

# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

Fakulta strojní

Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky



Vedoucí ústavu:

**Prof. Ing. Milan Růžička, CSc.**

Název zprávy:

**STUDIE K HODNOCENÍ SVALOVÉ AKTIVITY  
PŘI SEZENÍ NA BALANČNÍ ŽIDLI REDSPINAL**

Číslo zprávy:

**12105/17/04**

Vedoucí úkolu:

**Ing. Radek Sedláček, Ph.D.**

Řešitelé:

**Ing. Miloslav Vilímek, Ph.D.**

**Ing. Jana Vondrová**

Objednavatel:

**Peter Knobloch – 3D Modelle tiskárna**

**Prouskova 1724, 511 01 Turnov**

Smlouva číslo:

**870-8701004B001/053**

Praha, duben 2017

---

Adresa: **Technická 4**  
**166 07 Praha 6**

tel.: **+420 224 352 509**

IČO: **68407700**

DIČ: **CZ68407700**

## Anotační list

*Název zprávy:* **Studie k hodnocení svalové aktivity při sezení na balanční židli REDSPINAL**

*Title:* Muscle activity assessment during balance chair sitting - the study

*Číslo zprávy:* 12105/17/04

*Číslo smlouvy:* 870-8701004B001/053

*Vedoucí ústavu:* Prof. Ing. Milan Růžička, CSc.

*Vedoucí úkolu:* Ing. Radek Sedláček, Ph.D. ....

*Řešitelé:* Ing. Miloslav Vilímek, Ph.D. ....  
Ing. Jana Vondrová .....

*Bibliografické údaje:* 28 stran, 41 obrázků, 5 příloh

*Anotace:* Experimentální studie o aktivitě svalů při pohybech a sedu na balanční židli REDSPINAL, rehabilitačním míči a běžné kancelářské židli. Bylo ověřeno, že svalová aktivita měřeného posturálního svalstva při sezení na balanční židli je vyšší než při sedu na běžné kancelářské židli s pevným sedákem.

*Summary:* The experimental investigation on muscle activity during sitting and movement activity on the balance chair, therapy ball and "normal" office chair was done. It was found that the muscle activity during sitting on balance chair is significantly higher than during sitting on the office chair with fixed seat.

## Obsah

1	ÚVOD .....	3
2	METODIKA MĚŘENÍ .....	4
3	VÝSLEDKY .....	8
4	DISKUSE A ZÁVĚR .....	11
5	LITERATURA .....	11
	<b>PŘÍLOHA A – OZNAČENÍ A ZOBRAZENÍ UMÍSTĚNÍ JEDNOTLIVÝCH VYŠETŘOVANÝCH SVALŮ .....</b>	<b>12</b>
	<b>PŘÍLOHA B - POROVNÁNÍ AKTIVITY MĚŘENÝCH SVALŮ PŘI POHYBU NA BALANČNÍ ŽIDLI REDSPINAL, REHABILITAČNÍM MÍČI A BĚŽNÉ KANCELÁŘSKÉ ŽIDLI. JEDNÁ SE O DATA Z JEDNOHO MĚŘENÍ KONKRÉTNÍHO PROBANDA .....</b>	<b>14</b>
	<b>PŘÍLOHA C - POROVNÁNÍ MAXIMÁLNÍCH AKTIVIT MĚŘENÝCH SVALŮ PŘI POHYBU NA BALANČNÍ ŽIDLI REDSPINAL, REHABILITAČNÍM MÍČI A BĚŽNÉ KANCELÁŘSKÉ ŽIDLI. ....</b>	<b>18</b>
	<b>PŘÍLOHA D - POROVNÁNÍ MAXIMÁLNÍ AKTIVITY MĚŘENÝCH SVALŮ PŘI VŠECH POHYBECH .....</b>	<b>22</b>
	<b>PŘÍLOHA E – NATIVNÍ A NORMALIZOVANÉ AKTIVITY KONKRÉTNÍCH VALŮ .</b>	<b>24</b>

## 1 Úvod

Na základě smlouvy mezi ČVUT v Praze, Fakultou strojní a Peterem Knoblochem – 3D Modelle tiskárnou byla provedena analýza činnosti svalů dolní části trupu při sezení na balanční židli REDSPINAL. Předmětem analýzy bylo objektivní změření aktivity svalů v okolí páteře při sedu nebo pohybu na tzv. „balanční židli“, tj. židli, kde je sedací část uchycena k noze kloubem, kdy pohyblivost resp. naklápění v kloubu je omezeno tuhostí vinutých pružin kolem kloubu. Zároveň bylo provedeno kontrolní měření na běžné kancelářské židli s pevným uchycením sedáku k nohám, a dále pak porovnání svalové aktivity při sezení na tzv. rehabilitačním míči, který je určen mimo jiné i k zvýšení aktivity a posilování posturálního svalstva a tréninku funkce stability axiálního systému člověka.



Obr. 2.1: Balanční židle REDSPINAL.

## 2 Metodika měření

Měření svalové aktivity bylo provedeno pomocí elektromyografie za současné registrace pohybu.

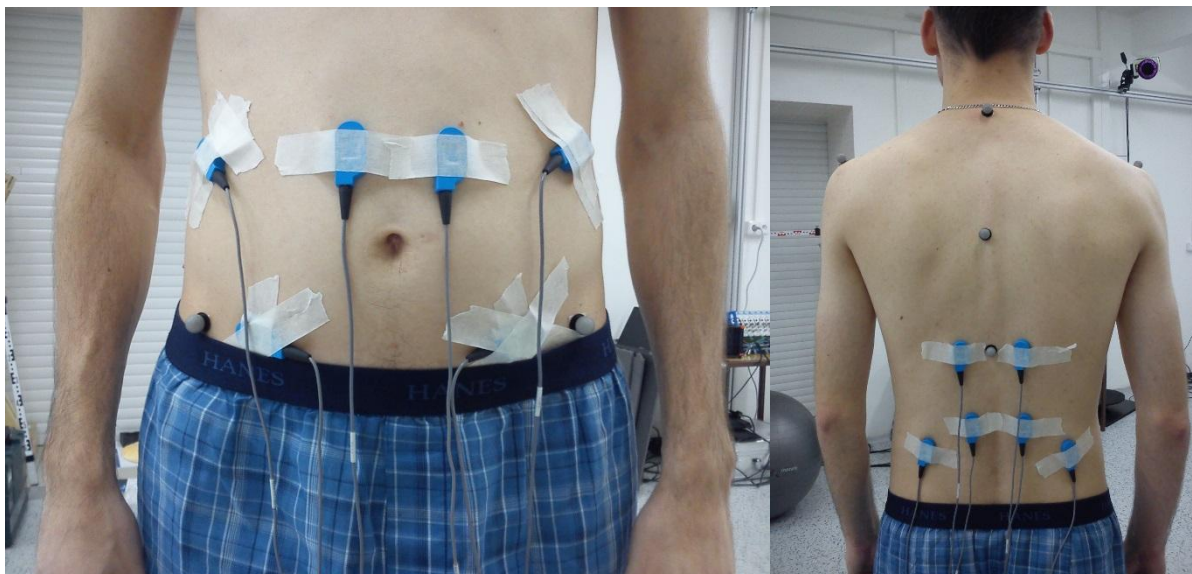
Elektromyografie (EMG) je vyšetřovací metoda, která je založena na snímání povrchové nebo intramuskulární svalové aktivity. Zaznamenává změnu elektrického potenciálu, ke které dochází při svalové aktivaci. V případě tohoto měření byla použita tzv. povrchová elektromyografie, kdy elektrody pro snímání svalové aktivity byly umístěny na povrchu těla, na kůži, v místě, kde se pod povrchem nachází příslušný sval nebo svalová skupina, viz. obrázek 2.2, jejichž činnost je potřeba změřit. EMG signál je výsledkem sledu akčních potenciálů motorických jednotek, které jsou detekovány povrchovou elektrodou v blízkosti kontrahovaných svalových vláken. U povrchové EMG prochází akční potenciál (AP) přes přilehlé svalové tkáně (hlavně tuk a kůži), na jejímž povrchu jsou detekovány. Z tohoto důvodu je zřejmé, že EMG signál je ovlivněn způsobem a místem umístění, a také velikostí tuku pod kůží. Signál z jednoho „nalepení“ elektrody je unikátní a obecně není porovnatelný s jiným signálem z jiného „nalepení“ elektrody, byť ze stejného místa.

Měření bylo provedeno na 4 pokusných osobách, které byly vyšetřeny fyzioterapeutem kvůli eliminaci svalových poranění a zlomenin v oblasti pánve a bederní páteře, s negativním výsledkem.

Vyšetřovanými svaly byly: *erector spinae* (hrudní a lumbální), *rectus abdominis*, *external obliquus*, *internal obliquus*, *quadratus lumborum*, a to vždy symetricky na levé a pravé straně těla. Umístění jednotlivých měřených svalů je zřejmé z **přílohy A**.

Pro porovnání EMG signálu mezi jednotlivými elektrodami/svaly bylo nutné signál tzv. normalizovat pomocí signálu generovaného při maximální izometrické kontrakci. Tento normalizační signál musí být pořízen při současném nalepení elektrod jako signál normalizovaný. Takto normalizovaný signál, který slouží ke stanovení procentuální výše aktivity svalu (0 až 100%) může být porovnáván mezi různými svaly jedné osoby, různými svaly různých osob apod. při různých nalepeních EMG elektrod.

Před samotným umístěním EMG elektrod na kůži předcházelo tzv. palpační vyšetření pokusné osoby fyzioterapeutem, kdy bylo vyznačeno vhodné umístění EMG elektrod a markerů pro registraci pohybu IR kamerami. Elektrody se zpravidla umísťují do oblasti svalového břicha, což u svalů páteře není obecně pro laika na první pohled zřejmé.



Obr. 2.2: Umístění elektrod na trupu měřené osoby.

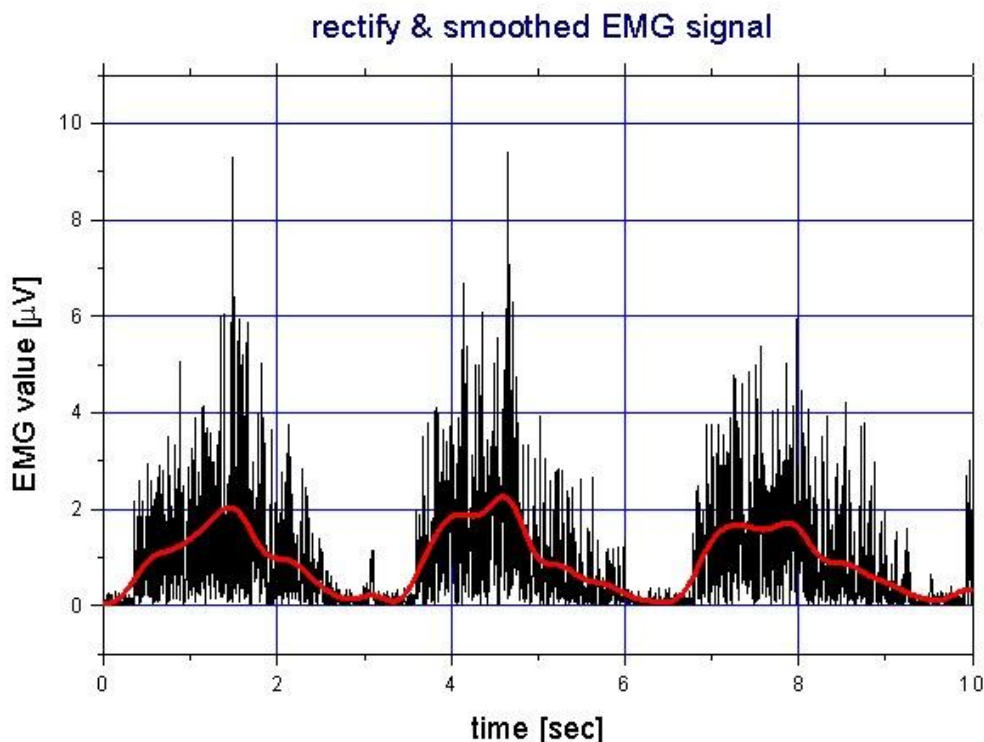
Měřenými pohyby byly pravo - levý úklon, flexe – extenze trupu, a to vždy do možného maximálního pohybu. Vždy se jednalo o vychýlení těla o úhel cca 30°, vychýlení balanční židle bylo při aktivním pohybu trupu vždy o cca 5° menší. Dále pak sezení a „vrtění se“ při „normální“ poloze sedu, kdy horní část těla byla vzpřímená a svírala s končetinami pravý úhel. Tyto pohyby byly provedeny na „balanční židli“ REDSPINAL a rovněž byly provedeny u všech osob při sedu na rehabilitačním míči a jedno kontrolní měření bylo provedeno na běžné kancelářské židli.

Pro experimentální vyšetření aktivity svalů bylo použito 16 kanálového EMG systému – výrobce Motion Lab Systems, MA300-28. Použity byly bipolární elektrody se zabudovanou referenční elektrodou.

Pro registraci pohybu byl použit systém „Qualisys“ s 6-ti IR kamerami, kdy byl sledován pohyb markerů umístěných na pokusné osobě a na „balanční židli“.

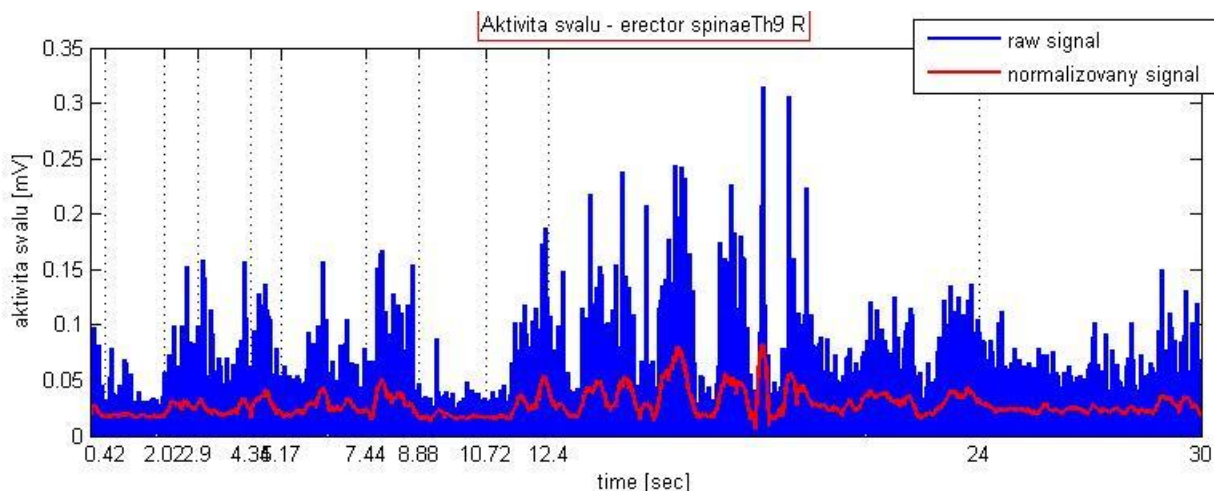
Jedno vyšetření aktivity svalů pohybu a sedu trvalo 30 sec., a byly provedeny všechny pohyby za sebou. Aktivita svalů při tzv. maximální izometrické volní kontrakci (MVC) byla vyšetřena pomocí svalového testu podle Jandy [1]. Data získaná při MVC byla použita k normalizaci získaných signálů aktivity jednotlivých svalů.

Zpracování EMG signálu proběhlo tak, že byly odfiltrovány frekvence nefyziologického charakteru, frekvence nižší než 20 Hz a vyšší než 500 Hz pomocí dvoupásmového filtru. Frekvence střídavého elektrického napětí (50 Hz), bylo odfiltrováno hardwarově. Nativní EMG data byla nejprve ofsetována, tak aby splňovala předpoklad, že EMG signál je střídavý signál oscilující stejnou vahou do kladných i záporných hodnot. Následovala tzv. rektifikace, tj. přehození záporných hodnot do kladných a vyhlazení amplitudy EMG signálu.



Obr. 2.3: Příklad vyhlazení EMG signálu, nenormalizovaného.

Vyhlazený EMG signál byl normalizován maximální hodnotou takto zpracovaného signálu získaného při maximální volní kontrakci, vždy pro každý měřený sval zvlášť. Výsledkem jsou normalizované hodnoty svalové aktivity, jež je možno navzájem porovnávat.



Obr. 2.4: Příklad normalizovaného signálu (červený) a nativního rektifikovaného nenormalizovaného signálu (modrý) získaného pro konkrétní sval při jednom měření.

Z analýzy pohybu byly stanoveny časy konkrétních pohybů při měření, například: úklon vpravo (čas 0,42-2,02 sec), úklon vpravo zpět (čas 2,02-2,94 sec), úklon vlevo (čas 2,9-4,34 sec), úklon vlevo zpět (čas 4,34-5,17 sec), předklon (čas 5,17-7,44 sec), předklon zpět (čas

7,44-8,88 sec), záklon (čas 8,88-10,72 sec), záklon zpět (čas 10,72-12,4 sec), sed a „vrtění se“ na židli (čas 12,4-24 sec), viz. rozdělení grafu po ose x, obrázek 2.4. Z časových úseků jednotlivých pohybů lze předpokládat aktivitu kontrahujících se svalů.

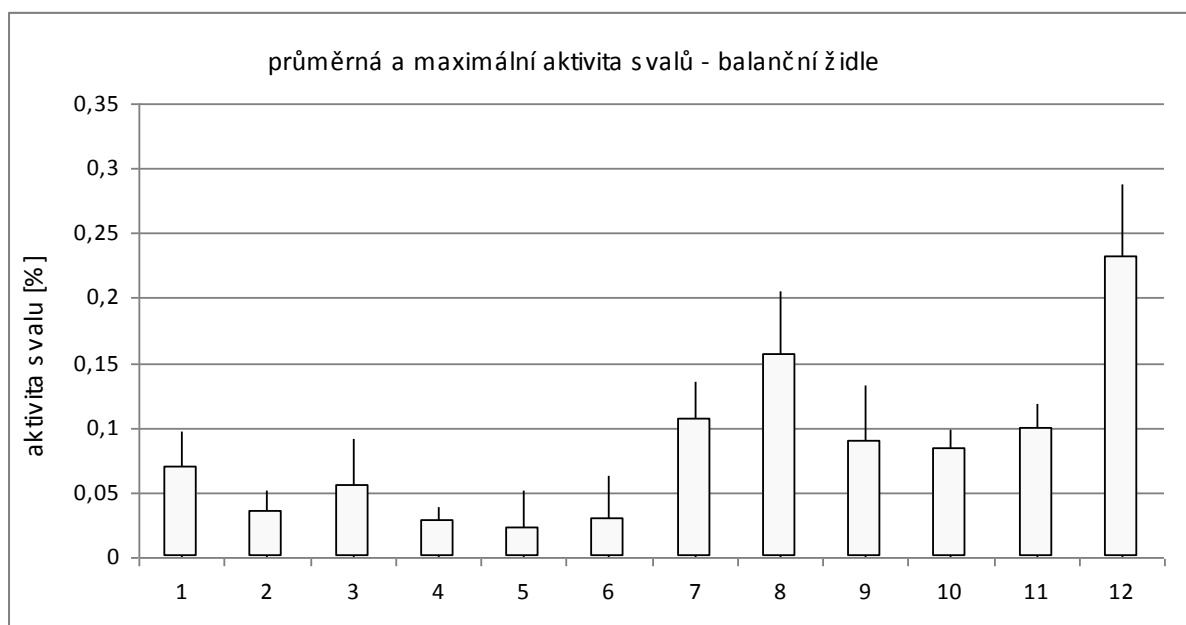


### 3 Výsledky

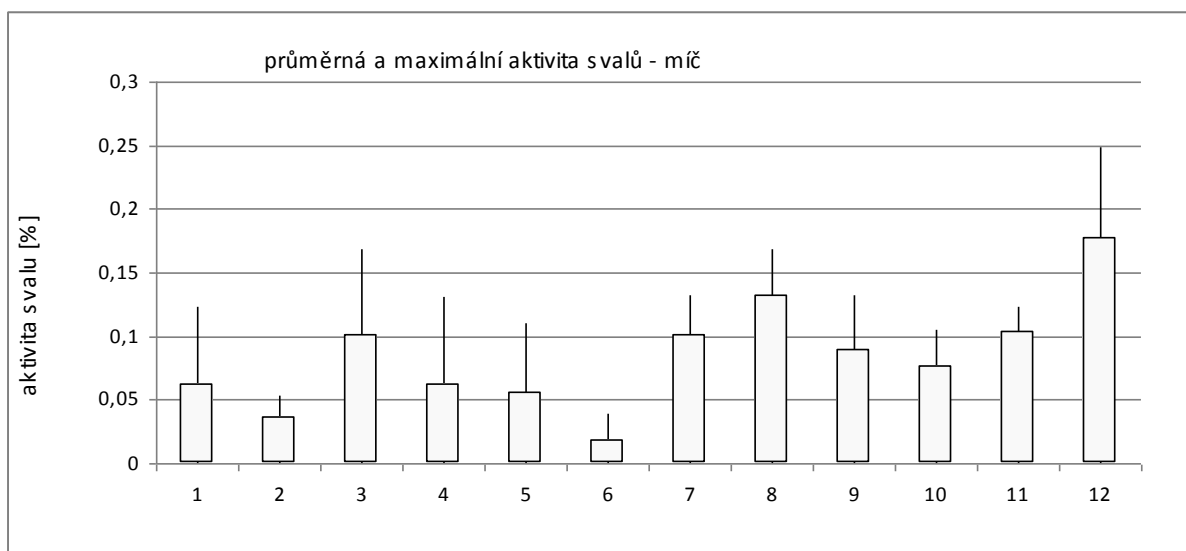
Výsledkem této studie, které se zúčastnili 4 probandi (dvě ženy a dva muži ve věku 20-22 let), je stanovení aktivity vyšetřovaných svalů při zadaných pohybech a sedu na „balanční židli“ REDSPINAL, rehabilitačním míči a kancelářské židli. Bylo provedeno vždy po dvou měřeních na balanční židli REDSPINAL a rehabilitačním míči. U jednoho probanda bylo provedeno kontrolní měření na „běžné“ kancelářské židli. Získané aktivity svalů jsou dle předpokladu relativně malé, neboť se nejedná o aktivní silové pohyby, ale svaly ve většině sledovaných pohybů konají „pouze“ svoji stabilizující funkci.

Průměrné hodnoty svalové aktivity napříč spektrem všech pohybů jsou znázorněno v grafech obrázků 3.1 až 3.3. Pod čísla na ose x jsou zobrazeny jednotlivé vyšetřované svaly: 1 - rectus abdominis pravý, 2 - rectus abdominis levý, 3 - external obliquus pravý, 4 - external obliquus levý, 5 - internal obliquus pravý, 6 - internal obliquus levý, 7 - erector spinae hrudní pravý, 8 - erector spinae hrudní levý, 9 - erector spinae lumbální pravý, 10 - erector spinae lumbální levý, 11 - quadratus lumborum pravý, 12 - quadratus lumborum levý, viz tabulka A.1 v příloze A.

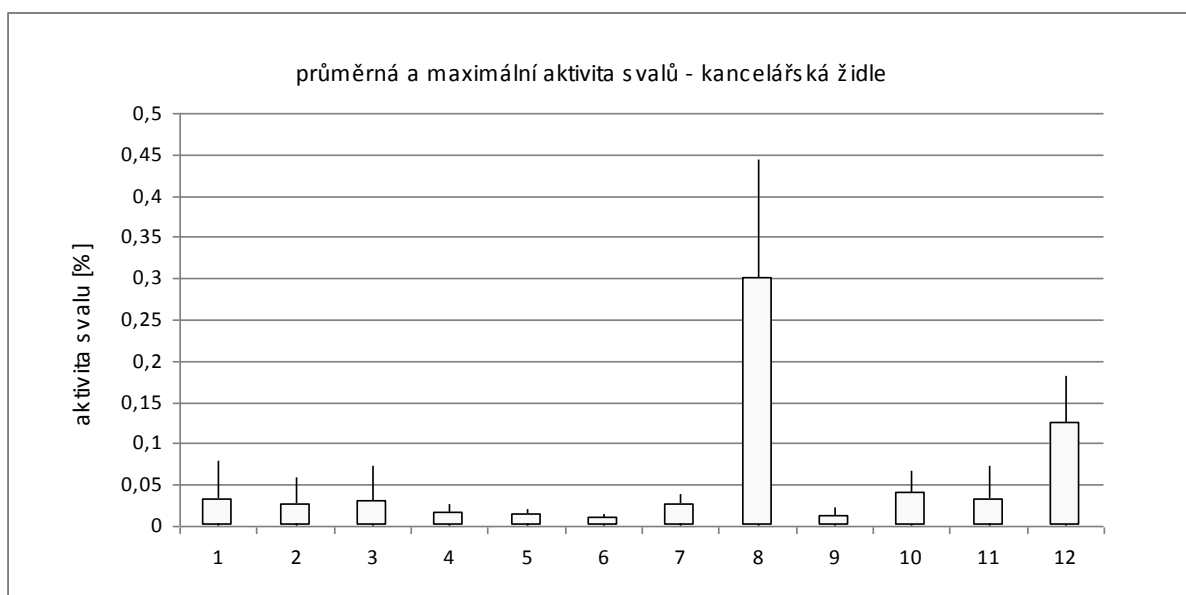
Ze sloupcových grafů, obrázků 3.1. až 3.3, je patrná obecně vyšší aktivita zádočných svalů (svaly 7-10 erectors, 11-12 quadratus lumborum). Je také zřejmé, že oproti běžné kancelářské židli, obrázek 3.3, je aktivita měřených svalů při sedu a pohybu na balanční židli REDSPINAL a rehabilitačním míči i několikanásobně vyšší.



Obr. 3.1: Výsledná průměrná aktivita svalů při sezení a pohybu na balanční židli REDSPINAL. Hodnota 0 - 0%, hodnota 1 představuje 100%.



Obr. 3.2: Výsledná průměrná aktivita svalů při sezení a pohybu na rehabilitačním míči. Hodnota 0 - 0%, hodnota 1 představuje 100%



Obr. 3.3: Výsledná průměrná aktivita svalů při sezení a pohybu na kancelářské židli s pevným spojením sedáku a nohy. Hodnota 0 - 0%, hodnota 1 představuje 100%

V tabulce 3.1 je uvedeno procentuální vyjádření aktivity vybraných svalů při sedu a pohybu při sedu vzhledem k aktivitě na kancelářské židli, která byla brána jako (100%). Oproti kancelářské židli je aktivita svalů při sedu na balanční židli cca 2x větší. V tabulce 3.2 je vyjádřena procentuální aktivita vybraných svalů při sedu a pohybu při sedu vzhledem k jejich maximální možné aktivitě. Je například vidět, že nejvyšších hodnot dosahují zádové svaly (erectory a quadratus lumborum). Obecně jsou aktivity vyšetřovaných svalů nízké, avšak rozdíly při sedu na jednotlivých židlích a rehabilitačním míči jsou zřejmé. Detailní výsledky pro konkrétní pohyby zvláště jsou uvedeny v **příloze B a C**. Aktivita měřených svalů při

jednotlivých pohybech na konkrétních židlích a míči je zřejmá z **přílohy D**. Příklad rozdílu mezi nativním a normalizovaným a vyhlazeným signálem je v **příloze E**.

Tabulka 3.1: Procentuální vyjádření aktivity vybraných svalů při sedu a pohybů při sedu vzhledem k aktivitě na kancelářské židli (100%).

AKTIVITA [%]	Rectus abdominis R	Rectus abdominis L	Obliquus externus R	Obliquus externus L	Obliquus internus R	Obliquus internus L	Erector spinae Th9 R	Erector spinae Th9 L	Erector spinae L1 R	Erector spinae L1 L	Quadratus lumborum	Quadratus lumborum
balanční židle	221	133	180	175	169	301	424	52	718	212	317	186
rehabilitační míč	195	133	328	377	423	181	399	44	714	195	328	141
kancelářská židle	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabulka 3.2: Procentuální vyjádření aktivity vybraných svalů při sedu a pohybů při sedu vzhledem k maximální možné aktivitě konkrétního svalu.

AKTIVITA [%]	Rectus abdominis R	Rectus abdominis L	Obliquus externus R	Obliquus externus L	Obliquus internus R	Obliquus internus L	Erector spinae Th9 R	Erector spinae Th9 L	Erector spinae L1 R	Erector spinae L1 L	Quadratus lumborum	Quadratus lumborum
balanční židle	7	4	6	3	2	3	10	16	9	8	10	23
rehabilitační míč	6	4	10	6	6	2	10	13	9	8	10	18
kancelářská židle	3	3	3	2	1	1	3	30	1	4	3	12

## 4 Diskuse a závěr

Výsledkem této studie je zjištění, že při pohybu a sedu na tzv. „balanční židli“, dochází k aktivování svalstva v oblasti trupu a bederní páteře, které je cca 2x vyšší než při sedu na „normální“ kancelářské židli. Každý pohyb sedací části židle, která není pevná, aktivuje předmětné svaly tak, že se snaží stabilizovat páteř do vzpřímené polohy. Toto bylo zjištěno u většiny svalů, které byly experimentálně vyšetřovány. Limit použité metodiky je, že byly měřeny pouze svaly, jejichž hlavní část je pod povrchem kůže a měřenými probandy nebyli sportovně a fyzicky aktivní osoby. Dále byl limitující i nízký počet probandů (pouze 4). I tak bylo ověřeno, že více aktivní jsou svaly, které jsou v pohybu.

**Tato experimentální studie prokázala i na takto malém počtu probandů, že aktivita svalů stabilizujících páteř je u balanční židle REDSPINAL mnohem vyšší než na běžné židli s pevným sedákem a podobá se sedu na tzv. rehabilitačním míči. Není tedy vyloučeno, že využití tohoto typu tzv. balanční židle, bude mít za následek zmírnění faktorů ovlivňující vznik chronických bolestí a dalších problémů v oblasti bederní páteře, které postihují osoby mající sedavá zaměstnání.**

Závěry této studie jsou v souladu s výsledky publikovanými v odborné literatuře [2].

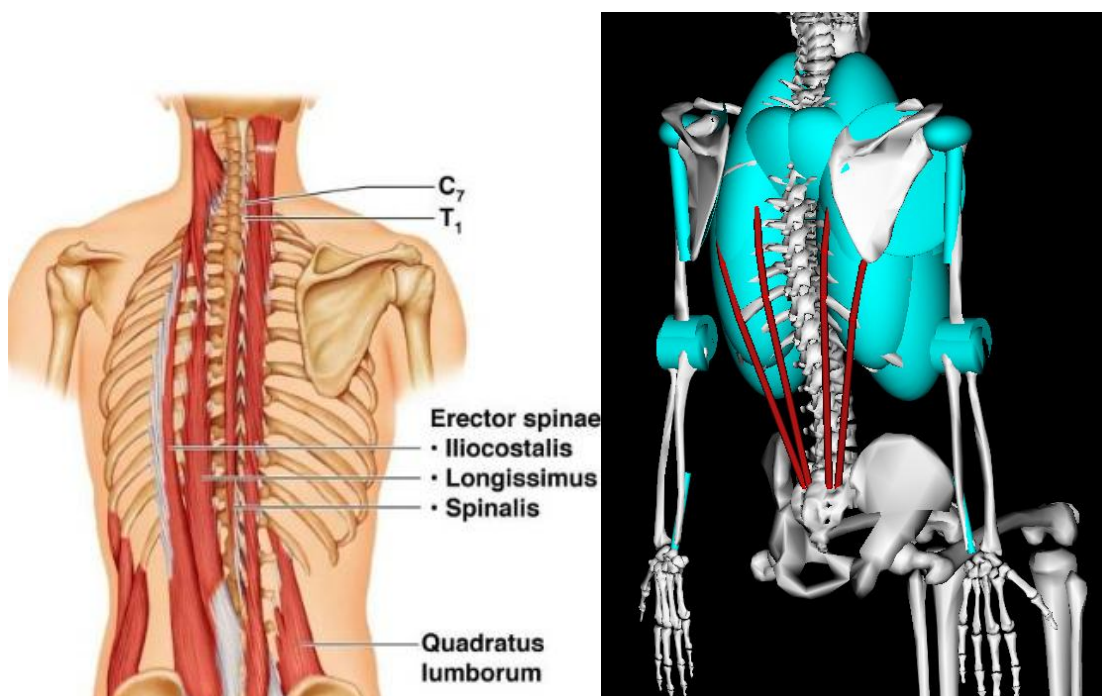
## 5 Literatura

- [1] JANDA, Vladimír. *Svalové funkční testy*. 1.vyd. Praha: Grada, 2004. 325 s. ISBN 80-247-0722-5.
- [2] Diane E. Gregory, Nadine M. Dunk, and Jack P. Callaghan Stability Ball Versus Office Chair: Comparison of Muscle Activation and Lumbar Spine Posture During Prolonged Sitting *HUMAN FACTORS*, Vol. 48, No. 1, Spring 2006, pp. 142–153.

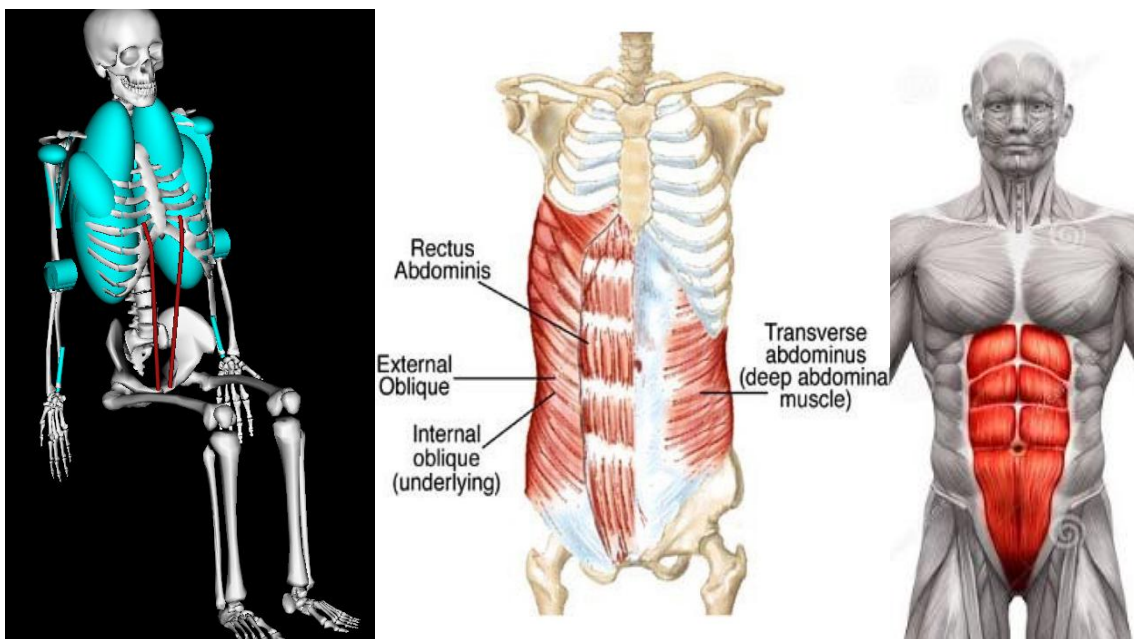
## Příloha A – Označení a zobrazení umístění jednotlivých vyšetřovaných svalů

Tabulka: A.1 Tabulka měřených svalů.

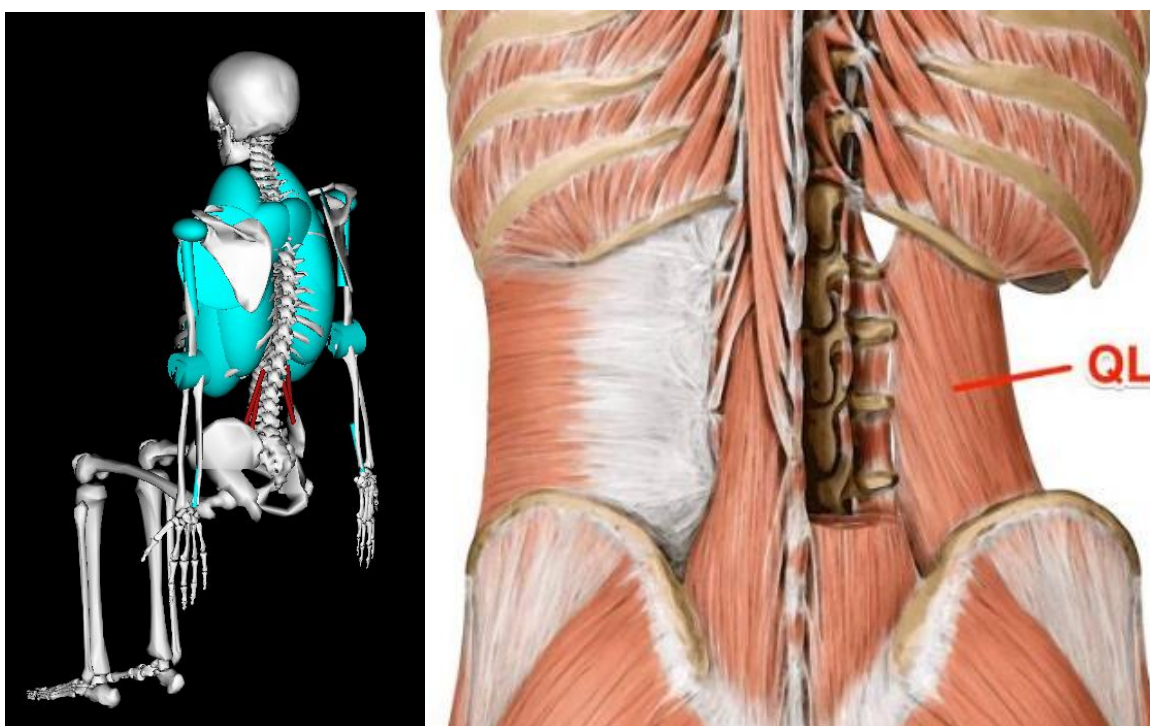
č.	sval	zkratka
1	rectus abdominis pravý	RA-R
2	rectus abdominis levý	RA-L
3	obliquus externus pravý	OE-R
4	obliquus externus levý	OE-L
5	obliquus internus pravý	OI-R
6	obliquus internus levý	OI-L
7	erector spinae hrudní část Th9 pravý	ERu-R
8	erector spinae hrudní část Th9 levý	ERu-L
9	erector spinae bederní část L1 pravý	ERd-R
10	erector spinae bederní část L1 levý	ERd-L
11	quadratus lumborum pravý	QL-R
12	quadratus lumborum levý	QL-L



Obrázek A.1: Umístění svalu Erector spinae a jeho jednotlivých částí na zádech.

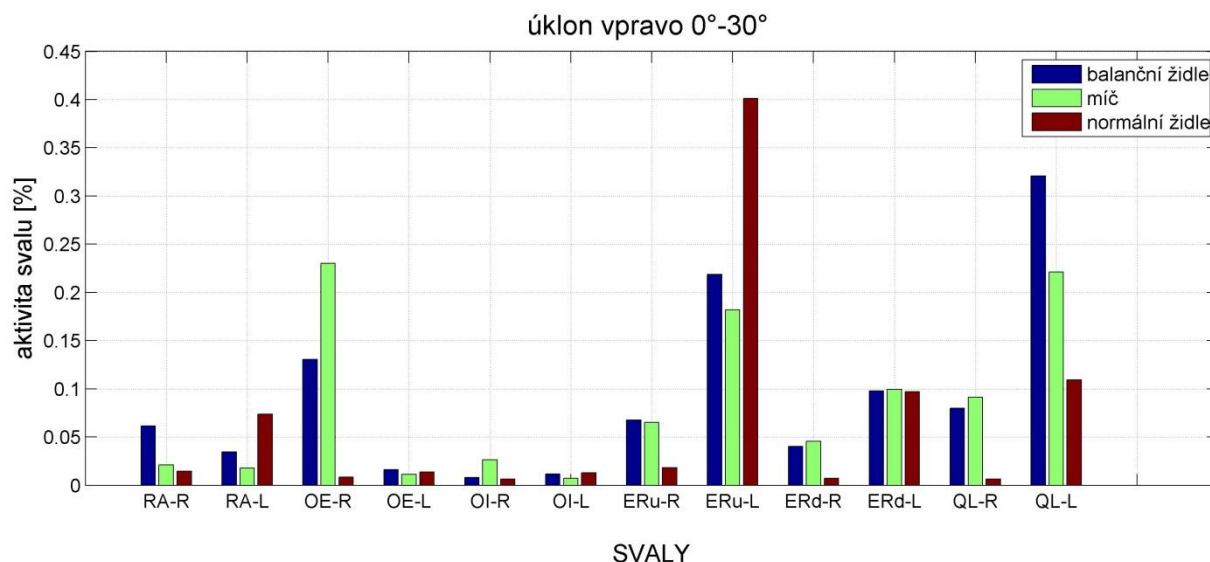


Obrázek A.2: Umístění svalu Rectus abdominis na přední části břicha a svaly Internal a External obliquus na bocích břicha.

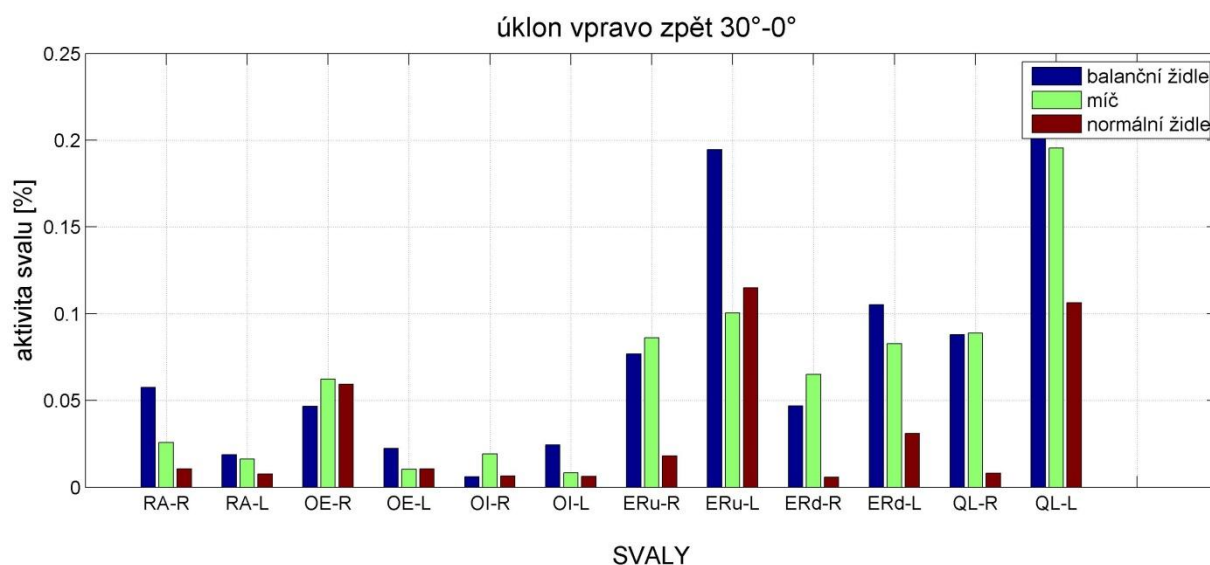


Obrázek A.3: Umístění svalů Quadratus lumborum v zadní dolní části trupu (mezi pánevní kostí a bederními obratli).

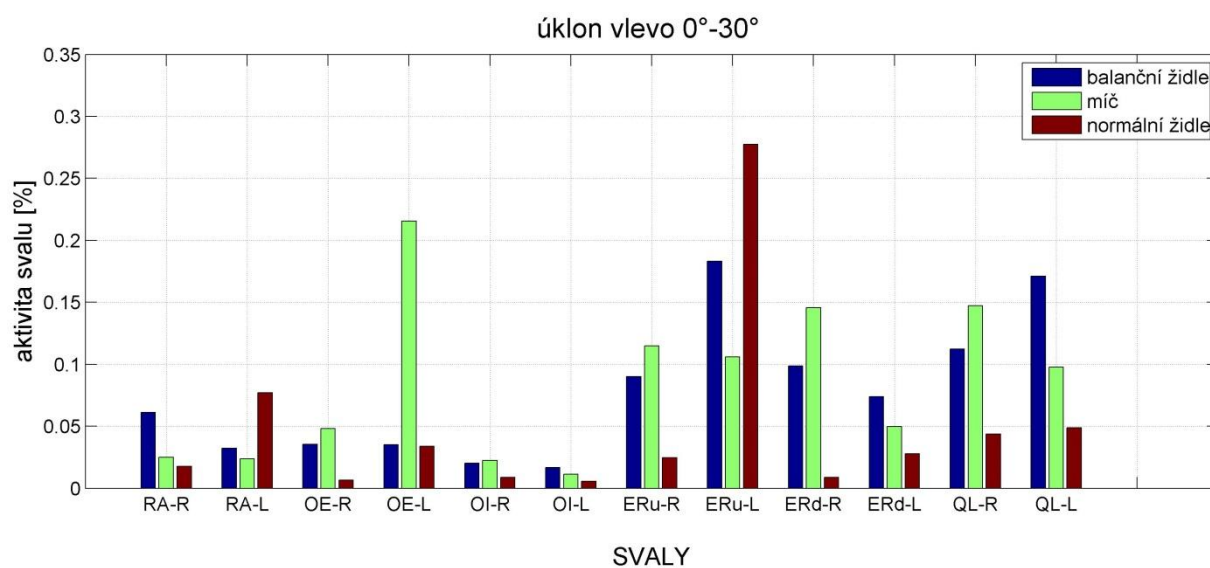
**Příloha B - Porovnání aktivity měřených svalů při pohybu na balanční židli RedSpinal, rehabilitačním míči a běžné kancelářské židli. Jedná se o data z jednoho měření konkrétního probanda.**



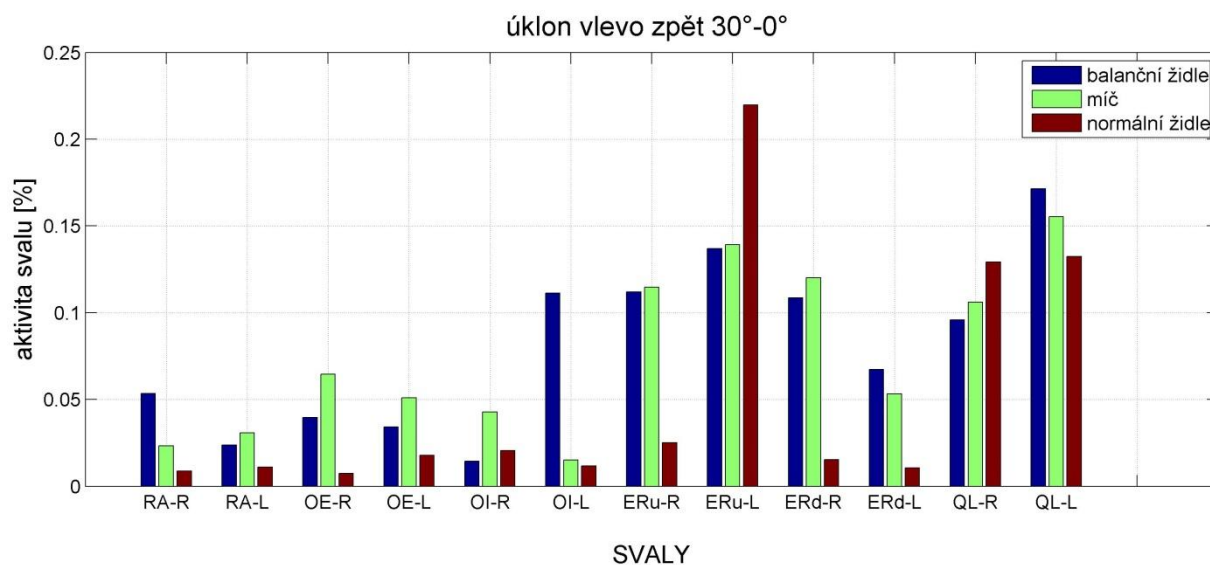
Obrázek B.1: Graf porovnání aktivity měřených svalů při úklonu vpravo o 30°. Poloha 0° je výchozí, a jedná se o pozici kdy je páteř měřené osoby ve svislé poloze. Porovnávána je aktivita při pohybu na balanční židli RedSpinal, rehabilitačním míči a běžné kancelářské židli.



Obrázek A.B: Graf porovnání aktivity měřených svalů při úklonu z vychýlené polohy zprava ze 30° zpět do svislé polohy 0°. Porovnávána je aktivita při pohybu na balanční židli RedSpinal, rehabilitačním míči a běžné kancelářské židli.

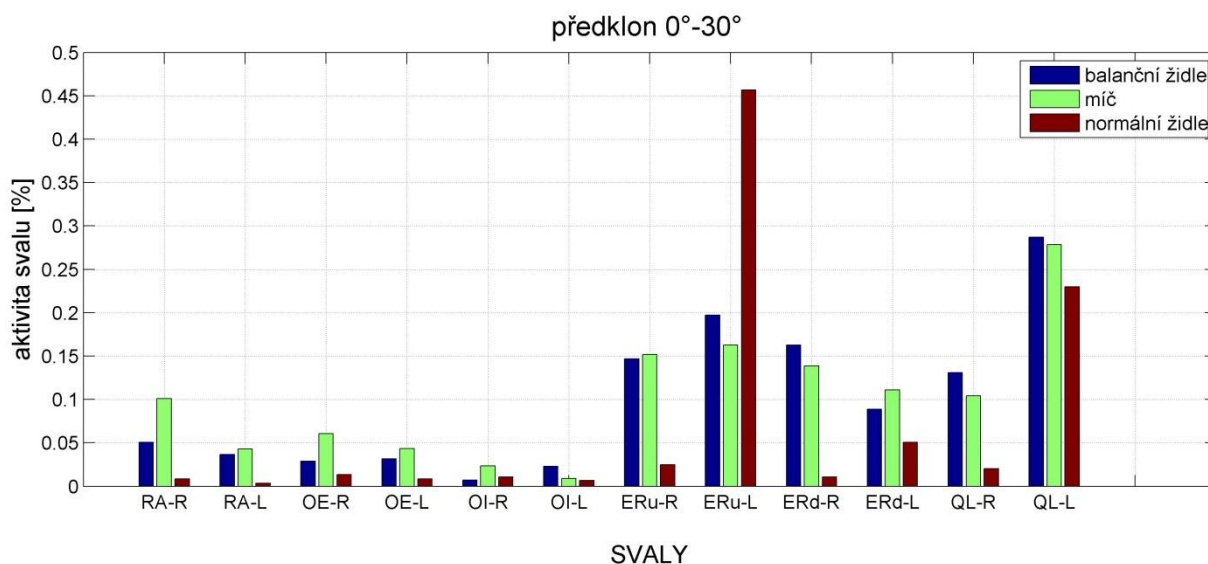


Obrázek B.3: Graf porovnání aktivity měřených svalů při úklonu vlevo o 30°. Poloha 0° je výchozí, a jedná se o pozici kdy je páteř měřené osoby ve svislé poloze. Porovnávána je aktivita při pohybu na balanční židli RedSpinal, rehabilitačním míči a běžné kancelářské židli.

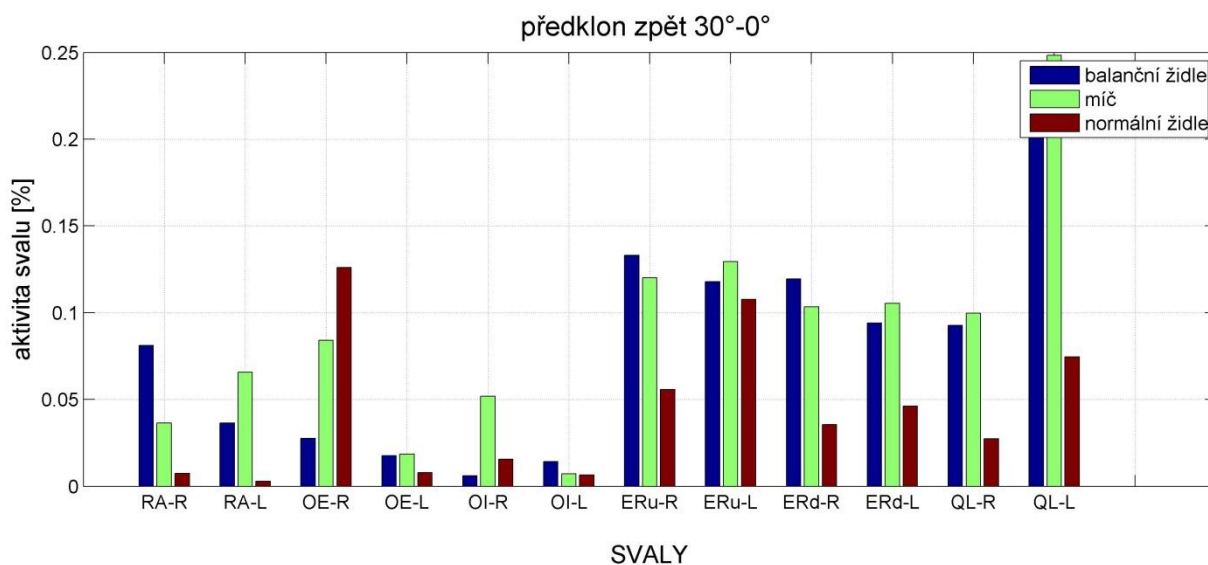


Obrázek A.B: Graf porovnání aktivity měřených svalů při úklonu z vychýlené polohy zleva ze 30° zpět do svislé polohy 0°. Porovnávána je aktivita při pohybu na balanční židli RedSpinal, rehabilitačním míči a běžné kancelářské židli.

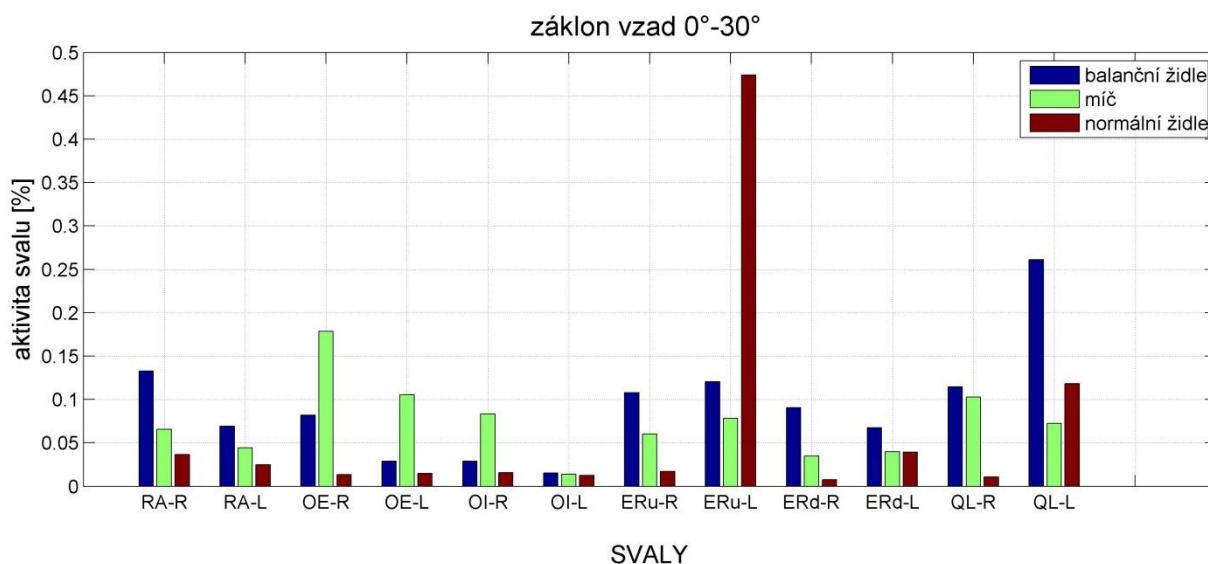




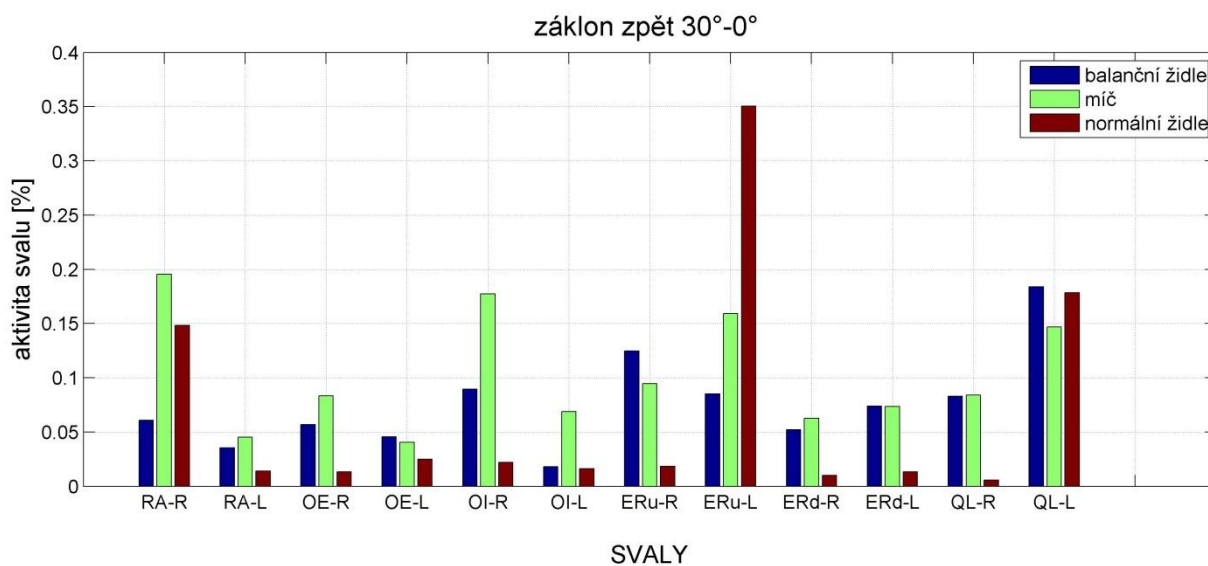
Obrázek B.5: Graf porovnání aktivity měřených svalů při předklonu o cca 30°. Poloha 0° je výchozí, a jedná se o pozici kdy je páteř měřené osoby ve svislé poloze. Porovnávána je aktivita při pohybu na balanční židli RedSpinal, rehabilitačním míči a běžné kancelářské židli.



Obrázek B.6: Graf porovnání aktivity měřených svalů při pohybu z předklonu, z vychýlené polohy cca 30° zpět do svislé polohy 0°. Porovnávána je aktivita při pohybu na balanční židli RedSpinal, rehabilitačním míči a běžné kancelářské židli.

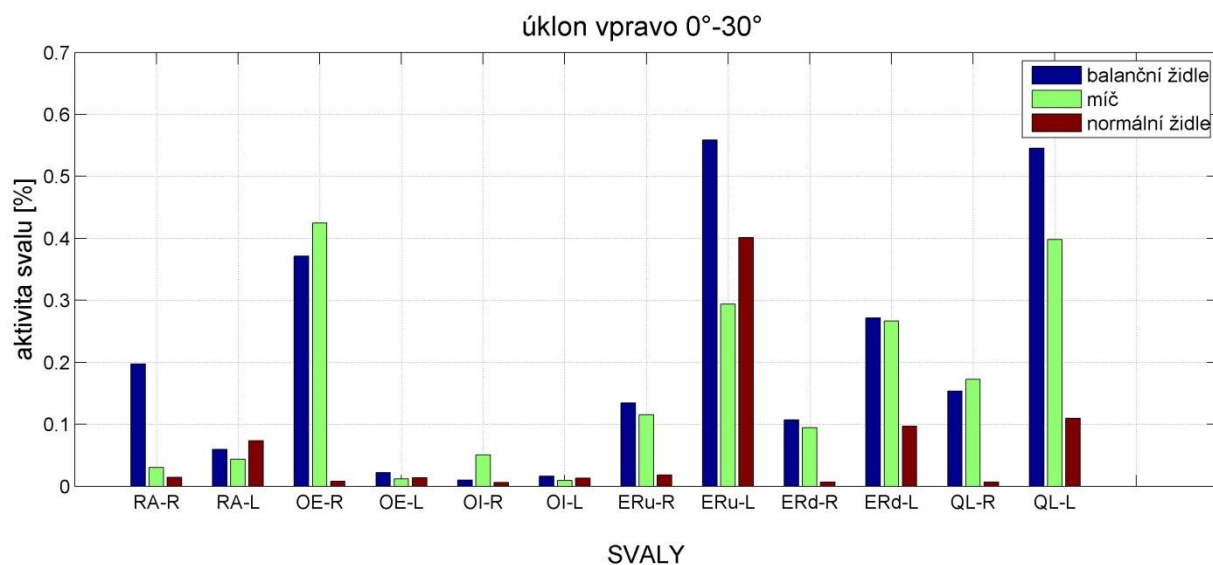


Obrázek B.7: Graf porovnání aktivity měřených svalů při záklonu o cca 30°. Poloha 0° je výchozí, a jedná se o pozici kdy je páteř měřené osoby ve svislé poloze. Porovnávána je aktivita při pohybu na balanční židli RedSpinal, rehabilitačním míči a běžné kancelářské židli.

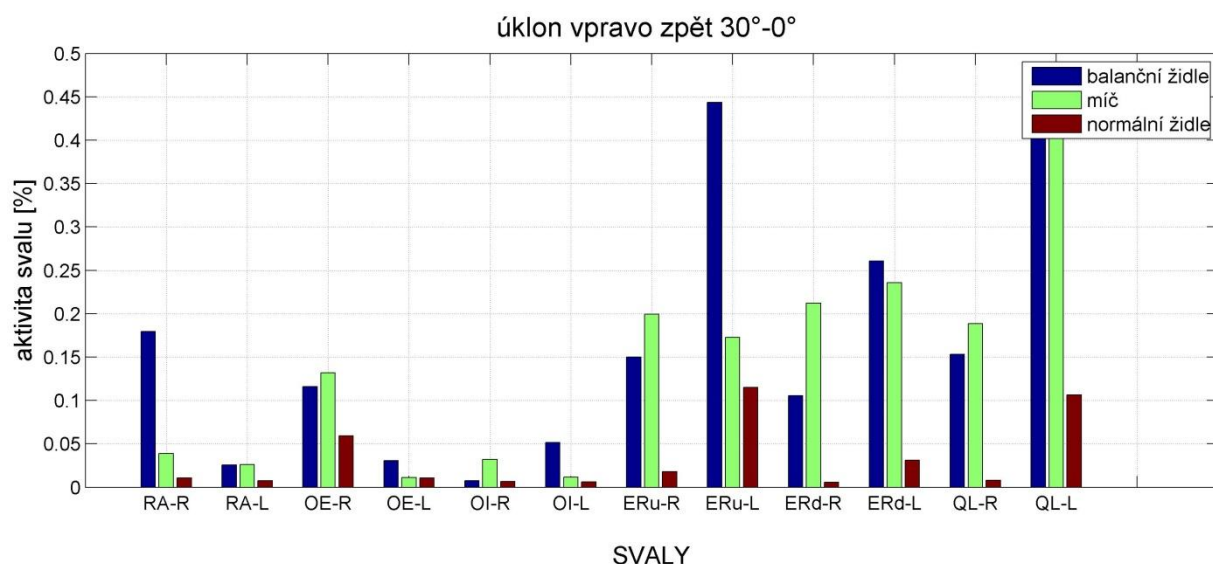


Obrázek B.8: Graf porovnání aktivity měřených svalů při pohybu ze záklonu cca 30° zpět do svislé polohy 0°. Porovnávána je aktivita při pohybu na balanční židli RedSpinal, rehabilitačním míči a běžné kancelářské židli.

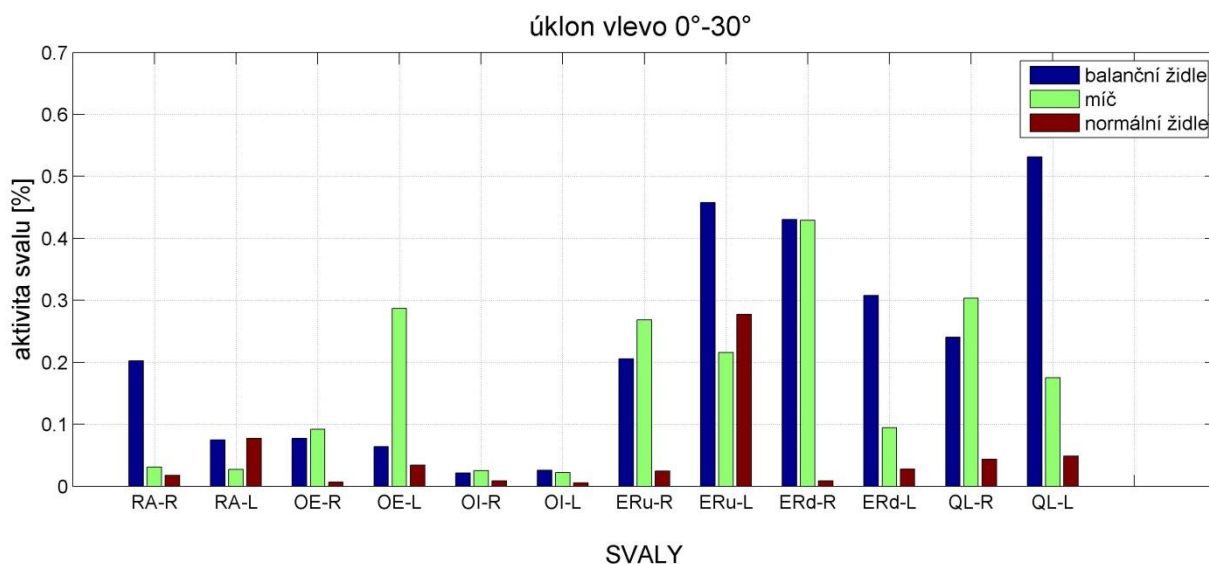
### Příloha C - Porovnání maximálních aktivit měřených svalů při pohybu na balanční židli RedSpinal, rehabilitačním míči a běžné kancelářské židli.



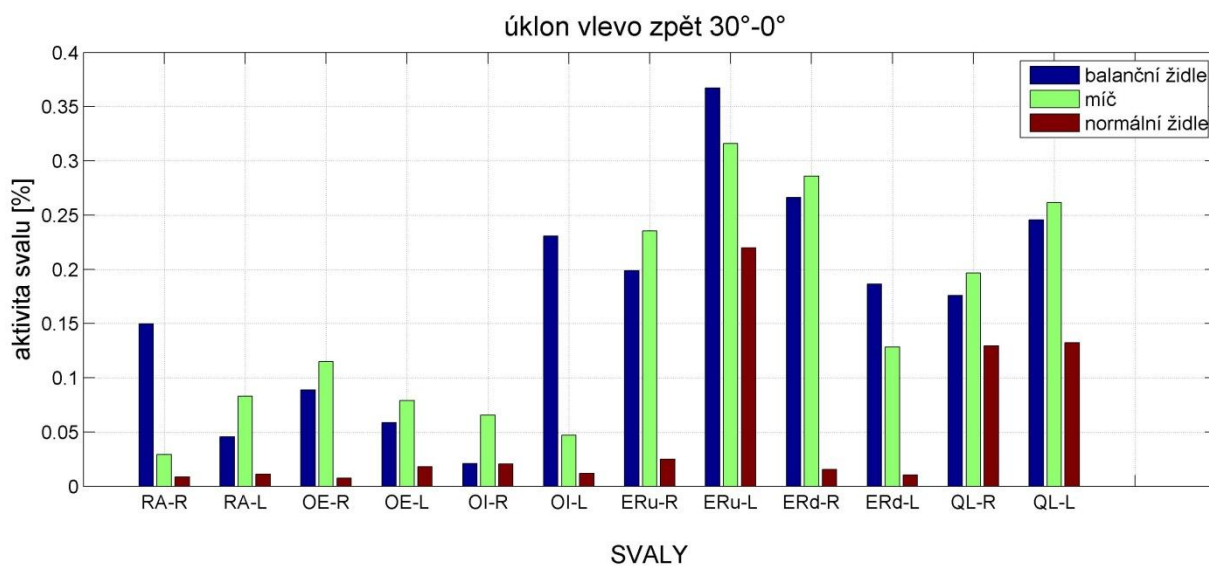
Obrázek C.1: Graf porovnání maximální aktivity měřených svalů při úklonu vpravo o 30°. Poloha 0° je výchozí, a jedná se o pozici kdy je páteř měřené osoby ve svislé poloze. Porovnávána je aktivita při pohybu na balanční židli RedSpinal, rehabilitačním míči a běžné kancelářské židli.



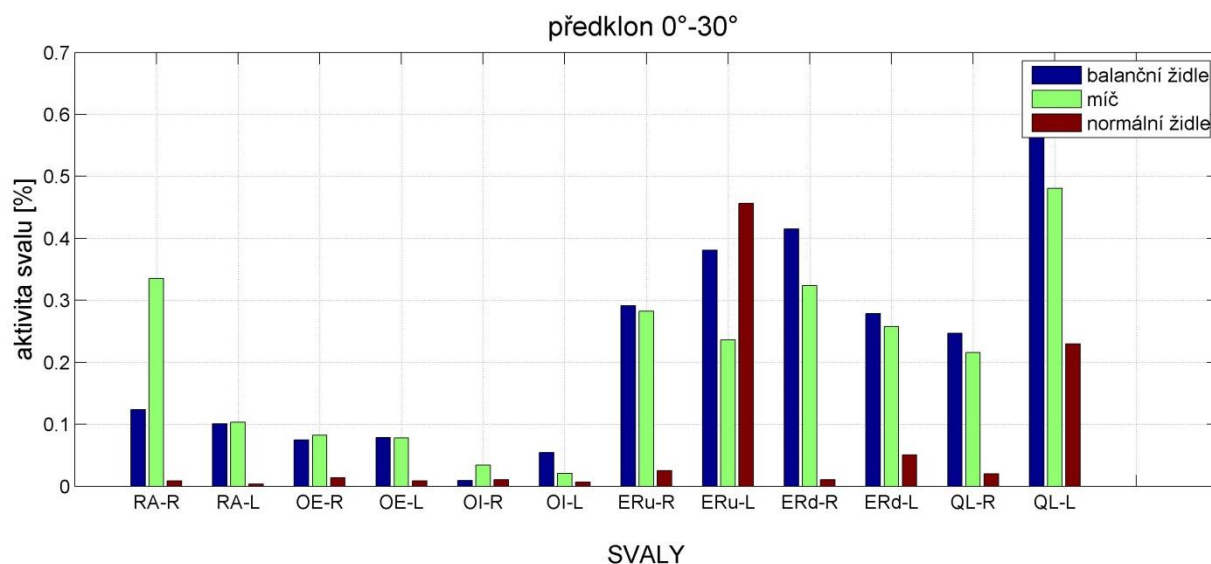
Obrázek C.2: Graf porovnání maximální aktivity měřených svalů při úklonu z vychýlené polohy vprava ze 30° zpět do svislé polohy 0°. Porovnávána je aktivita při pohybu na balanční židli RedSpinal, rehabilitačním míči a běžné kancelářské židli.



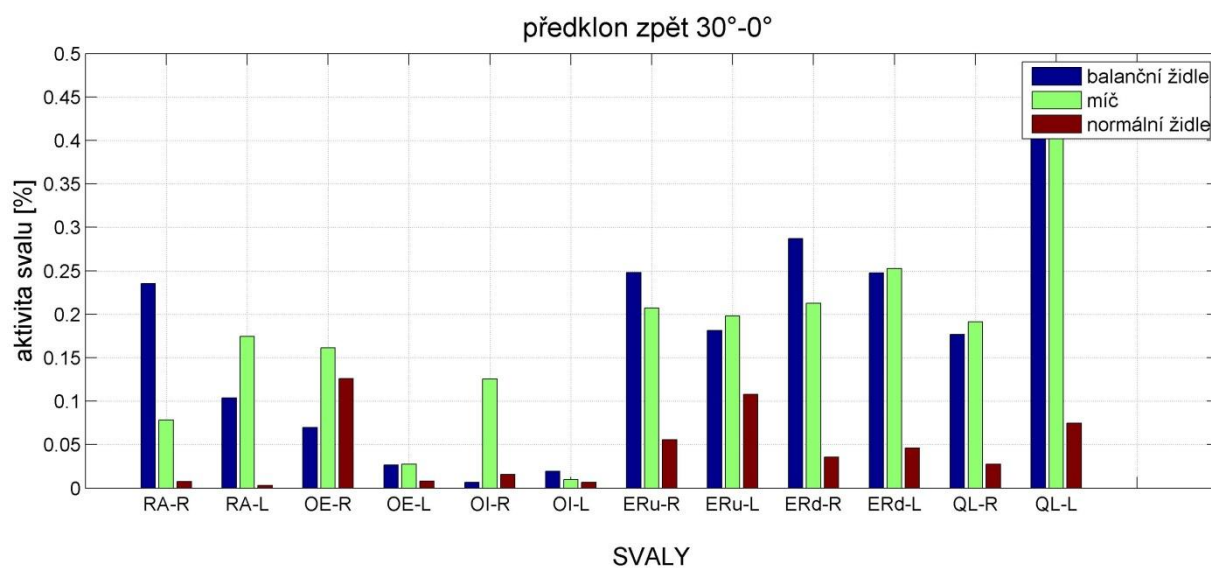
Obrázek C.3: Graf porovnání maximální aktivity měřených svalů při úklonu vlevo o 30°. Poloha 0° je výchozí, a jedná se o pozici kdy je páteř měřené osoby ve svislé poloze. Porovnávána je aktivita při pohybu na balancní židli RedSpinal, rehabilitačním míči a běžné kancelářské židli.



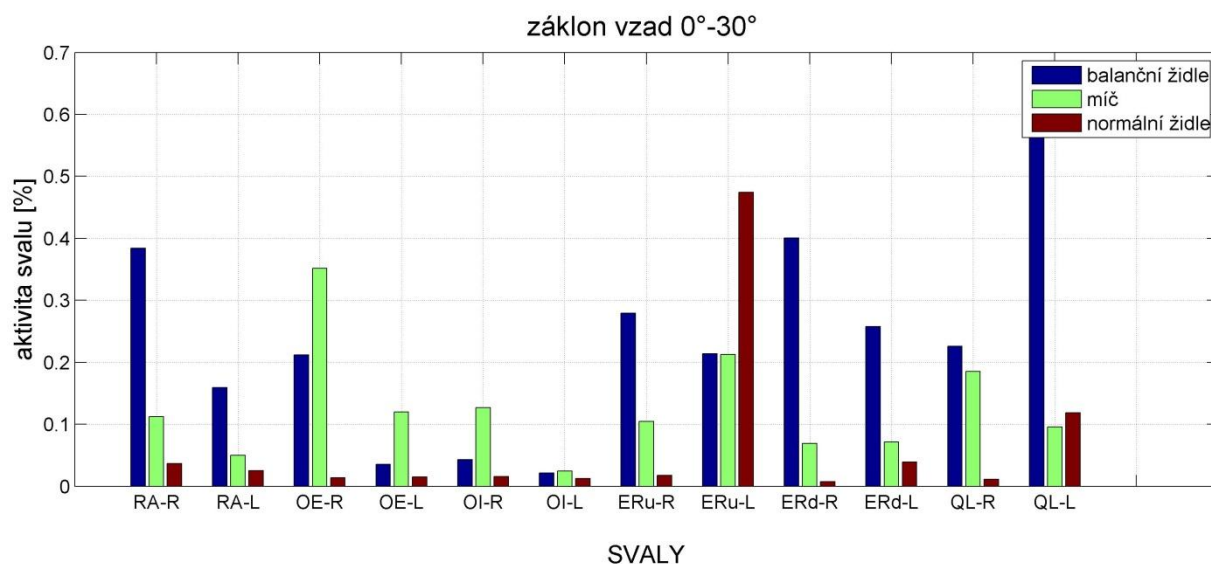
Obrázek C.4: Graf porovnání maximální aktivity měřených svalů při úklonu z vychýlené polohy zleva ze 30° zpět do svislé polohy 0°. Porovnávána je aktivita při pohybu na balancní židli RedSpinal, rehabilitačním míči a běžné kancelářské židli.



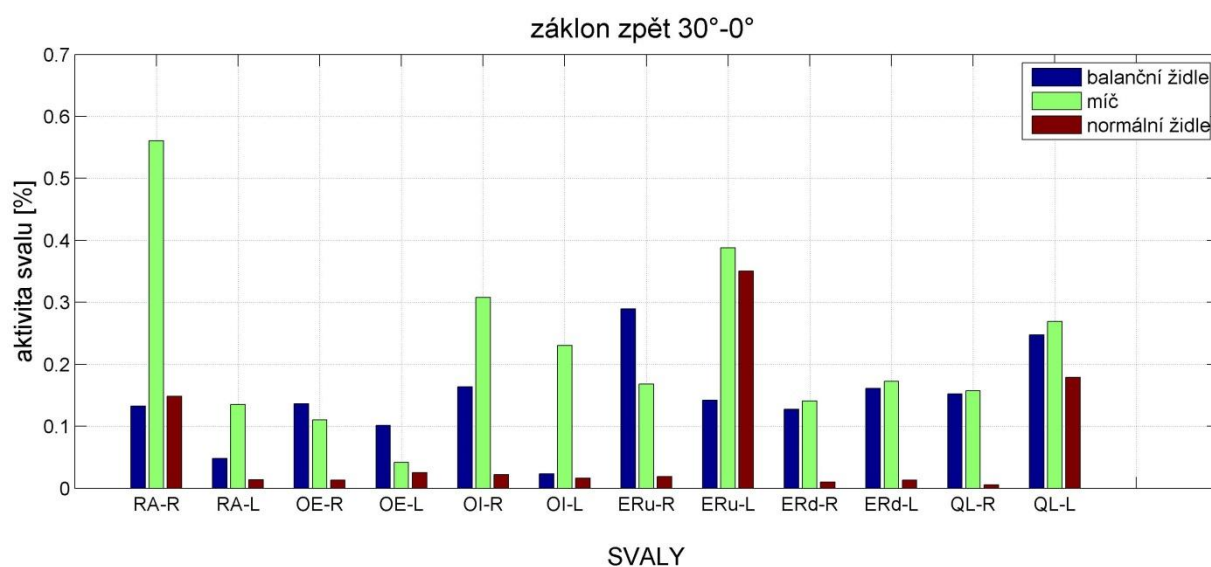
Obrázek C.5: Graf porovnání maximální aktivity měřených svalů při předklonu o cca 30°. Poloha 0° je výchozí, a jedná se o pozici kdy je páteř měřené osoby ve svislé poloze. Porovnávána je aktivita při pohybu na balancní židli RedSpinal, rehabilitačním míči a běžné kancelářské židli.



Obrázek C.6: Graf porovnání maximální aktivity měřených svalů při pohybu z předklonu, z vychýlené polohy cca 30°zpět do svislé polohy 0°. Porovnávána je aktivita při pohybu na balancní židli RedSpinal, rehabilitačním míči a běžné kancelářské židli.

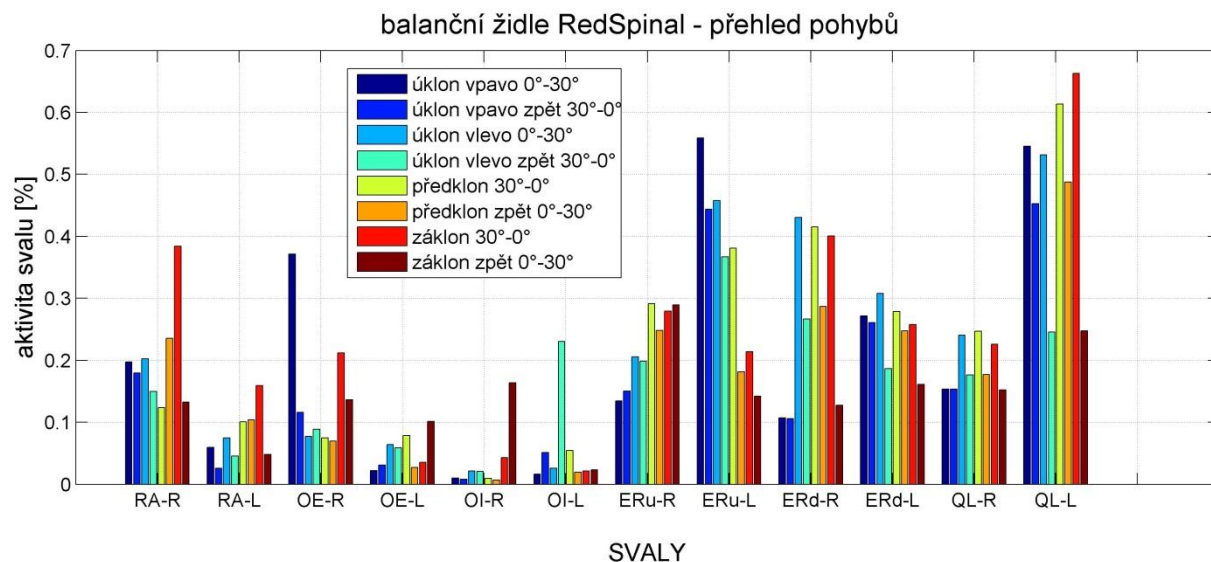


Obrázek C.7: Graf porovnání maximální aktivity měřených svalů při záklonu o cca 30°. Poloha 0° je výchozí, a jedná se o pozici kdy je páteř měřené osoby ve svislé poloze. Porovnávána je aktivita při pohybu na balancní židli RedSpinal, rehabilitačním míči a běžné kancelářské židli.

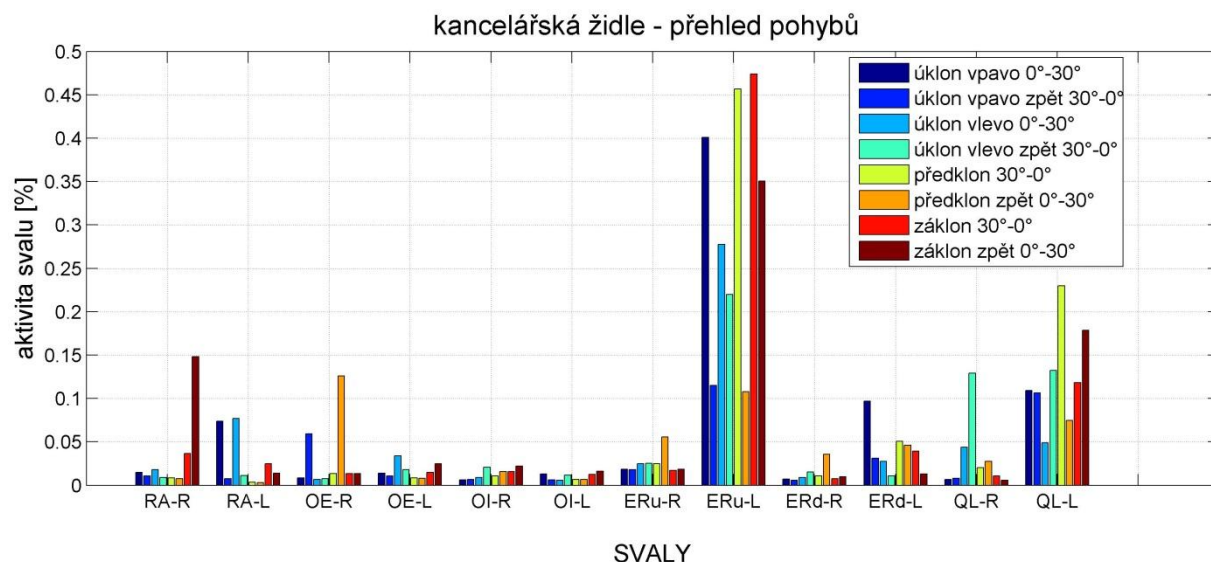


Obrázek C.8: Graf porovnání maximální aktivity měřených svalů při pohybu ze záklonu cca 30° zpět do svislé polohy 0°. Porovnávána je aktivita při pohybu na balancní židli RedSpinal, rehabilitačním míči a běžné kancelářské židli.

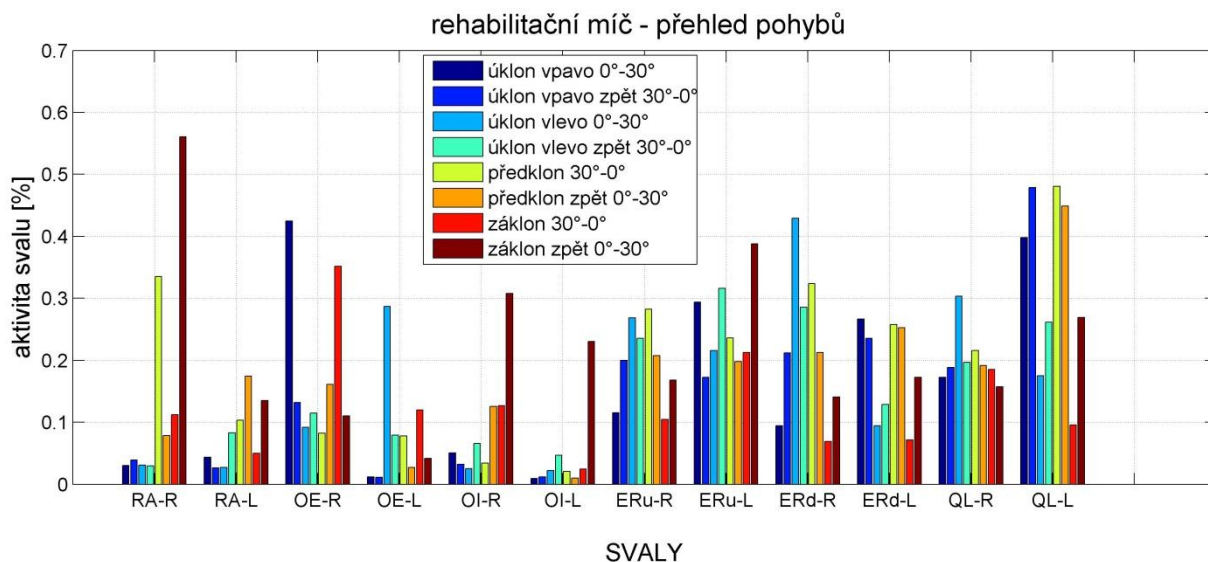
## Příloha D - Porovnání maximální aktivity měřených svalů při všech pohybech



Obrázek D.130: Graf porovnání maximální aktivity měřených svalů při všech pohybech na balanční židli RedSpinal. Větších aktivit dosahují analyzované zádové svaly *erector spinae* a *quadratus lumborum*.



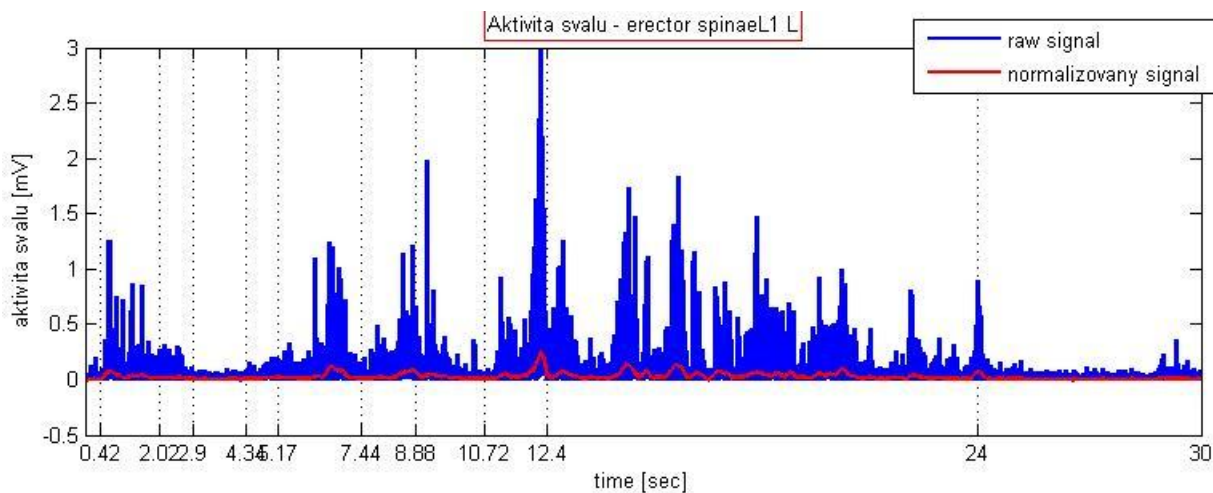
Obrázek D.2: Graf porovnání maximální aktivity měřených svalů při všech pohybech na běžné kancelářské židli. Větších aktivit dosahují analyzované zádové svaly *erector spinae* a *quadratus lumborum* na levé straně.



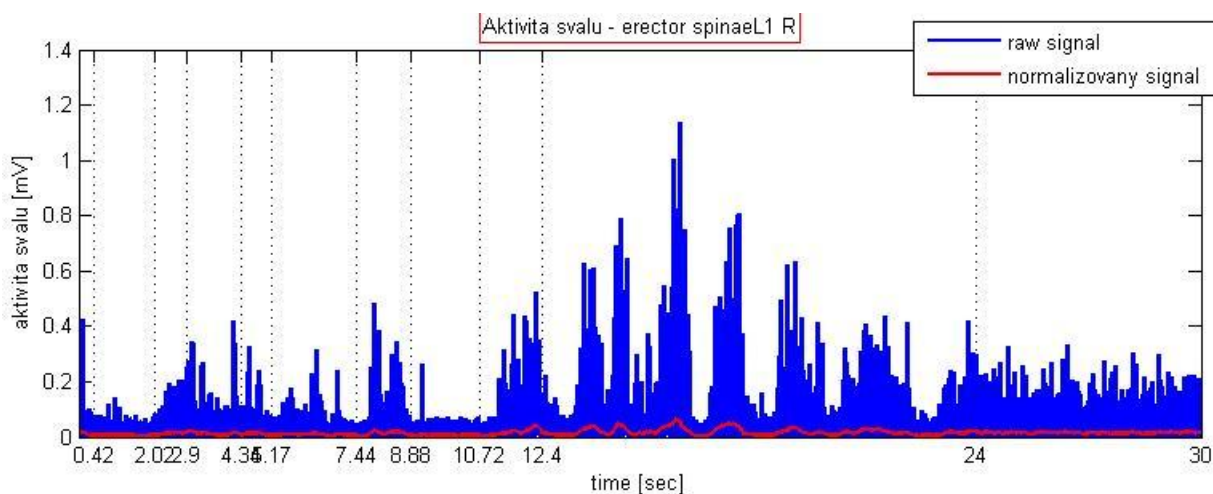
Obrázek D.3: Graf porovnání maximální aktivity měřených svalů při všech pohybech na běžné rehabilitačním míči. Větších aktivit dosahují analyzované zádové svaly *erector spinae* a *quadratus lumborum*.



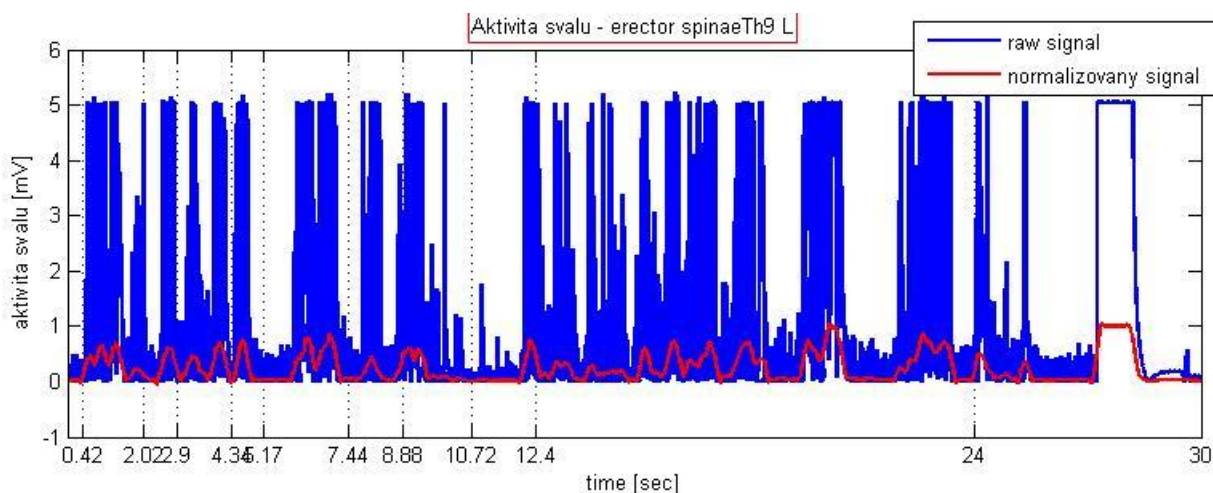
### Příloha E – nativní a normalizované aktivity konkrétních valů



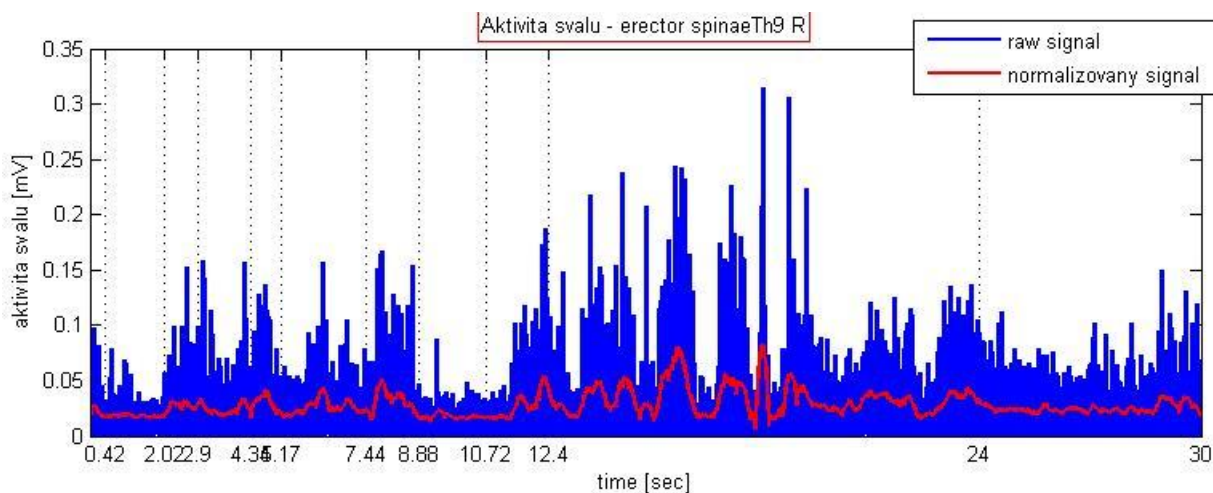
Obrázek E.1: Erector spinae levý, bederní část: normalizovaný signál (červený) a nativní rektifikovaný nenormalizovaný signál (modrý) získaného pro konkrétní sval při jednom měření.



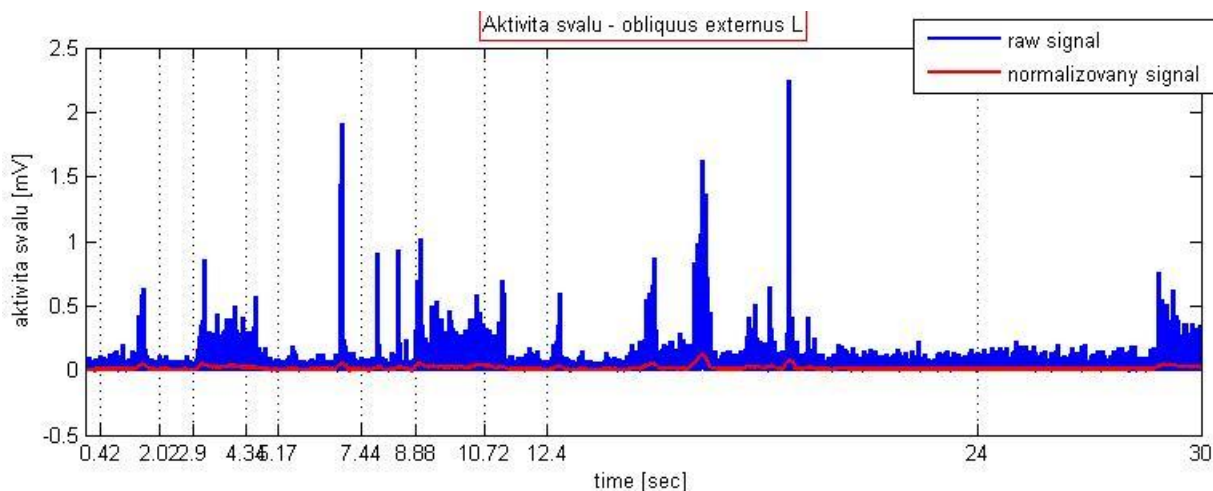
Obrázek E.2: Erector spinae pravý, bederní část: normalizovaný signál (červený) a nativní rektifikovaný nenormalizovaný signál (modrý) získaného pro konkrétní sval při jednom měření.



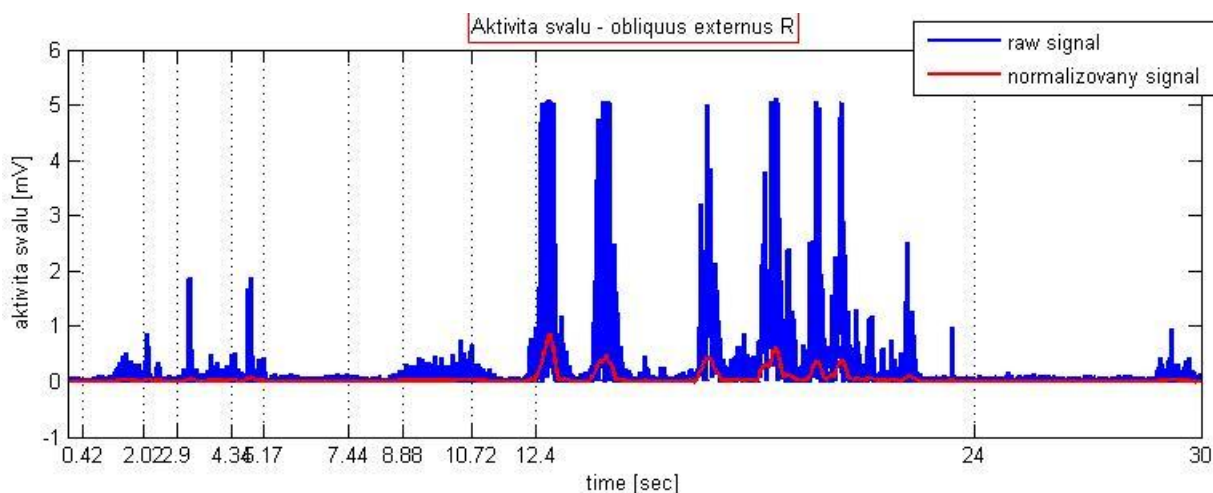
Obrázek E.3: Erector spinae levý, hrudní část: normalizovaný signál (červený) a nativní rektifikovaný nenormalizovaný signál (modrý) získaného pro konkrétní sval při jednom měření.



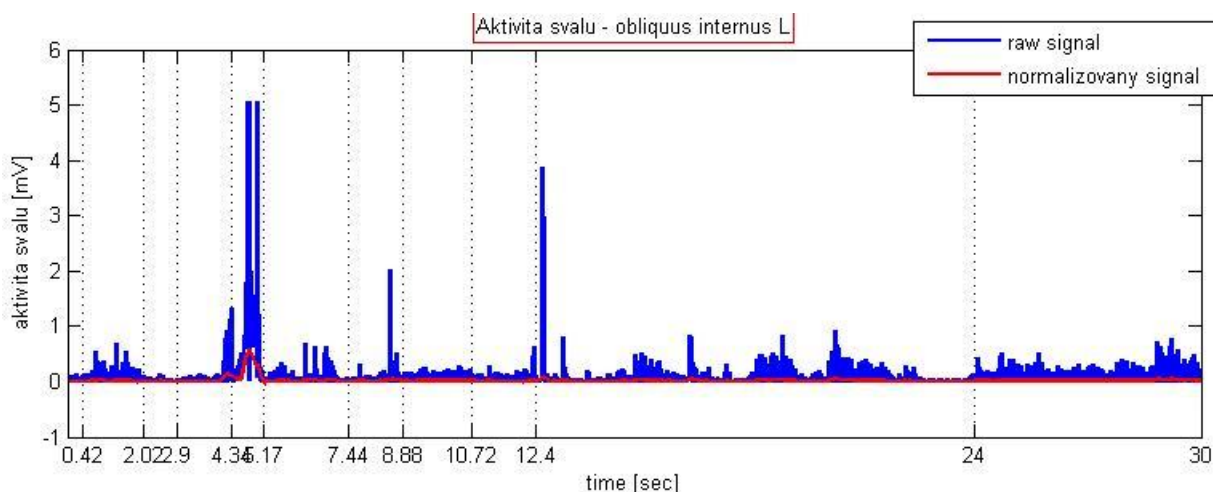
Obrázek E.4: Erector spinae pravý, hrudní část: normalizovaný signál (červený) a nativní rektifikovaný nenormalizovaný signál (modrý) získaného pro konkrétní sval při jednom měření.



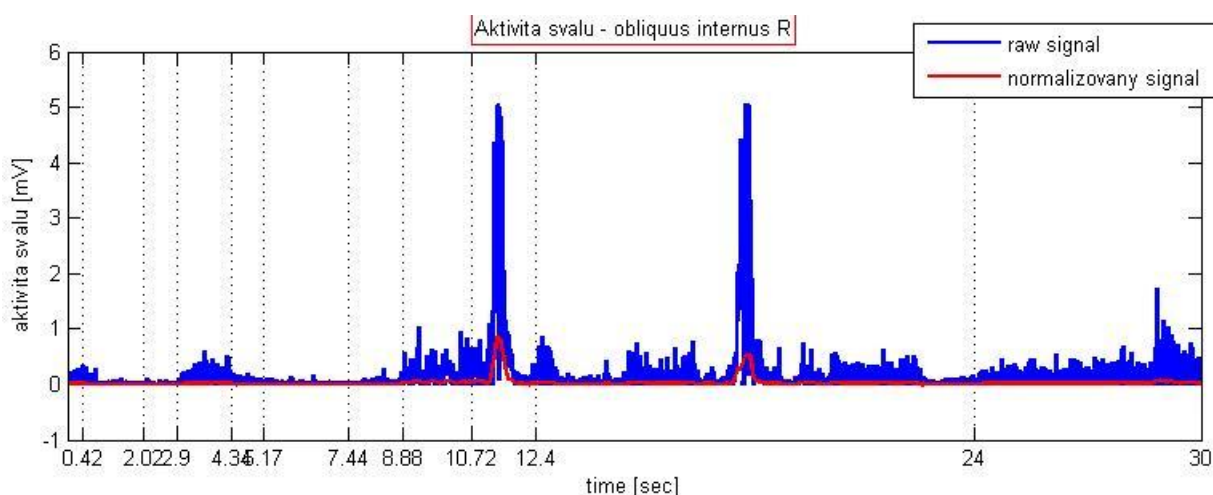
Obrázek E.5: Obliquus externus levý: normalizovaný signál (červený) a nativní rektifikovaný nenormalizovaný signál (modrý) získaného pro konkrétní sval při jednom měření.



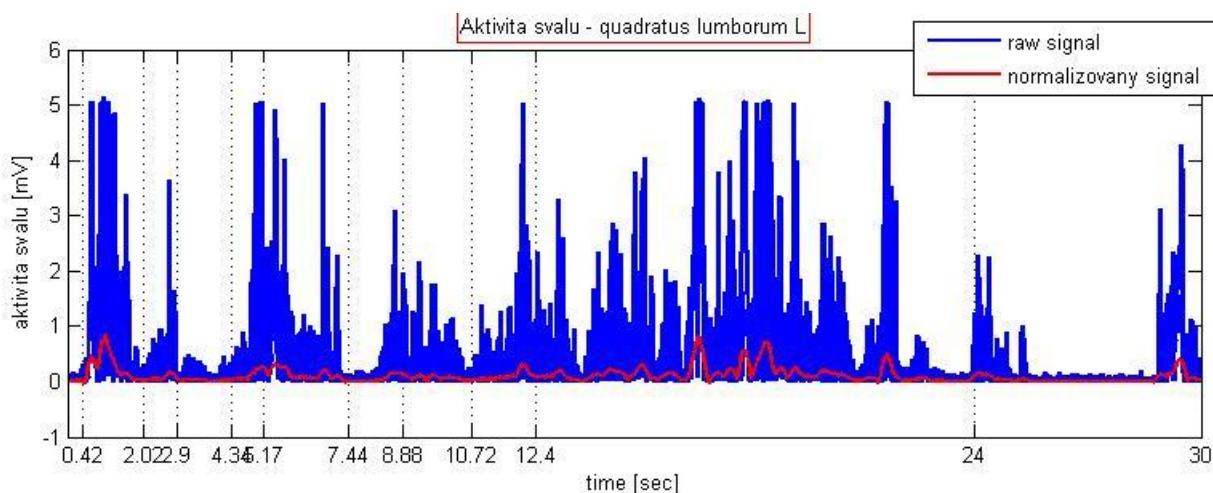
Obrázek E.6: Obliquus externus pravý: normalizovaný signál (červený) a nativní rektifikovaný nenormalizovaný signál (modrý) získaného pro konkrétní sval při jednom měření.



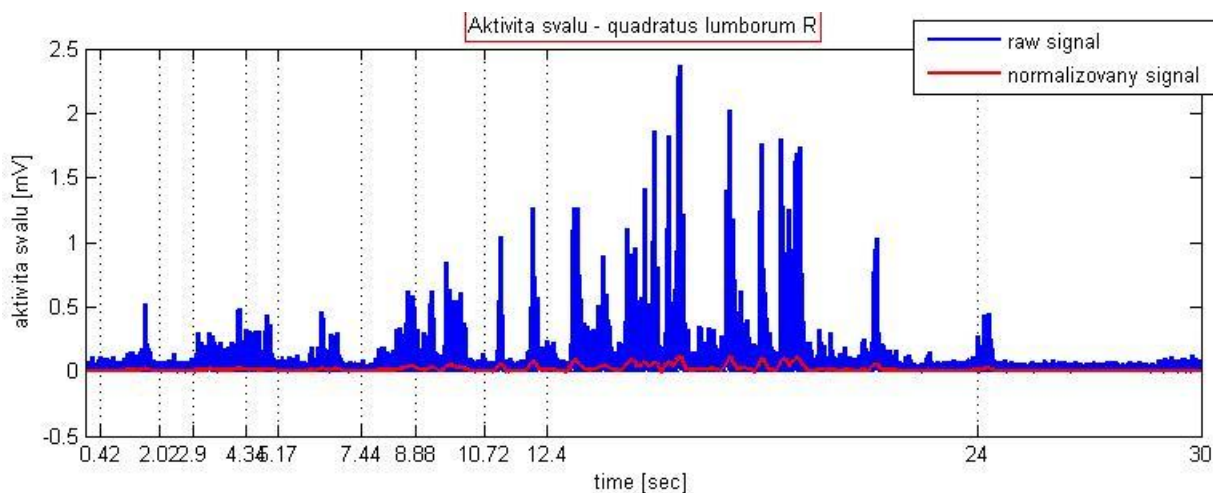
Obrázek E.7: Obliquus internus levý: normalizovaný signál (červený) a nativní rektifikovaný nenormalizovaný signál (modrý) získaného pro konkrétní sval při jednom měření.



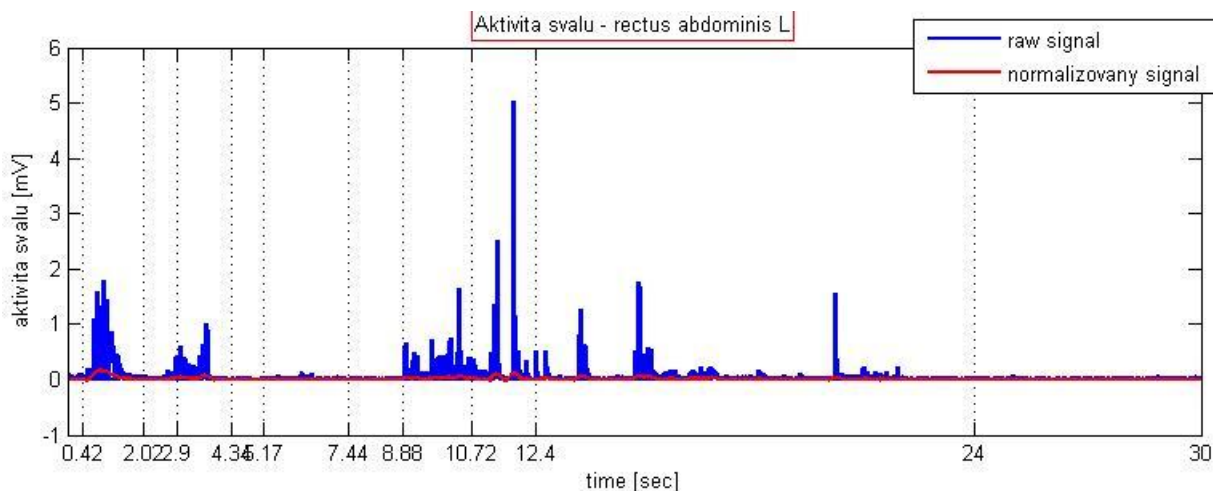
Obrázek E.8: Obliquus internus pravý: normalizovaný signál (červený) a nativní rektifikovaný nenormalizovaný signál (modrý) získaného pro konkrétní sval při jednom měření.



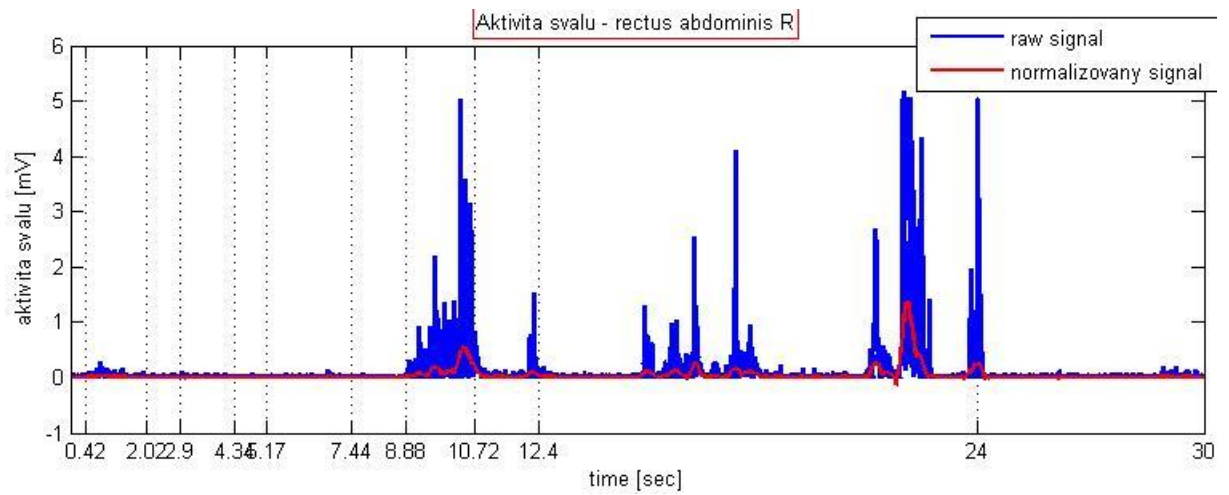
Obrázek E.9: Quadratus lumborum levý: normalizovaný signál (červený) a nativní rektifikovaný nenormalizovaný signál (modrý) získaného pro konkrétní sval při jednom měření.



Obrázek E.10: Quadratus lumborum pravý: normalizovaný signál (červený) a nativní rektifikovaný nenormalizovaný signál (modrý) získaného pro konkrétní sval při jednom měření.



Obrázek E.11: Rectus abdominis levý: normalizovaný signál (červený) a nativní rektifikovaný nenormalizovaný signál (modrý) získaného pro konkrétní sval při jednom měření.



Obrázek E.12: Rectus abdominis pravý: normalizovaný signál (červený) a nativní rektifikovaný nenormalizovaný signál (modrý) získaného pro konkrétní sval při jednom měření.