

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

POROVNÁNÍ AKTIVACE VYBRANÝCH SVALŮ POMOCÍ POVRCHOVÉ EMG
PŘI POHYBECH V KOLENNÍM KLOUBU NA ISOKINETICKÉM
DYNAMOMETRU U PACIENTŮ S BOLESTÍ DOLNÍ ČÁSTI ZAD A U
ZDRAVÝCH JEDINCŮ

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. Samuel Kubina, obor fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Amr Zaatar, Ph.D.

Olomouc 2018

Jméno a příjmení autora: Bc. Samuel Kubina

Název diplomové práce: Porovnání aktivace vybraných svalů pomocí povrchové EMG při pohybech v kolenním kloubu na isokinetickém dynamometru u pacientů s bolestí dolní části zad a u zdravých jedinců

Pracoviště: Katedra fyzioterapie

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

Rok obhajoby diplomové práce: 2018

Abstrakt: Hlavním cílem této práce bylo porovnat aktivitu vybraných svalů dolní končetiny pomocí povrchové poly elektromyografie při pohybech v kolenním kloubu na isokinetickém dynamometru u pacientů s bolestí dolní části zad a u skupiny zdravých probandů. Experimentální skupinu tvořilo 9 probandů (průměrný věk $23,1 \pm 6,6$ let) a kontrolní skupinu tvořilo 15 probandů (průměrný věk $22,3 \pm 2,79$ let). Testován byl isokinetický pohyb do extenze kolenního kloubu v koncentrickém režimu při úhlových rychlostech $60 \text{ }^\circ/\text{s}$ a $180 \text{ }^\circ/\text{s}$ a isokinetický pohyb flexorů kolenního kloubu v excentrickém režimu rovněž při úhlových rychlostech $60 \text{ }^\circ/\text{s}$ a $180 \text{ }^\circ/\text{s}$. Aktivita svalů (m. rectus femoris, m. biceps femoris a semisvalů) byla snímána pomocí povrchové poly elektromyografie a hodnocenými parametry byly mean amplitude, mean frequency, nástup svalové aktivity a timing. K měření byly využity EMG přístroj Noraxon MyoSystem 1400A a isokinetický dynamometr IsoMed 2000. Při porovnání svalové aktivity pomocí parametrů mean amplitude a mean frequency nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl u žádného z testovaných svalů při žádné z úhlových rychlostí. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn pouze u parametrů nástupu svalové aktivity u semisvalů při excentrické kontrakci úhlovou rychlostí $60 \text{ }^\circ/\text{s}$ a timingu m. rectus femoris při koncentrické kontrakci úhlovou rychlostí $60 \text{ }^\circ/\text{s}$.

Klíčová slova: bolest dolní části zad, povrchová elektromyografie, isokinetická kontrakce

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's name and surname: Bc. Samuel Kubina

Master Thesis title: Comparison of muscular activity of selected muscles using surface EMG in knee joint movements with isokinetic dynamometry in low-back pain patients and healthy probands.

Department: Department of Physiotherapy

Supervisor: Mgr. Amr Zaatar, Ph.D.

Year of presentation: 2018

Abstract: The main objective of the Thesis was to compare muscular activity of selected muscles of lower extremity using surface polyelectromyography in knee joint movements on isokinetic dynamometer in low-back pain patients and healthy probands. The research group consisted of 9 probands (average age 23.1 ± 6.6) and the control group consisted of 15 probands (average age 22.3 ± 2.79). The tested movements involved isokinetic extension of knee joint in concentric regime at angular velocities of $60^\circ/\text{s}$ and $180^\circ/\text{s}$ and isokinetic contraction of knee flexors in eccentric regime also at angular velocities of $60^\circ/\text{s}$ and $180^\circ/\text{s}$. Activity of the selected muscles (rectus femoris muscle, biceps femoris muscle and semitendinosus/semimembranosus muscle) was measured by surface poly-EMG and the parameters evaluated were mean amplitude, mean frequency, onset of muscle activity and timing. EMG Noraxon MyoSystem 1400A and isokinetic dynamometer IsoMed 2000 instruments were used for measuring. When comparing muscular activity through the parameters of mean amplitude and mean frequency, no statistically significant difference was found in any of the tested muscles at any angular velocity. Statistically significant differences were measured only in cases of the onset of muscular activity parameter in semitendinosus/semimembranosus muscles in eccentric contraction at angular velocity of $60^\circ/\text{s}$ and timing in rectus femoris muscle in concentric contraction at angular velocity of $60^\circ/\text{s}$.

Keywords: low-back pain, surface electromyography, isokinetic contraction

I agree with lending the Thesis within the library service.

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

V Olomouci dne 11.6.2018

.....

Na tomto místě bych rád poděkoval Mgr. Amru Zaatarovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady. Velký dík patří Mgr. Zuzaně Gonosové, Ph.D., za pomoc při měření všech probandů. Za pomoc při statistickém zpracování dat děkuji RNDr. Milanu Elfmarkovi. Rád bych také poděkoval své přítelkyni Sandře a celé své rodině za podporu v celém průběhu studia. Diplomová práce vznikla za podpory projektu IGA 2017_010.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BF – musculus biceps femoris

BZ – bolest dolní části zad

CNS – centrální nervový systém

CT – vyšetření počítačovou tomografií

EMG – elektromyografie

iSLR – instrumented straight leg rais

m – musculus

n – nervus

NBZ – nespecifická bolest dolní části zad

ODI – oswestry disability index

RF – musculus rectus femoris

RPM – revolutions per minute (otáčky za minutu)

RTG – rentgenové vyšetření

SI - sakroiliakální

SIAS – spina iliaca anterior superior

TrP – trigger point

VAS – vizuální analogová škála

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 PŘEHLED POZNATKŮ	11
1.1 Anatomie bederní páteře.....	11
1.2 Fasciální systém.....	11
1.3 Funkční anatomie testovaných svalů.....	12
1.4 Silové působení v oblasti bederní páteře	13
1.5 Posturální stabilizace	14
1.6 Bolesti zad	15
1.6.1 Nespecifické bolesti dolní části zad	16
1.6.2 Radikulární syndrom	17
1.6.3 Bolesti vyvolané vážnou organickou patologií	18
1.7 Povrchová polyelektromyografie (PEMG).....	26
1.8.5 Studie s využitím EMG u pacientů s BZ.....	27
1.9 Isokinetická dynamometrie	28
1.9.1 Isokinetika	28
1.9.2 Využití v klinické praxi	29
1.10 Hodnotící škály.....	29
2 CÍLE A HYPOTÉZY.....	31
2.1 Hlavní cíl	31
2.2 Hypotézy.....	31
3 METODIKA	32
3.1 Charakteristika měřeného souboru	32
3.2 Technické vybavení.....	32
3.3 Příprava měření	32
3.4 Aplikace elektrod.....	33
3.5 Průběh měření.....	33

3.6 Analýza elektromyografického signálu.....	34
3.7 Statistické zpracování dat.....	35
4 VÝSLEDKY.....	36
4.1 Hypotéza H01.....	36
4.2 Hypotéza H02.....	39
4.3 Hypotéza H03.....	41
4.4 Hypotéza H04.....	44
4.5 Hypotéza H05.....	46
4.6 Hypotéza H06.....	49
4.7 Hypotéza H07.....	51
4.8 Hypotéza H08.....	54
4.9 Visuální analogová škála bolesti.....	56
4.10 Oswestry disability index.....	56
5 DISKUZE.....	57
6 ZÁVĚRY.....	63
7 SOUHRN.....	64
8 SUMMARY.....	65
9 REFERENČNÍ SEZNAM.....	66
10 PŘÍLOHY.....	77

ÚVOD

V posledních letech se bolest zad zařadila mezi nejčastější důvody pro návštěvu praktických lékařů. A proto by se s trochou nadsázky dala označit za celosvětovou epidemii.

Důvodů zvýšené incidence této „epidemie“ může být celá řada. Nejvíce se však mluví o vlivu životního stylu. Jako etiologický činitel mohou působit jak aktivity pracovní, tak volnočasové. V rámci pracovních aktivit jsou v řadě profesí kladeny vysoké nároky na fyzický stav pracovníků. Zejména u manuálních profesí je pracovní náplň často jednostranná a velmi monotónní a dochází tak k soustavnému a stupňovanému přetěžování pohybového systému. Postupem času toto opakované přetěžování vede k takovým změnám, které vyvolávají nociceptivní odpověď a z pracovníka se tak stává pacient. Velmi podobný mechanismus se vyskytuje také u pracovníků se sedavým zaměstnáním. U nich sice nedochází k přetěžování ve smyslu zvedání těžkých břemen, ale pracovní monotónnost a celková hypokineze vedou ve spolupráci se špatnou ergonomií pracovní plochy rovněž k bolestem zad. Pravděpodobně velmi důležitým faktorem v rozvoji bolestí zad je také psychické vypětí spojené s prací (Manchikanti, Singh, Falco, Benyamin & Hirsch, 2014).

Volnočasové aktivity se na vzniku bolestí zad mohou podílet stejně tak, jako ty pracovní. Vzhledem k posledním trendům rozvoje technologií tráví mnoho lidí svůj volný čas bez pohybové aktivity na sociálních sítích. Pozitivní ovšem je, že tato změna životního stylu se nedotkla každého z nás, a i přes tento negativní trend poměrně velké množství lidí tráví svůj volný čas aktivně, ať už formou prosté chůze či v rámci jiné sportovní aktivity. Nicméně i sportovní aktivity mohou představovat pro jedince nebezpečí zvýšeného rizika bolestí zad, a to především z toho důvodu, že při nesprávné technice a absenci kompenzačních cvičení může docházet k přetěžování určitých tělesných segmentů, které může vést ke vzniku bolestí.

Dříve byly bolesti zad spojené pouze s vyšším věkem, ale se zvyšující se incidencí hypokineze a obezity se věkový výskyt posunul již k dospívajícím (Balagué, Mannion, Pellisé, & Cedraschi, 2012).

Při bolestech zad pacienti často popisují přenesenou bolest do dolních končetin (Lewit, 1996). Tato přenesená bolest se vyskytuje jak u bolestí nespecifických, tak specifických. Přestože může být u obou skupin příčina rozdílná, tělo vnímá bolest

i v oblasti dolních končetin a podvědomě tak dochází ke změnám v chování a pravděpodobně také ke změnám v CNS (Jacobs, Henry, Jones, Hitt & Bunn, 2011). Tato bolest je ve většině případů spojená s chabou posturální stabilizací.

Pohybový systém je velmi složitý a je tvořen několika druhy tkání vzájemně na sebe navazujících a propletených. Vzájemné propojení spolu kromě nespočetného množství výhod nese bohužel i několik nevýhod. Patologie, která vzniká v jedné části této soustavy vede ke vzniku změn, které ovlivňují i struktury vzdálené, jenž na první pohled nemusí spolu tak významně souviset. Taková patologie se tedy v rámci pohybového systému může řetězit a vyvolat rámeček změn. V případě bolestí zad může dojít k takovému přenosu nebo zřetězení do oblasti dolních končetin a promítnout se tak i do stoje a chůze. Vzhledem k tomu, že stabilní stoj i chůze potřebujeme k vykonávání běžných denních aktivit, je pravděpodobné, že i z tohoto hlediska mají bolesti zad velký dopad na kvalitu života. Z opačného úhlu pohledu může bolest zad vzniknout také jako následek funkčních nebo strukturálních změn v oblasti dolních končetin a často je velmi obtížné určit, co je příčina a co následek.

Stejně jako je tomu u jiných onemocnění i v případě bolestí zad se provádí každoročně množství výzkumů zaměřených převážně na účinnost jednotlivých druhů terapie, ale také na zjištění etiologie onemocnění.

Cílem této práce je tedy pomocí povrchové polyelektromyografie a isokinetické dynamometrie zjistit, zda dochází u pacientů s chronickými bolestmi dolní části zad ke změnám aktivity vybraných svalů dolní končetiny.

1 PŘEHLED POZNATKŮ

1.1 Anatomie bederní páteře

Obratlová těla bederních obratlů se liší od obratlů v ostatních segmentech páteře zejména svým tvarem a velikostí. Tvarem připomínají ledvinu a jsou tedy delší v latero-laterálním rozměru než v rozměru antero-posteriorním. Velikostí jsou obratlová těla v bederní oblasti nejmohutnější, a to hlavně z toho důvodu, že musí odolávat kompresivním silám, které působí v podélné ose páteře (Kapandji, 2004; Adams, 2004).

Výška meziobratlového disku se v bederním úseku páteře pohybuje od 7 do 10 mm a jeho průměr je cca 4 cm (Raj, 2008). Hlavní funkcí disku je tlumení a přenášení zatížení způsobené hmotností těla a svalovou činností. Disk hraje důležitou roli také v dynamice páteře, kdy umožňuje malý, ale podstatný rozsah pohybu. Nucleus se při zatížení roztahuje a působí tlakem na anulus fibrosus (Adams, 2004; Raj, 2008).

Dá se říci, že při jakémkoliv pohybu páteře dochází ke zvýšení tlaku uvnitř meziobratlové ploténky, změně polohy nucleu a natažení vláken prstence meziobratlového disku (Kapandji, 2004).

1.2 Fasciální systém

Fascie je pojivová tkáň složená z kolagenních a elastických vláken, které určují charakter dané fascie. Protahitelnost fascie také určuje její matrix. Pokud se z tekuté formy dostane do formy gelu, její vlastnosti jsou významně postiženy. Může se tak stát například následkem traumatu nebo přetížení (Stecco, 2016). Fascie tvoří propojený systém složený z řetězců, jejichž funkcí je přenos sil, koordinace a harmonizace pohybů a tlumení části energie (Paoletti, 2009).

Fascie v oblasti trupu jsou seskupeny ve třech vrstvách, a to v povrchové, střední a hluboké. Jednotlivé svaly jsou fasciově propojené, a proto mohou pracovat v synergii (Stecco, 2016). Posteriovní část trupové fascie kaudálním směrem pokračuje v gluteální fascii a dále ve fascii dolních končetin a směrem laterálním pokračuje ve fascii břišních svalů. Anteriorní část trupové fascie je ve své dolní polovině tvořena aponeurózou m. obliquus abdominis, m. transversus abdominis a pochvou m. rectus abdominis. Tyto se setkávají v linea alba, jenž spojuje processus xiphoideus a symfýzu. Fasciální propojení trupu a dolních končetin je zajištěno řetězcí laterálním, předním a zadním (Paoletti, 2009).

1.3 Funkční anatomie testovaných svalů

M. rectus femoris

Je součástí m. quadriceps femoris. Caput rectum začíná na spina iliaca anterior inferior a caput reflexum těsně nad acetabulem. Sval se nad patelou spojuje s ostatními částmi quadricepsu a tvoří ligamentum patellae upínající se do tuberositas tibiae. Sval je inervován z rami musculares n. femoralis L2-L4. Jeho funkcí je extenze kolenního kloubu a také se podílí na flexi kyčelního kloubu. Celkově se quadriceps uplatňuje jako významný posturální sval a zapojuje se i při záklonu ve stoji, při sedání nebo scházení schodů. Během chůze má první vrchol aktivity těsně po úderu paty (heel strike), kdy kontroluje flexi v koleni a druhý peak je ve fázi odrazu palce (toe off), kdy stabilizuje koleno v extenzi. Sval je aktivní také při zvedání břemene s flektovanými koleny (Čihák, 2011; Travell & Simons, 1999).

M. biceps femoris

Caput longum začíná na tuber ischiadicum a caput breve na střední třetině labium laterale lineae asperae. Upíná se na caput fibulae a je inervován z n. ischiadicus (L4-S2). Pokud je n. ischiadicus štěpen vysoko, pak je caput longum inervováno z n. tibialis (L5-S2) a caput breve z n. peroneus communis (L5-S1). Funkce svalu je flexe v kolenním kloubu, pomocná extenze v kloubu kyčelním a při flektovaném kolenu také zevní rotace bérce (Čihák, 2011).

M. semitendinosus

Začíná na tuber ischiadicum. Zhruba ve své polovině přechází v dlouhou šlachu upínající se do pes anserinus na mediální stranu tibie. Inervován je z n. ischiadicus a jeho funkcí je flexe v kolenním kloubu, při flektovaném kolenu vnitřní rotace bérce a pomocná extenze a addukce v kloubu kyčelním (Čihák, 2011).

M. semimembranosus

Leží pod m. semitendinosus. Začátek má stejný jako předchozí sval a až zhruba do poloviny své délky má počáteční šlachu. Upíná se ve třech místech, a to na mediální plochu vnitřního kondylu tibie, na zadní stranu tibie a na zadní stranu pouzdra kolenního kloubu jako ligamentum popliteum obliquum. Jeho inervace a funkce jsou stejné jako u předchozího svalu (Čihák, 2011).

Caput longum m. bicipitis femoris, m. semitendinosus a m. semimembranosus jsou označovány jako pravé hamstringy a jako skupina pomáhají při chůzi ke vzpřímení těla a to tak, že omezují flexi v kyčelním kloubu a také zpomalují dopředný pohyb končetiny ve fázi konečného švihu. Flexi v kyčelním kloubu kontrolují i během stoje a předklonu. Vysokou aktivitu na EMG vykazují také při běhu, skákání nebo jízdě na kole (Travell & Simons, 1999).

1.4 Silové působení v oblasti bederní páteře

Na páteř působí síly, mezi které patří hmotnost těla, síla svalové aktivity, síla vzniklá protažením ligament a vnější síly (Nordin & Frankel, 2001). Vnější silám dominuje síla tíhová. Každý pohyb segmentu těla je spojen se vznikem kontrakční svalové síly, jenž je převedena na momenty sil a v systému lidského těla vyvolává reakční svalové síly. Cílem je zajistit stabilní punctum fixum, aby byly kloubní segmenty schopné odolávat působení zevních sil. Tato stabilizace předchází každému pohybu horních a dolních končetin a je tedy pro každý fázický pohyb stěžejní (Kolář, 2006).

Páteř je díky své stavbě a zakřivení velmi odolná a díky tomu je přirovnávána k elastickému sloupci. K udržení stability v pozici stoje je zapotřebí aktivita posturálních svalů a v oblasti trupu zejména m. erector spinae, břišních svalů a m. psoas major. Úroveň jejich aktivity záleží na uvolněnosti stoje. Důležitou roli v aktivitě svalů hraje také postavení pánve. Pokud je pánev v přílišné anteverzii nebo retroverzii, aktivita stabilizačních svalů se zvyšuje. Nordin & Frankel (2001) popsali srovnání velikosti intradiskálního tlaku v různých tělesných pozicích a činnostech oproti volnému stoji. Ukázalo se, že při lehu na zádech je intradiskální tlak oproti stoji pouze 20%, při předklonu ve stoji 220%, při rovném sedu 110%, při sedu s maximální flexí 166% a vůbec nejvyšší hodnoty a to až 460 % byly naměřeny při zvedání 20 kg závaží s kulatými zády (Nordin & Frankel, 2001).

Největším zatížením působí na páteř zevní zátěž, a to nejčastěji při zvedání těžkého břemena. Zátěží pro páteř je ale i prostá chůze, kdy s rostoucí rychlostí roste i zatížení, které může v některých segmentech bederní páteře odpovídat až 2,5 násobku tělesné váhy. Na zatížení při chůzi má vliv také souhyb horních končetin, kdy s omezeným souhybem roste zatížení. Stále je ale při chůzi zatížení na páteř malé, a i proto je doporučována jako vhodná terapeutická intervence u pacientů s bolestí dolní části zad (Nordin & Frankel, 2001).

1.5 Posturální stabilizace

Tento termín definuje Kolář (2006, p. 160) jako „aktivní držení segmentů těla proti působení zevních sil řízené centrálním nervovým systémem.“ K posturální stabilizaci dochází při kterémkoli pohybu segmentu lidského těla. Kvalita této stabilizace se vyvíjí během ontogeneze a určuje anatomický vývoj celé páteře. Vše závisí na kvalitě a zrání CNS, které dále ovlivňují tvorbu svalových souher a ty dále morfologické parametry celé páteře i periferních kloubů. Nezastupitelný význam má v ohledu posturální stabilizace Hluboký stabilizační systém páteře (dále jen HSSP) (Kolář, 2006).

HSSP představuje souhru svalů, které se v koaktivaci podílejí na posturální stabilizaci páteře. Při neporušeném vývoji CNS uzrává stabilizační souhra svalů ve 4. měsíci života dítěte. Tato souhra v budoucnu umožňuje kyfoticko-lordotické zakřivení páteře a tím rovnoměrné zatížení jednotlivých segmentů páteře (Kolář & Lewit, 2005). Podstatou je rovnováha mezi ventrální a dorzální muskulaturou. V segmentu krčním a horním hrudním se jedná o rovnováhu mezi hlubokými extenzory a flexory krku. V segmentu bederním se jedná o extenzory bederní a dolní hrudní páteře, zejména mm. multifidi a ventrálně o břišní svaly, bránici a svaly pánevního dna (Kolář, 2006).

Nezastupitelnou roli v tomto systému hraje bránice, která v koaktivaci s břišními svaly a svaly pánevního dna zvyšuje nitrobřišní tlak a vytváří tak oporu pro bederní páteř. Po kaudálním posunu a oploštění bránice dochází k excentrické kontrakci ostatních svalů systému a vzniká již zmíněný zvýšený nitrobřišní tlak. Výsledkem zvýšení nitrobřišního tlaku by měla být snížená aktivita m. erector spinae, a tedy i menší zátěž pro samotnou páteř (Hodges, Cresswell, Daggfeldt & Thorstensson, 2001; Kolář, 2006; Stokes, Gardner-Morse & Henry, 2010). Bránice jako hlavní nádechový sval hraje tedy důležitou roli kromě procesu dýchání také v rámci funkce posturální. Proto musí být obě tyto funkce synchronní nebo může také nastat při ztížených stabilizačních podmínkách apnoická pauza, aby mohla být aktivita bránice využita pro stabilizační funkci. Důležité je také načasování aktivace (timing) svalů. Pro správnou stabilizaci nesmí aktivita břišních svalů předběhnout bránici (Kolář, 2006; Kolář & Lewit, 2005).

Zvýšený nitrobřišní tlak snižuje velikost kompresních sil působících na páteř od 10 do 40 %. Nejdůležitějším břišním svalem pro zajištění nitrobřišního tlaku je m. transversus abdominis. Ke zvýšení nitrobřišního tlaku dochází jak při statických, tak dynamických činnostech a svou aktivitou předchází fázickému pohybu končetinami.

Svalová stabilita může být ovlivněna opakovaným vystavováním velkém zatížení, kdy dochází ke svalovému vyčerpání a ztrátě stability (Nordin & Frankel, 2001).

1.6 Bolesti zad

Bolest dolní části zad (dále jen „BZ“), neboli Low Back Pain (LBP), je definována jako bolest v oblasti mezi dvanáctým žebrem a spodní gluteální rýhou s nebo bez propagace do dolních končetin (Krismer & Van Tulder, 2007). Jedná se o velmi častý problém, který postihuje alespoň jednou za život téměř každého z nás (Balagué et al., 2012; Hoy, Brooks, Blyth & Buchbinder, 2010). Pokud bolest omezuje aktivitu člověka, roste pravděpodobnost, že se objeví recidivy onemocnění (Hoy et al., 2010). BZ je spojena také s vysokými finančními náklady na léčbu a nepřímo také s náklady spojenými s nepřítomností v práci (Manchikanti et al., 2014; Quaseem, Wilt, McLean, Forciea, 2017).

BZ se častěji objevuje u žen a obecně u osob mezi 40 až 80 lety. Celosvětová prevalence alespoň 1 den trvající BZ, je podle studie Hoye et al. (2012) $11,9 \% \pm 2 \%$ a prevalence BZ trvající déle než 1 měsíc byla stanovena na $23,2 \% \pm 2,9 \%$. Celkově výskyt bolestí zad v populaci neustále roste (Manchikanti et al., 2014). Faktory, které se na tomto zvýšení potenciálně podílí jsou obezita a zvyšující se psychické i fyzické nároky v práci. Dále může mít na zvýšení incidence podíl také lepší povědomí veřejnosti o problematice bolestí zad (Manchikanti et al., 2014). Deyo & Weinstein (2001) přidávají k rizikovým faktorům ještě časté pohyby do rotace, špatnou fyzickou kondici a dlouhodobé a opakované vystavování těla vibracím a zároveň upozorňují, že BZ se mohou objevit i u lidí, u kterých se tyto rizikové faktory nevyskytují.

Mezi důležité a často opomíjené rizikové faktory patří i ty psychosociální. Psychologické faktory jako úzkost, deprese, katastrofizování, kineziofobie a somatizace byly v mnoha studiích popsány jako možné etiologické faktory. Významnou měrou na etiologii bolestí zad se pravděpodobně podílí také aktivita spojená se zaměstnáním ať už se jedná o zvedání břemen, dlouhodobou neměnnou pracovní pozici, jednostranné přetížení nebo i faktory jako stresující a monotónní práce (Manchikanti et al., 2014). V souvislosti se životním stylem je bolest zad spojena s obezitou a kouřením (Leboeuf-Yde, 1999; Manchikanti et al., 2014). Dalším sociálním faktorem jsou finanční problémy, které zvýšily pravděpodobnost výskytu BZ až o 11 %. (Manchikanti et al., 2014; Ochsmann, Rueger, Letzel, Drexler, Muenster, 2009). Výskyt obecně roste s věkem

zejména u specifických BZ a to z důvodu degenerace a komorbidit (Manchikanti et al., 2014).

BZ je často spojena s manifestací bolesti do hlavy, břicha nebo do končetin. V porovnání s lokalizovanou bolestí, má bolest rozšířená horší prognózu (Krismer & Van Tulder, 2007).

Krismer & Van Tulder (2007) popisují tzv. červené a žluté vlajky, z nichž červené reprezentují typické symptomy spojené se specifickou BZ, zatímco žluté vlajky reprezentují prognostické faktory vyjadřující pravděpodobnost přechodu do chronicity. Žluté vlajky by měly být vztahovány jen k psychologickým rizikovým faktorům jako jsou strach z bolesti nebo dalšího poranění, pesimistické myšlenky ohledně uzdravení a úzkost nebo sklíčenost. Výzkumy ukázaly, že tyto faktory hrají v rozvoji muskuloskeletálních patologií významnou roli (Nicholas, Linton, Watson, Main & “Decade of the Flags” Working Group, 2011).

Bolesti zad se dělí na:

- Nespecifické (bez jasného organického podkladu)
- Kořenové (nejčastěji z důvodu komprese nervového kořene)
- Bolesti vyvolané vážnou organickou patologií (infekce, tumor, trauma) – přítomnost „červených praporeků“

(Koes, van Tulder, Lin, Macedo, McAuley, & Maher., 2010; Štětkářová, 2007)

1.6.1 Nespecifické bolesti dolní části zad

Nespecifická bolest dolní části zad (dále jen „NBZ“) je definována jako bolest dolní části zad bez rozpoznatelné, známé specifické patologie, mezi které patří například infekce, tumory, osteoporóza, zlomeniny, strukturální deformity, zánětlivá onemocnění, radikulární syndromy nebo syndrom kauda equina (Balagué et al, 2012). Podstatnými faktory pro rozvoj NBZ se zdají být spíše deprese, stres, špatné pohybové stereotypy a životní styl, ale je také známo, že ne všechny NBZ jsou s těmito psychosociálními faktory spojené (O’Sullivan, 2011). NBZ tvoří cca 85 % případů bolestí dolní části zad (Norton, McDonough, Cabral, Shwartz, & Burgess, 2016).

Bolesti zad byly vždy spojeny spíše s dospělými a staršími pacienty. Děti a dospívající trpěli bolestmi zad jenom v souvislosti s vážnými onemocněními. Poslední

výzkumy ovšem potvrzují, že incidence bolesti dolní části zad je ve skupině dospívajících velmi podobná incidenci ve skupině dospělých pacientů. Hlavní rozdíl je ovšem v ovlivnění kvality života, které je u dospívajících velmi malé (Balagué et al., 2012).

BZ se podle délky trvání dělí na akutní, subakutní a chronickou. Akutní BZ je definována jako BZ trvající méně než 6 týdnů, subakutní BZ má délku trvání od šesti týdnů do dvanácti týdnů. Pokud BZ přetrvává déle než dvanáct týdnů, mluvíme o bolesti chronické (Macedo et al., 2016). Většina pacientů s akutní bolestí zad se uzdraví velmi rychle a jen u 10–15 % pacientů jsou bolesti chronické. Za hlavní charakteristiku chronických bolestí zad se považuje jejich recidiva (Balagué et al., 2012).

U chronických bolestí zad trvajících déle než 3 měsíce se objevují změny patofyziologické, psychické a změny reaktivity. Dlouhodobým působením bolestivých podnětů dochází v zadních rozích míšních k tzv. „wind – up“ fenoménu, který se projevuje snížením prahu bolesti, a tedy sníženou tolerancí bolesti. Ovlivněna je pravděpodobně také organizace motorické korové oblasti a plasticita mozku (Opavský, 2015). Opavský (2015) popisuje jako zdroje bolesti v oblasti bederní páteře tyto struktury: ligamenta supraspinalia, ligg. interspinalia, lig. flavum, lig. longitudinale posterius, meziobratlové ploténky a klouby, periost, paraspinální svaly a thorakolumbální fascii.

1.6.2 Radikulární syndrom

Radikulární syndrom vzniká podrážděním nervového kořene a projevuje se nejčastěji radikulární bolestí vyzařující v příslušném dermatomu a případně také parestezií, hypestezií a svalovou slabostí (Quaseem et al., 2017; Štětkařová, 2007). Do 50 let věku je nejčastější příčinou výhřez meziobratlového disku a ve věku nad 50 let se jedná o důsledek degenerativních změn páteře, např. stenózu foramen intervertebrale. Bolest způsobená výhřezem disku se provokuje nejčastěji předklonem, zakašláním, delším sezením nebo nadměrnou námahou, a naopak úlevová pozice je nejčastěji leh na zádech a někdy také chůze (Boxem et al., 2010). Pokud dojde k neuropathii v oblasti distální míchy, mluvíme o syndromu kauda equina. Projevem jsou intenzivní bolesti, dysfunkce sfinkterů, perianogenitální hypestezie, popřípadě i hypestezie v jiných dermatomech, sexuální dysfunkce a paraparéza. Tento stav je indikován k okamžitému chirurgickému řešení (Štětkařová, 2007).

Často se vyskytujícím stavem je také spinální stenóza, u které dochází k bolesti zad a dolních končetin, hypestezii v oblasti dolních končetin, paraparéze a s tím souvisejícím poruchám chůze (Štětkářová, 2007). Oproti stavu u vyhřezlého disku se bolest může zhoršit při chůzi, a naopak zmírnit při předklonu (Boxem et al., 2010).

U akutních stavů, kdy pacient vyhledá lékařskou pomoc, bolest většinou odezní během jednoho měsíce, ale u třetiny pacientů bolest přetrvává i rok (Quaseem et al., 2017).

1.6.3 Bolesti vyvolané vážnou organickou patologií

Vážná organická patologie se podílí na etiologii BZ v minimálním počtu případů, ale je nutné se na ni také v rámci diagnostiky zaměřit. Jedná se zejména o rakovinu, kompresní fraktury obratlů a míšní infekci (Chou, 2007). V rámci anamnézy jsou varovnými informacemi rakovina v osobní či rodinné anamnéze, úbytek na váze, bolest v oblasti hrudníku, věk pod 20 anebo nad 55 let, konstantní progresivní bolest bez mechanické etiologie a další (Krismer & van Tulder, 2007).

Etiopatogeneze bolestí zad

Na bolesti v oblasti bederní páteře se většinou podílí více faktorů současně. Obecně se tyto faktory dají pojmenovat jako faktory anatomické, patofyziologické a psychosociální (Rokyta, 2009). Není pravidlem, že každá bolest musí mít strukturální podklad. Bylo již několikrát prokázáno, že u pacienta s hernií disku nemusí vzniknout bolesti, a naopak může pacient trpět bolestmi bederního úseku páteře bez zjištěné strukturální patologie v tomto úseku páteře (Kolář, osobní sdělení, 9.1.2018; Rokyta, 2009).

BZ může mít svůj zdroj v ligamentech páteře, meziobratlových kloubech, periostu, paravertebrálních svalech a fasciích, cévách, anulus fibrosus, nervových kořenech. Asi vůbec nejčastějším zdrojem bolesti jsou muskuloligamentózní poranění a následky degenerace disku (Deyo & Weinstein, 2001).

Nejčastějším důvodem bolestí zad, a to zejména nespecifických jsou podle Lewita (1996) **funkční poruchy**. Mezi tyto poruchy, které jsou častým důvodem NBZ uvádí přetížení svalů a vazů, bolestivou kostrč, bolestivý kyčelní kloub, blokádu meziobratlových kloubů v oblasti bederní páteře a sakroiliakálního (dále jen „SI“) skloubení, bolesti způsobené lézí disku, předsunuté držení těla, inflare a outflare pánve,

poruchu funkce m. coccygeus a pánevního dna, omezení rotace trupu a kombinované poruchy.

Přetížení svalů a vazů vzniká nejčastěji následkem špatného držení těla nebo fixací chybného pohybového stereotypu. Následkem stejné příčiny může vznikat také bolestivá kostrč, jenž se nejčastěji jako první manifestuje bolestí bederního úseku páteře. Při bolestivém kyčelním kloubu se bolest často také manifestuje nejprve v kříži. Příčinou může být koxartróza, ale i jiné změny. Bolest často vyzařuje v dermatomu L4 do slabín a ke kolenu. Při blokádě meziobratlového kloubu nebo SI skloubení je bolest většinou asymetrická a může vyzařovat jak kraniálně, tak kaudálně až do dolních končetin. Při blokádě v segmentu L3/L4 je popisováno vyzařování bolesti po přední straně stehna až ke kolenu se spazmem m. rectus femoris. Blokáda SI skloubení je často spojena s blokádou hlavičky fibuly a trigger pointem (dále jen „TrP“) v m. biceps femoris. Blokáda v segmentu L4/L5 je zase spojena se spazmem m. piriformis a TrP ve svalech pánevního dna. Blokáda segmentu L5/S1 je podobně jako blokáda SI skloubení spojena s bolestivým tuber ossis ischii, TrP v m. biceps femoris a blokádou hlavičky fibuly. Tyto stavy vyzařující bolest do dolních končetin se označují jako pseudoradikulární syndromy a podílí se výrazně na zřetězení funkčních poruch a dokládají spojitost bolestí zad s funkcí dolních končetin.

Při výhřezu meziobratlového disku přichází pacient většinou v antalgickém postavení s kyfotickým držením a skoliotickým postavením na stranu léze. Bolest se zhoršuje při jakémkoliv pohybu neodpovídajícímu antalgickému postavení a to zejména při předklonu, kdy dochází k napínání vzpřimovačů trupu a zvýšení tlaku na disk, a rotaci.

Při předsunutém držení těla je zvýšené napětí v zádových svalech a také se často vyskytují TrPs v m. rectus abdominis a m. biceps femoris, hypertonus gluteálního svalstva a v některých případech také funkční změny v oblasti chodidla. Outflare a inflare pánve se nevyskytuje příliš často. Častěji se vyskytuje posttraumaticky a bývá spojen s hypotonií břišního svalstva na straně laterálněji uložené spina iliaca anterior superior (dále jen „SIAS“) a hypertonií na straně mediálněji uložené SIAS.

Problematika pánevního dna a m. coccygeus je spojena s tzv. S reflexem, který je vybaven přebrnknutím TrP v hrudním úseku m. erector spinae a odpovědí je stah hýžd'ových svalů a někdy i ischiokrurálních stejnostranně. Lze také palpovat TrP v m. coccygeus pod ligamentum sacrotuberousum v hýždí a po ošetření presurou většinou

mizí i TrP v m. erector spinae. Účinek je ale pouze krátkodobý, a proto je nutné dlouhodobě pracovat na správné funkci HSSP, jehož součástí je i svalstvo pánevního dna. Bolest v kříži při omezené rotaci trupu je velmi často spojena s TrP v m. erector spinae, m. quadratus lumborum a m. psoas major. Po ošetření výše popsaných svalů, popř. mobilizace do rotace bolestivost v bederním úseku páteře obvykle mizí. Tyto výše popsané funkční poruchy se nemusí vždy vyskytovat jen samostatně, ale mohou být i kombinované mezi sebou, popř. i se strukturálním postižením např. meziobratlové ploténky. Lewit (1996) pro tyto případy doporučuje zaměřit terapii nejdříve na odstranění TrPs a na odstranění funkčních kloubních blokády, v případě výhřezu ploténky provést trakci a následně terapii zaměřit na odstranění svalových dysbalancí a na léčebnou tělesnou výchovu.

Funkční poruchy se projevují také v oblasti měkkých tkání, kde se manifestují zvýšeným odporem při protažení kůže a podkoží. Více do hloubky můžeme palpovat také sníženou posunlivost fascií. U svalového aparátu se porucha funkce může manifestovat změnou svalového napětí a také přítomností spoušťových bodů (TrPs), které mohou způsobovat přenesenou, ale i lokální bolest (Kolář & Lewit, 2006). Na všechny výše zmíněné poruchy funkce je nutné pohlédnout i z hlediska funkce. Je pravděpodobné, že změna nebude jen na těchto tkáních, ale že problém bude spíše v posturální stabilizaci a v zafixovaných chybných pohybových stereotypch.

Prevence bolestí zad

Velkým otazníkem je v případě bolestí zad jejich **prevence**. Práce Steffense et al. (2016) porovnávala preventivní účinek cvičení, kombinace cvičení a edukace, samostatné edukace, nošení bederního pásu, vliv vložek do bot a ergonomických preventivních opatření. Výsledek ukázal jako pravděpodobně nejúčinnější preventivní opatření kombinaci cvičení a edukace. Celkem dobrých výsledků bylo dosaženo také samostatným cvičením, ale ostatní preventivní programy svou užitečnost neprokázaly. V této době, kdy pacienti vyžadují zejména pasivní procedury je jejich motivace k preventivním programům téměř nulová. Otázku prevence začínají obvykle řešit až posléze, kdy je bolest omezující v běžných aktivitách, ale to už je pozdě. Bude potřeba provést v oblasti prevence a jejích prostředků jistě další studie a více mezi širokou veřejností šířit osvětu a přesvědčit tak populaci k větší pohybové aktivitě. Jedině tak dosáhneme snížení incidence tohoto onemocnění.

Prognóza

Vývoj onemocnění a délku uzdravování je téměř vždy velmi těžké určit, protože každý pacient je individuální. Studie Verkerka et al. (2015) a Itze, Geurtse, Kleefa, & Nelemanse (2012) zjišťovali prognózu s odstupem 5 respektive 12 měsíců po nástupu BZ. Verkerk et al. (2015) popsal ve své studii vývoj onemocnění po pěti a dvanácti měsících a také popsal prognostické faktory spojené se zlepšením stavu. Vývoj bolesti byl hodnocen pomocí Visuální analogové škály (dále jen „VAS“), přičemž počáteční průměrná hodnota u pacientů (n = 1760) byla na škále 0-100 mm 55,5mm. Po prodělané terapii dosáhlo na alespoň 30% zlepšení po dvou měsících 53,8 % pacientů, po pěti měsících to bylo 55,2 % a po dvanácti měsících až 60 % pacientů. Úplného uzdravení (VAS ≤ 10 mm) po pěti měsících dosáhlo 19,8 % pacientů, po dvanácti měsících se počet vyhoupl až na 28,6 % pacientů. Úplné uzdravení po pěti měsících bylo spojeno s těmito prognostickými faktory: mladší věk, nižší původní skóre na VAS, absence psychologické dysfunkce, vyšší původní skóre v SF 36 a vyšší pracovní aktivita, která byla označena současně za nejdůležitější faktor. Po dvanácti měsících se přidalo k výše uvedeným faktorům ještě BMI ≥ 30 na začátku, absence komorbidit, vyšší disability skóre a vyšší intenzita bolesti v předchozích třech měsících, což bylo také klíčovým faktorem (Verkerk et al., 2015).

Bolest přetrvávající dvanáct měsíců po nástupu NBZ byla podle studie **Itze et al. (2012)** u 65 % pacientů, přičemž ze studie dále plyne, že spontánního uzdravení po epizodě akutní NBZ dosáhne v prvních třech měsících pouze asi třetina pacientů. Je tedy jasné, že NBZ je potřeba více sledovat a cíleně léčit a nečekat na možné spontánní uzdravení.

Diagnostika bolestí zad

Prvotním cílem v rámci vyšetření by mělo být vyloučení vážné patologie a radikulárního syndromu (Koes et al., 2010). Pacient by měl být zařazen do jedné ze tří kategorií, a to nespecifická bolest zad, specifická bolest potenciálně spojená s radikulopatií nebo spinální stenózou a specifická bolest zad jiné etiologie (Chou, Quaseem, Snow, Casey, Cross, Shekelle, Owens, 2007).

Vyšetření standardně zahrnuje anamnézu, na kterou navazuje fyzikální vyšetření a testy, jejichž součástí by měla být aspekce, palpce, rozsah pohybu páteře, funkční zkoušky a neurologické vyšetření. Zobrazovací vyšetření je doporučováno jenom při

podezření na vážnou patologii a pokud je potenciální metodou terapie operace nebo epidurální steroidová injekce (Chou et al., 2007; Koes et al., 2010). Důvodem je zbytečné vystavování pacienta ionizujícímu záření (RTG, CT) a také fakt, že výsledek zobrazení prokazatelně nevede k lepšímu výsledku terapie, neboť často abnormality nesouvisí vůbec se symptomatikou. Nezbytné je také vyšetřit svalový systém z hlediska funkce posturální stabilizace. Řeč je o HSSP, který je nutné vyšetřovat pomocí testů, jenž jsou schopny odhalit nedostatečnost stabilizační funkce svalů (Kolář, 2009). Mezi tyto testy patří Extenční test, Test flexe trupu, Brániční test, Test extenze v kyčlích, Test flexe v kyčli, Test nitrobrišního tlaku, Vyšetření dechového stereotypu, Test polohy na čtyřech, Test hlubokého dřepu a další.

Při testování hodnotíme komplexně zaujatou pozici testovaného jedince, nastavení tělesných segmentů a postavení v kloubech, míru aktivity hlubokých svalů v porovnání se svaly povrchovými, případné nadměrné zapojení svalů s pohybem nesouvisejících, symetrii a načasování zapojení jednotlivých svalů (Kolář, 2009).

Důraz by měl být kladen také na vyšetření psychosociálních faktorů, jako ukazatele nebezpečí přechodu do chronicity (Chou et al., 2007; Koes et al., 2010). Důležitou součástí vyšetření by mělo být nejen proto také posouzení emočního stavu a disability. Pro posouzení emočního stavu se užívá dotazníku McGillovy Univerzity (SF-MPQ), zatímco pro posouzení disability se jeví jako velmi užitečný Oswestry Disability Index (Opavský, 2015). Pro posouzení stupně bolesti se hojně využívá Visuální Analogová Škála (Marshall, Mannion & Murphy, 2009).

Více než 90 % symptomatických hernií disku je v segmentech L4-L5 a L5-S1 (Chou et al., 2007).

Terapie bolestí zad

Terapie u pacienta se specifickými bolestmi se velmi podobá té u pacienta s nespecifickými bolestmi (Deyo & Weinstein, 2001).

Z meta-analýzy Quasema et al. (2017) zabývající se porovnáním úspěšnosti postupů v léčbě bolestí zad plyne několik doporučení. Pro akutní a subakutní stavy doporučují nefarmakologickou léčbu spočívající v aplikaci pozitivní termoterapie, masáže, akupunktury a mobilizačních technik. Farmakologická léčba by měla být zařazena jen ve výjimečných případech. U pacientů s chronickou bolestí zad by také měly

dominovat nefarmakologické postupy a to konkrétně cvičení, akupunktura, motor control exercise, taichi, yoga, relaxace, kognitivní behaviorální terapie, mobilizace páteře, laserová terapie, elektroterapie se zpětnou vazbou, cvičení k redukci stresu a popřípadě operační léčba. Naproti tomu ultrazvuková terapie, TENS a kinesiotaaping neměli v otázce bolesti a funkce žádný vliv. U pacientů s nedostatečným efektem nefarmakologické terapie je doporučeno začít s farmakologickou léčbou.

Většina guidelines analyzovaných Koesem et al. (2010) doporučuje postupovat tak, že by pacienti měli být nejprve uklidněni a poučeni, že je důležité zůstat aktivní a postupně ještě stupeň aktivity zvyšovat s čímž je spojen co nejrychlejší návrat do pracovního procesu. Při akutní bolesti je doporučována farmakoterapie. Jednotlivé guidelines se shodují v doporučení vyvarovat se odpočívání v posteli. V akutní fázi není doporučováno cvičení, ale ve fázi subakutní a chronické je už cvičení doporučeno, přičemž není dokázána vyšší účinnost jednoho druhu terapie nad druhým.

Podle O'Sullivan (2011) i přes známá fakta lékaři stále předepisují pacientům s NBZ chybně stabilizující cvičení, bederní pásy, podpurné korzety, injekce nebo dokonce operační stabilizaci, což ještě více prohlubuje strach z pohybu, vyhýbavé chování, bolest a disabilitu. Doporučuje, zabývat se více výše zmíněnými faktory psychosociálními, než stabilizačním cvičením.

Termín stabilizace ve svém konceptu Dynamické neuromuskulární stabilizace užívá i prof. Kolář. Koncept je založen na správné svalové koordinaci vedoucí k optimálnímu centrovanému postavení tělesných segmentů, což pomáhá k zajištění stabilizace těla. Pro toto se využívá poloh vývojové kineziologie. Součástí konceptu je také ovlivnění dechového stereotypu, který se zajištěním dobré postury úzce souvisí. Cílem tohoto konceptu je zajistit optimální posturu a stabilizaci při pohybech vykonávaných během běžných denních aktivit (Kobesová & Kolář, 2014).

Pohled na pojem „stabilizace“ je u O'Sullivan a Koláře nepochybně vnímán rozdílně. Zatímco O'Sullivan pohlíží na problematiku „stabilizace“ více méně strukturálně, Kolář vnímá stabilizaci jako funkční faktor.

Mezi „stabilizační“ cvičení autoři řadí také tzv. Motor Control Exercise (MCE), které spočívá v tréninku aktivace hlubokého trupového svalstva, jeho koordinace a zapojení ve statických, dynamických i funkčních úkolech na principu motorického učení. Macedo et al. (2016) ve své studii zkoumali účinnost této terapie u pacientů

s akutní NBZ a z výsledků plyne, že efekt této metody v akutním stádiu není větší než u ostatních metod v otázkách bolesti ani disability. Větší efektivita této metody nebyla prokazatelně dokázána ani u pacientů s chronickými NBZ (Saragiotto et al., 2016).

Chirurgická léčba je indikována pouze u vážného porušení nervového systému daného degenerací, traumatem, infekcí nebo metastatickým postižením (Štětkářová, 2007).

Vliv psychosociálních faktorů

Psychosociálním faktorům není často kladena taková důležitost, jakou by si zasloužily, přitom významně ovlivňují naše chování, což ostatně dokládá i následující definice bolesti. Bolest je přirozený biologický signál, který informuje tělo o hrozbě a stimuluje ochrannou aktivitu, jenž se projevuje zvýšením pozornosti na zdroj bolesti, změnou výrazu v obličeji, vzrušením, okamžitým stažením a vyhýbáním se aktivitě (Vlaeyen, Crombez & Linton, 2016). Na takovou zkušenost obvykle reagujeme strachem. Strachem rozumíme emoční odpověď vznikající na podkladě proběhlé nebezpečné nebo bolestivé zkušenosti. Reakcí na strach je často vyhýbavé chování a snaha o útek (Rainville, Smeets, Bendix, Tveito, Poiraudau & Indahl 2011).

Vyhýbání se potenciálně bolestivým aktivitám

Termín „fear-avoidance“ označuje vyhýbání se pohybu a s ním spojeným aktivitám kvůli strachu z bolesti (Vlaeyen & Linton, 2000). Tento strach se může vyvíjet po vlastním prožití BZ, nebo také zprostředkovaně pozorováním ostatních jedinců, kteří těmito bolestmi trpí anebo může strach vyvolat také přečtení nepřesných informací z tisku nebo jiných publikací (Rainville et al., 2011). Informace o zranitelnosti páteře a jejího mechanického opotřebení například prostřednictvím dlouhodobě nesprávného držení těla, zvedání těžkých břemen aj. ještě více pocity strachu prohlubují. Nedávné studie přitom podle Rainville et al. (2011) prokázaly, že v rozvoji degenerativního onemocnění páteře hraje nejdůležitější roli faktor genetický.

Strach z bolesti hraje důležitou roli také z hlediska prognózy úspěšnosti terapie. Jako prediktor horšího výsledku terapie je strach z bolesti považován zejména ve skupině pacientů v subakutním stádiu onemocnění. Podle Wertliové, Rasmussen-Barra, Weisera, Bachmanna & Brunnera (2014) je to pravděpodobně proto, protože ve stádiu akutním

převládá u pacientů celkový pocit distresu nad strachem, a naopak chroničtí pacienti již díky své zkušenosti nepocítují strach z bolesti tak výrazně (Wertli et al., 2014).

Zaměřit diagnostiku a posléze i terapii více na psychosociální faktory, a to hlavně emoční a kognitivní, doporučují ve své práci také Raudenská & Marusič (2016). Mezi ty hlavní označuje úzkost a strach, přičemž úzkost popisuje jako reakci na předpokládanou hrozbu tím, že se svým chováním této hrozbě (strachu) jedinec vyhýbá. Svě tvrzení opírá o EMG studii, která u pacientů s nepřiměřeným strachem trpících na chronickou NBZ vykazala vyšší aktivitu paralumbálních svalů, pokud byl pacient vystaven stresoru. Podobně jako výše zmíněný Rainville et al. (2011), považují i Raudenská & Marusič (2016) za vyvolávajícího činitele strachu nadměrný přístup k informacím a sebe-podcenění zvládnutí určitých situací, což posléze vede k narušení jakékoliv činnosti. Dopady shrnují Raudenská & Marusič (2016) takto: „Strach spojený s bolestí významně ovlivňuje rychlost chůze, svalovou sílu a výkon. Vyhýbání se pohybu udržuje strach.“ (p. 646).

Jako východisko tohoto začarovaného kruhu doporučuje kognitivně-behaviorální trénink, jehož cílem je pomocí snížení úzkosti a strachu zmírnit bolest, zvýšit aktivitu a současně i kvalitu života (Raudenská & Marusič, 2016). Jeho účinek je popsán v práci Richmondové et al. (2015), která na 23 studiích porovnávajících celkem 3359 pacientů s NBZ zkoumala účinek kognitivně-behaviorální terapie oproti skupině pacientů bez léčby a další skupině léčené podle evropských guidelines. Účinek byl porovnáván u bolesti, disability a kvality života. V porovnání s neléčenou skupinou byl v krátkodobém horizontu statisticky významný pozitivní vliv v oblasti bolesti a disability, v dlouhodobém jen u bolesti. V porovnání se skupinou léčenou podle evropských guidelines byl výsledek jak v krátkodobém, tak dlouhodobém horizontu statisticky významný se středním až velkým efektem kognitivně-behaviorálního tréninku. Efekt na kvalitu života byl střední, ale statisticky nevýznamný.

Strach z bolesti

Strach z bolesti je u pacientů s BZ významným faktorem přechodu do chronického stádia, hraje také podstatnou roli v rozvoji tzv. syndromu dekondice, významně omezuje fyzickou aktivitu a zhoršuje také disability jedince (Geisser, Haig, & Theisen, 2000; Panhale, Gurav & Nahar, 2017). Významně je ovlivněna také schopnost jedince vykonávat samostatně aktivity denního života. Velmi výstižně je důsledek popsán

v následující větě: „Fear of pain and what we do about it may be more disabling than pain itself“ (Waddell, Newton, Henderson, Somerville & Main, 1993, p. 164), volně přeloženo: „Strach z bolesti, a to, jak se k němu stavíme nás může postihnout více než bolest samotná“.

Toto chování řízené strachem může být potlačeno, pokud je jedinec motivován nějakým životním cílem a pozitiva převáží pomyslnou místičku vah. Další možností, jak porazit strach z bolesti je podle Vlayena et al. (2016) expozice pohybu nebo aktivitě, které se jedinec z obavy bolesti dříve vyhýbal. Tato strategie se ukázala u mnoha bolestivých syndromů jako účinná.

Faktory emoční a kognitivní mají v rozvoji i progresi BZ bezesporu silný vliv. Pokud jsou jednou z příčin BZ, měla by být terapie směřována i do oblasti kognitivně-behaviorálního tréninku v rámci multidisciplinárního přístupu.

1.7 Povrchová polyelektromyografie (PEMG)

PEMG je metoda, díky které můžeme snímat, pomocí přiložených elektrod na kůži, elektrické potenciály vznikající při kontrakci kosterního svalu a následně je analyzovat (Krobot & Kolářová, 2011; Merletti, Rainoldi & Farina, 2001). Tyto elektrické potenciály vznikají při aktivaci svalu na membránách svalových vláken a informují nás tak o fyziologickém procesu, jehož konečným produktem je pohyb a interakce s okolním světem (Konrad, 2005; DeLuca, 1997).

Rozdíl mezi neurologickou a kinesiologickou EMG spočívá ve způsobu kontrakce svalu. Oproti klasické neurologické EMG, kdy je svalová aktivita vyvolána zevním stimulem, se při kinesiologické PEMG snímají elektrické potenciály při volní svalové kontrakci během různých pohybových úkolů (Konrad, 2005). Díky tomu má PEMG široké využití v rámci výzkumu, diagnostiky, či terapie v lékařství, fyzioterapii, sportovních vědách, ergonomii a dalších (Konrad, 2005). V biomechanice nachází PEMG využití zejména pro určení počátku svalové aktivace, pro porovnání vztahu mezi EMG signálem a silou produkovanou svalem a jako měřítko únavy svalu (DeLuca, 1997).

PEMG jako taková se skládá ze dvou kroků. Tím prvním je naměření dat a druhým je analýza těchto dat pomocí speciálních programů, které poskytnou výsledná data, jenž jsou následně většinou statisticky zpracovávána (Krobot & Kolářová, 2011).

1.8.5 Studie s využitím EMG u pacientů s BZ

Marshall et al. (2009) měřili pomocí povrchové polyelektromyografie aktivitu hamstringů při iSLR (instrumented Straight Leg Rais) testu u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad a u zdravých jedinců. EMG elektrody byly umístěny do oblasti L3 a L4 nad m. erector spinae, dále na m. biceps femoris a na „semisvaly“ (m. semitendinosus a m. semimembranosus). Pomocí isokinetického dynamometru značky Biodex dále v sedě testovali sílu hamstringů při koncentrické a excentrické kontrakci při rychlostech 30°/s a 120°/s už bez měření aktivity na PEMG. Výsledkem měření bylo snížení v poměru koncentrické/ excentrické síly kontrakce při pomalejší rychlosti u skupiny s NBZ, což bylo pravděpodobně dáno menší silou při koncentrické kontrakci. Pro hodnocení bolesti a disability byly dále použity VAS, ODI, SF 36 a The Fear Avoidance Beliefs Questionnaire. Cílem studie bylo objasnit vztah mezi protažitelností hamstringů pomocí iSLR, pasivní a aktivní komponentou svalové kontrakce a subjektivním hodnocením bolesti a disability. Výsledky ukazují sníženou protažitelnost hamstringů u experimentální skupiny, která nebyla spojena s hodnocením bolesti a disability. Autoři z výsledků usuzují, že snížená protažitelnost je více způsobena mechanickými faktory svalové kontrakce než faktory spojenými se strachem z pohybu z důvodu bolesti (Marshall et al., 2009). Tato studie ukazuje na fakt, že propojení bolesti zad s projevy na dolních končetinách již byla zkoumána.

Halbertsma, Göeken, Hof, Groothoff & Eisma (2001) ve své studii porovnávali protažitelnost a ztuhlost hamstringů u pacientů s NBZ a u zdravých jedinců. Obě skupiny zahrnovaly 20 probandů. Svalová aktivita byla měřena pomocí elektrod umístěných ipsilaterálně nad m. erector spinae, m. gluteus maximus, m. biceps femoris a do oblasti nad m. semitendinosus a m. semimembranosus. PEMG byla měřena v rámci studie při iSLR testu. Z výsledků plyne, dřívější nástup aktivity hamstringů u pacientů s BZ oproti kontrolní skupině, který byl způsoben sníženou tolerancí k protažení.

EMG aktivita vybraných svalů dolních končetin u pacientů s BZ byla hodnocena také ve studii Jacobse et al. (2011), jednalo se však o posturální reakce ve volném stoji a měřeními svaly dolních končetin byli m. tibialis anterior a m. gastrocnemius medialis.

Dosud žádná studie, která by se zabývala hodnocením aktivity hamstringů a m. rectus femoris při isokinetických kontrakcích těchto svalů na isokinetickém dynamometru u pacientů s BZ nebyla podle dostupných informací autora provedena.

1.9 Isokinetická dynamometrie

1.9.1 Isokinetika

Isokinetická kontrakce

Jedná se o typ dynamické svalové kontrakce, jejíž hlavní charakteristikou je konstantní rychlost po celou dobu pohybu, kterou zajišťuje přístroj zvaný isokinetický dynamometr (Baltzopoulos & Brodie, 1989). Kromě kontrakce isokinetické však pomocí přístroje můžeme měřit i kontrakci isometrickou (Whiteley, Jacobsen, Prior, Skazalski, Otten & Johnson, 2012).

Isokinetická dynamometrie

Isokinetický dynamometr je přístroj určený k měření svalové síly, včetně jejich podrobnějších ukazatelů jako jsou vrchol síly, vytrvalost, úhel dosažení maximální síly a další (Stark, Walker, Phillips, Fejer, & Beck, 2011). Na trhu existuje množství dynamometrů od různých výrobců, ale mezi nejpoužívanější patří Biodex, Cybex, KinCom (Nugent, Snodgrass, & Callister, 2015) a také IsoMed 2000 (Lehnert, Chvojka & Psotta, 2013). Isokinetické testování je považováno za velmi užitečný a jedinečný prostředek pro měření svalové síly. Jeho použití v klinické praxi je však limitováno zejména vysokou pořizovací cenou přístroje a delším vyšetřovacím časem (Stark et al., 2011; Whiteley et al., 2012).

Rychlost dynamometru může být řízena dvěma mechanismy, a to buď elektronickým servomotorem nebo hydraulickým ventilem (Baltzopoulos & Brodie, 1986). Odpor dynamometru je vázán na rychlost pohybu a umožňuje tedy udržet tuto rychlost konstantní (De Ste Croix, Deighan & Armstrong, 2003). Právě hodnota tohoto odporového momentu slouží k určení svalové síly. Výsledná hodnota neurčuje sílu jednoho svalu, ale všech struktur, aktivních i pasivních, jenž se na daném pohybu podílely (Baltzopoulos, King, Gleeson, & De Ste Croix, 2012).

Výhodou isokinetického dynamometru je absence nutnosti vykonat excentrickou kontrakci pohyb zpět do výchozí polohy (Baltzopoulos & Brodie, 1986).

Přestože se isokinetický pohyb v našich běžných aktivitách nevyskytuje až tak často, je isokinetické testování výborným prostředkem pro vyšetření svalové síly při koncentrické i excentrické kontrakci, které nám umožňují vykonávat naprostou většinu aktivit (De Ste Croix et al., 2003).

1.9.2 Využití v klinické praxi

Isokinetická dynamometrie má široké uplatnění napříč obory. V rehabilitaci ji lze využít jak v diagnostice, tak terapii. Slouží také jako prostředek pro hodnocení úspěšnosti různých rehabilitačních programů nebo k vyšetření svalové síly po chirurgických zákrocích. Mezi nejčastěji vyšetřovanou oblast patří kolenní kloub, ale vyšetřují se i svaly zbytku dolních končetin, trupu a svaly horních končetin (Baltzopoulos & Brodie, 1986).

Studie Chena, Kuo, Hsu, Chang, Ni & Ho (2010) například byla zaměřena na porovnání svalové síly trupových svalů, svalů kolenního kloubu a kotníku u pacientů s hernií disku a u zdravých jedinců.

1.10 Hodnotící škály

Pro posouzení stavu pacienta a efektu terapie se čím dál více užívají hodnotící škály, které vyhodnocuje sám pacient. Cílem těchto škál je především zhodnotit funkční stav pacienta a zejména kvalitu života (Mičánková Adamová, Hnojčíková, Vohánka & Dušek, 2012).

The Oswestry Disability Index (ODI)

Tento dotazník slouží k hodnocení omezení pacienta v běžných denních činnostech z důvodu BZ. Publikován byl v roce 1980, ale o jeho vznik se zasloužil již o čtyři roky dříve John O'Brian a ihned se stal vedle **Roland-Morris disability questionnaire** nejpoužívanějším dotazníkem pro hodnocení disability u bolestí zad (Fairbank & Pynsent, 2000). Skládá se z deseti otázek, z nichž každá nabízí výběr ze šesti odpovědí. Odpovědi jsou hodnoceny 0 až 5-ti body, přičemž nula představuje nejnižší stupeň disability a pětka nejtěžší omezení. Body se nakonec sečtou a vyhodnotí se míra disability. Vyplnění dotazníku zabere běžně pacientovi cca 3,5-5 minut a vyhodnocení zabere cca 1 minutu. Otázky v dotazníku se zabývají omezením schopnosti pacienta sedět, stát, zvedat břemena, chodit, dále se hodnotí také omezení ve společenském a sexuálním životě, osobní péče, cestování, bolest či spánek (Mičánková Adamová et al., 2012).

Visuální analogová škála (VAS)

Jedná se o typ škály, kde pacient subjektivně zhodnotí a následně zaznačí svůj stav. Pro hodnocení zdravotního stavu se VAS používá už od 70. let 20. století a jednou z prvních aplikací bylo posouzení kvality života. Existuje mnoho typů VAS. Jednotlivé

VAS se od sebe mohou lišit např. délkou škály, značkami na začátku a na konci škály, přítomností nebo absencí značek nebo čísel na škále, umístěním škály (vertikální nebo horizontální) a také svými názvy (Torrance, Feeny & Furlong, 2001). U pacientů s BZ se nejčastěji používá VAS bolesti. Obvyklá délka linie je 100 mm a na každé její straně jsou vyznačeny dva extrémy. Nule odpovídá pocit bez bolesti a sto je označení pro bolest nejvyšší představitelné intenzity. Doporučuje se na škálu nezařazovat číselné hodnoty, aby měření nemohlo být ovlivněno například oblíbeným číslem. Pacient do linie většinou označuje aktuální míru bolesti. Hodnocení spočívá ve změření hodnoty pomocí pravítka. Výhodou této škály je časová nenáročnost a jednoduché vyhodnocení.

Dotazník McGillovy univerzity (MPQ/SF-MPQ)

Velmi používaným dotazníkem pro hodnocení bolesti je také dotazník McGillovy Univerzity jehož tvůrcem je Dr. Melzack. Používá se jak jeho delší, tak krátká verze. Cílem dotazníku je hodnocení různých aspektů chronické bolesti včetně její intenzity u dospělých pacientů. Hodnotí se charakter bolesti, změny bolesti v čase a intenzita bolesti. Pacient odpovídá na otázky tak, že vybírá odpověď, která jeho bolest nejlépe charakterizuje. Každá odpověď je ohodnocena body, jenž se posléze sčítají a tvoří celkový výsledek dotazníku. Nevýhodou delší formy dotazníku je dlouhá doba vyplňování (až 20 min), naproti tomu vyplnění kratší verze (SF-MPQ) zabere jen 2-5 min. (Hawker, Mian, Kendzerska & French 2011).

Dalšími škálami pro měření bolesti jsou Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS) a další (Hawker et al., 2011).

Pro základní orientaci při vyšetření doporučuje Opavský (2015) šestipoložkový **Dotazník Interference Bolesti s Denními Aktivitami (DIBDA)**.

2 CÍLE A HYPOTÉZY

2.1 Hlavní cíl

Porovnání aktivace vybraných svalů dolní končetiny pomocí povrchové EMG před začátkem terapie u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní bezpříznakové skupiny.

2.2 Hypotézy

H_01 : Není rozdíl v aktivitě hamstringů dle ukazatele mean amplitude při isokinetické excentrické kontrakci u pacientů s BZ a u kontrolní skupiny při úhlových rychlostech 60°/s a 180°/s.

H_02 : Není rozdíl v aktivitě m. rectus femoris dle ukazatele mean amplitude při isokinetické koncentrické kontrakci u pacientů s BZ a u kontrolní skupiny při úhlových rychlostech 60°/s a 180°/s.

H_03 : Není rozdíl v aktivitě hamstringů dle ukazatele mean frequency při isokinetické excentrické kontrakci u pacientů s BZ a u kontrolní skupiny při úhlových rychlostech 60°/s a 180°/s.

H_04 : Není rozdíl v aktivitě m. rectus femoris dle ukazatele mean frequency při isokinetické koncentrické kontrakci u pacientů s BZ a u kontrolní skupiny při úhlových rychlostech 60°/s a 180°/s.

H_05 : Není rozdíl v nástupu aktivity hamstringů při isokinetické excentrické kontrakci u pacientů s BZ a u kontrolní skupiny při úhlových rychlostech 60°/s a 180°/s.

H_06 : Není rozdíl v nástupu aktivity m. rectus femoris při isokinetické koncentrické kontrakci u pacientů s BZ a u kontrolní skupiny při úhlových rychlostech 60°/s a 180°/s.

H_07 : Není rozdíl v timingu hamstringů při isokinetické excentrické kontrakci u pacientů s BZ a u kontrolní skupiny při rychlostech 60°/s a 180°/s.

H_08 : Není rozdíl v timingu m. rectus femoris při isokinetické koncentrické kontrakci u pacientů s BZ a u kontrolní skupiny při rychlostech 60°/s a 180°/s.

3 METODIKA

3.1 Charakteristika měřeného souboru

Měření se zúčastnilo celkem 24 probandů s průměrným věkem $22,63 \pm 4,5$ let, z toho 15 probandů bylo zařazeno do kontrolní skupiny a 9 probandů do skupiny experimentální.

Experimentální skupinu tvořili 4 ženy a 5 mužů s chronickými bolestmi dolní části zad. Průměrný věk experimentální skupiny byl $23,11 \pm 6,62$ let. Jednalo se o osoby s bolestmi zad specifickými i nespecifickými trvajících nejméně 3 měsíce. Průměrná intenzita bolesti byla na 100 mm Visuální analogové škále bolesti $15,33 \pm 12,04$ mm. Dle dotazníku ODI byla disabilita probandů v 77,8 % případů minimální a v 22,2 % případů střední. Průměrná disabilita byla $13,28 \% \pm 8,35 \%$. V době měření nežíval žádný z probandů analgetickou medikaci. Žádný z probandů netrpěl akutní bolestí zad.

Sedm pacientů experimentální skupiny trpělo nespecifickými bolestmi zad, z toho 3 udávali bolest v oblasti Th-L přechodu bilaterálně a 4 v oblasti L-S přechodu bilaterálně. Dva probandi měli diagnostikovan výhrěz disku v segmentu L5 – S1, z toho jeden byl bez známek radikulopatie a jeden udával pozátěžovou bolest v dermatomu S1.

Kontrolní skupinu tvořilo 6 žen a 9 mužů. Průměrný věk této skupiny byl $22,33 \pm 2,79$ let. Jednalo se o probandy bez BZ v anamnéze a bez chirurgických zákroků v oblasti páteře. Probandi netrpěli ani bolestí v jiné oblasti pohybového aparátu.

3.2 Technické vybavení

Elektromyografický signál byl měřen pomocí přístroje Noraxon MyoSystem 1400A, jenž je osmikanálový elektromyograf. Signál byl snímán pomocí samolepících kruhových elektrod Kendall – ARBO Ag/AgCl s pevným hydrogelem o průměru 24 mm. Snímání signálu bylo pomocí osmi svodů o frekvenci 1000 Hz a odpor přístroje byl $> 10 \text{ M}\Omega$. Měření isokinetické kontrakce proběhlo na základním modulu isokinetického dynamometru IsoMed 2000 (D. & R. Ferstl GmbH, Hemau, Germany).

3.3 Příprava měření

Měření proběhlo v laboratoři FTK UP v Olomouci a to ve dvou obdobích. Měření kontrolní skupiny probíhalo v květnu 2017 a měření experimentální skupiny od ledna 2018 do dubna 2018. Projekt schválila etická komise FTK UP v Olomouci. Před měřením

byli všichni probandi seznámeni s průběhem měření a cílem studie a své porozumění stvrdili podpisem informovaného souhlasu. Následně byla zjištěna dominantní dolní končetina testem výstupu na bedničku – dolní končetina, jež iniciovala pohyb, byla stanovena jako dominantní. Probandi z experimentální skupiny dále zaznačili svoji aktuální intenzitu bolesti na VAS a disabilitu pomocí ODI (Mičánková Adamová, Hnojčíková, Vohaňka & Dušek, 2012).

Před samotným měřením se probandi rozcvičili v rámci prevence možného zranění a přípravy na test. Nespecifické rozcvičení obsahovalo 5 minut jízdy na bicyklovém ergometru Kettler (Heinz Kettler GmbH and Co. KG, Ense-Parsit, Germany) při intenzitě zatížení 1,5 W/kg hmotnosti probanda s kadencí 60 – 70 RPM a následně dynamický strečink svalů dolních končetin pod vedením fyzioterapeuta.

3.4 Aplikace elektrod

Po nespecifickém rozcvičení byly pacientům nalepeny elektrody pro snímání EMG signálu a byly připojeny kabely EMG přístroje. EMG signál byl snímán z m. rectus femoris, m. biceps femoris a semisvalů (m. semitendinosus a m. semimembranosus) dominantní dolní končetiny.

Testované svaly byly nejdříve ozřejměny palpací při repetitivní kontrakci a poté bylo místo pro nalepení elektrod očištěno vodou a osušeno. Elektrody byly po této přípravě místa nalepeny do středu svalového břicha a to kolmo na průběh svalových vláken. Lokalizace pro nalepení elektrod byla určena podle Konrada (2005) viz příloha 1 a 2. Vzdálenost mezi elektrodami byla 2 cm a zemnicí elektroda byla umístěna na oblast mediálního kondylu femuru.

3.5 Průběh měření

Před vlastním měřením se probandi posadili na sedadlo isokinetického dynamometru a z důvodu bezpečnosti a komfortu probanda byla individuálně nastavena bederní podpora a dále byly taktéž zafixovány ramena, pas a testovaná dolní končetina v oblasti stehna. Individuálně byly nastaveny také madla, za která se probandi během měření přidržovali. Osa otáčení byla nastavena vzhledem k laterálnímu femorálnímu kondylu.

Byl měřen pohyb do flexe a extenze kolenního kloubu s rozsahem pohybu 10° – 90° (0° = plná extenze kolenního kloubu). Prvním testem byla extenze kolenního kloubu

v koncentrickém režimu se třemi pokusy pro úhlovou rychlost $60^{\circ}/s$, následovalo pět pokusů s úhlovou rychlostí $180^{\circ}/s$. Dále byly měřeny flexory kolenního kloubu v excentrickém režimu se třemi pokusy při úhlové rychlosti $60^{\circ}/s$ a s pěti pokusy při úhlové rychlosti $180^{\circ}/s$. Mezi jednotlivými pokusy byl interval odpočinku v délce 10 s. Interval odpočinku mezi jednotlivými rychlostmi/pohyby byl 60 s. Každému testu předcházela familiarizace, kdy si proband daný pohyb vyzkoušel v dané úhlové rychlosti a režimu svalové práce se stupňovaným úsilím do maxima. Tato část současně sloužila jako specifické rozcvičení před testem. Všichni probandi byli během testování verbálně povzbuzováni a byli instruováni k maximální volní kontrakci. Instrukcí při extenzi kolenního kloubu bylo předklopnout co největší silou, co nejrychleji a v celém rozsahu pohybu, zatímco při excentrické kontrakci hamstringů byli probandi instruováni k brždění pohybu do extenze v kolenním kloubu.



Obrázek 1 Testovací pozice na přístroji IsoMed 2000 (Zdroj: Autor)

3.6 Analýza elektromyografického signálu

Elektromyografický signál byl zaznamenán a následně zpracován v programu MyoResearch XP Master verze 1.07.09. Pro každou úhlovou rychlost byla nejprve zaznamenána klidová hodnota a poté byly u úhlové rychlosti $60^{\circ}/s$ zaznamenány tři měřené pokusy a u úhlové rychlosti $180^{\circ}/s$ pokusů pět. Analyzován byl vždy druhý

pokus, pouze v případě, že byl druhý pokus pro analýzu nevhodný, byl analyzován pokus třetí. Analýzou se zjišťovaly hodnoty mean amplitude (střední hodnota amplitudy), mean frequency (střední hodnota frekvence), nástup aktivity pro každý měřený sval (doba potřebná k dosažení nejvyššího peaku) a timing (časová souslednost náboru svalů).

3.7 Statistické zpracování dat

Zpracovaná data byla ručně přepsána do tabulek programu Microsoft Excel 2016 a dále byly hodnoty mean amplitude a mean frequency normalizovány podílem aktivní a klidové hodnoty. Normalizovaná hodnota byla dále zpracována v programu Statistica verze 12. Pro porovnání jednotlivých skupin byl použit Mann-Whitneyův U test.

4 VÝSLEDKY

4.1 Hypotéza H_01

H_01 : Není rozdíl v aktivitě hamstringů dle ukazatele mean amplitude při isokinetické excentrické kontrakci u pacientů s BZ a u kontrolní skupiny při rychlostech 60 °/s a 180°/s.

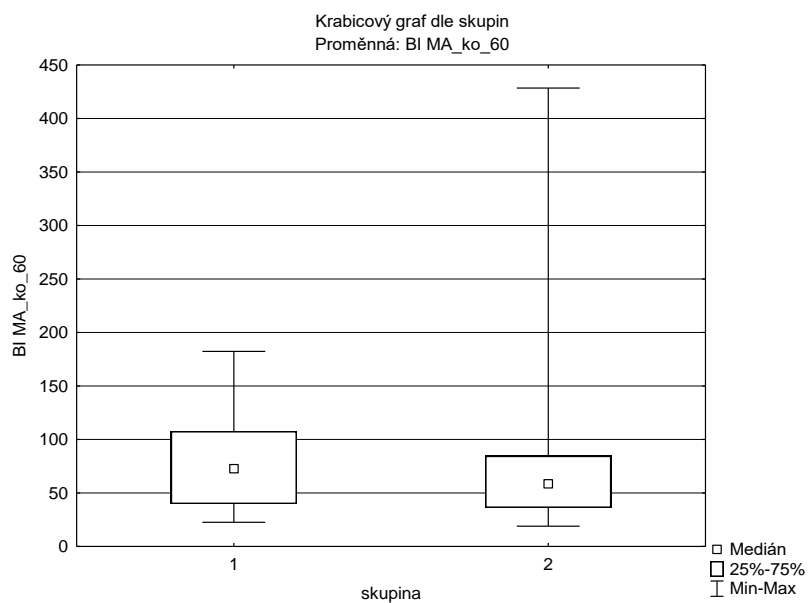
Tabulka 1. Porovnání svalové aktivity dle EMG parametru mean amplitude při excentrické kontrakci hamstringů při úhlové rychlosti 60 °/s u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny.

Excentrická kontrakce, 60 °/s				
Sval	Z	p	Průměr e	Průměr k
BF	0,42	0,68	77,40	81,92
SS	-0,18	0,86	120,53	121,61

Vysvětlivky k tabulce 1: Z – hodnota testovacího kritéria, p – hladina statistické významnosti, BF – m. biceps femoris, SS – semisvaly (m. semitendinosus a m. semimembranosus), průměr e – průměrná hodnota experimentální skupiny, průměr k – průměrná hodnota kontrolní skupiny.

Při porovnání aktivity hamstringů podle EMG parametru mean amplitude u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny nebyl při excentrické kontrakci úhlovou rychlostí 60 °/s zjištěn statisticky významný rozdíl u žádného ze svalů (tabulka 1).

Graf 1. Porovnání svalové aktivity BF u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



Graf 2. Porovnání svalové aktivity SS u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



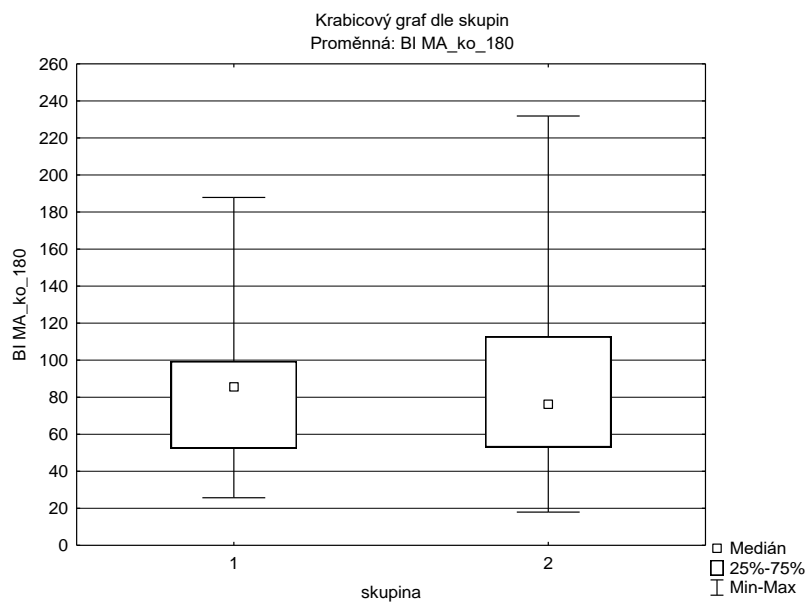
Tabulka 2: Porovnání svalové aktivity dle EMG parametru mean amplitude při excentrické kontrakci hamstringů při úhlové rychlosti 180 °/s u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny.

Excentrická kontrakce, 180 °/s				
Sval	Z	p	Průměr e	Průměr k
BF	0,06	0,95	83,37	81,41
SS	0,42	0,68	130,20	113,08

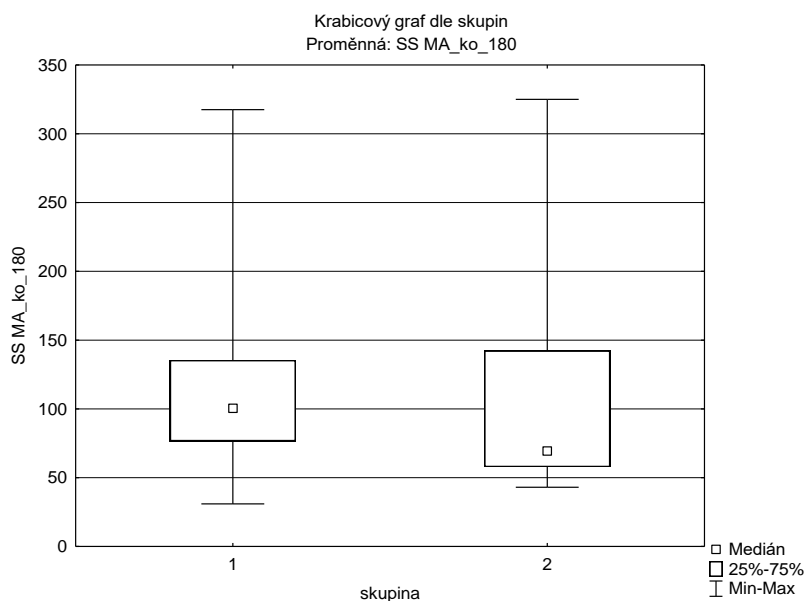
Vysvětlivky k tabulce 2: Z – hodnota testovacího kritéria, p – hladina statistické významnosti, BF – m. biceps femoris, SS – semisvaly (m. semitendinosus a m. semimembranosus), průměr e – průměrná hodnota experimentální skupiny, průměr k – průměrná hodnota kontrolní skupiny.

Při porovnání aktivity hamstringů podle EMG parametru mean amplitude u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny nebyl při excentrické kontrakci úhlovou rychlostí 180 °/s zjištěn statisticky významný rozdíl u žádného ze svalů (tabulka 2).

Graf 3. Porovnání svalové aktivity BF u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



Graf 4. Porovnání svalové aktivity SS u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



Dle výsledků Mann-Whitneyova U testu byla hypotéza H_0 1 potvrzena.

4.2 Hypotéza H_0 2

H_0 2: Není rozdíl v aktivitě m. rectus femoris dle ukazatele mean amplitude při isokinetické koncentrické kontrakci u pacientů s BZ a u kontrolní skupiny při rychlostech $60^\circ/s$ a $180^\circ/s$.

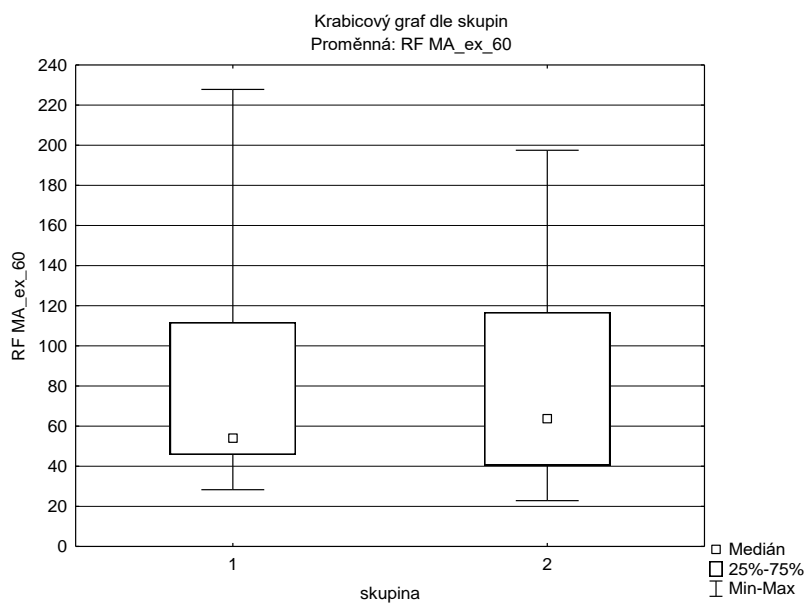
Tabulka 3: Porovnání svalové aktivity dle EMG parametru mean amplitude při koncentrické kontrakci m. rectus femoris při úhlové rychlosti $60^\circ/s$ u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny.

Koncentrická kontrakce, $60^\circ/s$		
Sval	Průměr e	Průměr k
RF	88,96	81,76

Vysvětlivky k tabulce 3: RF – m. rectus femoris, průměr e – průměrná hodnota experimentální skupiny, průměr k – průměrná hodnota kontrolní skupiny.

Při porovnání aktivity m. rectus femoris podle EMG parametru mean amplitude u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny nebyl při koncentrické kontrakci úhlovou rychlostí $60^\circ/s$ zjištěn statisticky významný rozdíl (tabulka 3). Hodnota testovacího kritéria nebyla z pohledu statistického zpracování významná z důvodu velké podobnosti hodnot u obou skupin, z toho důvodu jsou uvedeny pouze průměrné hodnoty u obou skupin.

Graf 5. Porovnání svalové aktivity RF u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



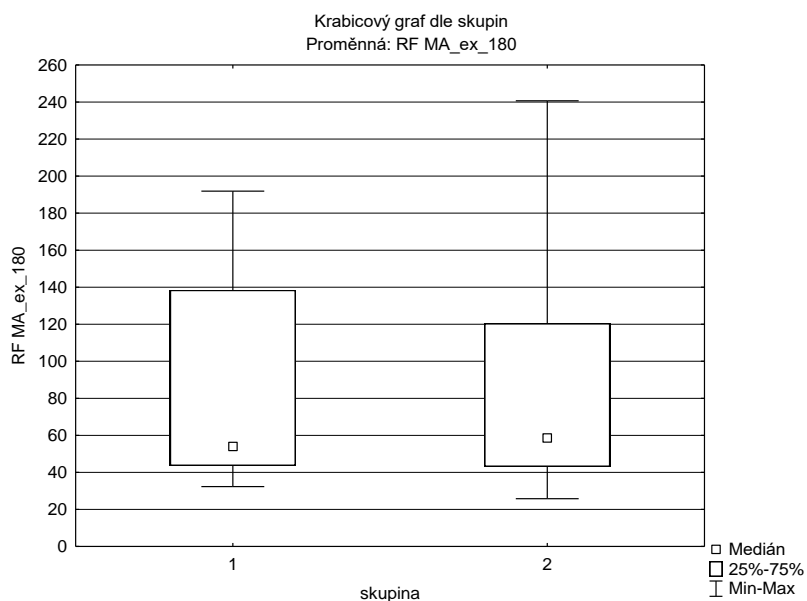
Tabulka 4: Porovnání svalové aktivity dle EMG parametru mean amplitude při koncentrické kontrakci m. rectus femoris při úhlové rychlosti 180 °/s u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny.

Koncentrická kontrakce, 180 °/s				
Sval	Z	p	Průměr e	Průměr k
RF	-0,06	0,95	92,51	92,26

Vysvětlivky k tabulce 4: Z – hodnota testovacího kritéria, p – hladina statistické významnosti, RF – m. rectus femoris, průměr e – průměrná hodnota experimentální skupiny, průměr k – průměrná hodnota kontrolní skupiny.

Při porovnání aktivity m. rectus femoris podle EMG parametru mean amplitude u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny nebyl při koncentrické kontrakci úhlovou rychlostí 180 °/s zjištěn statisticky významný rozdíl (tabulka 4).

Graf 6. Porovnání svalové aktivity RF u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



Dle výsledků Mann-Whitneyova U testu byla hypotéza H_02 potvrzena.

4.3 Hypotéza H_03

H_03 : Není rozdíl v aktivitě hamstringů dle ukazatele mean frequency při isokinetické excentrické kontrakci u pacientů s BZ a u kontrolní skupiny při rychlostech 60°/s a 180°/s.

Tabulka 5. Porovnání svalové aktivity dle EMG parametru mean frequency při excentrické kontrakci hamstringů při úhlové rychlosti 60 °/s u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny.

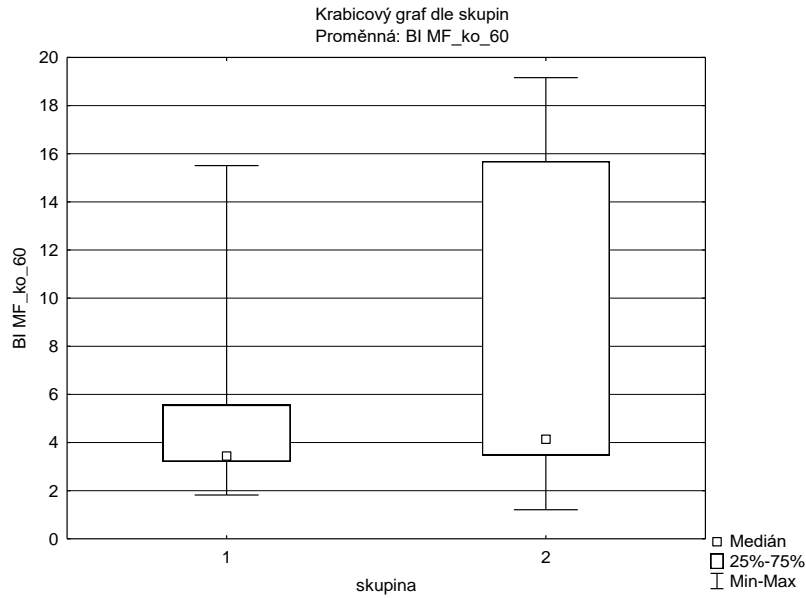
Excentrická kontrakce, 60 °/s				
Sval	Z	p	Průměr e	Průměr k
BF	-0,89	0,37	5,61	7,63
SS	-1,19	0,23	3,98	7,82

Vysvětlivky k tabulce 5: Z – hodnota testovacího kritéria, p – hladina statistické významnosti, BF – m. biceps femoris, SS – semisvaly (m. semitendinosus a m. semimembranosus), průměr e – průměrná hodnota experimentální skupiny, průměr k – průměrná hodnota kontrolní skupiny.

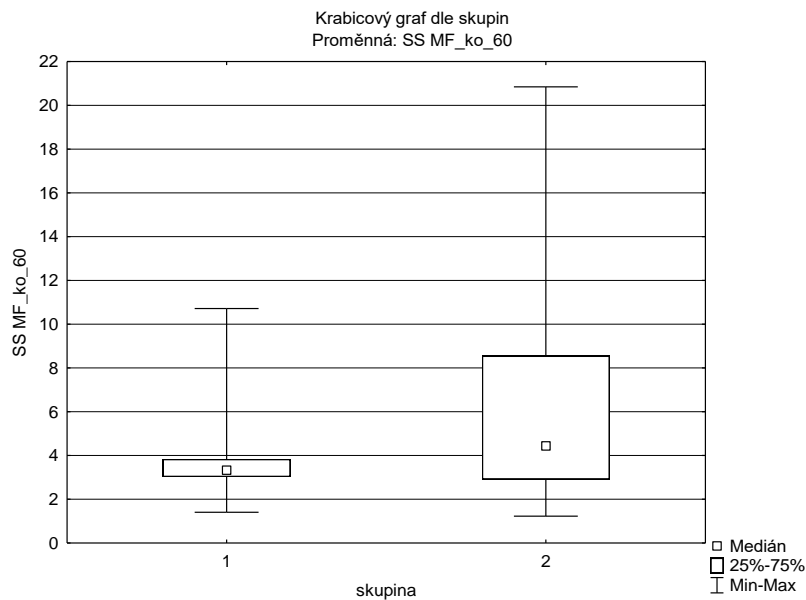
Při porovnání aktivity hamstringů podle EMG parametru mean frequency u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny nebyl při excentrické kontrakci

úhlovou rychlostí 60 °/s zjištěn statisticky významný rozdíl u žádného ze svalů (tabulka 5).

Graf 7. Porovnání svalové aktivity BF u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



Graf 8. Porovnání svalové aktivity SS u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



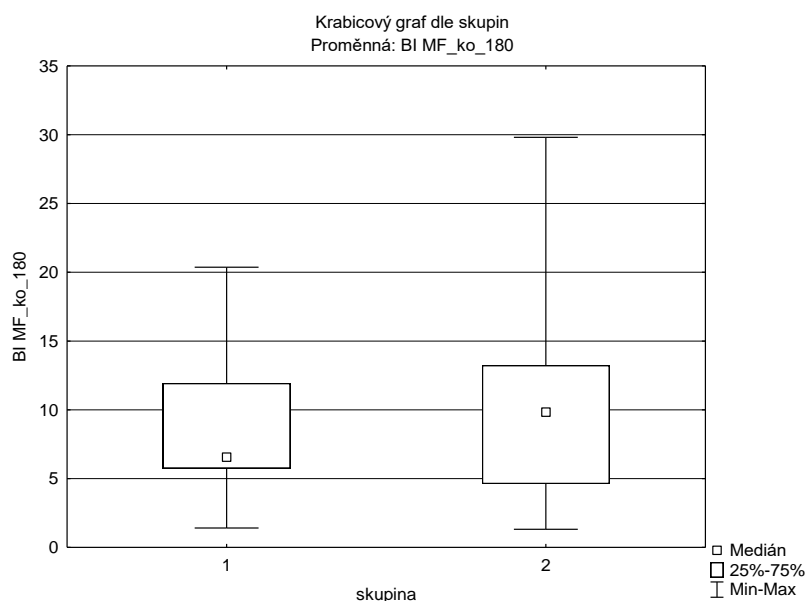
Tabulka 6. Porovnání svalové aktivity dle EMG parametru mean frequency při excentrické kontrakci hamstringů při úhlové rychlosti 180 °/s u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny.

Excentrická kontrakce, 180 °/s				
Sval	Z	p	Průměr e	Průměr k
BF	-0,54	0,59	8,42	10,69
SS	0,36	0,72	7,76	8,73

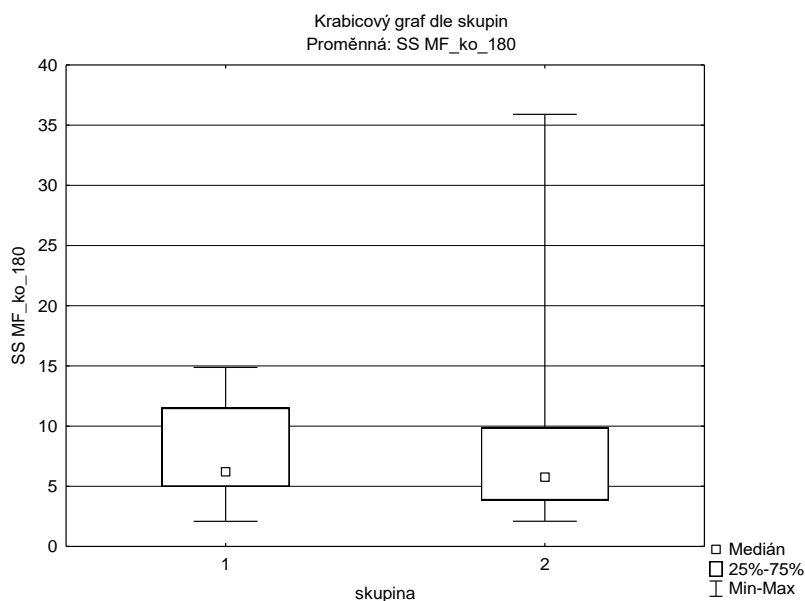
Vysvětlivky k tabulce 6: Z – hodnota testovacího kritéria, p – hladina statistické významnosti, BF – m. biceps femoris, SS – semisvaly (m. semitendinosus a m. semimembranosus), průměr e – průměrná hodnota experimentální skupiny, průměr k – průměrná hodnota kontrolní skupiny.

Při porovnání aktivity hamstringů podle EMG parametru mean frequency u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny nebyl při excentrické kontrakci úhlovou rychlostí 180 °/s zjištěn statisticky významný rozdíl u žádného ze svalů (tabulka 6).

Graf 9. Porovnání svalové aktivity BF u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



Graf 10. Porovnání svalové aktivity SS u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



Dle výsledků Mann-Whitneyova U testu byla hypotéza H_{03} potvrzena.

4.4 Hypotéza H_{04}

H_{04} : Není rozdíl v aktivitě m. rectus femoris dle ukazatele mean frequency při isokinetické koncentrické kontrakci u pacientů s BZ a u kontrolní skupiny při rychlostech $60^\circ/s$ a $180^\circ/s$.

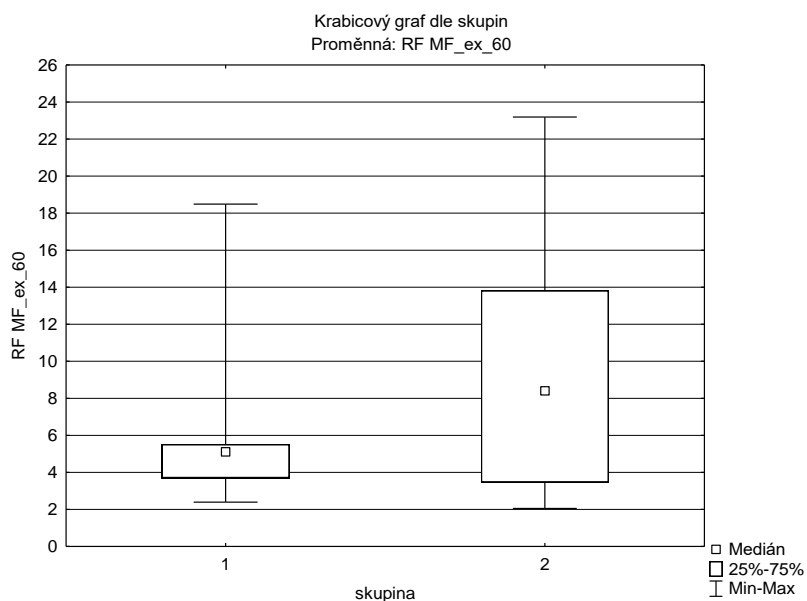
Tabulka 7. Porovnání svalové aktivity dle EMG parametru mean frequency při koncentrické kontrakci m. rectus femoris při úhlové rychlosti $60^\circ/s$ u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny.

Koncentrická kontrakce, $60^\circ/s$				
Sval	Z	p	Průměr e	Průměr k
RF	-1,13	0,26	6,09	9,79

Vysvětlivky k tabulce 7: Z – hodnota testovacího kritéria, p – hladina statistické významnosti, RF – m. rectus femoris, průměr e – průměrná hodnota experimentální skupiny, průměr k – průměrná hodnota kontrolní skupiny.

Při porovnání aktivity m. rectus femoris podle EMG parametru mean frequency u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny nebyl při koncentrické kontrakci úhlovou rychlostí $60^\circ/s$ zjištěn statisticky významný rozdíl (tabulka 7).

Graf 11. Porovnání svalové aktivity RF u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



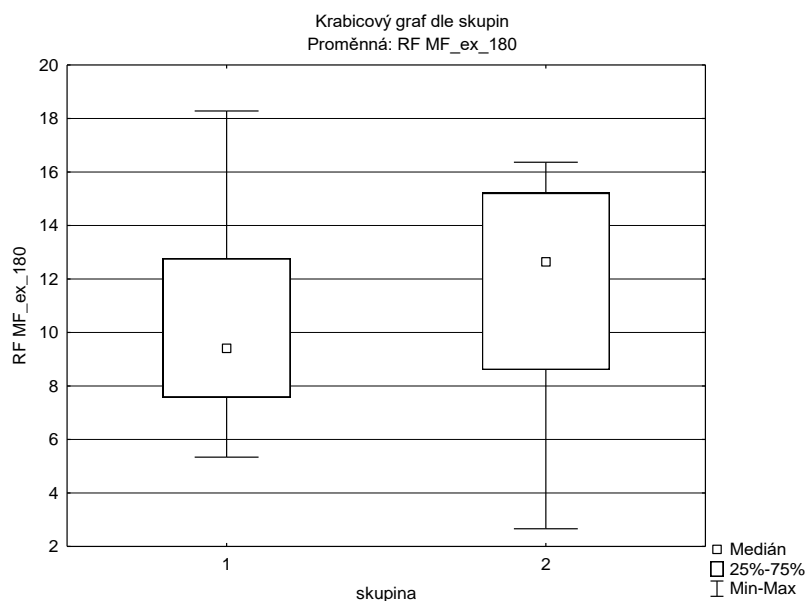
Tabulka 8. Porovnání svalové aktivity dle EMG parametru mean frequency při koncentrické kontrakci m. rectus femoris při úhlové rychlosti 180 °/s u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny

Koncentrická kontrakce, 180 °/s				
Sval	Z	p	Průměr e	Průměr k
RF	-0,30	0,77	10,66	11,12

Vysvětlivky k tabulce 8: Z – hodnota testovacího kritéria, p – hladina statistické významnosti, RF – m. rectus femoris, průměr e – průměrná hodnota experimentální skupiny, průměr k – průměrná hodnota kontrolní skupiny.

Při porovnání aktivity m. rectus femoris podle EMG parametru mean frequency u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny nebyl při koncentrické kontrakci úhlovou rychlostí 60 °/s zjištěn statisticky významný rozdíl (tabulka 8).

Graf 12. Porovnání svalové aktivity RF u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



Dle výsledků Mann-Whitneyova U testu byla hypotéza H_04 potvrzena.

4.5 Hypotéza H_05

H_05 : Není rozdíl v nástupu aktivity hamstringů při isokineticke excentrické kontrakci u pacientů s BZ a u kontrolní skupiny při rychlostech 60°/s a 180°/s.

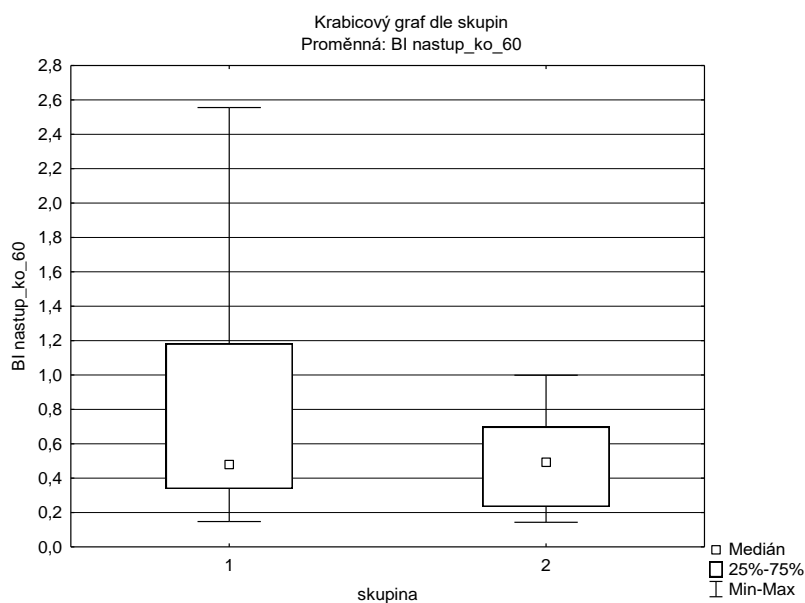
Tabulka 9. Porovnání nástupu aktivity hamstringů při excentrické kontrakci při úhlové rychlosti 60 °/s u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny.

Excentrická kontrakce, 60 °/s				
Sval	Z	p	Průměr e	Průměr k
BF	0,71554	0,47	0,81	0,50
SS	2,74	0,01	0,98	0,42

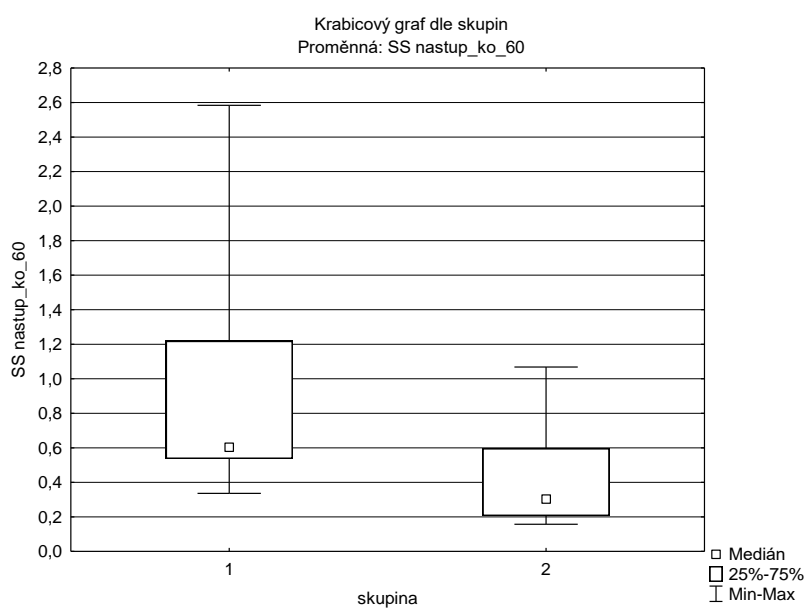
Vysvětlivky k tabulce 9: Z – hodnota testovacího kritéria, p – hladina statistické významnosti, BF – m. biceps femoris, SS – semisvaly (m. semitendinosus a m. semimembranosus), průměr e – průměrná hodnota experimentální skupiny, průměr k – průměrná hodnota kontrolní skupiny, statisticky významné hodnoty jsou zvýrazněny červenou barvou.

Při porovnání nástupu aktivity hamstringů u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny při excentrické kontrakci úhlovou rychlostí 60 °/s byl zjištěn statisticky významný rozdíl u semisvalů (tabulka 9).

Grafu 13: Porovnání nástupu aktivity BF u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



Graf 14. Porovnání nástupu aktivity SS u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



Při porovnání nástupu aktivity semisvalů při excentrické kontrakci při úhlové rychlosti 60 °/s byl zjištěn signifikantně delší nástup aktivity u skupiny pacientů s bolestí dolní části zad oproti kontrolní skupině.

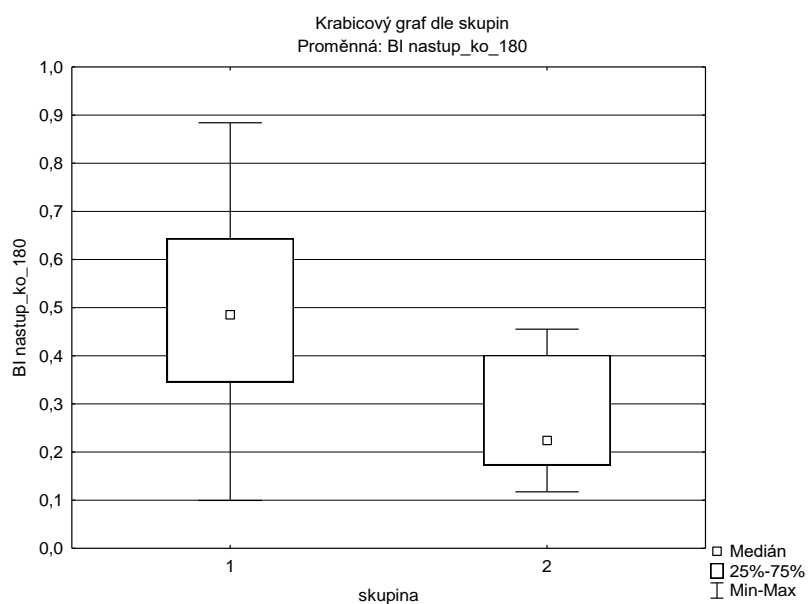
Tabulka 10. Porovnání nástupu aktivity hamstringů při excentrické kontrakci při úhlové rychlosti 180 °/s u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny.

Excentrická kontrakce, 180 °/s				
Sval	Z	p	Průměr e	Průměr k
BF	1,73	0,08	0,49	0,28
SS	1,55	0,12	0,38	0,24

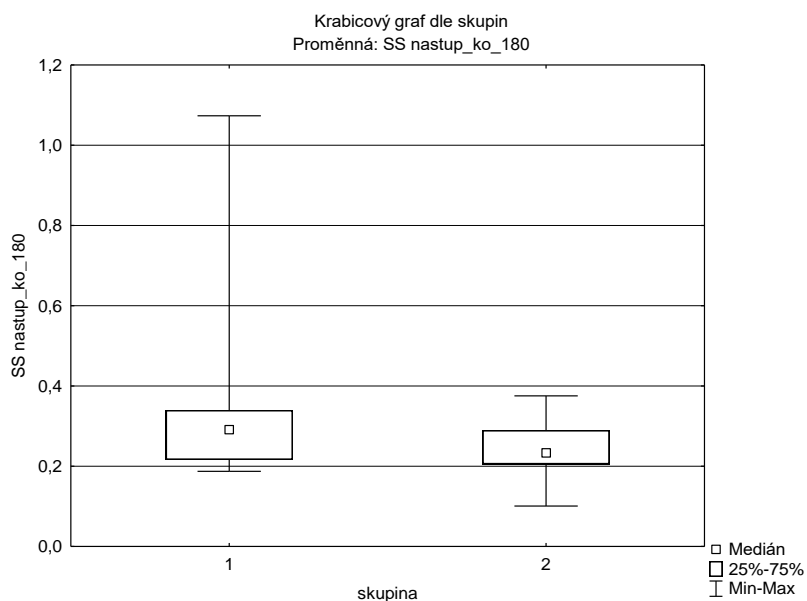
Vysvětlivky k tabulce 9: Z – hodnota testovacího kritéria, p – hladina statistické významnosti, BF – m. biceps femoris, SS – semisvaly (m. semitendinosus a m. semimembranosus), průměr e – průměrná hodnota experimentální skupiny, průměr k – průměrná hodnota kontrolní skupiny.

Při porovnání nástupu aktivity hamstringů u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny při excentrické kontrakci úhlovou rychlostí 180 °/s nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl u žádného ze svalů (tabulka 10).

Graf 15. Porovnání nástupu aktivity BF u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



Graf 16. Porovnání nástupu aktivity SS u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



Dle výsledků Mann-Whitneyova U testu nebyla hypotéza H_05 potvrzena.

4.6 Hypotéza H_06

H_06 : Není rozdíl v nástupu aktivity m. rectus femoris při isokinetické koncentrické kontrakci u pacientů s BZ a u kontrolní skupiny při rychlostech 60°/s a 180°/s.

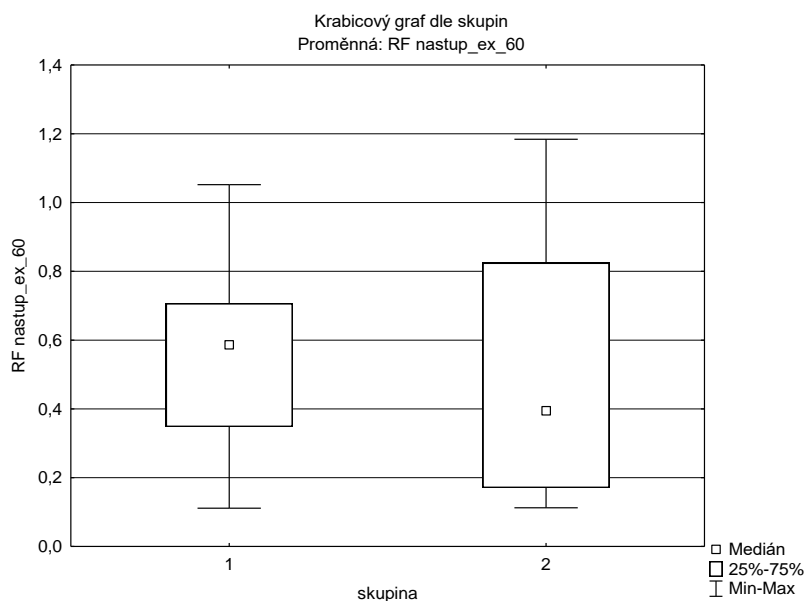
Tabulka 11. Porovnání nástupu aktivity m. rectus femoris při koncentrické kontrakci při úhlové rychlosti 60 °/s u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny.

Koncentrická kontrakce, 60 °/s				
Sval	Z	p	Průměr e	Průměr k
RF	0,89	0,37	0,56	0,46

Vysvětlivky k tabulce 11: Z – hodnota testovacího kritéria, p – hladina statistické významnosti, RF – m. rectus femoris, průměr e – průměrná hodnota experimentální skupiny, průměr k – průměrná hodnota kontrolní skupiny.

Při porovnání nástupu aktivity m. rectus femoris u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny při koncentrické kontrakci úhlovou rychlostí 60 °/s nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl (tabulka 11).

Graf 17. Porovnání nástupu aktivity RF u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



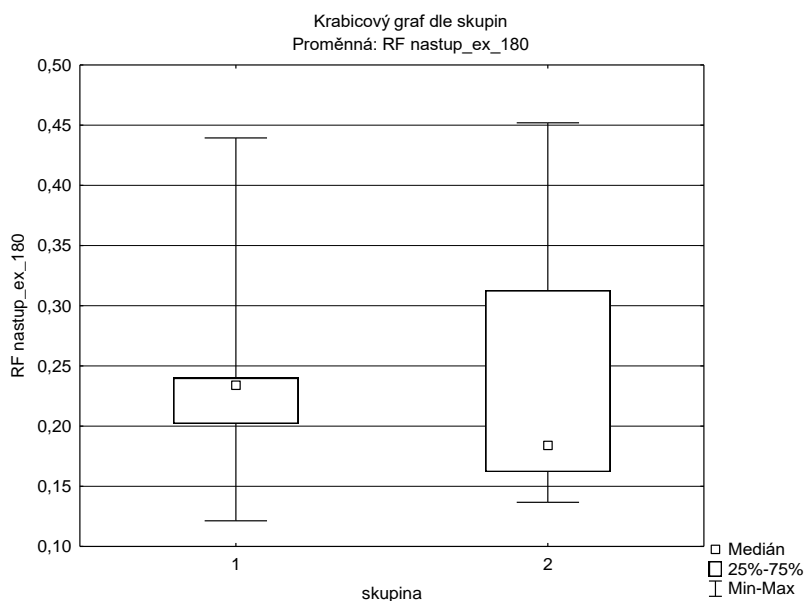
Tabulka 12. Porovnání nástupu aktivity m. rectus femoris při koncentrické kontrakci při úhlové rychlosti 180 °/s u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny.

Koncentrická kontrakce, 180 °/s				
Sval	Z	p	Průměr e	Průměr k
RF	0,95	0,34	0,24	0,23

Vysvětlivky k tabulce 12: Z – hodnota testovacího kritéria, p – hladina statistické významnosti, RF – m. rectus femoris, průměr e – průměrná hodnota experimentální skupiny, průměr k – průměrná hodnota kontrolní skupiny.

Při porovnání nástupu aktivity m. rectus femoris u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny při koncentrické kontrakci úhlovou rychlostí 180 °/s nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl (tabulka 12).

Graf 18. Porovnání nástupu aktivity RF u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



Dle výsledků Mann-Whitneyova U testu byla hypotéza H_06 potvrzena.

4.7 Hypotéza H_07

H_07 : Není rozdíl v timingu hamstringů při isokinetické excentrické kontrakci u pacientů s BZ a u kontrolní skupiny při rychlostech 60°/s a 180°/s.

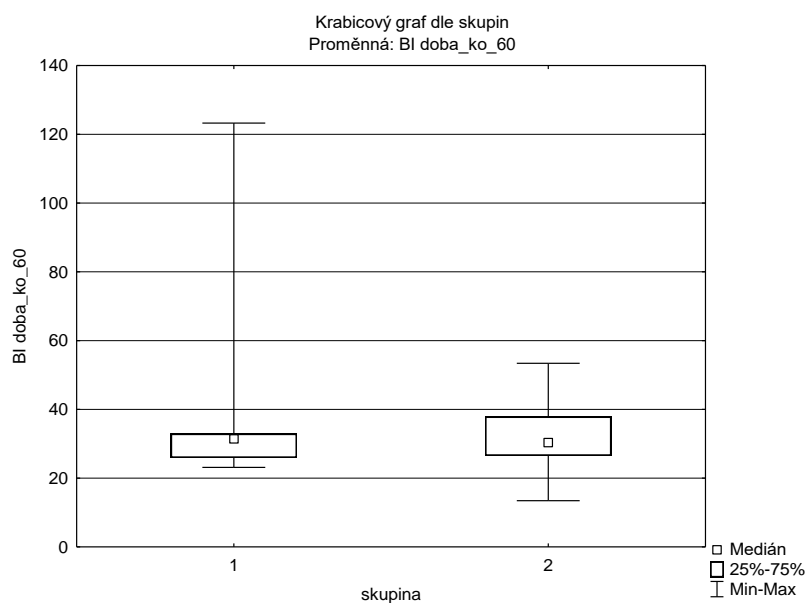
Tabulka 13. Porovnání timingu hamstringů při excentrické kontrakci při úhlové rychlosti 60 °/s u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny.

Excentrická kontrakce, 60 °/s		
Sval	Průměr e	Průměr k
BF	40,36	32,70
SS	40,33	32,70

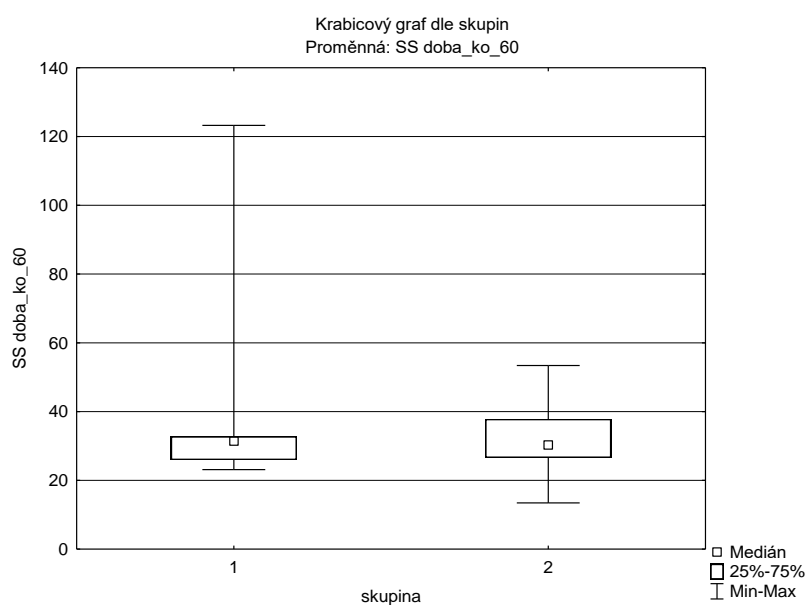
Vysvětlivky k tabulce 13: BF – m. biceps femoris, SS – semisvaly (m. semitendinosus a m. semimembranosus), průměr e – průměrná hodnota experimentální skupiny, průměr k – průměrná hodnota kontrolní skupiny.

Při porovnání timingu hamstringů u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny při excentrické kontrakci úhlovou rychlostí 60 °/s nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl u žádného ze svalů (tabulka 13). Hodnota testovacího kritéria nebyla z pohledu statistického zpracování významná z důvodu velké podobnosti hodnot u obou skupin, z toho důvodu jsou uvedeny pouze průměrné hodnoty u obou skupin.

Graf 19. Porovnání timingu BF u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



Graf 20. Porovnání timingu SS u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



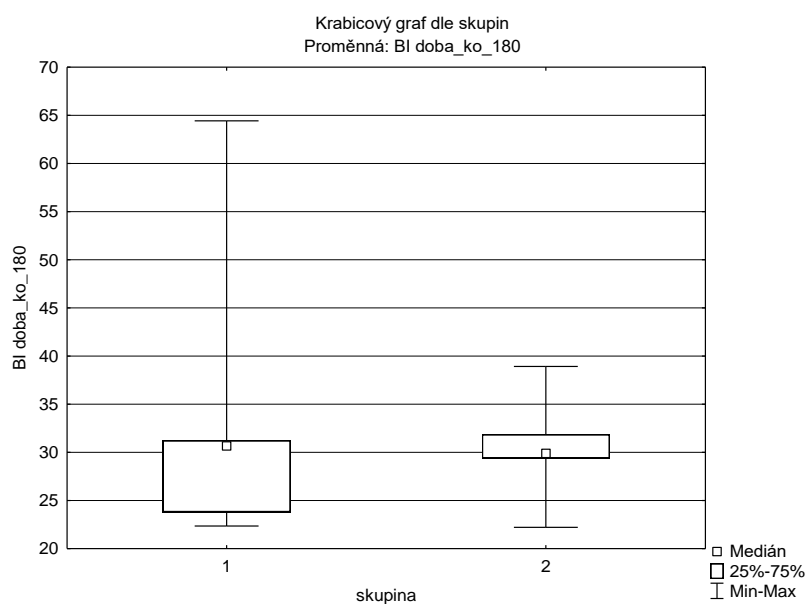
Tabulka 14. Porovnání timingu hamstringů při excentrické kontrakci při úhlové rychlosti 180 °/s u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny.

Excentrická kontrakce, 180 °/s				
Sval	Z	p	Průměr e	Průměr k
BF	-0,06	0,95	31,82	30,15
SS	-0,06	0,95	31,81	30,15

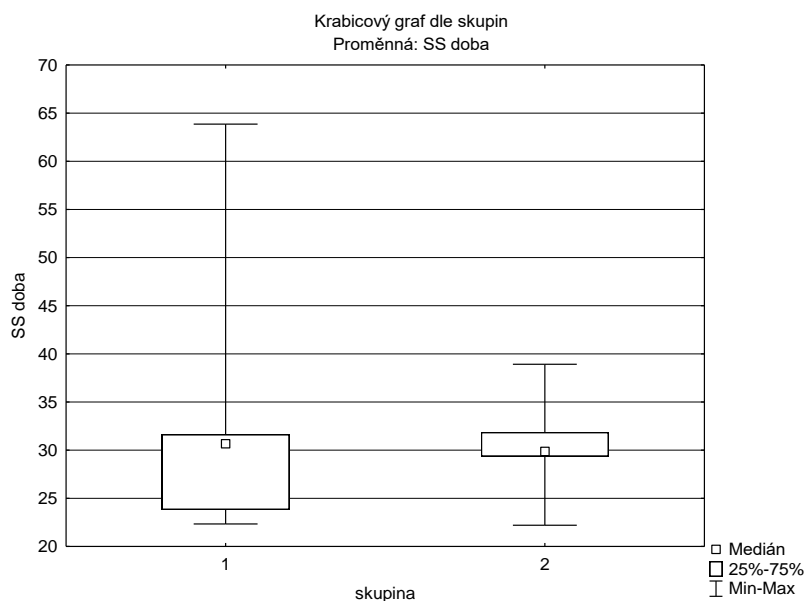
Vysvětlivky k tabulce 14: Z – hodnota testovacího kritéria, p – hladina statistické významnosti, BF – m. biceps femoris, SS – semisvaly (m. semitendinosus a m. semimembranosus), průměr e – průměrná hodnota experimentální skupiny, průměr k – průměrná hodnota kontrolní skupiny.

Při porovnání timingu hamstringů u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny při excentrické kontrakci úhlovou rychlostí 180 °/s nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl u žádného ze svalů (tabulka 14).

Graf 21. Porovnání timingu BF u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



Graf 22. Porovnání timingu SS u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



Dle výsledků Mann-Whitneyova U testu byla hypotéza H_04 potvrzena.

4.8 Hypotéza H_08

H_08 : Není rozdíl v timingu m. rectus femoris při isokinetické koncentrické kontrakci u pacientů s BZ a u kontrolní skupiny při rychlostech $60^\circ/s$ a $180^\circ/s$.

Tabulka 15. Porovnání timingu m. rectus femoris při koncentrické kontrakci při úhlové rychlosti $60^\circ/s$ u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny.

Koncentrická kontrakce, $60^\circ/s$				
Sval	Z	p	Průměr e	Průměr k
RF	-2,21	0,03	26,36	33,98

Vysvětlivky k tabulce 15: Z – hodnota testovacího kritéria, p – hladina statistické významnosti, RF – m. rectus femoris, průměr e – průměrná hodnota experimentální skupiny, průměr k – průměrná hodnota kontrolní skupiny, statisticky významné hodnoty jsou zvýrazněny červenou barvou.

Při porovnání timingu m. rectus femoris u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny při koncentrické kontrakci úhlovou rychlostí $60^\circ/s$ byl zjištěn statisticky významný rozdíl (tabulka 15).

Graf 23. Porovnání timingu RF u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



Při porovnání timingu m. rectus femoris při koncentrické kontrakci při úhlové rychlosti 60 °/s byla zjištěna signifikantně pozdější aktivace u kontrolní skupiny oproti skupině experimentální.

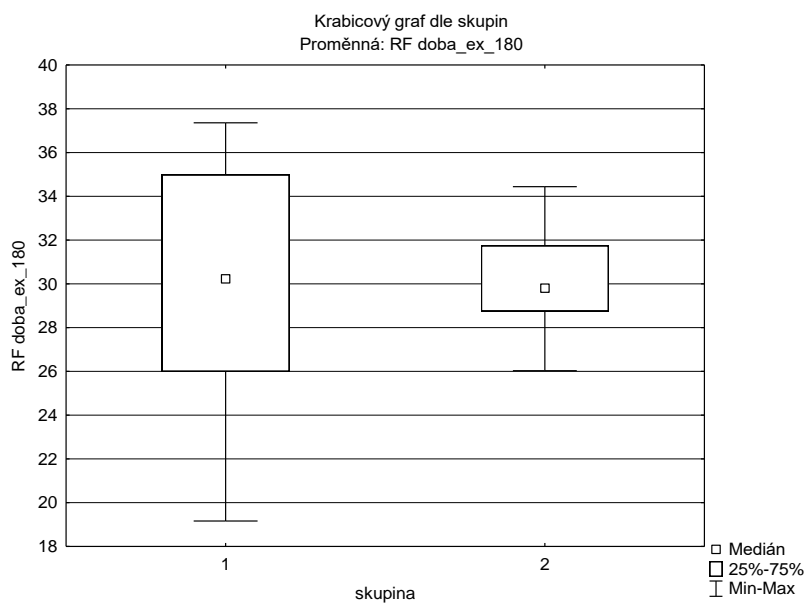
Tabulka 16. Porovnání timingu m. rectus femoris při koncentrické kontrakci při úhlové rychlosti 180 °/s u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny.

Koncentrická kontrakce, 180 °/s				
Sval	Z	p	Průměr e	Průměr k
RF	0,18	0,86	29,80	30,35

Vysvětlivky k tabulce 16: Z – hodnota testovacího kritéria, p – hladina statistické významnosti, RF – m. rectus femoris, průměr e – průměrná hodnota experimentální skupiny, průměr k – průměrná hodnota kontrolní skupiny.

Při porovnání timingu m. rectus femoris u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny při koncentrické kontrakci úhlovou rychlostí 180 °/s nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl (tabulka 16).

Graf 24. Porovnání timingu RF u skupin experimentální (1) a kontrolní (2)



Dle výsledků Mann-Whitneyova U testu byla hypotéza H_0 zamítnuta.

4.9 Visuální analogová škála bolesti

Tabulka 17. Intenzita bolesti na Visuální analogové škále u experimentální skupiny

ČP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
VAS (mm)	11	9	24	4	40	10	5	9	26

Vysvětlivky k tabulce 17: ČP – číslo probanda, pod kterým byl zařazen do studie, VAS – hodnota bolesti na visuální analogové škále v milimetrech

4.10 Oswestry disability index

Tabulka 18. Hodnoty disability u pacientů experimentální skupiny v %

ČP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ODI (%)	12	8	26	6	8	6	15,5	10	28

Vysvětlivky k tabulce 18: ČP – číslo probanda, pod kterým byl zařazen do studie, ODI – Oswestry disability index, hodnota v %

5 DISKUZE

Tato práce popisuje porovnání aktivity m. rectus femoris, m. biceps femoris a semisvalů pomocí povrchové poly EMG na isokinetickém dynamometru při úhlových rychlostech 60 °/s a 180 °/s. Testována byla koncentrická aktivita m. rectus femoris a poté excentrická aktivita hamstringů.

Vzhledem k tomu, že podle autorových informací ještě nikdo neměřil na isokinetickém dynamometru pomocí povrchové EMG svalovou aktivaci u svalů dolních končetin u pacientů s bolestí dolní části zad, zjišťovaly se v průběhu práce také limity měření.

Při testování pacientů s bolestí dolní části zad se samozřejmě musí brát ohled na jejich aktuální zdravotní stav a možnosti. Dvir & Keating (2003) popisují, že testování maximální síly by mělo být u pacientů s přítomnou bolestí dolní části zad kontraindikováno, pokud není pacienty tolerováno a odkazuje při tom na studii Mayera, Smitha, Keeley & Mooneyho (1985), jejíž autoři taktéž testovali sílu trupových svalů u pacientů s bolestí dolní části zad, ale probandi nebyli schopni dokončit testování při excentrické kontrakci kvůli bolesti. Excentrická kontrakce se ukázala jako problematická také při testování v naší studii, a to přestože jsme testovali pohyb v úplně jiném segmentu než autoři výše zmíněné studie.

V průběhu měření byla pocíťována bolest u jednoho probanda z experimentální skupiny. Bolest nastoupila v průběhu měření hamstringů při excentrické kontrakci, kdy měl proband současně za úkol držet dorzální flexi v hlezenním kloubu, aby se vyloučila kompenzace pohybu jinými svaly. Při druhém pokusu u vyšší úhlové rychlosti začal proband uvádět pocit stáhnutí v oblasti přední strany bérce. Tato bolest přetrvávala i po měření a zhoršila probandovu následnou schopnost chůze. Pravděpodobně došlo k poranění m. tibialis anterior, které mohlo být zapříčiněno celkovou dekondíci probanda v kombinaci s těsným fixováním bérce k dynamometru v tomto místě. Několik probandů experimentální skupiny uvedlo v průběhu měření strach z bolesti při provedení pohybu, a to zejména při excentrické kontrakci hamstringů, což mohlo následnou aktivitu svalů ovlivnit.

Van Dijen, Selen & Cholewicki (2003) popsali ve své práci 2 postuláty týkající se vlivu bolesti na EMG aktivitu. **Pain – spasm – pain** teorie říká, že bolest vede ke zvýšení aktivity svalu, a to následně vyvolává další bolest. **The pain adaptation model** říká, že

bolest vede ke zvýšené aktivitě svalu pracujícího jako agonista daného pohybu a ke snížení aktivity svalu, jenž se daného pohybu účastní v roli antagonisty. Cílem tohoto mechanismu je snížit rychlost a rozsah pohybu, aby se tak redukovalo mechanické dráždění bolestí zužované tkáně. V naší studii se nepotvrdila změna aktivity testovaných svalů a ani jsme nezařazovali pacienty do studie podle toho, jestli mají nebo nemají bolest vyzařující do oblasti dolních končetin. Pokud bychom ovšem více specifikovali testovaný soubor a hodnotili například jen pacienty s nespecifickou bolestí dolní části zad s přenesenou bolestí do oblasti hamstringů, což nebylo v našich podmínkách proveditelné, a následně porovnávali aktivitu daných svalů s kontrolní skupinou, mohli bychom si kromě vlivu bolestí zad na aktivitu svalů dolní končetiny ověřit i výše zmíněné postuláty.

Hodnocení svalové síly na isokinetickém dynamometru u pacientů s bolestí dolní části zad bylo provedeno již v mnoha studiích (Bayramoglu, Akman, Kilinc, Cetin, Yavuz, Ozker, 2001; Dvir & Keating, 2003; Shirado, Toshikazu, Kaneda & Strax, 1995). Jednalo se zejména o hodnocení svalové síly trupových svalů.

Hodnocení svalové síly u vybraných svalů dolních končetin u pacientů s bolestmi dolní části zad bylo provedeno ve studii Marshalla et al. (2009) viz kapitola 1.8.5. V citované studii testovali svalovou sílu hamstringů rovněž na základním modulu isokinetického dynamometru ve stejné pozici jako v naší studii při úhlových rychlostech 30 °/s a 120 °/s, ale nevyužili při tomto testování hodnocení aktivace svalů pomocí povrchové EMG. Povrchovou EMG využili až při hodnocení aktivity hamstringů při Instrumented straight leg raise testu.

Při porovnání aktivace vybraných svalů pomocí EMG parametrů mean amplitude a mean frequency nebyl zpozorován statisticky významný rozdíl mezi dvěma testovanými skupinami u žádné z testovaných úhlových rychlostí. Přesto se nedá s určitostí říci, že aktivace byla u obou skupin totožná. Pro přesné hodnocení svalové aktivity je důležitá velikost produkované síly (DeLuca, 1997; Krobot a Kolářová, 2011). Vzhledem k tomu, že kontrolní skupina byla z velké většiny tvořena mladými studenty bez zdravotních obtíží, lze se domnívat, že jejich celková kondice byla lepší než u skupiny experimentální. Mohlo se tedy stát, že při testování vyvinuli probandi z kontrolní skupiny mnohem větší sílu, při menším náboru motorických jednotek, a tedy i menší aktivitě na EMG. Na druhé straně experimentální skupina vyvinula teoreticky menší sílu, pro kterou

ale potřebovala zapojit větší počet motorických jednotek, než by ke stejné produkci síly potřebovala skupina kontrolní. Výsledná aktivita dle daných parametrů nebyla tedy statisticky významně rozdílná, produkovaná síla, ale mohla být u obou skupin zcela odlišná, což by potvrdilo změnu aktivity u pacientů s bolestí dolní části zad. Statisticky významný rozdíl ve vykonané síle, konkrétně u parametru poměru koncentrické/excentrické svalové síly hamstringů u pacientů s bolestí dolní části zad při úhlové rychlosti 30 °/s prokázali v již výše zmíněné studii Marshall et al. (2009). Při EMG hodnocení u iSLR testu ale autoři studie navzdory opačnému předpokladu zjistili vyšší aktivitu hamstringů u kontrolní bezpříznakové skupiny, která měla současně větší rozsah pohybu a tedy menší tzv. pasivní ztuhlost.

Podobné parametry jako Marschall et al. (2009) hodnotili ve své studii také Taffazoli & Lamontagna (1996). Tito autoři hodnotili rozsah pohybu pomocí SLR testu a dále také hodnotili pomocí povrchové EMG aktivitu svalů při iSLR testu, v supinační pozici (pohyb do flexe kyčelního kloubu), v pronační pozici (pohyb do extenze kyčelního kloubu) a poté také vsedě vše v rámci rozsahu pohybu zjištěného při „manuálním“ Straight leg rais testu. EMG zde bylo ale použito pro kontrolu aktivity. Testy se odehrávaly na isokinetickém dynamometru, kde byla nastavena úhlová rychlost 5°/s, probandi měli za úkol relaxovat v pozici. Měřenými svaly byly m. semimembranosus, m. rectus femoris, m. gluteus maximus a m. rectus abdominis. Výsledky ukázaly signifikantní rozdíly ve ztuhlosti hamstringů a pasivním elastickém momentu, přičemž jako vysvětlení autoři popisují, že při zkrácení hamstringů dochází ke změnám struktury ve svalové tkáni, což resultuje ve zvýšenou ztuhlost.

Přestože se jednalo o měření odlišných parametrů než v naší studii, výsledky jasně dokazují rozdíly v testovaných parametrech hamstringů u pacientů s bolestí dolní části zad oproti zdravým probandům.

Jak plyne nejen z práce Marshalla et al. (2009), k přesnějšímu hodnocení EMG aktivity by bylo vhodné v následných studiích simultánně hodnotit jak produkovanou sílu, tak svalovou aktivitu pomocí poly EMG, přičemž pokud bychom nenalezli signifikantní rozdíly u síly a ani aktivity, mohli bychom s větší jistotou říci, že se bolest dolní části zad nepromítá do aktivity dolních končetin. Je nutné říci, že se do vykonané síly značně promítá i motivace probandů a jejich aktuální únava a zdravotní stav.

Pokud se ale na výsledky podíváme z trochu jiného pohledu, je možné, že se na výše uvedených výsledcích mohla promítnout i únava, a to zejména u kontrolní skupiny probandů, přestože ani u parametru mean frequency statisticky významné změny nenastaly. Probandi kontrolní skupiny na rozdíl od experimentální skupiny absolvovali před samotným měřením na isokinetickém dynamometru ještě 3 měřené vertikální skoky na silové plošině z důvodu zapojení se do další studie.

Únava se projeví v EMG signálu zvýšením amplitudy a snížením frekvence signálu. Tato změna vzniká jako kompenzační mechanismus pro udržení svalové síly (Krobot & Kolářová, 2011; Petrofsky, Glaser, Phillips, Lind, & Williams, 1982). Pokud bychom připustili, že únava, která vznikla při 3 vertikálních výskocích u kontrolní skupiny ovlivnila výsledný EMG signál podobně, jako potenciálně ovlivňuje bolest dolní části zad aktivitu svalů dolních končetin u probandů experimentální skupiny, vysvětlovalo by to statisticky nevýznamné rozdíly v parametru mean frequency. Pokud by totiž probandi z kontrolní skupiny nepodstoupili 3 vertikální výskoky, jejich EMG aktivita mohla být odlišná a mohl být prokázán vliv BZ.

Excentrická kontrakce hamstringů hraje v rámci aktivit denního života velmi důležitou roli, a proto je velmi překvapivé, že se této problematice nevěnuje více studií. Nadto kromě promítnutí do aktivit běžného denního života se změny v síle hamstringů mohou promítnout také jako prediktor potenciálního zranění na dolní končetině Marshall et al. (2009).

Hypotézy 5 a 6 se zabývaly hodnocením nástupu aktivace svalu, tedy doby potřebné k dosažení vrcholu (peak). Při porovnání tohoto parametru byl zjištěn signifikantní rozdíl v nástupu aktivity semisvalů při isokinetické excentrické kontrakci úhlovou rychlostí 60 °/s. Probandi experimentální skupiny potřebovali pro dosažení peaku své aktivity prokazatelně delší časový úsek oproti kontrolní skupině. Toto zjištění podporuje myšlenku vlivu bolestí zad na aktivaci některých svalů dolní končetiny, ale přesto se vzhledem k malému vzorku probandů a k tomu, že ostatní porovnávané parametry výsledkově nekorespondují s tímto zjištěním nedá s jistotou říct pevný závěr. Při hodnocení parametru timing jsme zjistili statisticky významný rozdíl pouze u koncentrické kontrakce m. rectus femoris. Z výsledků plyne pozdější aktivita tohoto svalu u probandů kontrolní skupiny. Žádný z probandů neudával přenesenou bolest do oblasti

přední strany stehna, a i kdyby tomu tak bylo, tak by se dala spíše očekávat pozdější aktivita u skupiny experimentální.

Přestože se nám nepodařilo prokázat, že bolest dolní části zad má jasný dopad na aktivitu svalstva dolních končetin, myslím, že je vhodné se touto tematikou nadále zabývat, protože z provedených studií vyplývá, že u těchto pacientů dochází také k objektivně pozorovatelným změnám, jak dokládá například studie Jacobse et al. (2011). Autoři této studie hodnotili u pacientů s BZ pomocí povrchové EMG posturální reakce ve volném stoji na svalstvu trupu i dolních končetin. Předpokládali, že pacienti s BZ mají změněnou centrální odpověď na aktivaci svalů a snižují aktivitu v oblasti kyčelního kloubu a trupu. Sníženou EMG aktivitu přisuzují zhoršené zpětné vazbě na straně bolesti. Autoři studie také předpokládali menší aktivitu vyjádřenou menšími amplitudami trupových svalů, a naopak větší aktivitu svalstva v oblasti kotníku. Tato změna pohybové strategie vede pravděpodobně i k přestavbě pohybových stereotypů. Tento předpoklad jen potvrzuje důležitost důkladného vyšetření pánve i dolních končetin a postury u pacientů s bolestí zad. Autoři této studie zařadili do testování pomocí EMG ze svalstva dolních končetin pouze m. tibialis anterior a m. gastrocnemius medialis. Výsledky jejich studie potvrdili předpoklady o aktivitě testovaných svalů a přestože autoři této studie testovali jiné svaly v jiných posturálních pozicích, jejich studie jen potvrdila změny aktivity nejen trupového svalstva, ale také svalstva dolních končetin u pacientů s bolestmi dolní části zad.

K získání podrobnějších informací by bylo třeba hodnotit mnohem větší počet probandů jak v experimentální, tak kontrolní skupině. K dalšímu prohloubení řešené problematiky by mohlo být zařazeno u probandů experimentální skupiny také měření aktivity vybraných svalů po celkovém ukončení jejich terapie a tyto výsledky by bylo možné následně porovnat s výsledky před terapií. Zajímavé by mohlo také být současné hodnocení pohybové aktivity u obou skupin pomocí parametru počtu kroků, kdy by probandi z obou skupin dostali krokometr, který by v průběhu sedmi dnů zaznamenával počet kroků a ukázal by tak, jestli se bolest zad promítne i do tohoto parametru. Takovéto hodnocení pohybové aktivity, i když ne u problematiky bolestí zad, provedli například Machálková, Mikšová, Mazalová & Šamaj (2012).

Výsledky byly zcela jistě ovlivněny i aktuální intenzitou bolesti na VAS, která byla u experimentální skupiny $15,3 \text{ mm} \pm 12 \text{ mm}$ na 100 mm škále. Znamená to tedy, že

intenzita bolesti zad v době měření nemusela být dost vysoká na to, aby se tento faktor do měřených parametrů více promítnul.

Přestože byla intenzita bolesti zad u experimentální skupiny na VAS poměrně nízká, promítnula se do jejich běžných denních aktivit, jak ukázal dotazník ODI. Vůbec největší disability byla všemi probandy z experimentální skupiny označena v otázkách sezení a stání.

Limitu studie lze spatřovat v nízkém počtu probandů (24) z nichž 9 tvořilo experimentální skupinu. Částečnou příčinou malého počtu probandů bylo věkové omezení pro zařazení do studie.

Při samotném měření mohlo taktéž dojít k ovlivnění studie. Přestože všichni probandi podstoupili před měřením familiarizaci, kde si dané pohyby a úhlové rychlosti vyzkoušeli, setkali jsme se u některých probandů s nepochopením pohybu. Největším problémem bylo měření hamstringů v excentrickém režimu, což se nejčastěji projevilo v pozdější aktivaci svalu a mohlo mít vliv na dobu nástupu aktivity svalů. K ovlivnění mohlo dojít také prostřednictvím nadměrného držení madel a kompenzování pohybu dolní končetiny souhybem trupu, ke kterému mohlo dojít v malé míře, přestože byli všichni probandi proti tomuto fixováni ke křeslu dynamometru.

Přestože studie měla výše uvedená omezení a neprokázala tak jednoznačný vztah mezi bolestmi dolní části zad a EMG aktivitou vybraných svalů dolní končetiny, domnívám se, že statisticky významný rozdíl v nástupu aktivity semisvalů zjištěný touto studií naznačuje, že daný vztah je v určité míře přítomný. Vzhledem k tomu, že se jedná podle informací autora o první studii, která daný vztah studovala, považuji tuto studii za materiál, na kterém by se mohlo v dalším výzkumu stavět.

6 ZÁVĚRY

Cílem této práce bylo pomocí povrchové poly EMG a isokinetického dynamometru porovnat aktivitu m. rectus femoris, m. biceps femoris a semisvalů při úhlových rychlostech 60 °/s a 180 °/s u pacientů s bolestí dolní části zad a u kontrolní skupiny zdravých probandů.

Z hodnocených EMG parametrů, kterými byli mean amplitude, mean frequency, nástup aktivity a timing byl statisticky významný rozdíl sledán u semisvalů v rámci excentrické kontrakce úhlovou rychlostí 60 °/s, kdy byla naměřena signifikantně delší doba potřebná k dosažení nejvyššího peaku oproti kontrolní skupině a u timingu m. rectus femoris u koncentrické kontrakce úhlovou rychlostí 60 °/s, kdy byla naměřena pozdější aktivace u kontrolní skupiny. Tyto dva parametry byly jedinou statisticky významnou odlišností. Jak parametry mean amplitudy, tak ani mean frequency nevykázali v rámci dvou testovaných skupin statisticky významnou odlišnost.

Tím, že se signifikantně promítly do výsledků pouze dva parametry a pouze u nižší testované rychlosti, nelze říci, že se prokázal vliv bolesti zad na aktivitu svalstva dolních končetin, domnívám se ovšem, že nelze také s jistotou tvrdit, že se o žádný vliv nejedná.

Vzhledem k tomu, že bolesti zad jsou velmi aktuálním tématem a že jejich incidence se stále zvyšuje, bylo by vhodné se této problematice dále věnovat.

Domnívám se, že není pochyb o tom, že je při bolesti dolní části zad určitým způsobem ovlivněno i svalstvo dolních končetin, přestože to naše studie s určitostí neprokázala. V rámci diagnostiky a terapie bychom se dle mého názoru více měli věnovat i vyšetření svalstva v okolí kyčelního a kolenního kloubu, protože tyto svaly významně ovlivňují postavení pánve, které se následně může promítnout i do postavení páteře, přičemž nemusí být vůbec jasné, kde je příčina a kde následek.

Jak ukázaly výsledky dotazníků VAS a ODI, i při malé intenzitě bolesti se bolest zad promítá do běžných denních aktivit pacientů, a to podle výsledků naší studie nejvýznamněji v rámci sezení a stoje, kdy pacienti pocítují při delším sezení diskomfort či bolest. Toto naznačuje, že bolesti zad významně ovlivňují kvalitu života.

7 SOUHRN

Tato práce se zabývá porovnáním aktivity vybraných svalů dominantní dolní končetiny pomocí povrchové poly EMG u pohybů kolenního kloubu na základním modulu isokinetického dynamometru u pacientů s chronickou bolestí dolní části zad a u zdravých jedinců.

Práce je rozdělena na část teoretickou a část praktickou. Teoretická část shrnuje poznatky o funkční stabilizaci páteře a o bolestech zad, včetně jejich etiologie, prognózy, incidence, diagnostiky a terapie. Velký důraz je kladen také na psychosociální faktory v rozvoji bolestí zad. Dále jsou v teoretické části rovněž shrnuty základní důležité poznatky o povrchové poly EMG a isokinetické dynamometrii.

Praktická část seznamuje čtenáře s hlavním cílem práce, hypotézami, metodikou, výsledky, diskuzí a závěrem.

Výzkumu se zúčastnilo celkem 24 probandů s průměrným věkem 22,63 let, z toho 9 probandů experimentální skupiny (průměrný věk $23,11 \pm 6,62$ let) a 15 probandů kontrolní skupiny (průměrný věk $22,33 \pm 2,79$ let). Testovanými pohyby byly extenze v kolenním kloubu v koncentrickém režimu při úhlových rychlostech $60^\circ/\text{s}$ a $180^\circ/\text{s}$ a aktivita flexorů byla snímána v excentrickém režimu rovněž při úhlových rychlostech $60^\circ/\text{s}$ a $180^\circ/\text{s}$. Aktivita svalů byla snímána na dominantní dolní končetině z m. rectus femoris, m. biceps femoris a semisvalů. K měření poly EMG byl použit přístroj Noraxon MyoSystem 1400A a testy probíhaly na isokinetickém dynamometru značky IsoMed 2000. Získané hodnoty byly následně statisticky zpracovány a jako hladina statistické významnosti byla stanovena hodnota $p < 0,05$. Při porovnání svalové aktivity podle parametrů mean amplitude a mean frequency nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v aktivitě měřených svalů v žádné testované rychlosti. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn pouze při hodnocení parametru nástupu aktivity u semisvalů při excentrické kontrakci úhlovou rychlostí $60^\circ/\text{s}$, kde byla zjištěna delší doba nástupu u experimentální skupiny oproti skupině kontrolní a u timingu m. rectus femoris u koncentrické kontrakce úhlovou rychlostí $60^\circ/\text{s}$, kde byla zjištěna pozdější aktivace u kontrolní skupiny.

8 SUMMARY

The Master Thesis deals with comparison of activities of selected lower extremities muscles using the surface poly-EMG for knee movements on the isokinetic dynamometer basic module in chronic low-back pain patients (research group) and healthy probands (control group).

The Thesis is divided into the theoretical and practical parts. The theoretical part summarizes facts about functional stability of spine and low-back pain, including its etiology, prognosis, incidence, diagnostics and treatment options. Strong accent was put to analysis of psychosocial factors contributing to low-back pain development. The theoretical part further summarizes the basic important facts concerning the surface poly-EMG and isokinetic dynamometry.

The practical part informs about the main objective of the Thesis, the hypotheses, methodology, discussion and conclusion.

The total of 24 probands participated in the research with the average age of 22.63, 9 out of which created the research group (their average age was 23.11 ± 6.62) and 15 probands were included in the control group (their average age was 22.33 ± 2.79). The tested movements were concentric isokinetic extensions of knee at the angle velocities of 60 °/s and 180 °/s and the second movement was eccentric isokinetic contraction of hamstrings also at the angle velocities of 60 °/s and 180 °/s. The muscular activity was recorded from the dominant lower extremity from m. rectus femoris, m. biceps femoris and m. semitendinosus/semimembranosus. EMG Noraxon MyoSystem 1400A and isokinetic dynamometer IsoMed 2000 devices were used for measuring. The obtained values were then statistically processed whereas the value of $p < 0.05$ was determined as the level of statistical significance. When comparing muscular activities following the mean amplitude and mean frequency parameters no statistically significant difference was found in any of the measured muscles at any angular velocity. Statistically significant difference was found only in the onset of activity in semitendinosus/semimembranosus muscle in eccentric contraction at angle velocity of 60 °/s parameter, where longer onset of activity was detected in the research group contrary to the control group and in the timing in rectus femoris muscle in concentric contraction at angle velocity of 60 °/s parameter, where later activation was detected in the control group contrary to the research group.

9 REFERENČNÍ SEZNAM

Adams, M. A. (2004). Biomechanics of back pain. *Acupuncture in medicine*, 22(4), 178-188. Retrieved 28.2.2018 from the World Wide Web: <http://aim.bmj.com/content/22/4/178.short>

Ainpradub, K., Sitthipornvorakul, E., Janwantanakul, P., & van der Beek, A. J. (2016). Effect of education on non-specific neck and low back pain: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Manual therapy*, 22, 31-41. Retrieved 26.9.2017 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26585295>

Balagué, F., Mannion, A. F., Pellisé, F., & Cedraschi, C. (2012). Non-specific low back pain. *The Lancet*, 379(9814), 482-491. Retrieved 26.9.2017 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21982256>

Baltzopoulos, B., King, M., Gleeson, N., & De Ste Croix, M. (2012). The BASES expert statement on measurement of muscle strength with isokinetic dynamometry. *Sport Exerc Sci*, 31, 12-13. Retrieved 13.11.2017 from the World Wide Web: <http://www.bases.org.uk/write/Images/Baltz12-13.pdf>

Baltzopoulos, V., & Brodie, D. A. (1989). Isokinetic dynamometry. *Sports medicine*, 8(2), 101-116. Retrieved 20.11.2017 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2675256>

Bayramoglu, M., Akman, M. N., KInç, S., Çetin, N., Yavuz, N., & Özker, R. (2001). Isokinetic measurement of trunk muscle strength in women with chronic low-back pain. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 80(9), 650-655. Retrieved 20.4.2018 from the World Wide Web: https://journals.lww.com/ajpmr/Abstract/2001/09000/Isokinetic_Measurement_of_Trunk_Muscle_Strength_in.4.aspx

Croix, M. B. D. S., Deighan, M. A., & Armstrong, N. (2003). Assessment and interpretation of isokinetic muscle strength during growth and maturation. *Sports medicine*, 33(10), 727-743. Retrieved 15.11.2017 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12895130>

Čihák, R. (2011). *Anatomie 1: Třetí, upravené a doplněné vydání.*

De Luca, C. J. (1997). The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of applied biomechanics*, 13(2), 135-163. Retrieved 24.10.2017 from the World Wide Web: <https://www.delucafoundation.org/download/bibliography/de-luca/078.pdf>

Deyo, R. A., Weinstein, J. N. (2001). Low back pain. *The new England journal of medicine*, 344(5), 363-370. Retrieved 27.2.2018 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11172169>

Dvir, Z., & Keating, J. L. (2003). Trunk extension effort in patients with chronic low back dysfunction. *Spine*, 28(7), 685-692. Retrieved 20.4.2018 from the World Wide Web:
https://journals.lww.com/spinejournal/Abstract/2003/04010/Trunk_Extension_Effort_in_Patients_With_Chronic.12.aspx

Fairbank, J. C. (2014). Letter to the Editor: Oswestry Disability Index. Retrieved 12.12.2017 from the World Wide Web: <http://thejns.org/doi/abs/10.3171/2013.7.SPINE13288>

Fairbank, J. C., & Pynsent, P. B. (2000). The Oswestry disability index. *Spine*, 25(22), 2940-2953. Retrieved 12.12.2017 from the World Wide Web: http://journals.lww.com/spinejournal/Abstract/2000/11150/The_Oswestry_Disability_Index.17.aspx

Geisser, M. E., Haig, A. J., & Theisen, M. E. (2000). Activity avoidance and function in persons with chronic back pain. *Journal of occupational rehabilitation*, 10(3), 215-227. Retrieved 30.11.2017 from the World Wide Web: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1026666403039>

Halbertsma, J. P., Göeken, L. N., Hof, A. L., Groothoff, J. W., & Eisma, W. H. (2001). Extensibility and stiffness of the hamstrings in patients with nonspecific low back pain. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 82(2), 232-238. Retrieved 1.11.2017 from the World Wide Web: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000399930116613X>

Hawker, G. A., Mian, S., Kendzerska, T., & French, M. (2011). Measures of adult pain: Visual analog scale for pain (vas pain), numeric rating scale for pain (nrs pain), mcgill pain questionnaire (mpq), short-form mcgill pain questionnaire (sf-mpq), chronic pain grade scale (cpgs), short form-36 bodily pain scale (sf-36 bps), and

measure of intermittent and constant osteoarthritis pain (icoap). *Arthritis care & research*, 63(S11). Retrieved 13.12.2017 from the World Wide Web: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/acr.20543/pdf>

Hill, J. C., Whitehurst, D. G., Lewis, M., Bryan, S., Dunn, K. M., Foster, N. E., ... & Sowden, G. (2011). Comparison of stratified primary care management for low back pain with current best practice (STarT Back): a randomised controlled trial. *The Lancet*, 378(9802), 1560-1571. Retrieved 26.9.2017 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21963002>

Hodges, P. W., Cresswell, A. G., Daggfeldt, K., & Thorstensson, A. (2001). In vivo measurement of the effect of intra-abdominal pressure on the human spine. *Journal of biomechanics*, 34(3), 347-353. Retrieved 10.1.2018 from the World Wide Web: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021929000002062?via%3Dihub>

Hoy, D., Bain, C., Williams, G., March, L., Brooks, P., Blyth, F., ... & Buchbinder, R. (2012). A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis & Rheumatology*, 64(6), 2028-2037. Retrieved 26.9.2017 from the World Wide Web: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/art.34347/full>

Hoy, D., Brooks, P., Blyth, F., & Buchbinder, R. (2010). The epidemiology of low back pain. *Best practice & research Clinical rheumatology*, 24(6), 769-781. Retrieved 26. 9. 2017 from the World Wide Web: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1521694210000884>

Chen, L. C., Kuo, C. W., Hsu, H. H., Chang, S. T., Ni, S. M., & Ho, C. W. (2010). Concurrent measurement of isokinetic muscle strength of the trunk, knees, and ankles in patients with lumbar disc herniation with sciatica. *Spine*, 35(26), E1612-E1618. Retrieved 13.11.2017 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20671590>

Chou, R., Qaseem, A., Snow, V., Casey, D., Cross, J. T., Shekelle, P., & Owens, D. K. (2007). Diagnosis and treatment of low back pain: a joint clinical practice guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society. *Annals of internal medicine*, 147(7), 478-491. Retrieved 28.2.2018 from the World Wide Web: <http://annals.org/aim/fullarticle/736814>

Itz, C. J., Geurts, J. W., Kleef, M. V., & Nelemans, P. (2013). Clinical course of non-specific low back pain: A systematic review of prospective cohort studies set in primary care. *European journal of pain*, 17(1), 5-15. Retrieved 26.9.2017 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22641374>

Jacobs, J. V., Henry, S. M., Jones, S. L., Hitt, J. R., & Bunn, J. Y. (2011). A history of low back pain associates with altered electromyographic activation patterns in response to perturbations of standing balance. *Journal of neurophysiology*, 106(5), 2506-2514. Retrieved 8.3.2018 from the World Wide Web: <https://www.physiology.org/doi/abs/10.1152/jn.00296.2011>

Kapandji, I. A. (2004). *The physiology of the joints. 3: the trunk and the vertebral column*. Edinburgh: Churchill Livingstone.

Kobesova, A., & Kolar, P. (2014). Developmental kinesiology: Three levels of motor control in the assessment and treatment of the motor system. *Journal of bodywork and movement therapies*, 18(1), 23-33. Retrieved 6.10.2017 from the World Wide Web: https://www.rehabps.cz/data/JBMT_Final_PDF.pdf

Koes, B. W., van Tulder, M., Lin, C. W. C., Macedo, L. G., McAuley, J., & Maher, C. (2010). An updated overview of clinical guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care. *European Spine Journal*, 19(12), 2075-2094. Retrieved 3.10.2017 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2997201/>

Kolář, P. & Lewit, K. (2006). Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. *Neurologie pro praxi*, (5), 270-275.

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

Kolář, P. (2007). Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce páteře – terapie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 14(1), 3-17.

Kolář, P. et al. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén

Konrad, P. (2005). The abc of emg. A practical introduction to kinesiological electromyography, 1, 30-35. Retrieved 12.10.2017 from the World Wide Web: <https://www.noraxon.com/wp-content/uploads/2014/12/ABC-EMG-ISBN.pdf>

Krismser, M., & Van Tulder, M. (2007). Low back pain (non-specific). Best practice & research clinical rheumatology, 21(1), 77-91. Retrieved 26.9.2017 from the World Wide Web: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1521694206001082>

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

Leboeuf-Yde C. (1999) Smoking and low back pain. A systematic literature review of 41 journal articles reporting 47 epidemiologic studies. Spine, 24, 1463–1470. Retrieved 27.2.2018 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10423792>

Lehnert, M., Chvojka, P., & Psotta, R. (2015). Sezónní variabilita izokinetické síly flexorů a extenzorů kolene u fotbalistů kategorie u19. Tělesná kultura, 38(1), 9-29. Retrieved 9.11.2017 from the World Wide Web: https://www.researchgate.net/publication/280558886_Sezonni_variabilita_izokineticke_sily_flexoru_a_extenzoru_kolene_u_fotbalistu_kategorie_U19

Lewit, K. (2003). Manipulační léčba v myoskeletální medicíně. 5. přeprac. vyd. Praha: Sdělovací technika ve spolupráci s Českou lékařskou společností J.E. Purkyně. ISBN 80-86645-04-5.

Macedo, L. G., Saragiotto, B. T., Yamato, T. P., Costa, L. O., Menezes Costa, L. C., Ostelo, R. W., & Maher, C. G. (2016). Motor control exercise for acute non-specific low back pain. The Cochrane Library. Retrieved 3. 10. 2017 from the World Wide Web: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD012085/full>

Machálková, L., Mikšová, Z., Mazalová, L., & Šamaj, M. (2012). Hodnocení pohybové aktivity pomocí krokoměru u všeobecných sester. Česká kinantropologie, 62(2), 14-20. Retrieved 21.4.2018 from the World Wide Web: http://anthropology.cz/ca/62-2/62-2_14-20_Machalkova_L.pdf

Manchikanti, L., Singh, V., Falco, F. J., Benyamin, R. M., & Hirsch, J. A. (2014). Epidemiology of low back pain in adults. Neuromodulation: Technology at the Neural Interface, 17(S2), 3-10. Retrieved 27.2.2018 from the World Wide Web: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ner.12018/full>

Marshall, P. W., Mannion, J., & Murphy, B. A. (2009). Extensibility of the hamstrings is best explained by mechanical components of muscle contraction, not behavioral

measures in individuals with chronic low back pain. *PM&R*, 1(8), 709-718. Retrieved 1.11.2017 from the World Wide Web: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1934148209004419>

Mayer, T. G., Smith, S. S., Keeley, J. A. N. I. C. E., & Mooney, V. E. R. T. (1985). Quantification of lumbar function. Part 2: Sagittal plane trunk strength in chronic low-back pain patients. *Spine*, 10(8), 765-772. Retrieved 20.4.2018 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2934831>

Mičánková Adamová B., Hnojčíková M., Vohánka S. & Dušek L. (2012). Oswestry dotazník, verze 2.1a – výsledky u pacientů s lumbální stenózou, srovnání se starší verzí dotazníku. *Cesk Slov Neurol N*. 75(108), 460–467. Retrieved 26.9.2017 from the World Wide Web: http://www.prolekare.cz/ceska-slovenska-neurologie-clanek/oswestry-dotaznik-verze-2-1a-vysledky-u-pacientu-s-lumbalni-spinalni-stenozou-srovnani-se-starsi-verzi-dotazniku-38436?confirm_rules=1

Mičánková Adamová, B., Hnojčíková, M., Vohaňka, S. & Dušek, L. (2012). Oswestry dotazník, verze 2.1a – výsledky u pacientů s lumbální stenózou, srovnání se starší verzí dotazníku. *Cesk Slov Neurol*. 108(4). 460-467. Retrieved 26.9.2017 from the World Wide Web: http://www.csnm.eu/ceska-slovenska-neurologie-clanek/oswestry-dotaznik-verze-2-1a-vysledky-u-pacientu-s-lumbalni-spinalni-stenozou-srovnani-se-starsi-verzi-dotazniku-38436?confirm_rules=1

Nicholas, M. K., Linton, S. J., Watson, P. J., Main, C. J., & “Decade of the Flags” Working Group. (2011). Early identification and management of psychological risk factors (“yellow flags”) in patients with low back pain: a reappraisal. *Physical therapy*, 91(5), 737-753. Retrieved 26.9.2017 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21451099>

Nordin, M., & Frankel, V. H. (Eds.). (2001). *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*. Lippincott Williams & Wilkins.

Norton, G., McDonough, C. M., Cabral, H. J., Shwartz, M., & Burgess, J. F. (2016). Classification of patients with incident non-specific low back pain: implications for research. *The Spine Journal*, 16(5), 567-576. Retrieved 26.9.2017 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26282103>

Nugent, E. P., Snodgrass, S. J., & Callister, R. (2015). The effect of velocity and familiarisation on the reproducibility of isokinetic dynamometry. *Isokinetics and Exercise Science*, 23(3), 205-214. Retrieved 21.11.2017 from the World Wide Web: https://www.researchgate.net/publication/282740284_The_effect_of_velocity_and_familiarisation_on_the_reproducibility_of_isokinetic_dynamometry

Ochsmann EB, Rueger H, Letzel S, Drexler H, Muenster E. (2009). Over-indebtedness and its association with the prevalence of back pain. *BMC Public Health*, 451 (9). Retrieved 27.2.2018 from the World Wide Web: <https://bmcpublikealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-9-451>

Opavský, J. (2015). Algeziologické, neurologické a rehabilitační aspekty v diagnostice a terapii pacientů s chronickými nespecifickými bolestmi bederního úseku páteře. *Neurologie pro praxi*, 16(5), 262-265. Retrieved 3.10.2017 from the World Wide Web: <http://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2015/05/05.pdf>

O'sullivan, P. (2011). It's time for change with the management of non-specific chronic low back pain. Retrieved 4.10.2017 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21821612>

Panhale, V. P., Gurav, R. S., & Nahar, S. K. (2016). Association of physical performance and fear-avoidance beliefs in adults with chronic low back pain. *Annals of medical and health sciences research*, 6(6), 375-379. Retrieved 30.11.2017 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28540106>

Paoletti, S. (2009). *Fascie: anatomie, dysfunkce, léčení*. Olomouc: Poznání. ISBN 978-80-86606-91-0.

Petrofsky, J. S., Glaser, R. M., Phillips, C. A., LIND, A. R., & WILLIAMS, C. (1982). Evaluation of the amplitude and frequency components of the surface EMG as an index of muscle fatigue. *Ergonomics*, 25(3), 213-223. Retrieved 20.4.2018 from the World Wide Web: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140138208924942>

Qaseem, A., Wilt, T. J., McLean, R. M., & Forciea, M. A. (2017). Noninvasive treatments for acute, subacute, and chronic low back pain: a clinical practice guideline from the American College of Physicians. *Annals of internal medicine*, 166(7), 514-530. Retrieved 27.2.2018 from the World Wide Web:

<https://annals.org/aim/fullarticle/2603228/noninvasive-treatments-acute-subacute-chronic-low-back-pain-clinical-practice>

Rainville, J., Smeets, R. J., Bendix, T., Tveito, T. H., Poiraudau, S., & Indahl, A. J. (2011). Fear-avoidance beliefs and pain avoidance in low back pain—translating research into clinical practice. *The Spine Journal*, 11(9), 895-903. Retrieved 30.11.2017 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21907633>

Raj, P. P. (2008). Intervertebral disc: anatomy-physiology-pathophysiology-treatment. *Pain Practice*, 8(1), 18-44. Retrieved 28.2.2018 from the World Wide Web: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1533-2500.2007.00171.x/full>

Raudenská, J., & Marusič, P. (2016). Strach související s bolestí u pacientů s chronickou bolestí dolní části zad. *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie*. 112(6), 644–648. Retrieved 5.10.2017 from the World Wide Web: http://www.csnn.eu/ceska-slovenska-neurologie-clanek/strach-souvisejici-s-bolesti-u-pacientu-s-chronickou-bolesti-dolni-casti-zad-59460?confirm_rules=1

Richmond, H., Hall, A. M., Copsey, B., Hansen, Z., Williamson, E., Hoxey-Thomas, N., ... & Lamb, S. E. (2015). The effectiveness of cognitive behavioural treatment for non-specific low back pain: a systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 10(8), e0134192. Retrieved 26.9.2017 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26244668>

Rokyta, R. (2009). *Bolesti zad*. Plzeň: Adela [sic], Editio medicinae. ISBN 978-80-87094-14-3.

Saragiotto, B. T., Maher, C. G., Yamato, T. P., Costa, L. O., Menezes Costa, L. C., Ostelo, R. W., & Macedo, L. G. (2016). Motor control exercise for chronic non-specific low-back pain. *The Cochrane Library*. Retrieved 3. 10. 2017 from the World Wide Web: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD012004/full>

Shirado, O., Ito, T., Kaneda, K., & Strax, T. E. (1995). Concentric and eccentric strength of trunk muscles: influence of test postures on strength and characteristics of patients with chronic low-back pain. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 76(7), 604-611. Retrieved 20.4.2018 from the World Wide Web: [http://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(95\)80628-8/abstract](http://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(95)80628-8/abstract)

Stark, T., Walker, B., Phillips, J. K., Fejer, R., & Beck, R. (2011). Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM&R*, 3(5), 472-479. Retrieved 13.11.2017 from the World Wide Web: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1934148210013250>

Stecco, L. (2016). *Atlas of physiology of the muscular fascia*. Padova, Italy: Piccin, ISBN 978-88-299-2745-6.

Steffens, D., Maher, C. G., Pereira, L. S., Stevens, M. L., Oliveira, V. C., Chapple, M., ... & Hancock, M. J. (2016). Prevention of low back pain: a systematic review and meta-analysis. *JAMA internal medicine*, 176(2), 199-208. Retrieved 4.10.2017 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26752509>

Stokes, I. A., Gardner-Morse, M. G., & Henry, S. M. (2010). Intra-abdominal pressure and abdominal wall muscular function: Spinal unloading mechanism. *Clinical Biomechanics*, 25(9), 859-866. Retrieved 10.1.2018 from the World Wide Web: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268003310001919>

Štětkářová, I. (2007). Bolesti zad. *Medicína pro praxi*, 3, 124-127. Retrieved 3.1.2018 from the World Wide Web: <http://www.solen.sk/pdf/4122ea14c76b75230b77cd01952760f5.pdf>

Tafazzoli, F., & Lamontagne, M. (1996). Mechanical behaviour of hamstring muscles in low-back pain patients and control subjects. *Clinical Biomechanics*, 11(1), 16-24. Retrieved 8.3.2018 from the World Wide Web: [http://www.clinbiomech.com/article/0268-0033\(95\)00038-0/abstract](http://www.clinbiomech.com/article/0268-0033(95)00038-0/abstract)

Torrance, G. W., Feeny, D., & Furlong, W. (2001). Visual analog scales: do they have a role in the measurement of preferences for health states?. Retrieved 13.12.2017 from the World Wide Web: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0272989X0102100408>

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

Van Boxem, K., Cheng, J., Patijn, J., Van Kleef, M., Lataster, A., Mekhail, N., & Van Zundert, J. (2010). 11. Lumbosacral radicular pain. *Pain Practice*, 10(4), 339-358. Retrieved 13.3.2018 from the World Wide Web:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.690.5877&rep=rep1&type=pdf>

Van Middelkoop, M., Rubinstein, S. M., Kuijpers, T., Verhagen, A. P., Ostelo, R., Koes, B. W., & van Tulder, M. W. (2011). A systematic review on the effectiveness of physical and rehabilitation interventions for chronic non-specific low back pain. *European Spine Journal*, 20(1), 19-39. Retrieved 26.9.2017 from the World Wide Web: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00586-010-1518-3>

Verkerk, K., Luijsterburg, P. A. J., Heymans, M. W., Ronchetti, I., Pool-Goudzwaard, A. L., Miedema, H. S., & Koes, B. W. (2015). Prognosis and course of pain in patients with chronic non-specific low back pain: A 1-year follow-up cohort study. *European Journal of Pain*, 19(8), 1101-1110. Retrieved 3.10.2017 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25565501>

Vlaeyen, J. W., & Linton, S. J. (2000). Fear-avoidance and its consequences in chronic musculoskeletal pain: a state of the art. *Pain*, 85(3), 317-332. Retrieved 30.11.2017 from the World Wide Web: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304395999002420>

Vlaeyen, J. W., Crombez, G., & Linton, S. J. (2016). The fear-avoidance model of pain. *Pain*, 157(8), 1588-1589. Retrieved 30.11.2017 from the World Wide Web: http://journals.lww.com/pain/Fulltext/2016/08000/The_fear_avoidance_model_of_pain.5.aspx

Waddell, G., Newton, M., Henderson, I., Somerville, D., & Main, C. J. (1993). A Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) and the role of fear-avoidance beliefs in chronic low back pain and disability. *Pain*, 52(2), 157-168. Retrieved 1.12.2017 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8455963>

Wertli, M. M., Rasmussen-Barr, E., Weiser, S., Bachmann, L. M., & Brunner, F. (2014). The role of fear avoidance beliefs as a prognostic factor for outcome in patients with nonspecific low back pain: a systematic review. *The spine journal*, 14(5), 816-836. Retrieved 1.11.2017 from the World Wide Web: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1529943013015763>

Whiteley, R., Jacobsen, P., Prior, S., Skazalski, C., Otten, R., & Johnson, A. (2012). Correlation of isokinetic and novel hand-held dynamometry measures of knee flexion

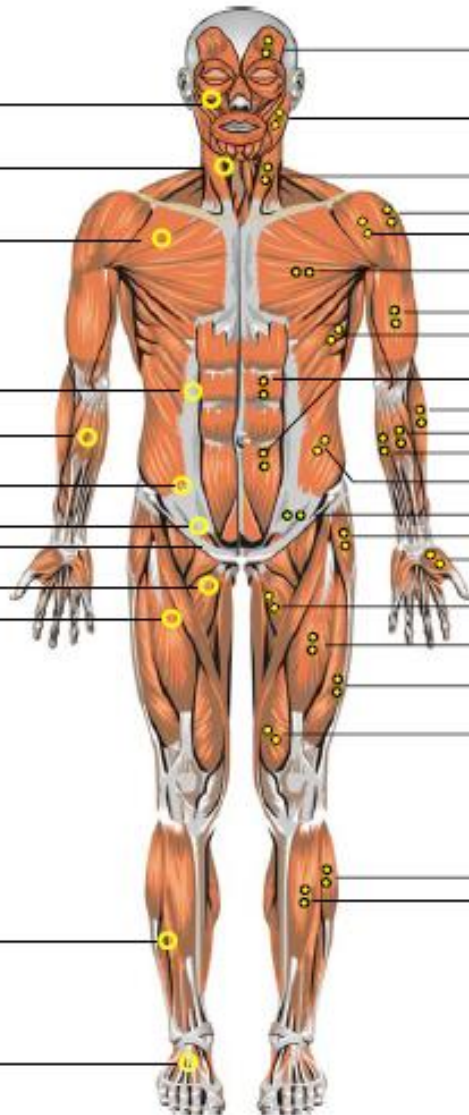
and extension strength testing. *Journal of science and medicine in sport*, 15(5), 444-450. Retrieved 13.11.2017 from the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22424705>

10 PŘÍLOHY

Příloha 1 Místa uložení elektrod podle Konrada (2005), pohled zepředu.

Fine Wire Sites:

- Smaller face muscles
- Smaller neck muscles
- Pectoralis minor
- Diaphragm
- Smaller forearm muscles
- Transversus abd.
- Iliacus
- Psoas major
- Adductors (selective)
- Vastus intermedius
- Thin / deep shank muscles
- Smaller foot muscles



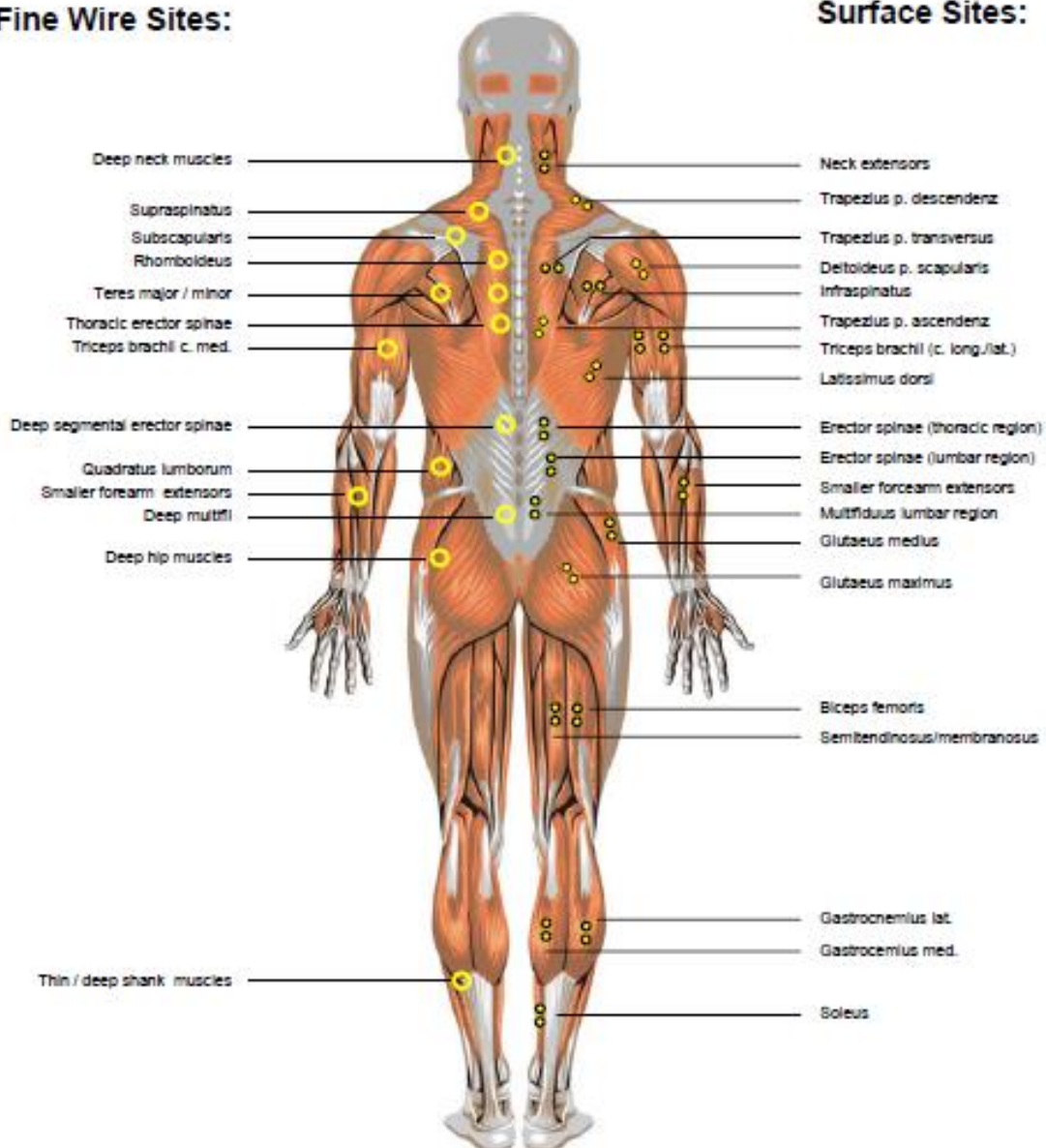
Surface Sites:

- Frontalis
- Masseter
- Sternocleidomastoideus
- Deltoides p. acromialis
- Deltoides p. clavicularis
- Pectoralis major
- Biceps brachii
- Serratus anterior
- Rectus abdominis
- Brachioradialis
- Flexor carpi radialis
- Flexor carpi ulnaris
- Obliquus externus abdominis
- Internus / Transversus abd.
- Tensor fasciae latae
- Interosseus
- Adductores
- Rectus femoris
- Vastus lateralis
- Vastus medialis
- Peroneus longus
- Tibialis anterior

Příloha 2 Místa uložení elektrod podle Konrada (2005), pohled zezadu.

Fine Wire Sites:

Surface Sites:



**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI-FAKULTA
TĚLESNÉ KULTURY**

Informovaný souhlas pro nezletilé účastníky studie

Porovnání aktivace vybraných svalů pomocí povrchové emg při pohybech v kolenním kloubu na isokinetickém dynamometru u pacientů s bolestí dolní části zad a u zdravých jedinců

Jméno:

Datum narození:

Účastník byl do studie zařazen pod číslem:

1. Já, níže podepsaný (á) souhlasím s účastí mého syna/dcery ve studii.
2. Byl (a) jsem podrobně informován (a) o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se od mého syna/dcery mě očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Porozuměl (a) jsem tomu, můj syn/dcera může kdykoliv svou účast přerušit či odstoupit a že účast ve studii je dobrovolná.
3. Při zařazení do studie budou data mého syna/dcery uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Pro výzkumné a vědecké účely mohou být údaje mého syna/dcery poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
4. S účastí mého syna/dcery ve studii není spojeno poskytnutí žádné odměny.
5. Porozuměl jsem tomu, že jméno mého syna/dcery se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Podpis zákonného zástupce:

Datum:

Podpis řešitele pověřeného touto studií:

Datum:

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI-FAKULTA
TĚLESNÉ KULTURY**

Informovaný souhlas

Porovnání aktivace vybraných svalů pomocí povrchové emg při pohybech v kolenním kloubu na isokinetickém dynamometru u pacientů s bolestí dolní části zad a u zdravých jedinců

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 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 řešitele pověřeného touto studií:

Datum:

Datum:



Fakulta
tělesné kultury

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 Neulš, Ph.D.
Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.
doc. Mgr. Erik Sigmund, Ph.D.
Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph.D.

Na základě žádosti ze dne 20. 7. 2017 byl projekt diplomové práce

autor /hlavní řešitel/: **Bc. Samuel Kubina**

s názvem **Porovnání aktivace vybraných svalů pomocí povrchové EMG při flexi a extenzi kolenního kloubu na isokinetickém dynamometru u pacientů s nespecifickou bolestí dolní části zad a u zdravých jedinců**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: 61/2017
dne: 23. 10. 2017.

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

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

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury
Komise etická
vřída Míru 117 | 771 11 Olomouc