s otevřenýma očima** u m. tibialis anterior. Pro hodnoty **mean** naměřené během **FRT na balanční ploše s otevřenýma očima a FRT na zemi s otevřenýma očima a HKK zkříženými na hrudi** nebyl zaznamenán žádný statisticky významný rozdíl. Pro hodnoty **input** nebyl zaznamenán žádný statistický rozdíl mezi **mezi kontrolní skupinou a skupinou s nespecifickou bolestí dolní části zad**. Pro hodnoty **rise** byl zaznamenán významný statistický rozdíl mezi oběma skupinami probandů pouze u **FRT na balanční ploše s otevřenýma očima** u m. biceps femoris.

Statisticky významný rozdíl **mezi jednotlivými polohami bez rozdílu diagnózy** byl zaznamenán při srovnání **FRT na zemi a na balanční ploše** pro hodnoty **mean** u m. biceps femoris a m. obliquus abdominis externus, pro hodnoty **input** u m. tibialis anterior a m. obliquus abdominis externus, pro hodnoty **rise** u m. tibialis anterior.

Statisticky významný rozdíl **mezi jednotlivými polohami bez rozdílu diagnózy** byl zaznamenán při srovnání **FRT na zemi a na zemi s HKK zkříženými na hrudi** pro hodnoty **mean** u m. tibialis anterior, m. erector spinae (pars lumbalis), m. obliquus abdominis internus

et externus, m. rectus abdominis, pro hodnoty **input** u m. tibialis anterior, m. biceps femoris, m. erector spinae (pars lumbalis), m. obliquus abdominis externus a m. rectus abdominis, pro hodnoty **rise** u m. erector spinae (pars lumbalis).

Statisticky významný rozdíl **mezi jednotlivými polohami bez rozdílu diagnózy** byl zaznamenán při srovnání **FRT na balanční ploše a na zemi s HKK zkříženými na hrudi** pro hodnoty **mean** u m. tibialis anterior, m. erector spinae (pars lumbalis), m. obliquus abdominis internus, m. sternocleidomastoideus, pro hodnoty **input** u m. tibialis anterior, m. biceps femoris, m. glutaeus maximus, m. erector spinae (pars lumbalis) a m. rectus abdominis, pro hodnoty **rise** u m. tibialis anterior, m. erector spinae (pars lumbalis) a m. sternocleidomastoideus.

Statisticky významný rozdíl **mezi jednotlivými polohami u kontrolní skupiny** byl zaznamenán při srovnání **FRT na zemi a na balanční ploše** pro hodnoty **mean** u m. obliquus abdominis externus a m. rectus abdominis, pro hodnoty **input** nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl, pro hodnoty **rise** u m. biceps femoris. **Srovnáním stejných poloh u skupiny s nespecifickou bolestí dolní části zad** byl zaznamenán statisticky významný rozdíl pro hodnoty **mean** u m. biceps femoris a m. obliquus abdominis externus. Pro hodnoty **input** u m. tibialis anterior a m. obliquus abdominis externus. Pro hodnoty **rise** u m. tibialis anterior.

Statisticky významný rozdíl **mezi jednotlivými polohami u kontrolní skupiny** byl zaznamenán při srovnání **FRT na zemi a na zemi s HKK zkříženými na hrudi** pro hodnoty **mean** u m. tibialis anterior, m. erector spinae (p. l.), pro hodnoty **input** u m. tibialis anterior, m. biceps femoris, m. erector spinae (p. l.), m. obliquus abdominis externus, m. rectus abdominis, pro hodnoty **rise** nebyl u kontrolní skupiny zaznamenán významný statistický rozdíl. **Srovnáním stejných poloh u skupiny s nespecifickou bolestí dolní části zad** byl zaznamenán statisticky významný rozdíl pro hodnoty **mean** u m. tibialis anterior, m. erector spinae (p. l.), m. obliquus abdominis internus a m. rectus abdominis. Pro hodnoty **input** u m. tibialis anterior, m. biceps femoris a m. obliquus abdominis externus. Pro hodnoty **rise** nebyl u skupiny s nespecifickou bolestí dolní části zad zaznamenán významný statistický rozdíl.

Statisticky významný rozdíl **mezi jednotlivými polohami u kontrolní skupiny** byl zaznamenán při srovnání **FRT na balanční ploše a na zemi s HKK zkříženými na hrudi** pro hodnoty **mean** u m. tibialis anterior, m. erector spinae (p. l.), pro hodnoty **input** u m. tibialis anterior, m. biceps femoris, m. erector spinae (p. l.), pro hodnoty **rise** u m. biceps femoris. **Srovnáním stejných poloh u skupiny s nespecifickou bolestí dolní části zad** byl

zaznamenán statisticky významný rozdíl pro hodnoty **mean** u m. tibialis anterior, m. erector spinae (p. l.), m. obliquus abdominis internus. Pro hodnoty **input** u m. tibialis anterior, m. biceps femoris a m. rectus abdominis. Pro hodnoty **rise** u m. sternocleidomastoideus.

**Hypotéza  $H_03$  byla na podkladě výsledků statistiky zamítnuta.**

## 5.4 Hypotéza H<sub>04</sub>

Není rozdíl v timingu svalů a v aktivitě svalů hodnocené dle ukazatelů mean (amplituda) a input při provádění Functional Reach testu se zavřenýma očima na zemi a na balanční ploše u zdravých probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.

### 5.4.1 Mean

Na základě výsledků Mannova-Whitneyova U testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl pro ukazatel mean pouze u jednoho z vybraných svalů hodnocených u poloh FRT na zemi se zavřenýma očima a FRT na balanční ploše se zavřenýma očima mezi pacienty s bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů.

Při provádění FRT na balanční ploše se zavřenýma očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u m. obliquus abdominis externus (viz tabulka č. 10).

Při provádění FRT na zemi se zavřenýma očima nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  (viz příloha č. 6).

Wilcoxonův párový test - mean		
FRT na zemi a na balanční ploše, zavřené oči, všichni		
sval	Z	p
TA	4,18035	0,000029
BF	2,006087	0,044848
Gmax	0,584153	0,559117
LE	3,771925	0,000162
OAI	1,1532	0,248829
OAE	3,0752	0,002104
RA	3,051175	0,00228
SCM	1,922	0,054607

**Tabulka č. 37:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **mean** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi se zavřenýma očima a FRT na balanční ploše se zavřenýma očima bez rozdílu diagnózy**.

**Vysvětlivky k tabulce č. 37:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax –

m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami mean jednotlivých svalů pro FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima naměřenými u všech probandů bez rozdílu diagnózy.

Při provádění FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima, bez rozdílu diagnózy, byl zjištěn pro hodnotu mean statisticky významný rozdíl na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  pro m. tibialis anterior, m. biceps femoris, m. erector spinae (pars lumbalis), m. obliquus abdominis externus a m. rectus abdominis (viz tabulka č. 37).

Wilcoxonův párový test - mean		
FRT na zemi a na balanční ploše, zavřené oči, K		
sval	Z	p
TA	2,97014	0,002977
BF	1,36277	0,172956
Gmax	0,872571	0,382353
LE	1,642313	0,100526
OAI	0,803685	0,421579
OAE	1,921856	0,054625
RA	1,292885	0,196052
SCM	2,061627	0,039244

**Tabulka č. 38:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele mean vybraných svalů, a to mezi FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima u kontrolní skupiny probandů.

Wilcoxonův párový test - mean		
FRT na zemi a na balanční ploše, zavřené oči, NLBP		
sval	Z	p
TA	2,981883	0,002865
BF	1,538024	0,124044
Gmax	0,314485	0,753153
LE	3,295765	0,000982
OAI	0,470824	0,637767
OAE	2,416895	0,015654
RA	3,076048	0,002098
SCM	0,910259	0,362687

**Tabulka č. 39:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **mean** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima u skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

**Vysvětlivky k tabulce č. 38 a 39:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; K – kontrolní skupina; NLBP – skupina s nespecifickou bolestí dolní části zad; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami mean jednotlivých svalů pro FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima, které byly porovnány zvlášť u kontrolní skupiny probandů a zvlášť u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.

Při provádění FRT na zemi se zavřenými očima a na balanční ploše se zavřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u kontrolní skupiny probandů u m. tibialis anterior a m. sternocleidomastoideus (viz tabulka č. 38).

Při provádění FRT na zemi se zavřenými očima a na balanční ploše se zavřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele mean na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad u m. tibialis anterior,

m. erector spinae (pars lumbalis), m. obliquus abdominis externus a m. rectus abdominis (viz tabulka č. 39).

Tabulka zobrazující medián hodnot mean jednotlivých svalů během poloh FRT viz příloha č. 25 (kontrolní skupina probandů) a 26 (skupina probandů s nespecifickou bolestí bederní páteře).

#### 5.4.2 Input

Na základě výsledků Mannova-Whitneyova U testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl pro ukazatel input pouze u jednoho z vybraných svalů hodnocených u poloh FRT na zemi se zavřenýma očima a FRT na balanční ploše se zavřenýma očima mezi pacienty s bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů.

Při provádění FRT na balanční ploše se zavřenýma očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u m. rectus abdominis a m. sternocleidomastoideus (viz tabulka č. 14).

Při provádění FRT na zemi se zavřenýma očima nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  (viz příloha č. 10).

Wilcoxonův párový test - input		
FRT na zemi a na balanční ploše, zavřené oči, všichni		
sval	Z	p
TA	3,9401	0,000081
BF	3,375512	0,000737
Gmax	0,588612	0,556122
LE	1,021062	0,307226
OAI	1,197358	0,231168
OAE	3,50765	0,000452
RA	2,139099	0,032428
SCM	0,4805	0,630872

**Tabulka č. 40:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi se zavřenýma očima a FRT na balanční ploše se zavřenýma očima bez rozdílu diagnózy**.

**Vysvětlivky k tabulce č. 40:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami input jednotlivých svalů pro FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima naměřenými u všech probandů bez rozdílu diagnózy.

Při provádění FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima, bez rozdílu diagnózy, byl zjištěn pro hodnotu input statisticky významný rozdíl na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  pro m. tibialis anterior, m. biceps femoris, m. obliquus abdominis externus a m. rectus abdominis (viz tabulka č. 40).

Wilcoxonův párový test - input		
FRT na zemi a na balanční ploše, zavřené oči, K		
sval	Z	p
TA	2,97014	0,002977
BF	2,201398	0,027709
Gmax	0,419314	0,674987
LE	0,2446	0,806766
OAI	1,33369	0,182339
OAE	1,85197	0,064031
RA	0,862911	0,388187
SCM	0,594028	0,552494

**Tabulka č. 41:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima u kontrolní skupiny probandů**.



Wilcoxonův párový test - input		
FRT na zemi a na balanční ploše, zavřené oči, NLBP		
sval	Z	p
TA	2,542448	0,011008
BF	2,668	0,007631
Gmax	0,282494	0,777565
LE	1,663577	0,096198
OAI	0,384371	0,700704
OAE	2,919106	0,003511
RA	2,236341	0,02533
SCM	0,156941	0,875291

**Tabulka č. 42:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima u skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

**Vysvětlivky k tabulce č. 41 a 42:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; K – kontrolní skupina; NLBP – skupina s nespecifickou bolestí dolní části zad; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami input jednotlivých svalů pro FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima, které byly porovnány zvlášť u kontrolní skupiny probandů a zvlášť u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.

Při provádění FRT na zemi se zavřenými očima a na balanční ploše se zavřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u kontrolní skupiny probandů u m. tibialis anterior a m. biceps femoris (viz tabulka č. 41).

Při provádění FRT na zemi se zavřenými očima a na balanční ploše se zavřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele input na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad u m. tibialis anterior, m. biceps femoris, m. obliquus abdominis externus a m. rectus abdominis (viz tabulka č. 42).

### 5.4.3 Timing

Na základě výsledků Mannova-Whitneyova U testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl pro ukazatel rise (timing) vybraných svalů hodnocených u poloh FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima mezi pacienty s bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů. Tabulka zobrazující medián pořadí zapojení jednotlivých svalů během poloh FRT viz příloha č. 23 (kontrolní skupina probandů) a 24 (skupina probandů s nespecifickou bolestí bederní páteře).

Při provádění FRT na zemi se zavřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele rise na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u m. obliquus abdominis internus a m. sternocleidomastoideus (viz tabulka č. 6, graf č. 1 a 2).

Při provádění FRT na balanční ploše se zavřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele rise na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u m. obliquus abdominis internus (viz tabulka č. 19, graf č. 4).

Wilcoxonův párový test - rise		
FRT na zemi a na balanční ploše, zavřené oči, všichni		
sval	Z	p
TA	1,034108	0,301086
BF	0,214286	0,830324
Gmax	0,5	0,617075
LE	2,137595	0,03255
OAI	0,259725	0,795076
OAE	0,836411	0,402924
RA	0,533358	0,593786
SCM	1,076276	0,281804

**Tabulka č. 43:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele rise (timing) vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima bez rozdílu diagnózy.**

**Vysvětlivky k tabulce č. 43:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami rise jednotlivých svalů pro FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima naměřenými u všech probandů bez rozdílu diagnózy.

Při provádění FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima, bez rozdílu diagnózy, byl zjištěn pro hodnotu rise statisticky významný rozdíl na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  pro m. erector spinae (pars lumbalis) (viz tabulka č. 43).

Wilcoxonův párový test - rise		
FRT na zemi a na balanční ploše, zavřené oči, K		
sval	Z	p
TA	1,200296	0,230025
BF	1,059027	0,314504
Gmax	0,353009	0,534981
LE	2,191483	0,02752
OAI	1,070259	0,284504
OAE	0,266733	0,789675
RA	0,039223	0,968712
SCM	0,419314	0,674987

**Tabulka č. 44:** Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **rise (timing)** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima u kontrolní skupiny probandů.**

**Vysvětlivky k tabulce č. 44:** FRT – Functional Reach test; Z – hodnota testovacího kritéria; p – hladina statistické významnosti; K – kontrolní skupina; NLBP – skupina s nespecifickou bolestí dolní části zad; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; Gmax – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus internus abdominis; OAE – m. obliquus externus abdominis; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu byl, při hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ , zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami rise jednotlivých svalů pro FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima, které byly porovnány zvláště u kontrolní skupiny probandů a zvláště u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.

Při provádění FRT na zemi se zavřenýma očima a na balanční ploše se zavřenýma očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele rise na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u kontrolní skupiny probandů u m. erector spinae (pars lumbalis) (viz tabulka č. 44).

Při provádění FRT na zemi se zavřenýma očima a na balanční ploše se zavřenýma očima nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ukazatele rise na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$  u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad (viz příloha č. 21).

#### 5.4.4 Závěr $H_04$

Statisticky významný rozdíl **mezi kontrolní skupinou a skupinou s nespecifickou bolestí dolní části zad** byl zaznamenán pro hodnoty **mean** během **FRT na balanční ploše se zavřenýma očima** u m. obliquus abdominis externus, pro hodnoty **input** během **FRT na balanční ploše se zavřenýma očima** u m. rectus abdominis a m. sternocleidomastoideus, pro hodnoty **rise** během **FRT na zemi se zavřenýma očima** u m. obliquus abdominis internus a m. sternocleidomastoideus a během **FRT na balanční ploše se zavřenýma očima** u m. obliquus abdominis internus.

Statisticky významný rozdíl mezi **FRT na zemi se zavřenýma očima a FRT na balanční ploše se zavřenýma očima** u všech probandů byl zaznamenán pro hodnoty **mean** u m. tibialis anterior, m. biceps femoris, m. erector spinae (pars lumbalis), m. obliquus abdominis externus a m. rectus abdominis; pro hodnoty **input** u m. tibialis anterior, m. biceps femoris, m. obliquus abdominis externus a m. rectus abdominis; pro hodnoty **rise** u m. erector spinae (pars lumbalis).

Statisticky významný rozdíl mezi **FRT na zemi se zavřenýma očima a FRT na balanční ploše se zavřenýma očima** u kontrolní skupiny probandů byl zaznamenán pro hodnoty **mean** u m. tibialis anterior; pro hodnoty **input** u m. tibialis anterior a m. biceps femoris; pro hodnoty **rise** u m. erector spinae (pars lumbalis).

Statisticky významný rozdíl mezi **FRT na zemi se zavřenýma očima a FRT na balanční ploše se zavřenýma očima** u skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad byl zaznamenán pro hodnoty **mean** u m. tibialis anterior, m. erector spinae (pars lumbalis), m. obliquus abdominis externus a m. rectus abdominis; pro hodnoty **input** u m. tibialis anterior, m. biceps femoris, m. obliquus abdominis externus a m. rectus abdominis; pro hodnoty **rise** není statisticky významný rozdíl mezi polohami FRT viz výše.

**Hypotéza  $H_04$  byla na podkladě výsledků statistiky zamítnuta.**

## 5.5 Doplnující výsledky

Na základě Mannova-Whitneyova U testu nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v dosažené vzdálenosti mezi kontrolní skupinou probandů a skupinou probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad během provádění Functional Reach testu na zemi s otevřenými očima a se zavřenými očima, ani na balanční ploše s otevřenými či zavřenými očima (viz příloha č. 22).

průměrný dosah FRT v cm		
	K	NLBP
FRT na zemi, otevřené oči	41	41,42857
FRT na zemi, zavřené oči	40,15385	41,42857
FRT na balanční plošině, otevřené oči	28,38462	28,42857
FRT na balanční plošině, zavřené oči	23,38462	24,71429

**Tabulka č. 45:** Průměrný dosah v centimetrech během provádění Functional Reach testu ve čtyřech modifikacích.

**Vysvětlivky k tabulce č. 45:** FRT – Functional Reach test; K – kontrolní skupina probandů; NLBP – skupina probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad

Na základě srovnání průměrných hodnot dosahu během jednotlivých poloh Functional Reach testu je z tabulky č. 45 patrné, že ve všech čtyřech polohách, kde byl dosah zaznamenán, je průměrný dosah skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad větší než u kontrolní skupiny probandů.

funkční testy páteře - průměr		
	K	NLBP
Schober	5,269231	5,535714
Stibor	8,346154	8,5
Tomayer	0,769231	7

**Tabulka č. 46:** Průměr hodnot v centimetrech vyjadřujících Tomayerův, Schoberův a Stiborův funkční test páteře **kontrolní skupiny probandů a probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

**Vysvětlivky k tabulce č. 46:** K – kontrolní skupiny probandů; NLBP – skupina probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.

Na základě průměrných hodnot Tomayerova, Schoberova a Stiborova funkčního testu páteře je patrné, že se jak u Schoberova, tak u Stiborova testu prodloužila měřená vzdálenost po předklonu více u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad. Naopak u Tomayerova testu byl dosah probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad průměrně menší (viz tabulka č. 46).

Na základě kineziologického vyšetření zkrácených svalů dle Jandy byl u **kontrolní skupiny** probandů m. gastrocnemius bilaterálně zkrácen ve 3 ze 13 případů na stupeň 1, stejně tak m. soleus. Ischiocrurální svaly byly u kontrolní skupiny zkráceny v šesti případech z 13 na stupeň č. 1 bilaterálně a paravertebrální svaly byly zkráceny v 5 případech z 13 na stupeň č. 2 a ve dvou případech ze zbylých 8 na stupeň č. 1.

U **skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad** byl m. gastrocnemius a m. soleus bilaterálně zkrácen pouze u 1 případu ze 14. Ischiocrurální svaly byly zkráceny na stupeň č. 2 u 3 ze 14 probandů bilaterálně a na stupeň č. 1 u 7 probandů ze zbylých 11 vpravo a u 9 probandů z 11 vlevo. Paravertebrální svaly byly zkráceny na stupeň č. 2 u 3 probandů a u 10 probandů bylo zkrácení této svalové skupiny na stupni č. 1.

## 6 DISKUZE

Functional Reach test (FRT), Standing Reach, test dosahu byl, jakožto metoda hodnotící balanční schopnosti jedince, rozvinut v roce 1990 Pamelou Duncan et al. Nejčastěji se v dnešní době s pojmem Functional Reach Test setkáváme v souvislosti s Bergové balanční škálou (Berg Balance Scale - BBS), která se využívá zejména u seniorů a/nebo pacientů s neurologickým deficitem, např. po cévní mozkové příhodě (CMP) k hodnocení stability (Berg et al., 1989; Blum & Korner-Bitensky, 2008).

Autoři zaměřující se ve svých článcích výhradně na FRT a jeho schopnost hodnotit bilanci jsou např. Lin a Liao (2011). Tito ve své studii hodnotili, zda stárnutí redukuje schopnost jedince dosáhnout dál během FRT. Také se zaměřili na pohybové strategie FRT v jednotlivých věkových kategoriích. Wallmann (2001) zase hodnotil mj. vliv četnosti pádů u seniorů na dosah během FRT, kdy dospěl ke zjištění, že se výsledky dosahu u seniorů padajících často nijak výrazně neliší od výsledků seniorů, kteří padají sporadicky či vůbec. V neposlední řadě lze zmínit také studii Margaret L. Schenkman a kolektivu (2001), jejichž výzkum se týkal FRT a pacientů s Parkinsonovou chorobou.

Sporadicky se FRT vyskytuje v literatuře v souvislosti s bolestí zad. Jedná se zejména o kinematickou analýzu tohoto pohybu a její srovnání mezi kontrolní skupinou a skupinou probandů s bolestí zad. Příkladem můžeme uvést studii Silfiesové et al. (2009).

Častěji se autoři zaměřují na FRT ve smyslu zkoumání jeho reliability jakožto testu balance, např. Row a Cavanagh, jejichž článek z roku 2007 pojednává o tom, že dosah ve vertikále, čili nahoru, je náročnější na balanční schopnosti jedince, než dosah v horizontále, čili vpřed. Wernick-Robinsonová a kolektiv (1999) si zase kladli otázku, zda je FRT validním testem pro hodnocení rovnováhy.

Elektromyografii, bolest zad a pohyb trupu v sagitále, ať už se jedná o flexi či extenzi, zkoumali autoři jako např. Tylerová a Krast (2004), Nehlson-Wongová et al. (2012) nebo Larivière et al. (2000).

Studii, která by se zabývala srovnáním svalové aktivity osob s nespécifickou bolestí dolní části zad (NLBP) a zdravých probandů během provádění FRT, jsme nenalezli. Cílem této práce tedy bylo zjistit, zda se liší timing svalů a ukazatele mean (amplituda) a input vybraných svalů během provádění FRT a jeho modifikací, kdy se zvyšovala obtížnost provedení FRT, u zdravých probandů a u probandů s nespécifickou bolestí dolní části zad. Zvyšováním obtížnosti je v této práci myšleno vyřazení zrakové kontroly a/nebo provádění

FRT na balanční ploše, popřípadě zkřížení horních končetin na hrudi (Palm et al., 2009; Cimadoro et al., 2013). Náš výzkum zahrnoval 5 variant FRT. První variantou byl FRT na zemi s otevřenými očima. Druhou variantou byl FRT na zemi se zavřenými očima. Varianty FRT číslo 3 a 4 prováděli probandí na balanční ploše, přičemž u varianty číslo 3 měli oči otevřené, u varianty číslo 4 zavřené. Variantou číslo 5 byl FRT na zemi s horními končetinami zkříženými na hrudi a s otevřenými očima.

Srovnáním jednotlivých měřených hodnot (mean, input a rise) kontrolní skupiny a skupiny s NLBP získaných během Functional Reach testu jsme zjistili, že se tyto hodnoty statisticky významně liší pouze v případě několika námi měřených svalů.

Porovnáme-li mediány hodnot mean kontrolní skupiny a skupiny s NLBP, zjistíme, že většina svalů vykazovala vyšší aktivitu hodnocenou ukazatelem mean u skupiny s NLBP než u kontrolní skupiny. Naše tvrzení se shoduje s výsledky Silfiesové et al. (2005) a také jej lze podložit výzkumem Fally et al. (2004), který potvrdil zvýšení svalové aktivity u pacientů s chronickou bolestí krční páteře. Toto zvýšení svalové aktivity zejména v oblasti svalstva trupu může souviset s Panjabihho (1992a) tvrzením, které se týká stabilizačního systému páteře skládajícího se z pasivního, aktivního a neuronálního subsystému, kdy v případě problémů v oblasti jednoho subsystému dochází ke zvýšené aktivitě subsystémů ostatních. Vzhledem k tomu, že se náš výzkum zaměřil na nespécifickou bolest dolní části zad, a tedy funkční záležitost, potvrzovalo by zvýšení svalové aktivity u skupiny probandů s NLBP také teorii zvanou „pain – spasm – pain“, kdy bolest vede ke zvýšení aktivity svalů, což následně vyvolá bolest další (Roland, 1986). Tuto teorii a s ní související literaturu a výzkumy lze naléztá taktéž ve studii van Dieëna et al. (2003).

Za povšimnutí také stojí fakt, že se u kontrolní skupiny probandů lišil medián hodnot mean pro m. biceps femoris a m. erector spinae (pars lumbalis) jen minimálně v prvních třech variantách FRT. Značný rozdíl v aktivitě těchto svalů během FRT byl patrný až v případě FRT na balanční ploše se zavřenými očima a FRT na zemi s otevřenými očima a HKK zkříženými na hrudi, kdy byla aktivita m. biceps femoris nižší než aktivita m. erector spinae (pars lumbalis). U skupiny probandů s NLBP byla aktivita m. biceps femoris znatelně nižší než aktivita m. erector spinae (pars lumbalis) u všech testovaných variant FRT, kdy se tento rozdíl v případě FRT na balanční ploše se zavřenými očima a FRT na zemi s otevřenými očima a HKK zkříženými na hrudi ještě prohloubil. Toto zjištění nás vede k předpokladu, že během flexe trupu v sagitální rovině (v našem případě během FRT) erektory páteře a flexory kolenního kloubu spolupracují na tomto pohybu téměř stejnou měrou. To však v případě



skupiny s nespecifickou bolestí dolní části zad neplatí a ve vyšší míře se během flexe zapojují erektoři páteře. Zvýšená aktivita erektorů páteře je patrná také ve studii Kuriyamaho a Itoa, (2005).

Z hlediska břišních svalů byly s přibývajícím obtížností nejméně proměnné hodnoty mean m. obliquus abdominis internus, které měly relativně stálou hodnotu a byly nepatrně vyšší u skupiny s NLBP. Avšak aktivita m. obliquus abdominis externus a m. rectus abdominis s přibývajícím obtížností FRT klesla a to u obou skupin probandů.

S přibývajícím obtížností byly zaznamenány největší proměnné v hodnotách mean u m. tibialis anterior a m. erector spinae (pars lumbalis), které rostly společně s postupným zvyšováním obtížnosti FRT. Nejvyšší aktivitu vykazovaly tyto svaly prostřednictvím ukazatele mean během FRT na zemi s HKK zkříženými na hrudi a to u obou skupin probandů, přičemž u skupiny s NLBP byly tyto hodnoty vyšší.

Nejstálější hodnoty mean během zvyšování obtížnosti FRT, jak u kontrolní skupiny, tak u skupiny s NLBP, vykazoval m. gluteus maximus.

Porovnáním svalové aktivity hodnocené pomocí ukazatele input jsme došli ke zjištění, že se statisticky významný rozdíl mezi kontrolní skupinou a skupinou s NLBP vyskytl pouze v případě FRT na balanční ploše se zavřenými očima u m. rectus abdominis a m. sternocleidomastoideus.

Porovnáním jednotlivých obtížností FRT mezi sebou byly, z hlediska ukazatele input, nejčastěji statisticky významně se lišícími svaly m. tibialis anterior a m. biceps femoris. Dále pak m. obliquus abdominis internus, m. rectus abdominis a m. erector spinae (pars lumbalis).

Ukazatel input se však jeví jako nejméně spolehlivý parametr ke srovnávání výsledků tohoto výzkumu s výzkumy jiných autorů. A to zejména z toho důvodu, že se jedná o hodnotu, jež je procentuálním zastoupením ukazatele mean jednotlivých, námi zvolených svalů, vzhledem ke všem měřeným svalům, tudíž je stanovena výběrem měřených svalů a počtem měřených svalů v daném výzkumu. Ukazatel input je tedy značně variabilní.

Timing svalů byl v tomto výzkumu porovnáván pomocí mediánů hodnot rise vybraných svalů. Srovnáním mediánů hodnot rise námi zvolených svalů u testovaných variant FRT jsme zjistili, že se statisticky významně (na hladině statistické významnosti  $p < 0,05$ ) liší kontrolní skupina se skupinou s NLBP v timingu m. obliquus abdominis internus a m. sternocleidomastoideus během provádění FRT na zemi se zavřenými očima. U skupiny s NLBP se m. obliquus abdominis internus aktivoval jako první, kdežto u kontrolní skupiny až mezi posledními. M. sternocleidomastoideus se u kontrolní skupiny zapojil 5., u skupiny s NLBP jako 7. v pořadí.

Během FRT na balanční ploše s otevřenýma očima se m. biceps femoris aktivoval u kontrolní skupiny jako druhý, kdežto u skupiny s NLBP až na 6. pozici, což také vedlo k statisticky významnému rozdílu.

Během FRT na balanční ploše se zavřenýma očima se statisticky významně zapojil u skupiny s NLBP dřívě (2.) m. obliquus abdominis internus (kontrolní skupina – 4.).

Z mediánů hodnot rise vyplývá, že se u skupiny s NLBP skupina břišních svalů (m. obliquus abdominis internus et externus a m. rectus abdominis) aktivovala dřívě, než u kontrolní skupiny probandů. Patrné je toto zjištění zejména u m. obliquus internus et externus abdominis během zvyšující se obtížnosti provádění FRT. V případě FRT na zemi se m. obliquus abdominis internus aktivoval ve stejnou dobu u obou skupin probandů, ale m. obliquus abdominis externus a m. rectus abdominis se u skupiny s NLBP aktivovaly dřívě. V literatuře se lze setkat s výzkumy, které dokládají změny v timingu svalů trupu v souvislosti s bolestmi bederní páteře a to v různých posturálních a pohybových situacích (např. Hodges, 2001; van Dieën et al., 2003; Silfies et al., 2005).

Dále jsme zjistili, že se u skupiny s NLBP později aktivoval m. erector spinae (pars lumbalis) a to zejména během FRT na zemi se zavřenýma očima (skupina s NLBP – 4., kontrolní – 2.), FRT na balanční ploše s otevřenýma očima (skupina s NLBP – 5., kontrolní – 3.) a FRT na zemi s otevřenýma očima a s HKK zkříženými na hrudi (skupina s NLBP – 4., kontrolní – 2.). Studie Leinonen et al. (2000) tyto naše výsledky nepotvrdila, avšak ani nevyvrátila. Během jejich studie, kdy srovnávali erektory páteře a extenzory kyčelního kloubu nebyl patrný rozdíl v zapojení těchto svalů u kontrolní skupiny a skupiny s bolestí zad. Avšak tyto autoři ve své studii testovali pohyb do plné flexe trupu a následné extenze.

Dalším ze zjištění našeho výzkumu je, že se m. tibialis anterior aktivoval spolu se zvyšující se obtížností u skupiny s NLBP později, kdežto u kontrolní skupiny tomu tak nebylo. Během FRT na balanční ploše se zavřenýma očima se u kontrolní skupiny zapojil m. tibialis anterior jako jeden z prvních svalů, u skupiny probandů s NLBP se aktivoval mezi posledními. Toto naše zjištění může souviset s rozdílnou strategií pohybu skupiny s NLBP za ztížených podmínek během provádění FRT (balanční plocha, zavřené oči), kdy se u skupiny s NLBP nejprve aktivovaly svaly břišní za účelem stabilizace trupu, což v případě kontrolní skupiny pravděpodobně nutné nebylo.

Timing m. biceps femoris byl u skupiny s NLBP neměnný. U kontrolní skupiny probandů se aktivoval ve většině případů m. biceps femoris dřívě.

Timing m. gluteus maximus se po srovnání mediánů hodnot rise výrazněji lišil jen v případě FRT na balanční ploše s otevřenýma očima, kdy se u kontrolní skupiny probandů

zapojil dříve. V ostatních polohách FRT se zapojil u skupiny s NLBP později. Nejednalo se ale o statisticky významný rozdíl. Potvrzuje to však výzkum Leinonen et al. (2000), kdy se m. gluteus maximus aktivoval během flexe i extenze trupu u skupiny s bolestí bederní páteře později.

Jako první se během FRT ve všech jeho modifikacích u skupiny s NLBP aktivoval m. obliquus abdominis internus často zároveň s m. rectus abdominis. U kontrolní skupiny se jednalo v první řadě zejména o m. erector spinae (pars lumbalis) a v případě variant FRT se zavřenými očima o m. rectus abdominis a m. tibialis anterior.

V této práci jsme se také zabývali problematikou vlivu zrakové kontroly na aktivitu svalů během FRT. V případě vyřazení zrakové kontroly během FRT na zemi došlo ke statisticky významnému rozdílu hodnot mean skupiny s NLBP u m. biceps femoris, jehož aktivita se zavřením očí během FRT snížila.

V případě porovnání FRT na balanční ploše se zavřenými a otevřenými očima byl u kontrolní skupiny zaznamenán statisticky významný nárůst aktivity m. tibialis anterior v případě vyřazení zrakové kontroly. U skupiny s NLBP m. tibialis anterior také zvýšil svou aktivitu společně se zavřením očí. Rozdíl byl u této skupiny v porovnání s kontrolní skupinou nezanedbatelně vyšší. U skupiny s NLBP došlo navíc zavřením očí ke statisticky významnému nárůstu aktivity m. erector spinae (pars lumbalis), a snížení aktivity m. rectus abdominis, k čemuž u kontrolní skupiny došlo jen nepatrně.

Vyřazení zrakové kontroly se statisticky významně projevilo srovnáním hodnot input během FRT na zemi u kontrolní skupiny na aktivitě m. tibialis anterior a u skupiny s NLBP na aktivitě m. biceps femoris. Během FRT na balanční ploše se statisticky významně lišily u kontrolní skupiny hodnoty input m. tibialis anterior a m. biceps femoris. U skupiny s NLBP se vyřazení zrakové kontroly statisticky významně projevilo na rozdílnosti hodnot input u m. tibialis anterior, m. biceps femoris a m. rectus abdominis.

Timing se vyřazením zrakové kontroly statisticky významně změnil u kontrolní skupiny probandů během FRT na zemi u m. erector spinae (pars lumbalis), kdy zavření očí vedlo k jeho dřívější aktivitě. U skupiny probandů s NLBP se vyřazení zrakové kontroly během FRT na zemi statisticky významně projevilo na m. tibialis anterior, který se poté aktivoval později. Totéž platí pro m. sternocleidomastoideus.

Během FRT na balanční ploše se zavřením očí statisticky významně timing nezměnil ani u jedné ze skupin probandů.

Během porovnávání kontrolní skupiny se skupinou s NLBP jsme zjistili, že se některé z námi měřených svalů vyskytují ve výčtu statisticky významně se lišících častěji než jiné. Mnohdy se tyto svaly statisticky významně lišily jak hodnotou mean, tak hodnotou input a/nebo rise. Mezi tyto svaly patří m. tibialis anterior, m. biceps femoris, m. obliquus abdominis externus et internus. Toto zjištění by mohlo znamenat, že jde o svaly, jejichž aktivita je bolestí dolní části zad ovlivněna nejvíce. Navíc toto naše tvrzení (týkající se m. obliquus abdominis internus et externus a m. biceps femoris) podporuje zjištění, jež ve své diplomové práci popsal Hloušek (2013), který porovnával aktivitu vybraných svalů při vstávání ze sedu do stoje a zpět u zdravých probandů a probandů s bolestmi dolní části zad při změně výšky židle.

Výše popsaná zjištění však nelze přesně porovnat s výsledky jiných studií, jelikož dosud žádné výzkumy zabývající se touto tematikou nevznikly. Bylo by proto vhodné provést další výzkumy, které by upřesnily či vyvrátily výše zmíněná zjištění.

Naše studie se okrajově zabývala také vzdáleností dosahu během jednotlivých, námi zkoumaných, modifikací FRT. Průměrný dosah kontrolní skupiny probandů v základní poloze FRT (FRT na zemi s otevřenými očima) byl 41cm a shodoval se s výsledky studie Cavanaugha a kolektivu (1999).

Zjistili jsme, že se výsledky dosahu skupiny s NLBP statisticky významně nelišily od výsledků dosahu kontrolní skupiny. V případě srovnání průměrných hodnot dosahu během FRT na zemi s otevřenými a zavřenými očima a FRT na balanční ploše s otevřenými a zavřenými očima jsme zjistili, že jsou průměrné hodnoty dosahu skupiny s NLBP vyšší než průměrné dosahy FRT kontrolní skupiny. Vzhledem k tomu jsme provedli také srovnání funkčních testů páteře, které byly provedeny v rámci kineziologického rozboru, a dospěli jsme ke zjištění, že byl zaznamenán vyšší průměrný nárůst Schoberovy a Stiborovy distance u skupiny probandů s NLBP.

Na základě našeho zjištění a vzhledem k tomu, že FRT je v první řadě určen k testování balančních schopností jedince, si dovoluujeme předpokládat, že nespecifická bolest zad neovlivňuje balanční schopnosti jedince. Studie Silfiesové et al. (2005) naše výsledky nepotvrdila. V této studii byl totiž průměrný dosah probandů s bolestí zad statisticky významně nižší než průměrný dosah kontrolní skupiny probandů. Toto zjištění může souviset s nižším průměrným věkem probandů v našem výzkumu, s modifikací testu dosahu Silfiesové et al. (2009), kdy probandi prováděli FRT napřažením obou horních končetin, popřípadě

s faktem, že se Silfiesová ve své práci zaměřila na srovnání kontrolní skupiny se skupinou probandů s LBP z mechanických příčin (úraz, degenerativní změna).

Naše zjištění týkající se dosahu probandů během FRT mohou souviset např. s vyšším zastoupením mužského pohlaví ve skupině probandů s NLBP (vzhledem k antropomerickým rozdílům mezi muži a ženami). Řešení tohoto problému je však nad rámec této diplomové práce a vyžaduje podrobnější výzkum.

Jako limity této diplomové práce uvádíme zejména změny strategie pohybu během provádění FRT na zemi a na balanční ploše, kdy se někteří probandi snažili zvýšit svou stabilitu snížením těžiště těla a tedy prováděli semiflexi v kolenních kloubech. Dále bylo měření prováděno v laboratorních podmínkách a tedy pro probandy v cizím prostředí. Každý měl na těle připevněno osmisvodé EMG, což také mohlo probandy omezit v jejich pohybovém projevu. Během pohybu mohlo dojít k pohybu kabelu či snímací elektrody a tedy k možnému vzniku nežádoucích ruchů. Toto mohlo mít za následek zkreslení výsledků svalové aktivace.

## 7 ZÁVĚR

Tato diplomová práce si kladla za cíl zjistit, zda nespecifická bolest dolní části zad (NLBP) ovlivní aktivitu vybraných svalů během provádění Functional Reach testu (FRT) a jeho modifikací, kdy se postupně zvyšovala obtížnost provedení FRT vyřazením zrakové kontroly a/nebo prostřednictvím stoje na balanční ploše, popřípadě zkřížením horních končetin na hrudi. Pomocí povrchové polyelektromyografie bylo snímáno osm vybraných svalů na straně dominantní dolní končetiny. Dílčím cílem pak bylo objasnit, zda vyřazení zrakové kontroly ovlivní FRT.

Porovnáním kontrolní skupiny se skupinou s NLBP během FRT na zemi s otevřenýma očima byl statisticky významný rozdíl ukazatele mean zjištěn u *m. tibialis anterior*. Během FRT na zemi se zavřenýma očima nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl ukazatele mean. Porovnáním skupin probandů během FRT na zemi s otevřenýma očima a FRT na zemi se zavřenýma očima nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl ukazatele input. Porovnáním skupin probandů během FRT na zemi s otevřenýma očima nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl v timingu vybraných svalů, kdežto porovnáním skupin probandů během FRT na zemi se zavřenýma očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl v timingu *m. obliquus abdominis internus* a *m. sternocleidomastoideus*.

Porovnáním kontrolní skupiny se skupinou s NLBP během FRT na balanční ploše s otevřenýma očima nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl ukazatele mean vybraných svalů. Během FRT na balanční ploše se zavřenýma očima byl zaznamenán statisticky významný rozdíl ukazatele mean mezi oběma skupinami probandů u *m. obliquus abdominis externus*. Porovnáním skupin probandů během FRT na balanční ploše s otevřenýma očima nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl ukazatele input. Porovnáním obou skupin probandů během FRT na balanční ploše se zavřenýma očima byl zaznamenán statisticky významný rozdíl ukazatele input u *m. rectus abdominis* a *m. sternocleidomastoideus*. Porovnáním skupin probandů během FRT na balanční ploše s otevřenýma očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl v timingu *m. biceps femoris* a porovnáním obou skupin během FRT na balanční ploše se zavřenýma očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl v timingu *m. obliquus abdominis internus*.

Porovnáním kontrolní skupiny se skupinou s NLBP během FRT na zemi s otevřenýma očima a HKK zkříženými na hrudi nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl ukazatele mean vybraných svalů.

Porovnáním FRT na zemi, na balanční ploše s otevřenými očima a na zemi s otevřenými očima a HKK zkříženými na hrudi byl zaznamenán statisticky významný rozdíl ukazatele mean u kontrolní skupiny u m. obliquus abdominis externus, m. rectus abdominis, m. tibialis anterior, m. erector spinae (pars lumbalis). U skupiny s NLBP u m. biceps femoris, m. obliquus abdominis externus, m. tibialis anterior, m. erector spinae (pars lumbalis), m. obliquus abdominis internus a m. rectus abdominis.

Porovnáním kontrolní skupiny se skupinou s NLBP během FRT na zemi s otevřenými očima a HKK zkříženými na hrudi nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl ukazatele input vybraných svalů. Porovnáním FRT na zemi, na balanční ploše s otevřenými očima a na zemi s otevřenými očima a HKK zkříženými na hrudi byl zaznamenán statisticky významný rozdíl ukazatele input u kontrolní skupiny u m. obliquus abdominis externus, m. rectus abdominis, m. tibialis anterior, m. biceps femoris, m. erector spinae (pars lumbalis). U skupiny s NLBP u m. biceps femoris, m. obliquus abdominis externus, m. tibialis anterior a m. rectus abdominis.

Porovnáním kontrolní skupiny se skupinou s NLBP během FRT na zemi s otevřenými očima a HKK zkříženými na hrudi nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl v timingu vybraných svalů. Porovnáním FRT na zemi, na balanční ploše s otevřenými očima a na zemi s otevřenými očima a HKK zkříženými na hrudi byl zaznamenán statisticky významný rozdíl v timingu vybraných svalů u kontrolní skupiny u m. biceps femoris. U skupiny s NLBP u m. tibialis anterior a m. sternocleidomastoideus.

Porovnáním FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima byl pro ukazatel mean zjištěn statisticky významný rozdíl u kontrolní skupiny probandů u m. tibialis anterior a m. sternocleidomastoideus. U skupiny probandů s NLBP u m. tibialis anterior, m. erector spinae (pars lumbalis), m. obliquus abdominis externus a m. rectus abdominis. Porovnáním FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima by pro ukazatel input zjištěn statisticky významný rozdíl u kontrolní skupiny probandů u m. tibialis anterior a m. biceps femoris. U skupiny probandů s NLBP u m. tibialis anterior, m. biceps femoris, m. obliquus abdominis externus a m. rectus abdominis. Porovnáním FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima byl zjištěn statisticky významný rozdíl v timingu vybraných svalů u kontrolní skupiny probandů u m. erector spinae (pars lumbalis). U skupiny probandů s NLBP nebyl mezi těmito dvěma variantami FRT zjištěn statisticky významný rozdíl v timingu vybraných svalů.

Porovnáním FRT na zemi s otevřenýma a zavřenýma očima byl zaznamenán statisticky významný rozdíl ukazatele mean pouze u skupiny probandů s NLBP u m. biceps femoris. Porovnáním FRT na zemi s otevřenýma a zavřenýma očima byl zaznamenán statisticky významný rozdíl ukazatele input kontrolní skupiny probandů u m. tibialis anterior a u skupiny probandů s NLBP u m. biceps femoris. Porovnáním FRT na zemi s otevřenýma a zavřenýma očima byl zaznamenán statisticky významný rozdíl v timingu svalů kontrolní skupiny probandů u m. erector spinae (pars lumbalis) a u skupiny probandů s NLBP u m. tibialis anterior a m. sternocleidomastoideus.

Porovnáním FRT na balanční ploše s otevřenýma a zavřenýma očima byl zaznamenán statisticky významný rozdíl ukazatele mean u kontrolní skupiny probandů u m. tibialis anterior a u skupiny probandů s NLBP u m. tibialis anterior, m. erecto spinae (pars lumbalis) a m. rectus abdominis. Porovnáním FRT na balanční ploše s otevřenýma a zavřenýma očima byl zaznamenán statisticky významný rozdíl ukazatele input kontrolní skupiny probandů u m. tibialis anterior a m. biceps femoris a u skupiny probandů s NLBP u m. tibialis anterior, m. biceps femoris a m. rectus abdominis. Porovnáním FRT na balanční ploše s otevřenýma a zavřenýma očima nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl v timingu svalů kontrolní skupiny probandů ani u skupiny probandů s NLBP.

Porovnáním dosažených vzdáleností kontrolní skupiny a skupiny s NLBP během jednotlivých variant FRT nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl.

Pro upřesnění těchto výsledků by bylo vhodné uskutečnit další výzkum.



## 8 SOUHRN

Tato diplomová práce se zabývá hodnocením aktivity a timingu vybraných svalů kontrolní skupiny probandů a skupiny probandů s nespécifickou bolestí dolní části (NLBP) zad během provádění Functional Reach testu (FRT) v jeho pěti modifikacích, kdy se postupně zvyšovala obtížnost provedení FRT. První hodnocenou polohou byl FRT na zemi s otevřenýma očima, druhou polohou byl FRT na zemi se zavřenýma očima, třetí polohou byl FRT na balanční ploše s otevřenýma očima, čtvrtou polohou byl FRT na balanční ploše se zavřenýma očima a pátou polohou byl FRT na zemi s horními končetinami zkříženými na hrudi. Pro hodnocení svalové aktivity jsou v této práci využity ukazatele mean (amplituda) a input, pro hodnocení timingu ukazatel rise.

V teoretickém přehledu je popsána kineziologie bederní páteře, funkční anatomie měřených svalů, problematika bolesti zad, Functional Reach Test a elektromyografie.

Výzkumná část se soustředí na metodiku, kde je popsán výzkumný soubor probandů skládající se ze 13 probandů v kontrolní skupině a 14 probandů ve skupině s NLBP. Dále je zde popsán postup vyšetření a samotného měření, technika, která byla využita k zaznamenání elektromyografického signálu (NORAXON Myosystem 1400A), zpracování a vyhodnocení elektromyogramů vybraných svalů pomocí programu MyoResearch XP Protocol Version 1.03.05. a statistické zpracování dat. Naměřené hodnoty byly statisticky zpracovány pomocí Mannova-Whitneyova U testu a Wilcoxonova párového testu v programu Statistica 10.0. Pro určení hladiny statistické významnosti  $p$  byla stanovena hodnota nižší než 0,05 ( $p < 0,05$ ).

Při porovnávání rozdílů v timingu byl zjištěn statisticky významný rozdíl během FRT na zemi se zavřenýma očima a FRT na balanční ploše se zavřenýma i otevřenýma očima. Při porovnávání svalové aktivity pomocí ukazatele mean byl zjištěn statisticky významný rozdíl během FRT na zemi s otevřenýma očima a FRT na balanční ploše se zavřenýma očima. Při porovnávání svalové aktivity pomocí ukazatele input byl zjištěn statisticky významný rozdíl během FRT na balanční ploše se zavřenýma očima. Byl také zjištěn statisticky významný rozdíl v timingu svalů při porovnání FRT na zemi s otevřenýma a zavřenýma očima, a to jak u kontrolní skupiny, tak u skupiny s NLBP. Porovnáváním svalové aktivity vyjádřené ukazatelem mean byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi FRT na zemi s otevřenýma a zavřenýma očima u skupiny s NLBP a mezi FRT na balanční ploše s otevřenýma a zavřenýma očima u obou skupin probandů. Porovnáváním svalové aktivity vyjádřené ukazatelem input byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi FRT na zemi s otevřenýma

a zavřenými očima a FRT na balanční ploše s otevřenými a zavřenými očima u obou skupin probandů.

Jedná se o první studii tohoto typu a výsledky této práce nemusí být jednoznačné. Vzhledem k nedostatku studií týkajících se námi zkoumané problematiky by bylo vhodné provést další výzkumy, které by přispěly ke zpřesnění stávajících výsledků.

## 9 SUMMARY

This Diploma Thesis deals with the activity and timing of selected muscles evaluation of the control group of participants and the group of participants with nonspecific low back pain (NLBP) during Functional Reach test (FRT) and its five modifications. The difficulty of FRT was gradually higher. The first evaluated position was FRT on the floor with eyes opened, the second position was FRT on the floor with eyes closed, the third position was FRT on the balance platform with eyes opened, the fourth position was FRT on the balance platform with eyes closed and the fifth position was FRT on the floor with eyes opened and with upper extremities crossed on the chest. In the Thesis the mean and input indicators are used for the muscle activity evaluation and the rise indicator is used for timing evaluation.

The kinesiology of the lumbar spine, functional anatomy of the measured muscles, low back pain problem, Functional Reach Test and electromyography are described in the theoretical overview.

The research part is focused on the methodology that deals with the research group. The research group consists of 13 probands in the control group and 14 probands in NLBP group. In the methodology there is also described the screening procedure and measuring itself, the electromyography signal recording technique (NORAXON Myosystem 1400A), the electromyograms processing and evaluation of selected muscles via MyoResearch XP Protocol Version 1.03.05. programme and the statistical data processing. The measured values were statistically analyzed via Mann-Whitney U test and Wilcoxon couple test in Statistica 10.0 program. The level of statistical significance lower than 0,05 was determined ( $p < 0,05$ ).

Comparing the timing difference in both groups the statistical significant difference was found out during FRT on the floor with eyes closed and FRT on the balance platform with eyes closed and opened. Comparing the muscles activity with mean indicator the statistical significant difference was found out during FRT on the floor with eyes opened and FRT on the balance platform with eyes closed. Comparing the muscles activity with input indicator the statistical significant difference was found out during FRT on the balance platform with eyes closed. The statistical significant difference was found out in timing of muscles when we compared FRT on the floor with eyes opened and closed for both groups. Comparing the muscles activity with mean indicator the statistical significant difference was found out between FRT on the floor with open and close eyes in NLBP group. The statistical significant difference in the mean indicator was found out when we compared FRT on the balance

platform with open and close eyes for both groups of the participants. Comparing the muscles activity with input indicator the statistical significant difference was found out between FRT on the floor with the eyes opened and closed and between FRT on the balance platform with the eyes opened and closed for both groups of the participants.

This is the first study of this type and the results may not be definite. Due to the lack of the studies focused on this Theme next researches should be done.

## REFERENČNÍ SEZNAM

Arendt-Nielsen, L., Graven-Nielsen, T., Sværer, H., & Svensson, P. (1996). The influence of low back pain on muscle activity and coordination during gait: a clinical and experimental study. *Pain*, 64(2), 231-240.

Balagué, F., Mannion, A. F., Pellisé, F., & Cedraschi, C. (2012). Non-specific low back pain. *The Lancet*, 379(9814), 482-491.

Barsa, P., & Häckel, M. (2004). Systém „červených praporků“ v diagnostice a terapii bolestí zad. *Bolest 2004*, 2, 15-19.

Bednařík J, & Kadaňka Z. (2006). Bolesti v zádech. In R. Rokyta, M. Kršiak & J. Kozák (Eds.), *Bolest* (pp. 485-507). Praha: Tigis.

Bednařík, J. et al. (2001). *Nemoci kosterního svalstva*. Praha: Triton.

Bednařík, J., & Kadaňka, Z. (2000). *Vertebrogenní neurologické syndromy*. Praha: Triton.

Berg, K., Wood-Dauphinée, S., Williams, J.I., & Gayton, D. (1989). Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*, 41(6), 304-311.

Blum, L., & Korner-Bitensky. (2008). Usefulness of the Berg Balance Scale in Stroke Rehabilitation: A Systematic Review. *Physical Therapy*, 88 (5),559-566.

Bogduk, N., & McGuirk, B. (2002). *Medical management of Acute and Chronic Low Back Pain: An Evidence-based Approach*. Amsterdam: Elsevier.

Cassidy, J.D., Côté, P., Carroll, L.J., & Krisman, V. (2005). Incidence and Course of Low Back Pain Episodes in the General Population. *Spine*, 30 (24), 2817-2823. Retrieved 5. 4. 2014 from Europe PMC database on the World Wide Web: <http://europepmc.org/abstract/MED/16371911>

Cavanaugh, J. T., Shinberg, M, Ray, L., Shipp, K. M., Kuchibhatla, M., & Shenkman, M. (1999). Kinematic characterization of standing reach: comparison of younger vs. older subjects. *Clinical Biomechanics* 14(4), 271-279.

Cimadoro, G., Paizis, Ch., Alberti, G., & Babault, N. (2013). Effects of different unstable supports on EMG activity and balance. *Neuroscience Letters*, 548, 228-232. Retrieved 4. 4. 2015 from SCIENCE DIRECT database on the World Wide Web: <http://katalog.svkos.cz:2077/science/article/pii/S0304394013004461>

Clancy, E., Farina, D., & Filligoi, G. (2004). Single channel techniques for information extraction from the surface emg signal. In R. Merletti & P. J. Parker (Eds.),

*Electromyography: Physiology, Engineering and Noninvasive Applications* (pp. 133-163). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Day, S. (n. d.). *Important Factors in Surface EMG Measurement*. Calgary, AB: Bortec Biomedica Ltd.

De Luca, C. J. (1997). The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. *Journal of Biomechanics*, 13, 135-163.

De Luca, C. J. (2002). *Surface Electromyography: Detection and Recording*. Retrieved 21. 11. 2013 from the World Wide Web: [http://delsys.com/KnowledgeCenter/Tutorials\\_Technical%20Notes.html](http://delsys.com/KnowledgeCenter/Tutorials_Technical%20Notes.html)

Demura, S.I., & Yamada, T. (2007). Simple and Easy Assessment of Falling Risk in the Elderly by Functional Reach Test Using Elastic Stick. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 213(2), 105-111.

Doležal, T., Hakl, M., Kozák, J., Kršiak, M., Lejčko, J., Skála, B., Sláma, O., Ševčík, P., & Vorlíček, J. (2008). *Bolest*. Praha: CDP-PL.

Dufek, J. (1995). *Elektromyografie*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví.

Duncan, P. W., Weiner, D. K., Chandler, J., & Studenski, S. (1990). Functional reach: a new clinical measure of balance [Abstract]. *Journal of gerontology*, 45(6), 192-197. Retrieved 11. 3. 2015 from PROQUEST database on the World Wide Web: <http://katalog.svkos.cz:2224/docview/80087046/abstract/39476C0CEAED4468PQ/158?accountid=149347>

Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada.

Effler, J. (2009). Vertebrogenní poruchy – systém červených praporků (red flags). *Practicus*, 8 (2), 27-28.

Enoka, R. M. (2002). *Neuromechanics of human movement* (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Esola, A.M., McClure, P.W., Fitzgerald, G.K., & Siegler, S. (1996). Analysis of Lumbar Spine and Hip Motion During Forward Bending in Subject With and Without a History of Low Back Pain. *Spine*, 21(1), 71-78.

Falla, D., Bilenkij, G., & Jull, G. (2004). Patients with chronic neck pain demonstrate altered patterns of muscle activation during performance of a functional upper limb task. *Spine*, 29(13), 1436-1440.

Geisser, M. E., Ranavaya, M., Haig, A. J., Roth, R. S., Zucker, R., Ambroz, C., & Caruso, M. (2005). A meta-analytic review of surface electromyography among persons with low back pain and normal, healthy controls. *The journal of pain*, 6(11), 711-726.

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* (pp. 705-755). Berlin: Springer Verlag.

Grantham, D., Brown, S. et al. (2012). *Pain Assessment and Management* (Rev. Ed.). Winnipeg, MB: Winnipeg Regional Health Authority.

Hägg, G. M., Melin, B., & Kadefors, R. (2004). Applications in ergonomics. In R. Merletti & P. J. Parker (Eds.), *Electromyography: Physiology, Engineering and Noninvasive Applications* (pp. 343-358). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Hase, K., Sako, M., Ushiba, J., & Chino, N. (2004). Motor strategies for initiating downward-oriented movements during standing in adults. *Exp Brain Res*, 158, 18-27.

Hloušek, M. (2013). *Hodnocení aktivace vybraných svalů s použitím polyelektromyografie při testu sed-stoj-sed u zdravých probandů a u pacientů s bolestmi dolní části zad*. Diplomová práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.

Hodges, P. W. (2001). Changes in motor planning of feedforward postural responses of the trunk muscles in low back pain. *Experimental brain research*, 141(2), 261-266.

Hoffman, S.L., Johnson, M.B., Zou, D., & Van Dillen, L.R. (2012). Differences in end-range lumbar flexion during slumped sitting and forward bending between low back pain subgroups and genders. *Manual Therapy*, 17(), 157-163.

Chou, R., Qaseem, A., Snow, V. 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*, 148 (3), 247-248.

International Association for the Study of Pain. (2012). *IASP Taxonomy*. Retrieved 22. 1. 2014 from the World Wide Web: [http://www.iasp-pain.org/AM/Template.cfm?Section=Pain\\_Definitions](http://www.iasp-pain.org/AM/Template.cfm?Section=Pain_Definitions)

Jöllenbeck, 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.

Kapandji, I.A. (1974). *The Physiology of the Joints* (Vol. 3). Edinburgh: Churchill Livingstone.

Katz, J.N. (2006). Lumbar Disc Disorders and Low-Back Pain: Socioeconomics Factors and Consequences. *The Journal of Bone & Joint Injury*, 88 (2), 21-24. Retrieved 27. 1. 2014 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://connection.ebscohost.com/c/articles/20181394/lumbar-disc-disorders-low-back-pain-socioeconomic-factors-consequences>

Konrad, P. (2005). *The ABC of EMG*. Scottsdale, AZ: Noraxon U.S.A. Inc.

Kornetti, D. L., Fritz, S. L., Chiu, Y. P., Light, K. E., & Velozo, C. A. (2004). Rating scale analysis of the Berg Balance Scale. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(7), 1128-1135.

Krismer, M., & van Tulder, M. (2007). Low back pain (non-specific). *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 21 (1), 77-91. Retrieved 21. 12. 2012 from Science Direct database on the World Wide Web: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1521694206001082>

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

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.

Larivière, C., Gagnon, D., & Loisel, P. (2000). The comparison of trunk muscles EMG activation between subjects with and without chronic low back pain during flexion–extension and lateral bending tasks. *Journal of electromyography and kinesiology*, 10(2), 79-91.

Lehman, G. J. (2006). Trunk and hip muscle recruitment patterns during the prone leg extension following a lateral ankle sprain: A prospective case study pre and post injury. *Chiropractic & Osteopathy*, 14(4), 1746 – 1749.

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.

Liao, Ch. F., & Lin, S. I. (2008). Effects of different movement strategies on forward reach distance. *Gait & Posture*, 28(3), 16-23.

Lin, S.I., & Liao, C.F. (2011). Age-related changes in the performance of forward reach. *Gait & Posture*, 33 (1), 18-22.

Maniadakis, N., & Gray, A. (2000). The economic burden of back pain in the UK. *Pain*, 84 (1), 95-103. Retrieved 23. 1. 2014 from ScienceDirect database on the World Wide Web: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304395999001876>



MedicalEXPO The Online Medical Devices Exhibition. (2015). *NORAXON*. Retrieved 9. 4. 2015 from the World Wide Web: <http://pdf.medicaexpo.com/pdf/noraxon/myosystem-1400a/70808-108311.html>

Merksey, H., Albe-Fessard, D.g., Carmon, A. et al. (1979). Pain terms: a list with definitions and notes on usage. *Pain*, 6 (3), 249-252.

Merletti, R., & Hermes, H. (2004). Detection and conditioning of the surface emg signal. In R. Merletti & P. J. Parker (Eds.), *Electromyography: Physiology, Engineering and Noninvasive Applications* (pp. 343-358). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

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

Nehlsen-Wong, E., Alex, B., Csepe, D., Lancaster, D., & Callaghan, J.P. (2012). Altered muscle recruitment during extension from trunk flexion in low back pain developers. *Clinical Biomechanics*, 27(10), 994-998.

Opavský, J. (2006). Vyšetřování osob s algickými syndromy a hodnocení bolesti. In R. Rokyta, M. Kršiak & J. Kozák (Eds.), *Bolest* (pp.172-179). Praha: Tigris.

Opavský, J. (2011). *Bolest v ambulantní praxi*. Praha: Maxdorf Jessenius.

Palm, H.-G., Strobel, J., Achatz, G., von Luebken, F., & Friemert, B. (2009). The role and interaction of visual and auditory afferents in postural stability. *Gait & Posture*, 30(3), 328-333. Retrieved 4. 4. 2015 from SCIENCE DIRECT database on the World Wide Web: <http://katalog.svkos.cz:2077/science/article/pii/S096663620900160X>

Pánek, D., Pavlů, D., & Čemusová, J. (2009). Rychlost vedení akčního potenciálu jako identifikátor nástupu svalové únavy v povrchové elektromyografii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 16 (3), 96-101.

Panjabi, M.M. (1992a). The Stabilizing System of the Spine. Part I. Function, Dysfunction, Adaptation, and Enhancement. *Journal of Spinal Disorders*, 5(4), 383-389.

Panjabi, M.M. (1992b). The Stabilizing System of the Spine. Part II. Neutral Zone and Instability Hypothesis. *Journal of Spinal Disorders*, 5(4), 390-397.

Rainoldi, A., Melchiorri, G., & Causo, I. (2004). A method for positioning electrodes during surface EMG recording in lower limb muscles. *Journal of Neuroscience Methods*, 134(1), 37-43.

Rau, G., Disselhorst, K. C., & Silny, J. (1997). Noninvasive approach to motor unit characterization: muscle structure, membrane dynamics and neuronal control. *Journal of Biomechanics*, 30, 441-446.

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

Roland, M. O. (1986). A critical review of the evidence for a pain-spasm-pain cycle in spinal disorders. *Clinical Biomechanics*, 1(2), 102-109.

Row, B.S., & Cavanagh, P.R. (2007). Reaching upward is more challenging to dynamic balance than reaching forward. *Clinical Biomechanics*, 22(2), 155-164.

Schenkman, M.L., Clark, K, Xie, T., Kuchibhatla, M., Shinberg, M, & Ray, L. (2001). Spinal Movement and Performance of a Standing Reach Task in Participants With and Without Parkinson Disease. *Physical Therapy*, 81 (8), 1400-1411.

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. Retrieved 15.3.2015 from the World Wide Web: [http://www.researchgate.net/publication/14095093\\_Analysis\\_of\\_lumbar\\_spine\\_and\\_hip\\_motion\\_during\\_forward\\_bending\\_in\\_subjects\\_with\\_and\\_without\\_a\\_history\\_of\\_low\\_back\\_pain](http://www.researchgate.net/publication/14095093_Analysis_of_lumbar_spine_and_hip_motion_during_forward_bending_in_subjects_with_and_without_a_history_of_low_back_pain)

Silfies, S. P., Squillante, D., Maurer, P., Westcott, S., & Karduna, A. R. (2005). Trunk muscle recruitment patterns in specific chronic low back pain populations. *Clinical Biomechanics*, 20(5), 465-473.

Skála, B., Effler, J., Herle, P., & Fila, P. (2001). *Bolesti zad – vertebrogenní algický syndrom*. Praha: CDP-PL.

Suchomel, T. (2006). Stabilita v pohybovém systému a hluboký stabilizační systém - podstata a klinická východiska. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 3, 112-124.

Štětkářová, I. (2007). Bolesti zad. *Ambulantná terapie*, 5 (1), 40-43.

Travell, J.G., & Simons, D.G. (1999). *Myofascial Pain and Dysfunction, The Trigger Point Manual* (Vols. 1-2). Baltimore, MD: Williams & Wilkins.

Trojan, S. et al. (2003). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada.

Tyler, A.E., & Krast, G.M. (2004). Timing of muscle activity during reaching while standing: systematic changes with target distance. *Gait & Posture*, 20(2), 126-133.

van Dieën, J. H., Selen, L. P., & Cholewicki, J. (2003). Trunk muscle activation in low-back pain patients, an analysis of the literature. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13(4), 333-351.

Van Tulder, M., Becker, A., Bekkering, T., Breen, A., del Real, M.T.G., Hutchinson, A., Koes, B., Laerum, A., & Malmivaara, A. (2006). Chapter 3 European guidelines for the management of acute nonspecific low back pain in primary care. *European Spine Journal*, 15 (2), 169-191. Retrieved 13. 1. 2014 form the World Wide Web: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00586-006-1071-2?LI=true>

- Vařeka, I. (2002). Posturální stabilita, II. část. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 4, 122-129.
- Véle, F. (1997). *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada.
- Volkman, K.G., Stergiou, N., Stuber, W., Blanke, D., & Stoner, J. (2007). Methods to Improve the Reliability of the Functional Reach Test in Children and Adolescents With Typical Development. *Pediatric Physical Therapy*, 19(1), 20-27.
- Vondráčková, D., & Neradílek, F. (2001). *Chronická bolest s výjimkou onkologické*. Praha: Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně.
- Vrba, I. (2008). Diferenciální diagnostika a léčby bolestí zad. *Interní medicína*, 10 (3), 142-145.
- Vrba, I., Chrobok, J., & Štětkářová, I. (2006). Failed back surgery syndrome. In R. Rokyta, M. Kršiak & J. Kozák (Eds.), *Bolest* (pp. 284-290). Praha: Tigris.
- Wallmann, H. W. (2001). Comparison of elderly nonfallers and fallers on performance measures of functional reach, sensory organization, and limits of stability. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(9), M580-M583.
- Weiner, D. K., Bongiorno, D. R., Studenski, S. A., Duncan, P. W., & Kochersberger, G. G. (1993). Does Functional Reach Improve With Rehabilitation?. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 78(8), 796-800.
- Wernick-Robinson, M., Krebs, D.E., & Giorgetti, M.M. (1999). Functional reach: Does it really measure dynamic balance? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(3), 262-269.
- Wesiak, R., pransky, G., Verma, S., & Webster, B. (2003). Recurrence of low back pain: definition-sensitivity analysis using administrative data [Abstract]. *Spine*, 28 (19), 2283-2291. Retrieved 23. 1. 2014 from PubMed database on the World Wide Web <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14520045>
- Westcott, S. L., Lowes, L. P., & Richardson, P. K. (1997). Evaluation of postural stability in children: current theories and assessment tools. *Physical therapy*, 77(6), 629-645.
- Wipf, J. E., & Deyo, R. A. (1995). Low back pain. *The Medical clinics of North America*. 79 (2), 231-246. Retrieved 23. 1. 2014 from PubMed database on the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7877388>
- Zwarts, M. J., & Stegeman, D. F. (2003). Multichannel surface EMG: Basic aspects and clinical utility. *Muscle & Nerve*, 28 (1), 1-17.

## 10 PŘÍLOHY

**Příloha č. 1:** VAS a PPI

**Příloha č. 2:** Informovaný souhlas

**Příloha č. 3:** Formulář pro odběr anamnézy

**Příloha č. 4:** Formulář pro kineziologický rozbor

**Příloha č. 5:** formulář pro určení laterality

**Příloha č. 6:** Mann-Whitney U test – mean, FRT na zemi, zavřené oči, srovnání K a NLBP skupiny

**Příloha č. 7:** Wilcoxonův párový test – mean, srovnání FRT na zemi s otevřenýma a zavřenýma očima u všech probandů

**Příloha č. 8:** Wilcoxonův párový test – mean, srovnání FRT na zemi s otevřenýma a zavřenýma očima u K skupiny

**Příloha č. 9:** Mann-Whitney U test – input, FRT na zemi, otevřené oči, srovnání K a NLBP skupiny

**Příloha č. 10:** Mann-Whitney U test – input, FRT na zemi, zavřené oči, srovnání K a NLBP skupiny

**Příloha č. 11:** Mann-Whitney U test – rise, FRT na zemi, otevřené oči, srovnání K a NLBP skupiny

**Příloha č. 12:** Mann-Whitney U test – mean, FRT na balanční ploše, otevřené oči, srovnání K a NLBP skupiny

**Příloha č. 13:** Mann-Whitney U test – input, FRT na balanční ploše, otevřené oči, srovnání K a NLBP skupiny

**Příloha č. 14:** Wilcoxonův párový test – rise, srovnání FRT na balanční ploše s otevřenýma a zavřenýma očima u všech probandů

**Příloha č. 15:** Wilcoxonův párový test – rise, srovnání FRT na balanční ploše s otevřenýma a zavřenýma očima u K skupiny

**Příloha č. 16:** Wilcoxonův párový test – rise, srovnání FRT na balanční ploše s otevřenýma a zavřenýma očima u NLBP skupiny

**Příloha č. 17:** Mann-Whitney U test – mean, FRT na zemi, otevřené oči, HKK zkřížené na hrudi, srovnání K a NLBP

**Příloha č. 18:** Mann-Whitney U test – input, FRT na zemi, otevřené oči, HKK zkřížené na hrudi, srovnání K a NLBP

**Příloha č. 19:** Mann-Whitney U test – rise, FRT na zemi, otevřené oči, HKK zkřížené na hrudi, srovnání K a NLBP

**Příloha č. 20:** Wilcoxonův párový test – rise, srovnání FRT na zemi a na zemi, HKK zkřížené na hrudi, otevřené oči u K skupiny probandů, totéž u NLBP skupiny

**Příloha č. 21:** Wilcoxonův párový test – rise, srovnání FRT na balanční ploše a na zemi, HKK zkřížené na hrudi, otevřené oči u NLBP skupiny

**Příloha č. 22:** Mann-Whitney U test – srovnání dosahu K a NLBP skupiny během jednotlivých modifikací FRT

**Příloha č. 23:** Tabulka mediánů hodnot rise vybraných svalů všech měřených modifikací FRT, K skupina

**Příloha č. 24:** Tabulka mediánů hodnot rise vybraných svalů všech měřených modifikací FRT, NLBP skupina

**Příloha č. 25:** Tabulka mediánů hodnot mean vybraných svalů všech měřených modifikací FRT, K skupina

**Příloha č. 26:** Tabulka mediánů hodnot mean vybraných svalů všech měřených modifikací FRT, NLBP skupina

**Příloha č. 27:** Vyjádření etické komise

## **Příloha č. 1 – VAS a PPI**

### **Intenzita současné bolesti (PPI, Present Pain Intensity)**

0 – žádná, 1 – mírná, 2 – středně silná, 3 – silná, 4 – krutá, 5 – nesnesitelná.

Upraveno dle Opavského (2006)

### **Vizuální analogová škála (VAS, Visual Analogue Scale)**

žádná bolest

nejvyšší možná bolest



Upraveno dle Opavského (2006)

## **Příloha č. 2 – informovaný souhlas**

**Název studie (projektu): Hodnocení aktivity vybraných svalů pomocí povrchové polyelektromyografie u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad během provádění Functional Reach testu na balanční ploše a mimo ni.**

Jméno:

Datum narození:

Účastník byl do studie zařazen pod číslem:

1. Já, níže podepsaný(á) souhlasím s mou účastí ve studii. Je mi více než 18 let.
2. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Pokud je studie randomizovaná, беру на vědomí pravděpodobnost náhodného zařazení do jednotlivých skupin lišících se léčbou.
3. Porozuměl(a) jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Moje účast ve studii je dobrovolná.
4. Při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti mých 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 moje osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
5. Porozuměl(a) jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Podpis účastníka:

Podpis fyzioterapeuta pověřeného touto studií:

Datum:

Datum:

### **Příloha č. 3 – anamnéza**

Jméno a příjmení:

Rok narození:

Přidělené číslo probanda:

Datum měření:

Nynější onemocnění:

- Lokalizace bolesti:
- Intenzita bolesti a její změny v průběhu časového období (den, týden atd.):
  
- Druh bolesti:
- Frekvence bolesti (jak často, v jaké části dne, roku atd.)
- Spánek:

Osobní anamnéza:

- Operace:
- Úrazy:
- Jiná onemocnění:

Farmakologická anamnéza (zejména analgetika, myorelaxancia):

Pracovní anamnéza:

- Zaměstnání a pracovní doba:
- Druh práce (manuální, duševní, kombinace):
- Nečastější pracovní poloha:

Sportovní anamnéza:

- Sport:
- Intenzita:
- Frekvence:
- Čas:

Ostatní volnočasové aktivity:

- Druh:
- Frekvence a čas:



## Příloha č. 4 – kineziologický rozbor

Zkouška dvou vah:

BMI: kg / <sup>2</sup> m

	PDK	LDK
Kg		

### Aspekce držení těla:

Postavení pánve:

Konfigurace páteře:

Symetrie tajlí, infraglutálních rýh, podkolenních rýh:

Paravertebrální svalstvo:

Břišní svalstvo:

Postavení dolních končetin a konfigurace svalstva:

### Funkční testy páteře:

	Cm	Hodnocení (N/O)
Tomayer		
Stibor		
Schober		

N – norma, O – omezení

### Diferenciální diagnostika – přítomnost kořenového dráždění:

- Lassegue:
- Obrácený Lasséque
- Déjerine-Frazierův příznak:
- 

### Vyšetření stability:

Romberg II		
Romberg III		
stoj na 1 DK 10s	PDK -	LDK -

Z – tvládne, N – nezvládne

### Vyšetření zkrácených svalů dle Jandy

	P	L
m. gastrocnemius		
m. soleus		
mm. ischiocrurales		
mm. paravertebrales		

Hodnocení: 0, 1, 2

## **Příloha č. 5 – vyšetření laterality**

**Vyšetření laterality (český překlad dotazníku Footedness questionnaire (Wai-Hang, 2004) k určení dominance dolní končetiny**

### **Otázky: Bodové hodnocení:**

Kterou nohou kopnete do míče, abyste trefili cíl?	levá 1, obě 2, pravá 3
Kterou nohu použijete na zvednutí malého kamínku prsty?	levá 1, obě 2, pravá 3
Kterou nohou zašlápnete hmyz?	levá 1, obě 2, pravá 3
Kterou nohou vystoupíte první na židli?	levá 1, obě 2, pravá 3

### **Výsledky:**

11-12 - výhradní pravák

9-10 - smíšené praváctví

8 - ambidexter

6-7 - smíšené leváctví

4-5 - výhradní levák

## Příloha č. 6

Mannův-Whitneyův U test - mean		
FRT, na zemi, zavřené oči		
sval	Z	p
TA	-1,81973	0,068264
BF	0,16984	0,867376
Gmax	-0,70363	0,487848
LE	-0,77654	0,4296
OAI	-1,09184	0,279954
OAE	-1,52857	0,127859
RA	0,29142	0,756377
SCM	-1,23855	0,219882

Výsledky popisné statistiky Mannova-Whitneyova U testu – porovnání ukazatele **mean** vybraných svalů, a to mezi **skupinou pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou** probandů během provádění Functional Reach testu (FRT) na zemi se zavřenýma očima.

## Příloha č. 7

Wilcoxonův párový test - mean		
FRT na zemi, otevřené a zavřené oči, všichni		
sval	Z	p
TA	0,792825	0,42788
BF	1,10515	0,269095
Gmax	0,276287	0,782327
LE	0,456475	0,648049
OAI	1,225275	0,220473
OAE	0,62465	0,532201
RA	0,546057	0,585027
SCM	0,372387	0,709605

Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **mean** vybraných svalů, a to **mezi FRT na zemi s otevřenýma očima a FRT na zemi se zavřenýma očima, bez rozdílu diagnózy.**

## Příloha č. 8

Wilxonův párový test - mean		
FRT na zemi, otevřené a zavřené oči - K		
sval	Z	p
TA	1,013342	0,310898
BF	1,572427	0,115852
Gmax	0,698857	0,484642
LE	0,069886	0,944285
OAI	0,069886	0,944285
OAE	1,083228	0,278708
RA	0,156893	0,875329
SCM	1,153113	0,248865

Výsledky popisné statistiky Wilxonova párového testu – porovnání ukazatele **mean** vybraných svalů, a to **mezi FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi se zavřenými očima, u kontrolní skupiny probandů.**

## Příloha č. 9

Mannův-Whitneyův U test - input		
FRT, na zemi, otevřené oči		
sval	Z	p
TA	-1,04395	0,30216
BF	0,7525	0,458269
Gmax	0,26693	0,792955
LE	0,46114	0,650036
OAI	-0,63123	0,518595
OAE	-0,72811	0,458269
RA	1,79739	0,068264
SCM	1,48095	0,14075

Výsledky popisné statistiky Mannova-Whitneyova U testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to **mezi skupinou pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů během provádění FRT na zemi s otevřenými očima.**

## Příloha č. 10

Mannův-Whitneyův U test - <b>input</b>		
FRT, na zemi, zavřené oči		
sval	Z	p
TA	-1,81973	0,518595
BF	1,48027	0,140752
Gmax	0,14562	0,8867376
LE	0,09707	0,905063
OAI	-0,6313	0,518595
OAE	-0,82507	0,401962
RA	1,38511	0,169386
SCM	0,82545	0,401962

Výsledky popisné statistiky Mannova-Whitneyova U testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to mezi **skupinou pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou** probandů během provádění FRT na zemi se zavřenými očima.

## Příloha č. 11

Mannův-Whitneyův U test - <b>rise</b>		
FRT, na zemi, otevřené oči		
sval	Z	p
TA	-0,1964	0,829984
BF	-1,33025	0,185185
Gmax	-1,67382	0,094479
LE	-0,49168	0,615951
OAI	0,34515	0,720314
OAE	0,51879	0,615951
RA	1,62382	0,104758
SCM	0,29459	0,756377

Výsledky popisné statistiky Mannova-Whitneyova U testu – porovnání ukazatele **rise (timing)** vybraných svalů, a to mezi **skupinou pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou** probandů během provádění FRT na zemi s otevřenými očima.

## Příloha č. 12

Mannův-Whitneyův U test - <b>mean</b>		
FRT, na balanční ploše, otevřené oči		
sval	Z	p
TA	-1,18889	0,238823
BF	0,5824	0,550178
Gmax	-0,2137	0,829984
LE	0,0728	0,942952
OAI	0,02426	1
OAE	-0,6551	0,518595
RA	-21837	0,829984
SCM	1,21334	0,219882

Výsledky popisné statistiky Mann-Whitneyova U testu – porovnání ukazatele **mean** vybraných svalů, a to **mezi skupinou pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů** během provádění FRT na balanční ploše s otevřenými očima.

## Příloha č. 13

Mannův-Whitneyův U test - <b>input</b>		
FRT, na balanční ploše, otevřené oči		
sval	Z	p
TA	-1,74748	0,076271
BF	0,89787	0,375386
Gmax	0,02426	1
LE	-0,19416	0,829984
OAI	0,31556	0,756377
OAE	-0,21847	0,829984
RA	0,31629	0,756377
SCM	1,43459	0,154582

Výsledky popisné statistiky Mann-Whitneyova U testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to **mezi skupinou pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů** během provádění FRT na balanční ploše s otevřenými očima.

#### Příloha č. 14

Wilcoxonův párový test - rise		
FRT na balanční ploše, otevřené a zavřené oči, všichni		
sval	Z	p
TA	1,842155	0,065453
BF	1,264625	0,206007
Gmax	0,292191	0,770141
LE	0,430511	0,666825
OAI	0,547469	0,584057
OAE	0,927026	0,353914
RA	0,690654	0,489783
SCM	0,016233	0,987049

Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **rise (timing)** vybraných svalů, a to mezi **FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima bez rozdílu diagnózy**.

#### Příloha č. 15

Wilcoxonův párový test - rise		
FRT na balanční ploše, otevřené a zavřené oči - K		
sval	Z	p
TA	1,333663	0,182315
BF	1,921938	0,05766
Gmax	0,470679	0,822108
LE	1,511484	0,075453
OAI	0,355643	0,722108
OAE	0,559085	0,576104
RA	1,083228	0,278708
SCM	0,666831	0,50488

Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **rise (timing)** vybraných svalů, a to mezi **FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima u kontrolní skupiny probandů**.

## Příloha č. 16

Wilcoxonův párový test - rise		
FRT na balanční ploše, otevřené a zavřené oči - NLBP		
sval	Z	p
TA	1,172189	0,241122
BF	0,279543	0,779829
Gmax	0,8664	0,386271
LE	0,5336	0,584057
OAI	0,313786	0,772141
OAE	0,978399	0,327878
RA	0,169031	0,865772
SCM	1,06693	0,286004

Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **rise (timing)** vybraných svalů, a to mezi **FRT na balanční ploše s otevřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

## Příloha č. 17

Mannův-Whitneyův U test - mean		
FRT, na zemi, HKK zkřížené, otevřené oči		
sval	Z	p
TA	-0,26689	0,792955
BF	-0,75239	0,459269
Gmax	-1,28594	0,202012
LE	-1,74721	0,076271
OAI	-0,461	0,650036
OAE	-1,38321	0,169386
RA	0,09713	0,905063
SCM	-0,07282	0,942952

Výsledky popisné statistiky Mann-Whitneyova U testu – porovnání ukazatele **mean** vybraných svalů, a to **mezi skupinou pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů** během provádění FRT na zemi s HKK zkříženými na hrudi a s otevřenými očima.



## Příloha č. 18

Mannův-Whitneyův U test - <b>input</b>		
FRT, na zemi, HKK zkřížené, otevřené oči		
sval	Z	p
TA	0,94626	0,349884
BF	0,53403	0,282644
Gmax	-0,89801	0,375386
LE	-0,8736	0,375386
OAI	-0,80105	0,4296
OAE	-0,8252	0,401962
RA	1,45913	0,140752
SCM	0,80105	0,4296

Výsledky popisné statistiky Mann-Whitneyova U testu – porovnání ukazatele **input** vybraných svalů, a to **mezi skupinou pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů** během provádění FRT na zemi s HKK zkříženými na hrudi a s otevřenýma očima.

## Příloha č. 19

Mannův-Whitneyův U test - <b>rise</b>		
FRT, na zemi, HKK zkřížené, otevřené oči		
sval	Z	p
TA	-0,74055	0,458269
BF	0,17198	0,867376
Gmax	-0,29608	0,756377
LE	-1,236	0,219882
OAI	1,03092	0,302163
OAE	0,02461	0,99972
RA	1,40372	0,169306
SCM	-0,74695	0,459269

Výsledky popisné statistiky Mann-Whitneyova U testu – porovnání ukazatele **rise (timing)** vybraných svalů, a to **mezi skupinou pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad a kontrolní skupinou probandů** během provádění FRT na zemi s HKK zkříženými na hrudi a s otevřenýma očima.

## Příloha č. 20

Wilcoxonův párový test - rise				
	FRT na zemi a na zemi s HKK zkříž., otevřené oči, K		FRT na zemi a na zemi s HKK zkříž., otevřené oči, NLBP	
sval	Z	p	Z	p
TA	0,311188	0,755658	0,2446	0,806766
BF	0,941357	0,3168	0,254824	0,79886
Gmax	1,78217	0,117803	0,400099	0,689084
LE	1,956039	0,087803	1,013342	0,225533
OAI	0,050965	0,959354	0,311188	0,789084
OAE	0,980581	0,3268	0,101929	0,918813
RA	0,713506	0,475533	0,533465	0,593712
SCM	0,444554	0,656642	1,608152	0,107803

Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **rise** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi s otevřenými očima a FRT na zemi s otevřenými očima a s HKK zkříženými na hrudi u kontrolní skupiny probandů a u probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

## Příloha č. 21

Wilcoxonův párový test - rise		
FRT na zemi a na balanční ploše, zavřené oči, NLBP		
sval	Z	p
TA	0,039223	0,968712
BF	0,862911	0,388187
Gmax	0,392232	0,694887
LE	0,666831	0,510158
OAI	0,666795	0,519151
OAE	0,784465	0,432768
RA	0,627765	0,530158
SCM	1,33359	0,182339

Výsledky popisné statistiky Wilcoxonova párového testu – porovnání ukazatele **rise (timing)** vybraných svalů, a to mezi **FRT na zemi se zavřenými očima a FRT na balanční ploše se zavřenými očima u skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

## Příloha č. 22

Mann-Whitneyův U Test - dosah FRT		
	Z	p
FRT na zemi, otevřené oči	-0,09729	0,905063
FRT na zemi, zavřené oči	-0,41367	0,684847
FRT na balanční plošině, otevřené oči	-0,56045	0,582644
FRT na balanční plošině, zavřené oči	-0,43754	0,650036

Výsledky popisné statistiky Mannova-Whitneyova U testu – porovnání hodnot dosahu Functional Reach testu mezi **kontrolní skupinou probandů** a **skupinou probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad**.

## Příloha č. 23

rise K	medián, FRT na zemi, otevřené oči	medián, FRT na zemi, zavřené oči	medián, FRT na balanční pl., otevřené oči	medián, FRT na balanční pl., zavřené oči	medián, FRT na zemi, HKK zkříž. Na hrudi, otevřené oči
TA	4	5	6	3	3
BF	4	4	2	5	6
GM	4	5	4	5	6
LE	4	2	3	5	2
OAI	3	6	4	4	5
OAE	7	7	6	6	4
RA	4	3	5	3	4
SCM	6	5	6	5	6

Výčet mediánů hodnot **rise** jednotlivých svalů ve všech 5 polohách FRT u **kontrolní skupiny probandů**.

## Příloha č. 24

rise NLBP	medián, FRT na zemi, otevřené oči	medián, FRT na zemi, zavřené oči	medián, FRT na balanční pl., otevřené oči	medián, FRT na balanční pl., zavřené oči	medián, FRT na zemi, HKK zkříž. Na hrudi, otevřené oči
TA	4,5	6	7	6	4,5
BF	5	5	5	5	5
GM	5,5	5	6	5,5	6
LE	5,5	4	5	5	4
OAI	3	2	2,5	2	3,5
OAE	4,5	5,5	3,5	5	5
RA	2,5	3	3	2	3
SCM	5,5	7	5	5,5	7

Výčet mediánů hodnot **rise** jednotlivých svalů ve všech 5 polohách FRT u **skupiny probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

**Příloha č. 25**

mean <b>K</b>	medián, FRT na zemi, otevřené oči	medián, FRT na zemi, zavřené oči	medián, FRT na balanční pl., otevřené oči	medián, FRT na balanční pl., zavřené oči	medián, FRT na zemi, HKK zkříž. Na hrudi, otevřené oči
TA	7,5	7,8	7,25	13,7	29,35
BF	17,5	17,1	17,8	12,4	12,05
GM	12,35	10,5	10,85	10,35	10,95
LE	18	17,45	18,1	18,75	23,55
OAI	8,2	7,5	8	7,75	9,7
OAE	13,25	13,75	9,7	10,75	11,65
RA	5,85	5,1	5,1	4,85	5,1
SCM	6,25	5,65	6,2	6,7	6,55

Výčet mediánů hodnot **mean** jednotlivých svalů ve všech 5 polohách FRT u **kontrolní skupiny probandů.**

**Příloha č. 26**

mean <b>NLBP</b>	medián, FRT na zemi, otevřené oči	medián, FRT na zemi, zavřené oči	medián, FRT na balanční pl., otevřené oči	medián, FRT na balanční pl., zavřené oči	medián, FRT na zemi, HKK zkříž. Na hrudi, otevřené oči
TA	10,375	11,05	10,225	18,85	30,15
BF	16,9	14,5	13,175	13,85	12,975
GM	11,3	12,225	11,55	12,625	13,6
LE	20,875	21,75	17,825	25,775	30,825
OAI	9,95	10,15	7,525	9,75	10,75
OAE	15,6	15,9	11,325	13,525	14,475
RA	6,225	5,2	4,975	4,4	5,275
SCM	5,7	6,36	5,25	6,15	7,375

Výčet mediánů hodnot **mean** jednotlivých svalů ve všech 5 polohách FRT u **probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad.**

**Vysvětlivky k tabulkovým přílohám č. 6 – 26:** FRT – Functional Reach test; K – kontrolní skupina probandů; NLBP – skupina probandů s nespecifickou bolestí dolní části zad; TA – m. tibialis anterior; BF – m. biceps femoris; GM (Gmax) – m. gluteus maximus; LE – m. erector spinae (pars lumbalis); OAI – m. obliquus abdominis internus; OAE – m. obliquus abdominis externus; RA – m. rectus abdominis; SCM – m. sternocleidomastoideus.

## Příloha č. 27 – Vyjádření etické komise



Fakulta tělesné kultury  
Univerzity Palackého  
tř. Míru 115  
OLOMOUC

### Vyjádření Etické komise FTK UP

**Složení komise:** doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D. – předsedkyně  
Mgr. Ondřej Ješina, Ph.D.  
doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.  
Mgr. Filip Neuls, Ph.D.  
Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.  
doc. Mgr. Erik Sigmund, Ph. D.  
Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph. D.

Na základě žádosti ze dne 2. 6. 2014 byl projekt diplomové práce

autorky **Bc. Ivy Šamanové**

s názvem **Hodnocení aktivity vybraných svalů pomocí povrchové polyelektromyografie u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad během provádění Functional Reach testu na balanční ploše a mimo ni**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: 38 / 2014  
dne: 30. 6. 2014.

Etická komise FTK UP zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnicemi pro výzkum zahrnující lidské účastníky.

**Ředitelka projektu splnila podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.**

razítko fakulty

za EK FTK UP  
doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D.  
předsedkyně