



**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**  
**3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**



**Klinika rehabilitačního lékařství**

**Kateřina Hejhalová**

**Pohybový stereotyp extenze v kyčli a jeho ovlivnění  
cvičením na „Spacecurl“, objektivizováno PEMG**

*Impact of the „Spacecurl“ excercise therapy on a hip  
extension, objectified by PEMG*

*Bakalářská práce*

**Praha 2010**

Autor práce: Kateřina Hejhalová

Studijní program: Fyzioterapie

Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

Vedoucí práce: **PhDr. Karel Mende, PhD.**

Pracoviště vedoucího práce: **Klinika rehabilitačního lékařství 3. LF,  
FNKV**

Datum a rok obhajoby: červen 2010

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a použila jen uvedené prameny v seznamu literatury. Současně dávám svolení k tomu, aby tato bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

V Praze dne 26. dubna 2010

Kateřina Hejhalová

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému konzultantovi PhDr. Karlu Mendemu, PhD. za jeho odborné vedení, spolupráci a poskytnutí rad při psaní mé bakalářské práce. Dále probandům za výdrž, ochotu a souhlas s publikací jejich fotografií.

# Obsah

<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>7</b>
<b>2 CÍL</b> .....	<b>9</b>
<b>3 ANATOMIE</b> .....	<b>10</b>
3.1 ARTIKULUJÍCÍ KOSTI.....	10
3.1.1 <i>Kost pánevní (os coxae)</i> .....	10
3.1.2 <i>Kost stehenní (femur)</i> .....	12
3.2 KLOUBNÍ POUZDRO A VAZIVOVÝ APARÁT .....	12
3.3 SVALY KOLEM KYČELNÍHO KLOUBU.....	13
3.3.1 <i>Svaly kyčelní - muscoli coxae</i> .....	13
3.3.2 <i>Svaly stehenní - mm. femoris</i> .....	16
3.4 CÉVNÍ ZÁSOBNÍ KYČELNÍHO KLOUBU .....	19
<b>4 BIOMECHANIKA</b> .....	<b>19</b>
4.1 TAHOVÉ SÍLY SVALŮ .....	20
4.2 GEOMETRICKÉ VLASTNOSTI OBLASTI KYČELNÍHO KLOUBU .....	20
<b>5 KINEZIOLOGIE</b> .....	<b>22</b>
5.1 POHYBY V KYČELNÍM KLOUBU .....	23
5.2 VLIV LIGAMENTÓZNÍHO APARÁTU.....	26
<b>6 POHYBOVÉ STEREOTYPY DLE JANDY</b> .....	<b>26</b>
6.1 POHYBOVÝ STEREOTYP EXTENZE V KYČLI.....	28
<b>7 PEMG</b> .....	<b>29</b>
<b>8 SENZOMOTORIKA</b> .....	<b>31</b>
8.1 SENZOMOTORICKÁ STIMULACE .....	31
8.1.1 <i>Indikace a kontraindikace SMS</i> .....	33
8.1.2 <i>Metodický postup</i> .....	34
8.1.3 <i>Pomůcky</i> .....	34
8.2 PŘÍSTROJ „SPACECURL“ (3D TERAPIE) .....	34
8.2.1 <i>Vývoj přístroje</i> .....	35
8.2.2 <i>Samotný přístroj</i> .....	36
8.2.3 <i>Možnosti pohybů těla v prostoru</i> .....	36
8.2.4 <i>Cvičení a orientace v prostoru</i> .....	37
8.2.5 <i>Přínos cvičení na „Spacecurl“</i> .....	37
8.2.6 <i>Indikace a kontraindikace 3D cvičení pomocí „Spacecurl“</i> .....	38
8.2.7 <i>Metodický postup</i> .....	39
<b>9 PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>40</b>
9.1 VSTUPNÍ KINEZIOLOGICKÝ ROZBOR.....	40
9.1.1 <i>Proband 1 (E. S.)</i> .....	40
9.1.2 <i>Proband 2 (M. Ch.)</i> .....	41
9.1.3 <i>Proband 3 (A. M.)</i> .....	43
9.2 VSTUPNÍ PEMG .....	44
9.3 CVIČEBNÍ JEDNOTKA .....	45
9.4 VÝSTUPNÍ KINEZIOLOGICKÝ ROZBOR .....	46
9.4.1 <i>Proband 1 (E. S.)</i> .....	46
9.4.2 <i>Proband 2 (M. Ch.)</i> .....	47
9.4.3 <i>Proband 3 (A. M.)</i> .....	49
9.5 VÝSTUPNÍ PEMG .....	50
<b>10 ZÁVĚR</b> .....	<b>51</b>
<b>11 SOUHRN</b> .....	<b>52</b>

<b>12 SUMMARY .....</b>	<b>53</b>
<b>13 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>54</b>
<b>14 SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>57</b>
<b>15 PŘÍLOHY .....</b>	<b>58</b>

# 1 ÚVOD

Možnost vidět „Spacecurl“ na Klinice rehabilitačního lékařství FNKV a 3. LF UK v Praze mě přiměla seznámit se více s tímto 3D přístrojem, který mě na první pohled zaujal a inspiroval k psaní této bakalářské práce. Metodika senzomotorická stimulace (Janda, Vávrová, Kabelíková) je nosným programem KRL ve FNKV a tato klinika jako jediná v ČR používá nejmodernější technologii vyvinutou NASA – 3D „Spacecurl“ k léčení. (Jandová, 2010)

Janda (1982), Vogt a Banzer (1997) upozorňují na význam analýzy pohybového stereotypu extenze v kyčelním kloubu, protože představuje důležitou část chůzového mechanismu člověka a dává nám informace o dynamických poměrech při chůzi. Extenze v kyčli je důležitá z hlediska analýzy hybných poruch. Přítomnost nekonstantního nebo změněného pořadí zapojování svalů při extenzi v kyčelním kloubu vleže na břiše je podle Jandy spojena s neuromuskulární dysfunkcí v lumbopelvicke oblasti, která může vést k jejímu přetížení a ke vzniku bolesti v dolní části zad. (Yanac- Paredes et.al., 2006) M. gluteus maximus může významně ovlivnit sakroiliakální stabilitu kloubu. Oslabení a nevhodná aktivace tohoto svalu (např. během chůze) je spojena se vznikem bolesti dolních zad. Jako kompenzační mechanismus u oslabeného gluteálního svalu a SI obtíží se objevuje časný nástup aktivity hamstringů. (Sakamoto et.al., 2009)

Bolesti zad patří mezi nejčastější obtíže přivádějící nemocné k lékaři. Téměř 80% dospělých se během svého života s tímto typem bolestí setká. (Hnízdil - Beránková, 2000) Stálý růst počtu nemocných s bolestí zad je pozorován v řadě vyspělých zemí od 50. let 20. století. Tento stav má významně negativní vliv nejenom na postiženého jedince, ale též má sociálně ekonomické dopady na jejich rodinu, okolí a na celou společnost. Výdaje na léčbu bolestí zad dosahují astronomických výší. Bolesti zad jsou dnes společností více vnímány jako choroba a i mírnější bolesti jsou přijímány často jako důvody pracovní neschopnosti. Nedostatky najdeme nejen v diagnostice a léčbě bolestí zad, ale zejména v nedostatečné prevenci vzniku chronických bolestí zad (Vrba, 2008). Správný životní styl a cílená léčebná tělesná výchova se tak stávají

neocenitelnými pomocníky v prevenci i léčbě akutních i chronických vertebrogenních obtíží.

Nejčastější bolesti zad jsou funkčního charakteru - u tohoto typu bolestí bývá samotná páteř z počátku obvykle bez morfologických, někdy i bez funkčních změn. Příčina přetížení může být v důsledku příliš náročné či stereotypní fyzické zátěže, častěji ale dochází k přetížení v důsledku vadného držení těla nebo nevhodného stereotypu. (Hnízdil - Beránková, 2000)

Ráda bych v této práci prověřila, zda lze pohybový stereotyp extenze v kyčli ovlivnit cvičením na „Spacecurl“, a tak sekundárně zmírnit nespecifické bolesti dolních zad, které jsou definovány jako stížnost na bolest bez identifikovatelné specifické anatomické nebo neurofyzilogické poruchy. (Vrba, 2008) Bolestí zad v daném smyslu rozumíme bolest v bederní oblasti, pro kterou se stále více používá označení převzaté z anglofonního prostředí bolest dolních zad (low back pain), přestože pro bolest v této krajině máme odpovídající české označení bolest v kříži. (Neradilek, 2006)



## 2 CÍL

**Hypotéza:** „Spacecurl“ ovlivňuje pohybový stereotyp extenze v kyčli.

**Cíl:** Objektivně posoudit (pomocí vyšetření PEMG) vliv „Spacecurl“ na pohybový stereotyp extenze v kyčli.

## 3 ANATOMIE

Kyčelní kloub (*articulatio coxae*) je kořenový kloub dolní končetiny, který umožňuje pohyb organismu. Spojuje dolní končetinu s pánevní kostí. Je to současně nosný a balanční kloub trupu.

### 3.1 Artikulující kosti

Kyčelní kloub je jednoduchý kulovitý omezený kloub neboli *enarthrosis*. Jednoduchý proto, že je složen pouze ze dvou částí. Jeho součástí je hlavice stehenní kosti *caput femoris* a jamku tvoří *acetabulum* na os coxae (kyčelní jamka - lat. acetabulum). Vlastní kloubní plocha, *facies lunata*, která je pokryta kloubní chrupavkou, nevyplňuje celou jamku, ale má tvar podkovy. Jamky jsou vyplněny tukovým polštářem (*pulvinar acetabuli*), jehož úkolem je tlumit nárazy hlavice kloubu při pohybu. Lem vazivové chrupavky (*labrum acetabulare*) doplňuje jamku. Vaz, kterým je napříč uzavřena *incisura acetabuli* (hluboký zářez, který ventrokaudálně přerušuje okraj jamky) se nazývá *ligamentum transversum acetabuli*. (viz příloha č. 1, 2)

#### 3.1.1 Kost pánevní (os coxae)

Bývá přirovnávána k přesýpacím hodinám - prostřední část je užší, nahoru i dolů se rozšiřuje. Kloubně je připojena ke kosti křížové a vpředu je ve sponě stydké spojena s druhostrannou pánevní kostí - vzniká tak pánev - *pelvis*. Za vývoje se kost pánevní skládá ze tří synchondrosou spojených kostí, jsou to: *os ilium* - kost kyčelní, *os ischii* - kost sedací a *os pubis* - kost stydká. Všechny tyto kosti se stýkají svou mohutnější částí tělem (*corpus*) v místě jamky kyčelního kloubu (*acetabulum*), kde je za růstu od sebe odděluje chrupavka tvaru Y.

**Os ilium** je část pánevní kosti kraniálně od acetabula, vybíhá v *ala ossis ilii*, která nese typické útvary: *crista iliaca* - hřeben kyčelní - horní okraj lopaty kyčelní, po kterém jdou tři podélné zdrsňelé linie, kam se upínají svaly stěny břišní, *spina iliaca anterior superior* - hmatný přední horní trn kyčelní -

zakončení hřebene kyčelního vpředu, *spina iliaca posterior superior* - hmatný zadní horní trn kyčelní - zakončení hřebene kyčelního vzadu. Oba tyto trny jsou orientační místa na pánvi, kaudálně od nich jsou obdobné trny: *spina iliaca anterior inferior*, *spina iliaca posterior inferior*. Os ilium přechází kaudálně vpředu v os pubis, vzadu v os ischii typickými útvary: *eminentia iliopubica* je nízký hrbol vpředu na hranici os pubis, *incisura ischiadica major* je nápadný zářez vzadu přecházející na os ischii a končí na trnu sedací kosti - *spina ischiadica*. Zevní plocha kosti kyčelní slouží k odstupu hýžd'ových svalů, vnitřní plocha lopaty kyčelní je vyhloubena v jámu kyčelní - *fossa iliaca* (začíná m. iliacus). Na ní je dorsálně kloubní plocha pro křížokyčelní kloub: *facies auricularis*, *tuberositas iliaca* - na níž se upínají mohutné vazy ligamenta sacroiliaca interossea, které zesilují křížokyčelní kloub, *linea arcuata* je obloukovitá hrana, kterou kaudálně končí *fossa iliaca*.

**Os ischii** je ze dvou složek a to: *corpus ossis ischii*, které je uloženo při acetabulu a z *ramus ossis ischii* pokračující dolů a dopředu. Na zadním obvodu ramene os ischii je velký hrbol sedací - *tuber ischiadicum* - je to místo, o které se při sezení opíráme, odstupují z něj svaly uložené na zadní straně stehna. Kousek nad tímto hrbolem vybíhá *spina ischiadica* (trn sedací). *Incisura ischiadica minor* je zářez mezi hrbolem a trnem kosti sedací.

**Os pubis** je složená ze tří úseků. První z nich je *corpus ossis pubis* (tělo), které se účastní na utváření acetabula, další úsek *ramus superior* pokračuje z těla dopředu k symfyse a třetí úsek *ramus inferior* pokračuje od symfysy dolů a dozadu, ke spojení s *ramus ossis ischii*. *Pecten ossis pubis* (hřeben) a *tuberculum pubicum* (hrbolek při symfyse) jsou součástí *ramus superior*. *Ramus inferior* nese na svém dolním obvodu nápadný útvar *crista phallica*, což je drsný hřeben pro připojení ramene penis (clitoris). Na přechodu horního a dolního ramene stydké kosti je *facies symphyialis* - plocha pro chrupavčitou sponu stydkých kostí.

*Foramen obturatum* je otvor obemknutý průběhem os ischii a os pubis, je v něm rozepjata membrana obturatoria. *Sulcus obturatorius* je zářez ve vnitřním obvodu *foramen obturatum*, který vede z pánve stejnojmenný nerv a tepnu.

### 3.1.2 Kost stehenní (femur)

Je nejmohutnější kostí v lidském těle. Zařazuje se mezi kosti dlouhé. Mezi její hlavní čtyři části patří *caput femoris* (hlavice) o průměru kolem 4,5 cm, která nese kloubní plochu odpovídající asi třem čtvrtinám plochy koule. *Fovea capitis femoris* je jamka na vrcholu hlavice, kam se upíná lig. capitis femoris. *Collum femoris* (krček) svírá s corpus kolodiazfyzární úhel 125 stupňů. Torsní úhel krčku je jeho současné pootočení vůči frontální rovině (postavení kondylů) dopředu o 10 stupňů. Další část *corpus femoris* (tělo) vybíhá na horním konci v chocholíky: *trochanter major* (velký chocholík) laterokraniálně a *trochanter minor* (malý chocholík) vybíhající mediálně a dozadu. Vyhroubení vnitřní plochy velkého trochanteru se nazývá *fossa trochanterica*, *linea trochanterica* spojuje jako drsná čára oba trochantery vpředu, *crista intertrochanterica* vzadu. Tělo je prohnuté lehce konvexitou dopředu a na zadní straně je vytvořena podélná hrana - *linea aspera* - tvořena souběžnými liniemi *labium mediale et labium laterale*, distálně se vytrácí. Následuje plošná *facies poplitea*, která je ukončena hranou *linea intercondylaris* spojující oba kondyly. Na corpus femoris se dále rozeznávají na zadní straně pod trochanter major *tuberositas glutea* (pro úpon m. gluteus maximus) a *linea pectinea* pod malým trochanterem (úpon m. pectineus). Distální konec femuru se rozšiřuje ve dva hrboly vnitřní a zevní - *epicondylus medialis et lateralis*. *Condylus medialis et lateralis* zakončují nejdistanější část kosti. Vzadu kondyly odděluje *fossa intercondylaris*, vpředu je spojuje kloubní plocha pro patelu *facies patellaris*.

### 3.2 Kloubní pouzdro a vazivový aparát

**Kloubní pouzdro** začíná při okrajích acetabula a upíná se na collum femoris. Vpředu dosahuje na *linea intertrochanterica* a vzadu se upíná ve vzdálenosti asi 1,5 cm na vnitř od *crista intertrochanterica*. Kloubní pouzdro je silné a pevné. Je zesíleno několika vazy. **Ligamentum iliofemorale** je na přední straně kloubu. Jde ve dvou pruzích od spina iliaca anterior inferior na oba konce *linea intertrochanterica*. Je považován za nejsilnější vaz v těle vůbec. Svou

pevností omezuje extenzi v kloubu, brzdí zevní rotaci a zabraňuje zaklonění trupu vůči stehenní kosti. **Ligamentum pubofemorale** začíná od horního ramene kosti stydké a vějířovitě vyzařuje na přední a spodní stranu pouzdra. Omezuje abdukci a zevní rotaci v kloubu. **Ligamentum ischiofemorale** je na zadní straně kloubu. Začíná na tuber ischiadicum a je zahrnuto do dorzální strany kloubního pouzdra. Zabraňuje přehnané addukci a vnitřní rotaci. **Zona orbicularis** je pokračování lig. pubofemorale a lig. ischiofemorale. Jsou to cirkulární vazivová vlákna (prstenec), která obkružují krček stehenní kosti. (viz příloha č. 3)

Kolem kyčelního kloubu se nacházejí i **burzy**: bursa iliopectinea, trochanterica a ischiadica. Bursa iliopectinea se nachází na přední straně kloubního pouzdra pod musculus iliopsoas. Někdy s kyčelním kloubem komunikuje i přímo.

### 3.3 Svaly kolem kyčelního kloubu

Svalstvo dolní končetiny je určeno k lokomoci těla, proto je mnohem mohutnější než svalstvo horní končetiny, která převzala funkci uchopovací. Pohyb v kyčelním kloubu je zajišťován dvěma velkými skupinami svalů, jsou to svaly kyčelní a svaly stehna. (viz příloha č. 5-8)

#### 3.3.1 Svaly kyčelní - musculi coxae

Podle uložení a vztahu ke kloubu kyčelnímu se dělí na skupinu přední a zadní.

##### **Přední skupina:**

**M. iliopsoas** je mohutný sval, který se skládá z m. psoas major a m. iliacus.

**M. psoas major** začíná od meziobratlových plotének a přilehlých částí posledního hrudního a prvních čtyř bederních obratlů. Bříško běží podél pánevního vchodu pod lig. inguinale, přechází ve šlachy a upíná se trochanter minor femoris.

**M. iliacus** začíná z vnitřní plochy kyčelní kosti - fossa iliaca, snopce se sbíhají pod tříselný vaz a upínají se společně s m. psoas major na trochanter minor.

*Funkce:* celý sval m. iliopsoas flektuje v kloubu kyčelním a také addukuje ve spojení se zevní rotací. Při stožení jako antagonist m. glutei (spolu se zádovkými a břišními svaly) udržuje rovnováhu trupu. Při obrně m. iliopsoas je prakticky nemožná chůze - chybí vykročení.

*Inervace:* větévky z plexus lumbalis přímo a z n. femoralis (Th12-L4)

### **Zadní (a zevní) skupina:**

#### **a) mm. glutei**

**M. gluteus maximus** (velký sval hýžd'ový) je mohutný sval, který začíná na zadní části zevní plochy lopaty kyčelní, dorsálně od linea glutea posterior, na laterálním okraji křížové kosti a kostrče, na lig. sacrotuberale a na thorakolumbální fascii. Sestupuje šikmo laterokaudálně a upíná se na zadní okraj velkého trochanteru a pod ním na tuberositas glutea. Část snopců se upíná do stehenní fascie a do tractus iliotibialis.

*Funkce:* zadní snopce provádí extenzi a zevní rotaci v kyčelním kloubu, přední snopce abdukci, snopce na tuberositas glutea addukci stehna. Sval je velice důležitý v udržování vzpřímené postavy, je hlavním extenzorem kyčelního kloubu (vstávání ze sedu do stoje, při chůzi do schodů). Při předklonu nese značnou část váhy trupu. Tahem za tractus iliotibialis pomáhá fixovat extenzi kolena, nutnou pro udržení vzpřímeného stoje.

*Inervace:* n. gluteus inferior (L5-S1) z plexus sacralis

**Musculus gluteus medius** (střední sval hýžd'ový) je zčásti překryt předchozím svalem. Začíná na zevní ploše lopaty kosti kyčelní mezi linea glutea posterior a linea glutea anterior. Upíná se na trochanter major.

*Funkce:* předními snopci vnitřní rotace, středními snopci abdukce, zadními zevní rotace kyčelního kloubu. Tím je významným svalem při chůzi a při udržování rovnováhy stojícího těla - účastní se také flexe i extenze kyčle.

*Inervace:* n. gluteus superior (L4-S1)

**M. gluteus minimus** (malý sval hýžd'ový) je kryt svalem předešlým. *Začíná* na zevní ploše lopaty kyčelní mezi linea glutea anterior a inferior a *upíná se* na trochanter major.

*Funkce:* je synergistou m. gluteus medius, výraznější je však vnitřní rotace kyčelního kloubu.

*Inervace:* n. gluteus superior (L4-S1)

**M. tensor fasciae latae** (napínač povázky stehenní) je nejventrálnější z gluteálních svalů. *Začíná* na spina iliaca anterior superior a na přilehlé zevní části hřebene kyčelní kosti. Masité břicho dosahuje do konce horní čtvrtiny stehna, pak *se upíná* do tractus iliotibialis.

*Funkce:* pomáhá při flexi a abdukci v kyčelním kloubu. Také se uplatňuje při vnitřní rotaci stehna. Pomocí iliotibiálního traktu udržuje extenzi kolena.

*Inervace:* n. gluteus superior (L4-S1)

**Tractus iliotibialis** je zesílený pruh stehenní fascie, fascia lata femoris, rozepjatý podél zevní strany stehna od předního okraje cristae iliaca na drsnatinu na zevní ploše laterálního kondylu tibie. Má charakter šlašitého úponu m. tensor fasciae latae.

#### **b) pelvirochanterické svaly (hluboké zadní)**

*Funkce svalů:* všechny svaly provádí zevní rotaci v kyčelním kloubu, při flektované končetině provádí abdukci stehna.

*Inervace:* plexus sacralis, kořenová inervace L4-S1

**M. piriformis** (hruškovitý) *začíná* od pánevní plochy křížové kosti, laterálně od druhého až čtvrtého křížového otvoru. Prochází foramen ischiadicum majus a *upíná se* na trochanter major.

**M. obturatorius internus** *začíná* v malé pánvi na vnitřní straně membrana obturatoria a přilehlých kostí, jde dorzálně, ostře se otáčí kolem předního okraje

foramen ischiadicum minus, zahýbá ventrolaterálně a *upíná se* do fossa trochanterica.

**M. gemellus superior** je malý sval, který *začíná* na spina ischiadica a *upíná se* do fossa trochanterica.

**M. gemellus inferior** *začíná* od horního okraje tuber ischiadicum, splývá s dolním okrajem šlachy m. obturatorius internus a spolu s ním *se upíná* do fossa trochanterica.

**M. quadratus femoris** *začíná* na zevním okraji tuber ischiadicum a *upíná se* na crista intertrochanterica.

### 3.3.2 Svaly stehenní - mm. femoris

Svaly stehenní, rozložené kolem kosti stehenní, můžeme rozdělit do tří skupin: přední - extenzory, zadní - flexory a vnitřní - adduktory.

#### **Přední skupina:**

**M. sartorius** (sval křečcovský) *začíná* od spina iliaca anterior superior a *upíná se* na vnitřní kondyl tibie do pes anserinus.

*Funkce:* flexe, abdukce a zevní rotace v kyčli, flexe a vnitřní rotace v kolenním kloubu.

*Inervace:* n. femoralis, kořenová inervace L2, L3

**M. quadriceps femoris** (čtyřhlaví sval stehenní) se skládá z dvoukloubového **m. rectus femoris**, který *začíná* na spina iliaca anterior inferior (caput rectum) a nad acetabulem (caput reflexum) a *upíná se* jako lig. patellae na tuberositas tibiae.

**M. vastus intermedius** je uložen pod svalem předešlým. *Začíná* od celého obvodu kosti stehenní a spojuje se distálně se šlachou m. rectus femoris. **M. vastus medialis** *začíná* na labium mediale lineae asperae femoris a *upíná se* na tibiální okraj čéšky. **M. vastus lateralis** *začíná* od labium laterale lineae



asperae femoris a distální část se *upíná* do šlachy m. rectus femoris a na horní okraj čéšky.

*Funkce:* extenze kolenního kloubu, m. rectus femoris je ještě pomocný flexor kyčelního kloubu, extenzi kolena je sval významným článkem při udržování vzpřímené postavy, uplatňuje se při chůzi, vstávání ze sedu, atd.

*Inervace:* n. femoralis, kořenová inervace L2-L4

### **Vnitřní skupina:**

**M. pectineus** (sval hřebenový) *začíná* na pecten ossis pubis a *upíná se* na linea pectinea femoris. Je to plochý sval, který kryje zepředu kyčelní kloub.

*Funkce:* addukce, flexe a zevní rotace v kyčelním kloubu

*Inervace:* n. femoralis, n. obturatorius, kořenová inervace L2, L3

**M. adductor longus** (dlouhý přitahovač) *začíná* na kosti stydké a *upíná se* na labium mediale lineae asperae.

*Funkce:* addukce a zevní rotace v kyčli

*Inervace:* n. obturatorius, L2-L4

**M. gracilis** (štíhlý sval stehenní) *začíná* na ramus inferior ossis pubis a *upíná se* s m. sartorius a m. semitendinosus mediálně od tuberositas tibiae - pes anserinus.

*Funkce:* dvojklobový sval - působí flexi a extensi v kloubu kyčelním a při flexi v kloubu kolenním, vnitřní rotaci bérce při flexi v kolenním kloubu

*Inervace:* n. obturatorius, L2-L4

**M. adductor brevis** (krátký přitahovač) je uložen pod m. adductor longus. *Začíná* na ramus inferior ossis pubis a *upíná se* na labium mediale lineae asperae.

*Funkce:* addukce, flexe, extenze a zevní rotace v kyčelním kloubu

*Inervace:* n. obturatorius, L2-L4

**M. adductor magnus** (velký přitahovač) je uložen nejhloběji. *Začíná* od tuber ischiadicum, ramus ossis ischii a ramus inferior ossis pubis. Snopce z kosti sedací

*se upínají* podél vnitřního okraje linea aspera a snopce od hrbolu sedacího se upínají na vnitřní epikondyl femuru.

*Funkce:* hlavní adduktor v kyčelním kloubu, snopce vycházející od tuber ossis ischii při extensi stehna

*Inervace:* část začínající na tuber ossis ischii n. ischiadicus L4-S3, zbývající části z n. obturatorius L2-L4

**M. obturatorius externus** je nejkraniálnější sval celé skupiny. *Začíná* od zevní plochy membrana obturatoria a přilehlých kostí a *upíná se* do fossa trochanterica.

*Funkce:* zevní rotace a addukce kyčelního kloubu

*Inervace:* n. obturatorius, L3 a L4

#### **Zadní skupina:**

**M. biceps femoris** je uložen na fibulární straně této skupiny. Caput longum *začíná* na tuber ossis ischii a caput breve *začíná* na labium laterale lineae asperae. *Upíná se* na hlavici fibuly.

*Funkce:* flexe v kolenním kloubu, zevní rotátor bérce při flektovaném kolenu

*Inervace:* n. ischiadicus L4-S2, při vysokém štěpení caput longum z n. tibialis a caput breve z n. fibularis communis

**M. semitendinosus** (sval pološlašitý) *začíná* na tuber ossis ischii a *upíná se* na pes anserinus (vnitřní kondyl tibie).

*Funkce:* flexe v kolenním kloubu, vnitřní rotátor bérce při ohnutém kolenu

*Inervace:* n. ischiadicus L4-S1

**M. semimembranosus** (sval poloblanitý) *začíná* od hrbolu sedacího. Mediální pruh *se upíná* po vnitřním kondylu tibie, střední pruh na zadní straně tibie a laterální pruh na zadní straně pouzdra kolenního kloubu jako lig. popliteum obliquum.

*Funkce:* společně s m. semitendinosus

*Inervace:* n. ischiadicus, L4-S1 (Čihák, 1987, Doubková, 2006)

### 3.4 Cévní zásobení kyčelního kloubu

Cévy, které se na formování periartikulární cévní sítě podílejí, vytvářejí při úponech kloubního pouzdra cévní okruhy. (viz příloha č. 4)

**Cévní okruh po obvodu acetabula** vzniká z větví *a. glutea superior et inferior*, *a. obturatoria*, *a. pudenda interna*, *a. circumflexa femoris medialis*, i z drobných větviček odstupujících přímo z *a. iliaca externa*, resp. *a. femoralis* a *a. profunda femoris*.

**Cévní okruh při bázi krčku femuru** vytvářejí především větve *a. circumflexa femoris medialis et lateralis*. Dále sem přispívají svalové větve *a. glutea superior et inferior* i *a. perforans prima*.

Z obou okruhů odstupují dva typy artérií určených pro kloubní pouzdro. **Povrchové arterie**, které probíhají na povrchu pouzdra, vzájemně anastomozují, a tak propojují oba okruhy. Větvičky těchto cév prorážejí fibrózní vrstvu pouzdra, kterou vyživují, a zakončují se ve vrstvě synoviální. **Hluboké arterie** perforují pouzdro těsně při jeho úponu. Dále se větví a probíhají subsynoviálně jak v pouzdru, tak po povrchu kosti až k okrajům kloubní plochy. Zde na obou artikulujících kostech, při okraji kloubní chrupavky, vytvářejí další anastomotický okruh, tzv. *circulus vasculosus subsynovialis Hunteri*. (Bartoníček, 2004)

## 4 Biomechanika

Kyčelní kloub je svou strukturou nejjednodušší ze všech hlavních nosných kloubů dolní končetiny. Jeho kulovitý tvar umožňuje vysokou pohyblivost. Zátěž generovaná kontaktními silami má v celkové zátěži výrazně nižší podíl než zátěž vycházející ze složitého muskulárního komplexu pletence dolní končetiny. Proto charakter a průběh zátěže, a tedy i charakter silového přenosu, obsahuje silně stochastickou individuální komponentu. (Dylevský et.al., 1997)

Kyčelní kloub je při chůzi zatížen 3-5násobkem tělesné hmotnosti, při běhu a skocích až 10násobkem. Při stožení na jedné dolní končetině odpovídá zatížení 2,6násobku tělesné hmotnosti. (Chaloupka et.al, 2001)

## 4.1 Tahové síly svalů

Kyčelní kloub, který má přibližný a přijatelný charakter sférické kinematické dvojice se třemi stupni volnosti, by mohl být ovládán pouze šesti svaly. Pohyb v kyčelním kloubu je ale řízen cca 22 anatomickými svaly, které přestupují kyčelní kloub a z nichž většina má více funkcí. Fázické zapojení jednotlivých svalů řídících pohyb v kyčelním kloubu je velmi různé a informace jsou převážně dílčí. (Karas, Otáhal, 1991)

Hlavním extenzorem kyčelního kloubu je m. gluteus maximus, síla jeho stahu odpovídá hodnotě přes 294,3 N (odpovídá dřívější hodnotě přes 30 kg), umožňuje chůzi do schodů, po šikmé ploše, výskok. Pomocnými extenzory jsou dlouhá hlava m. biceps femoris, m. semitendinosus a m. semimembranosus, dále m. adduktor magnus, zadní část m. gluteus medius a m. gluteus minimus.

Abduktory kyčle (převážně fázická vlákna) vyvinou krátkodobě moment síly asi 270 N, nejvíce m. gluteus medius, pak m. tensor fasciae latae a gluteus minimus v poměru 160-60-50, dále m. piriformis. Stabilizují pánev při chůzi.

Hlavní sval skupiny adduktorů (převážně tonická vlákna) je m. adductor magnus se silou 130 N, m. adductor longus je slabší – 50 N. Ostatní svaly jsou velmi slabé. Adduktory mají stabilizační funkci ve stoji, jsou téměř trvale aktivní pro nízký práh excitability a mají tendenci ke zkracování, proto se v praxi zdá, že jsou silnější než abduktory.

M. quadriceps femoris vyvine sílu přes 400 N, flexorová skupina asi 220 N. Mm. Vasti medialis et lateralis jsou důležité pro stabilizaci kolenního kloubu. (Chaloupka, 2001)

## 4.2 Geometrické vlastnosti oblasti kyčelního kloubu

Při působení vnějších a svalových sil na pánev a stehenní kost vzniká silový kontakt mezi sousedními artikulujícími povrchy hlavičky femuru a jamkou kyčelního kloubu. Velikost a tvar vzniklé kontaktní oblasti je závislý na mnoha okolnostech - geometrické vlastnosti artikulujících těles se uplatňují důležitým způsobem. (Karas, Otáhal, 1991)

**Trochanterický masív** je tvořen trochanter major et minor. Upínají se na něj svaly kyčelního kloubu (na trochanter major - 4 cm- gluteální svaly, na trochanter minor m. iliopsoas) - čím mohutnější trochanter, tím větší plocha pro úpony svalů.

**Krček** dosahuje délky kolem 4, 5 cm. Nejširší je při své bázi a nejužší ve svém středu. V předozadním směru je mírně oploštěn a tak má na průřezu oválný tvar. Hlavice je obvykle přímým pokračováním krčku (tj. podélná osa krčku prochází středem hlavice). Někdy se však hlavice uchyluje od osy krčku (nejčastěji vlivem vrozených či hormonálních poruch). **Anteverzní úhel** popisuje postavení, kdy hlavice a krček femuru jsou odkloněny ventrálně od frontální, resp. bikondylární roviny. U novorozence je úhel asi 30 – 40°. Později v dospělosti se hodnoty tohoto úhlu pohybují mezi 7° – 15°, ale i zde je značná variační šíře. Hodnoty antevertace mají vliv na rozsah rotačních pohybů v kyčelním kloubu. Zvýšení úhlu antevertace v dospělém věku nad 35° je označováno jako coxa anteverta. Při chůzi pak vidáme vnitřně rotační postavení dolní končetiny a výrazně omezenou zevní rotaci v kyčelním kloubu. Při velké antevertaci může dojít k vykloubení a často se vyskytují degenerativní změny (artróza). Zmenšení úhlu antevertace pod 5° je označováno jako coxa retroverta a vede k omezení vnitřní rotace v kloubu. (Kučera et al., 1997, Kolář et al., 2009)

**Hlavice** na svém povrchu nese kloubní plochu. Poloměr hlavice bývá různý, střední hodnota se pohybuje kolem 2,5 cm. Hlavice nemusí mít přesný tvar koule, ale může být v kraniokaudálním směru lehce oploštělá.

**Wibergův úhel** (CE úhel – center edge) udává míru krytí hlavice femuru jamkou acetabula. Úhel je dán vertikální linií procházející středem hlavice femuru a linií, která protíná střed hlavice femuru a horní okraj acetabula. U dospělého by měl dosahovat 20°. Pokud hodnota klesne pod 15°, jedná se o patologický stav, který je označován jako kloubní decentrace. (Kolář et al., 2009)

**Horní konec femuru** je tvořen spongiózní kostí potaženou tenkou vrstvou kortikalis. Spongióza je uspořádána do systému trámčů, jejichž směr v podstatě odpovídá silokřivkám, po nichž probíhá přenos sil z kloubu na kost. Systém trabekul společně se zesílenou mediální kortikalis krčku umožňuje optimální přenos působících sil při minimálním množství kostního materiálu a současně tak

zaručuje mimořádnou mechanickou pevnost horního konce femuru. Uspořádání jednotlivých skupin trámců se formuje v přímé závislosti na tvaru proximálního konce femuru, resp. způsobu jeho zatěžování. (Mihulová, 2007)

V rovině frontální svírá krček femuru s diafýzou femuru tzv. **kolodiafyzární úhel** (obr. viz příloha), který je za fyziologického stavu u novorozence přibližně 150°. Během ontogenetického vývoje dochází k jeho zmenšení a u dospělého dosahuje velikosti kolem 126°. Na formování tohoto úhlu se podílejí především svaly (adduktory, zevní rotátory kyčelního kloubu) a gravitační síla. (Kolář et.al., 2009) Úhel rozhoduje o pohyblivosti a spolehlivosti kyčelního kloubu. Při hodnotách kolodiafyzárního úhlu nad 140°, mluvíme o **valgózním postavení** (coxa valga), hodnoty pod 115° považujeme za **varózní** (coxa vara). Valgózní postavení s delším krčkem umožňuje větší pohyblivost, větší rozsah a lehkost v kroku. Coxa valga má větší tendenci k dislokaci než coxa vara. Varózní postavení s kratšími a silnějšími krčky způsobí menší rozsah pohybu, ale kyčelní kloub snese větší zatížení (Véle, 2006) (viz příloha č. 9)

## 5 Kineziologie

Během vývoje člověka došlo ke dvěma charakteristickým změnám: 1) specializace horní končetiny pro úchop a manipulaci s předměty, 2) přizpůsobení dolní končetiny bipedální lokomoci, se kterou souviselo napřímení axiálního systému. Obě tyto změny se promítly do anatomicko-biomechanického uspořádání, které se tak stalo specifické pouze pro člověka. (Kolář et.al., 2009)

Dolní končetiny umožňují lokomoci, posturální aktivitu a oporu pohybové soustavy při přijímání nebo udílení kinetické energie. Pohyb dolních končetin lze rozdělit do tří oblastí podle hlavních kloubů: oblast nohy, kolena a oblast kyčle. (Véle, 2006)

Kloub kyčelní je velký kloub spojující kost pánevní s kostí stehenní. Definujeme ho jako kulový kloub omezený (uzavřený), který má hlubokou jamku, o jejíž okraje se pohyby zastavují. Kyčelní kloub není jen kloubem, ve kterém se pohybuje dolní končetina. Kyčelní klouby jsou zároveň nosnými a balančními

klouby, které udržují rovnováhu trupu. Patří mezi nejvíce namáhané a zatěžované klouby těla (vzhledem k vzpřímenému držení zejména u osob s větší tělesnou hmotností a u osob nosících těžká břemena). Kloub je poměrně stabilní, ale umožňuje dosti velký rozsah pohybu. Jeho stabilitu zajišťují vazivové a kloubní struktury (viz anatomie). Kyčelní kloub je lokalizován laterálně od střední roviny těla, a proto při stoji na stejnostranné dolní končetině poskytuje trupu jen malou stabilitu. Při chůzi jsou vazivové struktury kyčle pro stabilizaci rovněž nedostačující a pro zajištění rovnováhy těla při chůzi je rozhodující aktivita svalů začínajících proximálně od kyčelního kloubu. (Gross, 2005, Dylevský et.al., 2001)

## 5.1 Pohyby v kyčelním kloubu

**Flexe** v kyčli je při extendovaném koleně do 90° a při flektovaném koleně až 150° podle omezení tkáněmi břicha a stehna, zvětšuje se při současné abdukci.

Flexi provádí hlavně: m. iliopsoas (významný posturální sval, vykročení).

Pomocné svaly: m. pectineus, m. rectus femoris, m. tensor fasciae latae, m. gluteus minimus přední část, m. adductor brevis, m. sartorius, m. gluteus medius přední část, m. gracillis, m. adductor longus .

Pohyb stabilizují: erektor bederní páteře a břišní svaly stabilizují pánev.

Neutralizační svaly (svalové skupiny, jež neutralizují druhou směrovou pohybovou komponentu hlavního svalu): m. tensor fasciae latae, m. pectineus.

Rozsah flexně-extenčního pohybu v kyčelním kloubu bývá relativně často omezen pro tendenci flexorů kyčle ke zkrácení při iritaci okolí kyčelního kloubu.

**Extenze** v kyčli 10° - 15° je brána jako fyziologická hodnota. Tento rozsah je zvláště důležitý pro chůzi. Při větší extenzi se uplatňuje souhyb pánve (anteverze) a zapojují se svaly zádové v bederní části (erectores trunci). Hyperextenze kyčle vyvolá posturální instabilitu, kterou níže uvedené svaly korigují.

Hlavním extenzorem je m. gluteus maximus, který je málo aktivní při klidném stoji a chůzi po rovině. Velice často má sklon k funkčnímu útlumu a bývá příčinou vzniku bolestí v kříži. Uplatňuje se nejvíce při chůzi dozadu,

v předklonu, v podřepu, do schodů nebo při vstávání ze sedu. Patří k nejsilnějším svalům těla. Druhou skupinou s touto funkcí jsou m. biceps femoris c. longum, m. semitendinosus, m. semimembranosus (hamstringy). Při uzamčení kolena v extenzi výrazně pomáhají při extenzi v kyčli. Flexory kolena jsou trvale angažovány při malých nárocích běžné chůze a vestoje, vytvářejí dynamickou rovnováhu mezi flexí a extenzí při stožení a chůzi.

Pomocné svaly: m. adductor magnus, m. gluteus medius zadní část, m. gluteus minimus zadní část

Pohyb stabilizují: břišní svaly a erektor bederní páteře stabilizují pánev.

Neutralizační svaly: m. gluteus medius, adduktory (viz příloha č. 10)

**Abdukce** v kyčli je 35-40°, zvětšuje se při současné flexi. Patří vedle extenze k nejdůležitějším pohybům v kyčelním kloubu.

Hlavními svaly při abdukci jsou: m. gluteus medius, m. tensor fasciae latae, m. gluteus minimus.

Pomocné svaly: m. piriformis.

Pohyb stabilizují: m. quadratus lumborum, extenzory páteře a břišní svaly zpevňují pánev.

Neutralizační svaly: mm. glutei si vzájemně vyrovnávají rotační složky.

Laterální kyčelní svaly se porovnávají s m. deltoideus na HK a mluví se o „kyčelním deltoideu“. Tvoří ho m. gluteus medius, zadní snopce m. gluteus maximus, m. tensor fasciae latae a tractus iliotibialis. Abduktory drží pánev v horizontálním postavení, aby se nezešikmovala. Při oslabení abduktorů kyčle dochází při chůzi ke zvětšení vertikálních výkyvů pánve. Vzniká tzv. kachní chůze. Při stožení na jedné noze se projevuje ochablost abduktoru snížením druhé strany pánve (Trendelenburg). V důsledku oslabení vzniká často skolióza, přetížení lumbosakrálního přechodu a bolesti v kříži.

**Addukce** v kyčli je v rozsahu 10-15°.

Ze skupiny adduktorů je hlavním svalem m. adductor magnus, dále m. adductor longus, m. adductor brevis, m. gracilis, m. pectineus.

Pomocné svaly: m. gluteus maximus, m. obturatorius ext., m. psoas major.



Adduktory jsou činné především při stabilizaci polohy ve stoji a chůzi nebo při jízdě na lyžích či na koni. Jsou asi 3 x silnější než abduktorová skupina a mají tendenci ke zkracování. Aktivují se značně u centrálních regulačních poruch spojených s hypertonií. Drobné iritační příznaky v této oblasti se projevují omezením vnitřní rotace.

**Zevní rotace** je v rozsahu 45°, zvětšuje se při současné flexi.

Mezi hlavní svaly vykonávající zev. rotaci patří: m. quadratus femoris, m. piriformis, m. gluteus maximus, m. gemellus superior, m. gemellus inferior, m. obturatorius externus, m. obturatorius internus.

Pomocné svaly: m. adductor brevis, m. adductor longus, m. adductor magnus, m. gluteus medius, m. pectineus, m. biceps femoris caput longum.

Pohyb stabilizují: m. quadratus lumborum, břišní svaly a erektorové svaly páteře zpevňují pánev.

Neutralizační svaly: druhotnou činností (abdukce a addukce) se jednotlivé svaly samy neutralizují.

Zevní rotátory mají převahu nad vnitřními. Zkrácení zevních rotátorů, omezuje rozsah vnitřní rotace, a je podle Cyriaxe projevem počínajících změn na kyčelním kloubu.

**Vnitřní rotace** je v rozsahu 30°, zvětšuje se při současné flexi.

Hlavními svaly jsou: m. gluteus minimus, m. tensor fasciae latae.

Pomocné svaly: m. gluteus medius, m. semitendinosus, m. gracilis, m. semimembranosus.

Pohyb stabilizují: m. quadratus lumborum, erektorové svaly páteře a břišní svaly zpevňují pánev.

Neutralizační svaly: m. adductor magnus ruší abdukční složku. (Janda et.al., 2004, Dylevský et.al., 2001, Véle, 2006)

## 5.2 Vliv ligamentózního aparátu

Aktivní flexe extendované končetiny v koleně je možná asi do 80°, pasivní při flexi v koleně až do dotyku s hrudníkem, abdukce ve stoji asi 40°, při předklonu pánve až 70°. Hlavní omezení je dáno pouzdrém kyčelního kloubu, které je zpevněno výrazným ligamentózním aparátem. Nejsilnější je ligamentum iliofemorale, zpevňující v podobě obráceného „V“ přední stěnu kloubního pouzdra. Jeho pevnost je 300 kg v tahu a brání retroflexi, omezuje addukci a oba rotační směry. Při uvolněném stoji v pohovu brání pádu trupu nazad. Střední stěnu pouzdra zpevňuje ligamentum pubofemorale a zadní stěnu ligamentum ischiofemorale. Omezení rotačních složek nemusí být způsobeno pouze svaly, ale účastní se i ligamentum iliofemorale (při počínajících koxartózách podle Cyriaxe). (Véle, 2006)

Při pohybech v kyčelním kloubu, je nutné počítat i s aktivitou vzdálených svalů trupových a končetinových - jsou propojeny velkými fasciemi a tvoří mechanicky i funkčně propojené celky. Role jednotlivých svalů bývá často individuálně odlišná. Pohybová koordinace zde hraje velmi důležitou roli a její porucha může mít vliv na zhoršení celkové funkce než jenom oslabení svalové síly některého svalu, které může být i dobře vykompenzováno aktivitou jiných svalů, takže funkce nemusí být vcelku příliš porušena. (Véle, 2006)

## 6 Pohybové stereotypy dle Jandy

Pohybový stereotyp je způsob provádění určitých naučených pohybů (pohybové chování) a je charakteristický pro jedince (např. chůze, pohyby denních činností a pracovní pohyby). Podle Jandy je pohybový stereotyp soustava nepodmíněných a podmíněných (vrozených a získaných) reflexů, které jsou na sebe vzájemně vázány a jejichž vztahy se opakováním fixují. Jednou fixovaný stereotyp je „trvalý“. Vlivem působení zevního a vnitřního prostředí a díky plasticitě kortexu je možné tyto stereotypy změnit - dynamické pohybové stereotypy.

Hybné stereotypy mohou být rozdělovány na stereotypy prvního a druhého řádu. Pohybové stereotypy 1. řádu jsou dány geneticky založenou anatomickou strukturou těla řízenou CNS a představují základní pohybovou matici, která je zhruba pro všechny jedince shodná. Pohybové stereotypy 2. řádu jsou výrazem funkčních vazeb vypracovaných během života, vypracování je individuální a je vysvětlením veliké pohybové variability a specifity. (Janda, 1982)

Pro vyšetření používáme **6 základních testů**:

1. extenze v kyčelním kloubu - zanožení vleže na břicho, předpoklad ekonomické chůze
2. abdukce v kyčelním kloubu - unožení vleže na boku, stabilita pánve na jedné dolní končetině
3. flexe trupu - posazování z lehu do sedu, stabilita trupu
4. flexe hlavy - v leže na zádech, stabilita šíje, vztah k pletenci ramennímu
5. abdukce v ramenním kloubu – upažení vsedě, funkce glenohumerálního kloubu, lopatky, šíje
6. klik - vzpor, stabilita pletence ramenního, význam pro horní končetinu

Vyšetření těchto šesti základních vzorců dává poměrně dobrou představu o kvalitě pohybových stereotypů jedince. Vyšetřování hybných stereotypů vyžaduje značné zkušenosti, někdy klinické vyšetření nestačí a je vhodné využít vyšetření polyelektromyografií. Vyšetřování je v podstatě obdobné vyšetřování podle svalového testu. Nejde však o zjištění síly jednotlivých svalů, ale o stupeň aktivace a koordinaci všech svalů, které se na pohybu účastní, a to i svalů vzdálených, které nejsou v přímém anatomickém vztahu k prováděnému pohybu.

Při vyšetřování musíme dodržovat tyto zásady: vyšetřovaný provádí pohyb pomalu, provádí jej tak, jak je zvyklý (bez korekce), nedotýkáme se ho, protože dotyk může značně facilitovat svalovou skupinu. (Janda, 1982, Haladová, 2005)

## 6.1 Pohybový stereotyp extenze v kyčli

K přenosu sil vertikalizovaného trupu na dolní končetiny dochází v pánvi, která představuje kaudální zakončení páteře a je oporou pro dolní končetiny. Prstenec kostí tvořících pánev je velmi rigidní, a rozhodující pohyb pánve se proto odehrává především v kyčelních kloubech, odkud je přenášen na bederní páteř. Proto se při pohybu v kyčelních kloubech aktivují i četné skupiny zádoových svalů. Stejně jako se do páteře promítá pohyb kyčelních kloubů, má i pohyb páteře výraznou odezvu v těchto kloubech. (Kučera et.al., 1997)

Přesná analýza extenze v kyčelním kloubu je nesmírně důležitá, poněvadž představuje podstatnou část krokového mechanismu a informuje nás o dynamických a statických poměrech při chůzi. Vyšetření extenze v kyčli je běžně používaným testem ke zjištění funkčního stavu svalů v lumbopelvifemorální oblasti. Na vzorci extenze se podílejí m. gluteus maximus, ischiocrurální svaly a svaly paravertebrální. Proto si všímáme hlavně těchto tří skupin a snažíme se analyzovat stupeň jejich aktivace a koordinace.

Podle anatomických a vžitých představ je hlavním extenzorem kyčelního kloubu m. gluteus maximus. V praxi je často situace jiná, jelikož se nezdá aktivují nejdříve svaly ischiokrurální. (Janda, 1982)

Analýzu extenze v kyčelním kloubu můžeme provádět v různých variantách. Pro tuto práci jsem si vybrala jednu z nich: vyšetřovaná osoba leží na stole na břicho, hlavu má opřenou o čelo, horní končetiny volně podél těla, dolní končetiny v nulovém postavení, chodidla přes okraj stolu. Z této polohy vyšetřovaný pomalu zanožuje. Za správný pohybový stereotyp považujeme ten, kdy se nejprve aktivuje **m. gluteus maximus**, pak **ischiocrurální svaly**, dále **kontralaterální svaly paravertebrální v LS segmentech**, pak **homolaterální** a postupně se aktivační vlna šíří do **segmentů torakálních**.

Možných změn hybného stereotypu v nepříznivém smyslu je několik, nejdůležitější z nich jsou tyto:

- m. gluteus maximus je zapínán pozdě nebo vůbec ne. Během elevace končetiny (zanožování) nevidíme žádnou kontrakci a sval zůstává

hypotonický. Nejprve se aktivují ischiocrurální svaly a pak paravertebrální. Pohyb je přenesen do LS přechodu. Fixována funkce do Th-L.

- v situaci, kdy předpokládáme nedostatečnou stabilizaci křížové oblasti, se v nejlepším případě aktivují nejdříve homolaterální vzpřimovače trupu a nikoliv kontralaterální. Při výraznější inkoordinaci začíná aktivační vlna v oblasti torakolumbálního přechodu a šíří se kaudálním směrem do lumbálních segmentů. Vidíme pravidelnou hypertrofii svalových vláken v torakálních segmentech. Současně se prohlubuje bederní lordóza ve smyslu nestabilního kříže během pohybu. Nedostatečná stabilizace trupu ve frontální rovině.
- čím větší je nedostatečnost m. gluteus max., tím větší má vyšetřovaný tendenci současně s elevací končetiny provádět abdukci či zevní rotaci nebo obojí
- během pohybu předpokládáme, že svaly pletence horní končetiny zůstávají inaktivní. Jsou-li fixovány patologické stereotypy v oblasti horní poloviny těla (elevace pletence ramenního), dochází pravidelně k hyperaktivitě některého ze svalů pletence horní končetiny, zvláště horní části m. trapezius. Přetížení C a Th-L. (Haladová, 2005, Janda, 1982)

## 7 PEMG

Elektromyografie (EMG) je nejběžnější elektrodiagnostické neurologické vyšetření. V podstatě jde o dva druhy elektromyografie: 1. elektromyografie analytická (klinická, prováděná obvykle jehlovými elektrodami), 2. polyelektromyografie (kineziologická, prováděná obvykle povrchovými elektrodami). (Votava et.al., 1997)

Polyelektromyografie (PEMG) je relativně jednoduchá, dostupná, neinvazivní (netraumatizuje pacienta) a minimálně zatěžující metoda. Pomocí povrchových elektrod (monopolárních, bipolárních, multielektrod, tj. větší počet elektrod s minimální vzdáleností) umožňuje zaznamenávat elektrické projevy činnosti svalového aparátu. Zdrojem elektromyografického signálu je

transmembránový proud na úrovni sarkolemy. Jedná se o elektrický ekvivalent změny iontové výměny na membráně při svalové kontrakci. Umístění elektrod je ve střední linii svalu přes největší břicho svalu (popř. mezi motorický bod a šlachu) a je orientováno kolmo k průběhu svalových vláken. (Rodová et.al., 2001) Při vyšetření snímáme elektromyografickou aktivitu z několika svalů současně. K snímání používáme obvykle dvě povrchové elektrody (bipolární) pro každý snímáný sval. Záznam nazýváme elektromyogram. V dnešní době jsou PEMG záznamy demonstrovány na obrazovce přístroje, zachovány v jeho paměti a odtud mohou být vytištěny, obvykle s výsledky počítačového zpracování. PEMG nám dává informace především o časových vztazích mezi aktivitou různých svalů (záznam se provádí ze čtyř, osmi až šestnácti svalů). Můžeme hodnotit, zda je sval v klidu (v záznamu je rovná čára) či zda a v jaké míře se sval kontrahuje (v záznamu jsou křivky, nepravidelné hroty různé hustoty a amplitudy). Stupeň kontrakce lze orientačně hodnotit podle záznamu vizuálně, moderní přístroje integrují bioelektrickou aktivitu za jednotku času. Takto získané údaje jsou zhruba úměrné síle svalového stahu.

PEMG je využívána v neurologii, neurofyziologii, fyzioterapii, ortopedii, sportovní medicíně, biomechanice, ergonomii a dalších oborech. Velký význam má PEMG v léčebné rehabilitaci. Umožňuje analýzu normálního i patologického pohybu. Tak můžeme prokázat odchylky od normálního průběhu pohybu, které se snažíme léčbou korigovat. (Votava et.al., 1997, Trojan, 2005) Kineziologická PEMG se zabývá hlavně vyšetřením svalové funkce během vybraného i komplexního pohybu, sleduje koordinaci činnosti svalů, pozoruje speciální vliv a efekt tréninkových metod, terapeutických prvků, vztah velikosti elektromyografického signálu k síle, i únavě a vliv interakce zátěže či nástroje a svalové funkce. (Rodová et.al., 2001)

Podle Yanac-Paredes et.al. (2006) je pro hodnocení pohybových stereotypů a pro správnou interpretaci pořadí svalové aktivace potřebné vycházet z výsledků elektrofyziologických vyšetření, z nichž vysoce přínosná je poly-EMG s použitím povrchových elektrod.

Schéma umístění elektrod na jednotlivé svaly viz příloha č. 11.

## 8 Senzomotorika

Každý organismus je neustále vystaven vlivům prostředí - aferentaci. V CNS jsou tyto podněty podrobeny analýze, a pokud z ní vyplývá, že je nutno reagovat, pak jsou po eferentních drahách impulzy vedeny k periferním výkonným orgánům (efektorům) a těmi jsou hlavně svaly. Příjem informací významných pro hybnost, jejich zpracování a integrace v CNS až po výstup projevující se svalovou činností bývá souhrnně nazýván senzomotorika.

Informace důležité pro svalovou činnost přicházejí jednak z proprioreceptorů uložených ve svalech, šlachách a kloubech, jednak z exteroceptorů uložených v kůži. Reflexní odpověď je pak označována podle příslušných receptorů. (Trojan, 2005)

Člověk může mít dobře vyvinuté povrchové svaly, ale z hlediska funkce je důležité, jak nám dané svaly správně a rychle reagují, když je zapotřebí, jakou vykazují koordinaci a správnost odpovědi na nečekaný moment.

### 8.1 Senzomotorická stimulace

Metodika byla vypracována na klinice rehabilitačního lékařství FNKV v Praze. Autoři metody, český rehabilitační lékař a neurolog, profesor Vladimír Janda a rehabilitační pracovnice Marie Vávrová vycházejí z konceptu Freemanova, hlavně pak ze zdokonalené metody dle Herveou a Messeana. Navíc uplatňují i řadu nejnovějších neurofyziologických poznatků o funkci extero- a proprioreceptorů a z teorie o motorickém učení. (Pavlů, 2003)

Sensomotorická stimulace (SMS) je léčebně - tělovýchovná technika, která má své uplatnění nejen v oblasti medicíny, ale i v tělesné výchově zdravých. Zabývá se funkčními poruchami hybnosti vzniklými na podkladě útlumu (inhibice). Je to technika komplexní (syntetická), využívá složitých pohybů ke zlepšení nebo obnovení určité pohybové funkce. Řadíme ji do facilitačních technik, které využívají stimulace aferentních systémů k aktivaci (facilitaci) motorických eferentních center a drah. (Haladová, 2007) Na stejném principu funguje přístroj „Spacecurl“, který vyloženě „bombarduje“ aferentní zdroje.

SMS vychází z koncepce o **dvou stupních motorického učení**:

- **1. stupeň:** snaha zvládnout nový pohyb a vytvořit základní funkční spojení (naučit se pohyb), což se děje za výrazné kortikální aktivity (oblast parietálního a frontálního laloku - oblast sensorická a motorická). Řízení této činnosti na této úrovni je výrazně náročné a únavné a je tudíž snaha přesunout řízení pohybu na úroveň nižší (podkorová regulační centra) - př. začátečník za volantem automobilu.
- **2. stupeň:** řízení naučeného pohybu a činnosti se přesunulo na nižší, podkorovou úroveň, činnost se zautomatizovala, řízení pohybu je rychlejší a méně únavné - př. rychlejší a automatické reakce u dovedných řidičů. Nevýhoda: dojde-li k zafixování určitého stereotypu na této úrovni, je již velice obtížně ovlivnitelný.

Cílem senzomotorické stimulace je tedy dosáhnout reflexní, automatické aktivace svalů bez výraznější korové kontroly. Pouze podkorová kontrola zajišťuje dostatečnou a správnou aktivaci nejdůležitějších svalů, ekonomickou činnost a udržení zatížení periferních struktur (hlavně kloubů) v přijatelných fyziologických mezích. Umožňuje co nejméně zatěžující provedení pohybu. Pomocí SMS urychlujeme zmíněný druhý stupeň motorického učení. Touto metodou lze však ovlivnit nejen automatizovaná svalová aktivita, ale také základní pohybové vzory člověka (sed, stoj, chůze), tedy zaujetí a udržení vzpřímeného držení těla, rovnováhu, stabilitu při pohybu. SMS pomáhá rozbít špatné pohybové stereotypy a dosáhnout rychlé aktivace svalů potřebných pro správné udržení těla nejen ve stoji a vsedě. (Pavlů, 2003)

V metodě jde v zásadě o ovlivnění pohybu a vyvolání reflexního svalového stahu v rámci určitého pohybového stereotypu facilitací proprioceptorů, které se výrazně podílejí na řízení stoje a vertikálního držení a jednak na aktivaci spino-cerebello-vestibulárních drah a center, které se podílejí na regulaci stoje a provedení přesně adjustovaného a koordinovaného pohybu.

Z hlediska aferentace hrají roli pro vzpřímené držení těla a rovnováhu hlavně receptory z oblasti plosky nohy, pánve a šíje. Krátké suboccipitální svaly jsou považovány za svaly rovnováhy a obsahují čtyřikrát více proprioceptorů než



ostatní příčně pruhované svaly. Propriocepce z oblasti pánve výrazně ovlivňuje svalové napětí a stabilitu těla. Receptory plosky nohy lze facilitovat stimulací kožních receptorů nebo aktivací m. quadratus plantae s vytvořením zvýrazněné klenby nohy, tzv. „malé“ (krátké) nohy. Vytvoření „malé“ nohy vede ke změně postavení prakticky všech kloubů nohy a změněnému rozložení tlaků v kloubech, což příznivě ovlivňuje proprioceptivní stimulaci.

Významnou roli vedle koordinace hraje i rychlost aktivace a svalové kontrakce, která je nutná pro svalovou ochranu kloubů a také v tomto směru může senzomotorická stimulace přispět. (Janda, Vávrová, 1992)

### **8.1.1 Indikace a kontraindikace SMS**

#### **Indikace:**

- chronické vertebrogenní syndromy (bolesti zad, nedostatečná fixace svalstva pletence pánevního), vadné držení těla
- nestabilní klouby (poúrazový kotník, nestabilní koleno), hypermobilita
- idiopatická skolióza
- mozečkové a vestibulární poruchy
- poruchy hlubokého čítí
- stavy vyžadující funkční stabilizaci páteře
- udržení tělesné kondice, zdatnosti
- prevence pádů seniorů
- zlepšení rovnováhy
- odstranění špatných fixovaných pohybových stereotypů, získání nových
- aktivace inhibovaných (utlumených) svalů
- zlepšení pohybové koordinace a obratnosti
- zrychlení reakce svalů

#### **Kontraindikace:**

- absolutní ztráty povrchového i hlubokého čítí
- akutní bolestivé a zánětlivé stavy

- u onemocnění CNS s projevy zvýšení spasticity
- špatně spolupracující pacient (Janda, Vávrová, 1992)

### **8.1.2 Metodický postup**

Technika SMS obsahuje soustavu balančních cviků prováděných v různých posturálních polohách. Cviky spočívající ve vychylování podložky či pacienta z rovnovážného postavení aktivují proprioceptory a výrazně aktivují příslušné nervové dráhy a centra. Jako facilitační manévry se tedy využívají vzpřimovací rovnovážné a obranné reflexy.

Předpokladem pro zautomatizování pohybu je volba vhodných cviků, dostatečné opakování a obměňování cviků, postupné zvyšování náročnosti, případně záměrné odpoutání pozornosti od prováděného pohybu. Je na fyzioterapeutovi, aby zvolil vhodnou cvičební pomůcku a sestavil cvičební jednotku s ohledem na možnosti a schopnosti nemocného. (Haladová, 2007)

### **8.1.3 Pomůcky**

Mezi základní pomůcky SMS patří kulové a válcové úseče, balanční sandály, točna (rotana, twister), Fitter (swinger), minitrampolína a balanční nafukovací míče, zavedené Bobathovými.

Dle Jandy a Vávrové senzomotorická stimulace nepředstavuje rigidní a neměnnou metodiku. Naopak je otevřena dalším modifikacím.

## **8.2 Přístroj „Spacecurl“ (3D terapie)**

Přístroj „Spacecurl“ vede k reflexní stimulaci všech aferentních drah (aferentní zdroje: exteroceptory, proprioceptory, vestibulární aparát, optické informace) a posturálního systému, a proto můžeme vidět v jeho využití ve fyzioterapii jednu z mnoha možností, která může pozitivně přispět k řadě

preventivních i terapeutických postupů u poruch motoriky. Vědecké studie prokázaly výjimečné terapeutické výsledky, zejména pokud jde o koordinaci, držení těla a zlepšení bolesti zad pacientů.

V nezdravotnickém sektoru je přístroj zpravidla používán k tréninku vrcholových sportovců pro zlepšení kinestezie a pohybové koordinace (ve smyslu úhlového a lineárního zrychlení pohybu, pro nácvik spirál, rotací, vrutů aj., což je důležité například pro skokany do vody, krasobruslaře, výškaře, gymnasty, golfisty, fotbalisty). (Jandová, 2010)

Nestabilní systém 3 kruhů přístroje působí stimulačně na rovnovážný systém těla (využívá přítomnosti automatických rovnovážných reakcí, které se angažují v udržení vzpřímeného držení těla, postury) obdobně jako cvičení v rámci senzomotorické stimulace. Zásadní rozdíl mezi těmito postupy je, že cvičení na „Spacecurl“ umožňuje pohyb ve třech rovinách, dodává cvičícímu více prostoru a je tak nucen plně zapojovat všechny části těla. „Spacecurl“ citlivě reaguje na posun těžiště cvičícího, který neustále upravuje své posturální nastavení, aby udržel své tělo v rovnováze. Tímto způsobem lze rozbít a ovlivňovat patologické automatismy držení těla. (Kříženecká, 2004)

U lidí cvičících na „Spacecurl“ je velká pravděpodobnost, že nastane zlepšení rovnováhy a dojde k pozitivní adaptaci senzomotorických dovedností.

### **8.2.1 Vývoj přístroje**

Předchůdcem současného přístroje „Spacecurl“ byly pomůcky, které používala u kosmonautů po návratu z vesmíru americká agentura NASA. Hlavním cílem využití těchto pomůcek bylo eliminovat útlum cerebela a svalových vřetének, jež po vystavení stavu beztíže vzniká (trénink kosmonautů a pilotů nadzvukových letadel).

V Evropě je využíván ve Švédsku starší 3dimenzionální přístroj GYRO, který je aplikován především za účelem tréninku trupového svalstva, ale i tréninku v oblasti aerobní.

V současné době je v Evropě nejvíce rozšířeno používání přístroje „Spacecurl“, který by měl umožnit fyziologický trénink celého těla s hlavním

cílem trénovat či zlepšit koordinaci a být využit při rehabilitaci a léčbě nemocí pohybového aparátu. Přístroje tohoto druhu jsou využívány k terapii v Německu, Austrálii, Británii, Rakousku, Švýcarsku, Španělsku, Jižní Koreji a České republice.

### **8.2.2 Samotný přístroj**

„Spacecurl“ je pomůcka, resp. přístroj poměrně velkého rozměru (2,60 m široký, 2,50 m vysoký) i vysoké hmotnosti (305 kg), konstruovaný ze tří otočných kruhů. Pacient či cvičící, který může mít tělesnou výšku mezi 145 - 190 cm a tělesnou hmotnost do 120 kg je fixován v přístroji na plošince (nohy jsou fixovány), jejíž výška je dle tělesných proporcí a rovněž tak dle charakteru cvičení nastavitelná. Další fixace je provedena v oblasti pánve bederním kruhem. Tato fixace je vhodná pro vyloučení možného vzniku zvýšené bederní lordózy. Postavení horních končetin je voleno se zřetelem k cílům cvičení – mohou být odloženy na bederní fixaci, překříženy přes hrudník nebo volně odloženy na horních úchytech, nesmí se křečovitě držet. (viz příloha č. 13)

### **8.2.3 Možnosti pohybů těla v prostoru**

Na kruzích je možno nastavit pohyby v prostorových rovinách 1-3, čímž jsou také vymezeny pohyby v daných rovinách. Provádět můžeme pohyb v kole, salta, pohyb šroubovitý či pohyby kombinované. Pohyb je podobný cvičení na trampolínách, které umožňuje zaujmout určité vymezené polohy a pohybovat se např. jen v jednom směru, nebo je obohatit o další a tyto poté střídat.

Další variabilitu umožňuje provádění otáčivých pohybů při konstantní či měnící se rychlosti, kdy se zvýšením rychlosti pohybů rozvíjí i určitá vlastní dynamika stroje. Na probanda se poté tato dynamika přenáší a může dojít k překvapivým a zejména nespojitým pohybům v různých směrech, různými rychlostmi. Cvičícímu se může zdát, že jeho pohyb byl již dokončen a na okamžik se opravdu může zastavit v jakémkoli směru a rovině, ale následně se projeví

energie nashromážděná v přístroji neočekávaným pohybem. Celá rotace tak může proběhnout i mimo osu těla dotyčného. (Novotná, 2003)

#### **8.2.4 Cvičení a orientace v prostoru**

Cvičící by měl být veden tak, aby stačil neustále vnímat svoji polohu v prostoru. Vestibulární systém dodává informace o směru zemské přitažlivosti a dále informace související se směrem pohybu těla. Tomu napomáhá i zraková analýza polohy a pohybu v prostoru. Dojem, který vyhodnocuje vestibulární aparát, závisí jednak na nasměrování těla, ale i poloze v prostoru. Další informace poskytují proprioceptory, které sledují síly působící na tělo v pohybu. Díky těmto vlivům umožňuje přístroj zlepšit schopnost orientace v prostoru. (Novotná, 2003)

#### **8.2.5 Přínos cvičení na „Spacecurl“**

- ovlivnění svalové síly, aerobní trénink, výdrž
- odstranění svalových dysbalancí a chronických bolestí zad z funkční atrofie svalů
- trénink koordinace a rovnováhy
- trénink prostorové orientace a trénink komplexní reakční připravenosti
- korekce chybných pohybových a posturálních vzorců
- reedukace svalové síly s cílem zlepšení stabilizace trupu
- vypracování nových pohybových vzorů
- trénink kinestetiky (pocitů umožňující vnímání pohybu)
- zlepšení propriocepce
- redukce závratí
- zesílení motorických jednotek postižených svalů, které se jen obtížně aktivují volným úsilím a nereagují dostatečně na jiné procedury na neurofyziologickém podkladě

Během cvičení dochází ke změnám v postavení těla v prostoru, což vyžaduje trvalou změnu v nastavení tonu a především jsou kladeny velké nároky na nutnost stabilizace trupu. Panjabi a další autoři poukazují na význam tzv. lokálního systému pro stabilizaci bederní páteře. Jeho neuromuskulární kontrola hraje důležitou roli v kvalitě stabilizace páteře. Stabilizační systém trupu můžeme rozdělit na 2 systémy: lokální a globální. Globální - povrchový systém, zahrnuje svalové skupiny, které lze snadno aktivovat volně (paravertebrální a šikmé břišní svaly), naproti tomu lokální systém, uložený hlouběji oproti globálnímu systému není vůlí dobře aktivovatelný. Z lokálního systému jsou to 2 svaly, které pro stabilizaci páteře hrají prvořadou roli: mm. multifidi a m. transversus abdominis. Cvičením na „Spacecurl“ můžeme k jejich reflexní aktivaci podstatnou měrou přispět.

### **8.2.6 Indikace a kontraindikace 3D cvičení pomocí „Spacecurl“**

#### **Indikace:**

- stabilizace páteře a trupu - dojde k aktivaci hlubokých krátkých svalů zádočných
- prevence a terapie low back pain (chronické a recidivující bolesti zad)
- poruchy propriocepční na dolních končetinách, zvláště u stavů pouřazových
- dobře reagují mladí nemocní s lehkou formou skoliózy
- stavy po úrazech typu whiplash – zde přispívá ke zmírnění pocitů závratí a bolestí a zlepšení stability C-kraniálního přechodu
- stavy vyžadující vestibulární rehabilitaci
- stavy po zánětech nebo jiném lehčím postižení funkcí mozečku
- situace vyžadující facilitaci vřetének a odstranění svalového útlumu např. na Klinice rehabilitačního lékařství FNKV se osvědčilo cvičení ve „Spacecurl“ u svalových dystrofií, kde pohybová odpověď na nestabilní prostředí byla velmi výrazná i ve svalech, které pacient delší dobu při pohybu nepoužíval (Vacek, 2005)

- osteoporóza, rehabilitace po náhradách kloubů
- neurologická onemocnění – Parkinsonova choroba, apoplexie, roztroušená mozkomíšni skleróza, některé případy po CMP - ke zlepšení funkční stability páteře, schopnosti pohybu, držení těla a redukci spasticky, u osob s postpoliomyelitickým syndromem - zde pomáhá udržet v zapojení slabé svaly v pohybovém stereotypu, Bechtěrevova choroba – potlačení rozvoje onemocnění

**Kontraindikace:**

- jsou shodné s obecně platnými kontraindikacemi pro celý obor rehabilitační a fyzikální medicíny (přenosné choroby, všechny stavy v akutní fázi, těžká kardiorespirační nedostatečnost atd.)
- aneuryzma, hypertenze, stavy spojené s psychózami a neurózami, těhotenství

### **8.2.7 Metodický postup**

Terapie pomocí „Spacecurl“ není nahodilé pohybování se nebo točení se v kruzích. Existují různé postupy cvičení. Postup tak jako i u jiných cvičení je od jednoduchého ke složitějšímu. Terapeut může individuálně nastavit stupeň volnosti kruhů, rovinu pohybu. Cvičící si sám určuje rozsah a rychlost cvičení v systému kruhů dle svých možností. Obecně se postup člení do několika fází: 1. fáze představuje nácvik stability ve střední pozici, ve 2. fázi se nacvičují pohyby v sagitální rovině a ve 3. fázi v sagitální a frontální rovině, 4. fáze zahrnuje nácvik komplexního 3D pohybu. (Pavlů - Janda, 2003, Jandová, 2010, [www.hotspot.ch](http://www.hotspot.ch), [www.suessmed.com](http://www.suessmed.com), [www.360grad-maintaunus.com](http://www.360grad-maintaunus.com), [www.act-physio.de](http://www.act-physio.de))

## 9 Praktická část

Pro práci jsem si vybrala 3 probandy, studentky 3. ročníku fyzioterapie, které udávaly občasné bolesti dolních zad (low back pain), bez neurologického nálezu. Před a po cvičení jsem provedla kineziologický rozbor a měření pomocí PEMG, s následnou komparací dat „před“ a „po“. Samotné cvičení na „Spacecurl“ probíhalo 3x týdně, celkem se uskutečnilo 9 návštěv a každá cvičební jednotka trvala 20 min.

### 9.1 Vstupní kineziologický rozbor

Kineziologický rozbor a měření pomocí PEMG bylo provedeno u všech probandů 1. 3. 2010. Do vyšetření bylo zahrnuto hodnocení postavy ve stoji, vyšetření pohyblivosti páteře a vyšetření zkrácených svalů.

#### 9.1.1 Proband 1 (E. S.)

##### **Hodnocení postavy**

*Zezadu:* držení a osově postavení hlavy v normě, levé rameno o trochu výše, horní končetiny volně podél těla, oslabené mezilopátkové svaly, lopatky odstávají, plochá záda, souměrné paravertebrální svaly, asymetrické thorakobrachiální trojúhelníky, lehká anteverze pánve, sinistrokaudálně šikmá pánev, levá gluteální rýha níže, valgózní paty - levá strana horší

*Z boku:* držení a osově postavení hlavy v normě, ramena v mírné protrakci, HKK volně podél těla, oploštělá hrudní kyfóza, pánev v mírné anteverzi, příčně ploché nohy

*Zepředu:* držení a osově postavení hlavy v normě, obličej symetrický, levé rameno o trochu výše, klíční kosti ve stejné výši, HKK volně podél těla, horní hrudní dýchání, lehce prominující spodní oblouky žeber, thorakobrachiální trojúhelníky asymetrické - vlevo větší, břišní svaly v normě, hypertonus m. recrus femoris bilaterálně, příčně ploché nohy



### Wyšetření pohyblivosti páteře

C – PÁTEŘ	Vstupní wyšetření
Čepojův příznak (C7 + 8 cm, při flexi o 3 cm)	o 1 cm
Th PÁTEŘ	
Ott - předklon (od Th1 - 30 cm, o 3,5 cm)	o 5 cm
Ott - záklon (od Th1 - 30 cm, o 2,5 cm)	o 2 cm
L – PÁTEŘ	
Schober (od L5 + 10 cm, o 5 cm)	o 4 cm
CELÁ PÁTEŘ	
Stibor (od C7 - L5, o 7 cm)	o 12 cm
Thomayer (od špiček prstů k zemi)	0 cm
Úklon DX	28 cm
Úklon SIN	28 cm

### Wyšetření zkrácených svalů

Svaly	DX	SIN
FLEX. KOL. KL.	0	0
ILIOPSOAS	0	0
RECTUS FEM.	1	1
TENSOR F. L.	1	1
PIRIFORMIS	0	0
QUADRATUS LUMB.	0	0
ERECTORES TR. (28 cm)	2	2

#### 9.1.2 Proband 2 (M. Ch.)

##### Hodnocení postavy

*Zezadu:* držení a osové postavení hlavy v normě, ramena ve stejné výšce, mírně oslabené mezilopatkové svaly, horní končetiny volně podél těla, levé paravertebrální svaly v hypertonu, hyperlordóza bederní oblasti, antevertze a rotace pánve doprava, glutální rýhy ve stejné výšce, ochablé gluteální svaly, vnitřní rotace v kyčlích bilaterálně, podélně ploché nohy

*Z boku:* držení a osově postavení hlavy v normě, protrakce ramen, oploštělá hrudní kyfóza, hyperlordóza bederní oblasti, břicho prominuje, pánev v antevertzi, podélně ploché nohy

*Zepředu:* držení a osově postavení hlavy v normě, obličej symetrický, levá HK více ve vnitřní rotaci, klíční kosti ve stejné výši - levá klíční kost více prominuje, asymetrické thorakobrachiální trojúhelníky, horní polovina pupíku stažena doleva, přetížené šikmé břišní svaly, povolené dolní břicho, postavení pánve v antevertzi a rotaci doprava, vnitřní rotace v kyčlích, podélně ploché nohy

### Vyšetření pohyblivosti páteře

C – PÁTEŘ	Vstupní vyšetření
Čepojův příznak (C7 + 8 cm, při flexi o 3 cm)	o 1 cm
Th PÁTEŘ	
Ott - předklon (od Th1 - 30 cm, o 3,5 cm)	o 4 cm
Ott - záklon (od Th1 - 30 cm, o 2,5 cm)	o 2 cm
L – PÁTEŘ	
Schober (od L5 + 10 cm, o 5 cm)	o 4 cm
CELÁ PÁTEŘ	
Stibor (od C7 - L5, o 7 cm)	o 9 cm
Thomayer (od špiček prstů k zemi)	0 cm
Úklon DX	23 cm
Úklon SIN	23 cm

### **Vyšetření zkrácených svalů.**

Svaly	DX	SIN
FLEX. KOL. KL.	0	0
ILIOPSOAS	0	0
RECTUS FEM.	1	1
TENSOR F. L.	1	1
PIRIFORMIS	0	0
QUADRATUS LUMB.	0	0
ERECTORES TR. (32 cm)	2	2

### **9.1.3 Proband 3 (A. M.)**

#### **Hodnocení postavy**

*Zezadu:* držení a osově postavení hlavy v normě, pravé rameno výše, hypertonické trapézy, lopatky odstáté, oploštělá kyfóza, horní končetiny volně podél těla, asymetrické thorakobrachiální trojúhelníky – pravý větší, mírná dextrokonvexní skolióza v oblasti Th7-Th8, zvýšené napětí paravertebrálních svalů bilaterálně, hyperlordóza v bederní oblasti, dextrokaudálně šikmá pánev, pravá dolní končetina více ve vnitřní rotaci

*Z boku:* držení a osově postavení hlavy v normě, lehká protrakce ramen, oploštělá kyfóza, hyperlordóza v bederní oblasti, příčně i podélně ploché nohy – pravá horší, hallux valgus bilaterálně

*Zepředu:* držení a osově postavení hlavy v normě, symetrický obličej, gotická ramena, lehká protrakce ramen, pravá klíční kost prominuje, hypertonické horní břicho (horní část m. rec. abdominis), spodní břicho povoleno, asymetrické thorakobrachiální trojúhelníky, dextrokaudálně šikmá pánev, pravá dolní končetina více ve vnitřní rotaci, příčně i podélně ploché nohy – pravá horší

### Wyšetření pohyblivosti páteře

C – PÁTEŘ	Vstupní wyšetření
Čepojův příznak (C7 + 8 cm, při flexi o 3 cm)	o 0,5 cm
Th PÁTEŘ	
Ott - předklon (od Th1 - 30 cm, o 3,5 cm)	o 4 cm
Ott - záklon (od Th1 - 30 cm, o 2,5 cm)	o 1 cm
L – PÁTEŘ	
Schober (od L5 + 10 cm, o 5 cm)	o 5 cm
CELÁ PÁTEŘ	
Stibor (od C7 - L5, o 7 cm)	o 9 cm
Thomayer (od špiček prstů k zemi)	0 cm, nerozvijení v L oblasti
Úklon DX	23 cm
Úklon SIN	23 cm

### Wyšetření zkrácených svalů

Svaly	DX	SIN
FLEX. KOL. KL.	0	0
ILIOPSOAS	0	0
RECTUS FEM.	1	1
TENSOR F. L.	0	1
PIRIFORMIS	0	0
QUADRATUS LUMB.	0	0
ERECTORES TR. (32 cm)	2	2

## 9.2 Vstupní PEMG

Povrchové elektrody byly nalepeny na očištěnou kůži a umístěny paralelně s průběhem vláken těchto svalů: pravý i levý m. biceps femoris, pravý i levý m. gluteus maximus a na pravý i levý mm. erectores spinae L oblast a Th-L oblast vpravo. Referenční elektroda byla umístěna na os sacrum.

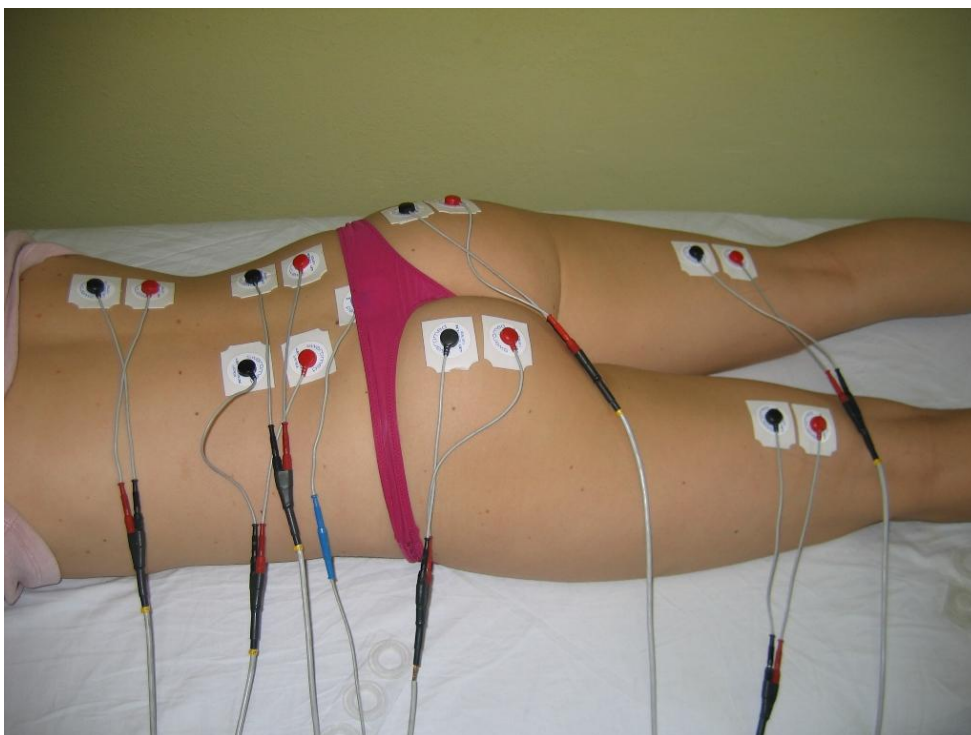
Metodou PEMG jsme testovali na obou DKK pohybový stereotyp extenze v kyčelním kloubu (v poloze vleže na břicho při extendovaném kolenu), svalový test

m. gluteus max. dx a sin, izometrickou kontrakci m. gluteus max. dx a sin, svalový test extenze trupu a dřep.

Podle získaných údajů před a po cvičení jsme chtěli zjistit, zda se něco změní na stereotypu extenze, jestliže budou probandi po dobu 3 týdnů intenzivně cvičit na „Spacecurl“. Fotografie z měření a grafické zpracování výsledků PEMG viz příloha č. 12, 20-22.

Kritéria hodnocení PEMG:

1. „timing“ – sledování zapojení svalů v čase
2. „mean value“ – měrná hodnota křivky



Umístění elektrod pro měření pohybového stereotypu extenze v kyčelním kloubu.

### 9.3 Cvičební jednotka

Po příchodu byla nejprve nastavena platforma na nohy na míru probanda. Nastavení nohou bylo pro všechny ve výšce 5 cm a po dobu cvičení nebyla výška měněna (všichni 3 probandi měli přibližně stejné tělesné proporce, výšku). Poté byla nastavena výška bederního kruhu pro upevnění. Proband byl po nastoupení

na platformu zafixován za nohy a upnut do bederního kruhu. Po dobu celého cvičení se probandi (s rukama nahoře) přidržovali na úchytech vnitřního kruhu.

Každá cvičební jednotka trvala 20 minut. Prvních 10 minut probandi prováděli dané cviky při dvou uvolněných kruzích, třetí vnější byl zajištěn, aby se nepohyboval. První cvik byl v rovině sagitální - vychýlení dopředu a dozadu, poté v rovině frontální - vychýlení do stran zhruba o 45°. Dále diagonály na levou a pravou stranu, kroužky po a proti směru hodinových ručiček a ležaté osmičky ∞. Každý cvik byl proveden 10 x za sebou. V dalších 10 minutách byl uvolněn i třetí kruh a následoval „freestyle“ - volné cviky dle schopností probandů opět s rukama nahoře na úchytech, nácvik 3D pohybu. Po cvičení byly kruhy znovu upevněny do vertikální polohy a proband byl uvolněn. Obrázky cviků v příloze č. 13-19.

## 9.4 Výstupní kineziologický rozbor

Výstupní kineziologický rozbor a měření pomocí PEMG bylo provedeno u všech probandů 22. 3. 2010.

### 9.4.1 Proband 1 (E. S.)

#### Hodnocení postavy

*Zezadu:* držení a osově postavení hlavy v normě, levé rameno o trochu výše, horní končetiny volně podél těla, oslabené mezilopatkové svaly, odstávající lopatky, plochá záda, souměrné paravertebrální svaly, asymetrické thorakobrachiální trojúhelníky, lehká anteverze pánve, sinistrokaudálně šikmá pánev, levá gluteální rýha níže, valgózní paty - levá horší

*Z boku:* postavení hlavy v normě, ramena v mírné protrakci, HKK volně podél těla, oploštělá hrudní kyfóza, pánev v mírné anteverzi, příčně ploché nohy

*Zepředu:* držení a osově postavení hlavy v normě, obličej symetrický, levé rameno o trochu výše, klíční kosti ve stejné výši, HKK volně podél těla, horní hrudní dýchání, lehce prominující spodní oblouky žeber, thorakobrachiální trojúhelníky symetrické, břišní svaly v normě, tonus m. recrus femoris v normě bilaterálně, příčně ploché nohy

### Vyšetření pohyblivosti páteře

C – PÁTEŘ	Vstupní vyšetření
Čepojův příznak (C7 + 8 cm, při flexi o 3 cm)	o 1, 5 cm
Th PÁTEŘ	
Ott - předklon (od Th1 - 30 cm, o 3,5 cm)	o 5 cm
Ott - záklon (od Th1 - 30 cm, o 2,5 cm)	o 3 cm
L – PÁTEŘ	
Schober (od L5 + 10 cm, o 5 cm)	o 5 cm
CELÁ PÁTEŘ	
Stibor (od C7 - L5, o 7 cm)	o 12 cm
Thomayer (od špiček prstů k zemi)	0 cm
Úklon DX	30 cm
Úklon SIN	31 cm

### Vyšetření zkrácených svalů

Svaly	DX	SIN
FLEX. KOL. KL.	0	0
ILIOPSOAS	0	0
RECTUS FEM.	0	0
TENSOR F. L.	1	1
PIRIFORMIS	0	0
QUADRATUS LUMB.	0	0
ERECTORES TR. (19 cm)	2	2

#### 9.4.2 Proband 2 (M. Ch.)

##### Hodnocení postavy

*Zezadu:* držení a osové postavení hlavy v normě, ramena ve stejné výšce, mírně oslabené mezilopatkové svaly, horní končetiny volně podél těla, levé paravertebrální svaly v hypertonu, hyperlordóza bederní oblasti, anteverze a rotace pánve doprava, glutální rýhy ve stejné výšce, ochablé gluteální svaly, pravá DK ve vnitřní rotaci, podélně ploché nohy

*Z boku:* držení a osově postavení hlavy v normě, protrakce ramen, oploštělá hrudní kyfóza, hyperlordóza bederní oblasti, břicho prominuje, pánev v antevertzi, podélně ploché nohy

*Zepředu:* držení a osově postavení hlavy v normě, obličej symetrický, HKK rotovány stejně, klíční kosti ve stejné výši, asymetrické thorakobrachiální trojúhelníky, horní polovina pupíku stažena doleva - přetížené šikmé břišní svaly, povolené dolní břicho, postavení pánve v antevertzi a rotaci doprava, vnitřní rotace v kyčlích – pravá více, podélně ploché nohy

### Vyšetření pohyblivosti páteře

C – PÁTEŘ	Vstupní vyšetření
Čepojův příznak (C7 + 8 cm, při flexi o 3 cm)	o 1 cm
Th PÁTEŘ	
Ott - předklon (od Th1 - 30 cm, o 3,5 cm)	o 5 cm
Ott - záklon (od Th1 - 30 cm, o 2,5 cm)	o 2, 5 cm
L – PÁTEŘ	
Schober (od L5 + 10 cm, o 5 cm)	o 4 cm
CELÁ PÁTEŘ	
Stibor (od C7 - L5, o 7 cm)	o 10 cm
Thomayer (od špiček prstů k zemi)	0 cm
Úklon DX	24 cm
Úklon SIN	23, 5 cm



### Wyšetření zkrácených svalů

Svaly	DX	SIN
FLEX. KOL. KL.	0	0
ILIOPSOAS	0	0
RECTUS FEM.	1	1
TENSOR F. L.	1	1
PIRIFORMIS	0	0
QUADRATUS LUMB.	0	0
ERECTORES TR. (30 cm)	2	2

### 9.4.3 Proband 3 (A. M.)

#### Hodnocení postavy

*Zezadu:* držení a osově postavení hlavy v normě, pravé rameno výše, hypertonické trapézy, lopatky odstáté, oploštělá kyfóza, horní končetiny volně podél těla, asymetrické thorakobrachiální trojúhelníky – pravý větší, mírná dextrokonvexní skolióza v oblasti Th7-Th8, zvýšené napětí paravertebrálních svalů bilaterálně, hyperlordóza v bederní oblasti, dextrokaudálně šikmá pánev, DKK stejně rotovány v kyčlích

*Z boku:* držení a osově postavení hlavy v normě, lehká protrakce ramen, oploštělá kyfóza, hyperlordóza v bederní oblasti, příčně i podélně ploché nohy – pravá horší, hallux valgus bilaterálně

*Zepředu:* držení a osově postavení hlavy v normě, symetrický obličej, gotická ramena, lehká protrakce ramen, pravá klíční kost prominuje, hypertonické horní břicho (horní část m. rec. abdominis), spodní břicho povoleno, asymetrické thorakobrachiální trojúhelníky, dextrokaudálně šikmá pánev, DKK stejně rotovány v kyčlích, příčně i podélně ploché nohy – pravá horší

### Wyšetření pohyblivosti páteře

C – PÁTEŘ	Vstupní wyšetření
Čepojův příznak (C7 + 8 cm, při flexi o 3 cm)	o 1 cm
Th PÁTEŘ	
Ott - předklon (od Th1 - 30 cm, o 3,5 cm)	o 4 cm
Ott - záklon (od Th1 - 30 cm, o 2,5 cm)	o 1 cm
L – PÁTEŘ	
Schober (od L5 + 10 cm, o 5 cm)	o 5, 5 cm
CELÁ PÁTEŘ	
Stibor (od C7 - L5, o 7 cm)	o 11 cm
Thomayer (od špiček prstů k zemi)	0 cm, nerozvívění v L oblasti
Úklon DX	25 cm
Úklon SIN	23 cm

### Wyšetření zkrácených svalů

Svaly	DX	SIN
FLEX. KOL. KL.	0	0
ILIOPSOAS	0	0
RECTUS FEM.	0	0
TENSOR F. L.	0	0
PIRIFORMIS	0	0
QUADRATUS LUMB.	0	0
ERECTORES TR. (26 cm)	2	2

## 9.5 Výstupní PEMG

Testování provedeno 22. 3. 2010. Postup zpracování dat při výstupním PEMG byl stejný jako při vstupním měření. Grafické zpracování výsledků měření v příloze č. 20, 21 a 22.

## 10 Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo objektivní posouzení (přes vyšetření PEMG), že cvičení na přístroji „Spacecurl“ pozitivně ovlivnilo pohybový stereotyp extenze v kyčelním kloubu.

Kineziologický rozbor nepotvrdil výrazné zlepšení ani žádnou patologii. Kineziologický rozbor byl prakticky identický při vstupu i výstupu. Přesto došlo u všech probandů k subjektivnímu zlepšení fyzického stavu – ustoupily bolesti dolních zad a celkově se cítili posílení.

PEMG jasně prokázal zlepšení pohybového stereotypu extenze v kyčli (hodnoty a grafy ad příloha č. 20-22, výsledné křivky PEMG ad příloha č. 23-30). Po 3 týdnech cvičení nastoupila (proband 1, 3) nebo se zlepšila (proband 2) aktivita m. gluteus max. a zároveň se utlumila aktivita hamstringů (homolaterálně) při pohybovém stereotypu extenze v kyčli dle Jandy (Janda, 1982).

Hypotéza se potvrdila - „Spacecurl“ pozitivně ovlivňuje pohybový stereotyp extenze v kyčli.

Cíl práce byl splněn.

## 11 Souhrn

Tématem mé bakalářské práce je pohybový stereotyp extenze v kyčelním kloubu a jeho ovlivnění cvičením na přístroji „Spacecurl“, objektivizováno v rámci metody PEMG.

V teoretické části jsou shrnuty dostupné poznatky o anatomii, biomechanice a kineziologii kyčelního kloubu. Dále jsou uvedeny informace o pohybových stereotypech dle Jandy - se zaměřením na pohybový stereotyp extenze v kyčli, metodě PEMG, senzomotorice – senzomotorické stimulaci a metodě „Spacecurl“.

Praktická část této práce zahrnuje kineziologický rozbor, vyšetření metodou PEMG a cvičební jednotku, kterou probandi prováděli na přístroji 9x (ā 20 min, 3x týdně).

## **12 Summary**

The subject of my Bachelor thesis is impact of the „Spacecurl“ exercise therapy on a hip extension movement stereotype, objectified by PEMG.

In the theoretical part is intended to give a review of anatomy, biomechanics and kinesiology of the hip. There are also summarized information about the movement stereotypes according to Janda - mainly extension of the hip, the method PEMG, Sensory Motor Stimulation and the „Spacecurl“.

The second part is a practical and contains kinesiological analysis, screening method PEMG and exercise unit, the respondents conducted on the unit 9x (ā 20 min, for 3 weeks).

## 13 Seznam použité literatury

**BARTONÍČEK, J., HEŘT, J.** *Základy klinické anatomie pohybového aparátu*. Praha: Maxdorf, 2004. 167 s. ISBN 80-7345-017-8.

**ČIHÁK, R.** *Anatomie I*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1987. 253-262, 282-284, 409-418 s. ISBN 08-102-87.

**DOUBKOVÁ, A.** *Anatomie pro bakalářský studijní program Fyzioterapie I. díl*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2006. 85-86, 170-185 s. ISBN 80-246-1302-6.

**DYLEVSKÝ, I. et.al.** *Pohybový systém a zátěž*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 1997. 47-48, 67 s. ISBN 80-7169-258-1.

**DYLEVSKÝ, I., KUBÁLKOVÁ, L., NAVRÁTIL, L.** *Kineziologie, kineziterapie a fyzioterapie*. 1. vyd. Praha: Manus, 2001. 48-51 s. ISBN 80-902318-8-8.

**GROSS, J., FETTO, J., ROSEN, E.** *Vyšetření pohybového aparátu*. Překlad 2. anglického vydání. Praha: Triton, 2005. 382 s. ISBN 80-7254-720-8.

**HALADOVÁ, E. et.al.** *Léčebná tělesná výchova - cvičení*. 3. nezměněné vyd. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2007. 125-132 s. ISBN 978-80-7013-460-3.

**HALADOVÁ, E., NECHVÁTALOVÁ, L.** *Vyšetřovací metody hybného systému*. 2. vyd. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2005. 122-126 s. ISBN 80-7013-393-7.

**HNÍZDIL, J., BERÁNKOVÁ, B.** *Bolesti zad jako životní realita*. 1. vyd. Praha: Triton, 2000. 13-17, 39 s. ISBN 80-7254-098-X.

**CHALOUPKA, R. et.al.** *Vybrané kapitoly z LTV v ortopedii a traumatologii*. 1. vyd. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2001. 24 s. ISBN 80-7013-341-4.

**JANDA, V.** *Základy funkčních (neparetických) poruch hybného systému*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1982. 21, 83-88 s.

**JANDA, V. et.al.** *Svalové funkční testy*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2004. 199-223 s. ISBN 80-247-0722-5.

**JANDA, V., VÁVROVÁ, M.** SENZOMOTORICKÁ STIMULACE Základy metodiky propioceptivního cvičení. *Rehabilitácia*, 25, 1992, č. 3, s. 14-34.

**JANDOVÁ, D.** Rehabilitační lékařství: Kam se v Čechách obrátit?. *Sanquis - edice profesionál*, 2010, č. 74, s. 85.

**JANDOVÁ, D.** Třidimenzionální cvičení (PROFI). *Sanquis - edice profesionál*, 2010, č. 74, s. 89.

**KARAS, V., OTÁHAL, S.** *Základy biomechaniky pohybového aparátu člověka*. Praha: Karolinum, 1991. 172-193 s. ISBN 80-7066-514-9.

**KOLÁŘ, P. et.al.** *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2009. 159-161 s. ISBN 978-80-7262-657-1.

**KŘÍŽENECKÁ, M.** *Okamžitá reakce po cvičení na „Spacecurl“*. Diplomová práce bakalářská. 3. LF. Praha: 2004. 2 s.

**MIHULOVÁ, Z.** *Léčebně - rehabilitační plán a postup po totální endoprotéze kyčelního kloubu*. Diplomová práce bakalářská. Masarykova Univerzita. Brno: 2007. 12 s.

**NERADILEK, F.** Multidisciplinární řešení bolesti zad. *Medicína po promoci*, 2006, roč. 6, s. 71.

**NOVOTNÁ, E.** *Vypracování a ověření didaktického postupu pro cvičení na Space-Curls - stroji umožňujícím pohyb ve třech rovinách*. Diplomová práce bakalářská. 3. LF. Praha: 2003. 12-14 s.

**PAVLŮ, D.** *Speciální fyzioterapeutické koncepty a metody 1. (Koncepty a metody spočívající převážně na neurofyziologické bázi)*. 2. opravené vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003. 126-128 s. ISBN 80-7204-312-9.

**PAVLŮ, D., JANDA, V.** Třidimenzionální cvičení pomocí přístroje „Spacecurl“ v prevenci a terapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2003. č. 1, s. 25-26.

**RODOVÁ, D., MAYER, M., JANURA, M.** Současné možnosti využití povrchové elektromyografie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2001, č. 4, s. 173-177.

**RÜCKENSCHULE AUS DEM ALL.** *Medical Tribune*. 2001, Nr. 46, 34. Jahrgang, s. 23

**SAKAMOTO et.al.** Gluteus maximus and semitendinosus activation during active prone hip extension exercises. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2009, v. 13, n. 4, p. 335-42. ISSN 1413-3555.

**THOUGHT TECHNOLOGY Ltd.** Basics of SURFACE ELECTROMYOGRAPHY Applied to Physical Rehabilitation and Biomechanics, February 2009, dostupné z: <http://www.thoughttechnology.com/pdf/manuals/MAR908-02%20SEMG%20applied%20to%20physical%20rehabilitation%20and%20biomechanics.pdf>

**TROJAN, S. et.al.** *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. 3. přeprac. vyd. Praha: Grada Publishing, 2005. 32, 85-86 s. ISBN 80-247-1296-2.

**VACEK, J.** Léčebná rehabilitace u svalových dystrofií. *Neurologia pre prax*. 2005, roč. 6, č. 6, s. 291-293.

**VÉLE, F.** *KINEZIOLOGIE. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. rozšířené a přeprac. vyd. Praha: Triton, 2006. 241, 248-252 s. ISBN 80-7254-837-9.

**VOTAVA, J. et.al.** *Základy rehabilitace*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1997. 34-36 s. ISBN 80-7184-385-7.

**VRBA, I.** Diferenciální diagnostika a léčba bolestí zad. *Medicina pro praxi*, 2008, roč. 5, č. 5, s. 208-212.

**YANAC-PARADES, E. et.al.** Hodnocení pohybového stereotypu extenze v kyčelním kloubu palpací a povrchovou polyelektromyografií. *Rehabilitácia*, 2006, roč. 43, č. 4, s. 212-217

#### **Webové stránky:**

ANONYM. [cit. 2010-02-25]. Dostupné z: <http://www.hotspot.ch/1/sportindex/index-sportarten/Spacecurl.htm>

SÜSS Medizintechnik. 3Dimensionale Trainingstherapie. [cit. 2010-2-19]. Dostupné z: <http://www.suessmed.com/download/Spacecurl.pdf>

360GRAD Rückenzentrum Main-Taunus. [cit. 2010-3-26] Dostupné z: <http://www.360grad-maintaunus.com/3d-training/index.php>

ATC – Ambulantes Therapie Center Alt-Rudow. [cit. 2009-10-28] Dostupné z: <http://www.atc-physio.de/he.pl?category=00000056&article=00000136>



## **14 Seznam příloh**

Příloha č. 1: Kyčelní kost

Příloha č. 2: Stehenní kost

Příloha č. 3: Kyčelní kloub

Příloha č. 4: Tepny hlavy a krčku femuru

Příloha č. 5: Svaly zad

Příloha č. 6: Svaly stehna – pohled zepředu

Příloha č. 7: Kyčelní a stehenní svaly – pohled z laterální strany

Příloha č. 8: Kyčelní a stehenní svaly - pohled zezadu

Příloha č. 9: Kolodifyzární úhel, coxa vara, coxa valga

Příloha č. 10: Extenze v kyčelním kloubu

Příloha č. 11: Umístění elektrod při PEMG

Příloha č. 12: Vyšetření pomocí PEMG

Příloha č. 13: Přístroj „Spacecurl“ – základní pozice

Příloha č. 14: Pohyb v rovině sagitální

Příloha č. 15: Pohyb v rovině frontální

Příloha č. 16: Pohyb do diagonály

Příloha č. 17: Kroužek

Příloha č. 18: Ležatá osmička

Příloha č. 19: „Freestyle“ – volné cviky

Příloha č. 20: Grafické zpracování výsledků PEMG – proband 1

Příloha č. 21: Grafické zpracování výsledků PEMG – proband 2

Příloha č. 22: Grafické zpracování výsledků PEMG – proband 3

Příloha č. 23: PEMG před – pohybový stereotyp extenze v kyčli vpravo

Příloha č. 24: PEMG po – pohybový stereotyp extenze v kyčli vpravo

Příloha č. 25: PEMG před – pohybový stereotyp extenze v kyčli vlevo

Příloha č. 26: PEMG po – pohybový stereotyp extenze v kyčli vlevo

Příloha č. 27: PEMG před – svalový test m. gluteus max. vpravo

Příloha č. 28: PEMG po – svalový test m. gluteus max. vpravo

Příloha č. 29: PEMG před – svalový test m. gluteus max. vlevo

Příloha č. 30: PEMG po – svalový test m. gluteus max. vlevo

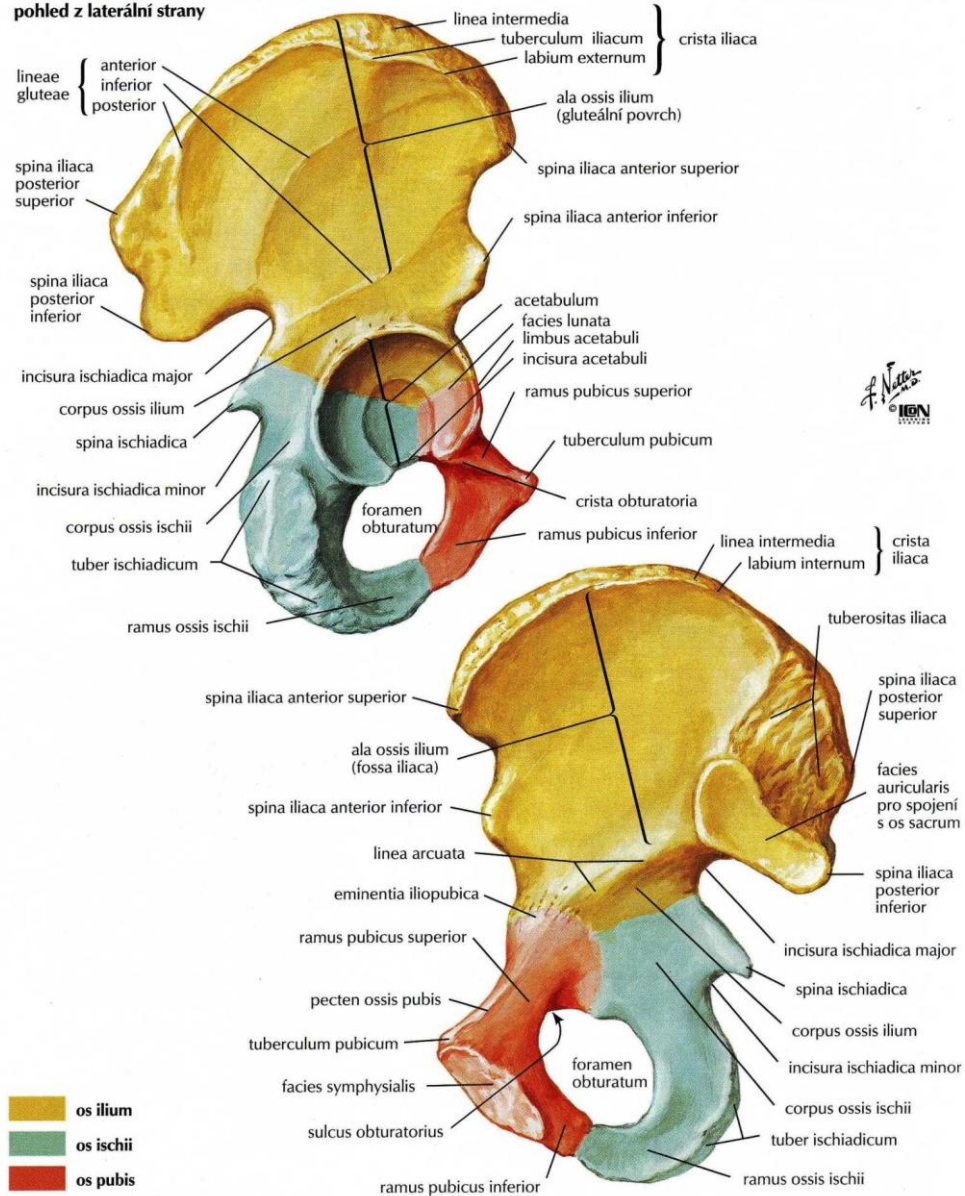
# 15 Přílohy

## Příloha č. 1

### Kyčelní kost (os coxae)

VIZ TAKÉ TABULE 240, 340, 341

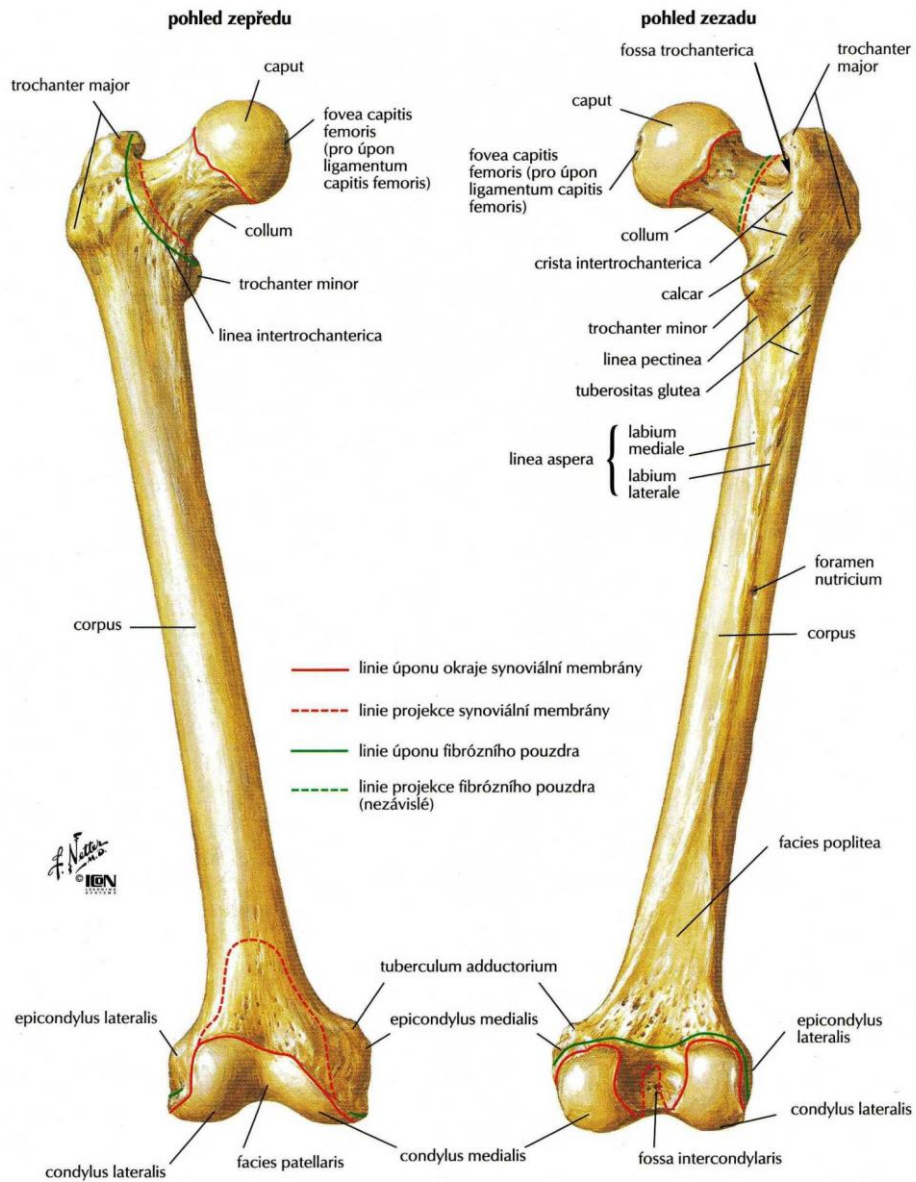
pohled z laterální strany



TABULE 468

DOLNÍ KONČETINA

Zdroj: Netter Frank, Anatomický atlas člověka, Grada, 2005

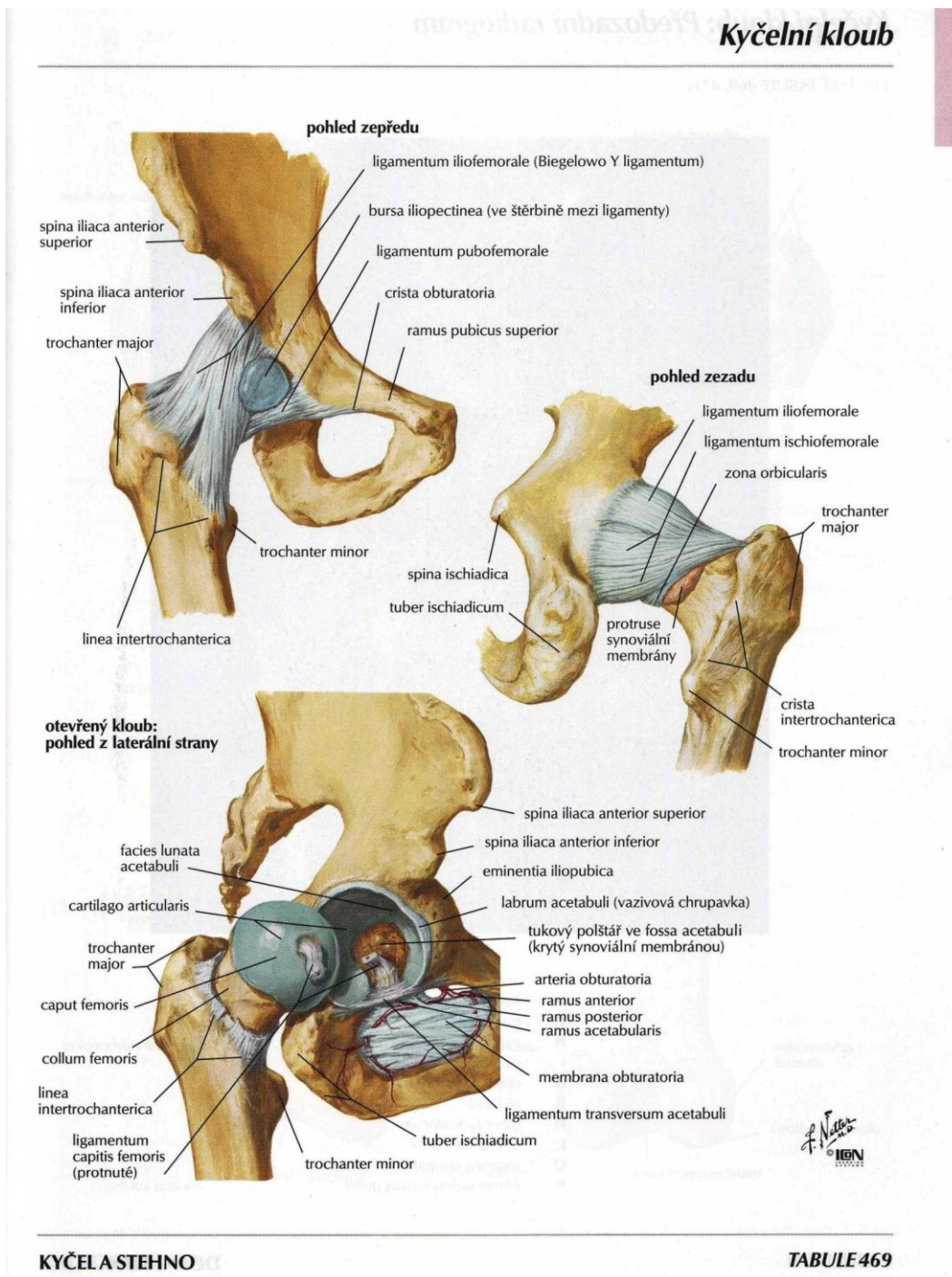


KYČELA STEHNO

TABULE 471

Zdroj: Netter Frank, Anatomický atlas člověka, Grada, 2005

Příloha č. 3

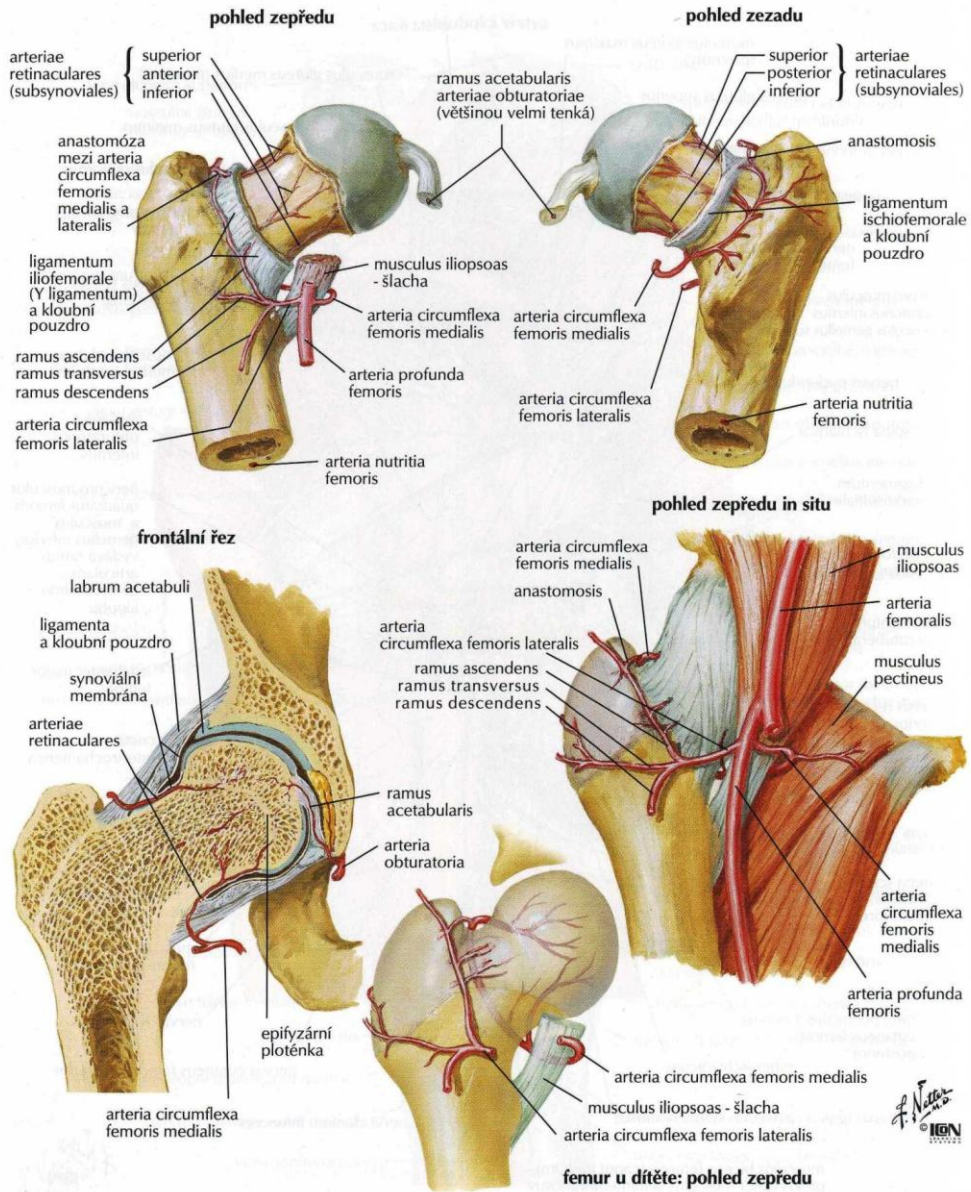


Zdroj: Netter Frank, Anatomický atlas člověka, Grada, 2005

Příloha č. 4

**Tepny hlavy a krčku femuru**

VIZ TAKÉ TABULE 494

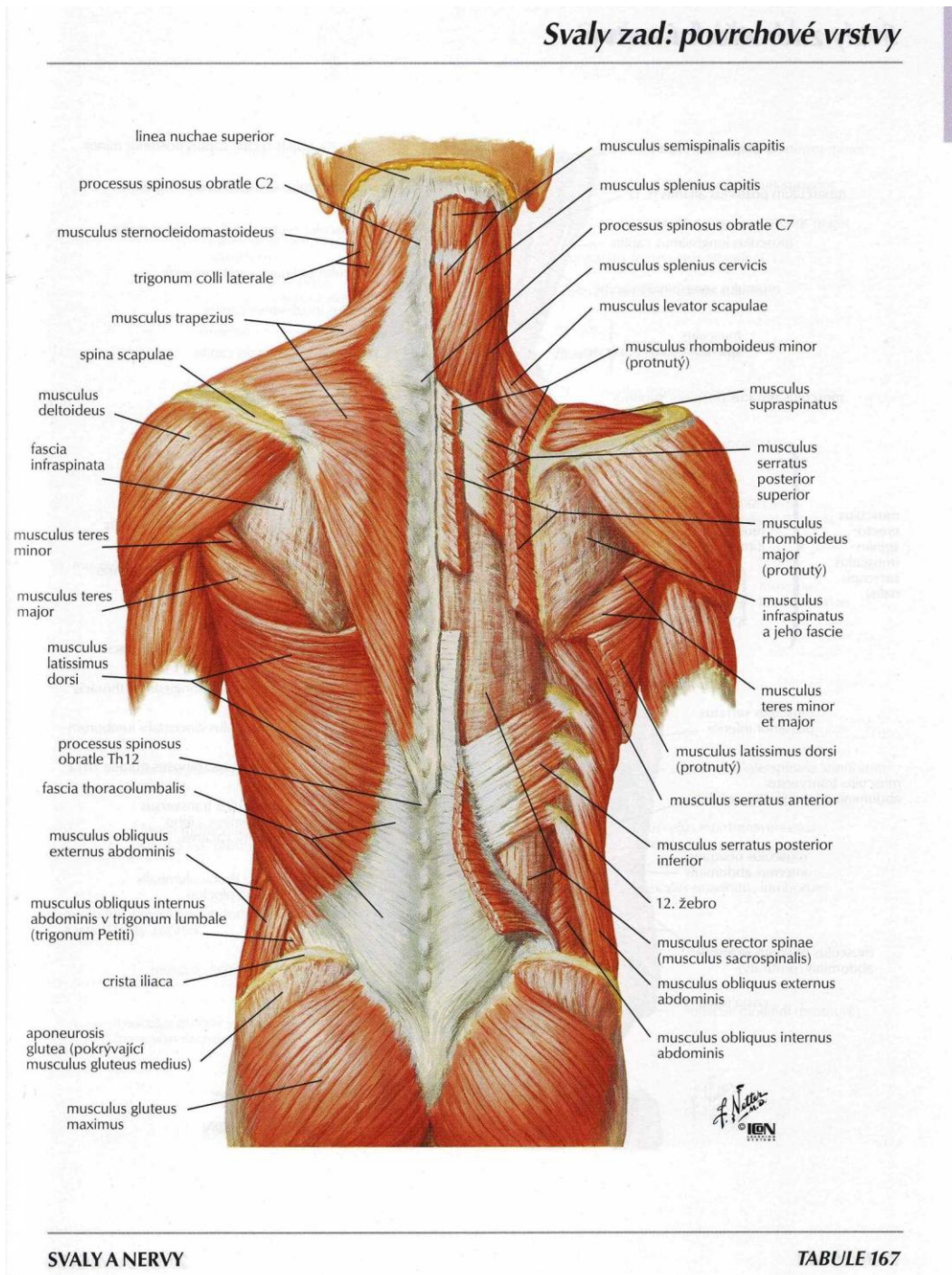


TABULE 486

DOLNÍ KONČETINA

Zdroj: Netter Frank, Anatomický atlas člověka, Grada, 2005

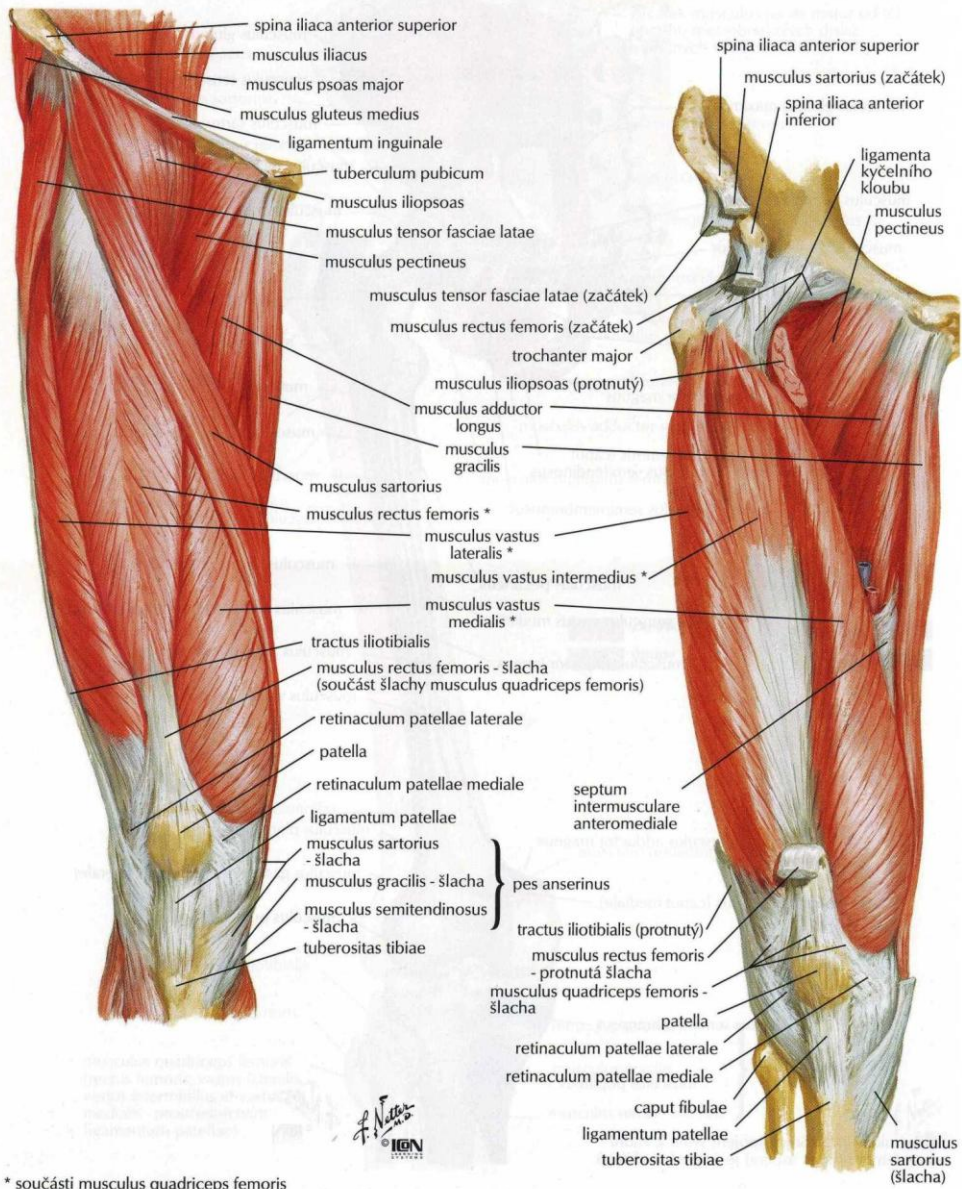
Příloha č. 5



Zdroj: Netter Frank, Anatomický atlas člověka, Grada, 2005

Příloha č. 6

**Svaly stehna: pohled zepředu**



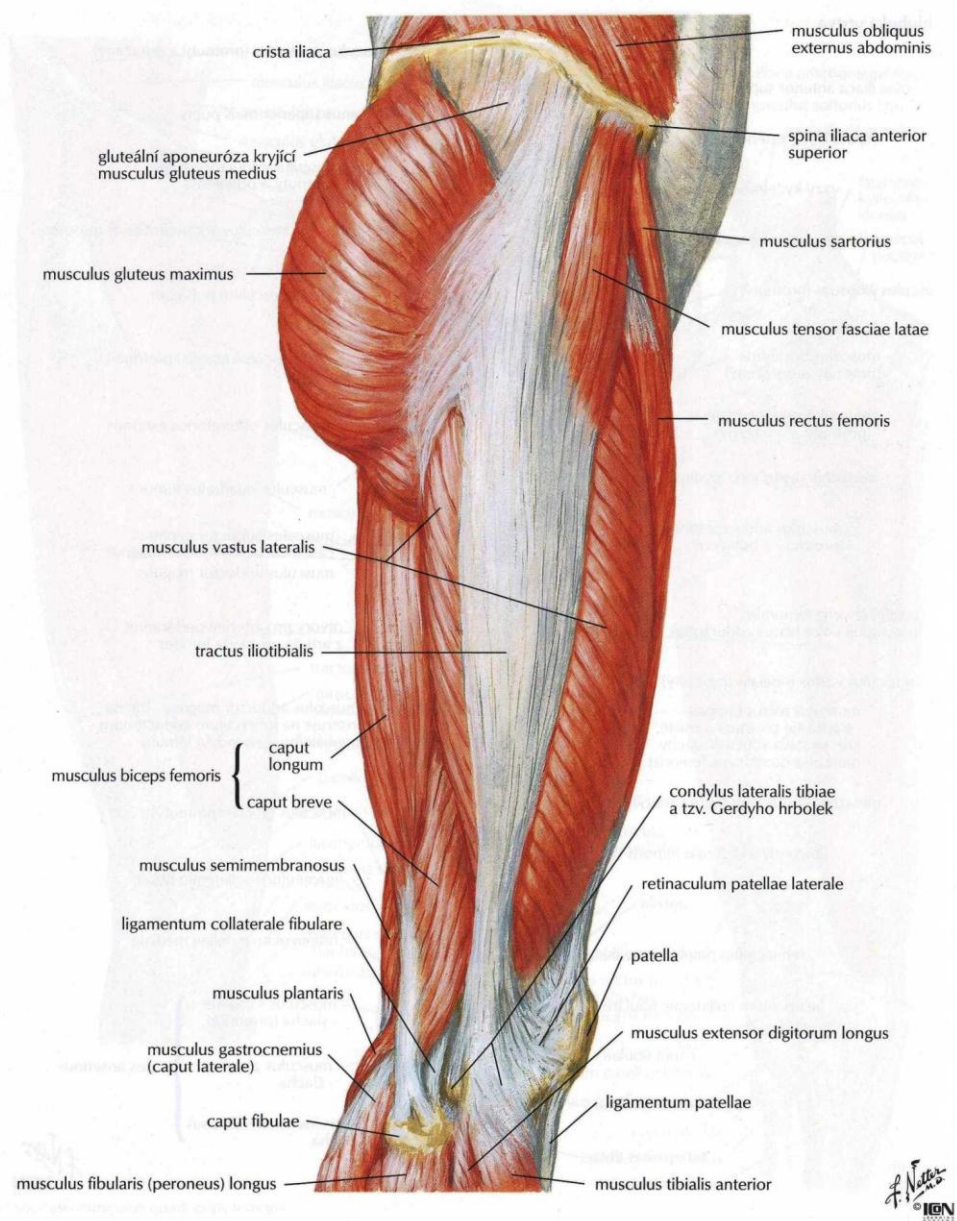
TABULE 474

DOLNÍ KONČETINA

Zdroj: Netter Frank, Anatomický atlas člověka, Grada, 2005

Příloha č. 7

**Kyčelní a stehenní svaly: pohled z laterální strany**



TABULE 476

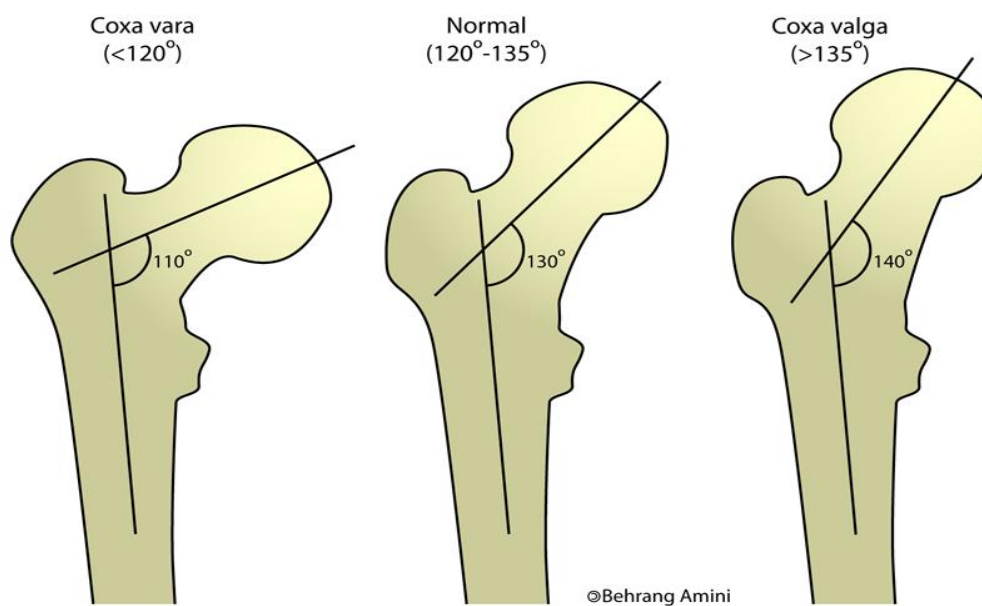
DOLNÍ KONČETINA

Zdroj: Netter Frank, Anatomický atlas člověka, Grada, 2005

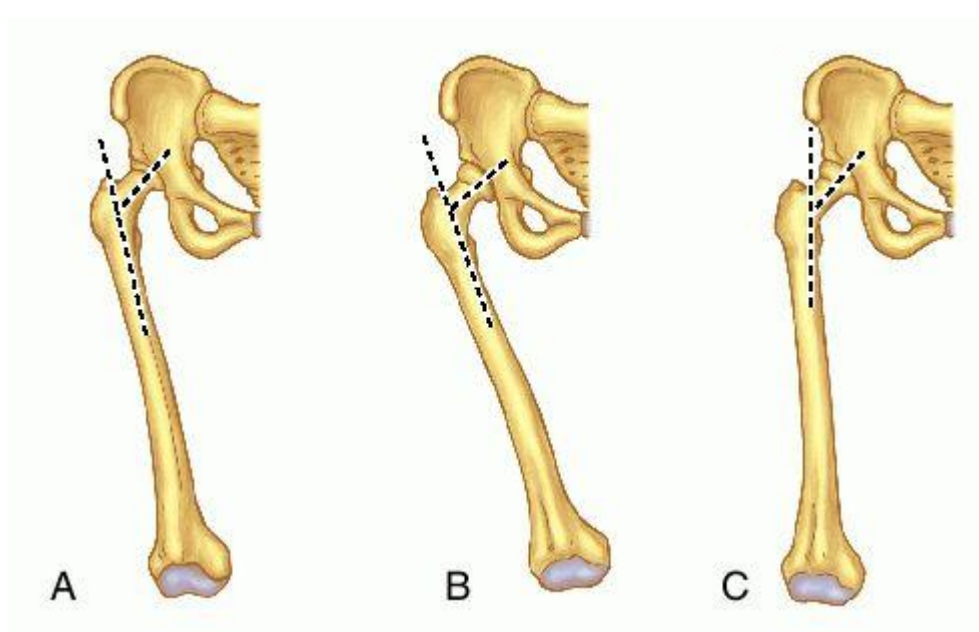




## Příloha č. 9 - Kolodifyzární úhel, coxa vara, coxa valga

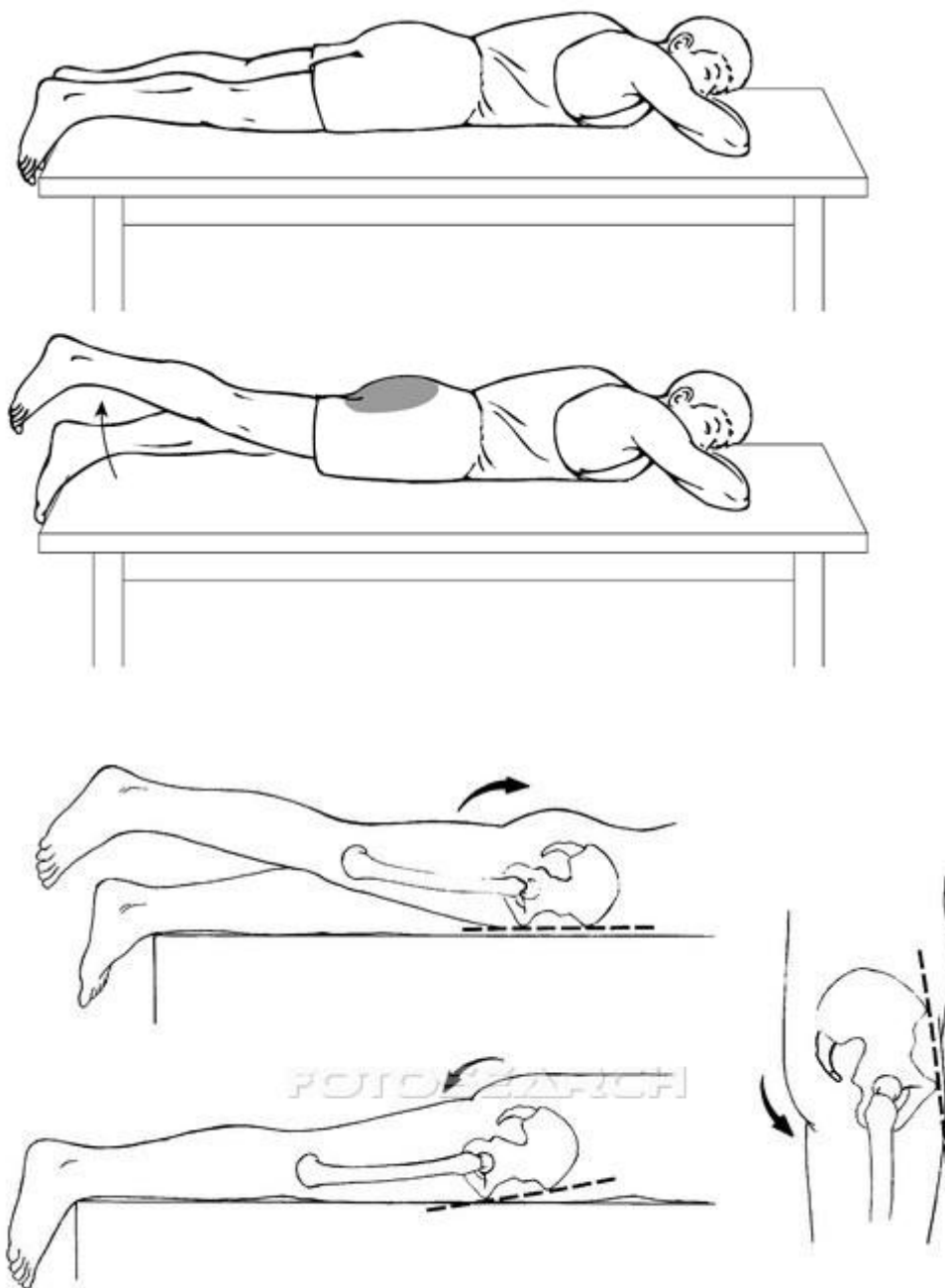


Zdroj: <http://en.academic.ru/dic.nsf/enwiki/5941697>



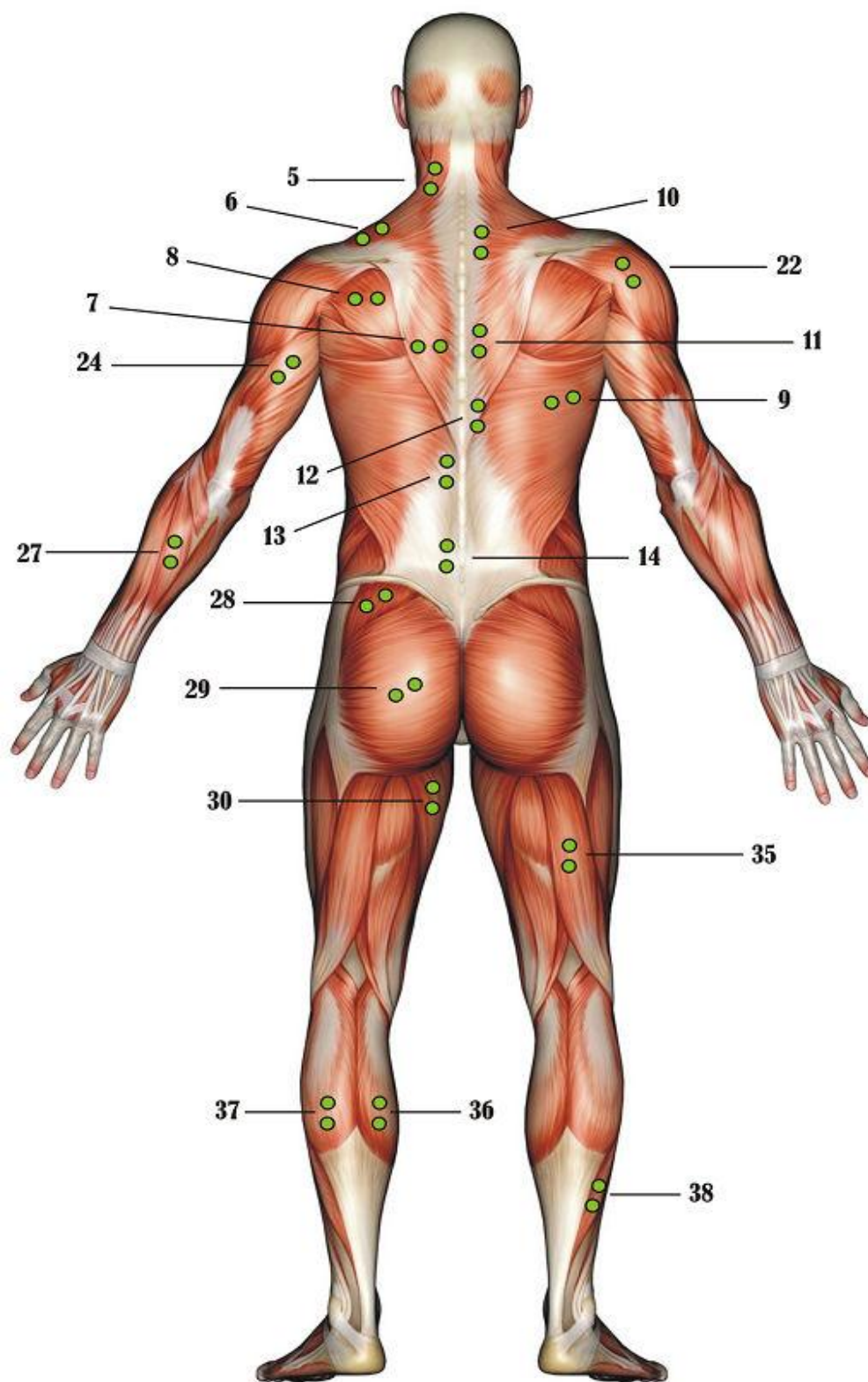
Zdroj: <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/coxa+magna>

Příloha č. 10 – Extenze v kyčelním kloubu



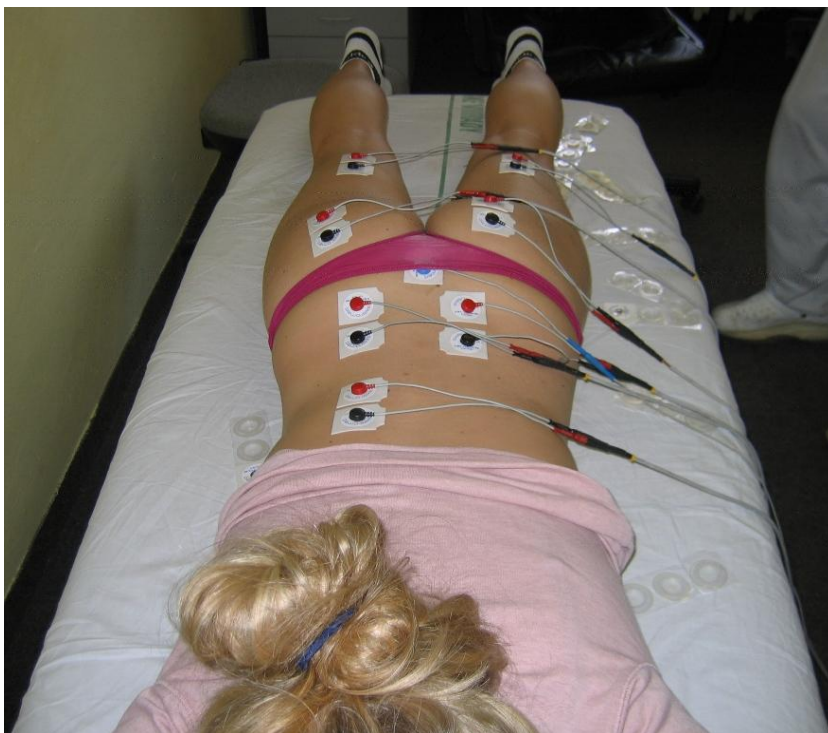
mm208032 www.fotosearch.com

## Příloha č. 11 – Umístění elektrod při PEMG



Zdroj: Basics of SEMG Applied to Physical Rehabilitation and Biomechanics, February 2009

## Příloha č. 12 – Vyšetření pomocí PEMG



Aplikace elektrod u probanda 1



Extenze v kyčelním kloubu



Svalový test – m. gluteus maximus



Specifický cvik, dřep



Specifický svalový test extenze trupu (upraveno pro měření PEMG na DKK)

**Příloha č. 13 – Příklad „Spacecurl“ – základní pozice**



**Příloha č. 14 – Pohyb v rovině sagitální**





**Příloha č. 15 – Pohyb v rovině frontální**



**Příloha č. 16 – Pohyb do diagonály**



17 – Kroužek

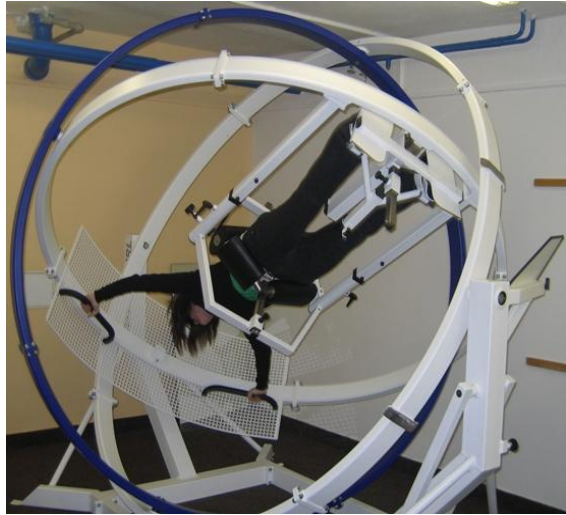


## 18 – Ležatá osmička



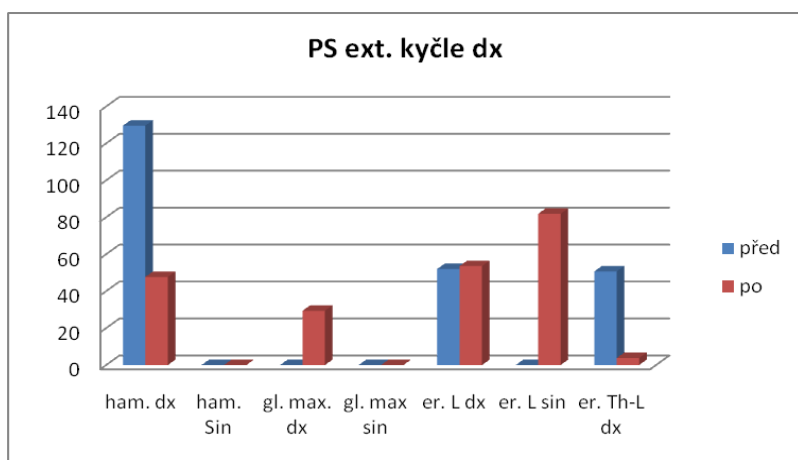
Příloha č. 19 – „Freestyle“ – volné cviky



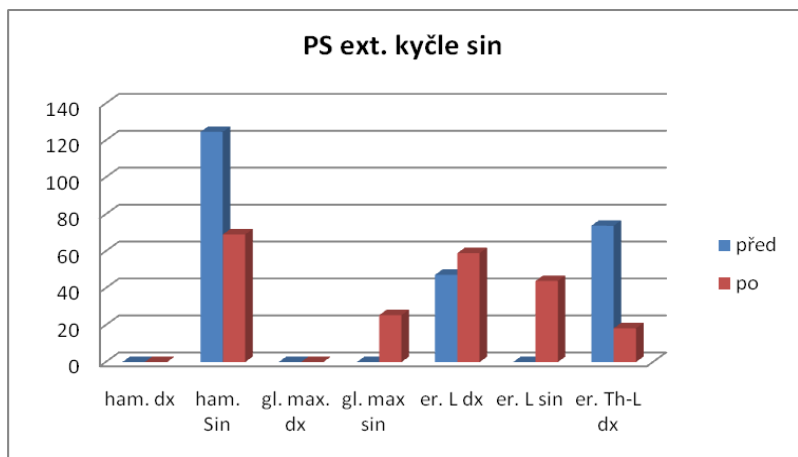


**Příloha č. 20 – Grafické zpracování výsledků PEMG – proband 1**

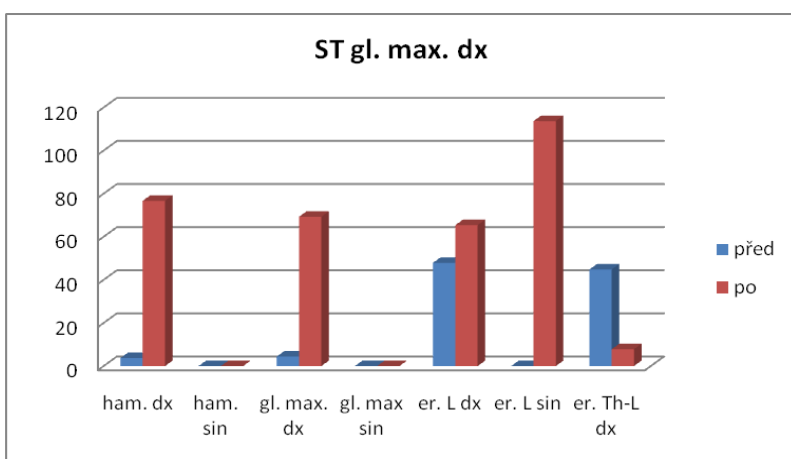
PS ext. kyčle dx	před	po
ham. dx	129,6	47,7
ham. sin	-4,9	-4,4
gl. max. dx	-6,6	29,4
gl. max sin	-5,7	-5
er. L dx	52	53,6
er. L sin	-5,1	81,9
er. Th-L dx	50,7	3,8



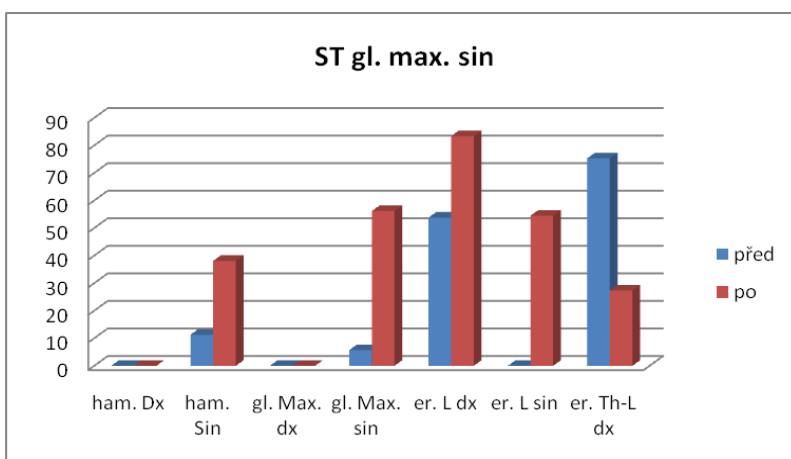
PS ext. kyčle sin	před	po
ham. dx	-1,1	-1,2
ham. sin	124,6	69,1
gl. max. dx	-5,7	-5,6
gl. max sin	-5,8	25,4
er. L dx	47,2	59
er. L sin	-4,9	43,9
er. Th-L dx	73,8	18,3



ST gl. max. dx	před	po
ham. dx	3,7	76,7
ham. sin	-5,4	-4,2
gl. max. dx	4,4	69,3
gl. max sin	-5,7	-4,8
er. L dx	47,9	65,4
er. L sin	-4,9	113,7
er. Th-L dx	44,8	7,8

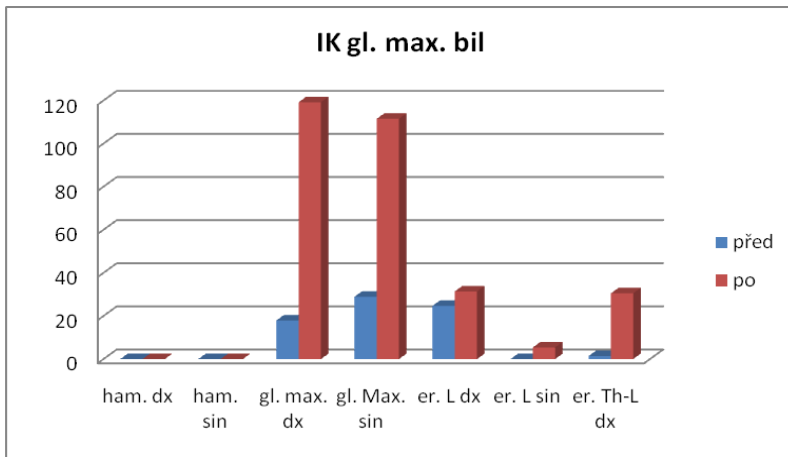


ST gl. max. sin	před	po
ham. dx	-1,3	-1,2
ham. sin	11,3	38,1
gl. max. dx	-6,5	-5,9
gl. max. sin	5,7	56,2
er. L dx	53,8	83,4
er. L sin	-4,6	54,5
er. Th-L dx	75,3	27,3

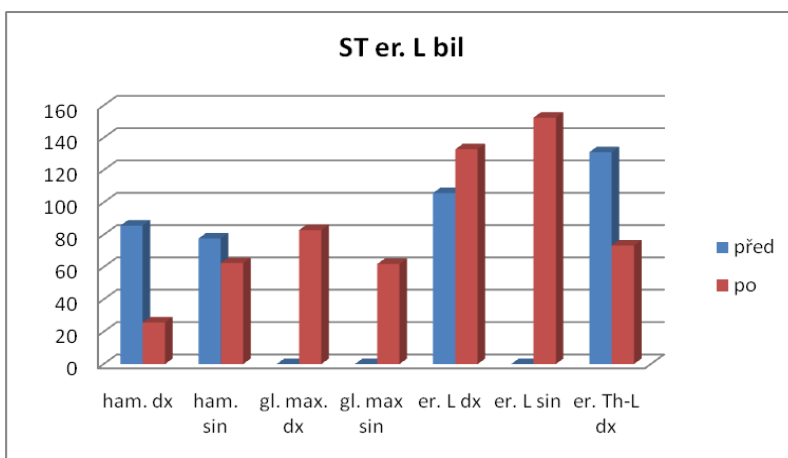




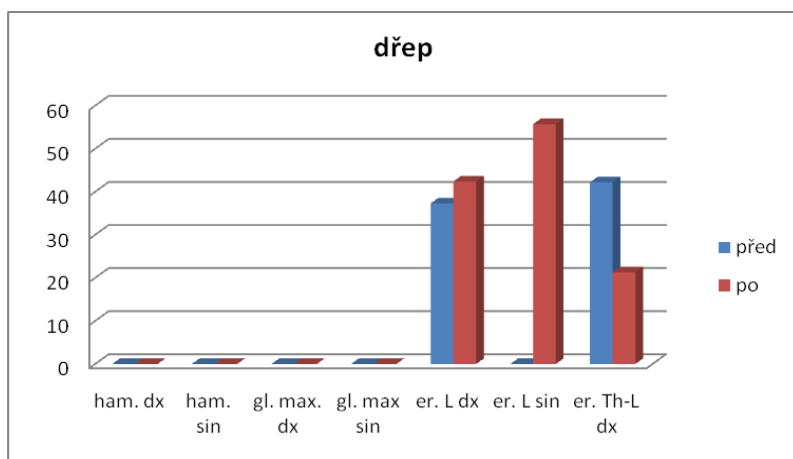
IK gl. max. bil	před	po
ham. dx	-1,1	-1,2
ham. sin	-1,3	-4,6
gl. max. dx	17,9	119,2
gl. max. sin	28,9	111,5
er. L dx	24,7	31,4
er. L sin	-4,9	5,4
er. Th-L dx	1,4	30,5



ST er. L bil	před	po
ham. dx	85,7	25,7
ham. sin	77,7	62,5
gl. max. dx	-4,8	82,9
gl. max sin	-2,85	61,9
er. L dx	105,8	132,9
er. L sin	-4,4	152,5
er. Th-L dx	131,1	73,4

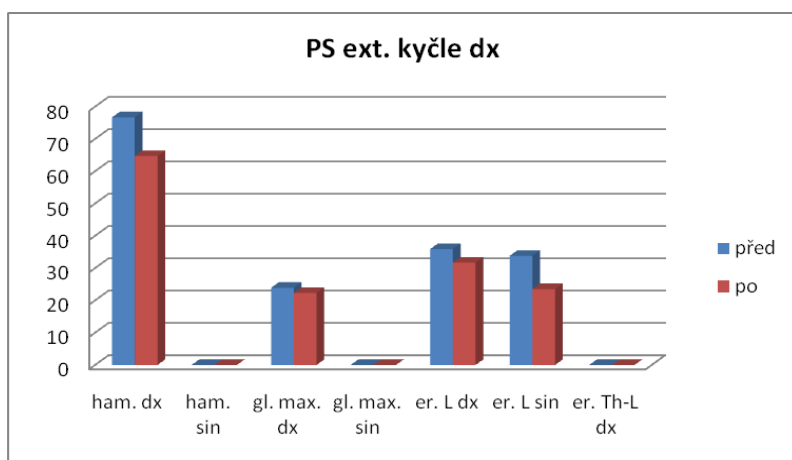


Dřep	před	po
ham. dx	-1,4	-1,2
ham. sin	-5,3	-4,7
gl. max. dx	-6,6	-2,6
gl. max sin	-5,8	-5,2
er. L dx	37,3	42,4
er. L sin	-4,7	55,7
er. Th-L dx	42,2	21,3

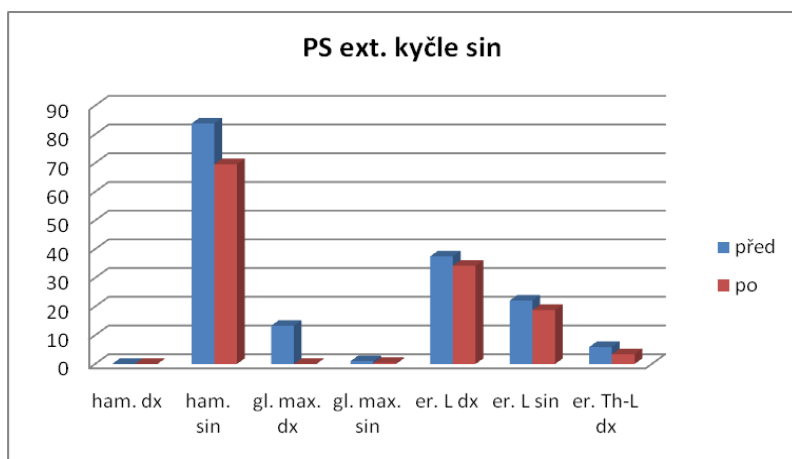


**Příloha č. 21 – Grafické zpracování výsledků PEMG – proband 2**

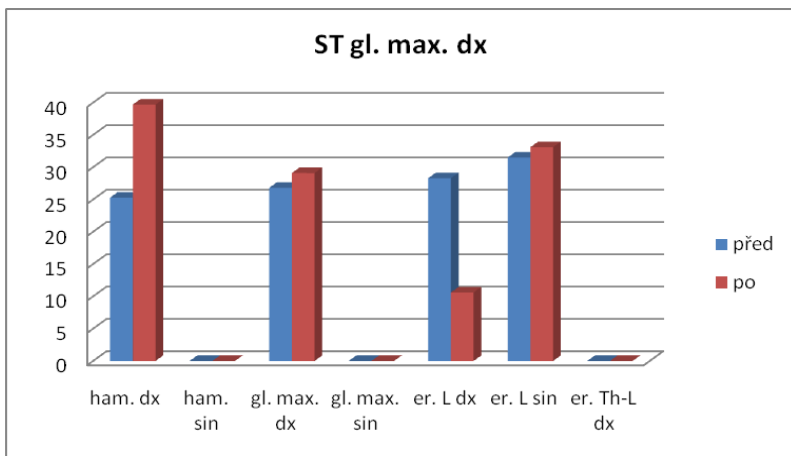
PS ext. kyčle dx	před	po
ham. dx	76,7	64,7
ham. sin	-4,6	-4,7
gl. max. dx	23,9	22,3
gl. max. sin	-4,6	-5,3
er. L dx	35,9	31,7
er. L sin	33,8	23,5
er. Th-L dx	-4,1	-4,8



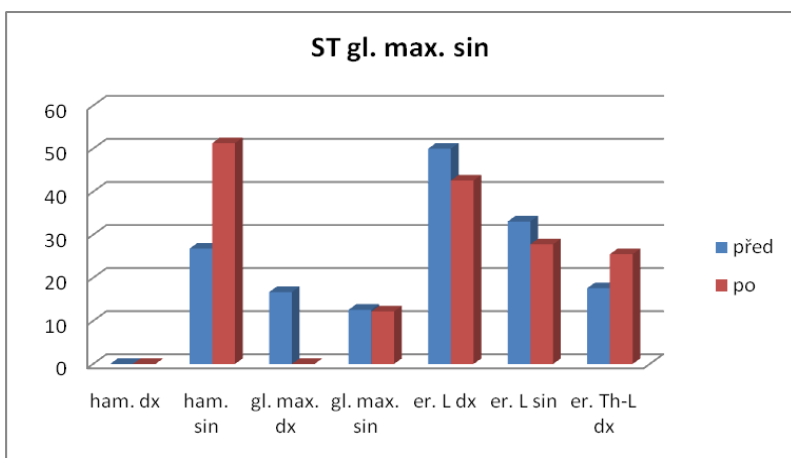
PS ext. kyčle sin	před	po
ham. dx	-1,6	-1,6
ham. sin	83,8	69,6
gl. max. dx	13,3	-5,9
gl. max. sin	1	0,4
er. L dx	37,5	34,2
er. L sin	22,1	18,8
er. Th-L dx	5,9	3,4



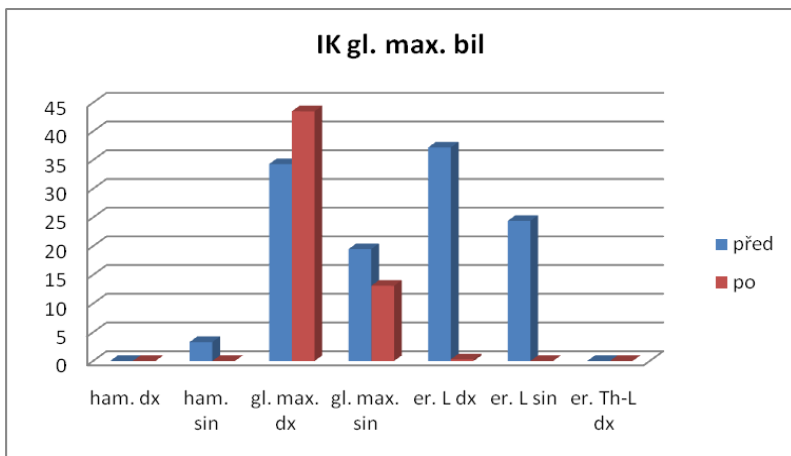
ST gl. max. dx	před	po
ham. dx	25,3	39,7
ham. sin	-5,2	-4,8
gl. max. dx	26,8	29,1
gl. max. sin	-5,5	-5,2
er. L dx	28,3	10,6
er. L sin	31,5	33,1
er. Th-L dx	-4,3	-4,8



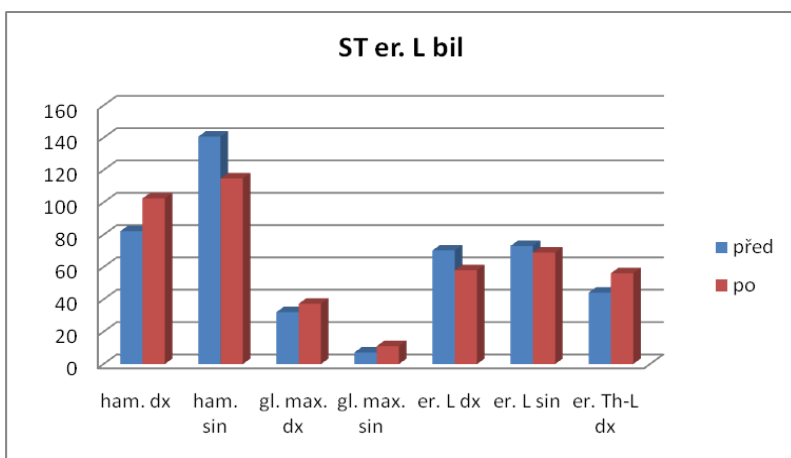
ST gl. max. sin	před	po
ham. dx	-1,5	-1,5
ham. sin	26,8	51,3
gl. max. dx	16,7	-6,1
gl. max. sin	12,6	12,2
er. L dx	50	42,6
er. L sin	33,1	27,8
er. Th-L dx	17,6	25,5



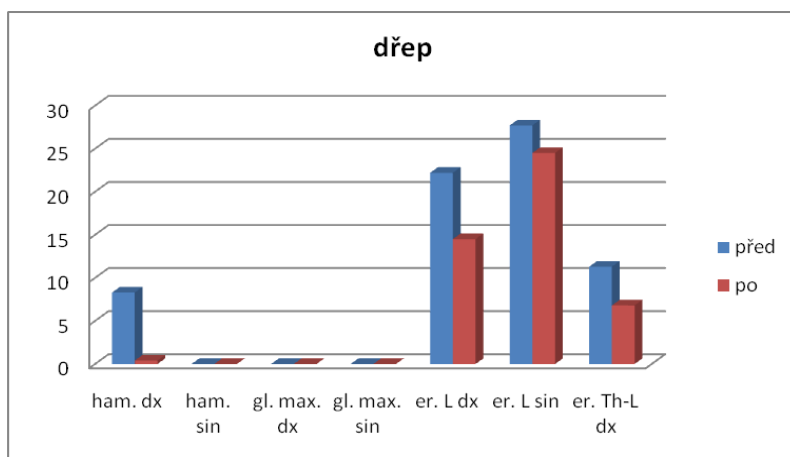
IK gl. max. bil	před	po
ham. dx	-1,5	-1,3
ham. sin	3,3	-4,9
gl. max. dx	34,3	43,5
gl. max. sin	19,5	13,1
er. L dx	37,2	0,3
er. L sin	24,4	-4,8
er. Th-L dx	-4,3	-4,9



ST er. L bil	před	po
ham. dx	82,2	102,5
ham. sin	140,7	114,9
gl. max. dx	32,1	37,3
gl. max. sin	7,2	11,1
er. L dx	70,3	58,1
er. L sin	73,1	69
er. Th-L dx	44,2	56,2

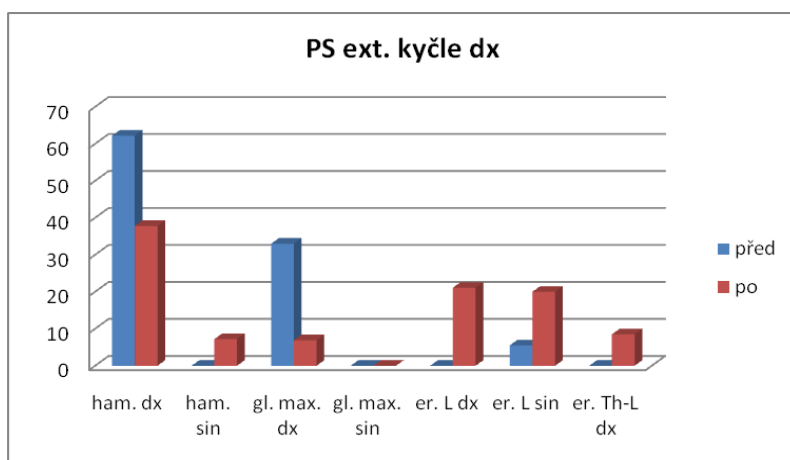


Dřep	před	po
ham. dx	8,3	0,4
ham. sin	-4,7	-4,8
gl. max. dx	-6,6	-6,2
gl. max. sin	-5,6	-5,4
er. L dx	22,2	14,5
er. L sin	27,7	24,5
er. Th-L dx	11,3	6,8

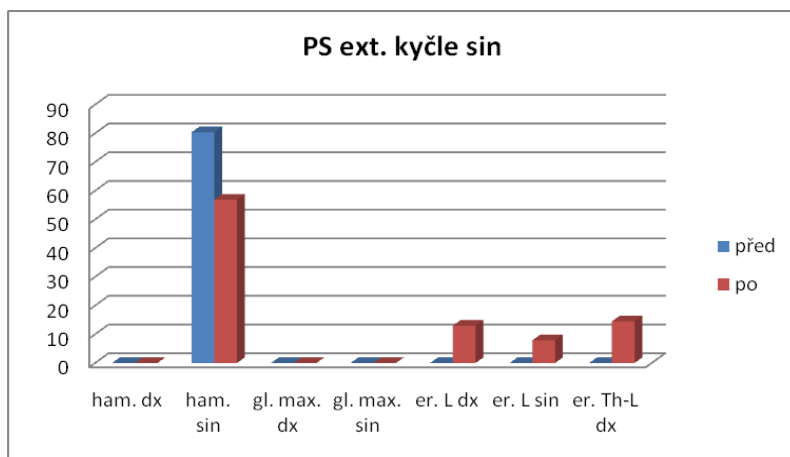


**Příloha č. 22 – Grafické zpracování výsledků PEMG – proband 3**

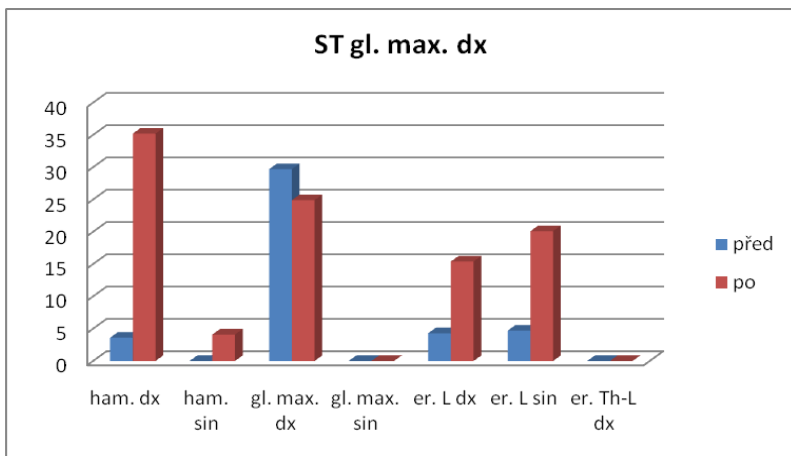
PS ext. kyčle dx	před	po
ham. dx	62,2	37,8
ham. sin	-4,8	7,2
gl. max. dx	33	6,9
gl. max. sin	-5,4	-3,6
er. L dx	-2,3	21,1
er. L sin	5,5	20
er. Th-L dx	-5,2	8,5



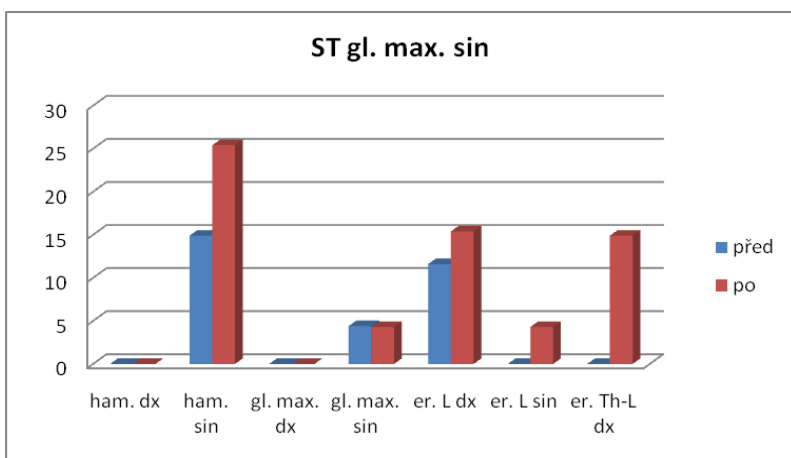
PS ext. kyčle sin	před	po
ham. dx	-1,9	-1,1
ham. sin	80,4	56,9
gl. max. dx	-6,2	-5,6
gl. max. sin	-5,6	-1
er. L dx	-2,5	13
er. L sin	-4,8	7,9
er. Th-L dx	-5,2	14,5



ST gl. max. dx	před	po
ham. dx	3,6	35,2
ham. sin	-5,2	4,1
gl. max. dx	29,7	24,9
gl. max. sin	-5,6	-4,9
er. L dx	4,3	15,4
er. L sin	4,7	20,1
er. Th-L dx	-5,3	-3,2

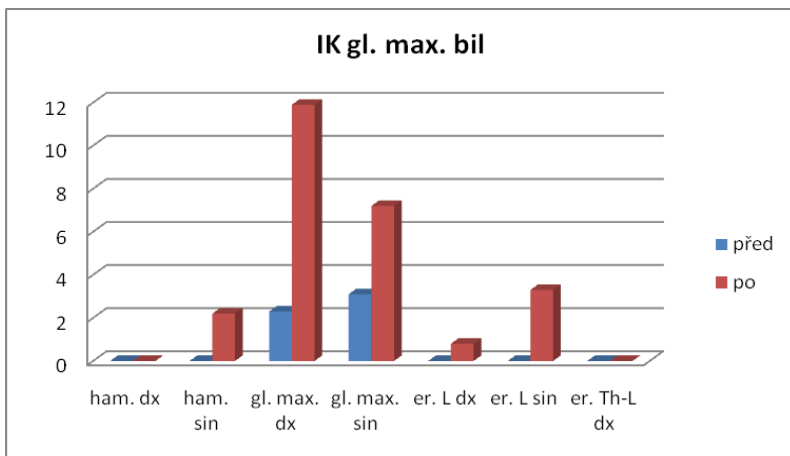


ST gl. max. sin	před	po
ham. dx	-2	-1,1
ham. sin	14,9	25,4
gl. max. dx	-2,3	-5,7
gl. max. sin	4,4	4,3
er. L dx	11,6	15,4
er. L sin	0	4,3
er. Th-L dx	-3,9	14,9

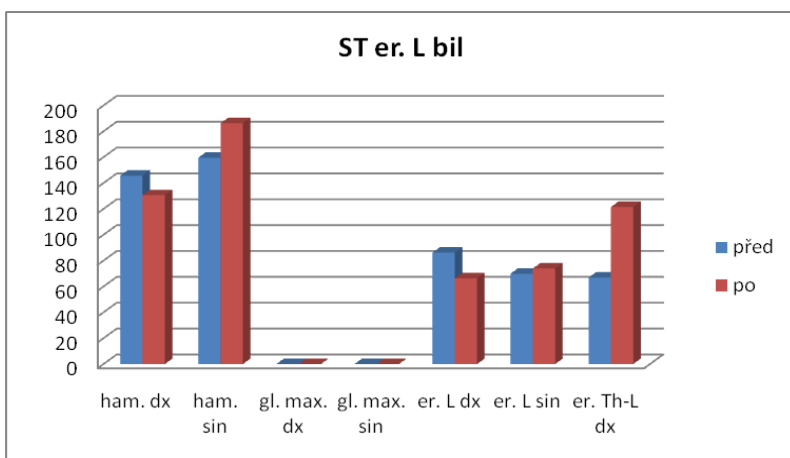




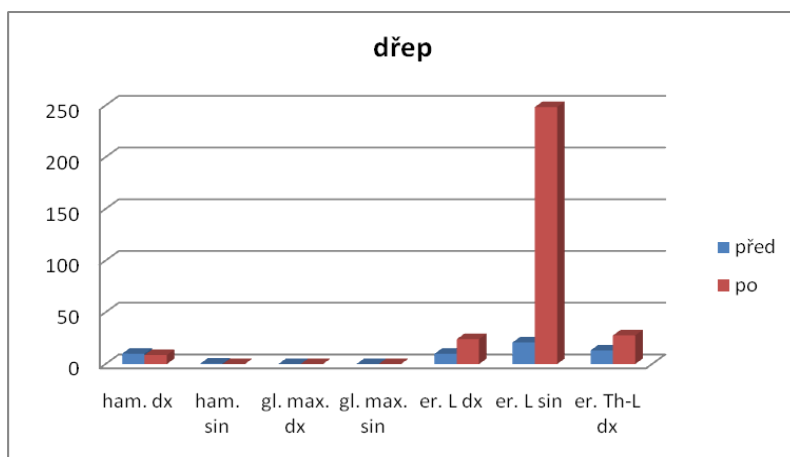
IK gl. max. bil	před	po
ham. dx	-1,9	-1,2
ham. sin	-5,2	2,2
gl. max. dx	2,3	11,9
gl. max. sin	3,1	7,2
er. L dx	-3,9	0,8
er. L sin	-1,3	3,3
er. Th-L dx	-5,2	-4,2



ST er. L bil	před	po
ham. dx	145,8	130,6
ham. sin	159,6	186,3
gl. max. dx	-3	-4,8
gl. max. sin	-3,9	-4,9
er. L dx	86,2	66,3
er. L sin	69,9	73,9
er. Th-L dx	66,9	121,5

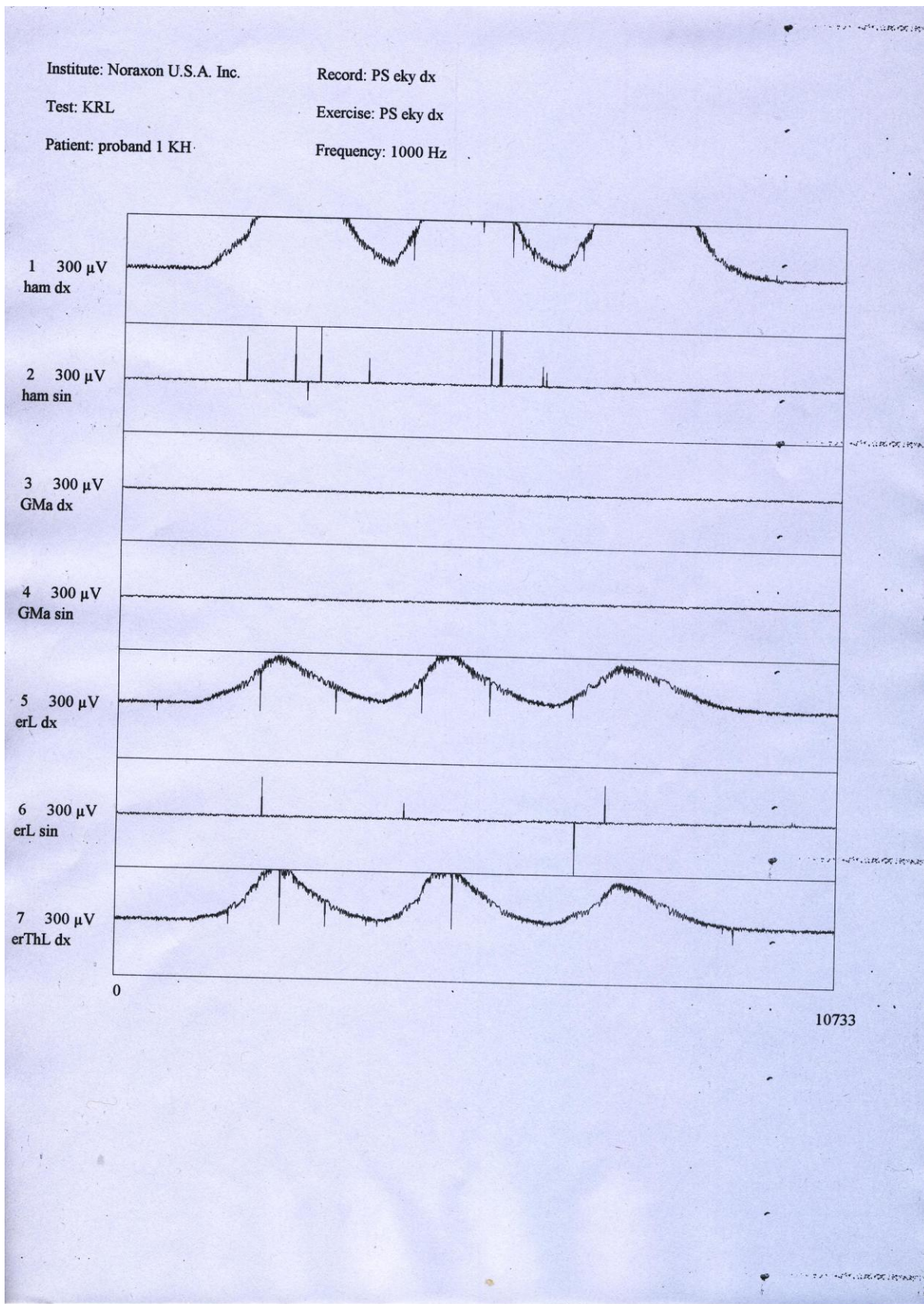


Dřep	před	po
ham. dx	10,1	8,7
ham. sin	0,4	-1,5
gl. max. dx	-3,3	-5,9
gl. max. sin	-5,6	-5,1
er. L dx	9,9	24,1
er. L sin	20,9	248,5
er. Th-L dx	13,2	27,7



Všechny hodnoty udávané v grafech nepracují se zápornými hodnotami z důvodu chyby měření, všechny tyto záporné hodnoty odpovídají nule.

**Příloha č. 23 – PEMG před – pohybový stereotyp extenze v kyčli vpravo**



## Příloha č. 24 – PEMG po – pohybový stereotyp extenze v kyčli vpravo

Institute: Noraxon U.S.A. Inc.

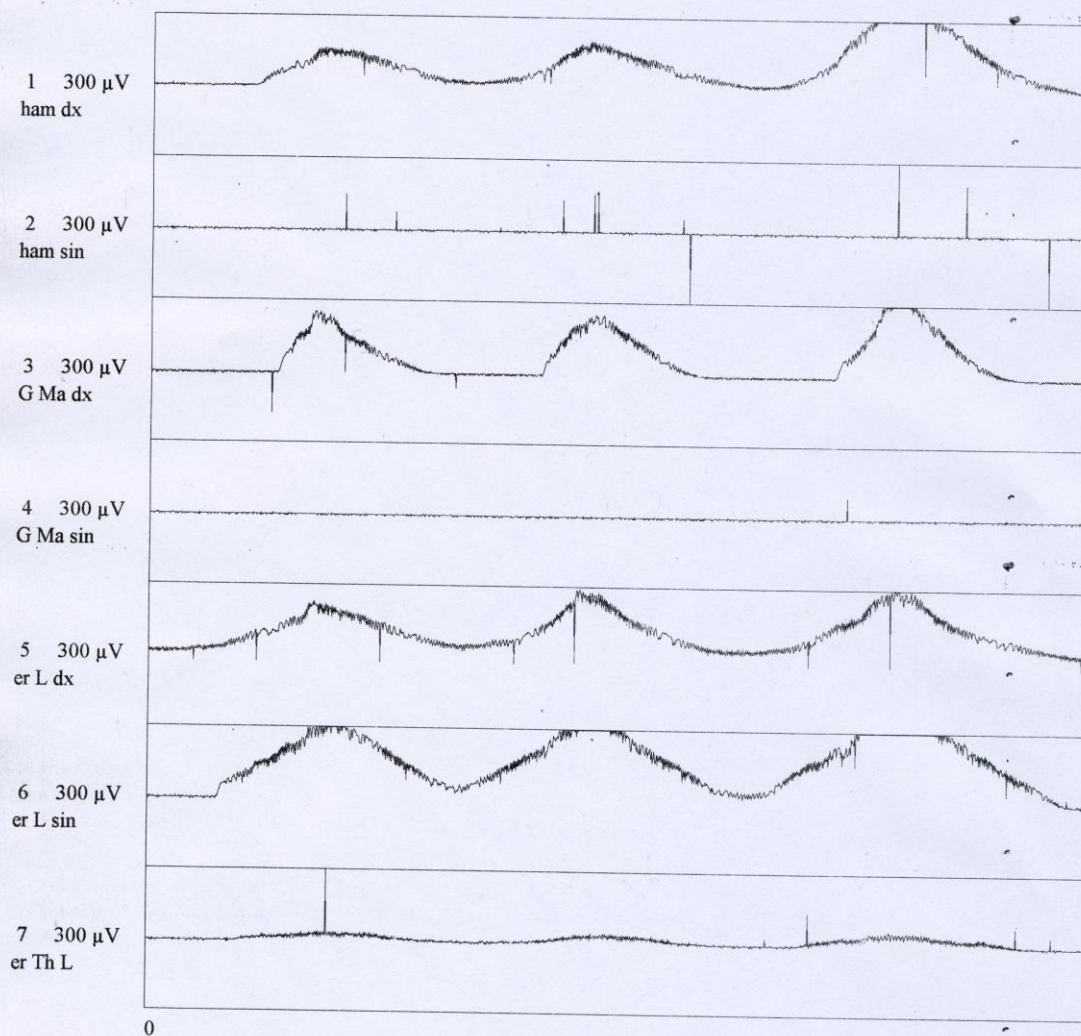
Record: PSekyekodx

Test: KRL

Exercise: PSekyekodx

Patient: proband 1 after

Frequency: 1000 Hz



13393

**Příloha č. 25 – PEMG před – pohybový stereotyp extenze v kyčli vlevo**

Institute: Noraxon U.S.A. Inc.

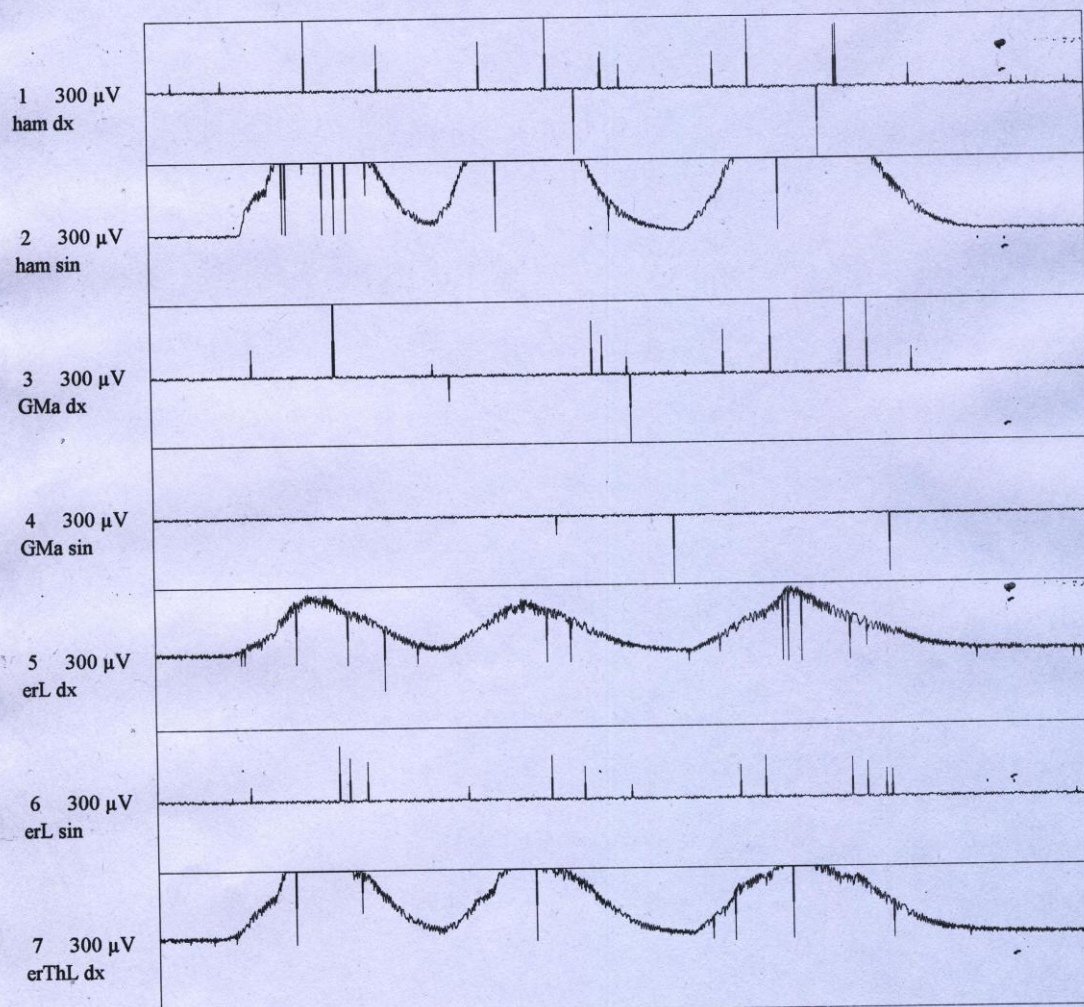
Record: PS eky sin

Test: KRL

Exercise: PS eky sin

Patient: proband 1 KH

Frequency: 1000 Hz



0

11778

## Příloha č. 26 – PEMG po – pohybový stereotyp extenze v kyčli vlevo

Institute: Noraxon U.S.A. Inc.

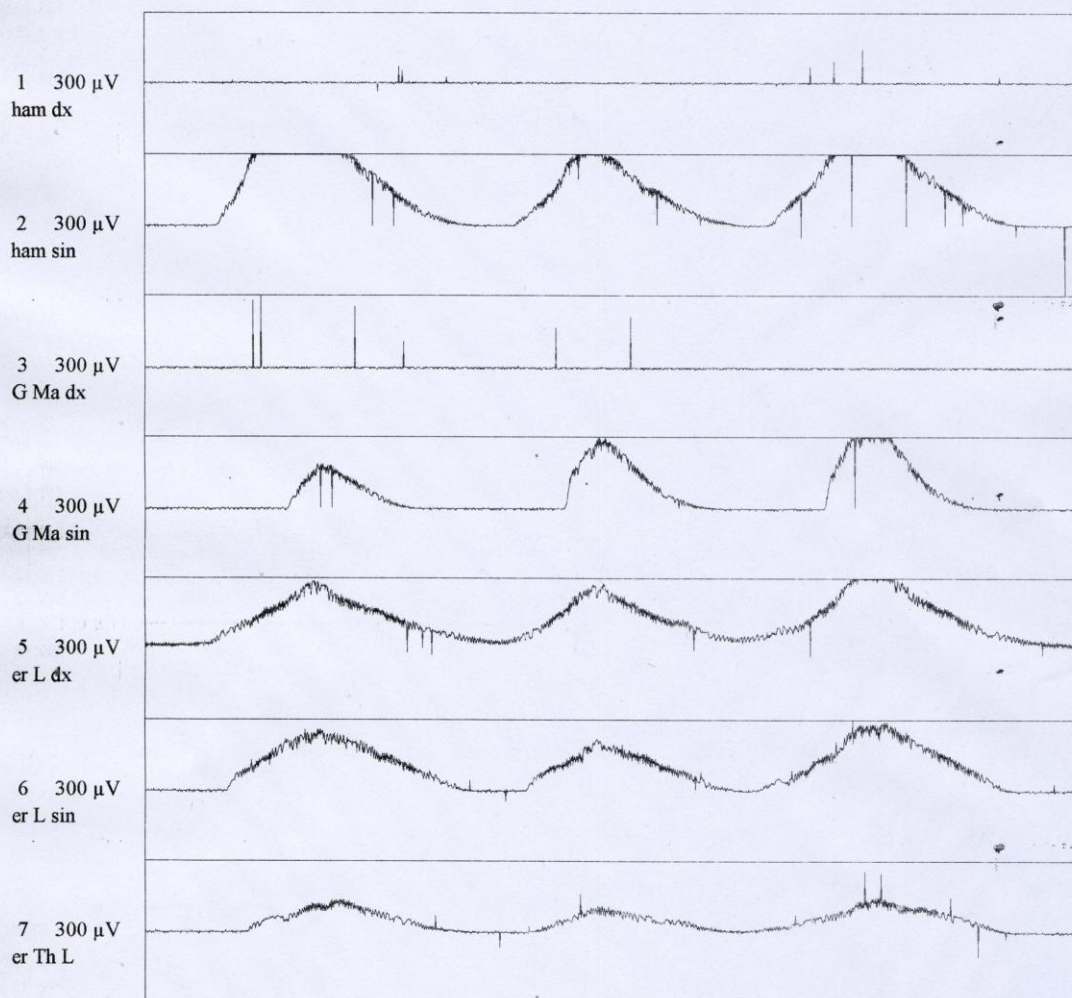
Record: PSekyekosi

Test: KRL

Exercise: PSekyekosi

Patient: proband 1 after

Frequency: 1000 Hz



0

15524

**Příloha č. 27 – PEMG před – svalový test m. gluteus max. vpravo**

Institute: Noraxon U.S.A. Inc.

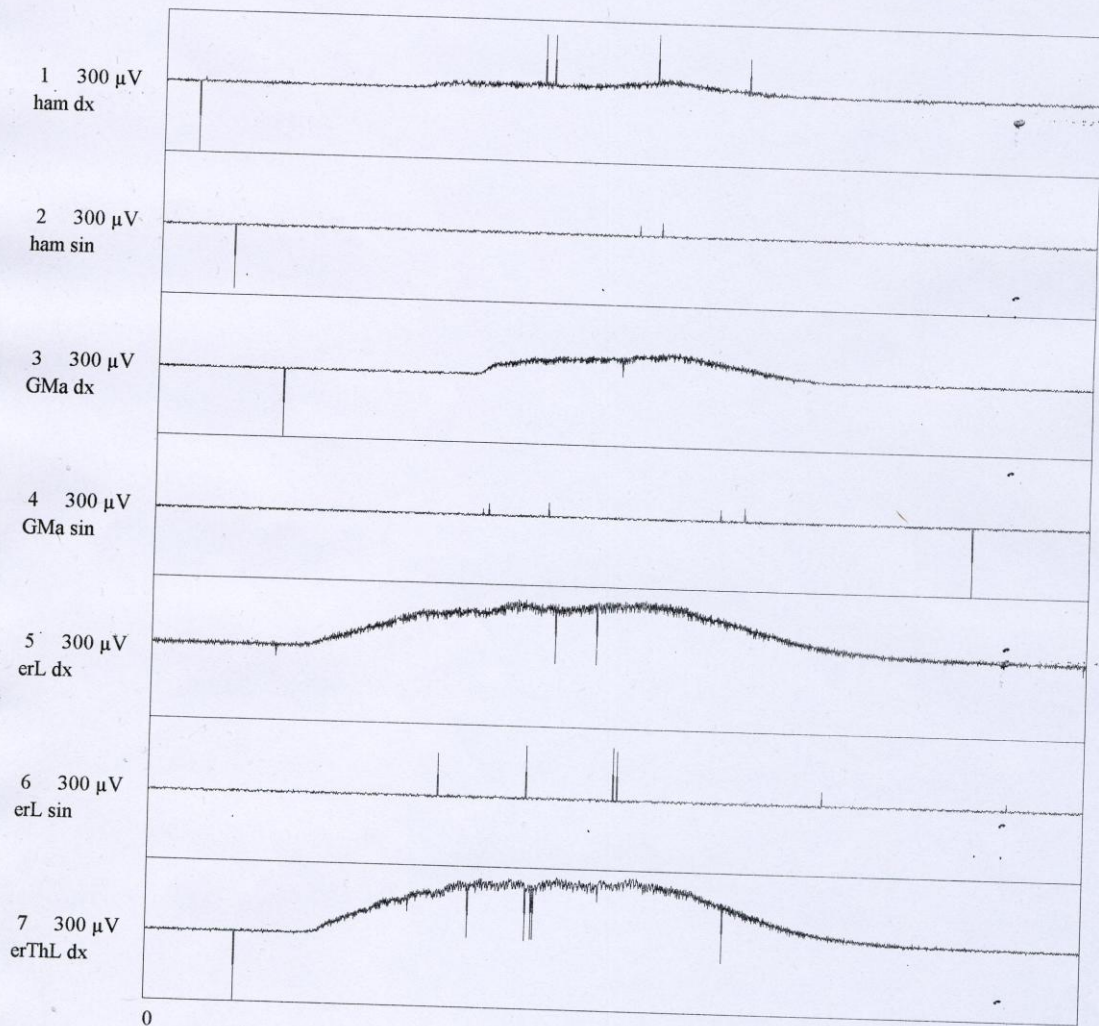
Record: ST GMa2 dx

Test: KRL

Exercise: ST GMa2 dx

Patient: proband 1 KH

Frequency: 1000 Hz



5889

**Příloha č. 28 – PEMG po – svalový test m. gluteus max vpravo**

Institute: Noraxon U.S.A. Inc.

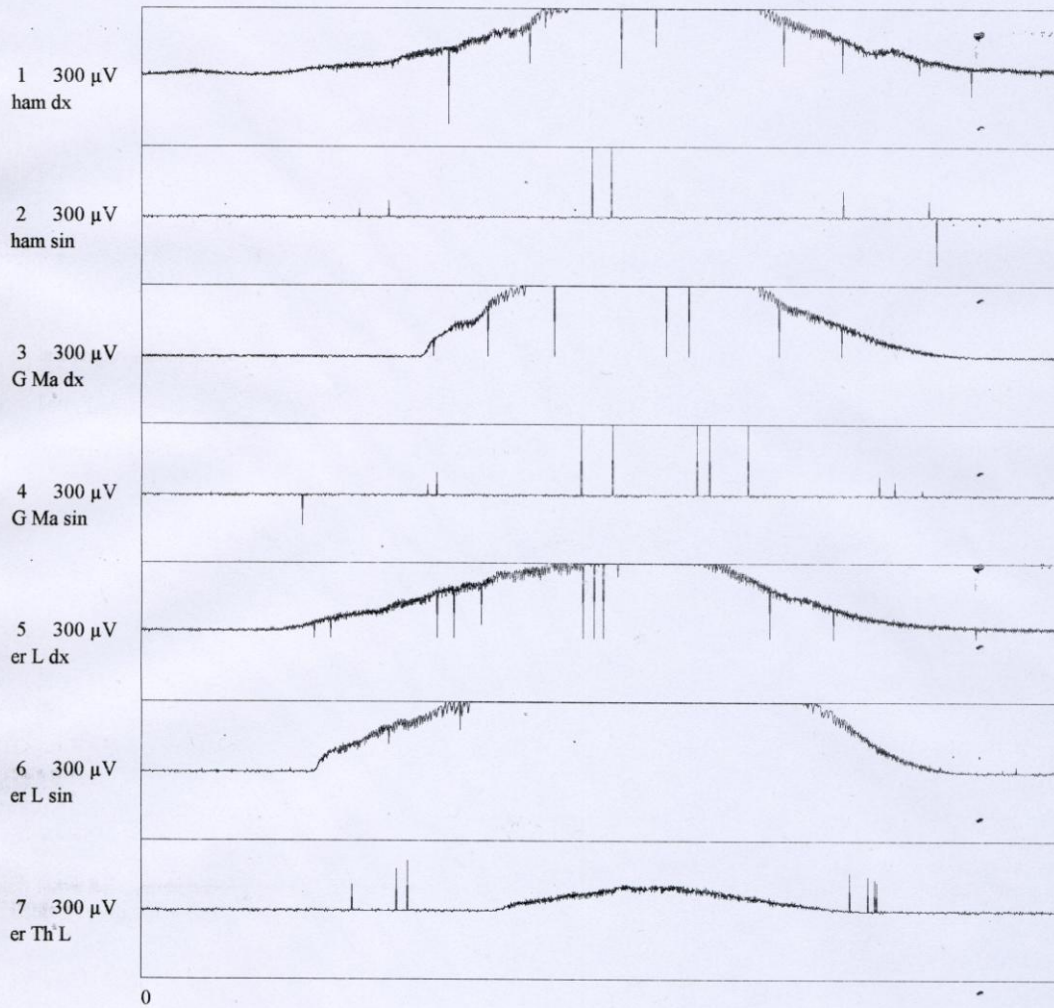
Record: ST G Ma dx

Test: KRL

Exercise: ST G Ma dx

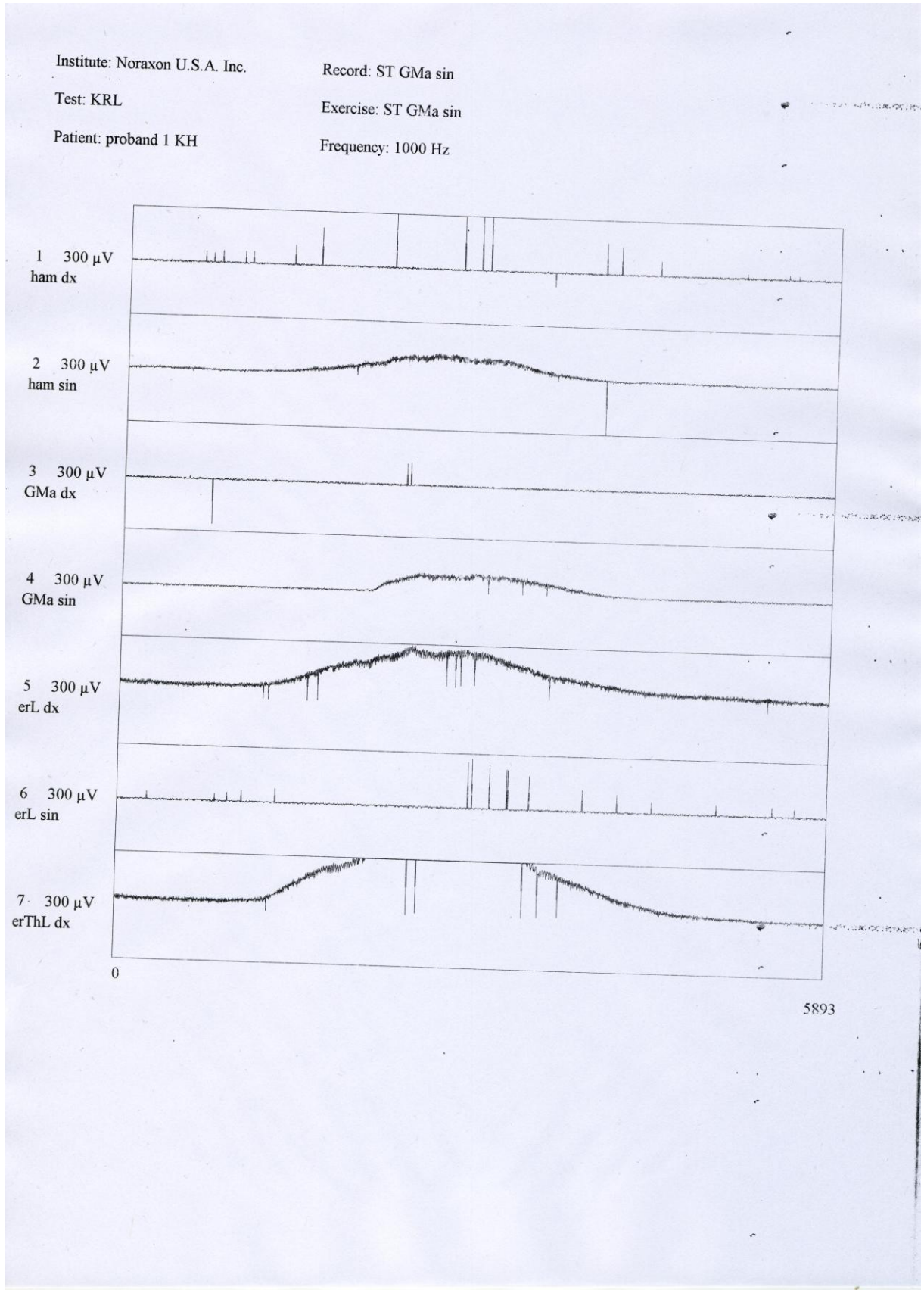
Patient: proband 1 after

Frequency: 1000 Hz





**Příloha č. 29 – PEMG před – svalový test m. gluteus max vlevo**



**Příloha č. 30 – PEMG po – svalový test m. gluteus max. vlevo**

