

## **Přílohy**

1. Souhlas ETICKÉ KOMISE
2. Informovaný souhlas probanda - vzor
3. Seznam obrázků
4. Seznam tabulek
5. Seznam zkratk
6. Ukázka grafů
7. Grafy a tabulky probandů 2 - 10

## 1. Souhlas ETICKÉ KOMISE



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU  
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešleslavín  
tel.: 220 171 111  
<http://www.ftvs.cuni.cz/>

### Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, doktorské, diplomové (bakalářské) práce, zahrnující lidské účastníky

**Název:** Komparace koordinačních charakteristik kroku při chůzi na běžeckém trenažéru a v terénu

**Forma projektu:** diplomová práce

**Autor:** Bc. Štěpánka Dančová

**Školitel:** doc. PaedDr. Bronislav Kračmar, CSc.

**Popis projektu:** Bude zkoumána koordinační charakteristika lidské volné bipedální chůze při chůzi na běžeckém trenažéru a v přírodním terénu. Komparativní analýza. Povrchová polyelektromyografie s doplňujícími metrickými metodami. Bude proveden výzkum- soubor 10 probandů.

**Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky:**

Měření metodou povrchové elektromyografie. Neinvazivní a nebolestivou metodou pomocí povrchových elektrod.

**Etické aspekty výzkumu**

Samotné výsledky budou zpracovány a vyhodnoceny anonymně.

**Informovaný souhlas (přiložen)**

V Praze dne: 20.12. 2012

Podpis autora: Bc. Štěpánka Dančová

### Vyjádření etické komise UK FTVS

**Složení komise:** Doc. MUDr. Staša Bartůňková, CSc.  
Prof. Ing. Václav Bunc, CSc.  
Prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.  
Doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: ..... 0195/2012

dne: ..... 21.12.2012

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici pro provádění biomedicínského výzkumu, zahrnujícího lidské účastníky.

**Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.**

razítko školy

podpis předsedy EK

## 2. Informovaný souhlas probanda - vzor

### INFORMOVANÝ SOUHLAS PROBANDA

Já, níže podepsaný:

Souhlasím, že jsem byl předem dostatečně a srozumitelně seznámen s účelem a cílem výzkumu, který bude prováděn za účelem vytvoření diplomové práce studenta NMgr. TVS na UK FTVS v Praze, Bc. Štěpánky Dančové.

Byl jsem informován o tom, jakou formou bude výzkum probíhat. Dále jsem byl informován o způsobu dokumentace a prezentace výsledků této studie.

Byl jsem informován o tom, že veškeré mnou poskytnuté osobní údaje budou dokumentovány, bez uvedení mého jména a příjmení.

Bylo mi umožněno vše si rozvážit a zeptat se na vše, co považuji za podstatné.

S postupem a výzkumnými metodami souhlasím.

V Ústí nad Labem

Datum: 17.12. 2012

Podpis:

.....

Informace sdělené probandovi:

V rámci projektu budou snímány elektrické potenciály z vybraných svalů dolních končetin měřicí metodou povrchové elektromyografie. Měření bude probíhat neinvazivní a nebolestivou metodou pomocí povrchových elektrod. Na základě fyzioterapeutických vyšetřovacích postupů (svalový test dle Jandy), budou umístěny jednotlivé elektrody v místech největší kontrakce. Povrch kůže bude pro lepší přilnavost elektrod očištěn lékařským lihem, případně bude odstraněno (probandem) ochlupení v místě nalepení elektrod. Elektrické potenciály z těchto elektrod budou zaznamenány do atestovaného přístroje zn. ME 6000, který byl vyvinutý společností MegaWin. Přístroj bude mít proband umístěn v pouzdře okolo pasu. Samotné výsledky budou zpracovány a vyhodnoceny anonymně. O tomto procesu měření a způsobu prezentace výsledků bude každý proband informován před započatím výzkumu.

### 3 .Seznam obrázků

- Obr. 1 Přeměna pravolevého vlnění vodních živočichů na kvadrupedální lokomoci suchozemských živočichů a evoluční morfologická transformace končetin (Kračmar, 2002)
- Obr. 2 Dvoukloubový m. gluteus maximus u šimpanze ([www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com))
- Obr. 3 Doprovodný pohyb horních končetin při chůzi (Kračmar, 2002)
- Obr. 4 Doprovodný pohyb horních končetin při běhu (Kračmar, 2002)
- Obr. 5 Adaptace postkraniálního skeletu archaických australopitéků na bipedální lokomoci (Conroy, 1997)
- Obr. 6 Šimpanz a rekonstrukce nohy (Kračmar a kol., konzultace, 2013)
- Obr. 7 Plosky nohy vybraných vyšších nonhumánních primátů a člověka (Kračmar a kol., konzultace, 2013)
- Obr. 8 Kostra akrální části zadní končetiny Pan tryglodytes a nohy člověka (Conroy, 1997)
- Obr. 9 Posturální a lokomoční situace jedince od přibližně 3 měsíců do 1 roku (Kračmar in Kováčiková, Beranová, 1998)
- Obr. 10 Znázornění průběhu COP (center of pressure) na záznamu platografu, které znázorňuje odvíjení plosky po podložce a dokončení odrazu přes palec (Kračmar, 2002)
- Obr. 11 Fáze krokového cyklu (Gross, Fetto, Rosen, 2005)
- Obr. 12 Musculus gluteus medius ([www.scioly.org/wiki/index.php](http://www.scioly.org/wiki/index.php))
- Obr. 13 Musculus gluteus maximus ([www.scioly.org/wiki/index.php](http://www.scioly.org/wiki/index.php))
- Obr. 14 Musculus gastrocnemius (<http://www.studyblue.com>)
- Obr. 15 Tibialis anterior (Vigué, 2011)
- Obr. 16 Musculus vastus medialis ([www.studyblue.com](http://www.studyblue.com))
- Obr. 17 Závislost EMG na místě snímání (Otáhl, 2001)
- Obr. 18 Efekt vzorkovací frekvence, nízké frekvence mohou způsobit ztrátu dat (Konrád, 2005)
- Obr. 19 Příklad běžeckého trenážeru ([www.rotopedy-fitness.cz](http://www.rotopedy-fitness.cz))
- Obr. 20 Doporučení umístění povrchových elektrod dle SENIAM (Konrad, 2005)
- Obr. 21 Proband 1 (Dančová, 2013)
- Obr. 22 Proband 1 (Dančová, 2013)
- Obr. 23 Proband 1 (Dančová, 2013)
- Obr. 24 Proband 1 (Dančová, 2013)
- Obr. 25 Aktivace měřeného svalu v rámci průměrného pohybového cyklu (Špulák, 2012)

Obr. 26 Digitální nezpracovaná křivka EMG signálu (modře) a obálka EMG (červeně, tučně) s vyznačeným maximem (šipka nahoru), minimem (šipka dolů) a detekovaným počátkem (šipka doprava) a koncem (šipka doleva) aktivity v rámci pohybového cyklu.

Obr. 27 Obálky EMG z jednotlivých pohybových cyklů interpolované na jednotnou délku 0 až 100 % cyklu (modře) a jejich průměr – průměrná obálka (červeně, tučně). Svislá červená čára označuje maximum průměrné obálky; ve vyznačeném intervalu okolo maxima probíhalo následně hledání maxim v jednotlivých pohybových cyklech.

Obr. 28 Trojúhelníková detekce počátku svalové aktivity na obálce EMG (červeně):  $t_{min}$  je poloha lokálního minima,  $t_{max}$  poloha lokálního maxima a  $t_{on}$  je detekovaný počátek svalové aktivity.  $S_{max}$  označuje plochu nejrozlehlejšího trojúhelníku, svislé čáry představují hranice pohybového cyklu. (Špulák, Mikulíková, 2012)

Obr. 29 Intervaly aktivit jednotlivých svalů v průběhu průměrného pohybového cyklu (šířka pruhu orientačně ilustruje významnou intenzitu aktivace) (Špulák, Mikulíková, 2012)

Obr. 30 Způsob grafického znázornění průměrného počátku a konce aktivity a směrodatných odchylek ( $std_1$ ,  $std_2$ ) obou údajů (Špulák, Mikulíková, 2012)

Obr. 31 Grafické znázornění svalové aktivity - PROBAND 1

Obr. 32 Chůze na trenažéru - intervaly aktivity svalů PROBAND 6

Obr. 33 Chůze v terénu - intervaly aktivity svalů PROBAND 6

Obr. 34 Digitálně nezpracovaná křivka EMG signálu (modře) a obálka EMG (červeně, tučně) s vyznačeným maximem (šipka nahoru), minimem (šipka dolů) a detekovaným počátkem (šipka doprava) a koncem (šipka doleva) aktivity v rámci pohybového cyklu, chůze v terénu - PROBAND 6

Obr. 35 Jednotlivé pohybové cykly interpolované na jednotnou délku 0 až 100 % cyklu (modře) a jejich průměr – průměrná obálka (červeně, tučně), svislá červená čára označuje maximum průměrné obálky, na trenažéru - PROBAND 6

Obr. 36 Grafické znázornění svalové aktivity - PROBAND 2

Obr. 37 Grafické znázornění svalové aktivity - PROBAND 3

Obr. 38 Grafické znázornění svalové aktivity - PROBAND 4

Obr. 39 Grafické znázornění svalové aktivity - PROBAND 5

Obr. 40 Grafické znázornění svalové aktivity - PROBAND 6

Obr. 41 Grafické znázornění svalové aktivity - PROBAND 7

Obr. 42 Grafické znázornění svalové aktivity - PROBAND 8

Obr. 43 Grafické znázornění svalové aktivity - PROBAND 9

Obr. 44 Grafické znázornění svalové aktivity - PROBAND 1

#### *4. Seznam tabulek*

Tab. 1 Věk, výška tělesná hmotnost

Tab. 2 Polohy těla pro stanovení MVC u vybraných svalů (Konrad, 2005)

Tab. 3 Průměrná poloha začátku a konce aktivity % periody - PROBAND 1

Tab. 4 Průměrná poloha začátku a konce aktivity % periody - PROBAND 2

Tab. 5 Průměrná poloha začátku a konce aktivity % periody - PROBAND 3

Tab. 6 Průměrná poloha začátku a konce aktivity % periody - PROBAND 4

Tab. 7 Průměrná poloha začátku a konce aktivity % periody - PROBAND 5

Tab. 8 Průměrná poloha začátku a konce aktivity % periody - PROBAND 6

Tab. 9 Průměrná poloha začátku a konce aktivity % periody - PROBAND 7

Tab. 10 Průměrná poloha začátku a konce aktivity % periody - PROBAND 8

Tab. 11 Průměrná poloha začátku a konce aktivity % periody - PROBAND 9

Tab. 12 Průměrná poloha začátku a konce aktivity % periody - PROBAND 10

*5. Seznam zkratek*

**EMG** – elektromyografie

**SENIAM** - Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles

**STD** – směrodatná odchylka

**MVC** – maximální volní kontrakce

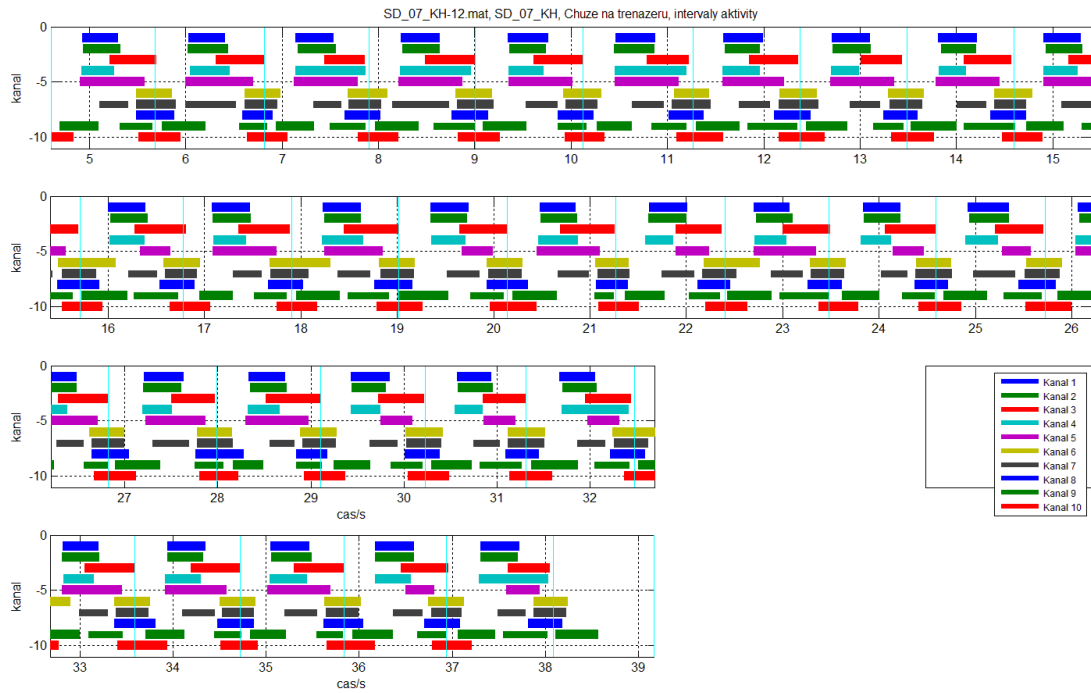
**COG** - Centre of Gravity

**COP** - Centre of Pressure

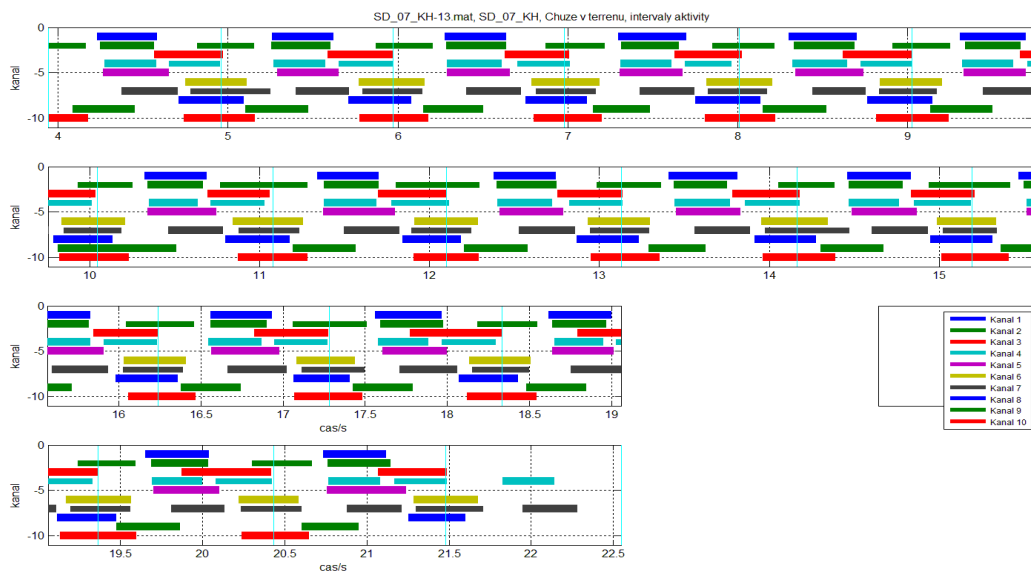
**ARV** - Average rectified value

**RMS** - Root mean square

## 6. Ukázka grafů

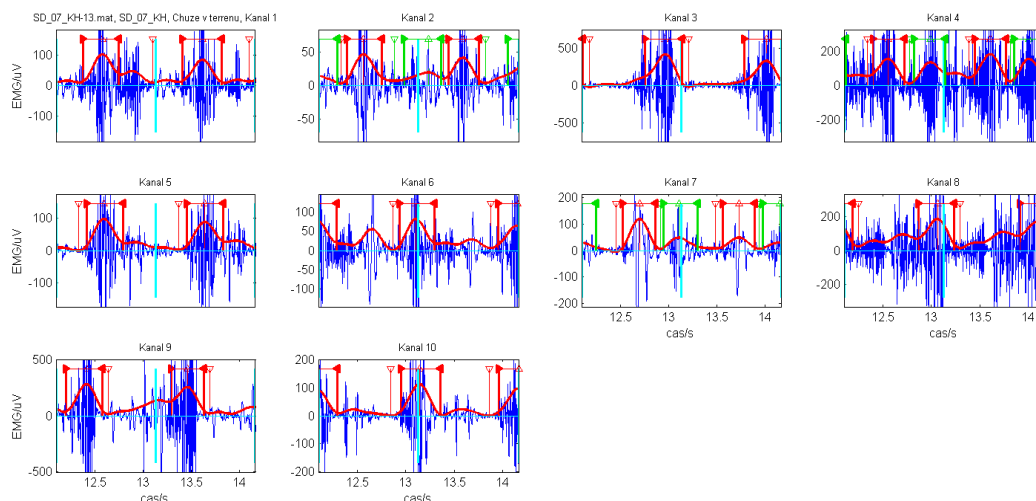


Obr. 32 Chůze na trenážeru - intervaly aktivity svalů PROBAND 6

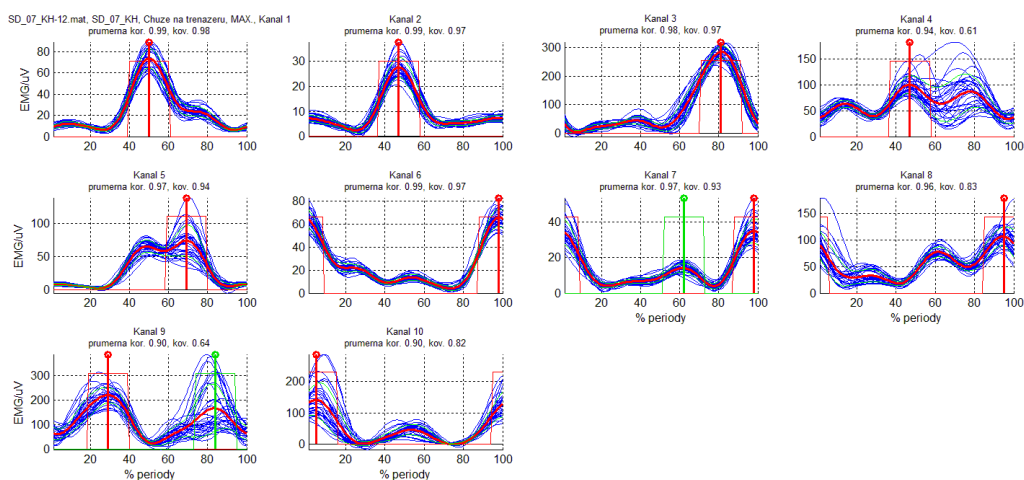


Obr. 33 Chůze v terénu - intervaly aktivity svalů PROBAND 6





Obr. 34 Digitálně nezpracovaná křivka EMG signálu (modře) a obálka EMG (červeně, tučně) s vyznačeným maximem (šipka nahoru), minimem (šipka dolů) a detekovaným počátkem (šipka doprava) a koncem (šipka doleva) aktivity v rámci pohybového cyklu, chůze v terénu - PROBAND 6



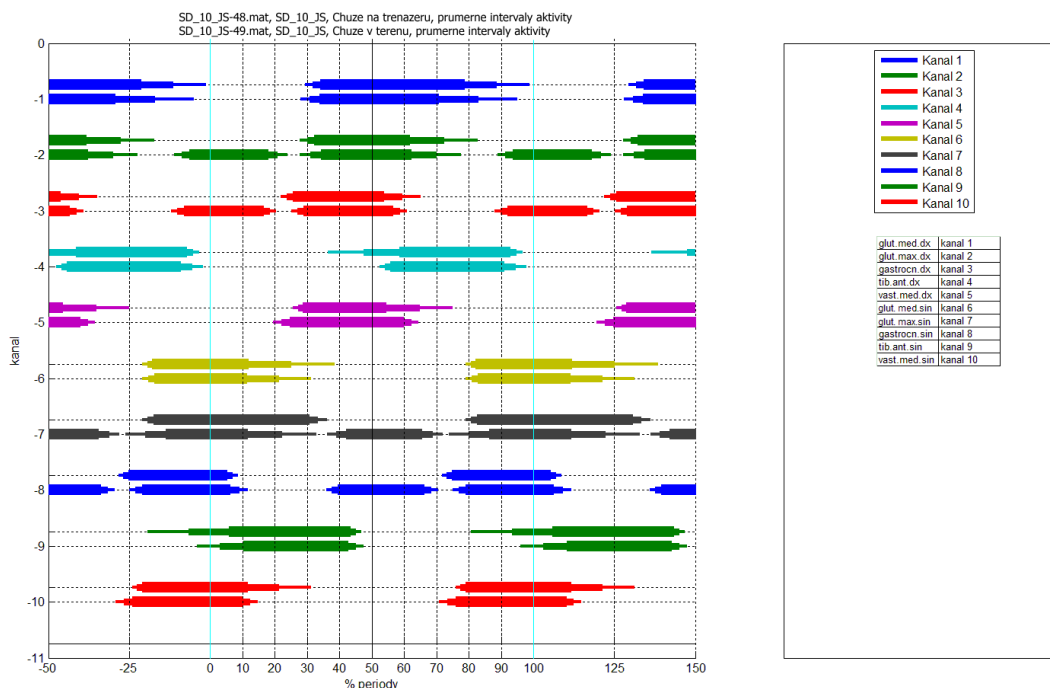
Obr. 35 Jednotlivé pohybové cykly interpolované na jednotnou délku 0 až 100 % cyklu (modře) a jejich průměr – průměrná obálka (červeně, tučně), svislá červená čára označuje maximum průměrné obálky, na trenažéru - PROBAND 6

7. Grafy a tabulky dalších probandů 2 - 10

**PROBAND 2**

Tab. 4 Průměrná poloha začátku a konce aktivity % periody - PROBAND 2

data EMG	trenažér ACT průměr % (SD)	trenažér Deact průměr % (SD)	terén Act průměr % (SD)	terén Deact průměr % (SD)
m.glut.med.dx.	32(2,3)	89(10,1)	31(2,9)	83(12)
m.glut.max.dx.	30(2,1)	72(10,5)	31(3,3)	70(7,6)
m.gastrocn.dx.	24(1,9)	59(5,7)	27(1,9)	59(2,1)
m.tibi.ant.dx.	48(11)	95(2)	54(1,7)	95(3,4)
m.vast.med.dx.	27(1,5)	65(10,2)	22(2,5)	62(2,3)
m.glut.med.sin.	81(1,5)	125(13)	81(1,8)	121(10)
m.glut.max.sin.	81(1,7)	134(2,7)	80(6,3)	122(10,6)
m.gastrocn.sin.	73(1,5)	107(1,7)	77(2,1)	109(2,8)
m.tibi.ant.sin.	-7(12,6)	45(1,7)	3(7,2)	45(2,4)
m.vast.med.sin.	78(1,5)	122(9,8)	74(2,6)	113(2,2)

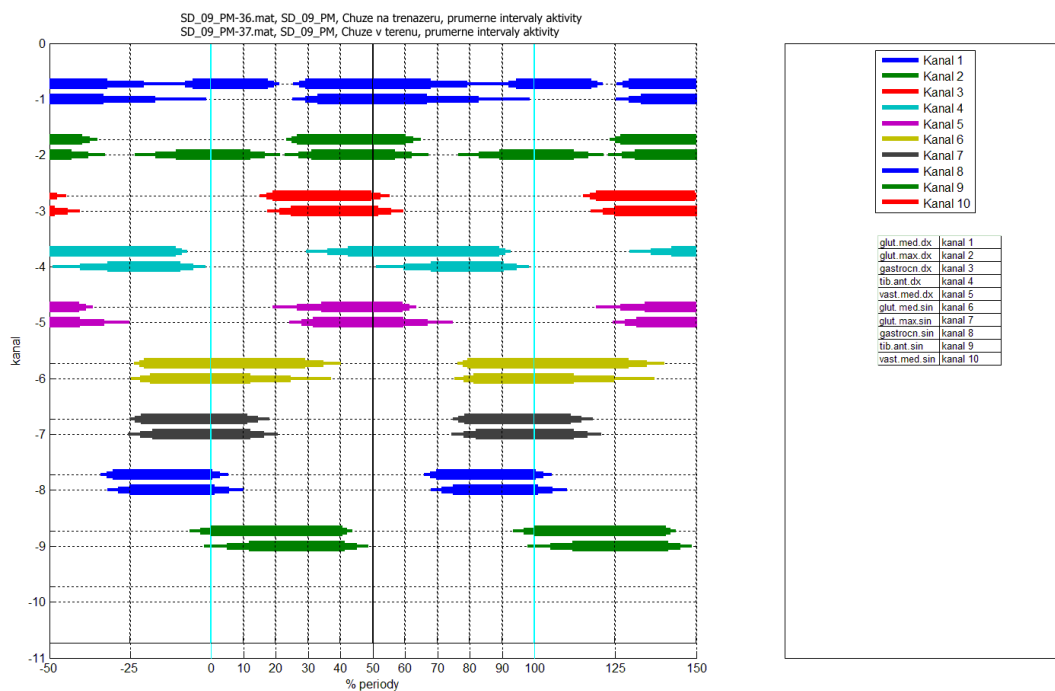


Obr. 36 Grafické znázornění svalové aktivity - PROBAND 2

### PROBAND 3

Tab. 5 Průměrná poloha začátku a konce aktivity % periody - PROBAND 3

data EMG	trenažér ACT průměr % (SD)	trenažér Deact průměr % (SD)	terén Act průměr % (SD)	terén Deact průměr % (SD)
m.glut.med.dx.	28(1,8)	80(11,3)	29(3,9)	83(15,9)
m.glut.max.dx.	25(1,7)	63(2,4)	27(4,2)	62(5,2)
m.gastrocn.dx.	17(2)	53(2,9)	21(3,7)	56(3,9)
m.tibi.ant.dx.	36(6,5)	91(1,8)	60(8,4)	95(3,8)
m.vast.med.dx.	27(7,5)	62(2,2)	28(3,6)	67(7,7)
m.glut.med.sin.	78(1,5)	135(5,5)	78(3)	125(12,5)
m.glut.max.sin.	77(1,7)	115(3,3)	78(3,8)	116(4,3)
m.gastrocn.sin.	68(2)	103(2,5)	71(3,5)	106(4,5)
m.tibi.ant.sin.	-3(3,2)	42(1,5)	5(6,9)	45(3,6)
m.vast.med.sin.	NA	NA	NA	NA



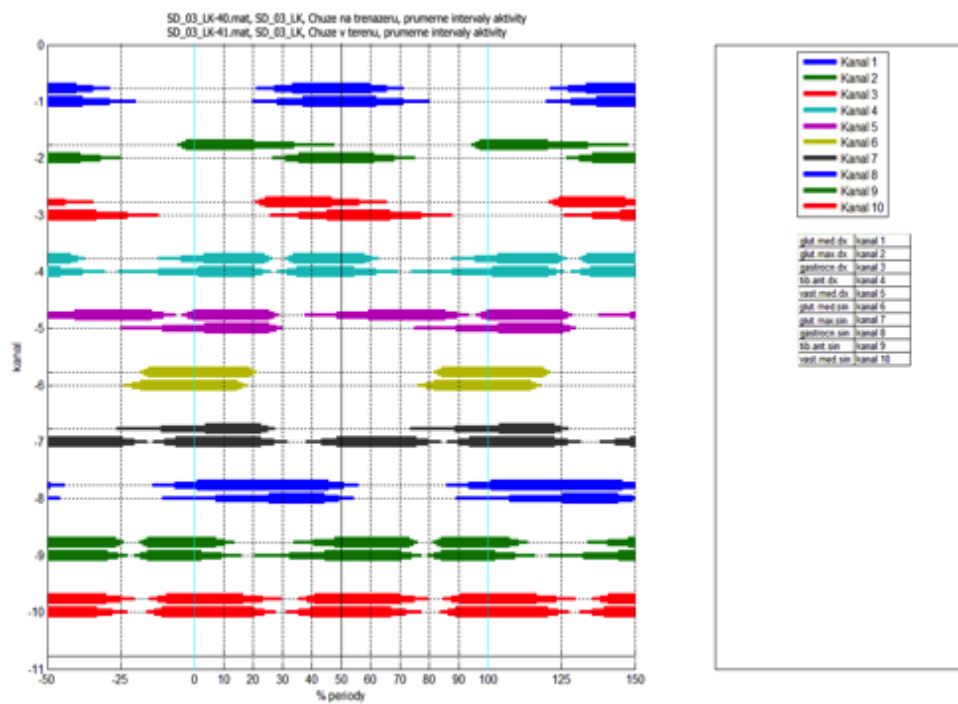
Obr. 37 Grafické znázornění svalové aktivity - PROBAND 3

## PROBAND 4

Tab. 6 Průměrná poloha začátku a konce aktivity % periody - PROBAND 4

data EMG	trenažér ACT průměr % (SD)	trenažér Deact průměr % (SD)	terén Act průměr % (SD)	terén Deact průměr % (SD)

m.glut.med.dx.	31(1,7)	78(7,9)	31(2,1)	74(8,3)
m.glut.max.dx.	29(1,4)	63(1,8)	30(2,3)	62(2,2)
m.gastrocn.dx.	16(11,6)	52(4,6)	21(2,4)	56(2,5)
m.tibi.ant.dx.	33(4,9)	67(13,2)	59(13)	100(2,8)
m.vast.med.dx.	27(2,4)	64(4,2)	22(2,7)	62(2)
m.glut.med.sin.	77(1,6)	116(4,5)	78(1,7)	111(5,9)
m.glut.max.sin.	80(2,3)	115(3,4)	81(1,7)	114(1,9)
m.gastrocn.sin.	69(11,2)	108(5,3)	75(2,2)	107(2,2)
m.tibi.ant.sin.	47(5,7)	81(4,2)	-16(2,4)	14(2,7)
m.vast.med.sin.	35(2,5)	66(2,7)	33(2,7)	65(2,8)

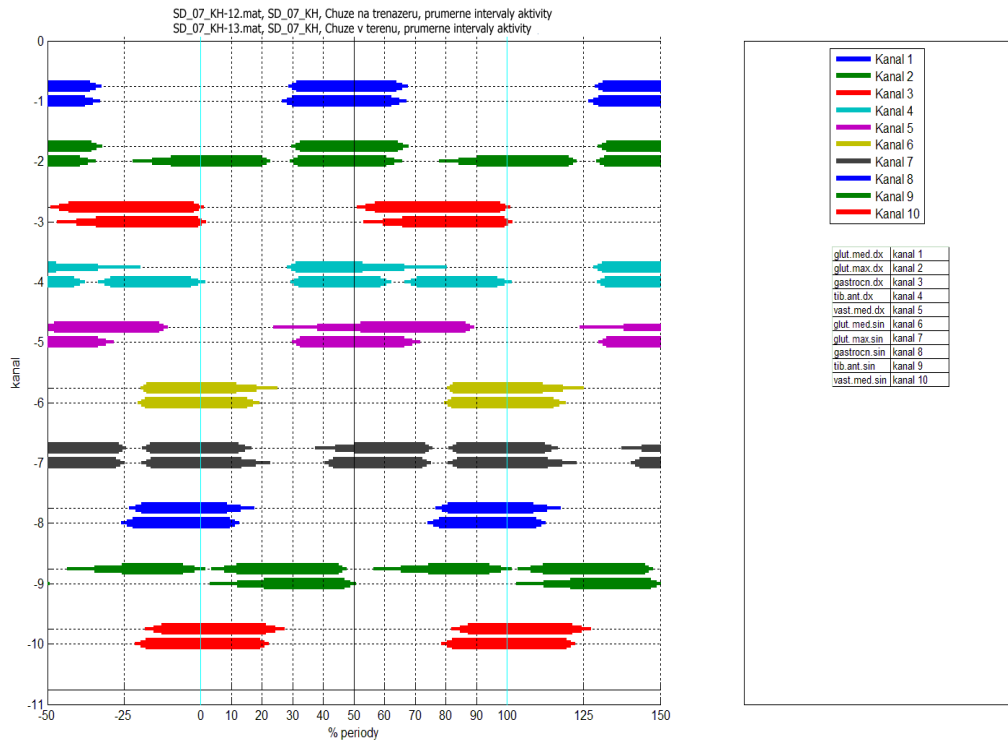


Obr. 38 Grafické znázornění svalové aktivity - PROBAND 4

## PROBAND 5

Tab. 7 Průměrná poloha začátku a konce aktivity % periody - PROBAND 5

data EMG	trenažér ACT průměr % (SD)	trenažér Deact průměr % (SD)	terén Act průměr % (SD)	terén Deact průměr % (SD)
m.glut.med.dx.	30(1,4)	66(1,9)	28(1,6)	65(2,5)
m.glut.max.dx.	31(1,4)	66(1,8)	30(1,2)	63(2,6)
m.gastrocn.dx.	54(2,9)	100(1,7)	60(6,4)	101(1,3)
m.tibi.ant.dx.	30(1,4)	67(13,8)	31(1,3)	61(1,8)
m.vast.med.dx.	38(14,2)	88(1,4)	31(1,3)	69(2,6)
m.glut.med.sin.	81(1)	118(6,7)	81(1,2)	117(2)
m.glut.max.sin.	82(1,3)	115(2,1)	42(1,4)	74(1,4)
m.gastrocn.sin.	79(2)	113(4,5)	76(1,9)	111(1,5)
m.tibi.ant.sin.	8(4,1)	46(1,3)	12(8,8)	49(1,9)
m.vast.med.sin.	-15(2,7)	24(3,1)	-20(1,7)	21(1,4)



Obr. 39 Grafické znázornění svalové aktivity - PROBAND 5

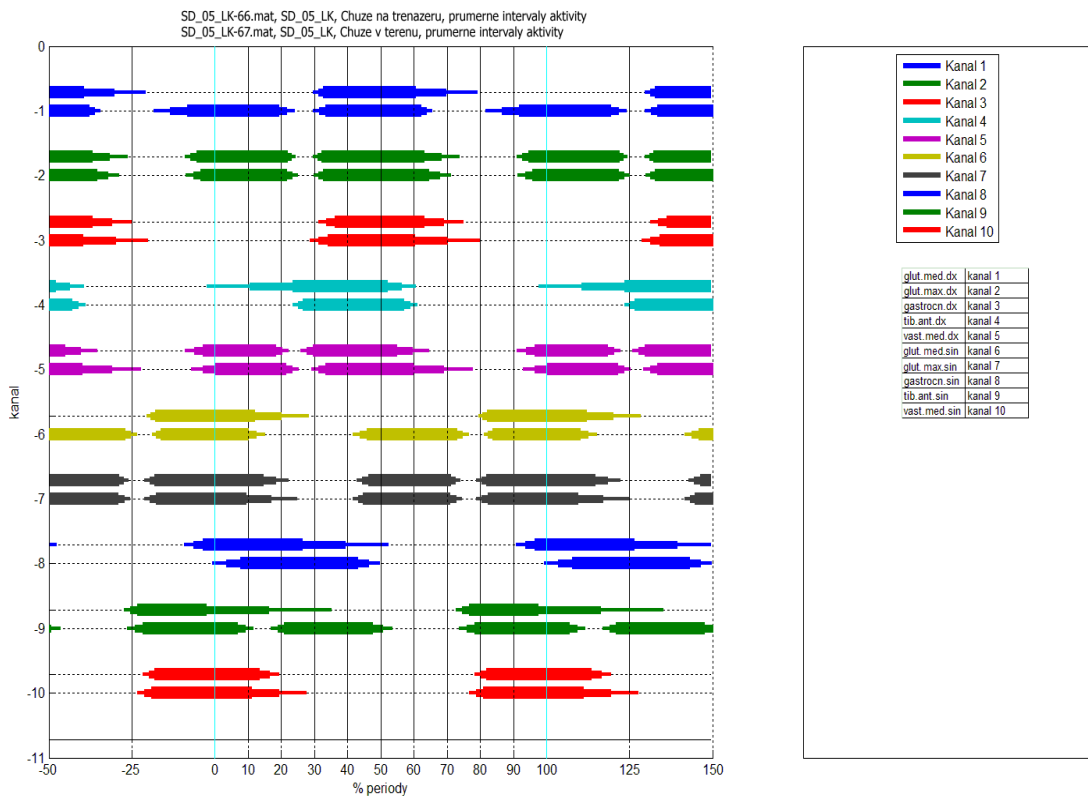
## PROBAND 6

Tab. 8 Průměrná poloha začátku a konce aktivity % periody - PROBAND 6

data EMG	trenažér ACT průměr % (SD)	trenažér Deact průměr % (SD)	terén Act průměr % (SD)	terén Deact průměr % (SD)



m.glut.med.dx.	31(1,6)	70(9,3)	32(1,8)	64(1,7)
m.glut.max.dx.	-7(1,8)	23(1,1)	-6,5(2,2)	24(1,6)
m.gastrocn.dx.	34(2,5)	69(5,8)	31(2,7)	70(9,8)
m.tibi.ant.dx.	11(13)	57(4,2)	25(1,5)	59(2)
m.vast.med.dx.	28(1,8)	60(4,9)	31(2,1)	69(8,7)
m.glut.med.sin.	81(1,3)	120(8,2)	82(1,4)	113(2,5)
m.glut.max.sin.	80(1,6)	119(3,8)	43(1,6)	73(1,8)
m.gastrocn.sin.	-6(2,9)	40(13)	3(4,3)	47(3,2)
m.tibi.ant.sin.	75(1,9)	117(18,9)	19(2)	51(2,9)
m.vast.med.sin.	80(1,8)	117(2,9)	79(2,1)	119(8,2)

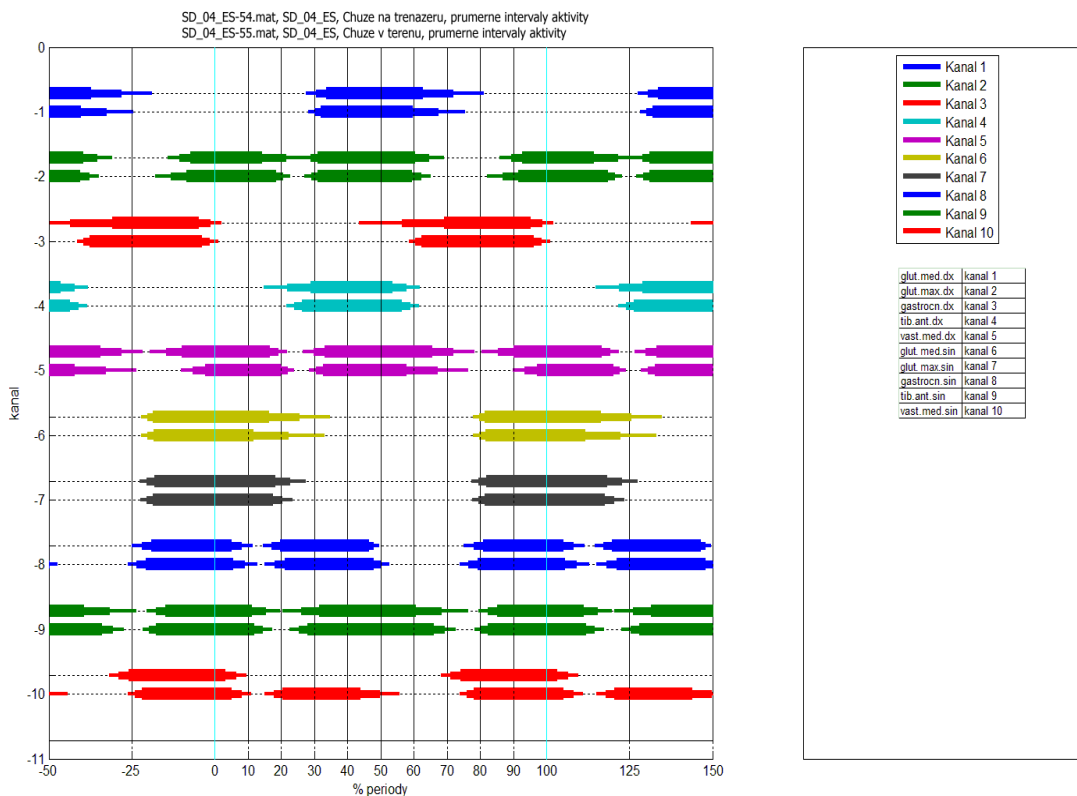


Obr. 40 Grafické znázornění svalové aktivity - PROBAND 6

## PROBAND 7

Tab. 9 Průměrná poloha začátku a konce aktivity % periody - PROBAND 7

data EMG	trenažér ACT průměr % (SD)	trenažér Deact průměr % (SD)	terén Act průměr % (SD)	terén Deact průměr % (SD)
m.glut.med.dx.	31(3)	72(9,1)	30(1,9)	68(7,8)
m.glut.max.dx.	29(2,2)	65(4,3)	29(2)	62(2,8)
m.gastrocn.dx.	56(12,9)	99(3,4)	60(1,9)	99(2,6)
m.tibi.ant.dx.	22(7)	58(4,1)	24(2,3)	59(2,6)
m.vast.med.dx.	-15(4,8)	19(2,6)	31(2,1)	67(9,3)
m.glut.med.sin.	80(1,8)	126(9,2)	80(1,9)	123(10,8)
m.glut.max.sin.	80(2,2)	123(4,6)	80(1,9)	121(3)
m.gastrocn.sin.	78(2,9)	108(3,1)	18(3)	50(2,4)
m.tibi.ant.sin.	82(2,9)	116(4,3)	80(2,1)	115(2,7)
m.vast.med.sin.	71(3)	107(3,1)	76(2)	108(2,9)



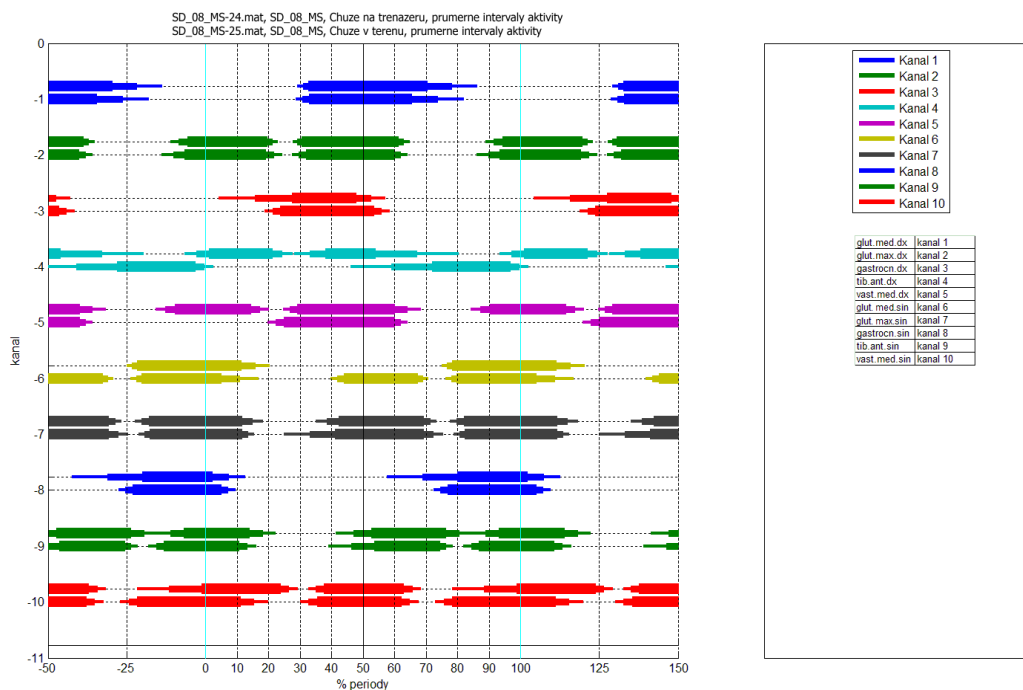
Obr. 41 Grafické znázornění svalové aktivity - PROBAND 7

## PROBAND 8

Tab. 10 Průměrná poloha začátku a konce aktivity % periody - PROBAND 8

data EMG	trenažér ACT	trenažér Deact	terén Act	terén Deact
----------	--------------	----------------	-----------	-------------

	průměr % (SD)	průměr % (SD)	průměr % (SD)	průměr % (SD)
m.glut.med.dx.	27(6,1)	66(5,6)	28(8,6)	71(9,1)
m.glut.max.dx.	-4(1,5)	34(13,7)	31(4,5)	68(6,9)
m.gastrocn.dx.	23(1,7)	56(9,4)	36(9,7)	77(10,6)
m.tibi.ant.dx.	32(1,3)	60(2,4)	31(3,3)	62(7,6)
m.vast.med.dx.	-2(1,8)	27(1,6)	-11(14,2)	28(2,3)
m.glut.med.sin.	83(1,5)	120(1,1)	-21(2,8)	17(1,6)
m.glut.max.sin.	-11(15,1)	25(2,3)	-10(3,7)	27(4,5)
m.gastrocn.sin.	-7(7,6)	51(5,1)	7(18,2)	50(5)
m.tibi.ant.sin.	83(1,3)	111(3)	82(2,2)	110(7)
m.vast.med.sin.	-12(2,9)	23(6,6)	-14(2,6)	24(3,6)

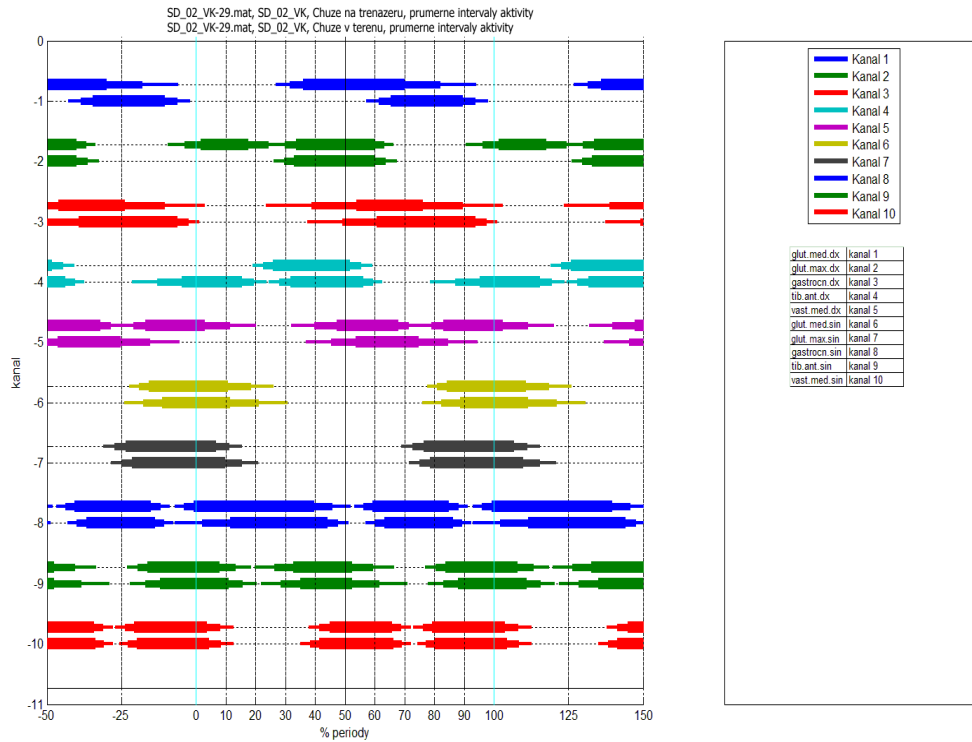


Obr. 42 Grafické znázornění svalové aktivity - PROBAND 8

## PROBAND 9

Tab. 11 Průměrná poloha začátku a konce aktivity % periody - PROBAND 9

data EMG	trenažér ACT průměr % (SD)	trenažér Deact průměr % (SD)	terén Act průměr % (SD)	terén Deact průměr % (SD)
m.glut.med.dx.	32(4,6)	82(12)	61(4,1)	94(4,3)
m.glut.max.dx.	30(3,8)	63(3,2)	30(3,5)	64(3,8)
m.gastrocn.dx.	39(15,2)	90(13,5)	49(11,6)	98(3,7)
m.tibi.ant.dx.	23(3,4)	56(3,8)	28(3,6)	60(3,2)
m.vast.med.dx.	40(7,6)	72(3,5)	45(8,3)	85(10)
m.glut.med.sin.	81(3,3)	119(7,6)	82(6,3)	121(9,6)
m.glut.max.sin.	73(3,7)	111(4,4)	75(3,6)	116(5,5)
m.gastrocn.sin.	56(3)	88(3,2)	2(9,3)	48(3,6)
m.tibi.ant.sin.	80(3,4)	113(5,3)	-17(5,1)	16(4,7)
m.vast.med.sin.	76(3,2)	108(4,4)	77(3)	109(4,2)



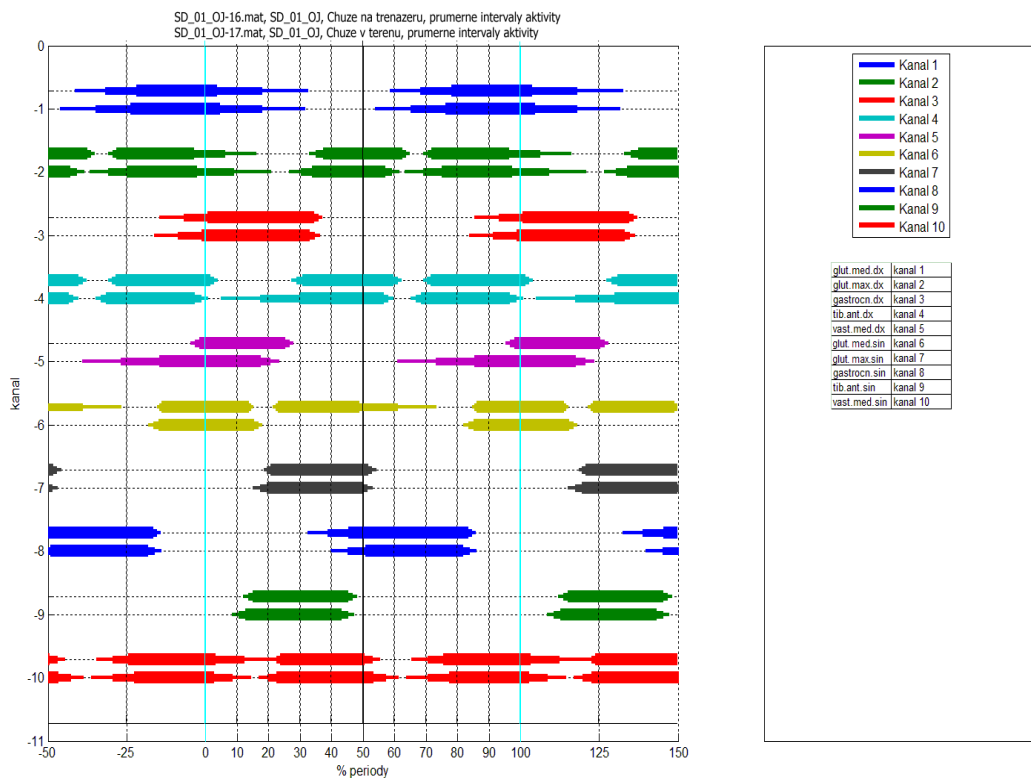
Obr. 43 Grafické znázornění svalové aktivity - PROBAND 9

## PROBAND 10

Tab. 12 Průměrná poloha začátku a konce aktivity % periody - PROBAND 10

data EMG	trenažér ACT průměr % (SD)	trenažér Deact průměr % (SD)	terén Act průměr % (SD)	terén Deact průměr % (SD)

m.glut.med.dx.	69(9,8)	118(14,4)	65(11,2)	118(13,4)
m.glut.max.dx.	71(1,2)	107(9,9)	69(6)	109(11,8)
m.gastrocn.dx.	-7(7,7)	36(1,3)	-9(5,9)	109(11,8)
m.tibi.ant.dx.	71(1,2)	103(1,2)	67(1,7)	99(2,2)
m.vast.med.dx.	-3(1,4)	27(1,2)	-27(12,2)	21(3)
m.glut.med.sin.	86(0,7)	115(0,8)	-16(1,6)	17(1,4)
m.glut.max.sin.	20(1,1)	53(1,3)	17(2,3)	52(1,6)
m.gastrocn.sin.	39(6,4)	85(1,1)	45(5,6)	84(2,1)
m.tibi.ant.sin.	14(1,2)	53(2,4)	11(2)	45(2)
m.vast.med.sin.	23(1,2)	53(2,4)	20(2,8)	57(4)



Obr. 44 Grafické znázornění svalové aktivity - PROBAND 10

